

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: I

Specjalności: Maszyny i urządzenia elektryczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Maszyny elektryczne w energetyce
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Electrical machines for power system
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ENERGET oIS PK36 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
6	30	0	15	15	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie budowy obwodów magnetycznych oraz uzwojeń turbo- i hydrogeneratorów dużych mocy. Poznanie systemów chłodzenia generatorów dużych mocy. Poznanie budowy i właściwości układów wzbudzenia generatorów dużych mocy

Cel 2 Poznanie ograniczeń pracy turbo- i hydrogeneratorów w ustalonych stanach pracy oraz ich reprezentacji na diagramach P-Q.

- Cel 3** Poznanie modeli matematycznych turbo- i hydrogeneratorów dla stanów dynamicznych. Poznanie właściwości generatorów dużych mocy w stanach przejściowych oraz parametrów je charakteryzujących.
- Cel 4** Poznanie właściwości turbo- i hydrogeneratorów przy niesymetrii oraz odkształceniu napięć zewnętrznych, a także w asynchronicznym stanie pracy ustalonej.
- Cel 5** Poznanie budowy, opisu oraz właściwości generatorów elektromechanicznych stosowanych w rozproszonej generacji energii elektrycznej: generatorów wzbudzanych magnesami trwałymi, generatorów napędzanych silnikami spalinowymi, generatorów asynchronicznych klatkowych oraz dwustronnie zasilanych.
- Cel 6** Poznanie warunków pracy maszyn elektrycznych w układach potrzeb własnych elektrowni oraz metod określania ich właściwości.
- Cel 7** Poznanie warunków pracy transformatorów w sieciach energetycznych oraz metod określania ich właściwości.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość praw i pojęć dla obwodów elektrycznych, w tym szczególnie trójfazowych.
- 2 Znajomość budowy oraz właściwości elementów systemu elektroenergetycznego.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Znajomość cech konstrukcyjnych turbo- i hydrogeneratorów najwyższych mocy oraz ich opisu matematycznego. Znajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów w stanach przejściowych. Znajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów asynchronicznym stanie pracy. Znajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów przy zaburzeniach symetrii i kształtu napięć zewnętrznych.
- EK2 Umiejętności** Umiejętność formułowania opisu w stanach przejściowych. Umiejętność interpretacji zjawisk oraz ilościowego szacowania efektów w stanie asynchronicznym. Umiejętność szacowania zagrożeń w warunkach zaburzenia symetrii oraz kształtu napięć.
- EK3 Wiedza** Znajomość budowy i właściwości generatorów stosowanych w małych siłowniach rozproszonych. Znajomość opisu matematycznego poszczególnych typów generatorów.
- EK4 Wiedza** Znajomość właściwości transformatorów energetycznych przy pracy w systemie elektroenergetycznym w warunkach symetrii i niesymetrii.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Opis budowy turbo- i hydro generatorów, cechy charakterystyczne obwodu magnetycznego oraz uzwojeń stojana i wirnika	2
W2	Model dwuosiowy turbogeneratorów z wieloobwodową reprezentacją oddziaływania uzwojeń tłumiących wirnika	2
W3	Modelowanie stanów przejściowych w generatorach synchronicznych, operatorowe schematy zastępcze, analiza zwarcia udarowego, parametry charakteryzujące procesy przejściowy i podprzejściowy, formułowanie równań stanu dla numerycznego rozwiązywania równań,	6

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W4	Analiza asynchronicznego stanu pracy generatorów, schematy zastępcze dla stanu asynchronicznego, jakościowa i ilościowa analiza prądów i momentu., warunki dopuszczalności asynchronicznego stanu pracy	4
W5	Analiza pracy generatora synchronicznego przy niesymetrii napięć zewnętrznych, opis generatora w składowych symetrycznych, schematy zastępcze dla składowej zgodnej i przeciwnej, warunki dopuszczalnej asymetrii prądowej	3
W6	Wpływ wyższych harmonicznych w napięciach zewnętrznych na pracę generatora, szacowanie efektów wywoływanych wyższymi harmonicznymi	3
W7	Generatory wzbudzone magnesami trwałymi, opis budowy, właściwości. Generatory asynchroniczne dwustronnie zasilane, praca pod- i nadsynchroniczna, charakterystyki mocy. Wykonania specjalne generatorów napędzanych silnikami Diesla, efekty wahań prędkości obrotowej.	6
W9	Warunki pracy równoległej transformatorów energetycznych. Reprezentacja transformatorów energetycznych w składowych symetrycznych. Praca w warunkach niesymetrii zasilania i obciążenia.	4

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Test zwarcia udarowego maszyny synchronicznej	3
L2	Badanie generatora synchronicznego przy niesymetrii zasilania i obciążenia	3
L3	Badanie transformatora trójfazowego przy niesymetrycznym zasilaniu i obciążeniu.	3
L4	Badanie transformatorów przy pracy równoległej.	3
L5	Badanie trójfazowej maszyny indukcyjnej w warunkach niesymetrii zewnętrznej	3

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Przygotowanie programów w pakiecie MATLAB do wykreślania: charakterystyk kątaowych, krzywych V oraz diagramów granicznych P-Q dla turbogeneratorów (wg. wyboru prowadzącego)	6
K2	Przygotowanie programu w pakiecie MATLAB do obliczania i rysowania przebiegów prądów w stanie zwarcia udarowego oraz w asynchronicznym ustalonym stanie pracy generatorów synchronicznych.	6

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K3	Przygotowanie programu w pakiecie MATLAB do określania charakterystyk transformatorów przy pracy równoległej.	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Konsultacje

