

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E3

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie, monitoring i diagnostyka układów elektrycznych, Automatyka w Przemysle 4.0, Elektroenergetyka

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Energoelektronika przemysłowa
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Power Electronics in Industry
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTRO_OD_2019/2020 oIIS PK3 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
1	15	0	15	15	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Omówienie strat mocy w falownikach napięcia przy twardym i miękkim przełączaniu. Zapoznanie studentów z aplikacjami przemysłowymi przekształtników energoelektronicznych w tym z falownikami trójfazowymi i rezonansowymi falownikami prądu.

Cel 2 Przedstawienie oddziaływania przekształtników na sieć zasilającą oraz omówienie prostowników pracujących z modulacją szerokości impulsów i zasad ich sterowania. Zapoznanie studentów z filtrami w układach z przekształtnikami energoelektronicznymi

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość zasad pracy i właściwości podstawowych sterowanych elementów energoelektronicznych
- 2 Znajomość struktur i zasad działania prostowników tyrystorowych, falowników napięcia, regulatorów prądu przemiennego i układów regulacji impulsowej napięcia stałego
- 3 Znajomość programu do symulacji pracy układów energoelektronicznych

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Poznanie metod wspomagania przełączania sterowanych elementów energoelektronicznych

EK2 Wiedza Poznanie złożonych układów przekształtnikowych, w tym trójpoziomowych falowników napięcia oraz rezonansowych falowników prądu

EK3 Wiedza Poznanie niekorzystnego oddziaływania przekształtników na sieć zasilającą i odbiorniki, poznanie zasad pracy i sterowania prostowników z modulacją szerokości impulsów oraz znajomość filtrów pasywnych stosowanych w układach z przekształtnikami

EK4 Umiejętności Umiejętność modelowania złożonych układów energoelektronicznych

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Twarde i miękkie przełączanie sterowanych elementów energoelektronicznych, wspomaganie przełączania w falownikach napięcia, straty i sprawność przekształtników	2
W2	Trójpoziomowe falowniki napięcia, rezonansowe falowniki prądu	3
W3	Parametry pracy falowników, zasilanie falowników napięcia, prostowniki z modulacją szerokości impulsów i zasady ich sterowania	4
W4	Sterowniki elementów półprzewodnikowych, separacja galwaniczna, zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe, prądy pojemnościowe w układach energoelektronicznych	3
W5	Oddziaływanie przekształtników na sieć zasilającą, filtry pasywne w układach z przekształtnikami energoelektronicznymi, rodzaje filtrów, dobór parametrów, chłodzenie elementów	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie do laboratorium, szkolenie BHP	2
L2	Trójpoziomowy falownik napięcia	3
L3	Rezonansowy falownik prądu	3
L4	Oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą	3
L5	Zaliczenie laboratorium (teoria, sprawozdania)	4

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Wspomaganie przełączania sterowanych elementów energoelektronicznych	3
K2	Trójpoziomowy falownik napięcia pracujący z modulacją szerokości impulsów	3
K3	Prostownik z modulacją szerokości impulsów	3
K4	Filtry pasywne w układach z prostownikami	3
K5	Zaliczenie laboratorium (teoria, sprawozdania)	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Praca w grupach

N4 Dyskusja

N5 Konsultacje

N7 Ćwiczenie laboratorium komputerowego

N8 Ćwiczenie laboratoryjne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	90
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F4 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratorium komputerowego

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ocen formujących

P3 Zaliczenie pisemne

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią oceny końcowej sprawdzianów wiedzy z tematyki wykładów oraz ocen końcowych zaliczenia laboratorium i laboratorium komputerowego. Wszystkie oceny przyjmowane są z wagą 1

