

Nazwa modułu (przedmiotu): Wybrane zagadnienia teorii obwodów		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: Niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_1K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji: II stopnia	Rok: I Semestr: I Semestr: zimowy
Rodzaj zajęć: Wyk. Cwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin: 18^E, 18, 18, 0, 0	Liczba punktów: 8 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny PCz, Katedra Elektrotechniki		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): dr hab. inż. Paweł Jabłoński, dr inż. Dariusz Kusiak		
Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: dr hab. inż. Paweł Jabłoński, dr inż. Dariusz Kusiak		

I. KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. Rozszerzenie wiedzy zdobytej w podstawowym kursie Elektrotechniki (stopień I) w zakresie teorii obwodów i jej powiązań z teorią pola elektromagnetycznego.
- C2. Zapoznanie studenta z zagadnieniami analizy obwodów o parametrach rozłożonych.
- C3. Zapoznanie studenta z zastosowaniem grafów do opisu przepływu sygnałów w obwodach elektrycznych.
- C4. Zapoznanie studenta z podstawowymi metodami syntezy liniowych dwójników pasywnych.
- C5. Zapoznanie studenta z właściwościami wybranych obwodów nieliniowych oraz wybranymi metodami ich analizy.
- C6. Zapoznanie studenta z metodami analizy układów z czasem dyskretnym.
- C7. Zapoznanie studenta z analizą obwodów liniowych pod kątem wrażliwości na zmianę parametrów.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza uzyskana w toku studiów I stopnia z matematyki i informatyki.
2. Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów i teorii pola elektromagnetycznego
3. Wiedza uzyskana w toku studiów I stopnia z fizyki.
4. Umiejętność sporządzania sprawozdania z przebiegu realizacji ćwiczeń i obliczeń numerycznych.
5. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 – Student charakteryzuje zjawiska zachodzące w obwodach o parametrach rozłożonych, definiuje ich parametry falowe, potrafi dokonać ich analizy.
- EK2 – Student tworzy grafy sygnałowe odpowiadające danemu zagadnieniu i na ich podstawie wyznacza odpowiedzi układu.
- EK3 – Student zna metody syntezy liniowych dwójników pasywnych i potrafi je zastosować.
- EK4 – Student charakteryzuje zagadnienia dotyczące obwodów nieliniowych prądu zmiennego, potrafi objaśnić i zastosować wybrane metody ich analizy.
- EK5 – Student dokonuje analizy prostych obwodów z czasem dyskretnym.
- EK6 – Student dokonuje analizy obwodów liniowych pod kątem wrażliwości na zmianę parametrów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY

Treść zajęć	Liczba godzin
W1, W2 – Obwody o parametrach rozłożonych – teoria linii długiej. Równania telegrafistów. Parametry pierwotne i falowe linii. Stan ustalony przy zasilaniu napięciem stałym i sinusoidalnym. Równania hiperboliczne linii długiej. Stan nieustalony w linii długiej bezstratnej w stanie jałowym i stanie zwarcia.	4
W3, W4 – Grafy przepływowe sygnałów. Definicje i podstawowe pojęcia dotyczące grafów. Tworzenie grafów przepływowych obwodu elektrycznego. Przekształcanie grafu. Reguła Masona.	3
W4, W5 – Synteza obwodów elektrycznych. Właściwości funkcji opisującej dwójnik. Funkcje energetyczne. Dwójniki reaktancyjne. Realizacja pasywnych dwójników typu: LC, RC, LC, RLC metodą Fostera. Metoda Cauera realizacji dwójników. Elementy syntezy czwórników reaktancyjnych.	3
W6, W7 – Teoria obwodów nieliniowych. Obwody nieliniowe prądu zmiennego w stanie ustalonym. Wybrane obwody nieliniowe prądu zmiennego. Ferorezonans napięć i prądów. Metody analizy obwodów nieliniowych. Metoda funkcji opisującej. Metoda bilansu harmonicznyc Stany nieustalone w obwodach nieliniowych. Metoda aproksymacji analitycznej. Metoda linearyzacji odcinkowej. Metoda krok po kroku. Płaszczyzna fazowa. Metoda izoklin. Wprowadzenie do numerycznego rozwiązania nieliniowych równań różniczkowych. Stabilność układów nieliniowych.	4
W8 – Obwody z czasem dyskretnym. Próbkowanie. Przekształcenie Z, wyznaczanie transformaty Z i transformaty odwrotnej. Równania różnicowe.	2
W9 – Wrażliwość obwodu.	1
W9 – Wybrane zagadnienia dotyczące numeryczne metod analizy i syntezy obwodów elektrycznych.	1
SUMA	18

Forma zajęć – ĆWICZENIA

Treść zajęć	Liczba godzin
C1, C2 – Wyznaczanie parametrów pierwotnych linii długiej. Analiza linii długiej w stanie ustalonym przy pobudzeniu stałym i sinusoidalnym.	3
C2, C3 – Tworzenie grafów przepływowych obwodu elektrycznego. Obliczanie transmitancji zastępczej metodą przekształcenia grafu, regułą Masona.	3
C4, C5 – Realizacja pasywnych dwójników typu: LC, RC, LC, RLC metodą Fostera i metodą Cauera. Elementy syntezy czwórników reaktancyjnych.	3
C5, C6 – Analiza wybranych obwodów nieliniowych prądu przemiennego w stanie ustalonym i nieustalonym.	3

C7 – Obwody z czasem dyskretnym. Równania różnicowe. Przekształcenie Z, wyznaczanie transformaty Z i transformaty odwrotnej. Analiza obwodów z czasem dyskretnym.	2
C8 – Analiza obwodów liniowych pod kątem wrażliwości na zmianę parametrów	1
C8 – Rozwiązywanie wybranych zagadnień z analizy i syntezy obwodów elektrycznych metodami numerycznymi.	1
C9 – Kolokwium poprawkowe	2
SUMA	18

Forma zajęć – LABORATORIUM

Treść zajęć	Liczba godzin
L1 – Wprowadzenie do ćwiczeń pomiarowych i komputerowych (omówienie ćwiczeń, instrukcja BHP, podział na grupy).	2
L2 – Przebiegi prądów i napięć w obwodzie z żelazem. Ferrerezonans napięć i prądów.	2
L3 – Badanie filtrów aktywnych (Butterwortha, Czebyszewa).	2
L4 – Wyznaczanie zawartości wyższych harmonicznych i współczynnika THD odkształconych przebiegów prądowych.	2
L5 – Badanie linii długiej.	2
L6 – Analiza obwodów z przebiegami odkształconymi.	2
L7 – Analiza obwodów z czasem dyskretnym.	2
L8 – Synteza dwójników pasywnych.	2
L9 – Kolokwium zaliczeniowe.	2
SUMA	18

METODY DYDAKTYCZNE

1. Wykład
2. Ćwiczenia audytoryjne – rozwiązywanie zadań
3. Laboratorium pomiarowe – praca w zespołach dwu- lub trzyosobowych
4. Laboratorium komputerowe – praca indywidualna
5. Dyskusja

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Środki audiowizualne
2. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
3. Laboratorium zestawów doświadczalno-pomiarowych
4. Laboratorium zestawów komputerowych
5. Oprogramowanie (Matlab lub podobne, inne programy dedykowane)

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. Wykład – egzamin.
Z2. Ćwiczenia – zaliczenie na ocenę
Z3. Laboratorium – zaliczenie na ocenę

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. Ocena opanowania przerobionej partii materiału z poprzednich ćwiczeń (kartkówka).
F2. Ocena przygotowania do ćwiczeń tablicowych (odpowiedź przy tablicy).
F3. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych (odpowiedź ustna).
F4. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.
P1. Wykład – egzamin pisemny (50% oceny egzaminacyjnej).
P2. Wykład – egzamin ustny (50% oceny egzaminacyjnej).
P3. Ćwiczenia – ocena opanowania kolejnych partii materiału będącego przedmiotem ćwiczeń tablicowych (kartkówki – 100 % oceny).
P4. Laboratorium – ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – kolokwium zaliczeniowe (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium).

P5. Laboratorium – ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	Σ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym:			
wykład	18	54	2
ćwiczenia	18		
laboratorium	18		
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	20	120	6
Przygotowanie do ćwiczeń tablicowych	20		
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	15		
Przygotowanie sprawozdania z laboratorium	15		
Przygotowanie do kolokwium z ćwiczeń	20		
Przygotowanie do egzaminu	30		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU			
w tym zajęcia praktyczne	[h]	Σ [h]	ECTS
Udział w zajęciach laboratoryjnych	18	68	3
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	15		
Przygotowanie sprawozdania z laboratorium	15		
Przygotowanie do ćwiczeń tablicowych	20		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Bolkowski ST.: Teoria obwodów elektrycznych. WNT, Warszawa 2009.
2. Bolkowski ST., Brociek W., Rawa H.: Teoria obwodów elektrycznych Zadania. WNT, Warszawa 2009.
3. Cichowska Z.: Topologiczna analiza obwodów elektrycznych liniowych. Skrypty Uczelniane Politechniki Śląskiej, Gliwice 1990.
4. Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J.: Metody numeryczne. WNT, Warszawa 2005.
5. Gołębiowski L., Gołębiowski M.: Obwody elektryczne. Część 2,3. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowska Rzeszów 2007.
6. Guzak T., Kamińska A., Pańczyk B., Sikora J.: Metody numeryczne w elektrotechnice. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1998.
7. Krakowski M.: Elektrotechnika teoretyczna. Obwody liniowe i nieliniowe. WN PWN, Warszawa 1995.
8. Lubelski K.: Elektrotechnika teoretyczna t.6. Skrypty Uczelniane Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1994.
9. Osiowski J., Szabatin J.: Podstawy teorii obwodów. Tom III. WNT, Warszawa 2006.

