

Program studiów

I. PODSTAWOWE DANE O STUDIACH

- 1. Nazwa wydziału:** Wydział Elektryczny
- 2. Nazwa kierunku:** Elektromobilność
- 3. Poziom studiów:** Poziom 7 – Studia drugiego stopnia
- 4. Profil studiów:** Ogólnoakademicki
- 5. Forma studiów:** Studia stacjonarne
- 6. Język prowadzenia studiów:** polski
- 7. Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy):**
automatyka, elektronika i elektrotechnika – 100%
- 8. W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia:** nie dotyczy
- 9. Liczba semestrów studiów:** 3
- 10. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:** magister inżynier

II. OKREŚLENIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

1. Tabela odniesień efektów uczenia się dla programu studiów do:

- uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK, na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych w załączniku do ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r., poz. 226) – „Odniesienie – symbol”,
- charakterystyk drugiego stopnia PRK, na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych przez rozporządzenie w sprawie charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r. poz. 2218 z późn. zm.); z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia inżynierskich (dla studiów kończących się nadaniem tytułu zawodowego magistra inżyniera) – „Odniesienie – symbol I/III”.

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
Wiedza				
1.	M2_W01	Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego oraz rachunku operatorowego w dziedzinie układów ciągłych i dyskretnych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
2.	M2_W02	Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zagadnienia modelowania matematycznego procesów związanych z przekształcaniem i przetwarzaniem energii elektrycznej, w tym metody i algorytmy sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, predykcji oraz przetwarzania danych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
3.	M2_W03	Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zasady wykorzystywania metod i narzędzi informatycznych niezbędnych w działalności inżynierskiej, naukowej i badawczej, do symulacji i analizy procesów występujących w elektromobilności.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
4.	M2_W04	Absolwent zna i rozumie wybrane, złożone zjawiska, metody ich opisu, zasady działania elementów i urządzeń w obszarach działalności inżynierskiej stanowiących podstawę dla zagadnień występujących w elektromobilności, z uwzględnieniem trendów rozwojowych w dyscyplinie naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
5.	M2_W05	Absolwent zna i rozumie zaawansowane zagadnienia z zakresu wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej dla systemów zasilania obiektów przemysłowych i infrastruktury dla elektromobilności, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
6.	M2_W06	Absolwent zna i rozumie w rozszerzonym stopniu zasady działania systemów przetwarzania, przesyłania, bezpiecznego użytkowania oraz poszanowania energii elektrycznej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
7.	M2_W07	Absolwent zna i rozumie zaawansowane zagadnienia związane z funkcjonowaniem energoelektronicznych przekształtnikowych układów napędowych oraz układów magazynowania energii elektrycznej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
8.	M2_W08	Absolwent zna i rozumie zasady integracji i autonomizacji złożonych systemów i procesów występujących w elektromobilności oraz warunki niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania takich systemów.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
9.	M2_W09	Absolwent zna i rozumie zaawansowane problemy kompatybilności elektromagnetycznej i oddziaływania na środowisko infrastruktury wykorzystywanej w elektromobilności.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
10.	M2_W10	Absolwent zna i rozumie złożone i zaawansowane problemy, metody i procesy związane ze sterowaniem i automatyką w elektromobilności.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
11.	M2_W11	Absolwent zna i rozumie złożone, ekonomiczne, prawne, etyczne i społeczne uwarunkowania działalności inżynierskiej związanej z elektromobilnością, w tym pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego.	I.P7S_WK	P7U_W
12.	M2_W12	Absolwent zna i rozumie zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości, w tym prowadzenia działalności gospodarczej z wykorzystaniem innowacyjnych technologii w obszarze elektromobilności.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
13.	M2_W13	Absolwent zna i rozumie ogólne zasady prowadzenia działalności naukowo-badawczej, w tym przeprowadzania eksperymentów oraz rzetelnego opracowywania, dokumentowania i wizualizowania wyników badań, a także przygotowywania materiałów do publikacji na konferencjach i w czasopismach naukowych.	-	-
Umiejętności				
1.	M2_U01	Absolwent potrafi stosować zaawansowane metody analizy matematycznej do rozwiązywania zadań inżynierskich, naukowych i badawczych w obszarze elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
2.	M2_U02	Absolwent potrafi stosować i wykorzystywać zaawansowane algorytmy i metody modelowania matematycznego do analizy procesów, rozwiązywania problemów, badania zjawisk występujących w elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
3.	M2_U03	Absolwent potrafi wykorzystywać zaawansowane narzędzia informatyczne w działalności inżynierskiej, w tym do projektowania, symulacji i analizy funkcjonowania urządzeń i procesów występujących w elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
4.	M2_U04	Absolwent potrafi planować i przeprowadzać eksperymentalne badania prostych i złożonych: układów, systemów i rozwiązań technicznych dla elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
5.	M2_U05	Absolwent potrafi zaproponować koncepcje systemu działającego z zachowaniem zasad związanych z racjonalnym użytkowaniem, zarządzaniem i dystrybucją energii elektrycznej dla infrastruktury w obszarze elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
6.	M2_U06	Absolwent potrafi określić wymagania dla instalacji zasilających infrastrukturę dla elektromobilności, w tym stacji ładowania pojazdów elektrycznych, oraz przedstawić aspekty ekonomiczne rozwiązania technicznego.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
7.	M2_U07	Absolwent potrafi projektować złożone energoelektroniczne przekształtnikowe układy napędowe oraz układy przekształcania i magazynowania energii elektrycznej oraz przeprowadzać badania takich układów.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U

lp.	Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol I/III	Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
8.	M2_U08	Absolwent potrafi rozwiązywać złożone problemy sterowania i automatyki w pojazdach elektrycznych, w tym problemy związane z bezpiecznym użytkowaniem pojazdów przy wykorzystaniu algorytmów sztucznej inteligencji.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
9.	M2_U09	Absolwent potrafi twórczo rozwijać stosowane metody analityczne i badawcze oraz kreować nowe rozwiązania przy modelowaniu procesów dla elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
10.	M2_U10	Absolwent potrafi przygotować projekt dotyczący przedsięwzięcia o charakterze biznesowym w obszarze elektromobilności.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
11.	M2_U11	Absolwent potrafi określić szanse i możliwości własnej kariery zawodowej z uwzględnieniem rozwoju kompetencji oraz procesów samokształcenia; inspirować do kształcenia otoczenie i współpracowników.	I.P7S_UU	P7U_U
12.	M2_U12	Absolwent potrafi pracować w zespole, wykonywać zadania zgodnie z określonym harmonogramem, organizować i zarządzać pracą zespołu.	I.P7S_UO	P7U_U
13.	M2_U13	Absolwent potrafi komunikować się i dyskutować na tematy specjalistyczne związane z elektromobilnością, wyrażać swoje poglądy i umieć je uzasadnić.	I.P7S_UK	P7U_U
14.	M2_U14	Absolwent potrafi porozumiewać się na tematy ogólne w języku angielskim na poziomie B2+ oraz stosować słownictwo specjalistyczne w języku angielskim w zakresie elektromobilności.	I.P7S_UK	P7U_U
15.	M2_U15	Absolwent potrafi przygotować opracowanie o charakterze naukowych, spełniające wymagania adekwatne do publikacji w czasopiśmie naukowym, zawierające udokumentowane wyniki badań i analiz.	-	-
Kompetencje społeczne				
1.	M2_K01	Absolwent jest gotów do przeprowadzenia weryfikacji i krytycznej oceny własnej wiedzy i umiejętności, analizowania informacji związanych z elektromobilnością, w tym informacji prasowych i publikowanych w mediach elektronicznych.	I.P7S_KK	P7U_K
2.	M2_K02	Absolwent jest gotów do formułowania złożonych pytań i zagadnień, definiowania problemów wymagających rozwiązania w obszarze elektromobilności, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych, prawnych i społecznych; konfrontowania własnej wiedzy i umiejętności z wiedzą ekspercką.	I.P7S_KK	P7U_K
3.	M2_K03	Absolwent jest gotów do działania w sposób etyczny i odpowiedzialny, w tym z poszanowaniem prawa autorskiego i własności intelektualnej, na rzecz rozwoju innowacyjnych rozwiązań gospodarczych i społecznych.	I.P7S_KR	P7U_K
4.	M2_K04	Absolwent jest gotów do podjęcia kreatywnych i innowacyjnych działań oraz inicjatyw w zakresie promowania elektromobilności oraz inspirowania innych do podejmowania takich działań.	I.P7S_KO	P7U_K
5.	M2_K05	Absolwent jest gotów do podejmowania szerokich działań społecznych na rzecz interesu publicznego, z uwzględnieniem trendów i uwarunkowań regionalnych, w tym szczególnie w zakresie poszanowania energii i efektywności energetycznej.	I.P7S_KO	P7U_K

2. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia:

Sprawdzanie uzyskiwanych efektów uczenia się będzie prowadzone w ramach prowadzonych przedmiotów w sposób umożliwiający weryfikację osiągniętego poziomu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych. Charakterystyczną cechą studiów drugiego stopnia na kierunku *elektromobilność* jest duży udział aktywnych form kształcenia co powoduje, że stopień osiągnięcia efektów przedmiotowych będzie weryfikowany na podstawie oceny skutków działania studentów z mniejszym udziałem form sprawdzania polegających na odtwarzaniu wiedzy. W wielu przedmiotach, szczególnie z komponentem projektowym, podstawą oceny będzie omówienie i dyskusja zastosowanych rozwiązań z uwzględnieniem oceny wzajemnej (ocena przez innych studentów) jak i samooceny. Przy weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się nacisk będzie położony na ocenę umiejętności wykorzystania wiedzy. Dla zajęć przeprowadzanych w formie ćwiczeń laboratoryjnych weryfikacja osiągnięcia efektów będzie możliwa przez bezpośredni nadzór prowadzących w trakcie realizowanych badań i eksperymentów, kontrolę sprawozdań i dyskusję wyników. Znaczący będzie również aspekt pracy grupowej, współdziałania w zespole dla osiągnięcia założonego celu. Ocenie będą podlegały metody pracy, podział zadań z przypisaniem ról jak i zastosowane rozwiązania informatyczne. W ramach prowadzonych przedmiotów zostanie zwrócona uwaga na kompetencje społeczne, szczególnie w odniesieniu do samodzielności i rzetelności pracy, krytycznej oceny stanu wiedzy (dotyczącej elektromobilności) prezentowanej w publikacjach naukowych i mediach ogólnodostępnych.

III. REALIZACJA PROGRAMU STUDIÓW

Łączna liczba godzin zajęć:	850 godz.
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem dyscypliny wiodącej : - dyscyplina naukowa automatyka, elektronika i elektrotechnika	100 %
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	47 ECTS
Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:	6 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej: (studia II stopnia)	nie dotyczy
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (<i>w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	42 ECTS tj. 47 %
Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie</i>):	nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (<i>w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie</i>), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności:	64 ECTS tj. 71 %
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z matematyki	60 godz. 6 ECTS
zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej łączna liczba godzin i punktów ECTS na studiach I i II stopnia wynosi odpowiednio 270 godz. i 22 ECTS	
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z fizyki	
zgodnie z uchwałą Senatu PW nr 58/L/2020 z dnia 25 listopada 2020 r. w sprawie ustalania programów studiów w Politechnice Warszawskiej wymagane godziny i punkty ECTS realizowane są na pierwszym stopniu studiów.	
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS języków obcych	30 godz. 2 ECTS
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20 ECTS

IV. WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH

Nie dotyczy

V. SYLABUSY

Nazwa przedmiotu:

Elektroniczne systemy kontroli trakcji i hamowania pojazdem elektrycznym

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

6

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

150

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

3

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

4

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	60

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zdobycie przez studentów wiedzy na temat sposobu realizacji układów zapobiegających blokowaniu kół podczas hamowania oraz niedopuszczających do nadmiernego poślizgu kół w pojazdach z napędem elektrycznym. Tematyka poruszanych zagadnień obejmuje analizę problemu poślizgu kół pojazdu przy przyspieszaniu i hamowaniu, algorytmy regulacji stabilizujące tor ruchu pojazdu, sposoby implementacji dla wybranych algorytmów kontroli trakcji dla elektrycznych układów napędowych, algorytmy realizujące funkcję dyferencjału elektronicznego. Student utrwala zdobytą wiedzę teoretyczną i rozwija swoje umiejętności poprzez realizację zadań projektowych, obejmujących budowę modeli numerycznych i implementację algorytmów sterowania w badaniach typu SIL.

Treści kształcenia:

Zakres merytoryczny kursu:

1. Dynamika koła pojazdu elektrycznego.
2. Wpływ blokady oraz nadmiernego poślizgu kół na właściwości trakcyjne pojazdu.
3. Model układu napędowego pojazdu elektrycznego uwzględniający dynamikę kół pojazdu.
4. Algorytmy kontroli poślizgu: MTTE (Maximum Transmissible Torque Estimation), DFC (Driving Force Control).
5. Realizacja funkcji dyferencjału elektronicznego.
6. Implementacja wybranych algorytmów w kodzie C i przeprowadzenia badań symulacyjnych.
7. Analiza wpływu układu kontroli trakcji na właściwości trakcyjne pojazdu.

Metody oceny:

Kolokwium pisemne oraz odpowiedź ustna.

Ocena wykonanych przez studenta modeli numerycznych.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	-	Student zna zasady czytelnego przedstawiania modeli symulacyjnych oraz prezentacji wyników badań. Potrafi wykorzystywać adekwatne narzędzia do analizy i wizualizacji danych.	M2_W13	Odpowiedź ustna – obrona zadań projektowych
2.	-	Student poznaje złożone zjawiska, metody realizacji układów wykonawczych z zakresu kontroli.	M2_W10	Kolokwium pisemne oraz odpowiedź ustna
3.	-	student poznaje zasady wykorzystywania metod i narzędzi informatycznych symulacji i analizy procesów występujących w elektromobilności.	M2_W03	odpowiedź ustna – ocena zadań projektowych
UMIEJĘTNOŚCI				
4.	-	Student potrafi prowadzić badania numeryczne złożonych procesów oraz przeprowadzić analizę wyników oraz krytycznie odnieść się do uzyskanych wyników.	M2_U01	Odpowiedź ustna
5.	-	Student zna i potrafi stosować algorytm sterowania pozwalające na kontrolę poślizgu kół pojazdów elektrycznych.	M2_U08	Kolokwium pisemne lub odpowiedź ustna
6.	-	Student opracowuje własne modele symulacyjne na podstawie rozwiązań opisanych literaturze naukowej.	M2_U09	Odpowiedź ustna – bieżąca ocena w trakcie zajęć
7.	-	Student potrafi analizować pracę przekształtnikowych układów napędowych w oparciu o badania numeryczne.	M2_U07	Odpowiedź ustna
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
8.	-	Student jest zdolny do formułowania złożonych pytań oraz samodzielnego definiowania problemów badawczych.	M2_K02	Odpowiedź ustna – bieżąca ocena w trakcie zajęć

Nazwa przedmiotu:

Identyfikacja i sterowanie układami dynamicznymi

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

6

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

3

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

6.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	60

Cel przedmiotu:

Przekazanie wiedzy o modelach matematycznych układów dynamicznych, metodach identyfikacji ich parametrów oraz wybranych zaawansowanych algorytmów sterowania jak adaptacyjne czy MPC.

Treści kształcenia:

- Wiadomości wstępne, przypomnienie z algebry macierzowej (wartości własne, wektory liniowo zależne)
- Warunki istnienia rozwiązań układów równań typu $Ax=b$ wraz z geometryczną interpretacją
- Zdefiniowanie problemu identyfikacji parametrów dyskretnego układu liniowego
- Metoda najmniejszych kwadratów, pseudoodwrotność Moore'a/penrose'a
- Rozkład względem wartości własnych i wartości szczególnych
- Zależność pomiędzy wartościami szczególnymi, a uwarunkowaniem układu równań
- Przykłady identyfikacji dla układów liniowych, zarówno zadanie regresji liniowej jak i identyfikacji parametrycznej układów liniowych
- Rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów.
- Estymacja połączona i dualna z filtrami EKF i UKF
- Identyfikacja z użyciem algorytmów optymalizacyjnych
- Identyfikacja przy obecności sprzężenia zwrotnego
- Sterowanie adaptacyjne pośrednie i bezpośrednie
- Stabilność układów nieliniowych • metoda Lapunova
- Sterowanie adaptacyjne z modelem odniesienia
- Identyfikacja układów nieliniowych • sieci neuronowe
- Wykorzystanie sieci neuronowych do estymacji i sterowania
- Wprowadzenie do Model Predictive Control

Metody oceny:

Kolokwium, oceny z ćwiczeń i laboratorium.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	Ma wiedzę o podstawowych algorytmach i metodach identyfikacji i modelowania układów dynamicznych.	M2_W02	Kolokwium końcowe, ocena pracy na ćwiczeniach
2.	–	Ma wiedzę o podstawowych własnościach nieliniowych układów dynamicznych oraz zagadnień sterowania adaptacyjnego.	M2_W10	Kolokwium końcowe, ocena pracy na ćwiczeniach
UMIĘJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi dobrać odpowiednią metodę identyfikacji do postawionego problemu. Potrafi rozpoznać główne problemy spotykane podczas procesu identyfikacji i modelowania.	M2_U02	Kolokwium końcowe, ocena pracy na ćwiczeniach

Nazwa przedmiotu:

Energoelektroniczne systemy ładowania i magazyny energii

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

90

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

4.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przekazanie podstawowej wiedzy na temat magazynów energii i systemów ładowania pojazdów elektrycznych wykorzystujących przekształtniki energoelektroniczne, umożliwiającą samodzielną analizę tych systemów oraz prowadzenie prac projektowych i eksploatacyjnych. W ramach przedmiotu przedstawione zostaną zagadnienia związane z realizacją procesu ładowania pojazdu elektrycznego oraz stacjonarnego magazynu energii, konstrukcją stacji ładowania pojazdów elektrycznych, właściwościami i topologiami układów energoelektronicznych stosowanych w systemach ładowania oraz systemach magazynowania energii elektrycznej z wykorzystaniem baterii elektrochemicznych. Uczestnicy przedmiotu poznają podstawowe pojęcia, parametry i wielkości opisujące system baterijny wraz z podłączonym do niego przekształtnikiem energoelektronicznym realizującym ładowanie lub kontrolowane rozładowanie baterii. Zdobyta wiedza pozwoli na zrozumienie zjawisk i procesów zachodzących podczas ładowania baterii pojazdu elektrycznego lub magazynu energii wraz z jego ograniczeniami wynikającymi z praw fizyki i konstrukcji tego układu.