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wyjaśnić potrzeby wspomagania przełączania elementów energoelektronicznych
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyjaśnić potrzebę wspomagania przełączania półprzewodnikowych przyrządów mocy
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3,0 oraz potrafi określić zasady wspomagania przełączania elementów
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3,5 oraz potrafi przedstawić zasady łagodnego przełączania w układach regulacji napięcia stałego
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4,0 oraz potrafi przedstawić zasady wspomagania przełączania elementów w trójfazowym falowniku napięcia
NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4,5 oraz potrafi omówić działanie układu łagodnego przełączania w trójfazowym falowniku napięcia
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna układu trójpoziomowego falownika napięcia ani rezonansowych falowników prądu
NA OCENĘ 3.0	Student zna układ trójpoziomowego falownika napięcia lub układ rezonansowego falownika prądu
NA OCENĘ 3.5	Student zna układ trójpoziomowego falownika napięcia oraz układ rezonansowego falownika prądu
NA OCENĘ 4.0	Student zna układ trójpoziomowego falownika napięcia oraz układ rezonansowego falownika prądu i potrafi wyjaśnić zasady sterowania trójpoziomowego falownika napięcia
NA OCENĘ 4.5	Student zna układ trójpoziomowego falownika napięcia oraz układ rezonansowego falownika prądu i potrafi wyjaśnić zasady sterowania trójpoziomowego falownika napięcia oraz zasady sterowania rezonansowego falownika prądu
NA OCENĘ 5.0	Student zna układ trójpoziomowego falownika napięcia oraz układ rezonansowego falownika prądu i potrafi wyjaśnić zasady sterowania trójpoziomowego falownika napięcia, zasady sterowania rezonansowego falownika prądu oraz potrafi dobrać parametry pracy układów
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wyjaśnić niekorzystnego oddziaływania prostowników na sieć zasilającą ani nie zna układu prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyjaśnić na czym polega niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą lub zna układ prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wyjaśnić na czym polega niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą oraz zna układ prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wyjaśnić na czym polega niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą, zna układ prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów oraz zna sposoby ograniczenia niekorzystnego oddziaływania prostowników na sieć zasilającą
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wyjaśnić na czym polega niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą, zna układ prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów, zna sposoby ograniczenia niekorzystnego oddziaływania prostowników na sieć zasilającą oraz zna struktury filtrów pasywnych
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wyjaśnić na czym polega niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą, zna układ prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów, zna sposoby ograniczenia niekorzystnego oddziaływania prostowników na sieć zasilającą, zna struktury filtrów pasywnych oraz zna zasady sterowania prostownikami pracującymi z modulacją szerokości impulsów
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi sformułować modelu trójpoziomowego falownika napięcia ani rezonansowego falownika prądu ani prostownika pracującego z modulacją szerokości impulsów
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi sformułować model jednego wybranego przekształtnika
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi sformułować modele dwóch wybranych przekształtników
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi sformułować modele wszystkich wymienionych przekształtników
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi sformułować modele wszystkich wymienionych przekształtników oraz wprowadzić do modelu algorytm sterowania
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi sformułować modele wszystkich wymienionych przekształtników, wprowadzić do modelu algorytm sterowania oraz wprowadzić tory sprzężeń zwrotnych

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W04 K_W07 K_U04 K_U05 K_U10 K_U12 K_K02	Cel 1 Cel 2	W1 K1	N1 N2 N3 N4 N5 N7	F1 F2 F3 F4 P1 P3

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK2	K_W02 K_W04 K_W07 K_U04 K_U05 K_U10 K_U12	Cel 2	W3 W5 K3	N1 N2 N3 N4 N5 N7	F1 F2 F3 F4 P1 P3
EK3	K_W04 K_W07 K_W10 K_W12 K_U04 K_U05 K_K02	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 K1 K2 K3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F4 P1
EK4	K_W04 K_W07 K_U03 K_U04 K_U10 K_U12 K_K02	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4 N5 N7	F1 F2 F3 F4 P1 P3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Drozdowski P.** — *Wprowadzenie do napędów elektrycznych*, Kraków, 1998, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [2] | **Nowak M., Barlik R., Rąbkowski J** — *Poradnik inżyniera energoelektronika*, Warszawa, 2014, WNT
- [3] | **Tunia H., Winiarski B.** — *Energoelektronika*, Warszawa, 1994, WNT
- [4] | **Januszewski S., Świątek H., Zymmer K.** — *Przyrządy energoelektroniczne i ich zastosowania*, Warszawa, 2008, Wydawnictwa Książkowe Instytutu Elektrotechniki

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Piróg S.** — *Układy o komutacji sieciowej i o komutacji twardej*, Kraków, 2006, Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne
- [2] | **Tunia H., Winiarski B.** — *Energoelektronika w pytaniach i odpowiedziach*, Warszawa, 1996, WNT

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **Witold Mazgaj, Zbigniew Szular** — *Konspekty do wykładów*, PK Kraków, 2019,

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Prof PK Witold Mazgaj (kontakt: wmazgaj@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Dr hab. inż. Witold Mazgaj (kontakt: witold.mazgaj@pk.edu.pl)
- 2 Dr inż. Zbigniew Szular (kontakt: zbigniew.szular@pk.edu.pl)
- 4 Mgr inż. Marcin Wawro (kontakt: mmwawro@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....