

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: Elek

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria systemów elektrycznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Niesymetrie w układach trójfazowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Asymmetries in three-phase systems
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTROTECH oIS PW48 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	7

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
7	30	0	15	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie opisu układów trójfazowych za pomocą składowych symetrycznych

**Cel 2** Poznanie sposobów modelowania niesymetrycznych stanów pracy układów trójfazowych.

**Cel 3** Nabycie umiejętności formułowania równań prostych układów trójfazowych w stanach zaburzenia symetrii

**Cel 4** Poznanie metod modelowania stanów awaryjnych w systemach elektroenergetycznych

**Cel 5** Nabycie umiejętności modelowania niesymetrii w układach elektroenergetycznych

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

1 Znajomość podstawowych pojęć i praw dla trójfazowych obwodów elektrycznych

2 Znajomość budowy i podstawowych zależności dla maszyn i urządzeń elektrycznych w układach elektroenergetycznych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość modeli elementów układów elektroenergetycznych dla stanów ustalonych w składowych symetrycznych

**EK2 Wiedza** Znajomość metod modelowania stanów awaryjnych w układach elektroenergetycznych

**EK3 Umiejętności** Umiejętność formułowania i rozwiązywania równań prostych układów elektroenergetycznych w stanach awaryjnych

**EK4 Umiejętności** Umiejętność posługiwania się pakietem Matlab dla modelowania stanów awaryjnych w układach elektroenergetycznych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Niesymetrie w układzie trójfazowym przy połączeniu równoległym odbiornika R i silnika indukcyjnego. Celem ćwiczenia jest zaobserwowanie zmian wartości prądów układu przy zadawanych różnych niesymetriach w układzie. Opracowanie sprawozdania obejmuje obliczenia w składowych symetrycznych przy przyjęciu podanych wartości parametrów odbiornika R i silnika.	4
L2	Obciążenie niesymetryczne transformatora trójfazowego. Ćwiczenie obejmuje pomiary mające na celu wyznaczenie parametrów schematu zastępczego transformatora trójfazowego dla składowej zerowej oraz zgodnej i przeciwnej. Dokonywane są również pomiary transformatora obciążonego niesymetrycznie: dla obciążenia jednofazowego i dwufazowego. Opracowanie sprawozdania obejmuje obliczenie parametrów schematu zastępczego oraz wartości prądów przewodowych przy wykorzystaniu teorii składowych symetrycznych.	3
L3	Niesymetria trójfazowych układów R,L oraz układów nieliniowych. Celem pierwszej części ćwiczenia jest analiza prądów w układach trójfazowych zawierających liniowe elementy RL: pomiary oraz obliczenia przy użyciu składowych symetrycznych. Druga część ćwiczenia to analiza harmoniczna (przy użyciu transformacji FFT) prądów w obwodzie z elementami nieliniowymi (żarówki energooszczędne) dla różnych układów połączeń (D, Y, Yn).	4

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L4</b>	Niesymetria zewnętrzna silnika asynchronicznego. W ramach ćwiczenia dokonywane są pomiary pracy maszyny indukcyjnej pierścieniowej pozwalające na wyznaczenie parametrów zastępczych dla składowych symetrycznych. Następnie badany jest wpływ niesymetrii zasilania oraz niesymetrii uzwojeń wirnika na parametry pracy maszyny (prądy, moment).	4

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Opis elementów układów elektroenergetycznych w składowych symetrycznych dla stanów ustalonych: odbiorników statycznych, transformatorów, maszyn elektrycznych, generatorów	5
<b>W2</b>	Modelowanie transformatorów w warunkach niesymetrycznego zasilania i obciążenia	3
<b>W3</b>	Przykładowe obliczenia prądów w transformatorach elektroenergetycznych obciążanych lub zasilanych niesymetrycznie w układach elektroenergetycznych o różnych poziomach napięć. Obliczanie parametrów na podstawie ograniczonej informacji.	5
<b>W4</b>	Klasyfikacja awaryjnych stanów pracy w układach elektroenergetycznych oraz metody ich modelowania: parametryczna i topologiczna. Przykłady modelowania	3
<b>W5</b>	Modelowanie zwarć i przerw w układach elektroenergetycznych o strukturze promieniowej przy reprezentacji źródła i odbiornika w składowych symetrycznych	4
<b>W6</b>	Obliczanie prądów zwarć niesymetrycznych w układzie źródło-odbiornik z uwzględnieniem zastępczej reprezentacji sieci zasilającej oraz odbiorczej w składowych symetrycznych.	4
<b>W7</b>	Obliczanie prądów zwarć niesymetrycznych w linii elektroenergetycznej dwustronnie zasilanej przy reprezentacji punktów zasilania w składowych symetrycznych.	3
<b>W8</b>	Modelowanie zwarć i przerw w układach elektroenergetycznych o strukturze pierścieniowej.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Praca w grupach

