

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Pojazdy Samochodowe

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: S

Stopień studiów: I

Specjalności: Budowa i badania pojazdów samochodowych, Diagnostyka i eksploatacja pojazdów samochodowych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Elektryczne i hybrydowe układy napędowe pojazdów samochodowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Electric and hybrid drive systems of automotive vehicles
KOD PRZEDMIOTU	WM POJSAM oIN B5 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	9	0	9	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z budową, zasadą działania, parametrami i cechami współczesnych układów napędu hybrydowego i elektrycznego pojazdów samochodowych. Przedstawienie problemów stojących na drodze rozwoju elektromobilności.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z budową, zasadą działania i parametrami zasadniczych podzespołów stosowanych w elektrycznych układach napędowych.

- Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi hamowania odzyskowego oraz wyrobienie umiejętności doboru podstawowych parametrów układu gromadzenia energii w pojazdach elektrycznych.
- Cel 4** Zapoznanie studentów z różnymi rodzajami współczesnych układów napędu hybrydowego pojazdów samochodowych oraz z zasadą działania i trybami pracy wybranych typów tych układów.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z parametrami wodoru jako nośnika energii, z jego metodami wytwarzania i magazynowania oraz z zasadą działania ogniw paliwowych typu PEM stosowanych we współczesnych pojazdach samochodowych zasilanych wodorem.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zaliczony przedmiot Elektrotechnika.
- 2 Zaliczony przedmiot Elektronika.
- 3 Zaliczony przedmiot Podstawy mechatroniki.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student charakteryzuje i przedstawia struktury współczesnych hybrydowych i elektrycznych układów napędowych. Student porównuje cechy hybrydowych i elektrycznych układów napędowych do konwencjonalnego napędu pojazdu silnikiem spalinowym. Student wymienia i charakteryzuje problemy rozwoju elektromobilności.
- EK2 Wiedza** Student wykazuje się wiedzą na temat budowy, parametrów, zasady działania i cech zasadniczych podzespołów stosowanych w elektrycznych układach napędu pojazdów samochodowych.
- EK3 Wiedza** Student posiada wiedzę z obszaru zagadnień dotyczących hamowania odzyskowego i systemów zarządzania baterią akumulatorów. Student zna podstawowe zasady doboru parametrów układu gromadzenia energii w pojazdach elektrycznych.
- EK4 Wiedza** Student wykazuje się wiedzą w zakresie podziału ze względu na konfigurację źródeł napędu, budowy, zasady działania i cech współczesnych hybrydowych układów napędu pojazdów samochodowych. Student zna i przedstawia zasadę działania i tryby pracy wybranych typów układów samochodów hybrydowych.
- EK5 Wiedza** Student ma wiedzę z zakresu zastosowania wodoru jako nośnika energii, jego metod magazynowania. Student przedstawia budowę i zasadę działania wodorowego ogniwa paliwowego typu PEM. Student zna budowę i zasadę działania układu napędowego. pojazdu samochodowego z ogniwnem paliwowym
- EK6 Umiejętności** Student wykorzystuje uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemu inżynierskiego z zakresu konstrukcji i działania elektrycznych układów napędowych stosowanych w pojazdach samochodowych.
- EK7 Umiejętności** Student wykorzystuje uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemu inżynierskiego z zakresu konstrukcji i działania hybrydowych układów napędowych stosowanych w pojazdach samochodowych.
- EK8 Kompetencje społeczne** Student pracuje w grupie i planuje jej pracę oraz przygotowuje sprawozdania z przeprowadzonych działań.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Badania pojazdu elektrycznego z obcowzbudnym silnikiem prądu stałego.	1
L2	Badania systemu sterowania i charakterystyk bezszczotkowego silnika prądu stałego na stanowisku laboratoryjnym.	1
L3	Układ napędu elektrycznego z silnikiem asynchronicznym i przemiennikiem częstotliwości.	1
L4	Badania samochodu z napędem elektrycznym.	2
L5	Badania samochodu osobowego z hybrydowym układem napędu.	2
L6	Badania wodorowego ogniwa paliwowego typu PEM na stanowisku laboratoryjnym.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Rys historyczny zastosowania hybrydowych i elektrycznych układów napędowych w pojazdach samochodowych. Charakterystyka i struktura współczesnych hybrydowych i elektrycznych układów napędowych. Porównanie cech hybrydowych i elektrycznych układów napędowych do konwencjonalnego napędu pojazdu silnikiem spalinowym. Problemy rozwoju elektrycznych układów napędu pojazdów samochodowych.	1
W2	Podzespoły stosowane w elektrycznych układach napędu pojazdów samochodowych. Maszyny elektryczne, rodzaje ogniwo elektrochemicznych, superkondensatory, przekształtniki prądu stałego, przemienniki częstotliwości. Metody i czujniki do określania położenia wirnika w bezszczotkowych maszynach z magnesem trwałym. Charakterystyki maszyn elektrycznych stosowanych wspólnie w pojazdach elektrycznych.	3
W3	Hamowanie z odzyskiem energii. System zarządzania pracą baterii akumulatorów. Zagadnienia energetyczne w pojazdach z napędem elektrycznym. Podstawowe zasady doboru systemu gromadzenia energii w pojazdach elektrycznych. Systemy ładowania akumulatorów w pojazdach elektrycznych.	1
W4	Podział hybrydowych układów napędu pojazdów ze względu na konfigurację źródeł napędu: szeregowo, równoległe i szeregowo-równoległe. Podział hybrydowych układów napędu pojazdów ze względu na realizowane funkcje: mikrohybrydowe, niepełne hybrydowe, pełne hybrydowe, plug-in. Budowa, parametry, zasada działania i tryby pracy wybranych układów napędu hybrydowego.	3
W5	Cechy i zastosowanie wodoru jako nośnika energii. Podział ogniwo paliwowych. Budowa i zasada działania ogniwa wodorowego typu PEM. Systemy magazynowania i dystrybucji wodoru. Pojazdy samochodowe napędzane ogniwami paliwowymi.	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Praca w grupach

