Karta (sylabus) modułu/przedmiotu

ELEKTROTECHNIKA

(Nazwa kierunku studiów)

| Przedmiot realizowany od roku akademickiego 2014/2015 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Przedmiot: *Teoria pola elektromagnetycznego* | | | Kod przedmiotu: *E17_D* | |
| Typ przedmiotu/modułu: | obowiązkowy | X | obieralny | |
| Rok: *drugi* | Semestr: *trzeci* | | | |
| Nazwa specjalności: *wszystkie specjalności* | | | | |
| Studia stacjonarne | X | Studia niestacjonarne | | |

| Rodzaj zajęć: | Liczba godzin: |
|---|---|
| Wykład | 30 |
| Ćwiczenia | 30 |
| Laboratorium | 15 |
| Projekt | - |
| Liczba punktów ECTS: | 5 |

| Cel przedmiotu | |
|---|---|
| C1 | Wprowadzenie w problematykę pól i fal elektromagnetycznych w powiązaniu ze zjawiskami fizycznymi oraz ich zastosowaniem w praktyce inżynierskiej. |
| C2 | Dostarczenie niezbędnej wiedzy do studiowania przedmiotów specjalistycznych na kierunku studiów Elektrotechnika |
| C3 | Wykształcenie umiejętności posługiwania się zdobytą wiedzą w praktyce zawodowej |

| Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji | |
|---|---|
| 1 | Znajomość zagadnień z podstawowego kursu matematyki, analizy matematycznej, analizy wektorowej oraz równań różniczkowych. |

| Efekty kształcenia | |
|---|---|
| *W zakresie wiedzy:* | |
| EK1 | Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych praw i zjawisk zachodzących w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| EK2 | Zna podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól: elektrycznego, przepływowego, magnetycznego i elektromagnetycznego, oraz umie je zastosować do obliczania układów praktycznych |
| EK3 | Zna zasady pomiaru podstawowych wielkości pola elektromagnetycznego |
| *W zakresie umiejętności:* | |
| EK4 | Potrafi posługiwać się pojęciami obowiązującymi w teorii pola oraz rozumie podstawowe zjawiska fizyczne zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych |
| EK5 | Potrafi stosować poznane metody do opisu zjawisk i wyznaczania pól w prostych układach elektromagnetycznych |
| EK6 | Potrafi posłużyć się odpowiednimi metodami i dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych |
| *W zakresie kompetencji społecznych:* | |
| EK8 | Aktywne uczestniczy w zajęciach wykładowych, ćwiczeniach rachunkowych i laboratoryjnych, bierze udział w prowokowanych przez wykładowcę dyskusjach |
| EK9 | Współpracuje w zespole, odpowiada za efekty pracy własnej i ponosi odpowiedzialność za wspólnie realizowane zadanie |

| | |
|---|---|
| EK10 | Dba o zachowanie właściwych relacji współpracy między studentami i relacji student-nauczyciel |

