

Spis treści

Wstęp	9
1. Elementy analizy wektorowej i geometrii analitycznej	11
1.1. Podstawowe pojęcia rachunku wektorowego	11
1.2. Dodawanie i mnożenie wektorów	14
1.3. Układy współrzędnych cylindrycznych i sferycznych	18
1.4. Analiza wektorowa	20
1.5. Operatory różniczkowe	25
1.6. Twierdzenia całkowe analizy wektorowej	29
1.7. Odtworzenie pola wektorowego na podstawie rotacji i dywergencji	29
1.8. Podstawy analizy funkcji zmiennych zespolonych	33
1.8.1. Algebra liczb zespolonych	34
1.8.2. Funkcje trygonometryczne i hiperboliczne na liczbach zespolonych	36
1.8.3. Fazory	41
1.9. Wybrane przekształcenia z geometrii analitycznej	43
1.9.1. Przekształcenia współrzędnych na płaszczyźnie	43
1.9.2. Postać kanoniczna równania linii drugiego stopnia	46
Literatura	50
Zadania do rozdziału 1	50
2. Pole elektromagnetyczne – równania Maxwella	53
2.1. Pojęcia podstawowe	53
2.2. Równania różniczkowe Maxwella	62
2.3. Równania materiałowe	64
2.4. Warunki brzegowe	67
2.5. Równanie Poytinga	72
2.6. Potencjały elektromagnetyczne	73
2.7. Stacjonarne pola elektryczne i magnetyczne	76
2.8. Symetryczne równania Maxwella dla pól stacjonarnych	82

2.9. Pola stacjonarne dipoli	83
2.9.1. Dipol elektryczny	83
2.9.2. Potencjał polaryzacji dielektrycznej	84
2.9.3. Dipol magnetyczny	85
2.10. Magnetyczny potencjał wektorowy magnetyzacji.....	88
2.11. Skalarny potencjał ekwiwalentnych monopoli magnetycznych	89
2.12. Równania Maxwella w dziedzinie pulsacji	91
2.13. Postać fazorowa równań Maxwella	92
2.14. Dualność równań Maxwella	93
Literatura	96
Zadania do rozdziału 2	97
3. Źródła pola elektromagnetycznego	99
3.1. Wytwarzanie fal elektromagnetycznych przez elementarne źródła	99
3.1.1. Promieniowanie dipola Hertza	99
3.1.2. Pole elektromagnetyczne małego dipola magnetycznego (pętli prądowej).....	108
3.2. Dualność pól w strefie dalekiej dipola elektrycznego i magnetycznego	113
3.3. Podstawowe konstrukcje źródeł promieniowania i ich pola w strefie dalekiej	115
3.3.1. Pole małego dipola z liniowym rozkładem prądu	117
3.3.2. Pole krótkiego dipola z sinusoidalnym rozkładem prądu	117
3.4. Charakterystyka kierunkowa promieniowania	119
3.5. Szyki liniowe dipoli.....	122
3.6. Polaryzacja pola elektrycznego	127
Literatura	130
Zadania do rozdziału 3	130
4. Anteny	133
4.1. Ogólne właściwości anten	133
4.2. Charakterystyki przestrzenne anten	135
4.3. Schematy zastępcze anteny	139
4.4. Wzmocnienie a kierunkowość anteny	141
4.5. Zasada wzajemności w technice antenowej	144
4.6. Powierzchnia skuteczna anteny	146
4.7. Temperatura szumowa anteny	148
4.8. Szumy w odbiorniku	151
4.9. Anteny w łączy transmisyjnym – równanie Friisa	153
4.10. Równanie radarowe	155
Literatura	158
Zadania do rozdziału 4	159