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	0
Konsultacje przedmiotowe	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<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>45</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Kolokwium

F3 Test

F4 Ćwiczenie praktyczne

F5 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F6 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obecność na wykładach

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

B2 Projekt zespołowy

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość zasad tworzenia modeli elementów układów elektro-energetycznych w składowych symetrycznych
NA OCENĘ 3.0	Znajomość modeli niesymetrycznych odbiorników statycznych przy połączeniu w gwiazdę oraz trójkąt
NA OCENĘ 3.5	Jak wyżej, oraz znajomość schematów zastępczych transformatorów energetycznych o różnych grupach połączeń
NA OCENĘ 4.0	Jak wyżej, oraz znajomość modeli transformatorów energetycznych zasilanych i obciążanych niesymetrycznie w składowych symetrycznych.
NA OCENĘ 4.5	Jak wyżej, oraz znajomość modeli linii napowietrznych i kablowych w składowych symetrycznych w warunkach niesymetrii
NA OCENĘ 5.0	Jak wyżej, oraz znajomość schematów zastępczych maszyn indukcyjnych i generatorów synchronicznych dla składowych symetrycznych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nieumiejętność utworzenia równań niesymetrycznego układu trójfazowego skojarzonego w gwiazdę dla składowych symetrycznych
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność utworzenia modeli niesymetrycznego źródła i odbiornika dla składowych symetrycznych
NA OCENĘ 3.5	Jak wyżej, oraz umiejętność zapisywania równań transformatorów zasilanych i obciążanych niesymetrycznie o różnych grupach połączeń,
NA OCENĘ 4.0	Jak wyżej, oraz umiejętność modelowania niesymetrii zewnętrznych dla maszyn elektrycznych oraz generatorów symetrycznych wewnętrznie
NA OCENĘ 4.5	Jak wyżej, oraz umiejętność modelowania zwarć i przerw w układach trójfazowych metodą parametryczną
NA OCENĘ 5.0	Jak wyżej, oraz umiejętność modelowania zwarć i przerw w układach trójfazowych metodą topologiczną
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość metod modelowania stanów awaryjnych w układach trójfazowych
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność zapisania równań modelu układu źródło-odbiornik dla różnych stanów awaryjnych przy modelowaniu parametrycznym dla składowych symetrycznych
NA OCENĘ 3.5	Jak wyżej, oraz umiejętność analizy zwarć niesymetrycznych w układzie źródło-odbiornik
NA OCENĘ 4.0	Jak wyżej, oraz umiejętność analizy przerw w tym układzie metodą topologiczną

NA OCENĘ 4.5	Jak wyżej, oraz umiejętność formułowania równań układów o strukturze promieniowej zawierających obiekty niesymetryczne
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność formułowania równań układów elektroenergetycznych o strukturze pierścieniowej zawierających obiekty niesymetryczne
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nieumiejętność posługiwania się pakietem Matlab dla analizy układów elektroenergetycznych
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność przygotowania programów w pakiecie MATLAB dla analizy prostych układów elektroenergetycznych
NA OCENĘ 4.0	.. oraz umiejętność określania parametrów niezbędnych do obliczeń
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność tworzenia programów w pakiecie Matlab dla analizy układów elektroenergetycznych w warunkach niesymetrii

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W09 K_W11	Cel 1 Cel 2	W1	N1 N3 N5	F1 F3
EK2	K_W07 K_W12 K_W19	Cel 2 Cel 3	W2 W4 W5 W7 W8	N1 N3	F1 F3 P1
EK3	K_W08 K_U07 K_U08 K_U09 K_U12 K_U20 K_U23	Cel 3 Cel 5	L1 L2 L3 L4 W3 W6	N1 N2 N3 N4 N5	F2 F3 F4 F5 F6
EK4	K_W20	Cel 3 Cel 4 Cel 5	W2 W5 W8	N1 N4	F6

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Kacejko , Machowski — *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*, Warszawa, 2009, WNT  
 [2] | Kowalski Z. — *Asymetria w układach elektroenergetycznych*, Warszawa, 1987, WNT

[3 ] **Kremens Z.** — *Analiza systemów elektroenergetycznych*, Warszawa, 1996, WNT

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] **J. Strojny, J. Strzałka** — *Zbiór zadań z sieci elektrycznych*, Kraków, 2000, Wydawnictwo AGH

#### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] Materiały pomocnicze przekazywane na wykładach przez prowadzącego

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof.dr hab.inż. Tadeusz Sobczyk (kontakt: pesobczyk@cyfronet.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof.dr hab.inż. Tadeusz Sobczyk (kontakt: tadeusz.sobczyk@pk.edu.pl)

2 dr inż. Dariusz Borkowski (kontakt: dariusz.borkowski@pk.edu.pl)

3 dr inż. Tomasz Węgiel (kontakt: tomasz.wegiel@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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