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Chojcan J., Lasek L.: Metody analizy wrażliwości układów elektronicznych. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 1980.
2. Kącki E., Małolepszy A., Romanowicz A.: Metody numeryczne dla inżynierów. Wyd. WSInf, Łódź 2005.
3. Majchrzak E., Mochnacki B.: Metody numeryczne, Podstawy teoretyczne, aspekty praktyczne i algorytmy. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
4. Mikołajuk K., Trzaska Z.: Elektrotechnika teoretyczna. Analiza i synteza elektrycznych obwodów liniowych. PWN, Warszawa 1984
4. Leon O. Chua, Pen Min Lin : Komputerowa analiza układów elektronicznych. WNT Warszawa 1981.
5. Papoulis A.: Obwody i układy. WKŁ, Warszawa 1988.
6. Osowski S., Siwek K., Śmiałek M. : Teoria obwodów Wydawnictwo OWPW 2006.
7. Tadeusiewicz M.: Teoria obwodów cz. 1 i 2 Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2002.

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_W01	C1, C2	W, C, L	1, 2, 4, 5	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4, P5
EK2	KE2A_W01	C3	W, C	1, 2, 5	F1, F2, P1, P2, P3
EK3	KE2A_W01 KE2A_U04	C4	W, C, L	1, 2, 3, 4, 5	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4, P5
EK4	KE2A_W01 KE2A_U04	C1, C5	W, C, L	1, 2, 4, 5	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4, P5
EK5	KE2A_W01 KE2A_U04	C6	W, C, L	1, 2, 4, 5	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4, P5
EK6	KE2A_W01 KE2A_U04	C7	W, C	1, 2, 5	F1, F2, P1, P2, P3

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	Student charakteryzuje zjawiska zachodzące w obwodach o parametrach rozłożonych, definiuje ich parametry falowe, potrafi dokonać ich analizy.
2	Student nie potrafi zdefiniować obwodu o parametrach rozłożonych, podać jego parametrów pierwotnych i falowych ani równań go opisujących.
3	Student potrafi określić pojęcie obwodu o parametrach rozłożonych, podać jego parametry, równania.
3,5	Student potrafi określić pojęcie obwodu o parametrach rozłożonych, podać jego parametry, równania i ogólne rozwiązania.
4	Student potrafi określić pojęcie obwodu o parametrach rozłożonych, podać jego parametry, równania i ogólne rozwiązania, dokonać analizy prostych obwodów.
4,5	Student potrafi określić pojęcie obwodu o parametrach rozłożonych, podać i zdefiniować jego parametry, dokonać analizy przykładowych obwodów.
5	Student potrafi określić pojęcie obwodu o parametrach rozłożonych, podać i zdefiniować jego parametry, wyprowadzić równania i ogólne rozwiązania, dokonać analizy różnych obwodów.
EK2	Student tworzy grafy sygnałowe odpowiadające danemu zagadnieniu i na ich podstawie wyznacza odpowiedzi układu.
2	Student nie potrafi narysować grafu sygnałowego dla danego zagadnienia ani wyznaczyć transmitancji na jego podstawie.
3	Student potrafi narysować graf sygnałowy odpowiadający układowi równań liniowych.
3,5	Student potrafi wyznaczyć transmitancję przynajmniej jedną metodą.
4	Student potrafi narysować graf sygnałowy odpowiadający prostemu obwodowi oraz wyznaczyć transmitancję dowolnej wielkości przynajmniej jedną metodą.
4,5	Student potrafi narysować graf sygnałowy odpowiadający złożonemu obwodowi oraz wyznaczyć transmitancję dowolnej wielkości przynajmniej jedną metodą.
5	Student potrafi narysować graf sygnałowy odpowiadający złożonemu obwodowi oraz wyznaczyć transmitancję dowolnej wielkości dwiema metodami.
EK3	Student zna metody syntezy liniowych dwójników pasywnych i potrafi je zastosować.
2	Student nie potrafi wymienić ani zastosować żadnej z metod syntezy liniowych dwójników pasywnych.
3	Student potrafi wymienić metody syntezy dwójników pasywnych.
3,5	Student potrafi wymienić metody syntezy liniowych dwójników pasywnych i zastosować jedną z nich do rozwiązania prostego zagadnienia.
4	Student potrafi wymienić i scharakteryzować przynajmniej dwie metody syntezy liniowych dwójników pasywnych i zastosować przynajmniej jedną z nich do rozwiązania prostego

	zagadnienia.
4,5	Student potrafi wymienić, scharakteryzować i zastosować przynajmniej dwie metody syntezy liniowych dwójników pasywnych.
5	Student potrafi wymienić, scharakteryzować i zastosować przynajmniej dwie metody syntezy liniowych dwójników pasywnych i uzyskać różne realizacje dwójnika.
EK4	Student charakteryzuje zagadnienia dotyczące obwodów nieliniowych prądu zmiennego, potrafi objaśnić i zastosować wybrane metody ich analizy.
2	Student nie potrafi scharakteryzować żadnego zagadnienia dotyczącego obwodów nieliniowych prądu sinusoidalnego z podanych na wykładzie ani objaśnić żadnej metody rozwiązywania obwodów nieliniowych.
3	Student potrafi scharakteryzować ogólnie niektóre zjawiska zachodzące w obwodach nieliniowych prądu sinusoidalnego omawianych na wykładzie.
3,5	Student potrafi scharakteryzować ogólnie niektóre zjawiska zachodzące w obwodach nieliniowych prądu sinusoidalnego omawianych na wykładzie oraz przynajmniej jedną metodę analizy takich obwodów.
4	Student potrafi scharakteryzować ogólnie niektóre zjawiska zachodzące w obwodach nieliniowych prądu sinusoidalnego omawianych na wykładzie oraz metody analizy takich obwodów, potrafi przeprowadzić analizę obranego obwodu za pomocą jednej z metod.
4,5	Student potrafi scharakteryzować ogólnie różne zjawiska zachodzące w obwodach nieliniowych prądu sinusoidalnego omawianych na wykładzie oraz metody analizy takich obwodów, potrafi przeprowadzić analizę obranego obwodu za pomocą jednej z metod.
5	Student potrafi scharakteryzować szczegółowo różne zjawiska zachodzące w obwodach nieliniowych prądu sinusoidalnego omawianych na wykładzie oraz metody analizy takich obwodów, potrafi przeprowadzić analizę omawianych obwodów za pomocą odpowiednio dobranych metod.
EK5	Student dokonuje analizy prostych obwodów z czasem dyskretnym.
2	Student nie zna transformaty Z ani potrafi dokonać analizy żadnego obwodu z czasem dyskretnym.
3	Student potrafi sformułować równania różnicowe dla prostego obwodu z czasem dyskretnym.
3,5	Student potrafi sformułować równania różnicowe dla prostego obwodu z czasem dyskretnym, ma kłopoty z poprawnym ich rozwiązaniem.
4	Student potrafi sformułować równania różnicowe dla prostego obwodu z czasem dyskretnym i rozwiązać je za pomocą transformaty Z.
4,5	Student potrafi sformułować równania różnicowe dla różnych obwodów z czasem dyskretnym i rozwiązać je za pomocą transformaty Z, zna właściwości transformaty Z.
5	Student potrafi sformułować równania różnicowe dla obwodów z czasem dyskretnym i rozwiązać je za pomocą transformaty Z, a także zna jej właściwości i potrafi je wykorzystać.
EK6	Student dokonuje analizy obwodów liniowych pod kątem wrażliwości na zmianę parametrów.
2	Student nie potrafi określić pojęcia wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów ani nie zna żadnych metod jej wyznaczania.
3	Student potrafi określić pojęcie wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów.
3,5	Student potrafi określić pojęcie wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów i pobieżnie przedstawić przynajmniej jedną metodę jej wyznaczania.
4	Student potrafi określić pojęcie wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów, przedstawić i zastosować przynajmniej jedną metodę jej wyznaczania w prostych obwodach.
4,5	Student potrafi określić pojęcie wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów, przedstawić i zastosować różne metody jej wyznaczania w różnych obwodach.
5	Student potrafi określić pojęcie wrażliwości obwodu na zmianę jego parametrów, przedstawić i zastosować różne metody jej wyznaczania w złożonych obwodach.

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych znajdują się u prowadzącego zajęcia, są dostępne na stronie wydziałowej oraz w trakcie zajęć laboratoryjnych.
2. Laboratorium odbywa się w salach B231, B232, B233.
3. Termin zajęć i konsultacji z prowadzącym zgodnie z planem semestralnym.

Nazwa modułu (przedmiotu): Elektromechaniczne systemy napędowe		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_2K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji: II stopnia	Rok: I Semestr: I Semestr: zimowy
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin/zjazd: 2, 0, 0, 0, 0	Liczba punktów: 3 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział EI. PCz, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): dr inż. Andrzej Popena		
Osoby prowadzące zajęcia: dr inż. Andrzej Popena		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych.

C2. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu budowy, zasady działania, właściwości ruchowych oraz modeli matematycznych podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych

C3. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu struktury i schematów blokowych przekształtnikowych układów napędowych oraz syntezy i optymalizacji właściwości dynamicznych zamkniętych obwodów regulacji oraz metod sterowania silników prądu przemiennego.

C4. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu modelowania matematycznego przykładowych procesów technologicznych realizowanych z wykorzystaniem napędów elektrycznych.

