

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Elektrotechnika i Automatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E3

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie, monitoring i diagnostyka układów elektrycznych

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zakłócenia i technika zabezpieczeń układów elektrycznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	the disturbances and protection devices in power systems
KOD PRZEDMIOTU	WIEiK ELEKTRO_OD_2019/2020 oIIS PS9 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	
2	20	10	15	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie zagadnień związanych z podstawowymi typami zakłóceń w systemie elektroenergetycznym i ich charakterystyka

Cel 2 Modelowanie różnych typów zakłóceń w programie Matlab-Simulink

Cel 3 Poznanie zjawisk związanych z odpowiedzią systemu elektroenergetycznego na poszczególne typy zaburzeń - działanie zabezpieczeń

Cel 4 Badanie elementów zabezpieczeniowych w układach wysokich i średnich napięć

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstawowych zagadnień związanych z rozplywem mocy w systemie

2 Znajomość podstaw modelowania w programie Matlab Simulink

3 Znajomość podstawowych zagadnień związanych z zabezpieczeniami stosowanymi przy niskim napięciu zasilania

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Znajomość podstawowych zjawisk powodujących zakłócenia w systemie elektroenergetycznym oraz ich klasyfikacja

EK2 Umiejętności Umiejętność tworzenia modeli procesów związanych z zaburzeniami w programie Matlab Simulink

EK3 Wiedza Znajomość opisu systemu elektroenergetycznego przy pomocy równań stanu oraz równań algebraicznych dla stacjonarnego rozplywu mocy

EK4 Umiejętności Umiejętność zastosowania opisu systemu elektroenergetycznego w budowie oraz symulacji modelu takiego systemu wraz z zabezpieczeniami

EK5 Wiedza Umiejętność opisu zjawisk związanych z odpowiedzią systemu elektroenergetycznego na zaburzenie oraz reakcją zabezpieczeń

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKTY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	projekt realizujący zaburzenie przemijające oraz zadziałanie zabezpieczenia SPZ	6
P2	model przekładnika prądowego nienasycającego się - do zabezpieczeń	6
P3	projekt zabezpieczenia różnicowego transformatora energetycznego	3

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Typy zakłóceń i ich charakterystyka oraz modele matematyczne zakłóceń (modele łuku, modele fali przepięciowej, modele reprezentujące gwałtowne zmiany impedancji układu, modele termiczne elementów układu elektroenergetycznego)	4
W2	Zaburzenia jako procesy naruszenia równowagi statycznej systemu	5

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W3	Odpowiedz systemu elektrycznego na zaburzenie - opis dynamiki tej odpowiedzi wraz z opisem zachowania poszczególnych elementów systemu w trakcie i po zaburzeniu oraz reakcji zabezpieczeń	5
W5	zabezpieczenia w układach wysokich i średnich napięć	6

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	rozpływ mocy w systemie	3
C2	obliczanie prądów zwarciovych i spadków napięć	4
C3	zabezpieczenia i ich nastawy	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	zabezpieczenia nadprądowe linii oraz przebiegi prądów zwarciovych	4
L2	zabezpieczenia różnicowo-prądowe transformatora oraz pomiary charakterystyk przekładników prądowych	4
L3	charakterystyki przekładników prądowych oraz pomiar zakłóceń w systemach elektroenergetycznych	4
L4	zabezpieczenia silników nN i SN	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N3 Praca w grupach

N4 Dyskusja

N5 Konsultacje

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	10
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	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	125
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 ocena z projektu

F2 Egzamin

F3 Ocena ze sprawozdania z laboratorium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Minimum 80% obecności na wykładach a w przeciwnym razie dodatkowy test zaliczający

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	brak wiedzy na temat zakłóceń
NA OCENĘ 3.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia
NA OCENĘ 3.5	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej

NA OCENĘ 4.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego
NA OCENĘ 4.5	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego, znajomość przebiegów prądów zwarciovych oraz umiejętność określenia czynników wpływających na te przebiegi
NA OCENĘ 5.0	znajomość podstawowych przebiegów wielkości charakteryzujących zaburzenia oraz umiejętność skonstruowania modelu matematycznego fali przepięciowej oraz modelu łuku elektrycznego, znajomość przebiegów prądów zwarciovych oraz umiejętność określenia czynników wpływających na te przebiegi a także umiejętność oceny zaburzeń i zakłóceń pod względem potencjalnego zagrożenia dla systemu elektroenergetycznego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nieznajomość narzędzia
NA OCENĘ 3.0	Budowa relatywnie prostych modeli, otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja
NA OCENĘ 3.5	Budowa relatywnie prostych modeli, otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki
NA OCENĘ 4.0	Budowa relatywnie prostych modeli, otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości
NA OCENĘ 4.5	Budowa rozbudowanych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości
NA OCENĘ 5.0	Budowa rozbudowanych modeli systemu elektroenergetycznego oraz otrzymanie poprawnych wyników i ich interpretacja; uwzględnienie działań automatyki; ocena jak przyjęty model różni się od rzeczywistości; Umiejętność oceny które zjawiska są a które powinny być jeszcze uwzględnione
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności formułowania równań stanu oraz warunków rozptywu mocy dla systemu elektroenergetycznego
NA OCENĘ 3.0	Wiedza z zakresu warunków rozptywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego
NA OCENĘ 3.5	Wiedza z zakresu warunków rozptywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozptywu mocy w systemie dla danego zaburzenia
NA OCENĘ 4.0	Wiedza z zakresu warunków rozptywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozptywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego

NA OCENĘ 4.5	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia odpowiedzi systemu na zaburzenie
NA OCENĘ 5.0	Wiedza z zakresu warunków rozplywu mocy dla stanu ustalonego pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia zmiany rozplywu mocy w systemie dla danego zaburzenia, wiedza na temat warunków stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, umiejętność określenia odpowiedzi systemu na zaburzenie, wiedza na temat ograniczeń przestrzeni stanów stabilnych systemu wynikających z parametrów elementów systemu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak znajomości typowych modeli elementów systemu elektroenergetycznego
NA OCENĘ 3.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń, dobór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego
NA OCENĘ 3.5	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego
NA OCENĘ 4.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego dobór parametrów numerycznych
NA OCENĘ 4.5	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego, dobór parametrów numerycznych, tworzenie alternatywnych modeli w programie Matlab/ Simulink
NA OCENĘ 5.0	Znajomość szybkości zjawisk (stała czasowa) zachodzących w systemie elektroenergetycznym oraz tworzenie adekwatnych modeli zaburzeń; znajomość typowych ograniczeń systemu elektroenergetycznego, obór odpowiednich metod rozwiązania numerycznego dobór parametrów numerycznych, tworzenie alternatywnych modeli w programie Matlab/Simulink, znajomość niuansów poszczególnych modeli Simulinka
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności określenia typu odpowiedzi systemu na zaburzenie
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego
NA OCENĘ 3.5	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu

NA OCENĘ 4.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku)
NA OCENĘ 4.5	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku) i umiejętność zastosowania tej metody.
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność opisu zjawisk zachodzących przy zaburzeniu pracy układu jedno-generatorowego oraz umiejętność sformułowania uproszczonych równań stanu dla tego układu oraz wiedza w zakresie zastosowania metod quasi-stacjonarnych (metoda krok po kroku) i umiejętność zastosowania tej metody a także znajomość czynników wpływających na stabilną pracę systemu elektroenergetycznego

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_W05	Cel 1	W1 C1	N1 N5	F2
EK2	K_W01 K_U02	Cel 2	W2	N1 N3	F1
EK3	K_W01 K_W12	Cel 3	W1 C2	N1 N3 N4	F1 F2
EK4	K_W01 K_U05	Cel 3	W3 C2 C3	N3 N4 N5	F1
EK5	K_W08 K_U07	Cel 3 Cel 4	W5 C3	N3 N5	F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **P. Kacejko J. Machowski** — *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] | **J. Machowski** — *Regulacja i stabilność systemu elektroenergetycznego*, Warszawa, 2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [3] | **A. Sowa** — *Kompleksowa ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa*, Warszawa, 2006, cosiw

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | **H. Gładys R. Malta** — *Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym*, Warszawa, 1999, WNT

LITERATURA DODATKOWA

[1] | Materiały z wykładu przekazane po zakończeniu wykładu

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. Prof PK Jerzy Szczepanik (kontakt: jszczepanik@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Jerzy Szczepanik (kontakt: jszczepanik@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....