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

N5 Praca w grupach

N6 Prezentacje multimedialne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	150
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Projekt zespołowy**F3** Test**F4** Odpowiedź ustna**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Egzamin ustny**P2** Egzamin pisemny**P3** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Obecność na wykładach**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Test**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość cech konstrukcyjnych turbo- i hydrogeneratorów najwyższych mocy oraz ich opisu matematycznego. Nieznajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów w stanach przejściowych. Nieznajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów w asynchronicznym stanie pracy. Nieznajomość właściwości turbo- i hydrogeneratorów przy zaburzeniach symetrii i kształtu napięć zewnętrznych.
NA OCENĘ 3.0	Świadomość specyficznych cech budowy obwodu magnetycznego konstrukcyjnych turbo- i hydrogeneratorów oraz ich układów chłodzenia. Znajomość przyczyn ograniczeń w pracy generatorów energetycznych. Znajomość idei dwuosowego modelu generatorów synchronicznych. Wyjaśnienie zagrożeń przy pracy generatorów w warunkach niesymetrii, odkształcenia napięć i przy pracy asynchronicznej.
NA OCENĘ 3.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 4.0	Świadomość uwarunkowań cech budowy obwodu magnetycznego konstrukcyjnych turbo- i hydrogeneratorów oraz ich układów chłodzenia. Znajomość przyczyn ograniczeń w pracy generatorów energetycznych oraz metod ich określania. Znajomość idei dwuosowego modelu generatorów synchronicznych i jego interpretacji fizycznej. Wyjaśnienie zagrożeń przy pracy generatorów w warunkach niesymetrii, odkształcenia napięć i przy pracy asynchronicznej oraz metod ich określania.
NA OCENĘ 4.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 5.0	 oraz dodatkowo znajomość szczegółowych zależności w wymienionych stanach pracy generatorów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	

NA OCENĘ 2.0	Nieumiejętność formułowania opisu w stanach przejściowych oraz w stanie pracy asynchronicznej. Niezrozumienie zagrożeń z tytułu zaburzenia symetrii oraz kształtu napięć zasilających.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność wykorzystania dwuosiowego modelu generatorów synchronicznych do opisu stanów przejściowych. Interpretacja zjawisk w stanach przejściowych oraz w asynchronicznym stanie pracy oraz przy zaburzeniach symetrii i kształtu napięć.
NA OCENĘ 3.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 4.0	... oraz umiejętność formułowania opisu generatora w stanie asynchronicznym oraz w warunkach asymetrii. asynchronicznych i w warunkach niesymetrii. modelowania Interpretacja zjawisk w stanach przejściowych oraz w asynchronicznym stanie pracy oraz przy zaburzeniach symetrii i kształtu napięć.
NA OCENĘ 4.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 5.0	... oraz umiejętność aktywnego posługiwania się równaniami opisującymi procesy przejściowe, stan pracy asynchronicznej oraz niesymetrycznej
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość budowy i właściwości generatorów stosowanych w małych siłowniach rozproszonych. Nieznajomość modeli takich generatorów.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość typów generatorów stosowanych do generacji rozproszonej. Znajomość problemów ich współpracy z siecią elektroenergetyczną.
NA OCENĘ 3.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 4.0	... oraz znajomość właściwości generatorów dla źródeł odnawialnych oraz sposobów przyłączania ich do sieci
NA OCENĘ 4.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 5.0	 oraz znajomość modeli matematycznych takich generatorów
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość właściwości transformatorów w różnych warunkach pracy transformatorów energetycznych oraz sposobów ich reprezentacji w tych warunkach.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość warunków pracy równoległej transformatorów. Znajomość schematów zastępczych transformatorów dla składowych symetrycznych oraz metod ich analizy w warunkach niesymetrii zewnętrznych.
NA OCENĘ 3.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 4.0	Znajomość warunków pracy równoległej transformatorów i ich interpretacji. Znajomość schematów zastępczych transformatorów dla składowych symetrycznych oraz metod ich analizy w warunkach niesymetrii zewnętrznych w stopniu zaawansowanym

NA OCENĘ 4.5	według oceny prowadzącego zajęcia
NA OCENĘ 5.0	Znajomość warunków pracy równoległej transformatorów i ich interpretacji. Znajomość schematów zastępczych transformatorów dla składowych symetrycznych oraz metod ich analizy w warunkach niesymetrii zewnętrznych w stopniu bardzo zaawansowanym

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 Cel 2 Cel 4 Cel 5	W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2	F3 F4 P1 P3
EK2		Cel 4 Cel 5	W2 W3 W4 W5 W6 L1 L3 K1 K2 K3	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 F3 F4 P1 P3
EK3		Cel 7	W7 K3	N1 N2	F3 F4 P1 P3
EK4		Cel 6 Cel 7	W9 L4 L5	N1 N2 N3 N5	F1 F3 F4 P1 P3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Paszek W. — *Dynamika maszyn elektrycznych prądu przemiennego*, Gliwice, 1998, Wyd. Helion
- [2] | Przybysz J. — *Turbogeneratory-Zagadnienia eksploatacyjne*, Warszawa, 2003, Wyd. Instytut Energetyki
- [3] | Anuszczyk J. — *Maszyny elektryczne w energetyce*, Warszawa, 2005, WNT
- [4] | Lubaśny Z. — *Elektrownie wiatrowe w systemie elektroenergetycznym*, Warszawa, 2006, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Danilewicz J.B. — *Praca turbogeneratora w systemie el-en*, Kraków, 2002, Wyd. Politechniki Krakowskiej
- [2] | Latek W. — *Turbogeneratory*, Warszawa, 1973, WNT

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Materiały uzupełniające przekazywane prze wykładowcę.

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

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

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

4 dr hab. inż. Adam Warzecha (kontakt: adam.warzecha@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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