

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Energ

Stopień studiów: II

Specjalności: Odnawialne źródła energii elektrycznej

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zakłócenia w układach elektroenergetycznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Disturbances in Power Systems
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ENERGET oIIS PW12 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	2

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
2	30	0	0	15	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie zagadnień związanych z podstawowymi typami zakłóceń w systemie elektroenergetycznym i ich charakterystyka

**Cel 2** Modelowanie różnych typów zakłóceń w programie Matlab-Simulink

**Cel 3** Poznanie zjawisk związanych z odpowiedzią systemu elektroenergetycznego na poszczególne typy zaburzeń - zagadnienia związane z opisem systemu oraz warunkami jego stabilnej pracy

**Cel 4** Badanie odpowiedzi systemu na różne typy zaburzeń za pomocą symulacji w programie Matlab Simulink

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

1 Znajomość podstawowych zagadnień związanych z rozplywem mocy w systemie

2 Znajomość podstaw modelowania w programie Matlab Simulink

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość podstawowych zjawisk powodujących zakłócenia w systemie elektroenergetycznym oraz ich klasyfikacja

**EK2 Umiejętności** Umiejętność tworzenia modeli procesów związanych z zaburzeniami w programie Matlab Simulink

**EK3 Wiedza** Znajomość opisu systemu elektroenergetycznego przy pomocy równań stanu oraz równań algebraicznych dla stacjonarnego rozplywu mocy

**EK4 Umiejętności** Umiejętność zastosowania opisu systemu elektroenergetycznego w budowie oraz symulacji modelu takiego systemu

**EK5 Wiedza** Umiejętność opisu zjawisk związanych z odpowiedzią systemu elektroenergetycznego na zaburzenie

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Typy zakłóceń i ich charakterystyka oraz modele matematyczne zakłóceń (modele łuku, modele fali przepięciowej, modele reprezentujące gwałtowne zmiany impedancji układu, modele termiczne elementów układu elektroenergetycznego)	6
<b>W2</b>	Zaburzenia jako procesy naruszenia równowagi statycznej systemu	6
<b>W3</b>	Odpowiedz systemu elektrycznego na zaburzenie - opis dynamiki tej odpowiedzi wraz z opisem zachowania poszczególnych elementów systemu w trakcie i po zaburzeniu	11
<b>W4</b>	Modele elementów systemu elektroenergetycznego oraz ich ograniczenia w symulowaniu zjawisk wywołanych zakłóceniami	5
<b>W5</b>	sprawdzenie stanu wiedzy - 2 kolokwia po 1 godzinie	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Modelowanie podstawowych elementów systemu elektroenergetycznego w programie Matlab Simulink oraz znaczenie warunków początkowych dla prawidłowego przebiegu symulacji	3
<b>K2</b>	Modelowanie procesów zwarciovych oraz przepięć w systemie elektroenergetycznym	3
<b>K3</b>	Badanie odpowiedzi układów elektroenergetycznych o różnych strukturach na zaburzenia rozplywu mocy	3
<b>K4</b>	Budowa modelu wielo-generatorowego systemu elektroenergetycznego, badanie jego odpowiedzi na zwarcia w zależności od położenia miejsca zwarcia oraz typu zwarcia	3
<b>K5</b>	Prezentacja wykonanych ćwiczeń wraz z omówieniem wyników	2
<b>K6</b>	Pokaz przebiegów zwarciovych oraz przebiegów łączeniowych w laboratorium sprzętowym i porównanie ich z przebiegami otrzymanymi z symulacji	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Praca w grupach

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Dyskusja

**N5** 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	45
Konsultacje przedmiotowe	5
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	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<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 Kolokwium

F2 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 W przypadku braku prezentacji projektu laboratoryjnego na zajęciach- praca pisemna pokazująca proces tworzenia projektu wraz ze sformułowaniem wniosków końcowych

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt zespołowy

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	brak wiedzy na temat zakłóceń

NA OCENĘ 3.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia
NA OCENĘ 3.5	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej
NA OCENĘ 4.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego,
NA OCENĘ 4.5	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego, znajomość przebiegów prądów zwarciovych oraz umiejętność określenia czynników wpływających na te przebiegi
NA OCENĘ 5.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego, znajomość przebiegów prądów zwarciovych oraz umiejętność określenia czynników wpływających na te przebiegi a także umiejętność oceny zaburzeń i zakłóceń pod względem potencjalnego zagrożenia dla systemu elektroenergetycznego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość narzędzia
NA OCENĘ 3.0	Budowa relatywnie prostych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja
NA OCENĘ 3.5	Budowa relatywnie prostych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki;
NA OCENĘ 4.0	Budowa relatywnie prostych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości;
NA OCENĘ 4.5	Budowa rozbudowanych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości;
NA OCENĘ 5.0	Budowa rozbudowanych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości; Umiejętność oceny które zjawiska są a które powinny być jeszcze uwzględnione
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności formułowania równań stanu oraz warunków rozplywu mocy dla systemu elektroenergetycznego
NA OCENĘ 3.0	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego,

NA OCENĘ 3.5	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia
NA OCENĘ 4.0	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego,
NA OCENĘ 4.5	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia odpowiedzi systemu na zaburzenie
NA OCENĘ 5.0	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia odpowiedzi systemu na zaburzenie, wiedza na temat ograniczeń przestrzeni stanów stabilnych systemu wynikających z parametrów elementów systemu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak znajomości typowych modeli elementów systemu elektroenergetycznego
NA OCENĘ 3.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń;
NA OCENĘ 3.5	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, dobór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego
NA OCENĘ 4.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego dobór parametrów numerycznych
NA OCENĘ 4.5	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego dobór parametrów numerycznych, tworzenie alternatywnych modeli w programie Matlab/Simulink
NA OCENĘ 5.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego dobór parametrów numerycznych, tworzenie alternatywnych modeli w programie Matlab/Simulink, znajomość niuansów poszczególnych modeli Simulinka
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności określenia typu odpowiedzi systemu na zaburzenie

NA OCENĘ 3.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego
NA OCENĘ 3.5	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu
NA OCENĘ 4.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku)
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku) i umiejętność zastosowania tej metody
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku) i umiejętność zastosowania tej metody a także znajomość czynników wpływających na stabilną pracę systemu elektroenergetycznego

## 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_W02	Cel 1	W1 K1	N1 N5	F2
EK2	K_W02, K_W05	Cel 2	W2 K2	N1 N2 N3	F1
EK3	K_W05	Cel 3	W3 W4 K3 K4	N1 N4	F1 F2
EK4	K_U09, K_U16, K_K04	Cel 3 Cel 4	W4 K4	N2 N3 N4 N5	F1
EK5	K_W02, K_U19, K_K04	Cel 3 Cel 4	K5 K6	N2 N3 N5	F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **P. Kacejko J.Machowski** — *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*, Warszawa, 2009, WNT
- [2 ] **J. Machowski** — *Regulacja i stabilność systemu elektroenergetycznego*, Warszawa, 2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [3 ] **A. Sowa** — *Kompleksowa ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa*, Warszawa, 2006, cosiw

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **H. Gładys R. Malta** — *Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym*, Warszawa, 1999, WNT

### LITERATURA DODATKOWA

- [1 ] Materiały z wykładu przekazane po zakończeniu wykładu

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Prof PK Jerzy Szczepanik (kontakt: [jszczepanik@pk.edu.pl](mailto:jszczepanik@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Jerzy Szczepanik (kontakt: [jerzy\\_szczepanik@hotmail.com](mailto:jerzy_szczepanik@hotmail.com))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....