C5. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu sterowania oraz oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH

KOMPETENCJI

1. Wiedza z mechaniki (fizyki) w zakresie dynamiki.
2. Wiedza z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego.
3. Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów.
4. Umiejętności pracy samodzielnej oraz w grupie.
5. Umiejętność łączenia obwodów elektrycznych.
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz internetowych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – Student zna zagadnienia z: mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych; potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędom elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego.
- EK 2 – Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; zna zagadnienia syntezy i optymalizacji właściwości dynamicznych zamkniętych obwodów regulacji (prędkości, prądu itp.), rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego.
- EK 3 – Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować i opisać za pomocą modelu matematycznego przykładowe procesy technologiczne realizowane z wykorzystaniem napędów elektrycznych.
- EK 4 – Student zna przykładowe struktury przekształtników stosowanych w napędzie elektrycznym oraz zagadnienia dotyczące sterowania przekształtników prądu stałego i przemiennego, w szczególności: sterowanie przekształtników napięcia zmiennego na napięcie stałe lub przekształtników napięcia stałego na napięcie stałe oraz sposoby bezpośredniego lub pośredniego (poprzez regulację momentu i strumienia silnika) formowania napięcia lub prądu wyjściowego falowników napięcia; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY

Treść zajęć	Liczba godzin
W 1 – Powtórzenie wiadomości z: mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych.	1
W 2 – Wymagania stawiane współczesnym napędom elektrycznym. Ogólna struktura	1

układu napędowego. Podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego	
W 3 – Budowa i właściwości ruchowe obcowzbudnego silnika prądu stałego. Obwodowy model matematyczny obcowzbudnego silnika prądu stałego (OSPS). Równania OSPS zapisane w jednostkach względnych. Schemat strukturalny oraz równania stanu OSPS.	1
W 4 – Struktura przekształtnikowego układu napędowego z OSPS. Przykłady przekształtników stosowanych w napędach prądu stałego. Schemat blokowy przekształtnikowego układu napędowego z OSPS	1
W 5 – Synteza zamkniętego obwodu regulacji prądu twornika OSPS.	1
W 6 – Optymalizacja właściwości dynamicznych zamkniętego obwodu regulacji prędkości obrotowej OSPS.	1
W 7 – Zasady sterowania adaptacyjnego oraz identyfikacji parametrów i zmiennych stanu układów napędowych.	1
W 8 – Ogólna struktura przekształtnikowego układu napędowego z silnikiem prądu przemiennego. Generowanie zadanego wektora napięcia w trójfazowym uzwojeniu silnika prądu przemiennego przez falownik sterowany metodą modulacji szerokości impulsów.	1
W 9 – Wybrane metody skalarne sterowania silnikiem indukcyjnym.	1
W 10 – Obwodowy model matematyczny silnika indukcyjnego.	1
W 11 – Idea sterowania polowo-zorientowanego. Przykładowe struktury układów z zastosowaniem sterowania zorientowanego polowo.	1
W 12 – Idea bezpośredniej regulacji momentu silnika prądu przemiennego. Przykładowe struktury układów z zastosowaniem bezpośredniej regulacji momentu. Porównanie sterowania zorientowanego polowo i bezpośredniej regulacji momentu.	1
W 13 – Równanie ruchu układu napędowego. Moment bezwładności i zamachowy. Zastępcze momenty oporowe i momenty bezwładności. Połączenia silnika z maszyną roboczą (mechanizmem)	1
W 14 – Wybrane przykłady obciążeń układów napędowych – elektryczne maszyny wyciągowe. Modele dynamiczne maszyny wyciągowej: (a) model z parametrami skupionymi, (b) model z dyskretnie rozłożonymi parametrami skupionymi, (c) model falowy.	1
W 15 – Wybrane przykłady obciążeń układów napędowych – układ napędowy reaktora polimeryzacji. Momenty bezwładności układu napędowego reaktora polimeryzacji. Dynamika napędu reaktora polimeryzacji: (a) założenia do modelu kinematycznego, (b) parametry układu napędowego, (c) równania równowagi dynamicznej. Obciążenia układu napędowego reaktora polimeryzacji: (a) tarcie w dolnym łożysku silnika, (b) tarcie cząsteczek etylenu o ramiona mieszadła.	1
W 16 – Wybrane przykłady obciążeń układów napędowych – hutnicza samotokowa linia transportowa. Wyznaczanie i przebiegi obciążeń linii transportowej. Bezwładność i obciążenia napędu linii transportowej.	1
W 17 – Sterowanie falowników napięcia w napędach prądu przemiennego. Wpływ napędów przekształtnikowych na sieć i środowisko.	1
W 18 – Minimalizacja oddziaływania napędów przekształtnikowych na sieć i otoczenie: układy wielopulsowe, filtry, dławiki; redukcja strat w silniku i emitowanego hałasu.	1
SUMA	18

METODY DYDAKTYCZNE

1. Wykład

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Rzutnik multimedialny, komputer, prezentacja

2. Podręczniki akademickie, skrypty, materiały dydaktyczne, instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. Zaliczenie na ocenę

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. Ocena aktywności na wykładzie na podstawie kontroli bieżących notatek (za zgodą studenta) lub/i na podstawie zainteresowania studentów zagadnieniami poruszonymi podczas wykładu, przejawiającego się np. pytaniami zadawanymi przez studentów podczas wykładów

P1. Ogólna ocena aktywności na wykładzie na podstawie ocen bieżących (F1)
P2. Ocena opanowania materiału nauczania na podstawie dyskusji lub odpowiedzi ustnej (pisemnej) z zakresu tematyki wykładu

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	Σ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym: wykład	18	18	1
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	30	57	2
Przygotowanie do zaliczenia z wykładu	27		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		75	3

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Bajorek Z., Prokop J., Elektromechaniczne przetworniki energii, Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, 1990
2. Puchała A., Elektromechaniczne przetworniki energii, BOBRME Komel, Katowice, 2002
3. Kopytów J., Elektromechaniczne przetworniki energii, PWN Warszawa, 1978
4. Orłowska-Kowalska T., BezczyJNIKowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003
5. Tunia H., Kaźmierkowski M., Automatyka napędu przekształtnikowego, PWN Warszawa, 1987
6. Tunia H., Winiarski B., Energoelektronika w pytaniach i odpowiedziach, Warszawa WNT, 1996
7. Szklarski L., Zarudzki J., Elektryczne maszyny wyciągowe, PWN Warszawa – Kraków 1998.
8. Popena A., Modelowanie i symulacja dynamicznych stanów pracy układów napędowych do reaktorów polimeryzacji z silnikami indukcyjnymi specjalnego wykonania, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, 2011
9. Flaszka J., Stany dynamiczne samotokowego układu napędowego z motoreduktorami konstrukcji specjalnej przy uwzględnieniu rzeczywistych obciążeń, Praca doktorska, Politechnika Częstochowska, 2002

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Kaźmierkowski M.P., Porównanie metody sterowania połowo-zorientowanego z metodą bezpośredniej regulacji momentu silnika klatkowego, Przegląd Elektrotechniczny nr 4, 1998, s. 85-89.
2. Kaźmierkowski M.P., Kasprowicz A.B., Regulacja bezpośrednia momentu i strumienia silnika klatkowego zasilanego z falownika napięcia, Przegląd Elektrotechniczny nr 5, 1991, s. 97-100.
3. Popena A., Rusek A., Wyznaczanie obciążeń układu napędowego hutniczej linii transportowej metodą trzech momentów, Zeszyty Problemowe Maszyny Elektryczne nr 77/2007, 2007, s. 221-226
4. Puchała A., Dynamika maszyn i układów elektromechanicznych, PWN Warszawa, 1977
5. Grunwald Z., Napęd elektryczny, WNT Warszawa, 1987
6. Rakowski J. i in., Teoria sprężystości, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004
7. Sałata W., Mechanika ogólna w zarysie. Wydanie II, Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, Poznań 2001
8. Tietze U., Schenk Ch., Układy półprzewodnikowe, WNT Warszawa, 1997

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma Zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_W07	C1	wykład	1	F1, P1, P2
EK2	KE2A_W03	C2, C3	wykład	1	F1, P1, P2

EK3	KE2A_W03	C4	wykład	1	F1, P1, P2
EK4	KE2A_U07 KE2A_U08	C5	wykład	1	F1, P1, P2

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	Student zna zagadnienia z: mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych; potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego
2	Student nie potrafi przedstawić wymagań stawianych współczesnym napędem elektrycznym, nie zna ogólnej struktury układu napędowego oraz podstawowych problemów modelowania matematycznego
3	Student potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego
3,5	Student potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego; ma słabo ugruntowaną wiedzę z zakresu zasady działania podstawowych maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych
4	Student zna zasadę działania podstawowych maszyn elektrycznych oraz zasady elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych; potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego
4,5	Student zna na ogół zagadnienia z: mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych; potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego
5	Student zna zagadnienia z: mechaniki, elektrotechniki, teorii obwodów, zasady działania maszyn elektrycznych oraz elektromechanicznego przetwarzania energii w zakresie zastosowań do analizy maszyn elektrycznych i układów napędowych; potrafi przedstawić wymagania stawiane współczesnym napędem elektrycznym, zna ogólną strukturę układu napędowego oraz podstawowe problemy modelowania matematycznego: obwodowego, polowego i polowo-obwodowego
EK2	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; zna zagadnienia syntezy i optymalizacji właściwości dynamicznych zamkniętych obwodów regulacji (prędkości, prądu itp.), rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego
2	Student nie zna modeli matematycznych podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi), nie zna struktur i schematów blokowych przekształtnikowych układów napędowych, nie rozróżnia podstawowych metod sterowania silników prądu przemiennego
3	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; rozróżnia podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego
3,5	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; rozróżnia i na ogół potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego
4	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego

4,5	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; na ogół zna zagadnienia syntezy i optymalizacji właściwości dynamicznych zamkniętych obwodów regulacji (prędkości, prądu itp.), rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego
5	Student zna budowę, zasadę działania, właściwości ruchowe oraz modele matematyczne podstawowych silników elektrycznych stosowanych w przemysłowych układach napędowych (obcowzbudny silnik prądu stałego, silnik indukcyjny, silnik synchroniczny z magnesami trwałymi); zna struktury i schematy blokowe przekształtnikowych układów napędowych; zna zagadnienia syntezy i optymalizacji właściwości dynamicznych zamkniętych obwodów regulacji (prędkości, prądu itp.), rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe metody sterowania silników prądu przemiennego
EK3	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować i opisać za pomocą modelu matematycznego przykładowe procesy technologiczne realizowane z wykorzystaniem napędów elektrycznych
2	Student nie zna zagadnień z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego
3	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą
3,5	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować przykładowy proces technologiczny realizowany z wykorzystaniem napędu elektrycznego
4	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować i opisać za pomocą modelu matematycznego przykładowy proces technologiczny realizowany z wykorzystaniem napędu elektrycznego
4,5	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować i opisać za pomocą modelu matematycznego dwa przykładowe procesy technologiczne realizowane z wykorzystaniem napędów elektrycznych
5	Student zna zagadnienia z mechaniki w zakresie matematycznego opisu ruchu wirujących lub zmieniających położenie w ruchu postępowym mas układu napędowego, w tym: równanie ruchu, określanie momentów bezwładności oraz dynamika połączeń silnika z maszyną roboczą; potrafi scharakteryzować i opisać za pomocą modelu matematycznego co najmniej trzy przykładowe procesy technologiczne realizowane z wykorzystaniem napędów elektrycznych
EK4	Student zna przykładowe struktury przekształtników stosowanych w napędzie elektrycznym oraz zagadnienia dotyczące sterowania przekształtników prądu stałego i przemiennego, w szczególności: sterowanie przekształtników napięcia zmiennego na napięcie stałe lub przekształtników napięcia stałego na napięcie stałe oraz sposoby bezpośredniego lub pośredniego (poprzez regulację momentu i strumienia silnika) formowania napięcia lub prądu wyjściowego falowników napięcia; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników
2	Student nie zna zagadnień oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środków zaradczych podejmowanych w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników
3	Student zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników
3,5	Student zna wybraną strukturę przykładowego przekształtnika stosowanego w napędzie elektrycznym; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników
4	Student zna przykładowe struktury przekształtników stosowanych w napędzie elektrycznym; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników

4,5	Student zna przykładowe struktury przekształtników stosowanych w napędzie elektrycznym oraz zagadnienia dotyczące sterowania przekształtników prądu stałego i przemiennego, w szczególności: sterowanie przekształtników napięcia zmiennego na napięcie stałe lub przekształtników napięcia stałego na napięcie stałe; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników
5	Student zna przykładowe struktury przekształtników stosowanych w napędzie elektrycznym oraz zagadnienia dotyczące sterowania przekształtników prądu stałego i przemiennego, w szczególności: sterowanie przekształtników napięcia zmiennego na napięcie stałe lub przekształtników napięcia stałego na napięcie stałe oraz sposoby bezpośredniego lub pośredniego (poprzez regulację momentu i strumienia silnika) formowania napięcia lub prądu wyjściowego falowników napięcia; zna zagadnienia oddziaływania przekształtnikowych napędów elektrycznych na sieć i środowisko oraz środki zaradcze podejmowane w celu minimalizacji niekorzystnego oddziaływania przekształtników

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

Nazwa modułu (przedmiotu): Elektromechaniczne systemy napędowe		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_2K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji: II stopnia	Rok: I Semestr: II Semestr: letni
Rodzaj zajęć: Wyk. Cwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin/tydzień: 0, 0, 2, 0, 0	Liczba punktów: 4 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział EI. PCz, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): dr inż. Krzysztof Szewczyk		
Osoby prowadzące zajęcia: dr inż. Krzysztof Szewczyk, dr inż. Andrzej Jąderko		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z układami laboratoryjnymi zawierającymi elektromechaniczne zespoły napędowe oraz zasadami wykonywania pomiarów z wykorzystaniem ww. układów.
- C2. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie łączenia obwodów zawierających elementy napędów elektrycznych, jak również umiejętności w zakresie wykonywania pomiarów laboratoryjnych i formułowania wniosków dotyczących właściwości ruchowych ww. napędów.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z mechaniki (fizyki) w zakresie dynamiki.
2. Wiedza z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego.
3. Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów.
4. Umiejętności pracy samodzielnej oraz w grupie.
5. Umiejętność łączenia obwodów elektrycznych.
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz internetowych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badania przekształtnikowych napędów prądu stałego i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.

EK 2 – Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badania przekształtnikowych napędów prądu przemiennego i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz

formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.

EK 3 – Student potrafi połączyć układ laboratoryjny do badania napędu obciążonego momentem o zadanej charakterystyce mechanicznej i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.

EK 4 – Student potrafi połączyć układ laboratoryjny do badania napędu o dużej bezwładności mas wirujących i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – LABORATORIUM – semestr 4

Treść zajęć	Liczba godzin
Wprowadzenie: szkolenie w zakresie BHP oraz postępowania przeciwpożarowego, regulamin zajęć w laboratorium, przygotowanie się do ćwiczenia, technika wykonywania ćwiczeń, sprawozdanie z ćwiczenia	2
L 1 – Badanie układu napędowego prądu stałego zasilanego z prostownika sterowanego w zamkniętym obwodzie regulacji.	2
L 2 – Badanie układu napędowego prądu przemiennego z silnikiem indukcyjnym pracującego z otwartym obwodem regulacji.	2
L 3 – Charakterystyki elektromechaniczne obcowzbudnego silnika prądu stałego przy zmiennym wypełnieniu impulsów przerywacza.	2
L 4 – Badania silnika indukcyjnego z obciążeniem o charakterystyce wentylatorowej.	2
L 5 – Badanie silnika pierścieniowego zasilanego dwustronnie.	2
L 6 – Badanie układu Ilgnera.	2
L 7 – Wyznaczanie momentu bezwładności metodą drgań skrętnych.	2
Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych	2
SUMA	18

METODY DYDAKTYCZNE

1. Zajęcia laboratoryjne – łączenie obwodów na stanowiskach laboratoryjnych i pomiary w zespołach kilkuosobowych

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Stanowiska laboratoryjne zawierające zespoły napędowe
2. Podręczniki akademickie, skrypty, materiały dydaktyczne, instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. Laboratorium – zaliczenie na ocenę

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. Sprawdzenie przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych (wynik pozytywny = dopuszczenie do wykonywania ćwiczenia)
F2. Sprawdzenie kompletności wykonanego ćwiczenia zgodnie z programem w instrukcji na podstawie protokołu (niekompletny protokół = odrobienie brakujących punktów ćwiczenia)
F3. Ocena systematyczności studentów na podstawie np. bieżących konsultacji dotyczących poprawności wykonanych pomiarów lub/i sposobu wykonania sprawozdania
F4. Bieżąca ocena aktywności studentów na zajęciach laboratoryjnych oraz informowanie studentów na bieżąco o spostrzeżeniach prowadzącego dotyczących aktywności w celu jej zintensyfikowania
P1. Ogólna ocena aktywności na zajęciach laboratoryjnych na podstawie ocen bieżących (F1 i F5)
P2. Sprawdzenie ilości, kompletności oraz poprawności wykonanych pomiarów na podstawie protokołów
P3. Sprawdzenie poprawności wykonanych obliczeń, opracowanych wyników oraz sformułowanych

wniosków na podstawie sprawozdań

P4. Ocena opanowania materiału nauczania na podstawie dyskusji otrzymanych wyników pomiarów laboratoryjnych, ew. odpowiedzi ustnej (pisemnej) z zakresu tematyki wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	∑ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym: laboratorium	18	18	1
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	40	82	3
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	15		
Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	15		
Przygotowanie do zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych	12		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		100	4
w tym zajęcia praktyczne	[h]	∑ [h]	ECTS
Laboratorium	18	60	3
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	15		
Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	15		
Przygotowanie do zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych	12		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Bajorek Z., Prokop J., Elektromechaniczne przetworniki energii, Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, 1990
2. Puchała A., Elektromechaniczne przetworniki energii, BOBRME Komel, Katowice, 2002
3. Kopyłow J., Elektromechaniczne przetworniki energii, PWN Warszawa, 1978
4. Orłowska-Kowalska T., Bezcujnikowe układy napędowe z silnikami indukcyjnymi, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003
5. Tunia H., Kaźmierkowski M., Automatyka napędu przekształtnikowego, PWN Warszawa, 1987
6. Tunia H., Winiarski B., Energoelektronika w pytaniach i odpowiedziach, Warszawa WNT, 1996

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Kaźmierkowski M.P., Porównanie metody sterowania połowo-zorientowanego z metodą bezpośredniej regulacji momentu silnika klatkowego, Przegląd Elektrotechniczny nr 4, 1998, s. 85-89.
2. Kaźmierkowski M.P., Kasprowicz A.B., Regulacja bezpośrednia momentu i strumienia silnika klatkowego zasilanego z falownika napięcia, Przegląd Elektrotechniczny nr 5, 1991, s. 97-100.
4. Puchała A., Dynamika maszyn i układów elektromechanicznych, PWN Warszawa, 1977
5. Grunwald Z., Napęd elektryczny, WNT Warszawa, 1987
6. Rakowski J. i in., Teoria sprzężystości, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004
7. Sałata W., Mechanika ogólna w zarysie. Wydanie II, Wydawnictwa Politechniki Poznańskiej, Poznań 2001
8. Tietze U., Schenk Ch., Układy półprzewodnikowe, WNT Warszawa, 1997

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma Zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_U07 KE2A_K03	C1, C2	laboratorium	1	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4
EK2	KE2A_U07 KE2A_K03	C1, C2	laboratorium	1	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4
EK3	KE2A_U07	C1, C2	laboratorium	1	F1, F2,

	KE2A_K03				F3, F4, P1, P2, P3, P4
EK4	KE2A_U07 KE2A_K03	C1, C2	laboratorium	1	F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badania przekształtnikowych napędów prądu stałego i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
2	Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności
3	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
3,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
4	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
4,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, potrafi sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
EK2	Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badania przekształtnikowych napędów prądu przemiennego i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
2	Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności
3	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
3,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
4	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
4,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, potrafi sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
EK3	Student potrafi połączyć układ laboratoryjny do badania napędu obciążonego momentem o zadanej charakterystyce mechanicznej i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
2	Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności
3	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia

	układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
3,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
4	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
4,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, potrafi sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
EK4	Student potrafi połączyć układ laboratoryjny do badania napędu o dużej bezwładności mas wirujących i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
2	Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności
3	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
3,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów
4	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
4,5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów
5	Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, potrafi sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

