

# 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	Systemy elektroenergetyczne
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Electric Power Systems
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ENERGET oIIS PW13 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	2

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Cele przedmiotu Systemy elektroenergetyczne polega na tym, żeby studenci zapoznali się z zachowaniem się systemu elektroenergetycznego po różnych zakłoceniach, zwarciach oraz ciężkich awariach. Na podstawie analizy analitycznej zabaczyc od czego zależy możliwość zapewnienia stabilności statycznej oraz dynamicznej. Na tej zasadzie podają się sposoby polepszenia stabilności pracy równoległej generatorów. Ważne także nauczyć się metod oceny stabilności statycznej i dynamicznej system elektroenergetycznego.

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

- 1 Przedmiot Systemy elektroenergetyczne jest podstawowym dla specjalności Energetyka I Elektrotechnika. Swoim celem ma zadanie sformować wiedzę o warunkach pracy generatorów połączonych z sieciami elektrycznej, przyczynach pojawiania kolysan w elektromechanicznych i elektromagnetycznych oraz skutków spowodowanych kolysaniami.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Rozmiary zmian wydajności kotłowni. Kocioł jako obiekt regulacji ciśnienia i temperatury. Stany niestabilne w pracy kotłowni. Przyczyny zmian częstotliwości w systemach elektroenergetycznych i ich skutki. Właściwości dynamiczne turbozespołów parowych. Wymagania regulatorów turbin parowych. Schemat blokowy układu wzbudzenia generatorów i parametry układu wzbudzenia przy silnych zakłóceniach i małych odchyleniach. Reaktancja równoważna generatorów.

**EK2 Wiedza** Charakterystyka mocy układu przesyłowego, zadania regulacji napięcia generatora stawiane przez system elektroenergetyczny. Mechaniczne i elektryczne zjawiska niestabilne w generatorach. Moc synchronizująca w generatorach przyłączonych do szyn o napięciu sztywnym. Moc synchronizująca pomiędzy generatorami dwóch oddzielnych elektrowni. Kolysania swobodne wirnika generatora i wpływ uzwojeń tłumioncych na kolysania swobodne wirnika. Kolysania wymuszone wirnika generatorów. SEM generatorów w stanie niestabilnym przy stałym wzbudzeniu i przy wzroście wzbudzenia. Moment elektromagnetyczny w czasie kolysan wirnika. Przerwanie zwarcia wyłącznikiem szybko działającym. Stale czasowe elementów składowych systemu elektroenergetycznego. Równania stanów przejściowych systemu elektroenergetycznego. Analiza zachowania się systemu elektroenergetycznego w stanach niestabilnych. Dynamika regulowanych systemów elektroenergetycznych. Schematy zastępcze generatorów, transformatorów i linii.

**EK3 Wiedza** Odbiory i ich charakterystyki zastępcze. Systemy zastępowane układem jednomaszynowym i dwomaszynowym. Zasada równych pól, metoda krok po kroku. Pojęcie równowagi statycznej generatorów. Równowaga statyczna układu jednomaszynowego. Zapas równowagi statycznej. Metoda pierwszego przybliżenia Lapunowa. Małe zmiany obciążenia generatorów. Metoda małych odchylen dla układu jednomaszynowego bez regulacji, z proporcjonalną regulacją oraz silną regulacją wzbudzenia. Dynamiczne naruszenie równowagi pracy równoległej. Układ jednomaszynowy przy zmianie reaktancji sieci. Układ jednomaszynowy przy zwarciu w sieci. Czas graniczny wyłączenia zwarcia.

**EK4 Umiejętności** Obliczanie zależności zmiany częstotliwości od zmiany obciążenia generatora. Obliczyć charakterystykę mocy turbogeneratora zadanej mocy i narysować wykres wektorowy dla stałych. Obliczyć wartość współczynnika synchronizującego w zależności od prądu biernego systemu oraz kąta rozchylenia dla obciążenia znamionowego. Obliczyć współczynnik stabilności statycznej generatora "Krok po kroku" obliczyć przebieg elektromechaniczny układu przesyłowego generatorem 200 po gwałtownej zmianie mocy

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wpływ kotłowni na stany systemu elektroenergetycznego. Rozmiary zmian wydajności kotłowni. Kocioł jako obiekt regulacji ciśnienia i temperatury. Stany niestabilne w pracy kotłowni.	2
<b>W2</b>	Turbiny jako element systemu elektroenergetycznego. Przyczyny zmian częstotliwości w systemach elektroenergetycznych i ich skutki. Właściwości dynamiczne turbozespołów parowych. Wymagania regulatorów turbin parowych.	3

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W3</b>	Regulacja wzbudzenia generatorów synchronicznych. Schemat blokowy układu wzbudzenia generatorów i parametry układu wzbudzenia przy silnych zakłóceniach i małych odchyleniach.	2
<b>W4</b>	Elektryczne konsekwencje kołysań mechanicznych wirników generatorów. Reaktancja równoważna generatorów. Charakterystyka mocy układu przesyłowego, zadania regulacji napięcia generatorów stawiane przez system. elektroenergetyczne. Mechaniczne i elektryczne zjawiska niustalone w generatorach. Moc synchronizująca w generatorach przłączonych do szyn o napięciu sztywnym. Moc synchronizująca pomiędzy generatorów dwóch oddzielnych elektrowni. Kolysania swobodne wirnika generator i wpływ uzwojeń tłumionych na kolysania swobodne wirników. Kolysania wymuszone wirników generatorów.	7
<b>W5</b>	Zmiany warunków pracy wywołane kołysaniami wirników dużych generatorów. SEM generatorów w stanie niustalonym przy stałym wzbudzeniu i przy wzroście wzbudzenia. Momenty elektromagnetyczne w czasie kołysań wirnika. Przerwanie zwarcia wyłącznikiem szybko działającym.	4
<b>W6</b>	Stany niustalone wywołane zmianami w systemach elektroenergetycznych. Stałe czasowe elementów składowych systemów elektroenergetycznych. Równania stanów przejściowych systemu elektroenergetycznego. Analiza zachowania się systemu elektroenergetycznego w stanach niustalonych. Dynamika regulowanych systemów elektroenergetycznych.	5
<b>W7</b>	Zasady obliczania stanów niustalonych w systemach elektroenergetycznych. Schemat zastępczy generatorów, transformatorów i linii. Odbiory i ich charakterystyki zastępcze. Systemy zastępowany układom jednomaszynowym i dwomaszynowym. Zasada równych pól. Metoda krok po kroku.	5
<b>W8</b>	Analiza równowagi statycznej i dynamicznej. Pojęcie równowagi statycznej generatora. Równowaga statyczna układu jednomaszynowego. Zapas równowagi statycznej. Metoda pierwszego przybliżenia Lapunowa. Małe zmiany obciążenia generatora. Metoda małych odchyłeń dla układu jednomaszynowego bez regulacji, z proporcjonalną regulacją oraz silną regulacją wzbudzenia. Dynamiczne naruszenie równowagi pracy równoległej. Układ jednomaszynowy przy zmianie reaktancji sieci. Układ jednomaszynowy przy zwarciu w sieci. Czas graniczny wyłączenia zwarcia.	2