5. Fale płaskie	162
5.1. Równanie fali płaskiej w ośrodku nieograniczonym	162
5.2. Równanie fali płaskiej w ośrodku bezstratnym	165
5.3. Propagacja fali w ośrodku stratnym	170
5.4. Wnikanie pola w przewodnik – impedancja powierzchniowa	173
5.5. Zespolony wektor propagacji fali płaskiej	177
5.6. Polaryzacja jednorodnych fal płaskich	180
5.7. Fala płaska na granicy ośrodków	188
5.8. Odbicie fal radiowych od powierzchni ziemi	196
5.9. Warstwy absorbujące fale płaskie	197
Literatura	201
Zadania do rozdziału 5	202
6. Rozpraszanie fal elektromagnetycznych w materiałach	207
6.1. Model klasyczny oddziaływania pola	207
6.2. Materiały dielektryczne	209
6.3. Fala płaska w metalach	210
6.4. Prądy wirowe i zespolona przenikalność elektryczna	212
6.5. Indukcyjność kinetyczna w normalnych przewodnikach	214
6.6. Doskonały przewodnik według teorii makroskopowej	215
6.7. Teorie makroskopowe nadprzewodników	216
6.8. Fala płaska w plazmie	225
Literatura	229
Zadania do rozdziału 6	229
7. Fala płaska w ośrodkach anizotropowych i żyotropowych	232
7.1. Dielektryczne ośrodki anizotropowe	232
7.2. Dielektryczne ośrodki żyotropowe (aktywne optycznie)	236
7.3. Ośrodki żyromagnetyczne	243
7.4. Bezodbiciowe warstwy doskonale dopasowane	263
Literatura	268
Zadania do rozdziału 7	269
8. Ośrodki o ujemnym współczynniku załamania	270
8.1. Materiały i metamateriały	270
8.2. Równanie falowe i poszerzona klasyfikacja ośrodków falowych	271
8.3. Fala płaska w bezstratnym ośrodku DNG	274
8.4. Prawo załamania fali w ośrodku DNG	280
8.5. Ośrodki DNG dla zakresu mikrofal	283
Literatura	293
Zadania do rozdziału 8	294

9. Falowody i rezonatory mikrofalowe	295
9.1. Falowody prostokątne	295
9.1.1. Analiza polowa falowodów	296
9.1.2. Parametry fali w falowodzie	301
9.1.3. Proste mody TE w falowodzie prostokątnym	305
9.1.4. Fale TM w falowodzie prostokątnym	310
9.1.5. Poprzeczna impedancja falowodów prostokątnych	311
9.1.6. Straty w falowodach prostokątnych	313
9.2. Mikrofalowe wnęki rezonansowe	317
9.3. Falowody kołowe	321
9.3.1. Mody TM w falowodach kołowych	324
9.3.2. Mody TE w falowodach kołowych	327
9.3.3. Impedancja poprzeczna falowodów kołowych	330
9.3.4. Transmisja mocy i straty w falowodach kołowych	330
9.3.5. Rezonatory kołowe	331
Literatura	336
Zadania do rozdziału 9	336
10. Kable współosiowe	340
10.1. Budowa kabla współosiowego	340
10.2. Analiza polowa kabla współosiowego jako falowodu	341
10.3. Mody wyższego rzędu	345
10.4. Rezonatory współosiowe	346
Literatura	350
Zadania do rozdziału 10	351
11. Linie transmisyjne	352
11.1. Linie płasko-równoległe	353
11.2. Analiza linii w dziedzinie czasu	357
11.3. Analiza linii w dziedzinie częstotliwości (pulsacji)	358
11.3.1. Rozkłady fali stojącej w linii zwartej na końcu	360
11.3.2. Impedancja wejściowa linii zwartej na końcu	362
11.3.3. Linia zakończona dowolnym obciążeniem	364
11.3.4. Współczynnik fali stojącej w linii bezstratnej	369
11.4. Moc w liniach bezstratnych	370
11.5. Straty odbicia i straty wtrącenia	373
11.6. Linie stratne	374
11.6.1. Parametry rozłożone linii stratnej	377
11.6.2. Linia transmisyjna małostratna	378
11.6.3. Moc transmitowana w linii stratnej	382

11.7. Linia transmisyjna jako transformator impedancji obciążenia – wyznaczenie impedancji charakterystycznej	383
11.8. Zastosowanie teorii linii transmisyjnych do badań fali płaskiej na granicy ośrodków	387
Literatura	390
Zadania do rozdziału 11	390
12. Dopasowania impedancyjne	394
12.1. Cele dopasowania	394
12.2. Transformator ćwierćfalowy	396
12.3. Dopasowania bezpośrednie	399
12.4. Dopasowania za pomocą pojedynczego stroika	401
Literatura	405
Zadania do rozdziału 12	405
13. Wykres Smitha	406
13.1. Geneza wykresu Smitha	406
13.2. Koło stałego SWR	415
13.3. Admitancyjny wykres Smitha	419
13.4. Linie stałej dobroci Q na wykresie Smitha	421
13.5. Podstawowe właściwości wykresu Smitha	422
Literatura	423
Zadania do rozdziału 13	423