Nazwa modułu (przedmiotu): Pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_3K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji II stopnia	Rok: I Semestr: I Semestr: zimowy
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin: 9^E, 0, 18, 0, 0	Liczba punktów: 6 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny, Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): Dr inż. Marek Kurkowski		
Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: Dr inż. Marek Kurkowski , Dr Paweł Ptak		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu teorii pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych.
- C2. Opanowanie przez studentów umiejętności realizacji pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z matematyki w zakresie równań różniczkowych.
2. Wiedza z fizyki w zakresie wielkości i zjawisk fizycznych stosowanych w budowie i działaniu czujników i przetworników pomiarowych.
3. Wiedza z metrologii w zakresie metodyki pomiarów.
4. Umiejętność realizacji pomiarów elektrycznych.
5. Umiejętność sporządzenia dokumentacji pomiarów.
6. Umiejętność korzystania z katalogów i dokumentacji technicznej.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – posiada wiedzę teoretyczną z zakresu pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych,
- EK 2 – potrafi dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do zadanego zadania pomiarowego,
- EK 3 – potrafi samodzielnie wykonać pomiary i sporządzić dokumentację pomiarową,
- EK 4 – potrafi samodzielnie przeprowadzić obliczenia i analizę otrzymanych wyników,
- EK 5 – posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania,
- EK 6 – potrafi przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY

Treść zajęć	Liczba godzin
W 1 – Przetworniki pomiarowe. Pomiary temperatury	1
W 2 – Pomiary parametrów przepływu i energii cieplnej	1
W 3 – Pomiary tensometryczne	1
W 4 – Pomiary czujnikami indukcyjnościowymi i pojemnościowymi	1
W 5 – Pomiary wilgotności. Pomiary elektrochemiczne	1
W 6 – Pomiary odległości. Pomiary drgań, przyśpieszenia	1
W 7 – Pomiary czujnikami optoelektronicznymi	1
W 8 – Pomiary parametrów pola magnetycznego. Zastosowanie pomiarów wielkości nieelektrycznych	1
W 9 – Kolokwium zaliczeniowe	1

Forma zajęć – LABORATORIUM

Treść zajęć	Liczba godzin
L 1 – omówienie programu ćwiczeń laboratoryjnych	0,5
L 2 – pomiary temperatury	1,5
L 3 – pomiary parametrów przepływu	2
L 4 – pomiary optoelektroniczne	2
L 5 – pomiary elektrochemiczne	2
L 6 – pomiary drgań	2
L 7 – pomiary wilgotności	2
L 8 – pomiary czujnikami indukcyjnościowymi	2
L 9 – pomiary parametrów pola magnetycznego	2
L 10 – kolokwium zaliczeniowe	2

METODY DYDAKTYCZNE

1. – wykład z zastosowaniem środków audiowizualnych
2. – ćwiczenia laboratoryjne – realizacja pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. – stanowiska pomiarowe
2. – przyrządy pomiarowe
3. – normy dotyczące czujników, przetworników i systemów pomiarowych
4. – katalogi firm

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. wykład zaliczenie z oceną
Z2. laboratorium zaliczenie z oceną
Z3. egzamin z oceną

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. – ocena samodzielnego przygotowania do zajęć laboratoryjnych
F2. – ocena realizacji zajęć laboratoryjnych, analizy i weryfikacji pomiarów
P1. – ocena przyswojenia wiedzy przekazywanej na wykładzie – kolokwium
P2. – ocena wykonania sprawozdania końcowego

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	Σ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym:	wykład	9	2
	laboratorium	18	
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	8	58	4
Przygotowanie do egzaminu	10		
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	20		

Przygotowanie sprawozdania	20		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		85	6
w tym zajęcia praktyczne	[h]	Σ [h]	ECTS
Laboratorium	18	58	3
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	20		
Przygotowanie sprawozdania	20		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Piotrowski J.: Pomiary czujniki i metody pomiarowe wybranych wielkości fizycznych i składu chemicznego, WNT Warszawa 2009
2. Miłek M.: Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych, wyd. Uniwersytet Zielonogórski Zielona Góra 2006
3. Chwaleba A., Czajewski J.: Przetworniki pomiarowe i defektoskopowe, OWPW Warszawa 1998
4. Michalski L., Eckersdorf K., Kucharski J.: Termometria – przyrządy i metody, wyd. Politechniki Łódzkiej Łódź 2004
5. Michalski A., Tumański S., Żyła B.: Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych OWPW Warszawa 1999

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Katalogi sprzętu pomiarowego firm INTRO, LABEL, LUMEL, NDN
2. Czasopisma : Przegląd Elektrotechniczny, ElektroInfo, Elektroinstalator,
3. Strony www : PKN , firmy

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_W04 KE2A_W05 KE2A_W10	C1 , C2	wykład laboratorium	1,2	P1
EK2	KE2A_U06	C1 , C2	wykład laboratorium	1,2	F1, F2
EK3	KE2A_K03	C2	laboratorium	2	F1, F2
EK4	KE2A_U14 KE2A_K02	C2	laboratorium	2	F1, F2
EK5	KE2A_U01	C1 , C2	wykład laboratorium	1,2	F1, F2
EK6	KE2A_U15	C2	laboratorium	2	P2

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	posiada wiedzę teoretyczną z zakresu pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych
2	Student nie posiada wiedzy teoretycznej z pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych.
3	Student potrafi określić podstawowe pojęcia pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych.
3.5	Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.
4	Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.
4.5	Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki pomiaru.
5	Student potrafi określić podstawowe pojęcia dotyczące pomiarów elektrycznych wielkości nieelektrycznych. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi

	dla danego zadania określić warunki pomiaru i porównać z zalecanymi w literaturze.
EK2	potrafi dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do danego zadania pomiarowego
2	Student nie umie dobrać czujników, przyrządów i metod pomiarowych do danego zadania pomiarowego.
3	Student umie dobrać czujniki i przyrządy do danego zadania pomiarowego.
3.5	Student umie dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do danego zadania pomiarowego.
4	Student umie dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do danego zadania pomiarowego oraz dokonać analizy doboru.
4.5	Student umie dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do danego zadania pomiarowego oraz dokonać analizy doboru. Ma wiedzę o dostępnych rozwiązaniach przyrządów.
5	Student umie dobrać czujniki, przyrządy i metody pomiarowe do danego zadania pomiarowego oraz dokonać analizy. Ma wiedzę o dostępnych rozwiązaniach przyrządów i potrafi dokonać korekty.
EK3	potrafi samodzielnie wykonać pomiary i sporządzić dokumentację pomiarową
2	Student nie umie zrealizować pomiarów i sporządzić dokumentacji.
3	Student umie przeprowadzić pomiary.
3.5	Student umie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację.
4	Student umie przeprowadzić pomiary i sporządzić dokumentację oraz dokonać analizy wyników.
4.5	Student umie przeprowadzić pomiary oraz dokonać analizy wyników. Umie porównać otrzymane wyniki z danymi literaturowymi.
5	Student umie przeprowadzić pomiary oraz dokonać analizy wyników. Umie porównać otrzymane wyniki z danymi literaturowymi i dokonać ich weryfikacji.
EK4	potrafi samodzielnie przeprowadzić obliczenia i analizę otrzymanych wyników
2	Student nie umie przeprowadzić obliczeń i analizy otrzymanych wyników.
3	Student umie przeprowadzić obliczenia..
3.5	Student umie przeprowadzić obliczenia i analizę otrzymanych wyników.
4	Student umie przeprowadzić obliczenia i analizę otrzymanych wyników i zaproponować ich realizację w postaci programu komputerowego.
4.5	Student umie przeprowadzić obliczenia i analizę otrzymanych wyników i zaproponować ich realizację w postaci programu komputerowego. Umie wykonać ocenę uzyskanych obliczeń.
5	Student umie przygotować raport końcowy zaawansowanych modeli obiektów i wykonać zestawienie zastosowanych materiałów i urządzeń. Umie wykonać ocenę uzyskanych obliczeń oraz dokonać ich korekty.
EK5	posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania
2	Student nie umie korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.
3	Student umie korzystać z zasobów internetowych.
3.5	Student umie korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4	Student umie wyszukiwać i korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4.5	Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
5	Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych i stosować optymalne rozwiązania.
EK6	potrafi przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów
2	Student nie umie przygotować sprawozdania z wykonanych pomiarów.
3	Student umie przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów.
3.5	Student umie przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów oraz wykonać jego prezentację pisemną.
4	Student umie przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów oraz wykonać jego prezentację pisemną i ją przedstawić.
4.5	Student umie przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów oraz wykonać jego prezentację komputerową.
5	Student umie przygotować sprawozdanie z wykonanych pomiarów oraz wykonać jego prezentację komputerową i ją przedstawić.

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

Nazwa modułu (przedmiotu): Zakłócenia w układach elektroenergetycznych		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_4K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji: II stopnia	Rok: I Semestr: I Semestr: zimowy
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin/tydzień: 2E, 0, 2, 1, 0	Liczba punktów: 8 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny PCz, Katedra Elektrotechniki		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): dr inż. Zdzisław Posyłek		
Osoby prowadzące zajęcia: dr inż. Zdzisław Posyłek, dr inż. Aleksander Gąsiorski		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych występujących w układach elektroenergetycznych, mechanizmów generowania przez odbiorniki nieliniowe zakłóceń sieciowych oraz wpływem czynników zewnętrznych na pracę odbiorników zasilanych z sieci. Przedstawienie zasad kompatybilności elektromagnetycznej dotyczących układów elektroenergetycznych i energoelektronicznych. Koordynacja zabezpieczeń dla zapewnienia ciągłości pracy układów elektroenergetycznych.

