

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: II

Specjalności: Elektroenergetyka

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Energoelektronika przemysłowa   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power Electronics in Industry   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK ELEKTROTECH oIS PK7 19/20 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                            |
| SEMESTRY                                | 1                               |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 1       | 20      | 0         | 0           | 10                              | 15       | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zagadnieniami wspomagania przełączania sterowanych elementów energoelektronicznych

**Cel 2** Zapoznanie studentów ze złożonymi aplikacjami przemysłowymi przekształtników energoelektronicznych w tym z prostownikami rewersyjnymi i przekształtnikami dwumostkowymi oraz z możliwościami przetwarzania energii za pomocą przekształtników półprzewodnikowych

**Cel 3** Przedstawienie oddziaływania prostowników na sieć zasilającą oraz omówienie prostowników pracujących z modulacją szerokości impulsów i zasad ich sterowania. Zapoznanie studentów z filtrami w układach z przekształtnikami energoelektronicznymi

**Cel 4** Nabycie umiejętności projektowania podstawowych układów przekształtnikowych, doboru metody ich sterowania i zabezpieczeń

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

- 1 Znajomość podstawowych definicji i praw teorii obwodów, znajomość programów MatLab i PSpice
- 2 Znajomość zasad pracy i właściwości podstawowych sterowanych elementów energoelektronicznych
- 3 Znajomość struktur i zasad działania prostowników tyrystorowych, falowników napięcia i falowników prądu, regulatorów prądu przemiennego i układów regulacji impulsowej napięcia stałego

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Poznanie metod wspomagania przełączania sterowanych elementów energoelektronicznych

**EK2 Wiedza** Poznanie złożonych układów przekształtnikowych, w tym prostowników rewersyjnych i przekształtników dwumostkowych

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

**EK4 Umiejętności** Umiejętność zaprojektowania układów z przekształtnikami energoelektronicznymi dla zadanych wymagań

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKTY |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| P1       | 1. Układy ZCS i ZVS wspomagające przełączanie sterowanych elementów energoelektronicznych w układzie regulacji impulsowej napięcia stałego 2. Wspomaganie przełączania w trójfazowym falowniku napięcia 3. Trójfazowy sterowany prostownik w układzie gwiazdowym pracujący na zadawane napięcie wyjściowe 4. Trójfazowy sterowany prostownik w układzie mostkowym pracujący na zadawane napięcie wyjściowe 5. Trójfazowy falownik napięcia generujący na wyjściu napięcie w postaci fali prostokątnej 6. Trójfazowy falownik napięcia pracujący z modulacją szerokości impulsów 7. Trójfazowy trójpoziomowy falownik napięcia 8. Trójfazowy regulator prądu przemiennego bez przewodu zerowego z zadawaniem wartości skutecznej napięcia wyjściowego 9. Układ regulacji impulsowej obniżający napięcie stałe z zadawaniem napięcia wyjściowego 10. Układ regulacji impulsowej napięcia stałego z zadawaniem prądu odbiornika 11. Układ regulacji impulsowej podwyższający napięcie stałe z zadawaniem napięcia wyjściowego 12. Trójfazowy falownik prądu zasilający silnik indukcyjny 13. Rezonansowy falownik prądu 14. Prostownik pracujący z modulacją szerokości impulsów z zadawaniem napięcia wyjściowego | 15               |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                      |                  |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Wspomaganie przełączania sterowanych elementów energoelektronicznych | 3                |
| <b>K2</b>               | Układ przetwarzania energii z przekształtnikiem dwumostkowym         | 4                |
| <b>K3</b>               | Prostownik z modulacją szerokości impulsów                           | 3                |

