

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: Modelowanie układów el-en ze źródłami rozproszonymi****Nazwa w języku angielskim: Modelling of DES systems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Elektrotechnika****Specjalność (jeśli dotyczy): Odnawialne Źródła Energii****Stopień studiów i forma: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: ELR022118W+L****Grupa kursów: NIE**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | 30 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 60 | | |
| Forma zaliczenia | zaliczenie na ocenę | | zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0,6 | | 1,2 | | |

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 trójfazowych obwodów elektrycznych.
- C2. Poznanie zasad tworzenia modeli matematycznych podstawowych maszyn elektrycznych prądu przemiennego.

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie tworzenia komputerowych modeli symulacyjnych do analizy stanów dynamicznych sieci.

PEK_W02 - Ma wiedzę w zakresie zastosowania wybranych narzędzi komputerowych do symulacji podstawowych źródeł generacji rozproszonej.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi opracować modele matematyczne i symulacyjne fragmentów 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 powierzona rolę w zespole, potrafi wykonać przydzielone zadania zgodnie z harmonogramem prac.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Zasady modelowania matematycznego podstawowych elementów trójfazowej sieci elektrycznej: modele linii oraz odbiorów. | 2 |
| Wy2 | Tworzenie modeli transformatorów trójfazowych: obwód elektryczny i magnetyczny. | 2 |
| Wy3 | Modelowanie silników indukcyjnych: model elektryczny i mechaniczny. | 2 |
| Wy4 | Modelowanie elektrowni z generatorem synchronicznym. | 2 |
| Wy5 | Modelowanie siłowni wiatrowej z dwustronnie zasilanym generatorem indukcyjnym (DZGI): zasady odwzorowania turbiny wiatrowej i generatora wraz z częścią mechaniczną. | 2 |
| Wy6 | Zasady sterowania mocą czynną i bierną w siłowniach z DZGI. | 2 |
| Wy7 | Modelowanie elektrowni fotowoltaicznych. | 2 |
| Wy8 | Kolokwium zaliczeniowe | 1 |
| | Suma godzin | 15 |

| 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. | 2 |
| La2 | Model sieci trójfazowej: źródło, linia i odbiornik z symulacją zwarcia | 2 |
| La3 | Model sieci trójfazowej z transformatorem z odwzorowaniem nieliniowej charakterystyki modelowania: analiza załączenia nieobciążonego transformatora. | 2 |

| | | |
|------|--|----|
| La4 | Modelowanie przekładników prądowych i napięciowych; odwzorowanie analogowych filtrów odcinających. | 2 |
| La5 | Modelowanie zwarć w sieci z transformatorem i przekładnikami. | 2 |
| La6 | Modelowanie cyfrowych układów pomiarowych jako elementów automatyki elektroenergetycznej. | 2 |
| La7 | Modelowanie układu zasilania silnika klatkowego: badanie rozruchu i pracy przy niesymetrii zasilania. | 2 |
| La8 | Modelowanie elektrowni z generatorem synchronicznym: określanie parametrów części elektrycznej i mechanicznej modelu, uruchomienie modelu. | 2 |
| La9 | Modelowanie układów sterowania turbiny i wzbudzenia generatora; analiza zwarć. | 2 |
| La10 | Modelowanie siłowni wiatrowej z DZGI: model turbiny wiatrowej i generatora. | 2 |
| La11 | Modelowanie siłowni wiatrowej z DZGI: model przekształtnika oraz układu sterowania mocą czynną i bierną. | 2 |
| La12 | Symulacja współpracy siłowni wiatrowej z siecią: analiza wpływu zwarć w sieci na pracę DZGI. | 2 |
| La13 | Modelowanie elektrowni fotowoltaicznej: ogniwa, sieć utworzona z paneli. | 2 |
| La14 | Modelowanie elektrowni fotowoltaicznej: układ sterowania współpracy elektrowni z siecią. | 2 |
| La15 | Termin rezerwowy | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| 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 ćwiczeń. | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

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

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 - 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 układów el-en ze źródłami rozproszonymi
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Elektrotechnika**
SPECJALNOŚĆ: Odnawialne źródła energii

| 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_W02; S2OZE_W12 | C1, C2, C3 | Wy1-3 | N1 |
| PEK_W02 | K2ETK_W02; S2OZE_W12 | C1, C2, C3 | Wy3-7 | N1 |
| PEK_U01 | S2OZE_U07 | C3 | La1-9 | N2, N3 |
| PEK_U02 | S2OZE_U07 | C3, C4 | La10-14 | N2, N3 |
| PEK_K01 | K2ETK_K02 | C4 | Wy1-7 La1-14 | N1, N2, N3 |

** - z tabeli powyżej