

## Sylabus modułu kształcenia/przedmiotu

Nr pola	Nazwa pola	Opis
1	Jednostka	Instytut Politechniczny
2	Kierunek studiów	Elektrotechnika (studia stacjonarne)
3	Nazwa modułu kształcenia/przedmiotu	Modelowanie układów elektroenergetycznych (EMTP/ATP)
4	Kod modułu kształcenia/przedmiotu	
5	Kod Erasmusa	
6	Punkty ECTS	3
7	Rodzaj modułu	Do wyboru
8	Rok studiów	3
9	Semestr	6
10	Typ zajęć	Stacjonarne
11	Liczba godzin	30LO, 15P
12	Koordinator	Jakub Furgal
13	Prowadzący	
14	Język wykładowy	Polski
15	Zakres nauk podstawowych	Nie
16	Zajęcia ogólnouniversyteckie/na innym kierunku	Nie
17	Wymagania wstępne	Wiedza z zakresu teorii obwodów elektrycznych i podstaw elektroenergetyki
18	Efekty kształcenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie metodyki i technik modelowania matematycznego oraz stosowania wybranych programów komputerowych w dziedzinie elektroenergetyki</li> <li>ma podstawową wiedzę w zakresie modelowania matematycznego urządzeń elektroenergetycznych i symulacji stanów ustalonych i nieustalonych w układach elektroenergetycznych</li> <li>potrafi tworzyć modele urządzeń elektroenergetycznych, wykonać obliczenia przebiegów ustalonych i nieustalonych prądów, napięć i energii w układach elektroenergetycznych</li> <li>potrafi stosować poznane metody i modele matematyczne urządzeń elektroenergetycznych oraz metody symulacji do opisu, analizy i oceny działania urządzeń i rozległych układów elektroenergetycznych</li> <li>potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy</li> </ul>
19	Stosowane metody dydaktyczne	Zajęcia w ramach laboratorium informatycznego realizowane z wykorzystaniem programu Electromagnetic Transients Program/Alternative Transients Program. Opracowywanie modeli urządzeń elektroenergetycznych i fragmentów układów elektroenergetycznych w programie EMTP/ATP. Symulacje zjawisk w układach elektroenergetycznych w programie EMTP/ATP przedstawione przy zastosowaniu urządzeń multimedialnych. Rozwiązywanie przez studentów indywidualnie zagadnień dotyczących modelowania urządzeń i układów elektroenergetycznych. Opracowywanie projektów indywidualnych obejmujących modelowanie fragmentów układów elektroenergetycznych w stanach ustalonych, nieustalonych i awaryjnych.
20	Metody sprawdzania i kryteria oceny efektów kształcenia	kolokwium na zajęciach laboratoryjnych, realizacja projektu indywidualnego, pytania kontrolne na laboratorium
21	Forma i warunki zaliczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aby uzyskać pozytywną ocenę końcową niezbędne jest uzyskanie pozytywnej oceny z laboratorium informatycznego oraz projektu.</li> <li>Ocena końcowa ustalana jest na podstawie oceny z laboratorium informatycznego (Oli) oraz projektu (Op). Podstawą ustalenia oceny końcowej jest liczba W obliczona z wzoru: <math>W = 0,5 \cdot Oli + 0,5 \cdot Op</math>.</li> </ol>