| Treści programowe przedmiotu | | |
|---|---|---|
| Forma zajęć – wykłady | | |
| | *Treści programowe:* | *Liczba godzin:* |
| W1 | Wielkość skalarne i wektorowe. Układy współrzędnych. Rachunek wektorowy w zastosowaniu do analizy pola wektorowego. | 2 |
| W2 | Gradient, dywergencja, rotacja. Twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, twierdzenie Stokesa. | 2 |
| W3 | Podstawowe cechy pola elektromagnetycznego. Równania Maxwella. Prawo zachowania ładunku. | 2 |
| W4 | Pole elektrostatyczne. Równania Laplace'a i Poissona. Prawo załamania linii pola na granicy dwóch środowisk. | 2 |
| W5 | Dielektryki w polu elektrostatycznym. Pojemność elektryczna. Kondensatory. | 2 |
| W6 | Energia pola elektrostatycznego. Siły w polu elektrostatycznym. Metody wyznaczania pola elektrostatycznego. | 2 |
| W7 | Statyczne pole przepływowe. Równania pola. Prawo Ohma w postaci wektorowej. I i II prawo Kirchhoffa w postaci wektorowej. | 2 |
| W8 | Prawo Joule'a - Lenza. Prawo załamania linii pola na granicy dwóch środowisk. Analogia między polem przepływowym i polem elektrostatycznym. Uziomy. Sprawdzian pisemny | 3 |
| W9 | Pole magnetostatyczne. Równania pola. Pole magnetyczne na granicy dwóch środowisk. Potencjały pola magnetostatycznego. | 2 |
| W10 | Prawo Biota-Savarta. Pole magnetyczne w środowisku materialnym. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. | 2 |
| W11 | Energia pola magnetycznego. Siły w polu magnetycznym. Obliczanie indukcyjności własnej i wzajemnej. | 2 |
| W12 | Metody wyznaczania pola magnetostatycznego. | 2 |
| W13 | Fale elektromagnetyczne. Rozchodzenie się fali e.m. w środowisku dielektrycznym i przewodzącym. Wektor Poyntinga.<br>Sprawdzian pisemny. | 3 |
| W14 | Zjawisko naskórkowości w rozległej płycie i przewodzie walcowym. Głębokość wnikania fali do środowiska przewodzącego. | 2 |
| | *Suma godzin:* | 30 |
| | | |
| Forma zajęć – ćwiczenia | | |
| | *Treści programowe:* | *Liczba godzin:* |
| ĆW1 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-opisu pola wektorowego, wyznaczania gradientu, dywergencji i rotacji,<br>- określania podstawowych cech pola elektromagnetycznego na podstawie równań Maxwella, | 4 |
| ĆW2 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-wyznaczania natężenia pola elektrostatycznego, indukcji i potencjału elektrycznego w otoczeniu źródeł pola. | 4 |
| ĆW3 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-zastosowanie różnych metod wyznaczania pola, w tym równań Laplace'a i Poissona. | 4 |

| | | |
|---|---|---|
| ĆW4 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>- wyznaczania energii pola oraz sił w polu elektrostatycznym.<br>- analizy pola w kondensatorach: płaskim, cylindrycznym i kulistym jednowarstwowych i wielowarstwowych | 4 |
| ĆW5 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-wyznaczania rozkładów natężenia pola elektrycznego, gęstości prądu i potencjału elektrycznego oraz strat mocy w dielektrykach stratnych (izolacja kondensatorów, przewodów elektrycznych),<br>-wyznaczania pola przepływowego wokół uziomu półkulistego, określenie napięcia krokowego i rezystancji uziomu. | 4 |
| ĆW6 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-wyznaczanie natężenia pola magnetycznego, indukcji magnetycznej, magnetycznego potencjału skalarnego i potencjału wektorowego w otoczeniu źródeł pola. Zastosowanie różnych metod wyznaczania pola, w tym prawa Biota-Savarta oraz równań Laplace'a i Poissona,<br>- zjawisko indukcji elektromagnetycznej,<br>- wyznaczania energii pola oraz sił w polu magnetycznym. | 4 |
| ĆW7 | Rozwiązywanie zadań i ćwiczeń rachunkowych odnoszących się do:<br>-analizy fali elektromagnetycznej płaskiej w środowisku dielektrycznym i przewodzącym. Wyznaczania wektora Poyntinga i określania głębokość wnikania fali do środowiska przewodzącego. | 4 |
| ĆW8 | Zajęcia zaliczeniowe, poprawa kolokwiów. | 2 |
| | *Suma godzin:* | 30 |
| **Forma zajęć – laboratorium** | | |
| | *Treści programowe:* | *Liczba godzin:* |
| L1 | Szkolenie z zakresu BHP | 1 |
| L2 | Badanie pola elektromagnetycznego cewki cylindrycznej, | 3 |
| L3 | Badanie pola elektromagnetycznego cewki z przewodzącym rdzeniem, | 3 |
| L4 | Pomiary podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym, | 3 |
| L5 | Modelowanie pól dwuwymiarowych na papierze elektroprzewodzącym,<br>Modelowanie pól za pomocą programu komputerowego Quick Field lub FEEM | 3 |
| L6 | Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych z ewentualnym odrabianiem brakujących ćwiczeń lub jego elementów | 2 |
| | *Suma godzin:* | 15 |

| Narzędzia dydaktyczne | |
|---|---|
| 1 | Wykład problemowy częściowo z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych |
| 2 | Ćwiczenia rachunkowe- rozwiązywanie zadań, dyskusja |
| 3 | Symulacje komputerowe |
| 4 | Analiza zjawisk fizycznych w eksperymencie laboratoryjnym |