C2. Zapoznanie studentów z wymaganiami normatywnymi ograniczającymi występujące zakłócenia sieciowe do poziomów dopuszczalnych. Praktyczne określanie poziomów zakłóceń oraz przedstawienie metod testowania wybranych odbiorników na określone testy odpornościowe oraz wymagań dotyczących parametrów określających jakość energii.

C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie metod badania zakłóceń sieciowych, sposobów ograniczania ich poziomów oraz zapobieganiu ich negatywnym wpływom w układach elektroenergetycznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z matematyki z zakresu równań różniczkowych oraz rachunku całkowitego.
2. Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów i teorii pola.
3. Wiedza z zakresu energetyki, energoelektroniki, techniki wysokich napięć, metrologii elektrycznej i maszyn elektrycznych.

4. Umiejętność współpracy zespołowej i pracy samodzielnej w trakcie realizacji postawionych zadań.
5. Umiejętność obsługi sprzętu pomiarowego współpracującego z komputerem (np. analizatora widma, rejestrator parametrów jakości energii).
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych, znajomość norm przedmiotowych, udostępnionych instrukcji oraz związanych z tematyką zajęć dydaktycznych zasobów internetowych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1. – Student potrafi zdefiniować pojęcia: układ elektroenergetyczny, zaburzenie sieciowe i zakłócenie elektromagnetyczne. Rozumie zasady przesyłu energii elektrycznej, zna strukturę typowego układu elektroenergetycznego, potrafi scharakteryzować jego podstawowe elementy składowe.

EK2. – Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych oraz potrafi przeprowadzić ich dokładną klasyfikację.

EK3. – W zależności od występujących zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych student potrafi zastosować dla układu przesyłowego jak i odbiorów odpowiednie metody i środki ochrony przed tymi zagrożeniami. Wie jak analizować wpływ pojedynczych elementów składowych na niezakłóconą pracę całego układu elektroenergetycznego.

EK4. – Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe w zakresie określenia zmiennych w czasie przebiegów: mocy, napięć, prądów oraz generowanych w układzie elektroenergetycznym pól elektromagnetycznych. Potrafi prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i dokonać prawidłowej oceny zjawisk i stanów występujących w układzie elektroenergetycznym.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY

Treść zajęć	Liczba godzin
W 1 – Charakterystyka trójfazowych układów zasilających, zastosowanie składowych symetrycznych do badania stanów awaryjnych w układach elektroenergetycznych	2h
W 2 – Występowanie wyższych harmonicznych napięć i prądów w liniach zasilających generowanych przez nieliniowe odbiorniki, parametry jakościowe dostarczanej energii i sposoby ich określania na podstawie normy PN-EN 50160.	2h
W 3 – Stan ustalony i stany nieustalone pracy systemu energetycznego, stany przejściowe występujące w układach elektroenergetycznych: przebiegi zewnętrzne i wewnętrzne	2h
W 4 – Zwarcia wieloprądowe i zwarcia doziemne, schematy zastępcze dla poszczególnych rodzajów zwarć, obliczanie prądów zwarciovych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60909-0	2h
W 5 – Zwarcia zwojowe w maszynach wirujących i transformatorach, praca niepełnofazowa, przeciążenia cieplne, utrata równowagi pracy równoległej, utrata równowagi napięciowej, kołysanie mocy, dynamiczne zmiany częstotliwości	2h
W 6 – Elementy i systemy ochrony przepięciowej stosowane w układach elektroenergetycznych, kompensacja mocy bierniej w układach zawierających wyższe harmoniczne, aktywne korektory współczynnika mocy (PFC).	2h
W 7 – Zasady kompatybilności elektromagnetycznej we układach zasilania sieciowego, charakterystyka zakłóceń przewodzonych i promieniowanych generowanych w układach elektroenergetycznych, metody ograniczania zakłóceń przenoszonych przez układy zasilania sieciowego i wokół przewodów sieciowych.	2h

W 8 – Identyfikacja zakłóceń generowanych przez napędy zasilane z przekształtników energoelektronicznych, impulsowych układów zasilających, sposoby pomiaru zakłóceń w sieci zasilającej, filtry przeciwzakłóceńowe, metody ograniczania ich wielkości do dopuszczalnego przepisami poziomu, wyładowania elektrostatyczne (ESD)	2h
W 9 – Ograniczanie pola elektromagnetycznego wokół urządzeń zasilanych z sieci 50Hz oraz wokół urządzeń pracujących z wyższą częstotliwością roboczą (falowniki, indukcyjne urządzenia grzejne), określanie dopuszczalnych wartości natężeń pól: elektrycznego i magnetycznego oraz wyznaczanie stref ochronnych.	2h
SUMA	18h

Forma zajęć – LABORATORIUM ZJAWISKOWE

Treść zajęć	Liczba godzin
Wprowadzenie, Regulamin Laboratorium, zagadnienia BHP	1h
L 1 – Zakłócenia promieniowane	2h
L 2 – Badanie filtrów przeciwzakłóceńowych	2h
L 3 – Zakłócenia przewodzone	2h
L 4 – Dodatkowe sposoby ochrony przeciwporażeniowej	2h
L 5 – Badanie charakterystyk napięć i prądów zwarciovych	2h
L 6 – Badanie parametrów sieci za pomocą analizatora	2h
L 7 – Składowe symetryczne	2h
L 8 – Kompensacja mocy biernej	2h
Zaliczenie końcowe	1h
SUMA	18h

Forma zajęć – SEMINARIUM

Bloki tematyczne Seminarium	Liczba godzin
S 1 – Podstawowe źródła zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych. Oddziaływanie zaburzeń i zakłóceń na przewody, urządzenia oraz systemy	1h
S 2 - Sprzężenia elektromagnetyczne pomiędzy układami przewodów, oddziaływanie pola elektromagnetycznego	1h
S 3 – Pomiaru bezpośrednie i pośrednie różnego rodzaju zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych	1h
S 4 – Badania oddziaływania zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych na układy elektryczne i energoelektroniczne, Kompleksowa ochrona obiektów przed zaburzeniami sieciowymi i zakłóceniami elektromagnetycznymi	1h
S 5 – Zaburzenia sieciowe i zakłócenia w liniach elektroenergetycznych, torach długich oraz urządzeniach stacyjnych,	1h
S 6 – Zakłócenia w formie wyładowań elektrostatycznych i ich zwalczanie, Ochrona maszyn i urządzeń przed elektrycznością statyczną	1h
S 7 – Zaburzenia w postaci dynamicznych zmian parametrów zasilania, elementów obwodu elektroenergetycznego, zakłócenia powodowane przez generatory udarowe, Zasady i metody ochrony wybranych praktycznych elementów i urządzeń elektroenergetycznych	1h
S 8 – Sposoby badania właściwości ochronnych różnorodnych urządzeń zabezpieczających, Metody ograniczania przepięć, filtrowanie, ekranowanie, Wyrównywanie potencjałów w obiektach budowlanych, uziemianie, ochrona odgromowa	1h

Ocena końcowa, zaliczenie przedmiotu	1h
SUMA	15h

METODY DYDAKTYCZNE

1. wykład z prezentacją multimedialną
2. dyskusja w czasie wykładu
3. laboratorium – praca w zespołach dwuosobowych
4. seminarium praca indywidualna studenta. Student przygotowuje aplikację z zakresu tematyki przedmiotu z propozycją tematu i literatury do wykorzystania, po wspólnym zatwierdzeniu tematu przez grupę studencką, wykonuje opracowanie i przedstawia je w ustalonym terminie w formie multimedialnej. Po dyskusji ocenianej przez grupę, student składa opracowanie w formie pisemnej, które jest oceniane przez prowadzącego. Ocenę końcową stanowi średnia z ocen: grupy i prowadzącego.

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

Wymienić jakie narzędzia dydaktyczne wykorzystywane są w trakcie zajęć

1. – środki audiowizualne
2. - instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
3. – zestawy dydaktyczne do ćwiczeń laboratoryjnych, aparatura pomiarowa
4. – literatura i portale internetowe

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. – wykład, egzamin
Z2. - laboratorium, zaliczenie z oceną
Z3. – seminarium, zaliczenia z oceną

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1.- ocena poziomu przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna
F2. - ocena poprawnego i terminowego przygotowania indywidualnych sprawozdań z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych wraz z oceną prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników i wniosków końcowych
F3. – ocena za przedstawienie słowno-multimedialne wybranej tematyki (ocenia grupa)
F4. – ocena za referat (wystawia prowadzący)
P1. – wykład, zaliczenie na ocenę w formie egzaminu pisemnego (częściowo testowego) w formie odpowiedzi na zestaw pytań z tematyki wykładu (100% oceny)
P2. – laboratorium, zaliczenie na ocenę (50% ocena z przygotowania do ćwiczenia .wraz z oceną sprawozdania i 50% z kolokwium zaliczeniowego)
P3. – seminarium, zaliczenie z oceną (średnia arytmetyczna ocen: za przedstawienie słowno-multimedialne oraz za referat w rozszerzonej formie pisemnej)

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności
------------------	-----------------------------------------------------------

	[h]	Σ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym:			
wykład	18	45	3
laboratorium	18		
seminarium	9		
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	25	75	5
Zapoznanie się z instrukcjami do ćwiczeń laboratoryjnych (poza zajęciami laboratoryjnymi)	5		
Przygotowanie protokołów do zajęć laboratoryjnych oraz wykonanie sprawozdań z laboratorium	20		
Przygotowanie do kolokwium z laboratorium	5		
Przygotowanie do egzaminu	10		
Opracowanie prezentacji multimedialnej na seminarium	10		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		120	8
w tym zajęcia praktyczne			
Udział w zajęciach laboratoryjnych	18	48	3
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, wykonanie sprawozdań	20		
Przygotowanie referatu na seminarium	10		