		Ocena końcowa jest ustalana na podstawie liczby W, zgodnie z par. 40 pkt. 5 Regulaminu Studiów w PWSZ w Tarnowie.
22	Treści kształcenia (skrótowy opis)	Podstawy modelowania urządzeń elektroenergetycznych. Modelowanie linii napowietrznych i kablowych w stanach ustalonych i nieustalonych. Opracowywanie modeli transformatorów energetycznych. Modele źródeł prądowych i napięciowych. Modelowanie elementów nieliniowych. Wizualizacja wyników obliczeń w programie EMTP/ATP. Symulacje prądów i napięć w układach elektroenergetycznych w stanach ustalonych. Symulacje stanów nieustalonych i wybranych stanów awaryjnych w sieciach elektrycznych. Symulacje przebiegów napięć, prądów i energii w wybranych fragmentach układów elektroenergetycznych.
23	Treści kształcenia (pełny opis)	<p>Zajęcia w ramach modułu prowadzone są w postaci laboratorium informatycznego (30 godzin) i projektu (15 godzin)</p> <p>LABORATORIUM INFORMATYCZNE (30 godz) Zagadnienia realizowane na zajęciach w ramach laboratorium informatycznego</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Podstawy modelowania matematycznego urządzeń elektroenergetycznych. (2 godz)</b> Cel modelowania układów elektroenergetycznych. Rodzaje modeli urządzeń elektroenergetycznych. Podstawy modelowania urządzeń i sieci elektrycznych. Zastosowanie modeli cyfrowych w symulacjach zjawisk elektromagnetycznych w systemach elektroenergetycznych.</li> <li><b>2. Charakterystyka programu komputerowego Elettromagnetic Transients Program/ Alternative Transients Program. (2 godz)</b> Struktura programu Elettromagnetic Transients Program/Alternative Transients Program. Podstawowe funkcje użytkowe programu. Sposób wykonywania symulacji i wyprowadzania wyników obliczeń. Charkterystyka i zakres zastosowań- przykłady.</li> <li><b>3. Modelowanie źródeł napięciowych, prądowych i elementów liniowych skupionych w programie EMTP/ATP. (2 godz)</b> Rodzaje źródeł napięcia i prądu. Dobór parametrów źródeł. Modele urządzeń elektroenergetycznych stosowane w programie EMTP/ATP. Ogólna zasada opracowywania modeli. Modele cyfrowe źródeł napięcia i prądu oraz modele wyłączników wysokiego napięcia.</li> <li><b>4. Modelowanie obwodów elektrycznych zawierających elementy liniowe i nieliniowe w programie EMTP/ATP. (2 godz).</b> Modele elementów liniowych skupionych. Modele elementów nieliniowych w programie EMTP/ATP. Wykonanie obliczeń napięć i prądów w prostych układach elektrycznych zawierających elementy liniowe i nieliniowe.</li> <li><b>5. Modele matematyczne linii przesyłowych elektroenergetycznych napowietrznych. (2 godz)</b> Modele matematyczne napowietrznych linii przesyłowych. Charakterystyki częstotliwościowe parametrów modeli linii. Model zjawiska ulotu. Modelowanie zjawisk falowych w liniach elektroenergetycznych.</li> <li><b>6. Zasady tworzenia modeli cyfrowych kabli elektroenergetycznych. (2 godz)</b> Modele cyfrowe kabli elektroenergetycznych różnych typów. Analiza możliwości uwzględniania rodzaju konstrukcji kabli i zastosowanych materiałów w modelach matematycznych kabli. Modele linii kablowych jednofazowych i trójfazowych.</li> </ol>

- Opracowywanie modeli kabli w EMTP/ATP.
- 7. Modele cyfrowe transformatorów energetycznych do analizy zjawisk ustalonych i przejściowych w sieciach i zjawisk wewnątrz uzwojeń. (2 godz)**  
 Modele cyfrowe transformatorów energetycznych do analizy zjawisk ustalonych i przejściowych. Zasady opracowywania modeli transformatorów. Modele uzwojeń do badań teoretycznych stanów przejściowych wewnątrz transformatorów.  
 Wyznaczanie parametrów elementów modeli transformatorów MTP/ATP.
- 8. Modelowanie ograniczników przepięć. (2 godz)**  
 Podstawowe właściwości ograniczników przepięć stosowanych w elektroenergetyce. Rodzaje modeli cyfrowych ograniczników przepięć. Wyznaczanie parametrów modeli ograniczników w warunkach normalnych i podczas oddziaływania przepięć. Modelowanie charakterystyk iskiernikowych i beziskiernikowych ograniczników przepięć.
- 9. Zasady modelowania maszyn elektrycznych EMTP/ATP. (2 godz)**  
 Podstawy modelowania maszyn elektrycznych. Modele maszyn elektrycznych w EMTP/ATP. Symulacje napięć i prądów w sieciach z maszynami elektrycznymi.
- 10. Symulacje napięć i prądów podczas zwarć w sieciach elektrycznych. (2 godz)**  
 Symulacje typowych stanów awaryjnych w sieciach elektrycznych. Symulacje stanów zwarciovych w sieciach elektrycznych w programie EMTP. Obliczenia przebiegów prądów podczas zwarć symetrycznych i niesymetrycznych w sieciach.
- 11. Obliczenia narażeń przepięciowych urządzeń elektroenergetycznych w warunkach wyładowań piorunowych. (2 godz)**  
 Modele linii napowietrznych i kablowych w warunkach oddziaływania wyładowań piorunowych: przewody fazowe, konstrukcje wsporcze, uziomy. Modele wyładowań piorunowych. Symulacje przepięć piorunowych w układach elektroenergetycznych.
- 12. Zastosowanie modeli cyfrowych w symulacjach zjawisk przejściowych w liniach elektroenergetycznych. (2 godz)**  
 Symulacje stanów łączeniowych w rozległych sieciach elektrycznych. Analiza przebiegów prądów i napięć w sieciach podczas łączenia urządzeń elektrycznych. Analiza narażeń urządzeń od przepięć łączeniowych. Badania skuteczności ochrony urządzeń od przepięć.
- 13. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych urządzeń i układów elektrycznych w programie EMTP/ATP. (2 godz)**  
 Modelowanie urządzeń i układów elektroenergetycznych do symulacji charakterystyk częstotliwościowych impedancji. Symulacje zależności częstotliwościowych impedancji urządzeń i fragmentów układów elektroenergetycznych.

#### PROJEKT (15 godz)

Zagadnienia realizowane na zajęciach projektowych

1. Modelowanie obwodów elektrycznych zawierających elementy liniowe i nieliniowe w programie EMTP/ATP (1 godz).
2. Wykonanie obliczeń przebiegów napięć i prądów w fragmencie układu elektroenergetycznego przy zastosowaniu programu EMTP/ATP (1 godz).
3. Wykonanie obliczeń przebiegów napięć i prądów w podczas łączenia linii elektroenergetycznych napowietrznych i kablowych (1 godz).
4. Obliczenia przebiegów napięć i prądów podczas zwarć jednofazowych i

		<p>trójfazowych w sieciach średnich napięć (1 godz).</p> <p>5. Symulacje napięć i prądów podczas łączenia transformatorów energetycznych i baterii kondensatorów (2 godz).</p> <p>6. Symulacje przepięć w układach elektrycznych z ogranicznikami przepięć podczas wyładowań piorunowych do linii elektroenergetycznych (2 godz).</p> <p>7. Modelowanie rozległych układach elektroenergetycznych i symulacje przebiegów prądów, napięć i energii w warunkach pracy ustalonej (2 godz).</p> <p>8. Symulacje zjawisk niestabilnych we fragmentach złożonych układów elektroenergetycznych (3 godz).</p> <p>9. Symulacje przebiegów prądów, napięć i energii w stanach awaryjnych w układach elektroenergetycznych (2 godz).</p>
24	Literatura podstawowa i uzupełniająca	<p>1. Bernas S.: Systemy elektroenergetyczne. WNT, Warszawa, 1986</p> <p>2. Bernas S., Ciok Z.: Modele matematyczne elementów systemu elektroenergetycznego. WNT, Warszawa, 1982</p> <p>3. Glover D. J., Sarna M.: Power System Analysis and Design with Personal Computer Applications. PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1990</p> <p>4. Greenwood A.: Electrical Transients in Power Systems. John Wiley&amp;Sons. INC. New York, 1991</p> <p>5. Kremens Z., Sobierajski W.: Analiza systemów elektroenergetycznych. WNT, Warszawa, 1990</p> <p>6. Machowski J., Bernas S.: Stany niestabilne i stabilność systemu elektroenergetycznego. WNT, Warszawa, 1989</p> <p>7. Prikler L., Høidalen H. K.: ATP Draw for Windows 3.1x95/NT version 1.0. User's Manual. November, 1998</p>
25	Przyporządkowanie modułu kształcenia/przedmiotu do obszaru/ obszarów kształcenia	Obszar nauk technicznych
26	Sposób określenia liczby punktów ECTS	Udział w laboratorium informatycznym 30h, Rozwiązywanie zadań podczas zajęć w ramach laboratorium informatycznego 10h, Udział w zajęciach projektowych 15h, Opracowanie projektów indywidualnych 30h, Sumaryczne obciążenie pracą studenta 85h przeliczone na 3 punkty ECTS
27	Liczba punktów ECTS – zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego	2
28	Liczba punktów ECTS – zajęcia o charakterze praktycznym	3