| Sposoby oceny | |
|---|---|
| *Ocena formująca:* | |
| F1 | Wykład - dwa sprawdziany pisemne. |
| F2 | Ćwiczenia – rozwiązywania zadań, dyskusja wyników. |
| F3 | Laboratorium – ocena przygotowania teoretycznego do przeprowadzenia eksperymentu laboratoryjnego. Krótka praca pisemna lub odpowiedź ustna. |
| F4 | Laboratorium – ocena przeprowadzenia eksperymentu laboratoryjnego, opracowania wyników i poprawności sformułowania wniosków. |

| *Ocena podsumowująca:* | |
|---|---|
| P1 | Wykład – egzamin pisemny i ustny sprawdzający wiedzę teoretyczną oraz umiejętność praktycznego obliczania i analizowania wielkości polowych. |
| P2 | Ćwiczenia – sprawdziany bieżące podczas ćwiczeń rachunkowych w postaci krótkich prac pisemnych |
| P3 | Laboratorium – ocena zaliczeniowa na podstawie ocen cząstkowych otrzymanych w trakcie trwania semestru |

| Obciążenie pracą studenta | |
|---|---|
| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na realizowanie aktywności |
| Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze | 75 |
| Godziny kontaktowe z wykładowcą realizowane w formie konsultacji – łączna liczba godzin w semestrze | 5 |
| Samodzielne rozwiązywanie zadań i przygotowanie się do ćwiczeń rachunkowych– łączna liczba godzin w semestrze | 10 |
| Samodzielne przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze | 10 |
| Sporządzenie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych | 10 |
| Samodzielne przygotowanie się do egzaminu | 10 |
| Suma | 120 |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 5 |

| Literatura podstawowa i uzupełniająca | |
|---|---|
| 1 | Piątek Z., Jabłoński P., Podstawy teorii pola elektromagnetycznego, WNT 2010 |
| 2 | Matusiak R., Elektrotechnika teoretyczna T.2. Teoria pola elektromagnetycznego, WNT 1982 |
| 3 | Krakowski M., Elektrotechnika teoretyczna t. II. Pole elektromagnetyczne, PWN, 1999 |
| 4 | Łobos T., Bogusz J., Łukaniszyn M., Teoria pola dla elektryków. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2004 |
| 5 | Rawa H., Podstawy elektromagnetyzmu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2005 |
| 6 | Rawa H., Elektryczność i magnetyzm w technice. PWN Warszawa,1994 |
| 7 | Sikora R., Teoria pola elektromagnetycznego, WNT 1997 |
| 8 | Sikora J., Podstawy elementów skończonych. Zagadnienia potencjalne pola elektromagnetycznego, Wydawnictwo Książkowe Instytutu Elektrotechniki. Warszawa 2008 |
| 9 | Cieśla A., Elektrotechnika. Elektryczność i magnetyzm w przykładach i zadaniach, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne. Kraków 2008 |
| 10 | Jabłoński P., Piątek Z., Przykłady i zadania z podstaw teorii pola elektromagnetycznego. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2008 |
| 11 | Czarnywojtek P., Kozłowski J., Machczyński W, Elektromagnetyzm Wydawnictwa Uczelni PWSZ w Kaliszu, 2011 |