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	.	15

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	.	15

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

## 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	60
Konsultacje przedmiotowe	0
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	0
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna przyczyn I skutków zmian charakterystyk turbozespolow.
NA OCENĘ 3.0	Zna przyczyny zmian stanów kotłow, turbin I generatorow.
NA OCENĘ 3.5	Zna przyczyny zmian stanów kotłow, turbin I generatorow oraz definicje stabilności statycznej.
NA OCENĘ 4.0	Zna przyczyny zmian stanów kotłow, turbin I generatorow oraz właściwości dynamiczne turbozespolow.
NA OCENĘ 4.5	Zna przyczyny zmian stanów kotłow, turbin I generatorow oraz definicje stabilności statycznej I dynamicznej oraz założenia pod czas obliczeń stanów elektromechanicznych niustalonych.
NA OCENĘ 5.0	Zna przyczyny zmian stanów kotłow, turbin i generatorow, właściwości dynamiczne turbozespolow oraz założenia pod czas obliczeń stanów elektromechanicznych niustalonych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna skutków od odczytów mocy czynnej w układzie przesyłowym.
NA OCENĘ 3.0	Zna charakterystykę mocy układu przesyłowego bez regulacji wzbudzenia.
NA OCENĘ 3.5	Zna charakterystyki mocy układu przesyłowego bez regulacji I z regulacją wzbudzenia generatora proporcjonalnej.
NA OCENĘ 4.0	W stanie objasnić charakterystyki mocy układu przesyłowego bez regulacji i z regulacją wzbudzenia generatora powolnej oraz szybkiej.
NA OCENĘ 4.5	W stanie objasnić charakterystyki mocy układu przesyłowego bez regulacji I mechaniczne zjawiska niustalone w generatorach.
NA OCENĘ 5.0	Zna charakterystyki mocy układu przesyłowego oraz mechaniczne I elektryczne zjawiska niustalone w generatorach.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie w stanie objasnić pojęcie mocy synchronizującej I pochodzenie kolysan wirników generatorow.
NA OCENĘ 3.0	W stanie objasnić proces synchronizacji I pochodzenie kolysan swobodnych wirników generatorow.
NA OCENĘ 3.5	W stanie objasnić proces synchronizacji i różnicę pomiędzy kolysaniami swobodnymi I wymuszonymi wirników generatorow.
NA OCENĘ 4.0	W stanie wyprowadzić wzory mocy synchronizującej I objasnić pochodzenie kolysan swobodnych wirników generatorow.
NA OCENĘ 4.5	W stanie wyprowadzić wzory mocy synchronizującej I objasnić pochodzenie kolysan swobodnych I wymuszonych wirników generatorow
NA OCENĘ 5.0	W stanie wyprowadzić wzory mocy synchronizującej oraz moment elektromagnetyczne w czasie kolysan wirników generatorow.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nie zna metod oceny stabilności statycznej system elektroenergetycznego.
NA OCENĘ 3.0	Rozumie umowy równowagi statycznej generatorów.
NA OCENĘ 3.5	Zna umowy równowagi statycznej generatorów oraz rozumie równowagę statyczną układu jednomaszynowego.
NA OCENĘ 4.0	Zna umowy równowagi statycznej generatorów i zasadę równych pól oraz metodę krok po kroku dla obliczania równowagi statycznej układu jednomaszynowego.
NA OCENĘ 4.5	Zna umowy równowagi statycznej układu jednomaszynowego i w stanie zastosować metodę pierwszego przybliżenia Lapunowa.
NA OCENĘ 5.0	Zna umowy równowagi statycznej generatorów i w stanie zastosować metody krok po kroku, pierwszego przybliżenia Lapunowa i małych odchylen dla układu jednomaszynowego bez regulacji, z proporcjonalną regulacją oraz silną regulacją wzbudzenia.

## 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_W16, K_U19	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 L1 P1	N1	F1 F2 P1
EK2	K_W16, K_U19	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 L1 P1	N1	F1 F2 P1
EK3	K_W16, K_U19	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 L1 P1	N1	F1 F2 P1
EK4	K_W16, K_U19	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 L1 P1	N1	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Notatki wykładów — ., ., 0, .

[2 ] **Zbignew Jasicki** — *Elektromechaniczne stany przejściowe w systemach elektroenergetycznych. Tom I i II*, Warszawa, 1987, Państwowe Wydawnictwo Naukowe

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] **Pod redakcja Szczesnego Kujczyka** — *Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze. Tom I i II*, Warszawa, 1990, Państwowe wydawnictwo Naukowe

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab.inż. Vasyl Hudym (kontakt: [gudymvi@ukr.net.pl](mailto:gudymvi@ukr.net.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)