Treści kształcenia:

Podstawowe pojęcia i parametry dotyczące baterii elektrochemicznych stosowanych w elektromobilności i magazynach energii. Opis i wyjaśnienie podstawowych zagadnień związanych z procesem ładowania pojazdu elektrycznego oraz magazynu energii. Przedstawienie roli i zastosowania ładowarek pokładowych oraz zewnętrznych ładowarek DC dla pojazdów elektrycznych. Budowa stacji ładowania oraz opis zarządzania stacją z poziomu operatora oraz użytkownika. Przedstawienie koncepcji vehicle-to-grid (V2G). Realizacja procesu ładowania baterii. Prezentacja podstawowych pojęć i parametrów związanych ze stacjonarnymi magazynami energii. Przedstawienie podstawowych typów i topologii przekształtników energoelektronicznych stosowanych w modułach ładowania. Opis ich budowy i właściwości oraz podstawowych założeń dotyczących sterowania. Prezentacja zagadnień związanych ze stacjonarnymi magazynami energii wykorzystywanymi na potrzeby operatorów sieci dystrybucyjnych. Prezentacja zagadnień

związanych z energoelektronicznymi systemami ładowania pojazdów elektrycznych i magazynów energii przez wiodących producentów systemów ładowania.

Metody oceny:

Kolokwium pisemne na zakończenie zajęć.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Zna podstawowe właściwości, pojęcia i parametry baterii elektrochemicznych stosowanych na potrzeby elektromobilności oraz stacjonarnych magazynów energii. Zna podstawowe zagadnienia związane z procesem ładowania baterii pojazdu elektrycznego oraz magazynu energii, w tym konstrukcję stacji ładowania oraz stacjonarnego magazynu energii.	M2_W04	Sprawdzian pisemny
2.	–	Zna konstrukcję i zasady działania podstawowych topologii przekształtników energoelektronicznych stosowanych w układach ładowania pojazdów elektrycznych i stacjonarnych magazynach energii.	M2_W07	Sprawdzian pisemny
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi wykorzystywać symulatory układów energoelektronicznych oraz narzędzia projektowe do analizy przekształtników energoelektronicznych.	M2_U03	Bieżąca kontrola w czasie zajęć lub ocena na podstawie przygotowanego projektu
4.	–	Potrafi wykorzystywać narzędzia projektowe do analizy i projektu stacji ładowania pojazdów elektrycznych i magazynu energii. Potrafi poddać analizie zasadność ekonomiczną zastosowanych rozwiązań.	M2_U06	Bieżąca kontrola w czasie zajęć lub ocena na podstawie przygotowanego projektu

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	Jest w stanie sformułować pytania i definiować problemy wymagające rozwiązania w obszarze związanym z energoelektronicznymi systemami ładowania pojazdów elektrycznych oraz stacjonarnych magazynów energii uwzględniając ich aspekty ekonomiczne.	M2_K02	Sprawdzian pisemny lub ocena na podstawie przygotowanego projektu
6.	–	Potrafi samodzielnie zweryfikować i ocenić informacje dotyczące układów energoelektronicznych.	M2_K01	Sprawdzian pisemny lub ocena na podstawie przygotowanego projektu

Nazwa przedmiotu:

Odnawialne i niskoemisyjne źródła energii w ekosystemie elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

105

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1,8

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3,7

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Przekazanie wiedzy na temat wybranych zagadnień dotyczących odnawialne i niskoemisyjne źródła energii w powiązanych z rozwojem elektromobilności. Wykształcenie umiejętności w zakresie: odnawialnych i hybrydowych układów wytwórczych, prognozowania produkcji energii elektrycznej, odzyskiwania energii z pojazdów, układów automatyki zabezpieczeniowej stosowanych OZE, elektroluminescencyjnego wytwarzanie światła.

Treści kształcenia:

Generalnie treści kształcenia obejmują:

Rozproszone odnawialne źródła energii elektrycznej w elektromobilności. Układy i urządzenia automatyki zabezpieczeniowej stosowane w przypadku odnawialnych i niskoemisyjnych źródeł energii Prognozowanie produkcji oraz zapotrzebowania na moc i energię elektryczną z uwzględnieniem rozwoju elektromobilności. Rekuperacja energii elektrycznej poprzez hamowanie pojazdów sieciowych. Systemy oświetlenia pojazdów.

Wykład:

Układy wytwórcze małej skali zasilające stacje ładowania pojazdów elektrycznych. Układy hybrydowe odnawialnych źródeł energii. Gospodarka elektroenergetyczna w elektromobilności. Charakterystyka szeregów czasowych produkcji energii elektrycznej w OZE. Prognozowanie krótkoterminowe produkcji energii w OZE oraz szacowanie zapotrzebowania na energię wynikającego z rozwoju elektromobilności.

Pojazdy trakcyjne jako źródło energii podczas hamowania rekuperacyjnego. Proces hamowania rekuperacyjnego pojazdów sieciowych w systemie zasilania AC i DC. Podstacje trakcyjne DC z możliwością przesyłu energii do systemu elektroenergetycznego. Systemy magazynowania

energii stosowane w systemach trakcji elektrycznej (pojazdowe, podstacyjne i przytorowe). Współpraca systemów trakcji elektrycznej z OZE.

Układy i urządzenia automatyki zabezpieczeniowej stosowane w przypadku odnawialnych i niskoemisyjnych źródeł energii: źródła fotowoltaiczne, generatory wiatrowe •układ zabezpieczeń oraz urządzenia i funkcje zabezpieczeniowe.

Elektroluminescencyjne wytwarzanie światła. Charakterystyka źródeł światła LED i OLED do zastosowania w pojazdach. Systemy oświetleniowe w pojazdach. Badania laboratoryjne źródeł światła LED i OLED.

Zajęcia projektowe, ćwiczeniowe., laboratoria:

Projektowanie układu zasilającego stację ładowania wykorzystującą odnawialne źródła energii w postaci układu hybrydowego wyposażonego w magazyn energii.

Modelowanie źródła fotowoltaicznego i jego układ zabezpieczeń lub modelowanie źródła w formie generatora wiatrowego i jego układ zabezpieczeń.

Wykonanie prognozy produkcji energii elektrycznej przez farmy wiatrowe. Prognozy średnioterminowe liczby pojazdów elektrycznych w Polsce oraz oszacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną wynikające z rozwoju elektromobilności w kontekście konieczności rozwoju OZE na potrzeby elektromobilności.

Dobór parametrów zasobnika energii do potrzeb wybranego systemu trakcyjnego.

Pomiary podstawowych parametrów elektrycznych i fotometrycznych modułów LED i OLED.

Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej z treściami przedmiotu. Jest przygotowany do prowadzenia działalności badawczej, zna i umie się posłużyć metodami, narzędziami i technikami badawczymi.

Metody oceny:

Ocena łączna przedmiotu jest ustalana na podstawie sumarycznej liczby punktów za sprawdzian pisemny podczas wykładu, za zajęcia projektowe oraz za zajęcia laboratoryjne, pod warunkiem osiągnięcia wszystkich efektów kształcenia. Zasady przeliczania sumarycznej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianu, za zajęcia projektowe oraz za zajęcia laboratoryjne na oceny zostaną podane w Regulaminie przedmiotu.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	zna zaawansowane zagadnienia z zakresu wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej dla systemów zasilania infrastruktury dla elektromobilności	M2_W05	sprawdzian pisemny podczas wykładu (pytania sprawdzające wiedzę w zakresie wybranych zagadnień dotyczących hybrydowych, rozproszonych źródeł energii, magazynów energii oraz infrastruktury dla pojazdów elektrycznych, objętych programem przedmiotu), sprawdzenie poprawności wykonanego projektu, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych, sprawdzian pisemny przeprowadzony podczas zajęć laboratoryjnych, projektowych
2.	–	zna w zaawansowanym stopniu zasady wykorzystywania metod i narzędzi informatycznych niezbędnych w działalności inżynierskiej, naukowej i badawczej, do symulacji i analizy procesów występujących w elektromobilności	M2_W03	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, projektowych sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych, projektowych

UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	potrafi planować i przeprowadzać eksperymentalne badania prostych i złożonych: układów, systemów i rozwiązań technicznych dla elektromobilności	M2_U04	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
4.	–	potrafi pracować w zespole projektowym oraz laboratoryjnym, wykonywać zadania zgodnie z określonym harmonogramem, organizować i zarządzać pracą zespołu	M2_U12	obserwacja studenta jako członka zespołu projektowego oraz członka zespołu laboratoryjnego
5.	–	potrafi stosować i wykorzystywać zaawansowane metody modelowania matematycznego do rozwiązywania problemów występujących w źródłach wytwórczych zasilających pojazdy elektryczne	M2_U02	sprawdzian pisemny podczas wykładu (zadania dotyczące wykorzystania metod stosowanych przy rozwiązywaniu zadań z zakresu źródeł wytwórczych), sprawdzenie wykonanego projektu
6.	–	potrafi wykorzystywać zaawansowane narzędzia informatyczne w działalności inżynierskiej, w tym do modelowania, symulacji i analizy funkcjonowania urządzeń i procesów występujących w elektromobilności	M2_U03	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
7.		potrafi projektować wybrane elementy układów źródeł wytwórczych, w tym zasilających stacje ładowania pojazdów elektrycznych	M2_U06	sprawdzenie wykonanego projektu
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
8.	–	potrafi analizować informacje związane z elektromobilnością, w tym informacje publikowane w mediach elektronicznych	M2_K01	sprawdzenie wykonanego projektu, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Przemysł i trendy w elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

50

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	30

Cel przedmiotu:

Przedstawienie aktualnych trendów rozwoju elektromobilności oraz rozwoju związanych z nią gałęzi przemysłu.

Treści kształcenia:

10 h wykładu poprowadzonego przez pracownika Wydziału Elektrycznego:

1. State of the art maszyn napędowych oraz kierunki ich rozwoju.
2. State of the art energoelektronicznych przekształtników napędowych oraz kierunki ich rozwoju.
3. State of the art elektrochemicznych mobilnych magazynów energii oraz kierunki ich rozwoju.
4. State of the art infrastruktury szybkiego ładowania oraz kierunki jej rozwoju.
5. State of the art pojazdów elektrycznych z wodorowym ogniwem paliwowym oraz kierunki ich rozwoju.
6. State of the art pojazdów drogowych, statków powietrznych oraz jednostek pływających oraz kierunki ich rozwoju.
7. Kierunki rozwoju systemów transportowych.

Wszystko przedstawiane w oparciu o bieżące wydarzenia w świecie elektromobilności – często z tygodnia poprzedzającego spotkanie wykładowe. Pozostałe godziny zostaną zagospodarowane spotkaniami z przedstawicielami przemysłu.

Metody oceny:

Obecność oraz sprawdzenie wiedzy o bieżącym stanie elektromobilności w Polsce i na świecie.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	znajomość obecnych trendów rozwoju elektromobilności w zakresie, pojazdów, jednostek latających oraz pływających, infrastruktury ładowania oraz systemów transportowych	M2_W11	obecność i aktywność na spotkaniach, ew. test
UMIEJĘTNOŚCI				
2.	–	umiejętność krytycznej oceny obserwowanych kierunków rozwoju elektromobilności	M2_U13	obecność i aktywność na spotkaniach
3.	–	samoocena w kontekście wybranej ścieżki rozwoju zawodowego	M2_U11	obecność i aktywność na spotkaniach
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
4.	–	krytyczna ocena informacji	M2_K01	udział w dyskusji
5.	–	rozumienie potrzeby promowania elektromobilności	M2_K04	udział w dyskusji
6.	–	rozumienie wyzwań związanych z elektromobilnością	M2_K02	udział w dyskusji

Nazwa przedmiotu:

Informatyka w motoryzacji

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

3

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	60

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studenta z zastosowaniami informatyki w przemyśle motoryzacyjnym i jego produktach.

Treści kształcenia:

1. Systemy informatyczne wspomagające proces projektowania: nowoczesne metody projektowania: CAD, CAE, modelowanie wiel-fizyczne (mechanika, mechanika płynów, pole elektromagnetyczne, przepływ ciepła).
2. Systemy informatyczne wspomagające proces wytwarzania: informatyka w zarządzaniu, logistyce i planowaniu.
3. Systemy informatyczne wspomagające sprzedaż i serwis: e-commerce, zarządzanie flotą, informatyka logistyczna w serwisie samochodowym.
4. Oprogramowanie wbudowane pojazdu: sterowanie silnikiem, systemy wspomagające prowadzenie pojazdu, systemy zwiększające bezpieczeństwo w ujęciu informatycznym.
5. Systemy wspomaganie kierowcy: systemy parkowania, oprogramowanie sensoryki, systemy zabezpieczania przed kradzieżą i monitoringu.
6. Oprogramowanie pojazdów autonomicznych.
7. Integracja pojazdów z systemami mobilnymi.
8. Oprogramowanie w szkoleniu kierowców.

Metody oceny:

Ocena końcowa będzie składała się w:

* 60% z oceny 2 wystąpień seminaryjnych (przygotowanie materiałów i prezentacja) oraz oceny aktywności na zajęciach (udział w dyskusjach).

* 40% z oceny raportu z analizy wyników projektu symulacyjnego z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi symulacyjnych.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Znajomość zaawansowanych narzędzi symulacyjnych zjawisk fizycznych zachodzących w pojazdach elektrycznych, organizacyjnych związanych z zarządzaniem transportem oraz logistycznych.	M2_W03	Otwarte pytania sprawdzające oraz ocena jakości przygotowanych seminariów.
2.	–	Znajomość zagadnień oraz narzędzi związanych z przetwarzaniem danych związanych z serwisem oraz sprzedażą w motoryzacji. Metody predykcji oraz oceny występowania usterek.	M2_W02	Ocena merytorycznego wystąpienia w trakcie seminarium oraz raportu przygotowanego w ramach wykonania analizy predykcji danych.
3.	–	Znajomość zaawansowanych zasad opisu zjawisk fizycznych zachodzących w elementach pojazdów elektrycznych z wykorzystaniem modeli matematycznych i numerycznych	M2_W04	Otwarte pytania sprawdzające oraz ocena jakości przygotowanych seminariów.
UMIEJĘTNOŚCI				
4.	–	Umiejętność posługiwania się narzędziami symulacyjnymi w tym Ansys, Comsol, Matlab, Python w do opracowania modeli fizycznych oraz ekonomicznych związanych z motoryzacją.	M2_U03	Ocena wykonanego raportu związanego z projektem obejmującym symulacje wybranego zjawiska w pojazdach elektrycznych.
5.	–	Umiejętność stosowania metod numerycznych oraz algorytmów ewolucyjnych oraz deterministycznych do rozwiązywania zagadnień predykcji.	M2_U02	Ocena wykonanego raportu związanego z projektem obejmującym symulacje wybranego zjawiska w pojazdach elektrycznych.
6.	–	Umiejętność opisu zjawisk fizycznych (w tym elektromagnetycznych, termicznych, mechanicznych oraz ekonomicznych) za pomocą modeli matematycznych.	M2_U01	Ocena wykonanego raportu związanego z projektem obejmującym symulacje wybranego zjawiska w pojazdach elektrycznych.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
7.		Umiejętność oceny uzyskanych wyników oraz samodzielna ocena ich wiarygodności oraz wpływu na stan wiedzy związanej z elektromobilnością.	M2_K01	Ocena wniosków w raporcie oraz prezentacji w ramach wygłaszanego seminarium.

