



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metamateriały [S2FT2>Metamat]

Przedmiot

Kierunek studiów
Fizyka techniczna

Rok/Semestr
2/3

Studia w zakresie (specjalność)
–

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
stacjonarne

Wymagalność
obieralny

Liczba godzin

Wykład
30

Laboratorium
0

Inne
0

Ćwiczenia
0

Projekty/seminaria
0

Liczba punktów ECTS

2,00

Koordynatorzy

dr hab. Eryk Wolarz prof. PP
eryk.wolarz@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Wiedza dotycząca podstaw klasycznej teorii elektromagnetyzmu oraz fizyki dielektryków i magnetyków w zakresie treści programowych przedmiotów realizowanych na I stopniu i II stopniu kształcenia na kierunku studiów Fizyka Techniczna. Umiejętność rozwiązywania elementarnych problemów z elektromagnetyzmu w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.

Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi właściwości elektromagnetycznych metamateriałów oraz problemami związanymi z propagacją fal elektromagnetycznych w ośrodkach metamateriałowych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą zjawisk elektromagnetycznych w metamateriałach.
2. Zna metodę macierzy odwrotnej stosowaną do eksperymentalnego wyznaczania parametrów elektromagnetycznych metamateriałów.

Umiejętności:

1. potrafi sformułować złożone problemy fizyczne i techniczne dotyczące metamateriałów oraz zaproponować strategię ich rozwiązania.
2. potrafi dobierać materiały dielektryczne i magnetyczne pod kątem ich zastosowań w technologii metamateriałów.

Kompetencje społeczne:

1. postrzega możliwości i sposoby ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy z zakresu współczesnej techniki wykorzystującej materiały o różnych właściwościach elektromagnetycznych.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

W zakresie stosowanych metod weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się stosuje się następujące progi ocen:

- 50,1-60% dst;
- 60,1-70% dst+;
- 70,1-80% db;
- 80,1-90% db+;
- od 90,1% bdb.

Ocena wynika z indywidualnej pracy pisemnej oraz/lub odpowiedzi ustnej.

Treści programowe

Fale elektromagnetyczne w ośrodkach metamateriałowych, odbicie i załamanie fal elektromagnetycznych na granicy ośrodków naturalnych i metamateriałowych, zespolone parametry elektromagnetyczne metamateriałów, wyznaczanie parametrów elektromagnetycznych metamateriałów (zagadnienie odwrotne).

Tematyka zajęć

1. Równania Maxwella i równania materiałowe.
2. Równania falowe w ośrodkach o gęstościach ładunku i prądu elektrycznego równych zero oraz ich rozwiązania w postaci fal płaskich.
3. Relacje między kierunkami wektorów natężeń pola elektrycznego i magnetycznego oraz wektora falowego dla fali płaskiej.
4. Zależność dyspersyjna w ośrodku o gęstościach ładunku i prądu elektrycznego równych zero, ogólna definicja współczynnika załamania i względnej impedancji falowej.
5. Związek między amplitudami natężeń pól elektrycznego i magnetycznego fali płaskiej w ośrodkach o dodatnim i ujemnym współczynnikiem załamania.
6. Prawo zachowania energii dla pola elektromagnetycznego (twierdzenie Poyntinga) i jego interpretacja.
7. Relacja między wektorem falowym i wektorem Poyntinga w ośrodkach o dodatnich i ujemnych przenikalnościach elektrycznej i magnetycznej.
8. Warunki brzegowe dla pola elektromagnetycznego na granicy ośrodków materialnych.
9. Związki między wektorami natężeń pola elektrycznego, magnetycznego i wektorami falowymi dla fal padającej, odbitej i załamanej na granicy ośrodków materialnych.
10. Konsekwencje warunków brzegowych dla fal płaskiej padającej, odbitej i załamanej na granicy ośrodków materialnych - warunki dotyczące amplitud i faz tych fal.
11. Prawo odbicia dla fali płaskiej.
12. Prawo załamania dla fali płaskiej.
13. Zależność amplitud natężenia pola elektrycznego fali odbitej i załamanej od kątów padania i odbicia dla fal spolaryzowanych prostopadle do płaszczyzny padania.
14. Zależność amplitud natężenia pola magnetycznego fali odbitej i załamanej od kątów padania i odbicia dla fal spolaryzowanych w płaszczyźnie padania.
15. Wzory Fresnela (współczynniki odbicia i transmisji dla amplitud natężeń pól elektrycznego i magnetycznego).
16. Związki między wektorami natężeń pól elektrycznego i magnetycznego oraz wektorem falowym dla fali płaskiej w ośrodku o niezerowych gęstościach prądu i ładunku elektrycznego, wynikające z równań Maxwella.

17. Związek dyspersyjny dla fali płaskiej w ośrodku o niezerowych gęstościach prądu i ładunku elektrycznego oraz zespolona przenikalność elektryczna i zespolony współczynnik załamania dla ośrodka o niezerowym przewodnictwie właściwym.
18. Charakterystyka fali płaskiej w ośrodku o zespolonym współczynniku załamania i zespolonym wektorze falowym.
19. Związek między makroskopowymi i mikroskopowymi parametrami elektrycznymi drobin, polaryzowalność elektryczna drobin, przenikalność elektryczna i współczynnik załamania ośrodka dielektrycznego.
20. Model Lorentza (zespolona polaryzowalność atomowa ośrodków dielektrycznych).
21. Właściwości optyczne materiałów dielektrycznych (zależność zespolonego współczynnika załamania od częstości).
22. Klasyczny model ośrodków przewodzących prąd elektryczny (zespolone przewodnictwo elektryczne).
23. Właściwości optyczne materiałów przewodzących prąd elektryczny (zależność zespolonego współczynnika załamania od częstości, częstość plazmowa).
24. Zespolona przenikalność elektryczna dla struktury złożonej z sieci przewodników prostoliniowych.
25. Zespolona przenikalność magnetyczna materiału tworzonego przez sieć przewodzących cylindrów.
26. Zespolona przenikalność magnetyczna materiału tworzonego przez sieć przewodzących podwójnych cylindrów z przerwą.
27. Wyznaczenie parametrów elektromagnetycznych metamateriałów na podstawie macierzy rozpraszania.

Metody dydaktyczne

Wykład: szczegółowe omówienie zagadnień i wyprowadzenia wzorów z wykorzystaniem kredy i tablicy, multimedialna prezentacja dodatkowych materiałów.

Literatura

Podstawowa:

1. D.J. Griffith, Podstawy elektromagnetyzmu, wyd. 2, dodr. 3. Warszawa, 2011.
2. S.A. Ramakrishna, T.M. Grzegorzczak, Physics and Applications of Negative Refractive Index Metamaterials, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2009.

Uzupełniająca:

1. N. Engheta, R.W. Ziolkowski (ed.), Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
2. Tie Jun Cui, D. J. Smith, Ruopeng Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, Springer, New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	20	1,00