

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E7

Stopień studiów: I

Specjalności: Automatyka w układach elektrycznych, Trakcja elektryczna, Inżynieria systemów elektrycznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Konstrukcja urządzeń energoelektronicznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Design of Power Electronics Devices        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK EIA20_21_IST_ST oIS PK33 21/22       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                       |
| SEMESTRY                                | 6                                          |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 6       | 30      | 0         | 30          | 0                               | 15       | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z metodami i układami sterowania przekształtników energoelektronicznych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zasadami działania typowych sterowników półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz modulatorów szerokości impulsów

**Cel 3** Przedstawienie struktury blokowej podstawowych przekształtników energoelektronicznych, układów pomiaru prądów i napięć, sposobów ochrony przekształtników przed przepięciami i przetężeniami i sposobów chłodzenia

**Cel 4** Wykonanie projektów prostych urządzeń energoelektronicznych

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

1 Znajomość zasad pracy i właściwości podstawowych półprzewodnikowych przyrządów mocy

2 Znajomość układów i zasad pracy prostowników sterowanych, falowników napięcia i prądu, regulatorów prądu przemiennego i układów regulacji impulsowej napięcia stałego

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość metod sterowania przekształtników energoelektronicznych: prostowników, falowników napięcia i falowników prądu, regulatorów prądu przemiennego, układów regulacji impulsowej napięcia stałego

**EK2 Wiedza** Znajomość zasad działania podstawowych sterowników elementów półprzewodnikowych i sposobu ich łączenia z nadrzędnym układem sterowania

**EK3 Umiejętności** Umiejętność doboru podstawowych parametrów sterowania układów energoelektronicznych oraz wpływu zmian tych parametrów na pracę układów energoelektronicznych

**EK4 Umiejętności** Umiejętność zaprojektowania prostych układów energoelektronicznych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKTY |                                                                                                                                                                                                     |                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| P1       | Wykonanie projektów (do wyboru): jednofazowego prostownika sterowanego, jednofazowego falownika napięcia, jednofazowego regulatora prądu przemiennego, układu regulacji impulsowej napięcia stałego | 15               |

| LABORATORIA |                                                                              |                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                       | LICZBA<br>GODZIN |
| L1          | Sterowanie tyrystorowego prostownika mostkowego                              | 5                |
| L2          | Trójfazowy regulator prądu przemiennego                                      | 5                |
| L3          | Sterowanie trójfazowych falowników napięcia                                  | 5                |
| L4          | Trójfazowy falownik prądu z diodami odcinającymi, rezonansowy falownik prądu | 5                |
| L5          | Regulacja impulsowa napięcia stałego                                         | 5                |

| LABORATORIA |                                                                                |                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L6</b>   | Sterowniki półprzewodnikowych przyrządów mocy i modulatory szerokości impulsów | 5                |

| WYKŁADY   |                                                                                                                           |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Sterowanie prostowników tyrystorowych i regulatorów prądu przemiennego, sprzężenia zwrotne                                | 6                |
| <b>W2</b> | Metody sterowania falowników napięcia, parametry sterowania, sterowanie falowników prądu                                  | 9                |
| <b>W3</b> | Sterowanie w układach regulacji impulsowej napięcia stałego                                                               | 4                |
| <b>W4</b> | Sterowniki półprzewodnikowych przyrządów mocy, modulatory szerokości impulsów                                             | 4                |
| <b>W5</b> | Podzespoły składowe przekształtników energoelektronicznych, metody pomiaru prądów i napięć w układach przekształtnikowych | 3                |
| <b>W6</b> | Sposoby ochrony półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz przekształtników przez przepięciami i przetężeniami               | 2                |
| <b>W7</b> | Podstawy projektowania urządzeń energoelektronicznych                                                                     | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Praca w grupach

**N5** Dyskusja

**N6** Konsultacje

**N7** Ćwiczenia projektowe

## 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                                                               | 75                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <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                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>127</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 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

**P2** Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną oceny końcowej sprawdzianów wiedzy z tematyki wykładów, oceny końcowej z laboratorium i oceny końcowej z projektu. Ocena końcowa sprawdzianów wiedzy z tematyki wykładów przyjmowana jest z wagą 2, ocena końcowa laboratorium i projektu z wagą 1

### KRYTERIA OCENY

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

|                     |                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Zna zasadę sterowania falowników pracujących z prostokątną falą napięcia wyjściowego oraz zna zasady i układy sterowania prostowników                                                           |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna zasady sterowania falowników pracujących z sinusoidalną modulacją szerokości impulsów, zna zasady sterowania regulatorów prądu przemiennego i układów regulacji impulsowej napięcia stałego |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna zasady sterowania falowników prądu                                                                                                                                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowe sterowniki tyrystorów i tranzystorów IGBT                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna schematy funkcjonalne podstawowych sterowników tyrystorów i tranzystorów IGBT                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna układy połączeń sterowników z sygnałami sterującymi i sygnałami sprzężeń zwrotnych                                                                                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi dobrać wartości parametrów sterowania skalarne falowników napięcia, umie dobrać wartości parametrów sterowania prostowników                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | Umie dobrać wartości parametrów sterowania regulatorów prądu przemiennego i układów regulacji impulsowej obniżających.                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi określić wpływ zmian parametrów wprowadzanych do pamięci falownika na pracę układu                                                                                                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | potrafi zaprojektować obwód główny wybranego przekształtnika energoelektronicznego                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | potrafi zaprojektować obwód główny wybranego przekształtnika energoelektronicznego oraz potrafi zaprojektować układ sterownika elementu energoelektronicznego                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | potrafi zaprojektować obwód główny wybranego przekształtnika energoelektronicznego i układ sterownika elementu energoelektronicznego oraz zaprojektować prosty układ sterowania przekształtnika |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU            | TREŚCI PROGRAMOWE                                  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| EK1               | EiA_W13<br>EiA_W20<br>EiA_U05<br>EiA_K03                                       | Cel 1 Cel 3                | L1 L2 L3 L4 L5<br>W1 W2 W3 W5<br>W6                | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK2               | EiA_W13<br>EiA_W20<br>EiA_U05<br>EiA_K03                                       | Cel 2 Cel 3                | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 W4 W5 W6                      | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK3               | EiA_W13<br>EiA_W20<br>EiA_U05<br>EiA_K03                                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6          | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK4               | EiA_W13<br>EiA_W20<br>EiA_U05<br>EiA_K03                                       | Cel 4                      | P1 L1 L2 L3 L4<br>L5 L6 W1 W2<br>W3 W4 W5 W6<br>W7 | N4 N5 N6 N7           | 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, 2014, WNT
- [3] | Tunia H., Winiarski B. — *Energoelektronika*, Warszawa, 1994, WNT

### 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] | Mazgaj W. — *Konspekty do wykładu*, PK Kraków, 2019,

## 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: [zszular@pk.edu.pl](mailto:zszular@pk.edu.pl))

3 Dr inż. Arkadiusz Duda (kontakt: [aduda@pk.edu.pl](mailto:aduda@pk.edu.pl))

4 Mgr inż. Dariusz Cholewa (kontakt: [dcholewa@pk.edu.pl](mailto:dcholewa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....  
.....  
.....  
.....