

Spis treści

Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń	7
---------------------------------------	---

Przedmowa	11
-----------	----

1. Narzędzia matematyczne analizy zjawisk polowych i ich interpretacja fizyczna	15
1.1. Całki skierowane	15
1.2. Operatory różniczkowe	18
1.3. Zapis wektorowy operatorów różniczkowych – potencjały	22
1.4. Konwencja punktów źródeł pola i punktów obserwacji	24
2. Pola elektryczne i magnetyczne w próżni – własności podstawowe	26
2.1. Pole elektryczne	26
2.2. Pole magnetyczne	30
2.3. Koncepcja materii ciągłej	32
2.4. Prawo sił Lorentza	35
2.5. Równanie ciągłości	37
3. Podstawowe prawa pola elektromagnetycznego	39
3.1. Prawo Gaussa	40
3.2. Prawo źródeł magnetycznych	45
3.3. Prawo indukcji Faradaya	46
3.4. Uogólnione prawo Ampère’a	50
3.5. Równania Maxwella w postaci różniczkowej, całkowej oraz dla amplitud zespolonych	54
4. Równania Maxwella w ośrodkach materialnych	58
4.1. Uproszczony model idealnego i rzeczywistego przewodnika – prawo Ohma	58
4.2. Polaryzacja ładunków związanych – przenikalność elektryczna ośrodka	60
4.3. Dielektryk stratny – zespolona przenikalność elektryczna	62

4.4.	Efekty magnetyczne w ośrodku materialnym – przenikalność magnetyczna ośrodka	64
4.5.	Klasyfikacja własności ośrodków materialnych	66
4.6.	Równania Maxwella dla ośrodków materialnych	69
5.	Warunki dla pól elektrycznego i magnetycznego na granicy ośrodków	71
5.1.	Składowe normalne wektorów pól: elektrycznego i magnetycznego	72
5.2.	Składowe styczne wektorów pól: elektrycznego i magnetycznego	76
5.3.	Podsumowanie – warunki przy powierzchni idealnego przewodnika	78
6.	Zasada zachowania energii	82
6.1.	Zasada zachowania energii w ujęciu polowym	82
6.2.	Twierdzenie Poyntinga	83
6.3.	Twierdzenie i wektor Poyntinga dla amplitud zespolonych	88
7.	Rozwiązanie równań Maxwella – przypadek statyczny	92
7.1.	Elektrostatyka	93
7.2.	Magnetostatyka	100
7.3.	Częstotliwość graniczna stosowania przybliżenia elektrostatycznego	104
8.	Rozwiązanie równań Maxwella – przypadek dynamiczny	106
8.1.	Jednorodne równanie falowe – metoda rozdzielania zmiennych	107
8.2.	Fala płaska w przybliżeniu jednowymiarowym – parametry i własności	109
8.3.	Uogólniony zapis fali płaskiej	113
8.4.	Polaryzacja fali płaskiej	118
8.5.	Polaryzacja kołowa a polaryzacja liniowa	122
8.6.	Prędkość grupowa – zjawisko dyspersji	125
9.	Fala płaska w stratnym ośrodku izotropowym	129
9.1.	Współczynnik propagacji	129
9.2.	Propagacja fali płaskiej w niskostratnym dielektryku	132
9.3.	Fala płaska w dobrym przewodniku – głębokość wnikania	134
10.	Fala płaska na granicy ośrodków	141
10.1.	Padanie prostopadle fali na granicę dwóch ośrodków	141
10.1.1.	Efekt i współczynnik fali stojącej	145
10.1.2.	Transformator ćwierćfalowy	148
10.1.3.	Padanie fali pod kątem prostym na powierzchnię idealnego przewodnika	151
10.2.	Padanie ukośne fali na granicę dwóch ośrodków	154
10.2.1.	Przypadek polaryzacji równoległej	155
10.2.2.	Przypadek polaryzacji prostopadłej	158
10.2.3.	Kąt Brewstera	160
10.2.4.	Kąt całkowitego wewnętrznego odbicia	161

11. Równania Maxwella w obecności źródeł	165
11.1. Niejednorodne równanie falowe dla wektorów pól elektromagnetycznych	165
11.2. Równania falowe dla potencjałów elektrodynamicznych	166
11.3. Dipol Hertza jako elementarne źródło promieniowania	170
11.3.1. Składowe pola em – pojęcie strefy bliskiej i dalekiej	170
11.3.2. Charakterystyka kierunkowa oraz rezystancja promieniowana	174
12. Prowadnice falowe	177
12.1. Klasyfikacja rodzajów pól	178
12.2. Fale TEM	179
12.3. Fale TE	180
12.4. Fale TM	184
12.5. Prowadnice fal TEM	185
12.5.1. Uproszczony model linii mikropaskowej	186
12.5.2. Linia współosiowa	195
12.6. Falowody	203
12.6.1. Falowód prostokątny	203
12.6.2. Falowód cylindryczny	209
12.7. Równanie linii długiej – przypadek linii współosiowej	216
12.7.1. Pojemność i indukcyjność na jednostkę długości	217
12.7.2. Równania linii długiej	218
Dodatek matematyczny	223
Literatura	225
Skorowidz	226