| WYKŁADY   |                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Twarde i miękkie przełączanie sterowanych elementów energoelektronicznych, wspomaganie przełączania w układach regulacji impulsowej napięcia stałego, wspomaganie przełączania w falownikach napięcia | 4                |
| <b>W2</b> | Rewersyjne (nawrotne) układy prostowników, sterowanie prostowników rewersyjnych                                                                                                                       | 4                |
| <b>W3</b> | Oddziaływanie prostowników tyrystorowych na sieć zasilającą, prostowniki z modulacją szerokości impulsów i zasady ich sterowania                                                                      | 4                |
| <b>W4</b> | Przekształtniki dwumostkowe, możliwości przetwarzania energii za pomocą przekształtników dwumostkowych                                                                                                | 4                |
| <b>W5</b> | Filtry w układach z przekształtnikami energoelektronicznymi, rodzaje filtrów, dobór parametrów                                                                                                        | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Praca w grupach

**N4** Dyskusja

**N5** Konsultacje

**N6** Ćwiczenia projektowe

**N7** Ćwiczenie laboratorium komputerowego

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 4                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 9                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F4** Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P3** Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną oceny końcowej sprawdzianów wiedzy z tematyki wykładów oraz oceny końcowej z laboratorium komputerowego i projektu. Wszystkie oceny przyjmowane są z wagą 1

### KRYTERIA OCENY

|                     |
|---------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |
|---------------------|

|                     |                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi wyjaśnić potrzebę wspomagania przełączania półprzewodnikowych przyrządów mocy                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi przedstawić zasady łagodnego przełączania w układach regulacji napięcia stałego                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi przedstawić zasady łagodnego przełączania w trójfazowych falownikach napięcia                                                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi przedstawić strukturę przekształtnika dwumostkowego i prostownika rewersyjnego                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna zasady sterowania przekształtnika dwumostkowego dla obu kierunków przepływu energii, potrafi omówić zasady sterowania prostowników rewersyjnych                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi przedstawić przykłady zastosowań przekształtników dwumostkowych i prostowników rewersyjnych                                                                                                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyjaśnić niekorzystne oddziaływanie prostowników na sieć zasilającą, potrafi przedstawić podstawowe rodzaje filtrów stosowanych w układach z przekształtnikami energoelektronicznymi              |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna zasadę pracy prostowników z modulacją szerokości impulsów                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna zasady sterowania prostowników pracujących z modulacją szerokości impulsów, potrafi wyjaśnić wpływ zastosowania filtrów na pracę układów z przekształtnikami                                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi przedstawić proste zastosowania trójfazowego prostownika mostkowego, trójfazowego falownika napięcia i trójfazowego regulatora prądu przemiennego wraz z doбором parametrów tych przekształtników |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi wybrać sposób sterowania, przedstawić schemat blokowy układu sterowania oraz określić wartości parametrów sterowania dla zadanych warunków pracy                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi podać przykład układu przetwarzania energii z wykorzystaniem dwóch przekształtników energoelektronicznych                                                                                                 |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE   | SPOSOBY OCENY        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1           | K1 W1                            | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 | F1 F2 F3 F4 P1<br>P3 |
| EK2               |                                                                                | Cel 2           | K2 W2 W4                         | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 | F1 F2 F3 F4 P1<br>P3 |
| EK3               |                                                                                | Cel 3           | K3 W3 W5                         | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6 N7 | F1 F2 F3 F4 P1<br>P3 |
| EK4               |                                                                                | Cel 4           | P1 K1 K2 K3<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6    | F1 F2 F4 P1          |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Drozdowski P.** — *Wprowadzenie do napędów elektrycznych*, Kraków, 1998, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [2] | **Nowak M., Barlik R.** — *Poradnik inżyniera energoelektronika*, Warszawa, 1998, 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*, 0,

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 Dr hab. inż. Witold Mazgaj (kontakt: [wmazgaj@pk.edu.pl](mailto:wmazgaj@pk.edu.pl))

2 Dr inż. Zbigniew Szular (kontakt: [aszs@poczta.fm](mailto:aszs@poczta.fm))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....