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	18
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	42
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona z ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Zaliczenie wszystkich sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

W2 Uzyskanie pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA**
**B1 Wykonanie sprawozdań z laboratoriów**
**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student charakteryzuje i przedstawia struktury współczesnych hybrydowych i elektrycznych układów napędowych. Student porównuje cechy hybrydowych i elektrycznych układów napędowych do konwencjonalnego napędu pojazdu silnikiem spalinowym. Student wymienia i charakteryzuje problemy rozwoju elektromobilności.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student wykazuje się wiedzą na temat budowy, parametrów, zasady działania i cech zasadniczych podzespołów stosowanych w elektrycznych układach napędu pojazdów samochodowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student posiada wiedzę z obszaru zagadnień dotyczących hamowania odzyskowego i systemów zarządzania baterią akumulatorów. Student zna podstawowe zasady doboru parametrów układu gromadzenia energii w pojazdach elektrycznych.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student wykazuje się wiedzą w zakresie podziału ze względu na konfigurację źródeł napędu, budowy, zasady działania i cech współczesnych hybrydowych układów napędu pojazdów samochodowych. Student zna i przedstawia zasadę działania i tryby pracy wybranych typów układów samochodów hybrydowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student ma wiedzę z zakresu zastosowania wodoru jako nośnika energii, jego metod magazynowania. Student przedstawia budowę i zasadę działania wodorowego ogniwa paliwowego typu PEM. Student zna budowę i zasadę działania układu napędowego pojazdu samochodowego z ogniwnem paliwowym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L1, L2, L3 i L4.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L1, L2, L3 i L4.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L1, L2, L3 i L4.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L1, L2, L3 i L4.
NA OCENĘ 5.0	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L1, L2, L3 i L4. Student wykorzystuje uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemu inżynierskiego z zakresu konstrukcji i działania elektrycznych układów napędowych stosowanych w pojazdach samochodowych.

EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskuje 60% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L2, L3, L5 i L6.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskuje 70% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L2, L3, L5 i L6.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskuje 80% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L2, L3, L5 i L6.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskuje 90% punktów wymaganych do uzyskania na ocenę 5,0. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L2, L3, L5 i L6.
NA OCENĘ 5.0	Student wykorzystuje uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemu inżynierskiego z zakresu konstrukcji i działania hybrydowych układów napędowych stosowanych w pojazdach samochodowych. Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych z bloków L2, L3, L5 i L6.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych w sposób co najmniej w 60% zgodny z przedstawionymi wymaganiami.
NA OCENĘ 3.5	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych w sposób co najmniej w 70% zgodny z przedstawionymi wymaganiami.
NA OCENĘ 4.0	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych w sposób co najmniej w 80% zgodny z przedstawionymi wymaganiami.
NA OCENĘ 4.5	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych w sposób co najmniej w 90% zgodny z przedstawionymi wymaganiami.
NA OCENĘ 5.0	Student wykonał sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych w sposób w pełni zgodny z przedstawionymi wymaganiami.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	S1_W03 S1_W04 S1_W23 S1_W24	Cel 1	L1 W1	N1 N2 N4	F2 P1
EK2	S1_W03 S1_W04 S1_W23 S1_W24	Cel 2	L2 L3 L4 W2	N1 N2 N4	F2 P1
EK3	S1_W03 S1_W04 S1_W22 S1_W23 S1_W24	Cel 3	L1 L4 L5 W3	N1 N2 N4	F2 P1
EK4	S1_W03 S1_W04 S1_W23 S1_W24	Cel 4	L2 L5 W4	N1 N2 N4	F2 P1
EK5	S1_W03 S1_W04 S1_W10 S1_W23 S1_W24	Cel 5	L6 W5	N1 N2 N4	F2 P1
EK6	S1_U03 S1_U04 S1_U07 S1_K01 S1_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4	N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK7	S1_U03 S1_U04 S1_U07 S1_K03	Cel 1 Cel 4 Cel 5	L2 L3 L5 L6	N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK8	S1_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N2 N3 N4	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Ribbens W. — *Understanding Automotive Electronics*, Kidlington, 2017, Elsevier
- [2] Ehsani M., Gao Y., et al. — *Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles*, Boca Raton, 2019, CRC Press



- [3 ] **Merkisz J., Pielecha I.** — *Układy elektryczne pojazdów hybrydowych*, Poznań, 2015, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej
- [4 ] **Merkisz J., Pielecha I.** — *Układy mechaniczne pojazdów hybrydowych*, Poznań, 2015, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej
- [5 ] **Praca zbiorowa, tłum. Brzeżański M, Juda Z.,** — *Napedy hybrydowe, ogniwa paliwowe i paliwa alternatywne*, Warszawa, 2010, WKiŁ
- [6 ] **Larminie J., Lowry J.,** — *Electric Vehicle Technology Explained*, Chicester, 2012, John Wiley & Sons
- [7 ] **Chau K. T.** — *Electric vehicle machines and drives : design, analysis and application*, Chicester, 2015, John Wiley & Sons

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Gajek A., Juda Z.,** — *Czujniki*, Warszawa, 2008, WKiŁ
- [3 ] **Przepiórkowski J.,** — *Silniki elektryczne w praktyce elektronika*, Legionowo, 2012, BTC

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Marcin, Stanisław Noga (kontakt: [marcin.noga@pk.edu.pl](mailto:marcin.noga@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Marcin Noga (kontakt: [noga@pk.edu.pl](mailto:noga@pk.edu.pl))
- 2 Pracownicy Katedry M-04 (kontakt: )

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....