Nazwa przedmiotu:

Energoelektronika szerokoprzerwowa i kompatybilność elektromagnetyczna pojazdów

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

4.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	60

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy o nowoczesnych technologiach przyrządów półprzewodnikowych wykorzystujących węgiel krzemu (SiC) i azotek galu (GaN) a także ich wpływie na zaburzenia emitowane przez przekształtniki energoelektroniczne, w szczególności te stosowane w elektromobilności. Rozważane będą układy pokładowych przekształtników prądu stałego z tranzystorami GaN oraz prostownik o poprawionym współczynniku mocy – stopień wejściowy ładowarki pokładowej z elementami SiC. Prezentacja rozwiązań legislacyjnych i normatywnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów i podzespołów montowanych w pojazdach. Omówienie zaburzeń elektromagnetycznych występujących w pojazdach (źródeł, sposobów ich rozchodzenia się i wpływu na potencjalne ofiary). Omówienie procedur badania emisyjności urządzeń i odporności ze zwróceniem uwagi na aparaturę badawczą i pomiarową, budowę stanowisk badawczych.

Treści kształcenia:

Wykład (30h)

Część I (20h)

1. Rozwiązania legislacyjne i normatywne w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów i zespołów używanych w pojazdach.
2. Zasady funkcjonowania akredytowanych laboratoriów badawczych KEM.
3. Miernik zaburzeń radioelektrycznych.
4. Wektorowy analizator obwodów.
5. Pomiar emisji przewodzonej i promieniowanej.
6. Badanie odporności na zaburzenia ciągłe i impulsowe.

Część II (10h)

1. Półprzewodnikowe przyrządy mocy i ich zachowanie się w obwodach mocy - powtórzenie najważniejszych informacji.

2. Procesy łączeniowe – przebiegi czasowe i straty mocy. Wpływ szybkości przełączania na zaburzenia elektromagnetyczne generowane przez urządzenia energoelektroniczne.
3. Elementy mocy w technologii węgla krzemu – przegląd struktur, parametrów i kluczowych właściwości. Przykłady elementów dostępnych na rynku, wybrane przykłady układów energoelektronicznych z takimi elementami przeznaczonymi do wykorzystania w elektromobilności.
4. Tranzystory z azotku galu – struktury, parametry i najważniejsze właściwości. Wybrane przykłady z oferty producentów. Przekształtniki z elementami GaN dla elektromobilności.
5. Metody wpływu na szybkość przełączania elementów oraz zaburzenia generowane przez przekształtniki energoelektroniczne.

Laboratorium (30h)

Cz. I Badania symulacyjne (10h)

1. Przekształtnik prądu stałego DC-DC) na bazie GaN – analiza symulacyjna. Dobór parametrów obwodu i synteza prostego układu sterowania. Badania pod kątem strat mocy z modelami rzeczywistych tranzystorów GaN przy różnych warunkach w obwodzie mocy i sterującym.
2. Prostownik o poprawionym współczynniku mocy (PFC) na bazie elementów SiC -badani symulacyjne. Wybór trybu pracy i parametrów obwodu. Badania pod kątem strat mocy z modelami rzeczywistych tranzystorów GaN przy różnych warunkach w obwodzie mocy i sterującym.

Cz. II Laboratorium (20h)

1. Projektowanie, dobór i weryfikacja efektywności filtrów przeciwzakłóceń.
2. Pomiar emisji promieniowanej wybranych urządzeń elektronicznych montowanych w pojazdach.
3. Wykorzystanie wektorowego analizatora obwodów w przygotowaniu i weryfikacji stanowisk badawczych w laboratorium KEM.
4. Zjawisko wyładowania elektrostatycznego i badanie odporności na nie wybranych urządzeń elektronicznych montowanych w pojazdach.
5. Badanie odporności wybranych urządzeń elektronicznych montowanych w pojazdach na pole częstotliwości radiowej, sprzęgane z przewodami.

Metody oceny:

W zakresie wykładu sprawdzian pisemny. Na zajęciach laboratoryjnych sprawdziany pisemne, ocena pracy poszczególnych zespołów oraz wypełnionych przez nie formularzy z wynikami badań.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Ma wiedzę z kompatybilności elektromagnetycznej – zna rodzaje zaburzeń występujące w pojazdach, sposoby ich pomiaru i filtracji	M2_W09	Sprawdzian pisemny.
2.	–	Ma wiedzę z zakresu półprzewodnikowych mocy na bazie SiC i GaN oraz ich wpływu na generowane przez przekształtniki energoelektroniczne zaburzenia	M2_W07	Sprawdzian pisemny.
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi planować i prowadzić podstawowe badania kompatybilności elektromagnetycznej w pojazdach.	M2_U04	Sprawozdanie z wykonanych badań.
4.	–	Potrafi wykonywać badania symulacyjne i pomiary kompatybilności pracując w zespole.	M2_U12	Ocena pracy na zajęciach oraz sprawozdania z wykonanych badań.
5.	–	Potrafi prowadzić badania symulacyjne układów energoelektronicznych z modelami rzeczywistych elementów półprzewodnikowych SiC i GaN.	M2_U07	Sprawozdanie z wykonanych badań symulacyjnych.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
6.	–	Rozumie potrzebę uczenia się i uzupełniania wiedzy w zakresie elementów energoelektronicznych oraz kompatybilności elektromagnetycznej przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	M2_K01	Sprawdzian pisemny

Nazwa przedmiotu:

Projekt badawczy

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

6

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

150

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

6

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	90

Cel przedmiotu:

Rozwijanie umiejętności realizacji projektów badawczych z obszaru elektromobilności. Przygotowanie do pracy w działach badawczo-rozwojowych.

Treści kształcenia:

Zajęcia realizowane w formule PBL. Zespoły złożone ze studentów oraz opiekunów będą prowadziły badania naukowe. Zespół będzie miał dużą autonomię w wyborze problemu, którym chce się zająć. Przykładowe formy to:

- 1) zaangażowanie do aktualnie prowadzonego na uczelni projektu badawczego,
- 2) nawiązanie współpracy z firmą i podjęcie próby rozwiązania problemu zgłaszanego przez firmę,
- 3) rozwiązania praktycznego problemu badawczego zaproponowanego przez opiekuna lub studentów w porozumieniu z opiekunem.

Wspólną cechą wszystkich projektów będzie praca zespołowa, posługiwanie się narzędziami do zarządzania projektami, podjęcie próby rozwiązania praktycznego problemu z obszaru elektromobilności, komunikacja z otoczeniem wewnętrznym uczelni oraz komunikacja i/lub z zewnętrznym otoczeniem gospodarczym. Zespoły przygotowują raport z projektu badawczego. Projekt ten może stać się załącznikiem pracy dyplomowej. Oczekuje się też, że zespoły przygotowują publikację naukową.

Metody oceny:

Na podstawie przebiegu procesu badawczego, jak i na podstawie osiągniętych efektów projektu oraz umiejętności ich zaprezentowania.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	udział w projekcie badawczym	M2_W13	na podstawie wyników projektu
UMIEJĘTNOŚCI				
2.	–	umiejętność zespołowej realizacji projektu badawczego	M2_U12	na podstawie wyników projektu
3.	–	umiejętność planowania i przeprowadzania badań naukowych	M2_U04	na podstawie wyników projektu
4.	–	umiejętność przygotowania opracowania naukowego	M2_U15	jednym z efektów projektu badawczego może być opracowanie (raport, artykuł) o charakterze naukowym
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	poszanowanie zasad pracy w grupie projektowej oraz poszanowanie dobra społeczeństwa	M2_K03	samoocena wewnątrz zespołu projektowego

Nazwa przedmiotu:

Zaawansowane i bezczujnikowe metody sterowania napędów

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Przedstawienie wybranych metod sterowania momentem elektromagnetycznym maszyn elektrycznych wykorzystywanych w układach napędowych pojazdów elektrycznych, w tym układach bezczujnikowych.

Treści kształcenia:

1. Co to jest moment elektromagnetyczny – przypomnienie.
2. Od czego zależy moment wytwarzany w maszynie bezszczotkowej prądu stałego, indukcyjnej, synchronicznej o magnesach trwałych oraz reluktancyjnej – przypomnienie.
3. Sterowanie połowo-zorientowane (FOC) jako metoda precyzyjnej kontroli momentu elektromagnetycznego.
4. Struktury FOC.
5. Dlaczego odtwarzać zmienne stanu zamiast je mierzyć.
6. Obserwator Luenbergera do odtwarzania zmiennych stanu napędu.
7. Filtr Kalmana do odtwarzania zmiennych stanu napędu.
8. Uczenie maszynowe – sztuczne sieci neuronowe jako estymatory zmiennych stanu napędu.
9. Koncepcja wirtualnego czujnika oraz redundancja zwiększająca niezawodność.
10. Przykłady rozwiązań oraz główne obszary zastosowań.

Metody oceny:

Wiedza ogólna z omawianego obszaru oceniana na podstawie testu. Wiedza szczegółowa dot. konkretnego rozwiązania na podstawie wyników projektu związanego z budową modelu komputerowego wybranego rozwiązania.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	znajomość metod sterowania napędem elektrycznym	M2_W10	na podstawie opracowanego modelu komputerowego
2.	–	znajomość metod modelowania i analizy napędów przekształtnikowych	M2_W02	na podstawie opracowanego modelu komputerowego
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	umiejętność opracowywania algorytmów sterowania momentem elektromagnetycznym maszyny elektrycznej	M2_U07	na podstawie opracowanego modelu komputerowego
4.	–	umiejętność opracowywania algorytmów sterowania momentem elektromagnetycznym i prędkością maszyny elektrycznej wykorzystujących elementy sztucznej inteligencji	M2_U08	na podstawie opracowanego modelu komputerowego

Nazwa przedmiotu:

Systemy zarządzania magazynami energii

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

95

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy o:

- modelowaniu magazynów energii, z naciskiem na model dynamiczny oraz estymację stanu naładowania,
- procesach degradacji magazynów energii oraz wpływie parametrów obciążenia i otoczenia na te procesy,
- metod zarządzania magazynem energii złożonym z wielu ogniw,
- mechanizmach zabezpieczeń stosowanych w magazynach energii w elektromobilności.

Treści kształcenia:

Opis matematyczny modelu akumulatora litowo-jonowego, w tym LCO, NMC, NCA, LFP i LTO
Projektowanie wspomagane komputerowo w środowisku MATLAB/SIMULINK. Modelowanie akumulatorów w środowisku symulacyjnym.

Algorytmy estymacji stanu naładowania akumulatora na podstawie pomiaru napięcia i prądu.

Metody balansowania napięcia ogniw elektrochemicznych połączonych szeregowo. Modelowanie balansera w środowisku Simulink.

Projektowanie systemu zarządzania akumulatorem BMS (ang. Battery Management System)

Opis matematyczny i empiryczny procesu degradacji ogniw elektrochemicznych i utraty pojemności przez magazyn energii.

Hybrydowe magazyny energii stosowane w elektromobilności.

Metody oceny:

-

Egzamin:
Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	zna i potrafi opisać zjawiska wpływające na pracę magazynu energii elektrycznej	M2_W04	dyskusja w trakcie zajęć, sprawdzian
2.	–	ma wiedzę na temat narzędzi modelowania magazynów energii i algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania ich parametrów	M2_W03	kontrola w trakcie wykonywania ćwiczeń komputerowych
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment mający potwierdzić lub obalić postawioną tezę	M2_U04	kontrola w trakcie wykonywania badań i eksperymentów w laboratorium, dyskusja wyników
4.	–	Potrafi zastosować algorytmy estymacji parametrów akumulatora w mikroprocesorowych układach typu BMS	M2_U02	kontrola w trakcie wykonywania badań i eksperymentów w laboratorium, dyskusja wyników
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	Potrafi krytycznie ocenić stan wiedzy oraz przekaz informacyjny	M2_K01	dyskusja w trakcie zajęć

Nazwa przedmiotu:

Sterowanie i nawigacja statków powietrznych

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

1.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z technologiami oraz metodami nawigacji i sterowania statkami powietrznymi.

Treści kształcenia:

Wykład dotyczy zagadnień związanych z nawigacją i sterowaniem statków powietrznych zarówno stałopłatów jak i wiroplątów. Przedstawione zostaną zagadnienia związane z mechaniką i dynamiką lotu statków powietrznych, w tym: podstawy lotu, podstawy aerodynamiki oraz stateczność i sterowność statków powietrznych. Omówiona zostanie równowaga w różnych stanach lotu oraz metody sterowania wiroplątów i stałopłatów. Omówione zostaną rodzaje, cechy i wymagania dla typowych systemów napędowych oraz urządzeń wykonawczych sterowania. Omówione zostaną systemy stosowane w nawigacji lotniczej takie jak bezwładnościowe systemy nawigacji i orientacji przestrzennej, centrala danych areometrycznych, systemy pomiaru kursu oraz systemy nawigacji radiowej, w tym system nawigacji satelitarnej. Przedstawione zostaną elementy składowe, metody i algorytmy wyznaczania parametrów nawigacyjnych oraz cechy tych systemów.

Omówione zostaną systemy automatycznego sterowania lotem takie jak systemy stabilizacji i poprawy stateczności, autopiloty i systemy zarządzania lotem. Przedstawione zostaną elementy składowe oraz struktury i algorytmy tych systemów.

Laboratorium dotyczyć będzie badania podstawowych charakterystyk systemów nawigacji i sterowania statków powietrznych. W trakcie ćwiczeń laboratoryjnych studenci zapoznają się z budową zasadą działania oraz podstawowymi charakterystykami: systemów nawigacji bezwładnościowej, systemów nawigacji satelitarnej, czujników pomiaru kursu magnetycznego, siłowników elektrycznych i pneumatycznych oraz napędu śmigłowego.

Metody oceny:

Wykład zaliczany jest na podstawie ocen z dwóch kolokwiów. Zaliczenie laboratorium odbywa się na podstawie ocen ze sprawozdań z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych. Ocena końcowa jest średnią ważoną oceny z wykładu i laboratorium.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	Student posiada wiedzę zaawansowaną na temat sterowania lotem oraz systemów nawigacji statków powietrznych	M2_W10	kolokwia sprawdzające
UMIEJĘTNOŚCI				
2.	–	potrafi wykorzystywać komponenty systemów do nawigacji i sterowania lotem statku powietrznego	M2_U08	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Zaawansowane metody projektowania maszyn elektrycznych

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

90

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Przekazanie wiedzy na temat projektowania maszyn elektrycznych przy użyciu metody hybrydowej, projekt i jego optymalizacja i weryfikacja modelem polowym. Przedstawienie narzędzi do rozwiązania takich problemów optymalizacji. Projekt wybranej konstrukcji silnika elektrycznego.

Treści kształcenia:

Ogólne sformułowanie zadania optymalizacji stosowanego przy projektowaniu maszyn elektrycznych. Definicja zbioru zmiennych projektowych, funkcji kryterialnej i zbioru ograniczeń liniowych, nieliniowych, równościowych, nierównościowych i ograniczeń wyznaczających przedziały zmienności zmiennych. Prezentacja procedury z Optimization Toolbox for Matlab do rozwiązywania zadań projektowych: sposoby wywoływania, lista parametrów wejściowych, lista parametrów wyjściowych, opcje. Przykład szczegółowego zadania projektowego. Interpolacja i ekstrapolacja charakterystyk materiałowych. Przybliżone i dokładne rozwiązanie obwodu magnetycznego z magnesem trwałym. Obliczanie strat w rdzeniu i strat w uzwojeniach dla modelu obwodowego i polowego. Sformułowanie zadania projektowego w zakresie obliczeń elektromagnetycznych maszyny z magnesami trwałymi, definicje: zbioru zmiennych projektowych, funkcji kryterialnej wyrażającej koszt, masę lub objętość materiałów czynnych, zbioru podstawowych ograniczeń nierównościowych lub równościowych, ograniczeń technologicznych i zbioru ograniczeń dotyczących zmiennych. Definicja konstrukcji startowych. Sposób wyznaczenia minimum globalnego. Strategia ostatecznego rozwiązania zadania projektowego polegająca na rozwiązaniu serii zadań optymalizacji z odpowiednio kształtowanym zbiorem ograniczeń (wyłączanie, dołączanie, zmiana rodzaju nierównościowy, równościowy, ustalanie wartości zmiennych projektowych). Weryfikacja modelu obwodowego modelem polowym 2D. Wyznaczenie współczynników korekcyjnych. Iteracyjne rozwiązanie zadania projektowego jako zadania optymalizacyjnego z modelem obwodowym i jego weryfikacja modelem polowym.