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Jabłoński W.: Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych niskiego i wysokiego napięcia, WNT Warszawa, 2008
2. Kacejko P., Machowski J.: Zwarcia w systemach elektroenergetycznych, WNT Warszawa, 2009 r,
3. Sowa A.: Kompleksowa ochrona odgromowa i przepięciowa, Biblioteka COSiW SEP, wyd.II, 2006 r,
4. Więckowski T.: Badanie kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 2001 r,

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Machczyński W.: Wprowadzenie do kompatybilności elektromagnetycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
2. Europejskie i Polskie Normy, portale internetowe

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_W06	C1	wykład	1	P1
EK2	KE2A_W08	C1,C2	wykład	1, 2	P1
EK3	KE2A_U07	C2	seminarium laboratorium	3, 4	F1, F2, F3, F4, P2, P3
EK4	KE2A_U08	C3	laboratorium	3	F1, F2, P2

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	Student potrafi zdefiniować pojęcia: zaburzenie sieciowe, zakłócenie elektromagnetyczne, rozumie działanie układu elektroenergetycznego
2	Student nie potrafi zdefiniować pojęć: zaburzenie sieciowe, zakłócenie elektromagnetyczne
3	Student potrafi podać opisowo pojęcia: zaburzenia sieciowe, zakłócenia elektromagnetyczne, zna podstawy działania układu elektroenergetycznego
3,5	Student nie w pełni potrafi podać opisowo podział zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych, potrafi dokładnie określić zasady przesyłania energii w układzie elektroenergetycznym.
4	Student potrafi podać opisowo podział zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych, potrafi dokładnie określić zasady przesyłania energii w układzie elektroenergetycznym
4,5	Student potrafi zdefiniować dokładnie pojęcia: zaburzenie sieciowe i zakłócenia elektromagnetyczne oraz dokonać ich podziału. Umie w sposób niepełny ocenić ich wpływ na pracę układu elektroenergetycznego
5	Student potrafi zdefiniować dokładnie pojęcia: zaburzenie sieciowe i zakłócenia elektromagnetyczne oraz dokonać ich podziału. Umie ocenić ich wpływ na pracę układu elektroenergetycznego
EK2	Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych, rozumie mechanizmy ich oddziaływania na układ elektroenergetyczny
2	Student nie potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych i nie potrafi przeprowadzić ich dokładnej klasyfikacji
3	Student potrafi zidentyfikować jeden rodzaj występujących zaburzeń lub zakłóceń
3,5	Student nie w pełni potrafi zidentyfikować wszystkie rodzaje występujących zaburzeń oraz zakłóceń
4	Student potrafi zidentyfikować wszystkie rodzaje występujących zaburzeń oraz zakłóceń
4,5	Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych i nie wyczerpująco potrafi ocenić ich wpływ na pracę układu elektroenergetycznego
5	Student potrafi zidentyfikować rodzaj występujących zaburzeń sieciowych oraz zakłóceń elektromagnetycznych i potrafi ocenić ich wpływ na pracę układu elektroenergetycznego
EK3	W zależności od występujących zaburzeń sieciowych i zakłóceń elektromagnetycznych student potrafi zastosować odpowiednie metody i środki ochrony przed zagrożeniem
2	Student nie potrafi zastosować odpowiednich do występujących zaburzeń lub zakłóceń, metod i środków ochrony.
3	Dla jednego z występujących zaburzeń lub zakłóceń student potrafi zastosować odpowiednie metody i środki ochrony przed zagrożeniem.
3,5	Dla obu występujących zaburzeń i zakłóceń student nie w pełni potrafi zastosować odpowiednie metody lub środki ochrony przed zagrożeniem
4	Dla obu występujących zaburzeń i zakłóceń student potrafi zastosować odpowiednie metody lub środki ochrony przed zagrożeniem

4,5	Dla obu występujących zaburzeń i zakłóceń student nie w pełni potrafi zastosować odpowiednie metody i środki ochrony przed zagrożeniem
5	Dla obu występujących zaburzeń i zakłóceń student potrafi zastosować odpowiednie metody i środki ochrony przed zagrożeniem
EK4	Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe (rejestracje) w zakresie określenia mocy, napięć, prądów oraz pól elektromagnetycznych.
2	Student nie potrafi wykonać identyfikacji pomiarowej w zakresie określenia występujących mocy, napięć, prądów oraz pól elektromagnetycznych.
3	Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe jednej wielkości (mocy, napięcia, prądu lub składowych pól elektromagnetycznych).
3,5	Student potrafi nie w pełni wykonać identyfikacje pomiarowe dwóch wielkości (z czterech: mocy, napięcia, prądu, składowych pól elektromagnetycznych)
4	Student potrafi wykonać identyfikacje pomiarowe dwóch wielkości (z czterech: mocy, napięcia, prądu, składowych pól elektromagnetycznych).
4,5	Student potrafi wykonać pełną identyfikację pomiarową (rejestrację w czasie) w zakresie określenia występujących mocy, napięć, prądów oraz pól elektromagnetycznych. Umie prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i zaproponować odpowiednie środki zapobiegawcze
5	Student potrafi wykonać pełną identyfikację pomiarową (rejestrację w czasie) w zakresie określenia występujących mocy, napięć, prądów oraz pól elektromagnetycznych. Umie prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki i zaproponować odpowiednie środki zapobiegawcze.

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Każda grupa studencka posiada swój adres E-mail pod który wysyłane są przez prowadzących materiały dydaktyczne: materiały z wykładów, instrukcje do laboratorium oraz materiały związane z projektem. W przypadku wątpliwości jest bezpośredni kontakt z prowadzącymi. Przy każdym stanowisku laboratoryjnym dostępna jest instrukcja do ćwiczenia.
2. Wykłady odbywają się w jednej z sal Wydziału Elektrycznego, zajęcia laboratoryjne w salach: B233, B234 i D115.
3. Plan zajęć wywieszony jest w ogólnie dostępnym miejscu w budynku WE oraz umieszczony na stronie internetowej wydziału.
4. Konsultacje dla studentów odbywają się w trakcie zajęć dydaktycznych, przerw pomiędzy zajęciami oraz w godzinach konsultacji podanych na stronie internetowej WE w grafiku tygodniowym prowadzącego zajęcia.

Nazwa modułu (przedmiotu): Modelowanie w elektrotechnice		
Kierunek: Elektrotechnika Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2S_5K
		Język wykładowy: angielski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) fakultatywny	Poziom kwalifikacji: II stopnia	Rok I Semestr I Semestr: zimowy
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin/tydzień: 2, 0, 2, 0, 0	Liczba punktów: 5 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny, Katedra Elektrotechniki		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): prof. dr hab. inż. Andrzej Krawczyk		
Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: prof. dr hab. inż. Andrzej Krawczyk		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom informacji o ogólnych zasadach modelowania w fizyce
- C2 Przekazanie wiedzy na temat modelowania w elektrotechnice
- C3 przekazanie studentom informacji na temat metod komputerowych

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. wiedza z elektrotechniki – teoria obwodów
2. wiedza z elektrotechniki – teoria pola elektromagnetycznego
3. podstawowe wiadomości na temat metod matematycznych w fizyce

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1– student potrafi sklasyfikować modele zjawisk fizycznych
- EK2 – student zna modele matematyczne zjawisk fizycznych
- EK3 – student rozumie przełożenie zjawisk elektrycznych na modele matematyczne i numeryczne

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY

Treść zajęć	Liczba godzin
W 1 – historia modelowania w poznawaniu i opisie zjawisk przyrodniczych i społecznych	1
W 2 – kategoryzacja sposobów modelowania	1
W 3 – opis modelu analogowego	1

W 4 – opis modelu matematycznego	1
W 5 – charakterystyka modelu matematycznego – sposób weryfikacji jego poprawności	1
W 6 – poprawność modelu matematycznego – jednoznaczność, spójność, stabilność podstawy elektrotechniki w aspekcie budowania modeli matematycznych	2
W 7 – elektrotechnika matematyczna w ujęciu stałych skupionych (teoria obwodów)	2
W 8 – elektrotechnika matematyczna w ujęciu stałych rozłożonych (teoria pola, układy obwodowe rozłożone)	2
W 9 – wprowadzenie do oprogramowania symulacyjnego na przykładzie SPICE	1
W 10 – analiza obwodów – metody oparte na II prawie Kirchoffa	1
W 11 – analiza obwodów – metody oparte na I prawie Kirchoffa	1
W 12 – wprowadzenie do analizy wektorowej i teorii równań różniczkowych	1
W 13 – metody analizy numerycznej pola elektromagnetycznego oparte na aproksymacji operatora różniczkowego	1
W 14 – metody analizy numerycznej pola elektromagnetycznego oparte na aproksymacji funkcji	1
W 15 – metody całkowo-brzegowe	1

Forma zajęć – LABORATORIUM

Treść zajęć	Liczba godzin
C 1, 2, 3, 4, 5 – rozwiązywanie zadań z analizy wektorowej i całkowania równań różniczkowych	7
C 6, 7, 8 – poznanie specjalistycznego oprogramowania	2
C 9, 10 – rozwiązywanie zadań poprzez aproksymację operatora różniczkowego	3
C 11, 12, 13 – rozwiązywanie zadań poprzez aproksymację funkcji	3
C 14, 15 – wykorzystanie metod całkowo-brzegowych	3
SUMA	18

METODY DYDAKTYCZNE

1. wykład z prezentacją multimedialną
2. laboratorium – rozwiązywanie zadanych problemów

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. środki audiowizualne
2. <i>oprogramowanie Matlab</i>

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę
Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

P1. Wykład - test
P2. Laboratorium – sprawozdania

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	∑ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym: wykład	18	36	2

laboratorium	18		
Przygotowanie do laboratorium	15	55	3
Przygotowanie sprawozdań/projektów	10		
Zapoznanie z literaturą	20		
Przygotowanie do zaliczenia z wykładu i laboratorium	10		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		91	5
w tym zajęcia praktyczne	[h]	Σ [h]	ECTS
Udział w laboratorium	18	33	2
Przygotowanie do laboratorium	15		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1..Krawczyk A., Podstawy elektromagnetyzmu matematycznego, INB ZTUREK, Warszawa, 2001
2. Kotowski R., Tronczyk P., Modelowanie i symulacje komputerowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, 2010

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1..Beeteson J.S. Visualizing Magnetic Fields, Academic Press, 2001
2.