| Macierz efektów kształcenia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) | Stopień w jakim efekty kształcenia związane są z przedmiotem | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposoby oceny |
| **EK1** | EA1_W01<br>EA1_W05 | +<br>+++ | C1, C2, C3 | W1 – W14,<br>ĆW1 – ĆW8<br>L1 – L10 | 1, 2, 3, 4 | F1,P1 |
| **EK2** | EA1_W01<br>EA1_W05 | +<br>+++ | C1, C2, C3 | W6, W8, W11, W12,<br>ĆW1-7 | 1, 2,3 | F1, F2, F3, P1, P2 |
| **EK3** | E1A_W05 | ++ | C1, C2, C3 | L1 – L8 | 4 | F3, F4, P3 |
| **EK4** | E1A_U01<br>E1A_U17 | ++<br>++ | C1, C2, C3 | W1 – W14,<br>ĆW1-8<br>L1 – L10 | 1, 2, 3, 4 | F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3 |
| **EK5** | E1A_U01<br>E1A_U08<br>E1A_U17 | ++<br>+<br>++ | C1, C2, C3 | W5, W6, W8, W10, W11, W12, W14<br>ĆW1-8<br>L9 | 1, 2, 3 | F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3 |
| **EK6** | E1A_U01<br>E1A_U17 | ++<br>++ | C1, C2, C3 | L1 – L8 | 4 | F3, F4, P2, P3 |
| **EK7** | E1A_K01<br>EA1_K03 | +<br>++ | C1, C2, C3 | W1-W14<br>ĆW1-8<br>L1 – L10 | 1, 2, 3, 4 | F1, F2, F3, F4, P2, P3 |
| **EK8** | E1A_K01<br>E1A_K03 | +<br>+++ | C1, C2, C3 | L1 – L10 | 4 | F3, F4, P3 |
| **EK9** | E1A_K01<br>E1A_K03<br>E1A_K04 | +<br>+<br>++ | C1, C2, C3 | W1-W14<br>ĆW1-8<br>L1 – L10 | 1, 2, 3, 4 | F1, F2, F3, F4, P1, P2, P3, P4 |

| Formy oceny - szczegóły | | |
|---|---|---|
| **Na ocenę 2 (ndst)** | EK1 | Nie zna podstawowych praw i nie potrafi opisać zjawisk elektromagnetycznych |
| | EK2 | Nie zna podstawowych metod analitycznych i numerycznych analizy pól |
| | EK3 | Nie zna zasad pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Nie zna pojęć stosowanych w teorii pola oraz nie rozumie podstawowych zjawisk zachodzących w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Nie potrafi przeprowadzić analizy |
| | EK6 | Nie potrafi dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych |
| | EK7 | Nie uczestniczy w zajęciach wykładowych, laboratoryjnych i ćwiczeniach |
| | EK8 | Nie potrafi współpracować w zespole |
| | EK9 | Student nie dba o właściwe relacje w grupie i narusza zasady etyki |
| **Na ocenę 3 (dst)** | EK1 | Zna podstawowe prawa i potrafi opisać tylko niektóre zjawiska zachodzące w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| | EK2 | Zna podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól oraz potrafi je zastosować do analizy tylko wybranych, najprostszych układów |
| | EK3 | Potrafi wymienić zasady pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Zna w stopniu dostatecznym pojęcia stosowane w teorii pola oraz potrafi wymienić podstawowe zjawiska zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Potrafi w stopniu dostatecznym sformułować ogólny opis matematyczny zagadnienia |