Metody oceny:

Część wykładowa, ocena ze sprawdzianu wiedzy przekazanej na wykładzie i umiejętności jej stosowania do samodzielnego rozwiązania szczegółowych zagadnień projektowych. Część warsztatowa, średnia z ocen uzyskanych z rozwiązania zadań cząstkowych składających się na kompletne obliczenia projektowe.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	Znajomość metod obwodowych i polowych do opisu i rozwiązywania nieliniowych układów magnetycznych	M2_W02	Sprawdzian zaliczeniowy
2.	–	Znajomość formułowania zadań projektowych w postaci problemów optymalizacji	M2_W03	Sprawdzian zaliczeniowy
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Umiejętność obliczania parametrów eksploatacyjnych na podstawie parametrów konstrukcyjnych przetworników	M2_U07	Ocena rozwiązania cząstkowego zadania projektowego
4.	–	Umiejętność rozwiązywania nieliniowych układów magnetycznych metodami obwodowymi i polowymi	M2_U02	Ocena rozwiązania cząstkowego zadania projektowego
5.	–	Umiejętność rozwiązywania problemów optymalizacji dotyczących zadań projektowych	M2_U03	Ocena rozwiązania cząstkowego zadania projektowego
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
6.	–	Umiejętność uwzględnienia aspektów energetycznych przy projektowaniu maszyn elektrycznych stosowanych w układach napędowych pojazdów elektrycznych	M2_K05	Ocena rozwiązania cząstkowego problemu projektowego
7.	–	Umiejętność uwzględniania aspektów ekonomicznych przy projektowaniu maszyn elektrycznych stosowanych w układach napędowych pojazdów elektrycznych	M2_K02	Ocena rozwiązania cząstkowego problemu projektowego

Nazwa przedmiotu:

Elektryczne pojazdy jednośladowe

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Poznanie rozwiązań napędów dla pojazdów jednośladowych. Wstęp do pojazdów samobalansujących się.

Treści kształcenia:

1. Dlaczego jadąc na rowerze się nie przewracamy i dlaczego efekt żyroskopowy nie jest tutaj kluczowy.
2. Specyfika napędu pojazdów jednośladowych – czy w ogóle taka ma miejsce.
3. Od deskorolek, przez rowery wspomagane elektrycznie po motocykle szosowe oraz enduro.
4. Pojazdy samobalansujące się – dlaczego nie obserwowaliśmy ich rozwoju w dobie napędów z silnikiem spalinowym.
5. Wspomaganie procesu balansowania wykonywanego przez kierowcę.
6. Pełne samobalansowanie się pojazdu.
7. Przykładowy układ regulacji do pionizacji wahadła odwróconego dla pojazdu jednoosiowego dwuśladowego oraz jego rozszerzenie na potrzeby pojazdu jednośladowego typu ballbot.

Metody oceny:

1. Test wiedzy o pojazdach jednośladowych, stosowanych w nich układach napędowych oraz podstawach samobalansowania się wybranych konstrukcji.
2. Prezentacja opracowanego modelu komputerowego układu balansowania wybranego typu pojazdu.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	rozumienie sterowania pojazdów samobalansujących się	M2_W10	test wiedzy
2.	–	rozumienie rozwiązań stosowanych w pojazdach jednośladowych	M2_W07	test wiedzy
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	umiejętność syntezy układu regulacji dla pojazdu samobalansującego się	M2_U08	na podstawie opracowanego modelu komputerowego

Nazwa przedmiotu:

Interfejsy energoelektroniczne dla OZE i magazynów energii

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

- Rozszerzenie wiedzy z zakresu teorii i zastosowań przekształtników energoelektronicznych obejmujące topologie układów stosowanych w systemach elektroenergetycznych zawierających odnawialne źródła energii (OZE) i magazyny energii (ME);
- Poznanie metod sterowania dla energoelektronicznych interfejsów dla OZE i ME.

Zajęcia pozwalają na uzyskanie kompetencji magisterskich.

Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej w treściami przedmiotu. Jest przygotowany do prowadzenia działalności badawczej, zna i umie się posłużyć metodami, narzędziami i technikami badawczymi.

Treści kształcenia:

1. Wstęp:

- ogólny opis topologii przekształtników DC/DC, DC/AC, AC/DC w zastosowaniu dla OZE i ME,
- schematy ogólne wielostopniowego przetwarzania energii dla OZE i ME,
- typowa struktura przekształtnika w systemie elektroenergetycznym z OZE i ME,
- turbiny wiatrowe,
- ogniwa fotowoltaiczne,
- turbiny wodne,
- typy ME;

2. Sterowanie przekształtnikami energoelektronicznymi dla OZE i ME:

- model matematyczny,
- metody sterowania,

- estymatory,
 - śledzenie maksymalnej mocy szczytowej MPPT (Maximum Peak Power Tracking) w układach fotowoltaicznych i wiatrowych;
3. Przykłady zastosowań praktycznych, aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie.
- farmy wiatrowe i fotowoltaiczne,
 - turbina wiatrowa dużej i małej mocy,
 - układy fotowoltaiczne dużej i małej mocy,
 - prostownik i równoległy filtr aktywny,
 - przekształtniki niskiego i średniego napięcia na potrzeby energetyki OZE i ME.

Metody oceny:

Zaliczenie składa się z dwóch części:

- części pisemnej z wykładu,
- projektu;

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	-	1) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat przekształtników MSI stosowanych do odnawialnych źródeł energii. 2) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat przekształtników MSI stosowanych w systemach elektroenergetycznych	M2_W07	Sprawdzian pisemny
2.	-	1) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat przewarzania energii z odnawialnych źródeł. 2) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat przetwarzania energii w systemach elektroenergetycznych	M2_W06	Sprawdzian pisemny
3.	-	1) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat sterowania przekształtnikami MSI stosowanymi w odnawialnych źródłach energii. 2) Student ma uporządkowaną wiedzę na temat sterowania przekształtnikami MSI stosowanymi w systemach elektroenergetycznych	M2_W10	Sprawdzian pisemny

UMIEJĘTNOŚCI				
4.	–	Potrafi wykorzystywać symulatory obwodowe do analizy OZE i sieci elektroenergetycznych dla elektromobilności	M2_U05	Bieżąca kontrola w trakcie zajęć laboratoryjnych
5.	–	Potrafi wykorzystywać symulatory do analizy przekształtników i metod sterowania	M2_U02	Bieżąca kontrola w trakcie zajęć laboratoryjnych
6.	–	Potrafi wykorzystywać symulatory obwodowe do analizy i projektowania przekształtników energoelektronicznych dla magazynów energii	M2_U07	Bieżąca kontrola w trakcie zajęć laboratoryjnych
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
7.	–	Potrafi samodzielnie zweryfikować i ocenić informacje dotyczące układów energoelektronicznych dla OZE i magazynów energii.	M2_K01	Bieżąca kontrola w czasie zajęć laboratoryjnych
8.	–	Jest w stanie sformułować pytania z zakresu układów energoelektronicznych i ich sterowania dla OZE i magazynów energii.	M2_K02	Bieżąca kontrola w czasie zajęć laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Zasilanie pojazdów elektrycznych w ruchu

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

3

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Student uzyskuje wiedzę i umiejętności tworzenia nowych systemów i wykorzystania istniejących sieci prądu stałego stosowanych w transporcie publicznym do zasilania napędów pojazdów i ładowania zasobników w trakcie ruchu i na postoju.

Treści kształcenia:

Pojazdy elektryczne, ze względu na ograniczoną pojemność zasobników pokładowych mają ograniczony zasięg i wymagają częstego doładowywania. Przedmiot obejmuje zagadnienia pojazdów sieciowo-zasobnikowych (np. ciężarówki, autobusy, samochody osobowe), z możliwością zasilania napędów i dodatkowego ładowania akumulatorów w trakcie jazdy (Mobile charging trasami z dedykowanymi sieciami zasilającymi). Przedmiot obejmuje zagadnienia elektrycznych sieci zasilających nad wydzielonymi pasach ruchu i na przystankach/postojach. Inne rozwiązania to sieci zasilające stykowe i bezstykowe w jezdni i pod powierzchnią jezdni. Rozwiązania te obejmują również zagadnienia punktów przyłączenia zasilania do sieci, poziomy napięć, zagadnienia energetyczne w tym systemie. Przedmiot obejmuje również warunki dostępu do energii z powszechnego systemu elektroenergetycznego na wymaganych poziomach mocy. Analiza i ocena wpływu tworzenia dynamicznych konwojów drogowych na wymagania dla infrastruktury zasilania. Jednocześnie układ zasilania takiej e-autostrady będzie powiązany ze stacjonarnymi punktami ładowania pojazdów. Rozwiązania te będą rozwijane dynamicznie ze względu na ich efektywność i planowane jest tworzenie tysięcy kilometrów e-autostrad. Przedmiot umożliwi studentom uzyskanie wiedzy i umiejętności na włączenie się zawodowe w tworzenie nowych systemów i wykorzystanie istniejących rozbudowanych sieci prądu stałego stosowanych w transporcie publicznym do ładowania zasobników pojazdowych nie tylko statycznie (na postoju), ale także w trakcie ruchu pojazdów.

Metody oceny:

Wykonanie i obrona projektu układu zasilania dla systemu o wybranych poziomach mocy pojazdów, natężenia ruchu, długości trasy, dostępności i możliwości ładowania w ruchu (stopnia pokrycia trasy siecią do ładowania mobilnego). Ocena zależy od poziomu rozwinięcia projektu.

Wykonanie poziomu podstawowego 3.

Dla 4 wyższych poziomów oceny podniesione kolejno o 0,5.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	zasady działania elementów i urządzeń w obszarach zasilania pojazdów stanowiących podstawę dla zagadnień występujących w elektromobilności, z uwzględnieniem trendów rozwojowych w dyscyplinie naukowej elektrotechnika	M2_W04	sprawdzenie wiedzy przy obronie projektu
2.	–	zagadnienia bezpieczeństwa w obszarze zewnętrznych sieci prądu stałego	M2_W8	weryfikacja projektu
3.	–	zasady działania przetwarzania i przesyłania energii prądu stałego do pojazdów w ruchu	M2_W06	sprawdzenie wiedzy przy obronie projektu
UMIĘJĘTNOŚCI				
4.	–	komunikować się i dyskutować na tematy specjalistyczne związane z elektromobilnością, wyrażać swoje poglądy i umieć je uzasadnić	M2_U13	obrona projektu
5.	–	pracować w zespole projektowym zgodnie z opracowanym harmonogramem	M2_U12	weryfikacja podziału ról i zakresów prac członków zespołu
6.	–	projektować układy zasilania i sieci prądu stałego dla pojazdów w ruchu	M2_U06	obrona projektu
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
7.	–	przeprowadzenia weryfikacji i krytycznej oceny własnej wiedzy i umiejętności, analizowania informacji związanych z elektromobilnością, w tym informacji prasowych i publikowanych w mediach elektronicznych	M2_K01	weryfikacja umiejętności analizy we wstępnej fazie opracowania projektu

Nazwa przedmiotu:

Elektroenergetyczne sieci dystrybucyjne w dobie rozwoju elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

114

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1,8

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

3.7

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Przekazanie wiedzy na temat wybranych zagadnień dotyczących sieci dystrybucyjnych w dobie rozwoju elektromobilności. Wykształcenie podstawowych umiejętności w zakresie: wybranych typowych obliczeń wykonywanych dla sieci dystrybucyjnych; projektowania elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych nN ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych; prowadzenia badań dotyczących sieci dystrybucyjnych SN i nN, do których są przyłączane rozproszone źródła energii, magazyny energii oraz stacje ładowania pojazdów elektrycznych.

Treści kształcenia:

Wykład

Pojęcia podstawowe z zakresu sieci elektroenergetycznych. Sieci dystrybucyjne SN i nN. Wyznaczanie rozplywów mocy w sieciach dystrybucyjnych metodą współczynnika jednoczesności oraz metodami probabilistycznymi. Rozproszone źródła energii oraz magazyny energii przyłączane do sieci dystrybucyjnych SN i nN. Przyłączanie samochodów elektrycznych do sieci dystrybucyjnych. Automatyzacja i zarządzanie pracą sieci dystrybucyjnych. Optymalizacja pracy sieci dystrybucyjnych SN i nN, do których są przyłączane rozproszone źródła energii, magazyny energii oraz stacje ładowania pojazdów elektrycznych.

Zajęcia projektowe

Wykonanie projektu fragmentu miejskiej sieci dystrybucyjnej nN: ustalenie obciążeń szczytowych odbiorów mocy (budynków mieszkalnych, budynków użyteczności publicznej, stacji ładowania pojazdów elektrycznych); określenie struktury i konfiguracji sieci dystrybucyjnych nN; ustalenie obciążeń transformatorów SN/nN oraz linii nN w stanach pracy normalnej i zakłóceniewej; dobór transformatorów SN/nN; dobór zabezpieczeń oraz przekrojów linii nN; wyznaczenie spadków napięć w liniach nN w stanach pracy normalnej i zakłóceniewej; sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w sieci nN; dobór rozwiązania technicznego stacji transformatorowej SN/nN; dobór uziemienia stacji transformatorowej SN/nN; wykonanie schematów sieci nN oraz stacji SN/nN.

Zajęcia laboratoryjne

Badanie wpływu procesu ładowania pojazdów elektrycznych na sieć elektroenergetyczną. Badanie wpływu procesu ładowania pojazdów elektrycznych na sieć elektroenergetyczną z występującymi zakłóceniami.

Modelowanie pracy pojazdów elektrycznych w sieci elektroenergetycznej podczas analiz rozptylowych.

Integracja pojazdów elektrycznych z rozproszonymi źródłami energii w mikrosieciach.

Badania w zakresie technologii Vehicle-to-Grid (V2G).

Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej z treściami przedmiotu. Jest przygotowany do prowadzenia działalności badawczej, zna i umie się posłużyć metodami, narzędziami i technikami badawczymi.

Metody oceny:

Ocena łączna przedmiotu jest ustalana na podstawie sumarycznej liczby punktów za sprawdzian pisemny podczas wykładu, za zajęcia projektowe oraz za zajęcia laboratoryjne, pod warunkiem osiągnięcia wszystkich efektów kształcenia. Zasady przeliczania sumarycznej liczby punktów uzyskanych ze sprawdzianu, za zajęcia projektowe oraz za zajęcia laboratoryjne na oceny zostaną podane w Regulaminie przedmiotu.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	zna w zaawansowanym stopniu zasady wykorzystywania metod i narzędzi informatycznych niezbędnych w działalności inżynierskiej, naukowej i badawczej, do symulacji i analizy procesów występujących w elektromobilności	M2_W03	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
2.	–	zna zaawansowane zagadnienia z zakresu wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej dla systemów zasilania infrastruktury dla elektromobilności	M2_W05	sprawdzian pisemny podczas wykładu (pytania sprawdzające wiedzę w zakresie wybranych zagadnień dotyczących sieci dystrybucyjnych, rozproszonych źródeł energii, magazynów energii oraz infrastruktury dla pojazdów elektrycznych, objętych programem przedmiotu), sprawdzenie poprawności wykonanego projektu, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych, sprawdzian pisemny przeprowadzony podczas zajęć laboratoryjnych

UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	potrafi pracować w zespole projektowym oraz laboratoryjnym, wykonywać zadania zgodnie z określonym harmonogramem, organizować i zarządzać pracą zespołu	M2_U12	obserwacja studenta jako członka zespołu projektowego oraz członka zespołu laboratoryjnego
4.	–	potrafi stosować i wykorzystywać zaawansowane metody modelowania matematycznego do rozwiązywania problemów występujących w sieciach dystrybucyjnych zasilających pojazdy elektryczne	M2_U02	sprawdzian pisemny podczas wykładu (zadania dotyczące wykorzystania metod stosowanych przy rozwiązywaniu zadań z zakresu sieci dystrybucyjnych, np. metod wyznaczania rozpyływu mocy w sieciach dystrybucyjnych), sprawdzenie wykonanego projektu
5.	–	potrafi wykorzystywać zaawansowane narzędzia informatyczne w działalności inżynierskiej, w tym do modelowania, symulacji i analizy funkcjonowania urządzeń i procesów występujących w elektromobilności	M2_U03	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
6.	–	potrafi planować i przeprowadzać eksperymentalne badania prostych i złożonych: układów, systemów i rozwiązań technicznych dla elektromobilności	M2_U04	obserwacja studenta podczas zajęć laboratoryjnych, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych
7.	–	potrafi projektować sieć dystrybucyjną nN, w tym sieć zasilającą stacje ładowania pojazdów elektrycznych	M2_U06	sprawdzenie wykonanego projektu
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
8.	–	potrafi analizować informacje związane z elektromobilnością, w tym informacje publikowane w mediach elektronicznych	M2_K01	sprawdzenie wykonanego projektu, sprawdzenie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Technologie wodorowe w elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów z charakterystyką ogniw paliwowych jako źródła energii dla elektromobilności oraz metodami implementacji modeli ogniw w symulacjach układów energoelektronicznych.

Treści kształcenia:

Wykład Na wykładzie w wymiarze 15 godzin omówione zostaną zagadnienia dotyczące budowy i działania wybranych typów ogniw paliwowych, które mogą być zastosowane w elektromobilności. Ogniwo paliwowe zostanie potraktowane jako zbiór elementów powiązanych wzajemnymi zależnościami (takich jak stos, zbiornik paliwa, doprowadzenia paliwa, regulatory przepływu, regulatory temperatury). Przedstawione zostaną modele fizyczne obrazujące zmiany charakterystyki pracy ogniwa w funkcji czynników wewnętrznych oraz zewnętrznych. Wykład ma stanowić podstawę do opracowania modeli matematycznych, które mogą być użyte w symulacjach działania i projektowaniu układów energoelektronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb elektromobilności.

Lista zagadnień:

1. Wymogi energetyczne i funkcjonalne źródeł zasilania dla elektromobilności. Ogniwo paliwowe jako główne i pomocnicze źródło energii w pojazdach. Ogniwa paliwowe jako źródło energii dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych.
2. Wybrane typy ogniw paliwowych stosowane w elektromobilności • omówienie budowy i zasady działania poszczególnych elementów. Stosy, zbiorniki, doprowadzenia gazowe i elektryczne, pomiar i regulacja temperatury, regulacja przepływu gazu. Układy laboratoryjne i komercyjnie stosowane.
3. Statyczna charakterystyka pracy ogniwa w funkcji czynników zewnętrznych: obciążenie i temperatura zewnętrzna. Parametryzacja i ilościowy opis procesów fizyko-chemicznych zachodzących w ogniwie, przejście od procesów mikroskopowych do modeli ogniwa jako

- całości. Dobór parametrów budowy ogniwa i parametrów regulacji pracy ogniwa do zastosowania. Ograniczenia technologiczne, funkcjonalne i ekonomiczne.
4. Dynamiczna reakcja ogniwa na zmianę warunków pracy. Rozruch ogniwa paliwowego. Ogniwa paliwowe w układach hybrydowych: ogniwa Li-ion i superkondensatory jako bufor obciążeń dynamicznych.
 5. Modelowanie ogniw paliwowych: aktualny stan wiedzy, narzędzia, perspektywy rozwoju.

Laboratorium

Laboratorium w wymiarze 30 godzin funkcjonalnie będzie podzielone na dwie części.

W pierwszej części zaimplementowane zostaną modele działania ogniwa paliwowego w funkcji parametrów elementów układu, takich jak wielkość i topologia stosu, charakterystyka elektryczna i termiczna elementów stosu, przepływ paliwa i utleniacza, elementy grzejne i chłodzące. Drugim zagadnieniem będzie odpowiedź modelu na zmiany zewnętrznych warunków pracy, takich jak obciążenie i temperatura. Po uzyskaniu modeli statycznych na laboratorium testowane będą uproszczone modele dynamiczne. W kolejnych latach realizacji przedmiotu, w miarę rozwoju metodyki, możliwa będzie implementacja bardziej złożonych modeli dynamicznych, obrazujących zagadnienia takie jak rozruch ogniwa lub reakcja stosu na impuls obciążenia, oraz dynamiczną współpracę ogniwa paliwowego z buforami elektrochemicznymi, takimi jak ogniwa Li-ion i superkondensatory. Na podstawie opracowanych w pierwszej części laboratorium modeli sformułowane zostaną wytyczne do działania autonomicznego układu zarządzania (BMS) niskiego poziomu.

Druga część laboratorium będzie obejmowała zagadnienia dotyczące projektowania i modelowania przekształtnika o charakterystyce dobranej z jednej strony do charakterystyki ogniwa paliwowego, a z drugiej strony do spodziewanych obciążeń występujących w pojazdach elektrycznych. Celem będzie opracowanie modeli uwzględniających odpowiednie sterowanie parametrami pracy przekształtnika na podstawie sygnałów uzyskiwanych zarówno od układu pomiarowego ogniwa paliwowego, jak i od elementów sterujących pojazdu. Na podstawie opracowanych w drugiej części laboratorium modeli sformułowane zostaną wytyczne do działania układu zarządzania (BMS) wysokiego poziomu, działającego nadrzędnie w stosunku do układu rozważanego w pierwszej części.

Metody oceny:

Wykład zaliczany jest na podstawie ocen z dwóch kolokwii. Zaliczenie laboratorium odbywa się na podstawie ocen ze sprawozdań z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych. Wymagane jest zaliczenie każdej z części przedmiotu. Zaliczenie całości przedmiotu następuje na podstawie sumy punktów, przy czym stosunek punktów uzyskanych z wykładu do punktów z laboratorium wynosi 1:2.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	student zna narzędzia informatyczne do modelowania procesów związanych ogniwami paliwowymi i przetwarzaniem energii z ogniw paliwowych stosowanych zasilaniu pojazdów o napędzie elektrycznym	M2_W03	kolokwium sprawdzające
2.	–	student zna złożone i zaawansowane problemy sterowania pracą wybranych typów ogniw paliwowych oraz współpracujących z nimi układów przetwarzania energii.	M2_W10	kolokwium sprawdzające
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	student potrafi rozwiązać problemy sterowania pracą wybranych typów ogniw paliwowych oraz współpracujących z nimi układów przetwarzania energii.	M2_U08	ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych
4.	–	student potrafi wykorzystać narzędzia informatyczne do modelowania procesów związanych ogniwami paliwowymi i przetwarzaniem energii z ogniw paliwowych stosowanych zasilaniu pojazdów o napędzie elektrycznym	M2_U03	ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Aparaty elektryczne i procesy łączeniowe w elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest:

- pogłębienie wiedzy słuchaczy o aparaturze łączeniowej jako elementach sieci elektroenergetycznej;
- przekazanie umiejętności charakteryzowania oraz oceny warunków pracy i przydatności aparatów łączeniowych;
- zapoznanie słuchaczy z typowymi dla pracy systemu elektroenergetycznego procesami łączeniowymi.

Wykład zawiera elementy modelowania i symulacji podstawowych zjawisk fizycznych istotnych dla techniki aparaturowej.

Treści kształcenia:

WYKŁAD: podzielony jest na 3 główne części

Część 1: Projektowanie układów zasilania urządzeń elektroenergetycznych

- Zasady doboru aparatów i urządzeń elektroenergetycznych w układach zasilania ładowarek samochodowych;
- Ochrona przeciwporażeniowa w systemach elektroenergetycznych nn;
- Ochrona przeciwprzepięciowa w systemach elektroenergetycznych nn;
- Podstawy doboru i użytkowania aparatów elektrycznych;
- BIM w instalacjach elektrycznych.

Część 2: Procesy łączeniowe w sieciach elektroenergetycznych

- łuk elektryczny i techniki jego gaszenia;
- napięcia powrotne i ich znaczenie dla systemu elektroenergetycznego;
- przebiegi łączeniowe prądów i napięć.

Część 3: Nowoczesne technologie w technice aparatuwej

- Technologia Przemysł 4.0;
- Nowoczesne konstrukcje aparatów elektrycznych i rozdzielnic;
- Możliwe kierunki rozwoju techniki aparatuwej.

LABORATORIUM: prowadzący na początku zajęć wybierze 6 ćwiczeń laboratoryjnych spośród poniższych

Ćwiczenie 0 – Wprowadzenie do próby zwarciowej i próba zwarciowa

Ćwiczenie 1 – Wyłączanie prądu stałego na przykładzie układu ze stycznikiem próżniowym

Ćwiczenie 2 – Wyłączanie prądu przemiennego w sieciach o różnym sposobie uziemienia punktu zerowego

Ćwiczenie 3 – Badanie nagrzewania aparatów elektroenergetycznych prądem ciągłym

Ćwiczenie 4 – Badanie procesów łączeniowych w układzie z łącznikiem półprzewodnikowym

Ćwiczenie 5 – Diagnostyka mechanizmu napędu wyłącznika zestykowego i pokaz rozdzielnic średnich napięć różnych producentów

Ćwiczenie 6 – Pomiar granicznego współczynnika dokładności przekładnika prądowego

Ćwiczenie 7 – Pomiar i modelowanie obwodu zastępczego impedancji zwarciowej transformatora

Ćwiczenie 8 – Pomiar napięć powrotnych w kaskadowych obwodach zwarciowych

Ćwiczenie 9 – Badanie zrywania prądu przez stycznik próżniowy

Ćwiczenie 10 – Badanie symulacyjne granicznej zdolności wyłączeniowej (ćwiczenie symulacyjne pokazowe)

Ćwiczenie 11 – Badanie zjawiska udaru prądu magnesującego

Ćwiczenie 12 – Analiza procesów przejściowych w łączniku tranzystorowym DC

Ćwiczenie 13 – Przygotowanie oraz analiza przebiegu próby wytrzymałości zwarciowej (symulacyjne)

Ćwiczenie 14 – Badanie procesów przejściowych w łączniku tranzystorowym DC (symulacja)

Ćwiczenie 15 – Badanie zjawiska napięcia powrotnego (symulacja)

Ćwiczenie 16 – Symulacja pomiaru granicznego współczynnika dokładności przekładnika prądowego (symulacja)

PROJEKT

Projekt zasilania (przyłącza elektroenergetycznego) dla stacji ładowania samochodów elektrycznych.

Metody oceny:

Ocena całego przedmiotu składać się będzie z dwóch składowych:

- ocena z zaliczenia pisemnego z części wykładowej – z wagą 0,4
- ocena z zaliczenia części laboratoryjnej – z wagą 0,6

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Student umie korzystać z podstawowego oprogramowania typu CAD dla działalności inżynierskiej.	M2_W03	Projekt
2.	–	Student zna podstawy wymiarowania aparatów elektrycznych i podstawowe zależności matematyczne przydatne w doborze aparatów elektrycznych	M2_W02	Sprawozdania z laboratorium
3.	–	Student umie poprawnie dobierać aparaty elektryczne, określać właściwie narażenia prądowe i napięciowe oraz zastosować poszczególne aparaty w systemie elektroenergetycznym	M2_W04	kolokwium
4.	–	Student potrafi wykorzystać podstawowe przyrządy pomiarowe do pomiarów wielkości elektrycznych	M2_W13	praca w laboratorium
UMIEJĘTNOŚCI				
5.	–	Student umie właściwie określać swój status w zespole laboratoryjnym	M2_U12	Praca w laboratorium i w trakcie projektu
6.	–	Student zna podstawy wymiarowania aparatów elektrycznych i podstawowe zależności matematyczne przydatne w doborze aparatów elektrycznych	M2_U01	Sprawozdania z laboratorium
7.	–	Student potrafi wykorzystać podstawowe przyrządy pomiarowe do pomiarów wielkości elektrycznych	M2_U04	Praca w laboratorium
8.	–	Student zna zasady doboru aparatów i urządzeń elektroenergetycznych dla systemów zasilania ładowarek samochodów elektrycznych	M2_U06	Projekt
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
9.	–	Student umie pracować w zespole projektowym oraz laboratoryjnym	M2_K02	dyskusja podczas ćwiczeń laboratoryjnych
10.	–	Zna i rozumie możliwe zagrożenia dla życia ludzkiego i środowiska w przypadku uszkodzeń aparatów elektrycznych	M2_K05	dyskusja podczas ćwiczeń laboratoryjnych oraz projektowych

Nazwa przedmiotu:

Systemy i protokoły komunikacyjne w pojazdach

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

90

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami budowy, sposobu funkcjonowania oraz praktycznej implementacji przewodowych i bezprzewodowych systemów komunikacyjnych stosowanych w pojazdach elektrycznych.

Treści kształcenia:

W ramach wykładu omówione zostaną pokładowe systemy komunikacyjne stosowane powszechnie w przemyśle motoryzacyjnym zarówno przewodowe (CAN, LIN, MOST, FlexRay) jak i bezprzewodowe (Bluetooth, GPS, GSM). Dla każdego z systemów zostanie przedstawiona i omówiona topologia magistrali, komponenty, budowa ramki danych oraz parametry medium transmisyjnego. Omówione zostaną przykłady wykorzystania danego systemu w praktycznych aplikacjach.

W ramach zajęć laboratoryjnych zadaniem studentów będzie implementacja poznanych na wykładzie systemów komunikacyjnych na stanowiskach laboratoryjnych. Dla badanych systemów analizowana będzie budowa magistrali, możliwa do uzyskania prędkość transmisji oraz wpływ medium transmisyjnego na poprawność komunikacji.

Metody oceny:

Wykład zaliczany jest na podstawie oceny z kolokwium końcowego. Zaliczenie laboratorium na podstawie oceny z wykonania każdego ćwiczenia. Ocena końcowa jest średnią ważoną oceny z wykładu i laboratorium.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Student potrafi właściwie ocenić i dobrać odpowiedni sposób komunikacji pomiędzy komponentami systemu.	M2_W06	egzamin, sprawdzian zaliczający laboratorium
2.	–	Student potrafi właściwie ocenić i dobrać odpowiedni sposób komunikacji pomiędzy komponentami systemu.	M2_W10	egzamin, sprawdzian zaliczający laboratorium
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Student potrafi ocenić przydatność poznanych magistral komunikacyjnych w konkretnych aplikacjach.	M2_U06	Efekt jest weryfikowany w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych.
4.	–	Student potrafi ocenić przydatność poznanych magistral komunikacyjnych w konkretnych aplikacjach.	M2_U04	Efekt jest weryfikowany w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	potrafi formułować pytania i zagadnienia, definiować problemy wymagające rozwiązania w obszarze związanym z elektromobilnością	M2_K01	obserwacja studentów podczas zajęć laboratoryjnych

Nazwa przedmiotu:

Inteligentne systemy wizyjne w pojazdach autonomicznych

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

110

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przygotowanie studenta do rozwiązywania problemów w zakresie automatycznej obróbki obrazów cyfrowych ze szczególnym uwzględnieniem systemów wizyjnych pojazdów autonomicznych.

W części pierwszej, zajęcia obejmują omówienie zagadnień związanych z szeroko pojętymi zagadnieniami systemów wizyjnych w tym przetwarzania obrazów oraz rozpoznawania wzorców na potrzeby analizy informacji obrazowej. W części drugiej wiodącym tematem zajęć jest zastosowanie systemów wizyjnych do nawigacji pojazdów autonomicznych. Zajęcia składają się z wykładu oraz zajęć laboratoryjnych, w trakcie których studenci mają okazję zapoznać się z problemami omówionymi na wykładach podczas ćwiczeń realizowanych w środowisku symulacyjnym.

Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej w treściami przedmiotu. Jest przygotowany do prowadzenia działalności badawczej, zna i umie się posłużyć metodami, narzędziami i technikami badawczymi.

Treści kształcenia:

Wykład składa się z ośmiu bloków tematycznych.

1. Wprowadzenie do systemów wizyjnych, pozyskiwanie obrazu:
 - a. obraz cyfrowy – czym jest, historia, sposoby akwizycji, system wizyjny – z czego się składa, terminologia,
 - b. automatyczna obróbka obrazu – przetwarzanie obrazu i jego zadania: korekcja, filtracja, segmentacja; analiza (rozpoznawanie) obrazu i jej zadania: wyznaczenie opisu obrazu (wektor cech), klasyfikacja, identyfikacja,

- c. rejestracja obrazu: tor optyczny, wady optyczne, matryce CCD, CMOS, migawka, przepłot, kolor, oświetlenie,
 - d. budowa systemu wizyjnego: rodzaje systemów, procesory obrazu, oprogramowanie,
 - e. cyfrowa reprezentacja obrazu: kwantyzacja i próbkowanie, rodzaje obrazów (binarne, w skali szarości, kolorowe, wielospektralne), kompresja, reprezentacja barwy, szумы w obrazie;
2. Metody punktowe i kontekstowe
- a. Pojęcia podstawowe: krzywa tonalna, tablica korekcji (LUT), negatyw, operacje arytmetyczne,
 - b. Metody histogramowe: rozciąganie i wyrównywanie histogramu, korekcja gamma,
 - c. Binarizacja: progowanie, segmentacja koloru,
 - d. Operacje na wielu obrazach: suma, różnica, operacje binarne, pseudokolorowanie,
 - e. Wprowadzenie: kontekst – maska, element strukturujący; rodzaje metod (liniowe, nieliniowe, górnoprzepustowe, dolnoprzepustowe),
 - f. Liniowe filtry dolnoprzepustowe: uśredniający, Gaussa, liniowe filtry górnoprzepustowe: Sobel, Prewitta, Kirscha, Laplasjan, poprawa kontrastu przy pomocy Laplasjanu,
 - g. Filtry medianowe, podstawowe operacje morfologiczne: erozja, dylacja, gradient morfologiczny, rekonstrukcja, filtry morfologiczne i ich wykorzystanie: otwarcie, zamknięcie, otwarcie i zamknięcie przez rekonstrukcję, detekcja szczytów i dolin;
3. Przetwarzanie sekwencji obrazów
- a. Wprowadzenie: specyfika sekwencji obrazów, oś czasu,
 - b. Detekcja ruchu,
 - c. Śledzenie poruszających się obiektów,
 - d. Sterowanie kamerą typu pan-tilt;
4. Cechy obrazów
- a. Etykietowanie obrazów binarnych: problem paradoksu sąsiedztwa, metoda z tablicą sklejeń, metoda kolejkowa,
 - b. Cechy obrazów binarnych: liczba obiektów, dziur w obiektach, wypukłości,
 - c. Detekcja narożników w obrazach: czym jest narożnik, metoda Harrisa,
 - d. Punkty charakterystyczne: detekcja punktów i ich deskrypcja (opis ich otoczenia);
5. Uczenie maszynowe
- a. Rodzaje uczenia: nadzorowane i nienadzorowane, specyfika uczenia w systemach wizyjnych,
 - b. Klasyfikacja metodami najbliższego sąsiada: klasyfikatory 1-nn, k-nn,
 - c. Wybrane modele klasyfikatorów: klasyfikator najbliższego prototypu, naiwny klasyfikator Bayesa, drzewo decyzyjne,
 - d. Sieci neuronowe i uczenie głębokie: podstawy budowy sieci, specyfika sieci głębokich, sieci głębokiego uczenia w rozpoznawaniu obrazów;
6. Metody uczenia głębokiego
- a. wprowadzenie do sieci neuronowych,
 - b. sieci konwolucyjne,
 - c. detektory obiektów,
 - d. segmentacja sematyczna;
7. Wykorzystanie systemów wizyjnych w nawigacji pojazdów
- a. zadania systemu wizyjnego w pojeździe autonomicznym,
 - b. systemy wizyjne a poziomy autonomiczności,
 - c. podstawowe rodzaje algorytmów,
 - d. typowe problemy z detekcją obiektów i śledzeniem;

8. Rodzaje obiektów istotnych w systemach wizyjnych pojazdów autonomicznych

- a. tor poruszania się/droga,
- b. obiekty statyczne położone wokół drogi (np. znaki drogowe),
- c. uprawnieni uczestnicy ruchu (inne pojazdy),
- d. nieuprawnieni uczestnicy, potencjalne zagrożenia (osoby).

Zajęcia laboratoryjne są realizowane w wybranym środowisku symulacyjnym. Zajęcia składają się z ćwiczeń realizowanych według instrukcji oraz projektu. Zakres tematyczny ćwiczeń obejmuje większość zagadnień poruszanych na wykładzie. Tematyka projektu może być powiązana z badaniami naukowymi prowadzonymi w Zakładzie Sterowania.

Metody oceny:

Wykład:

- * egzamin w trakcie sesji (50% oceny końcowej);

Laboratorium:

- * sprawdzian z pytaniami otwartymi – do zrealizowania jest fragment kodu realizujący ustalone przez prowadzącego zadanie (15% oceny końcowej),
- * zdanie projektowe (35% oceny końcowej) – oceniane na podstawie przygotowanego przez studenta(ów) sprawozdania oraz rozmowy oceniającej (obrony projektu).

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_W10	zaliczenie
2.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_W04	zaliczenie
3.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_W11	zaliczenie
4.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_W03	zaliczenie
UMIEJĘTNOŚCI				
5.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U09	zaliczenie laboratorium, projekt
6.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U08	zaliczenie laboratorium, projekt
7.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U02	zaliczenie laboratorium, projekt
8.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U04	zaliczenie laboratorium, projekt
9.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U03	zaliczenie laboratorium, projekt
10.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U12	zaliczenie laboratorium, projekt
11.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_U13	zaliczenie laboratorium, projekt
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
12.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_K01	projekt
13.	–	w zakresie systemów wizyjnych stosowanych w pojazdach autonomicznych	M2_K04	projekt

Nazwa przedmiotu:
Widzenie maszynowe

Status przedmiotu:
Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:
4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:
75

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:
2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym
2.0

Język prowadzenia zajęć:
polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem jest nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie zaawansowanych rozwiązań obejmujących algorytmy sztucznej inteligencji w zastosowaniach z obszaru z wizji komputerowej do zadań związanych z bezpiecznym użytkowaniem pojazdów.

Treści kształcenia:

1. Wprowadzenie: Rodzaje danych; Podstawy przetwarzania obrazów i danych multimedialnych; Sposoby pozyskiwania danych obrazowych.
2. Metody przetwarzania obrazów, metody ekstrakcji cech, metody oceny i porównania.
3. Przetwarzanie sekwencji obrazów: detekcja pojazdów, śledzenie pojazdów.
4. Podstawy działania sieci neuronowych.
5. Sieci głębokie CNN i jej zastosowania.
6. Zagadnienia generalizacji sieci neuronowych.
7. Zastosowania sieci neuronowych w rozpoznawaniu obrazów/ klasyfikacji obiektów/ segmentacji obiektów.

Metody oceny:

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest:

- Zdanie części teoretycznej (pisemnie) obejmującej wybrane zagadnienia widzenia maszynowego. Na części pisemnej dopuszczone jest korzystanie z notatek z wykładów i książek.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Student uzyskuje pogłębioną wiedzę z dziedziny systemów adaptacyjnych neuronowych. uczących się i ich zastosowań.	M2_W03	Zaliczenie pisemne przedmiotu.
2.	–	Student uzyskuje wiedzę z zakresu sztucznych sieci neuronowych i ich zastosowań w zaawansowanych systemach automatyki.	M2_W02	Zaliczenie pisemne przedmiotu.
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Ocena sprawozdań z projektów.	M2_U15	Zaliczenie pisemne przedmiotu.
4.	–	Potrafi przeprowadzić cały cykl zastosowania sieci neuronowych do uzyskania właściwych wyników.	M2_U03	Zaliczenie pisemne przedmiotu.
5.	–	Potrafi przeprowadzić cały cykl zastosowania sieci neuronowych do uzyskania właściwych wyników.	M2_U08	Zaliczenie pisemne przedmiotu.
6.	–	Student potrafi sporządzić opracowanie naukowe na temat swojego zadania.	M2_U13	Dyskusja proponowanych (możliwych) rozwiązań i wybór najlepszego.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
7.	–	Rozumie konieczność ciągłego doskonalenie metod sztucznej inteligencji	M2_K04	Dyskusje możliwych rozwiązań postawionego problemu i ocena rozeznania studenta w tematyce.
8.	–	Potrafi ocenić wpływ różnych czynników na jakość rozwiązania przy użyciu sieci neuronowych	M2_K02	Dyskusja na temat jakości proponowanych rozwiązań

Nazwa przedmiotu:

Komunikacja człowiek – maszyna

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

65

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

3

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Najważniejszym celem wykład jest przekazanie wiedzy dotyczącej budowy interfejsu człowieka z maszyną ze szczególnym uwzględnieniem interfejsu człowiek – komputer.

Omawiane są takie zagadnienia jak:

Percepcja człowieka, odbiór wrażeń wzrokowych i odbiór dźwięku.

Elementy psychologii poznawczej.

Wpływ różnych czynników na odbiór informacji.

Grafika prezentacyjna. Interakcja.

Zasady tworzenia interfejsu użytkownika.

Interfejs specjalistyczny.

Interfejs przemysłowy.

SCADA i rozwiązania praktyczne.

Testowanie aplikacji typu interfejs użytkownika.

Elementy rzeczywistości wirtualnej.

Wykład nawiązuje do współczesnych badań związanych z komunikacją człowiek – maszyna.

Celem kursu jest także przygotowanie do studiowania literatury przedmiotu oraz poznanie obszarów i kierunków badań z zakresu przedmiotu prowadzonych na Wydziale.

Zadania projektowe są praktyczną ilustracją wiadomości z wykładu.

Projekt pozwala uzyskać kompetencje inżynierskie.

Treści kształcenia:

Wykład

1. Historia komunikacji człowiek - maszyna. 0,5h
2. Percepcja człowieka. Odbiór wrażeń wzrokowych. Fizjologia widzenia. Barwa. Standard CIE i modele barw. Problemy reprodukcji barw. 4h
3. Odbiór dźwięku. Fizjologia słuchu. Fale i dźwięk, źródła dźwięku, reprodukcja dźwięku. Dźwięk a komputer. 2h

4. Elementy psychologii poznawczej i społecznej.
Wpływ różnych czynników na odbiór informacji. 5h
5. Rola, funkcje i zadania człowieka we współpracy z maszyną.
Ergonomia w pracy z maszyną. 1,5h
6. Funkcjonalność. Grafika prezentacyjna, Menu, GUI, interakcja. 2h
7. Zasady tworzenia interfejsu użytkownika. 2h
8. Rola odbiorcy, zadaniowe tworzenie interfejsu. 1h
9. Interfejs specjalistyczny. Interfejs przemysłowy. 2h
10. Interfejs z ograniczonym dostępem do klawiatury. 2h
11. SCADA i oprogramowanie przemysłowe. 4h
12. Testowanie aplikacji typu interfejsu użytkownika. 2h
13. Elementy rzeczywistości wirtualnej. 1h
14. Interfejs bezpośredni (BCI/BMI). Przyszłość interfejsu człowiek - maszyna. 1h

Projekt

Zadania projektowe obejmują następujące klasy tematyczne:

Wpływ różnych czynników na odbiór informacji, elementy psychologii poznawczej.

Barwa, widzenie i odbiór wrażeń wzrokowych.

Dźwięk, reprodukcja i odbiór, percepcja mowy.

Elementy rzeczywistości wirtualnej.

Interfejs użytkownika i grafika prezentacyjna.

Funkcjonalność interfejsu.

Aplikacje internetowe.

Testowanie interfejsu.

SCADA i oprogramowanie przemysłowe.

Metody oceny:

Ocena końcowa przedmiotu jest sumą 0.6 oceny z wykładu i 0.4 oceny z projektu.

Ocena z wykładu: dwa kolokwia w systemie punktowym, wymagane jest uzyskanie minimum 51% punktów.

Ocena z projektu: każde ćwiczenie oceniane niezależnie, ocena z projektu jest średnią arytmetyczną.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	ma uporządkowaną wiedzę obejmującą zagadnienia komunikacji człowieka z maszyną z zakresu dziedzin pokrewnych Informatyce	M2_W04	zaliczenie wykładu (kolokwia)
2.	–	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu komunikacji człowiek maszyna	M2_W03	zaliczenie wykładu (kolokwia)
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	potrafi, określać i rozwiązywać zespołowo zadania inżynierskie związane z komunikacją człowiek maszyna	M2_U12	zaliczenie projektu (ocena realizacji projektów i uzyskanych rezultatów)
4.	–	potrafi wykorzystać odpowiednie metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu komunikacji człowiek maszyna	M2_U03	zaliczenie projektu (ocena realizacji projektów i uzyskanych rezultatów)
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	potrafi formułować problemy i oceniać trendy rozwojowe w zakresie komunikacji człowiek maszyna ze szczególnym uwzględnieniem cech indywidualnych i społecznych człowieka	M2_K02	zaliczenie wykładu (kolokwia)

Nazwa przedmiotu:

Wybrane zagadnienia pojazdów autonomicznych

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

2.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Przekazanie wiedzy na temat konstrukcji i zasady działania systemów mikroprocesorowych wykorzystywanych w pojazdach w celu realizacji zadań związanych z cyberbezpieczeństwem oraz wymianą danych łączami telekomunikacyjnymi różnych typów.

Treści kształcenia:

Wykład:

We współczesnych pojazdach wykorzystywane są systemy mikroprocesorowe używające w coraz większym stopniu systemy Linux oraz sieci inteligentnych czujników i układów wykonawczych wymieniających dane przez wspólną sieć telekomunikacyjną. Co więcej, systemy te mają obecnie możliwość wymiany ze światem zewnętrznym z wykorzystaniem sieci GSM. Złożenie obu tych cech powoduje, że istnieje zagrożenie zdalnego przejęcia kontroli nad systemem sterowania pojazdu.

W wykładzie będą również przedstawione zagadnienia związane z wymianą danych między elementami tworzącymi system mikroprocesorowy wraz z protokołami telekomunikacyjnymi oraz wymiana danych ze światem zewnętrznym z wykorzystaniem sieci GSM przy wykorzystaniu odpowiednich protokołów.

Ze względu na to, że we współczesnych pojazdach wykorzystywane są systemy mikroprocesorowe używające danych o położeniu pojazdu w przestrzeni, w wykładzie zostaną przedstawione informacje dotyczące systemów ustalania pozycji z wykorzystaniem systemu GPS oraz systemów radarowych bliskiego zasięgu.

Laboratorium:

W ramach laboratorium zostaną przedstawione wybrane zagadnienia związane z:

- obsługą elementów sprzętowych w systemach Linux (3 ćwiczenia),
- zagrożeń cyberbezpieczeństwa w systemach Linux (3 ćwiczenia),
- wymianą danych w systemach mikroprocesorowych pojazdów (2 ćwiczenia),

- wymianą danych między systemami mikroprocesorowymi z wykorzystaniem sieci radiowej lokalnej (np. WiFi) w tym rozległej (np. GSM) (2 ćwiczenia),
- wykorzystaniem w systemie mikroprocesorowym lokalizacji przestrzennej GPS (wymiana danych, protokoły telekomunikacyjne) (2 ćwiczenia).

Metody oceny:

Ocena końcowa jest ustalana na podstawie wyniku sprawdzianu pisemnego przeprowadzanego na ostatnich zajęciach wykładowych oraz oceny indywidualnej wystawianej po wykonaniu każdego z ćwiczeń laboratoryjnych, weryfikujących osiągnięcie efekty kształcenia. Jest ona średnią arytmetyczną ocen z laboratorium i wykładu.

Wymagane jest uzyskanie ze sprawdzianu co najmniej 50 punktów (maksimum 100).

Ocena jest ustalana w następujący sposób: do 50 pkt – 2,0 (dwa); ponad 50 do 60 pkt. – 3,0 (trzy); ponad 60 do 70 pkt. – 3,5 (trzy i pół); ponad 70 do 80 pkt. – 4,0 (cztery); ponad 80 do 90 pkt. – 4,5 (cztery i pół); ponad 90 pkt. – 5 (pięć).

Wymagane jest odrobienie każdego z ćwiczeń laboratoryjnych oraz uzyskanie z laboratorium co najmniej 50 punktów. Za każde wykonane ćwiczenie laboratoryjne można uzyskać maksymalnie 10 punktów, czyli łącznie za 12 ćwiczeń do 120 punktów

Ocena jest ustalana w następujący sposób: do 60 pkt – 2,0 (dwa); ponad 60 do 72 pkt. – 3,0 (trzy); ponad 72 do 84 pkt. – 3,5 (trzy i pół); ponad 84 do 96 pkt. – 4,0 (cztery); ponad 96 do 108 pkt. – 4,5 (cztery i pół); ponad 108 pkt. – 5 (pięć).

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Zna zasady działania oraz wymiany danych w systemie mikroprocesorowym pojazdu oraz potrafi wskazać problemy związane z cyberbezpieczeństwem, które mogą w nich wystąpić.	M2_W8	Zaliczenie w formie sprawdzianu pisemnego lub testu
2.	–	Zna elementy składowe, konstrukcję, zasadę działania oraz metody wymiany danych systemu mikroprocesorowego pojazdu oraz potrafi wskazać problemy związane z cyberbezpieczeństwem, które mogą w nich wystąpić.	M2_W04	Zaliczenie w formie sprawdzianu pisemnego lub testu
UMIĘJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi wyjaśnić działanie podstawowych typów układów mikroprocesorowych wykorzystywanych w pojazdach, narysować ich schematy blokowe, opisać ich funkcje, wyjaśnić zasady konfiguracji oraz wymianę danych między nimi.	M2_U08	Zaliczenie w formie sprawdzianu pisemnego lub testu
4.	–	Potrafi wykorzystać narzędzia informatyczne aby określić stan, sprawdzić działanie oraz wymianę danych w systemie mikroprocesorowym pojazdu oraz potrafi wskazać problemy związane z cyberbezpieczeństwem, które mogą w nich wystąpić.	M2_U03	Zaliczenie w formie sprawdzianu pisemnego lub testu
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	Potrafi przeprowadzić weryfikację i krytyczną ocenę własnej wiedzy i umiejętności, związanych z konstrukcją, wymianą danych i bezpieczeństwem cybernetycznym systemów mikroprocesorowych pojazdu w tym informacji prasowych i publikowanych w mediach elektronicznych.	M2_K01	

Nazwa przedmiotu:

Internet rzeczy w elektromobilności

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

120

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

4.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przybliżenie uczestnikom kursu możliwie aktualnej wiedzy dotyczącej najnowszych technik łączenia przedmiotów powszechnego użytku w sieci budowane na bazie Internetu. Celem wykładu jest przybliżenie koncepcji Internetu Rzeczy oraz przeglądowa analiza stosowanych w tym zakresie metod, algorytmów, standardów komunikacyjnych i rozwiązań technicznych. Laboratorium ukierunkowuje na zdobycie praktycznych umiejętności inżynierskich w zakresie stosowania metod i narzędzi sprzętowych, komunikacyjnych i programistycznych. Celem projektu jest uzyskanie doświadczenia w pracy zespołowej podczas realizacji rozwiązania opartego o Internet Rzeczy w ramach indywidualnie postawionego zagadnienia badawczo-rozwojowego.

Treści kształcenia:

Wykład

1. Wprowadzenie do Internetu rzeczy (IoT)
2. Rozwiązania sprzętowe urządzeń końcowych
3. Tworzenie oprogramowania dla urządzeń końcowych
4. Standardy sieci bezprzewodowych
5. Protokoły transmisji danych
6. Przechowywanie i przetwarzanie danych
7. Wizualizacja danych

Laboratorium

1. Pierwsze kroki w IoT
2. Fog computing i edge computing
3. Energooszczędne sieci rozległe
4. Osobiste sieci czujnikowe
5. Komunikacja w sieciach mobilnych

Projekt

Projekt i wykonanie eksperymentalnego systemu pomiarowego w architekturze IoT o uzgodnionej funkcjonalności.

Metody oceny:

Metody oceny opisane są w Regulaminie kursu, zgodnie z: "Regulamin studiów w Politechnice Warszawskiej", załącznik do uchwały nr 363/XLIX/2019 Senatu PW z dnia 26 czerwca 2019 r.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Zdobycie wiedzy w zakresie wykorzystanie metod i narzędzi informatycznych do realizacji Internetu Rzeczy.	M2_W03	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
2.	–	Zdobycie wiedzy w zakresie relacji między sterowaniem i automatyką a Internetem Rzeczy.	M2_W10	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
3.	–	Zdobycie wiedzy w zakresie trendów rozwojowych w obszarze Internetu Rzeczy.	M2_W04	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
UMIEJĘTNOŚCI				
4.	–	Zdobycie umiejętności wykorzystywania narzędzi informatycznych do realizacji Internetu Rzeczy.	M2_U03	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
5.	–	Zdobycie umiejętności planowania i przeprowadzania eksperymentalnych badań układów i systemów Internetu Rzeczy.	M2_U04	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
6.	–	Umiejętność dyskusowania nad problematyką Internetu Rzeczy w elektromobilności.	M2_U13	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
7.	–	Umiejętność pracy, organizacji i zarządzania projektem zespołowym w zakresie Internetu Rzeczy	M2_U12	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
8.	–	Umiejętność krytycznej analizy posiadanych i brakujących obszarów wiedzy i umiejętności dotyczących Internetu Rzeczy	M2_K01	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia
9.	–	Precyzowanie problemu określonego w zakresie przedmiotu w kontekście Internetu Rzeczy w elektromobilności	M2_K02	Aktywność i poprawność realizacji zadań określonych przez prowadzącego zajęcia

Nazwa przedmiotu:

Modelowanie i symulacja pracy urządzeń samochodowej techniki świetlnej

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

100

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

3

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

4.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Właściwie dobrane oświetlenie pojazdu i infrastruktury drogowej jest istotnym elementem zwiększającym bezpieczeństwo ruchu drogowego. Pojazdy elektryczne powinny posiadać rozwiązania oszczędne energetycznie, które charakteryzują się wysokimi parametrami oświetleniowymi. Duże natężenie ruchu, stały wzrost prędkości jazdy oraz specyfika pojazdów elektrycznych (np. niski poziom hałasu, możliwość unieruchomienia pojazdu w porze nocnej z powodu wyładowania akumulatorów) stawia trudne wyzwania przed projektantami osprzętu oświetleniowego. Zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia wypadku w porze nocnej oraz wzrost jego ciężkości nieustannie wyznacza kierunki rozwoju oświetlenia drogowego. Oświetlenie dróg i ulic jest zagadnieniem równoległym z oświetleniem samochodowym. Oba te systemy wzajemnie się uzupełniają i powinny być projektowane w pełnej koordynacji. Przykładem jest oświetlenie przejść dla pieszych, gdzie stosowany system wzmacnia działanie świateł samochodowych. Nawet pojazdy przyszłości jakimi niewątpliwie będą elektryczne pojazdy autonomiczne (poziom 4) musi być widoczny dla innych uczestników ruchu drogowego. Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zasadami projektowania, modelowania oraz eksploatacji urządzeń samochodowej techniki świetlnej. W szczególności będą omawiane zasady oświetlenia samochodowego, dróg i ulic, parametry techniczne osprzętu oświetleniowego, metodyki pomiarowe oraz projektowanie, modelowanie i symulacja efektów oświetleniowych (projektowanie lamp samochodowych, oświetlenia drogowego, oświetlenia przejść dla pieszych oraz symulacja świecenia modelowanych układów). Prezentowana wiedza jest ściśle ulokowana w dyscyplinie naukowej oraz zawiera elementy pochodzące z aktualnych badań w zakresie oświetlenia drogowego i samochodowego (projektowanie, modelowanie, eksploatacja). Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej w treściami przedmiotu.

Treści kształcenia:

Zajęcia zostaną zrealizowane w formie zajęć wykładowych 15 godzin oraz zajęć o charakterze projektowym 30 godzin.

Na zajęciach o charakterze wykładu zostaną przedstawione zagadnienia związane z samochodowa technika świetlną (z położeniem nacisku na wyposażenia pojazdów elektrycznych i hybrydowych) oraz oświetleniem drogowym. Podstawowe definicje, proces widzenia, charakterystyka urządzeń oświetleniowych, osprzęt oświetleniowy stosowany w pojazdach elektrycznych oraz do oświetlenia infrastruktury drogowej, parametry techniczne i oświetleniowe opraw i źródeł światła, programy do projektowania opraw oświetleniowych oraz symulacji efektu oświetlenia drogi, wstęp do projektowania osprzętu oświetleniowego, założenia projektowe, dobór elementów układu, zdefiniowanie płaszczyzn i kierunków fotomontowania. Wymagania normatywne, akty prawne oraz wytyczne projektowe. Regulaminy ECE trans. Komputerowe metody obliczeń urządzeń samochodowej techniki świetlnej w oparciu o metody: Odbić elementarnych Monte Carlo testu promienia odwrotnego. Metody modelowania urządzeń samochodowej techniki świetlnej z wykorzystaniem specjalistycznych programów komputerowych. Wizualizacja efektów oświetleniowych.

Na zajęciach o charakterze projektowym zrealizowane zostanie: modelowanie rzeczywistych układów projektorów oświetleniowych (stosowanych w pojazdach elektrycznych bądź hybrydowych) wieloparaboloidalnych z zastosowaniem programu REF-WP i innych programów specjalistycznych (Lucidshape, Photopia). Modelowanie rzeczywistych układów projektorów oświetleniowych polieliipsoidalnych z zastosowaniem programu PES. Modelowanie rzeczywistych układów samochodowych lamp sygnałowych z zastosowaniem programu Lampa S. Komputerowe obliczenia świetlne samochodowych lamp sygnałowych. Wyznaczanie luminancji odbłyśnika (luminancji figury jasnych punktów). Wyznaczanie światłości układu przy istnieniu odbić wielokrotnych w układzie lampy. Graficzna prezentacja projektu lampy sygnałowej. Zapis konstrukcji lampy przy pomocy programów graficznych AutoCAD, Inventor. Po zajęciach student nabiera praktycznych umiejętności w zakresie wykonania projektu technicznego urządzenia oświetleniowego, na który składają się: obliczenia świetlne oraz projekt techniczny zawierający cechy geometryczne. Ponadto zostaną wykonane projekty instalacji oświetlenia drogowego spełniającego założone kryteria oraz projekt oświetlenia przejścia dla pieszych (z wykorzystaniem programu DIALux evo). Poza zdefiniowaniem dokumentacji technicznej zostaną wykonane wizualizacje komputerowe efektu oświetleniowego dla projektów oświetlenia drogowych i samochodowego.

Zestawienie projektów:

1. Obliczenia i modelowanie projektora świateł mijania pojazdu elektrycznego bądź hybrydowego.
2. Obliczenia świetlne dla projektora świateł drogowych.
3. Projekt lampy sygnałowej.
4. Projekt oświetlenia drogowego (dla klas luminancyjnych M). Wizualizacja.
5. Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych (z wykorzystaniem oświetlenia dedykowanego, asymetrycznego opartego na kontraście dodatnim). Wizualizacja.

Metody oceny:

1. Pozytywny wynik kolokwium pisemnego z zakresu samochodowej techniki świetlnej oraz modelowania układów oświetleniowych.
2. Wykonanie wszystkich projektów przewidzianych w ramach zajęć.
3. Ocena ostateczna jest średnią arytmetyczną z oceny z kolokwium i sumy ocen z projektów.
4. Wszystkie rygory zaliczeniowe (kolokwium i projekty) powinny być zaliczone na minimum 51%.

Egzamin:
Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	Student ma podbudowaną wiedzę z zakresu rozwiązywania zagadnień technicznych, projektowania urządzeń samochodowej techniki świetlnej, rzetelnego opracowania dokumentacji projektowej oraz tworzenia wizualizacji oraz zestawień niezbędnych do prezentacji wyniku.	M2_W13	Kolokwium z zagadnień teoretycznych.
2.	–	Student uzyskuje wiedzę z zakresu doboru programów informatycznych oraz ich wykorzystania do modelowania procesów projektowych w samochodowej technice świetlnej.	M2_W03	Kolokwium zaliczeniowe z zagadnień związanych z modelowaniem urządzeń samochodowej techniki świetlnej.
3.	–	Student uzyskuje wiedzę z zakresu pomiarów parametrów oświetleniowych urządzeń generujących światło oraz znajomość jednostek i wielkości fizycznych związanych z oświetleniem. Ponadto wiedzę dotyczącą modelowania projektowania i wizualizacji.	M2_W04	Kolokwium zaliczeniowe z zagadnień związanych z modelowaniem urządzeń samochodowej techniki świetlnej.

UMIEJĘTNOŚCI				
4.	–	Student potrafi używać specjalistycznego języka oraz dyskutować o przyjętych założeniach i rozwiązaniach oraz potrafi je modyfikować. Potrafi wyrazić swoje poglądy i umie je obronić w aspekcie wyboru rozwiązania oświetleniowego.	M2_U13	Obrona projektów wykonanych podczas zajęć. Dyskurs naukowy.
5.	–	Student nabiera umiejętności w zakresie stosowania metod modelowania projektów oświetleniowych opartych na rozbudowanych algorytmach obliczeniowych.	M2_U02	Obrona projektów wykonanych podczas zajęć.
6.	–	Student potrafi założyć jakiś efekt i sprawdzić słuszność tezy wykorzystując narzędzia komputerowe. Umie zaplanować, przeprowadzić i uzyskać wynik obliczeń.	M2_U04	Obrona projektów wykonanych podczas zajęć. Dyskurs naukowy.
7.	–	Student potrafi dobrać właściwy program informatyczny do rozwiązania problemu obliczeniowego. Potrafi go wykorzystać, wprowadzić dane, wykonać obliczenia, wygenerować wynik i go zinterpretować. Całość zagadnień dotyczy modelowania urządzeń samochodowej techniki świetlnej.	M2_U03	Obrona projektów wykonanych podczas zajęć.
8.	–	Student potrafi twórczo wykorzystać metody obliczeniowe do projektowania urządzeń oświetleniowych oraz wizualizacji efektów. Potrafi modyfikować i kreować nowe rozwiązania w zakresie projektów oświetleniowych.	M2_U09	Obrona projektów wykonanych podczas zajęć.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
9.	–	Student potrafi wygenerować problemy do rozwiązania w zakresie samochodowej techniki świetlnej, umie formułować pytania i reagować na zapotrzebowanie rynku. Zajęcia pozwalają na uzyskanie kompetencji magisterskich.	M2_K02	Ocena kompetencji studenta w drodze dyskursu naukowego
10.	–	Student potrafi zweryfikować własną wiedzę z zakresu modelowania urządzeń samochodowej techniki świetlnej z informacjami publikowanymi w mediach elektronicznych.	M2_K01	Ocena kompetencji studenta w drodze dyskursu naukowego
11.	–	Student potrafi zrobić rozeznanie z zakresu istniejących rozwiązań, zaproponować swoje oryginalne i autorskie. Prawidłowo cytuje źródła literaturowe i postępuje etycznie.	M2_K03	Ocena kompetencji studenta w drodze dyskursu naukowego
12.	–	Student podejmuje działania prospołeczne mające na celu szerzenie myśli technicznej pozwalającej na projektowanie efektywnego oświetlenia przy jednoczesnej redukcji zużycia energii elektrycznej.	M2_K05	Ocena kompetencji studenta w drodze dyskursu naukowego

Nazwa przedmiotu:

Układy zasilania bezstykowego

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

1

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

20

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

1

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	15

Cel przedmiotu:

Zasadniczym celem przedmiotu jest zapoznanie uczestników z podstawami nowoczesnych systemów bezstykowego transferu energii i ich zastosowania do budowy układów zasilania w szczególności dla Elektromobilności. Główny nacisk dotyczy systemów indukcyjnych (ang. Inductive Power Transfer – IPT oraz Wireless Power Transfer – WPT). Dyskutowane będą następujące zagadnienia: klasyfikacja, podstawowe parametry opisujące układy bezprzewodowego zasilania (UBZ), elementy składowe i topologie przekształtników energoelektronicznych stosowane w UBZ, uzwojenia sprzęgające i transformatory w.cz., systemy sterowania przepływem energii w przekształtnikach rezonansowych, dobór elementów i optymalizacja wielokryterialna systemów IPT, przykłady projektowania i zagadnienia realizacji w ładowarkach akumulatorów stacjonarnych, pokładowych i dynamicznych.

Treści kształcenia:

1. Systemy zasilania bezstykowego (ang. contactless power supply) – wprowadzenie, klasyfikacja, osiągnięte parametry, obszary zastosowań
2. Systemy zasilania indukcyjnego w Elektromobilności
3. Przekształtniki energoelektroniczne dla systemów indukcyjnych
4. Uzwojenia sprzęgające i transformatory w.cz. w systemach indukcyjnych
5. Zasady sterowania przepływem energii:
 - w przekształtnikach rezonansowych o przestrajanej częstotliwości
 - w przekształtnikach rezonansowych o stałej częstotliwości
6. Problemy optymalizacji i doboru elementów systemów indukcyjnych
7. Przykłady projektowania i realizacji systemów indukcyjnych w ładowarkach stacjonarnych i pokładowych
8. Zakończenie i uzgodnienie projektów zaliczeniowych dla studentów.

Metody oceny:

Projekt indywidualny (50 pkt) oraz zaliczenie końcowe (50 pkt).

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	Zna złożone problemy projektowania systemów transferu energii tranzystorowo – magnetycznych.	M2_W04	Indywidualne zadanie projektowe domowe
2.	–	Zna problemy projektowania obwodów magnetycznych ładowarek indukcyjnych spełniające normy kompatybilności elektromagnetycznej.	M2_W09	Indywidualne zadanie projektowe domowe
3.	–	Zna działanie i stosowanie przekształtników z jednostkowym współczynnikiem mocy dla układów poszanowania energii i ich wpływ na konstrukcję ładowarek indukcyjnych.	M2_W06	Indywidualne zadanie projektowe domowe
4.	–	Zna podstawy systemów bezstykowego transferu energii, parametry i obszary zastosowań w Elektromobilności. Zna strukturę systemów indukcyjnych, topologii przekształtników energoelektronicznych systemów zasilania jedno- i dwukierunkowych.	M2_W02	Indywidualne zadanie projektowe domowe
5.	–	Zna metody projektowania i modelowania systemów sterowania przekształtników energoelektronicznych dla ładowarek indukcyjnych stacjonarnych i pokładowych.	M2_W03	Indywidualne zadanie projektowe domowe

UMIEJĘTNOŚCI				
6.	–	Potrafi zaprojektować strukturę ładowarki dwukierunkowej do współpracy z systemem (Vehicle to Grid V2G) zwrotu energii z akumulatora do sieci zasilającej.	M2_U07	Indywidualne zadanie domowe
7.	–	Potrafi sformułować kryteria do optymalizacji projektowania złożonych systemów tranzystorowo-magnetycznych w ładowarkach indukcyjnych dla pojazdów elektrycznych w zakresie mocy 1-100 kW.	M2_U02	Indywidualne zadanie domowe
8.	–	Jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu jak również oceny nowych rozwiązań, co jest podstawą przygotowania publikacji.	M2_U15	-
9.	–	Potrafi dokonać wyboru i przeprowadzić symulację komputerową przekształtnika energoelektronicznego dla ładowarek indukcyjnych.	M2_U03	Indywidualne zadanie domowe
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
10.	–	Student rozumie i śledzi postęp technologiczny i nabywa potrzebę nadążania za najnowszymi rozwiązaniami w zakresie Elektromobilności.	M2_K01	Prezentacja, dyskusja i obrona indywidualnego zadania projektowego.
11.	–	Systemy zasilania indukcyjnego mają szerokie możliwości, ale są skomplikowane do projektowania, aby spełniały wszystkie parametry i wymagania. To stanowi ciekawe wyzwanie, którym może zachęcać innych studentów do propagowania i podejmowania tej tematyki.	M2_K04	Prezentacja i obrona projektu oraz dyskusja o dalszych planach studenta (podjęcie pracy dyplomowej czy/i zawodowej w tej tematyce).

Nazwa przedmiotu:

Systemy i sposoby zarządzania energią cieplną w pojazdach elektrycznych

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

50

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

1.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	20

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest prezentacja szerokiej problematyki generacji oraz propagacji ciepła w pojazdach elektrycznych oraz elementach i systemach istotnych z punktu widzenia rozwoju elektromobilności. W początkowej części wykładu opisane zostaną podstawy generacji ciepła w przewodnikach, półprzewodnikach i dielektrykach (2h), podany zostanie fizyczny opis mechanizmów transportu ciepła (2h), łącznie z analitycznymi, numerycznymi i analogowymi metodami rozwiązywania zagadnień tej klasy (4h). Zaprezentowane zostaną współcześnie wykorzystywane systemy rozpraszania energii cieplnej, łącznie z metodami ich projektowania i ograniczeniami (2h). W dalszej części wykładu rozpatrywane będzie istotne (z punktu widzenia możliwości ograniczania strat cieplnych) wyposażenie pojazdów elektrycznych – silniki, układy zasilania, łącznie metodami identyfikacji i skutecznego rozwiązywania problemów cieplnych (6h). Ostatnie część wykładu dotyczyć będzie współczesnych rozwiązań umożliwiających aktywną i często dwukierunkową transmisję energii cieplnej w celu minimalizacji energochłonności w zmiennych warunkach środowiskowych. Omówione będą również możliwości zastosowania racjonalnych układów ogrzewania i klimatyzacji.

Treść wykładu pozwala zatem na pozyskanie szerokiej wiedzy ze wszystkich aspektów cieplnych wpływających na aktualne problemy rozwoju pojazdów elektrycznych.

Treści kształcenia:

Wykład 1 (1h): Wprowadzenie w tematykę, zasady kursu, formy zaliczenia, harmonogram zajęć.

Wykład 2 (2h): Źródła ciepła w pojazdach elektrycznych (opis strat Joule’a • Lentza dla prądów przewodzenia; charakterystyka strat w dielektrykach; straty w ferromagnetykach; straty w elementach półprzewodnikowych (przewodzenia, łączeniowe), wpływ środowiska w zakresie wysokich i niskich temperatur z uwzględnieniem warunków klimatu umiarkowanego) • wykład ma charakter ogólny i poszczególne kwestie będą rozwijane przy omawianiu kolejnych rozwiązań.

Wykład 3 (2h): Podstawy wymiany ciepła (Wymiana ciepła przez przewodzenie w stanie stacjonarnym i nieustalonym, wymiana ciepła przez konwekcję, wymiana ciepła przez radiację).

Wykład 4 (2h): Rozwiązywanie zagadnień brzegowych (warunki graniczne w pojazdach elektrycznych, analityczne, analogowe i numeryczne metody rozwiązywania zagadnień brzegowych, wykorzystanie MES do projektowania systemów rozpraszania ciepła).

Wykład 5 (2h): Klasyczne elementy rozpraszania ciepła (układy do dyssypacji ciepła w warunkach konwekcji swobodnej [pasywne], aktywne układy rozpraszania ciepła, metoda sieci cieplnych do projektowania układów odprowadzania ciepła).

Wykład 6 (2h): Źródła ciepła w silnikach elektrycznych (typy silników stosowanych w pojazdach elektrycznych, charakterystyka strat ciepła w zróżnicowanych silnikach, straty ciepła w zależności od sterowania).

Wykład 7 (2h): Źródła zasilania (prezentacja podstawowych źródeł do sterowania silnikami w pojazdach elektrycznych, sprawność, podstawowe straty ciepła, porównanie wydajności układów chłodzenia, możliwość wykorzystania energii cieplnej do ogrzewania baterii i innych celów).

Wykład 8 (2h): Identyfikacja układu (metody pomiaru temperatury elementów silnika, źródeł zasilania, zarówno w stanach ustalonych, jak i zagadnieniach dynamicznych, model obiektu cieplnego, metody starowania w warunkach kontroli obciążeń cieplnych i temperatur, metody zabezpieczeń elementów pojazdów przed przegrzaniem).

Wykład 9 (2h): Zagadnienia cieplne w bateriach i ogniwach samochodowych (charakterystyka zagrożeń dla popularnych baterii i ogniw, wynikających z eksploatacji w niewłaściwym zakresie temperatury; konstrukcja obudów termicznych, pozwalających na utrzymanie racjonalnych temperatur (w zadanym czasie) w warunkach klimatycznych charakterystycznych dla Polski, metody dogrzewania zestawu ogniw, akumulowanie energii cieplnej, analiza ekonomiczna zróżnicowanych zastosowań).

Wykład 10 (2h): Układy ogrzewania i klimatyzacji (bilans energii potrzebnej do utrzymania wymaganych temperatur wewnątrz pojazdu; zróżnicowane systemy ogrzewania / klimatyzacji z uwzględnieniem ich sprawności; układ pompy ciepła, odzysk energii cieplnej z pozostałych elementów samochodu; systemy akumulacyjne).

Zajęcia 11 (1h): Zaliczenie.

Metody oceny:

Jedyną formą zaliczenia wykładu jest kolokwium odbywające się na ostatnich zajęciach.

W ramach kolokwium należy odpowiedzieć na trzy pytania otwarte: dwa oceniane w zakresie 0–20 pkt., a jedno w zakresie 0–10 pkt. Obowiązuje następująca punktacja: 0–28 pkt. – 2,0; 29–32 pkt. – 3,0; 33–38 pkt. – 3,5; 39–42 pkt. – 4,0; 43–47 pkt. – 4,5; 48–50 pkt. – 5,0.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
WIEDZA				
1.	–	tworzenie algorytmów obliczeniowych procesów generacji ciepła, tworzenie algorytmów projektowania układów rozpraszania ciepła	M2_W03	kolokwium końcowe
2.	–	znajomość generacji ciepła, w szczególności sprzężonych analiz elektromagnetyczno – cieplnych, poznanie nowych rozwiązań układów dystrybucji ciepła.	M2_W04	kolokwium końcowe
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	ANSYS z zróżnicowanymi modułami, autorskie algorytmy C++, Python	M2_U02	kolokwium, indywidualny kontakt z nauczycielem
4.	–	metody analizy konwekcji, z uwzględnieniem pól przepływowych, metody analizy heat – pipes, metody analizy TEC	M2_U01	kolokwium, indywidualny kontakt z nauczycielem
5.	–	ANSYS, Quick Field, metody sieci cieplnych	M2_U03	kolokwium, indywidualny kontakt z nauczycielem

Nazwa przedmiotu:

Maszyny elektryczne bez metali ziem rzadkich

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

50

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

1.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	20

Cel przedmiotu:

Celem kursu jest zapoznanie studentów z budową, zasadą działania właściwościami eksploatacyjnymi i regulacyjnymi maszyn elektrycznych bez metali ziem rzadkich.

Treści kształcenia:

Wiadomości nt. metali ziem rzadkich: właściwości magnetyczne i elektryczne, montaż magnesów w maszynach elektrycznych, utylizacja złomu zawierającego metali ziem rzadkich.

Wady i zalety stosowania metali ziem rzadkich w maszynach elektrycznych, porównanie maszyn z i bez metali ziem rzadkich.

Wiadomości o maszynach elektrycznych bez i z metalami ziem rzadkich stosowanych w przemyśle i w pojazdach, komutatorowe silniki prądu stałego wzbudzone elektromagnetycznie i z magnesami trwałymi (ferrytowymi, alnico), silniki indukcyjne, silniki synchroniczne wzbudzone elektromagnetycznie, silniki reluktancyjne przełączalne, silniki reluktancyjne synchroniczne, silniki bezszczotkowe prądu stałego BLDC, silniki synchroniczne z magnesami trwałymi PMSM.

Pole magnetyczne w maszynach elektrycznych, siła elektromotoryczna (napięcia indukowane), siła elektromagnetyczna (moment elektromagnetyczny).

Zasady budowy, podstawowe obwody, definicje charakterystycznych wielkości, zjawisko elektrodynamiczne, straty i sprawność, charakterystyki eksploatacyjne, regulacja prędkości obrotowej, maszyn synchronicznych wzbudzonych elektromagnetycznie, reluktancyjnych przełączalnych, reluktancyjnych synchronicznych.

Metody oceny:

Pisemne zaliczenie.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	Student posiada wiedzę z zakresu elektromagnetyzmu w maszynach elektrycznych.	M1_W02	Sprawdzian zaliczeniowy
2.	–	Znajomość zasady działania maszyn elektrycznych używanych w elektromobilności.	M1_W09	Sprawdzian zaliczeniowy
UMIEJĘTNOŚCI				
3.	–	Potrafi pracować w zespole pełniąc różne funkcje.	M1_U13	Ocena pracy podczas zajęć laboratoryjnych
4.	–	Potrafi wykonać pomiary wielkości elektrycznych i mechanicznych maszyn elektrycznych.	M1_U03	sprawozdanie z odrobionych ćwiczeń
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
5.	–	Umiejętność uwzględnienia aspektów energetycznych przy doborze i wykorzystaniu maszyn elektrycznych stosowanych w układach napędowych pojazdów elektrycznych.	M1_K05	Ocena sprawdzianu zaliczeniowego i sprawozdań z laboratorium
6.	–	Umiejętność uwzględniania aspektów ekonomicznych przy dobieraniu maszyn elektrycznych stosowanych w układach napędowych pojazdów elektrycznych.	M1_K02	Ocena sprawdzianu zaliczeniowego i sprawozdań z laboratorium

Nazwa przedmiotu:

Aspekty ekonomiczne i ekologiczne w transporcie elektrycznym (HES)

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

47

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

1

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym

1.0

Język prowadzenia zajęć:

polski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	30
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	0

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy na temat zagadnień ekonomicznych i ekologicznych w transporcie elektrycznym, w tym: ekonomiki wytwarzania, przetwarzania i użytkowania energii elektrycznej, zdobycie umiejętności wykonywania podstawowych obliczeń ekonomicznych, oceny wpływu na środowisko transportu elektrycznego.

Student po zakończeniu zajęć jest przygotowany do studiowania najnowszej literatury przedmiotu, zna obszary i kierunki badań prowadzonych przez Wydział w dziedzinie powiązanej w treściami przedmiotu. Jest przygotowany do prowadzenia działalności badawczej, zna i umie się posłużyć metodami, narzędziami i technikami badawczymi.

Treści kształcenia:

Zastosowanie funkcji arkusza kalkulacyjnego Excel do realizacji obliczeń ekonomicznych. Ocena ekonomicznej efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych w elektrotechnice. Ocena ekonomicznej efektywności inwestowania w odnawialne źródła energii i energetykę rozproszoną. Obliczanie kosztów wytwarzania, przesyłania i dystrybucji energii elektrycznej. Wyznaczanie i optymalizacja kosztów dostarczania energii elektrycznej w transporcie elektrycznym. Ocena ekonomiczno-finansowa przedsięwzięć racjonalizujących użytkowanie energii elektrycznej. Wpływ transportu na środowisko. Możliwości ograniczenia działalności człowieka na środowisko naturalne. Nowoczesne ekologiczne systemy transportu elektrycznego.

Metody oceny:

Sprawozdania z ćwiczeń podlegają ocenie. Warunkiem zaliczenia przedmiotu są pozytywne oceny z każdego ćwiczenia.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	–	wiedza z zakresu prowadzenia działalności naukowo-badawczej w szczególności rzetelnego opracowywania, dokumentowania i wizualizowania wyników badań, a także przygotowywania materiałów do publikacji	M2_W13	sprawozdania z ćwiczeń
2.	–	wiedza z zakresu systemów zasilania infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym w tym: wytwarzania, przesyłu i dystrybucji ze szczególnym uwzględnieniem aspektów ekonomicznych	M2_W05	sprawozdania z ćwiczeń
3.	–	wiedza z zakresu uwarunkowań ekonomicznych funkcjonowania elektromobilności	M2_W11	sprawozdania z ćwiczeń
UMIEJĘTNOŚCI				
4.	–	Potrafi pracować w zespole, realizować zadania zgodnie z harmonogramem oraz organizować i zarządzać pracą zespołu.	M2_U12	współpraca podczas realizacji ćwiczeń
5.	–	Potrafi dyskutować na tematy związane z ekonomicznymi aspektami elektromobilności.	M2_U13	współpraca podczas realizacji ćwiczeń
6.	–	Potrafi przygotować projekt przedsięwzięcia biznesowego w zakresie elektromobilności wraz z oceną opłacalności.	M2_U10	sprawozdania z ćwiczeń
7.	–	Potrafi przygotować analizę ekonomiczną projektu.	W2_U14	sprawozdania z ćwiczeń
8.	–	Potrafi przygotować koncepcję zasilania infrastruktury ze szczególnym uwzględnieniem elektromobilności.	M2_U05	sprawozdania z ćwiczeń
9.	–	Potrafi określić wymagania dla instalacji zasilających infrastrukturę dla elektromobilności, w tym stacji ładowania pojazdów elektrycznych, oraz przedstawić aspekty ekonomiczne rozwiązania technicznego.	M2_U06	sprawozdania z ćwiczeń

KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
10.	–	Potrafi definiować problemy z obszaru elektromobilności ze szczególnym uwzględnieniem aspektów ekonomicznych.	M2_K02	Praca podczas realizacji ćwiczeń
11.	–	umiejętność współdziałania w grupie	E2_K03	obserwacja podczas wykonywania ćwiczeń
12.	–	Potrafi zweryfikować oraz ocenić własną wiedzę i umiejętności analizowania informacji związanych z elektromobilnością.	M2_K01	Obrona sprawozdań z ćwiczeń
13.	–	świadomość ekonomicznych aspektów elektrotechniki i elektroenergetyki	E2_K02	obserwacja podczas wykonywania ćwiczeń

Nazwa przedmiotu:

E-mobilność w rehabilitacji i medycynie (E-mobility in rehabilitation and medicine)

Status przedmiotu:

Obowiązkowy

Liczba punktów ECTS:

4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:

126

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:

2

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:

4.0

Język prowadzenia zajęć:

polski/angielski

Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:

Wykład:	0
Ćwiczenia:	0
Laboratorium:	0
Projekt:	0
Seminarium (Warsztat):	45

Cel przedmiotu:

Poszerzenie wiedzy z zakresu teorii i zastosowań energoelektronicznych układów napędowych stosowanych w rehabilitacji i medycynie.

Poznanie roli energoelektroniki w sterowaniu i zasilaniu sprzętu rehabilitacyjnego oraz medycznego.

Treści kształcenia:

1. Implementacja nowych technologii w ochronie zdrowia.
2. Roboty, egzoszkielety, napędy terapeutyczne.
3. Podstawy anatomii i fizjologii narządu ruchu człowieka.
4. Programowalny i wielofunkcyjny manipulator przeznaczony do wykonywania różnych zadań rehabilitacyjnych poprzez zaprogramowane ruchy.
5. Optymalizacja rehabilitacji – rehabilitacja wspomagana przez roboty/komputery.
6. Rola dokładności sterowania silnikiem elektrycznym w rehabilitacji.
7. Occupational therapy (OT) przy użyciu zaawansowanych technologii.
8. Rozwój rehabilitacji pacjentów w śpiączce przy użyciu nowoczesnych urządzeń wspomagających ruch.

Metody oceny:

Zaliczenie na podstawie kolokwium w formie pisemnej i/lub ustnej oraz projektu.

Egzamin:

Zal

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
WIEDZA				
1.	-	Student ma uporządkowaną wiedzę na temat rozwiązań energoelektronicznych w zastosowaniu do rehabilitacji.	M2_W07	test pisemny i/lub ustny
2.	-	Student ma uporządkowaną wiedzę na temat warunków pracy systemów energoelektronicznych w rehabilitacji.	M2_W8	test pisemny i/lub ustny
3.	-	Student ma uporządkowaną wiedzę na temat zagadnień występujących na styku energoelektroniki i rehabilitacji.	M2_W04	test pisemny i/lub ustny
4.	-	Student ma uporządkowaną wiedzę na temat metod sterowania przekształtników i napędów w rehabilitacji.	M2_W10	test pisemny i/lub ustny
UMIĘJĘTNOŚCI				
5.	-	Potrafi stosować słownictwo specjalistyczne w zakresie elektromobilności i rehabilitacji.	M2_U14	test pisemny i/lub ustny
6.	-	Potrafi wykorzystywać metody modelowania do badania procesów w elektromobilności.	M2_U02	test pisemny i/lub ustny
7.	-	Potrafi dyskutować na tematy związane z elektromobilnością w rehabilitacji.	M2_U13	test pisemny i/lub ustny
8.	-	Potrafi wykorzystać programy symulacyjne i przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.	M2_U03	weryfikacja w trakcie zajęć
9.	-	Potrafi projektować systemy przetwarzania energii i napędy w zastosowaniu do rehabilitacji.	M2_U07	weryfikacja w trakcie zajęć
10.	-	Potrafi twórczo rozwijać stosowane metody na styku inżynierii i medycyny.	M2_U09	weryfikacja w trakcie zajęć
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
11.	-	Potrafi formułować i zadawać pytania związane z elektromobilnością w rehabilitacji.	M2_K02	dyskusja
12.	-	Potrafi samodzielnie dokonać krytyki i oceny informacji prasowych na temat elektromobilności w rehabilitacji.	M2_K01	dyskusja
13.	-	Rozumie wartość prawa autorskiego i potrafi działać etycznie na rzecz rozwoju elektromobilności w rehabilitacji.	M2_K03	dyskusja

Sprawdzono pod względem formalno-prawnym
zatwierdzam r.pr. Tomasz Szotucha /podpis/