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_W02	C1, C2	wykład	1	P1
EK2	KE2A_W02	C2, C3	wykład	1	P1
EK3	KE2A_W02	C3	laboratorium	2	P2

II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	Student klasyfikuje i charakteryzuje modele zjawisk fizycznych, a także opisuje modele matematyczne zjawisk fizycznych, a w szczególności zjawisk elektrycznych
2	Student nie potrafi podać klasyfikacji modeli
3	Student potrafi sklasyfikować modele
3.5	Student potrafi sklasyfikować i scharakteryzować modele zjawisk fizycznych
4	Student potrafi sklasyfikować i scharakteryzować modele zjawisk fizycznych oraz podaje niepełny opis modelowania matematycznego
4.5	Student potrafi opisać z charakterystyką modele matematyczne zjawisk fizycznych
5	Student potrafi opisać z charakterystyką modele matematyczne zjawisk fizycznych oraz elektrycznych
EK2	student zna modele matematyczne zjawisk fizycznych
2	Student nie umie podać modelu matematycznego zjawiska fizycznego
3	student umie podać nieliczne modele matematyczne zjawisk fizycznych
3,5	Student podaje opisy modeli matematycznych nielicznych zjawisk fizycznych
4	Student zna większość modeli matematycznych

4,5	Student opisuje modele matematyczne
5	Student podaje modele matematyczne dla większości zjawisk fizycznych i umie podać sposoby ich algebraizacji
EK3	Student klasyfikuje i rozpoznaje modele numeryczne zjawisk elektrycznych
2	Student nie zna modeli numerycznych
3	Student zna nazwy metod bez ich zdefiniowania
3.5	Student zna charakterystyki poszczególnych metod numerycznych
4	Student potrafi połączyć metodę numeryczną ze szczególnym problemem elektrotechniki
4.5	Student potrafi ocenić efektywność poszczególnych metod
5	Student potrafi ocenić efektywność i zakres stosowalności poszczególnych metod

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

Nazwa modułu (przedmiotu): SEMINARIUM DYPLOMOWE		
Kierunek: ELEKTROTECHNIKA Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_6K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji II stopnia	Rok: II Semestr: III Semestr: letni
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin: 0, 0, 0, 18, 0	Liczba punktów: 1 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny,		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot):		
Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia:		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. **poznanie metodologii korzystania ze źródeł literaturowych,**
- C2. **doskonalenie umiejętności w zakresie realizacji prezentacji zgromadzonego materiału do pracy dyplomowej,**

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. **Wiedza z zakresu przedmiotów realizowanych w dotychczasowym toku studiów.**
2. **Umiejętność korzystania z zasobów literaturowych.**

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – **posiada umiejętność doboru materiału literaturowego do realizacji pracy dyplomowej,**
- EK 2 – **potrafi przygotować udokumentowane opracowanie problemów z zakresu realizacji pracy dyplomowej.**

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – SEMINARIUM

Treść zajęć	Liczba godzin
S1 – Zapoznanie z ramowym regulaminem dyplomowania studentów.	0.5
S2 – Omówienie zasad pisania pracy oraz dokumentowania wyników badań.	1
S3 – Omówienie zasad korzystania z literatury oraz prac osób trzecich. Plagiaty.	1
S4 – Podstawowe reguły związane z metodologią pisania prac dyplomowych.	1
S5 – Omówienie zasad formułowania problemu, jego przedstawiania oraz prezentacji rezultatów pracy dyplomowej.	1
S6 – Praktyczne porady w procesie przygotowywania pracy dyplomowej: jak zacząć, motywacja, poszukiwanie materiałów, archiwizacja, unikanie podstawowych błędów.	1
S7 – Objąśnienie metod referowania uzyskanych wyników.	1
S8 – Opracowanie wizualne pracy dyplomowej.	1
S9 – Prezentacja tematów prac dyplomowych wybranych przez studentów.	10
S10 – Przygotowanie do obrony pracy.	0.5

METODY DYDAKTYCZNE

1. – wykład z zastosowaniem środków audiowizualnych
2. – seminarium – prezentacje , dyskusja

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. – rzutnik multimedialny
2. – literatura

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. zaliczenie z oceną

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. – ocena samodzielnego przygotowania do zajęć seminaryjnych
P1. – ocena realizacji zajęć seminaryjnych
P2. – ocena wykonania prezentacji

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	∑ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym: seminarium	18	18	0,5
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	7	37	0,5
Przygotowanie do seminarium	10		
Przygotowanie prezentacji	20		
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		55	1
w tym zajęcia praktyczne	[h]	∑ [h]	ECTS
Seminarium	18	48	1
Przygotowanie do seminarium	10		
Przygotowanie prezentacji	20		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Kozłowski R.: Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych z wykorzystaniem programu komputerowego i Internetu., Warszawa 2009, Oficyna Wolters Kluwer Polska.
2. Kuziak M., Rzepczyński S.: Jak pisać?, Warszawa 2008, Wydawnictwo Szkolne PWN.
3. Kuc B.R., Paszkowski J.: Metody i techniki pisania prac dyplomowych (na studiach licencjackich, magisterskich, podyplomowych), Białystok 2008, WSZiF.

B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Gonciarski W.: Przygotowanie pracy dyplomowej: poradnik dla studentów, Warszawa 2004, WSE.
2. Przykłady prac dyplomowych, Portal Wiedzy - ePrace, Serwis elektroniczny 2009, <http://www.eprace.edu.pl/>.

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_U01	C1 , C2	seminarium	1,2	F1 , P1 , P2
EK2	KE2A_K03 KE2A_U02	C1 , C2	seminarium	1,2	F1 , P1 , P2

II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	posiada umiejętność doboru materiału literaturowego do realizacji pracy dyplomowej
2	Student nie umie korzystać ze źródeł literaturowych do realizacji pracy dyplomowej.
3	Student umie korzystać z zasobów internetowych.
3.5	Student umie korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4	Student umie wyszukiwać i korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4.5	Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
5	Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych i stosować optymalne rozwiązania.
EK2	potrafi przygotować udokumentowane opracowanie problemów z zakresu realizacji pracy dyplomowej
2	Student nie umie przygotować opracowania.
3	Student umie przygotować opracowanie w zakresie uproszczonym.
3.5	Student umie przygotować opracowanie w zakresie zaawansowanym.
4	Student umie przygotować opracowanie w zakresie zaawansowanym i je przedstawić.
4.5	Student umie przygotować opracowanie w zakresie zaawansowanym i je przedstawić. Umie wykonać ocenę uzyskanych wyników.
5	Student umie przygotować opracowanie w zakresie zaawansowanym i je przedstawić. Umie wykonać ocenę uzyskanych wyników i porównać je ze źródłami literaturowymi.

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

Nazwa modułu (przedmiotu): PRACA DYPLOMOWA		
Kierunek: ELEKTROTECHNIKA Specjalność: Tryb: niestacjonarne		Kod modułu (przedmiotu): E2NS_7K
		Język wykładowy: polski
Obszar studiów: techniczny	Profil : ogólnoakademicki	Tytuł zaw. absolwenta: mgr
Rodzaj modułu (przedmiotu) Obowiązkowy	Poziom kwalifikacji II stopnia	Rok: II Semestr: III Semestr: letni
Rodzaj zajęć: Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.	Liczba godzin: 0, 0, 0, 0, 0	Liczba punktów: 15 ECTS
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: Wydział Elektryczny,		
Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): PROMOTOR		
Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: PROMOTOR – konsultacje z promotorem		

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

C1. wykonanie pracy dyplomowej,

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu przedmiotów realizowanych w dotychczasowym toku studiów.

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – ma umiejętność wykonania pracy dyplomowej,

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – -----

Treść zajęć	Liczba godzin
Procedura realizacji procesu dyplomowania na Wydziale Elektrycznym PCz (załącznik 1PP.)	

METODY DYDAKTYCZNE

1. Wg uznania promotora

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wg Uznania promotora

2. Regulaminy i szablony obowiązujące na WE

SPOSÓB ZALICZENIA

Z1. Przygotowanie pracy dyplomowej

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

P1. Ocena merytoryczna i techniczna otrzymanej pracy dyplomowej

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności		
	[h]	Σ [h]	ECTS
Godziny kontaktowe z prowadzącym:	0	0	0
Zapoznanie się z literaturą	125	125	5
Realizacja części praktycznej pracy	125	125	5
Przygotowanie pracy	125	125	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU		375	15
w tym zajęcia praktyczne	[h]	Σ [h]	ECTS
Realizacja części praktycznej pracy	125	250	10
Przygotowanie pracy	125		

WYKAZ LITERATURY

A. LITERATURA PODSTAWOWA (B. UZUPEŁNIAJĄCA)

Literatura dotycząca kierunku Elektrotechnika
normy, katalogi i dokumentacja techniczna

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)	Cele przedmiotu	Forma zajęć	Metody dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	KE2A_U01 KE2A_K03 KE2A_U02	C1	-	1	P1

II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

Ocena	Efekt
EK1	ma umiejętność wykonania pracy dyplomowej
2	Student nie umie wykonać pracy dyplomowej.
3	Ocena wystawiona przez promotora na podstawie indywidualnych cech pracy dyplomowej.
3.5	
4	
4.5	
5	

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)