| | | |
|---|---|---|
| | EK6 | Potrafi w stopniu dostatecznym dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych dobierając właściwą metodę, prowadzi dokumentację pomiarową, |
| | EK7 | Uczestniczy biernie w zajęciach wykładowych, laboratoryjnych i ćwiczeniach |
| | EK8 | Umie w stopniu dostatecznym współpracować w zespole, ma wystarczającą świadomość odpowiedzialności za pracę własną i wspólnie realizowane zadanie |
| | EK9 | Student w sposób dostateczny przestrzega zasady właściwego zachowania się w grupie i utrzymania poprawnych relacji student-nauczyciel |
| Na ocenę 3+ (dst+) | EK1 | Zna podstawowe prawa i potrafi opisać zjawiska zachodzące w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| | EK2 | Zna podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól oraz potrafi je zastosować do analizy podstawowych układów. |
| | EK3 | Zna w stopniu wystarczają-cym zasady pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Zna pojęcia stosowane w teorii pola oraz potrafi wymienić podstawowe zjawiska zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Potrafi sformułować ogólny opis matematyczny zagadnienia |
| | EK6 | Potrafi w stopniu dostatecznym dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych dobierając właściwą metodę, prowadzi dokumentację pomiarową |
| | EK7 | Uczestniczy w zajęciach wykładowych i laboratoryjnych biorąc udział w dyskusjach |
| | EK8 | Umie współpracować w zespole, ma wystarczającą świadomość odpowiedzialności za pracę własną i wspólnie realizowane zadanie |
| | EK9 | Przestrzega zasady właściwego zachowania się w grupie i utrzymania poprawnych relacji student-nauczyciel |
| Na ocenę 4 (db) | EK1 | Zna podstawowe prawa i potrafi ogólnie opisać zjawiska zachodzące w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| | EK2 | Zna wystarczająco podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól oraz potrafi je zastosować do obliczania układów praktycznych |
| | EK3 | Zna zasady pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Zna pojęcia stosowane w teorii pola oraz potrafi ogólnie scharakteryzować podstawowe zjawiska zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Potrafi sformułować ogólny opis matematyczny zagadnienia i wyznaczyć wielkości polowe |
| | EK6 | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych dobierając właściwą metodę, prowadzi dokumentację pomiarową, dokonuje analizy wyników |
| | EK7 | Aktywnie uczestniczy w zajęciach wykładowych, laboratoryjnych i ćwiczeniach, biorąc udział w dyskusjach, wykazuje zainteresowanie przedmiotem we |
| | EK8 | Umie współpracować w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i wspólnie realizowane zadanie |
| | EK9 | Student dba o poszanowanie zasad etyki oraz przestrzega zasady właściwego zachowania się w grupie i utrzymania poprawnych relacji student-nauczyciel |
| Na ocenę 4+ (db+) | EK1 | Zna wyczerpująco podstawowe prawa i potrafi szczegółowo opisać zjawiska zachodzące w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| | EK2 | Zna szczegółowo podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól oraz potrafi je zastosować do obliczania układów praktycznych |
| | EK3 | Zna szczegółowo zasady pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Zna pojęcia stosowane w teorii pola oraz potrafi szczegółowo scharakteryzować podstawowe zjawiska zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Potrafi sformułować ogólny opis matematyczny zagadnienia i wyznaczyć wielkości polowe oraz przeprowadzić analizę wyników |
| | EK6 | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych dobierając właściwą metodę, prowadzi dokumentację pomiarową, dokonuje analizy wyników i potrafi przeprowadzić ich dyskusję |
| | EK7 | Aktywnie uczestniczy w zajęciach biorąc udział w dyskusjach oraz wykazuje szczególne zainteresowanie przedmiotem we wszystkich formach jego realizacji |
| | EK8 | Umie współpracować w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i wspólnie realizowane zadanie |

| | | |
|---|---|---|
| | EK9 | Wykazuje właściwe i koleżeńskie postawy<br>w grupie studenckiej oraz wzorową relację student-nauczyciel |
| Na ocenę 5 (bdb) | EK1 | Wyróżnia się wiedzą i potrafi szczegółowo opisać zjawiska zachodzące w polu elektrycznym, przepływowym, magnetycznym i elektromagnetycznym |
| | EK2 | Wyróżnia się wiedzą, zna szczegółowo podstawowe metody analityczne i numeryczne analizy pól oraz potrafi je zastosować do obliczania układów praktycznych |
| | EK3 | Wyróżnia się wiedzą, zna szczegółowo zasady pomiaru podstawowych wielkości w polu elektromagnetycznym |
| | EK4 | Wyróżnia się wiedzą, zna pojęcia stosowane w teorii pola oraz potrafi szczegółowo charakteryzować podstawowe zjawiska zachodzące w urządzeniach elektromagnetycznych. |
| | EK5 | Potrafi sformułować precyzyjny opis matematyczny zagadnienia i wyznaczyć wielkości polowe, oraz przeprowadzić analizę wyników |
| | EK6 | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i magnetycznych dobierając właściwą metodę, prowadzi szczegółową dokumentację pomiarową, dokonuje wnikliwej analizy wyników i potrafi przeprowadzić ich dyskusję |
| | EK7 | Bardzo aktywnie uczestniczy w zajęciach biorąc udział w dyskusjach oraz wykazuje szczególne zainteresowanie przedmiotem we wszystkich formach jego realizacji |
| | EK8 | Wyróżnia się współpracą w zespole oraz. odpowiedzialnością za pracę własną i wspólnie realizowane zadanie |
| | EK9 | Wyróżnia się w przestrzeganiu zasad właściwego zachowania się w grupie i utrzymaniu wzorowej relacji student-nauczyciel |

| | |
|---|---|
| Prowadzący zajęcia: | Ryszard Goleman, Tomasz Giżewski |
| Jednostka organizacyjna: | Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa<br>Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie |