

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: Modelowanie cyfrowe w elektroenergetyce****Nazwa w języku angielskim: Digital Modelling in Power Systems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektrotechnika****Specjalność (jeśli dotyczy): Elektroenergetyka****Stopień studiów i forma: II stopień / stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ELR022113W+L****Grupa kursów: NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*		zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2		0,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****W zakresie wiedzy:**

1. Powinien znać podstawowe zagadnienia z zakresu algebry, analizy matematycznej i równań różniczkowych, w tym, numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych.
2. Powinien znać podstawowe wiadomości z zakresu teorii obwodów prądu przemiennego i teorii składowych symetrycznych w odniesieniu do obwodów trójfazowych.

**W zakresie umiejętności:**

1. Powinien umieć obliczać stany przejściowe i ustalone w sieciach prądu przemiennego w obwodach jedno- i trójfazowych.
2. Powinien umieć obliczać parametry modeli podstawowych elementów sieci elektroenergetycznej na podstawie ich danych znamionowych.

**W zakresie kompetencji:**

1. Potrafi współpracować z zespołem i prowadzącym w zakresie śledzenia i rozumienia prezentowanych zagadnień i rozwiązywania przykładów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Poznanie zasad komputerowego modelowania jedno- i trójfazowych obwodów elektrycznych.
- C2. Poznanie zasad tworzenia modeli matematycznych podstawowych elementów obwodu elektrycznego.

- C3. Poznanie zasad wykorzystania wyników symulacji komputerowych do pomiaru wybranych wielkości elektrycznych oraz analizy stanów dynamicznych sieci.
- C4. Poznanie sposobów tworzenia komputerowych modeli złożonych układów elektrycznych i elektromechanicznych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie tworzenia komputerowych modeli symulacyjnych do analizy stanów dynamicznych sieci elektrycznej.

PEK\_W02 - Ma wiedzę w zakresie zastosowania wybranych narzędzi komputerowych do symulacji podstawowych procesów elektrycznych i elektromechanicznych.

#### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi opracować modele matematyczne i symulacyjne fragmentów jedno- i trójfazowej sieci elektrycznej.

PEK\_U02 – Potrafi zastosować wyniki symulacji komputerowej do analizy stanów dynamicznych badanej sieci elektrycznej.

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi współpracować z zespołem przy realizacji złożonego zadania inżynierskiego pełniąc powierzoną rolę w zespole, potrafi wykonać przydzielone zadania zgodnie z harmonogramem prac.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Modelowanie elementów sieci trójfazowej o parametrach skupionych; zadawanie warunków początkowych.	2
Wy2	Modelowanie linii napowietrznych i kablowych jako obiektów o parametrach rozłożonych.	2
Wy3	Modele symulacyjne zwarć w sieciach średniego napięcia: odwzorowanie sposobu uziemienia sieci.	2
Wy4	Modele transformatorów trójfazowych: odwzorowanie obwodów elektrycznych i magnetycznych.	2
Wy5	Modelowanie przekładników prądowych i napięciowych wraz z obwodami wejściowymi cyfrowych układów pomiarowych.	2
Wy6	Modelowanie układów sterowania i pomiarów.	2
Wy7	Modelowanie przełączników zabezpieczeniowych na przykładzie zabezpieczenia różnicowego trójfazowego transformatora dwuuzwojeniowego.	2
Wy8	Modelowanie silników indukcyjnych: model elektryczny i mechaniczny.	2
Wy9	Model symulacyjny automatyki SZR z obciążeniem w postaci silników indukcyjnych.	2
Wy10	Model generatora synchronicznego; parametry schematu zastępczego; model elektryczny i mechaniczny.	2
Wy11	Modelowanie elektrowni z generatorem synchronicznym; modelowanie układów turbiną i układem wzbudzenia.	2
Wy12	Modelowanie siłowni wiatrowej z generatorem indukcyjnym dwustronnie zasilanym: sposób odwzorowania części elektrycznej i mechanicznej.	2
Wy13	Modelowanie układu sterowania mocą czynną i bierną w siłowni wiatrowej z generatorem indukcyjnym dwustronnie zasilanym; modelowanie przekształtników energoelektronicznych.	2

Wy14	Modelowanie elektrowni z ogniwami fotowoltaicznymi i układu sterowania współpracą z siecią elektroenergetyczną.	3
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Zapoznanie się z obsługą programu symulacyjnego PSCAD; modelowanie liniowej sieci RLC.	2
La2	Modelowanie sieci elektrycznej trójfazowej z linią o parametrach rozłożonych: symulacja zwarć, pomiar składowych symetrycznych.	2
La3	Modelowanie transformatorów trójfazowych: obwód elektryczny i magnetyczny; symulacja załączania nieobciążonego transformatora.	2
La4	Modelowanie przekładników prądowych i napięciowych wraz z obwodami wejściowymi cyfrowych układów automatyki.	2
La5	Modelowanie silników indukcyjnych: rozruch i zmiana obciążenia.	2
La6	Modelowanie generatora synchronicznego z układem sterowania wzbudzenia.	2
La7-8	Modelowanie siłowni wiatrowych z generatorem indukcyjnym dwustronnie zasilanym; modelowanie przekształtników energoelektronicznych.	3
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 – Wykład informacyjny.	
N2 – Program symulacyjny PSCAD	
N3 – Sprawozdania z wykonanych projektów.	

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>WYKŁAD</b>		
F1	PEK_W01, PEK_W02	uczestnictwo w zajęciach
F2	PEK_W01, PEK_W02	kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,1F1 + 0,9F2$		
<b>LABORATORIUM</b>		
F1	PEK_U01, PEK_U02	aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01, PEK_U02	sprawozdanie z wykonanych projektów
$P = 0,3F1 + 0,7F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] ROSOŁOWSKI E., Komputerowe metody analizy elektromagnetycznych stanów przejściowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.
- [2] [http://zas.ie.pwr.wroc.pl/ER/przyklady\\_D1/index.html](http://zas.ie.pwr.wroc.pl/ER/przyklady_D1/index.html) - przykłady niektórych modeli wraz z plikami źródłowymi do programu ATP-EMTP.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] SKOWRONEK M., Modelowanie cyfrowe. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- [2] WATSON N., ARRILAGA J., Power systems electromagnetic transients simulation. The Institution of Electrical Engineers, 2003.
- [3] Michalik M., Rosołowski E., Simulation and analysis of power system transients. PRINTPAP, 2011.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Eugeniusz Rosołowski, eugeniusz.rosolowski@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Modelowanie cyfrowe w elektroenergetyce**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Elektrotechnika**  
I SPECJALNOŚCI **Elektroenergetyka**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01	K2ETK_W03, S2EEN_W05	C1, C2, C3	Wy1÷Wy7	N1
PEK_W02	K2ETK_W03, S2EEN_W05	C1, C2, C3	Wy8÷Wy15	N1
PEK_U01	S2EEN_U02, S2EEN_U04	C3	La1÷La4	N2, N3
PEK_U02	S2EEN_U05	C3, C4	La5÷La8	N2, N3
PEK_K01	K2ETK_K01	C4	Wy1÷Wy15 La1÷La8	N1, N2, N3

\*\* - z tabeli powyżej