



# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>vii</b>
<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>I Le Equazioni di Maxwell</b>	<b>7</b>
<b>1 Le Equazioni di Maxwell</b>	<b>9</b>
1.1 Dominio del Tempo . . . . .	9
1.2 Forma Integrale . . . . .	11
1.3 Dominio della Frequenza e Fasori . . . . .	14
1.4 Condizioni Iniziali ed al Contorno . . . . .	15
1.5 Esercizi . . . . .	17
<b>2 Campi Statici</b>	<b>23</b>
2.1 Campi Elettrostatici . . . . .	23
2.2 Campi Magnetostatici . . . . .	27
2.3 Approccio Numerico . . . . .	30
2.4 Applicazione: Elettroforesi e Dielettroforesi . . . . .	37
2.5 Esercizi . . . . .	38
<b>3 Relazioni Costitutive</b>	<b>45</b>
3.1 Interazione dei Campi con la Materia . . . . .	45
3.2 Mezzi Lineari . . . . .	47
3.3 Mezzi con Perdite . . . . .	49
3.4 Mezzi Dispersivi nel Tempo . . . . .	53
3.5 Mezzi Anisotropi . . . . .	54

3.6	Forma Generale delle Relazioni Costitutive . . . . .	54
3.7	Esercizi . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Energia e Potenza</b>	<b>59</b>
4.1	Energia Immagazzinata nei Campi . . . . .	59
4.2	Teorema di Poynting . . . . .	61
4.3	Esercizi . . . . .	64
<b>5</b>	<b>Interfacce tra Materiali Omogenei</b>	<b>67</b>
5.1	Continuità dei Campi . . . . .	68
5.2	Continuità delle Induzioni . . . . .	70
5.3	Dominio della Frequenza . . . . .	74
5.4	Conduttori Perfetti . . . . .	74
5.5	Esercizi . . . . .	76
<b>6</b>	<b>Approfondimenti</b>	<b>79</b>
6.1	Unicità della Soluzione delle Equazioni di Maxwell . . . . .	79
6.2	Il Campo Magnetico come Fenomeno Relativistico . . . . .	83
6.3	Esercizi . . . . .	88
<b>II</b>	<b>Onde Piane</b>	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>Onde Piane nello Spazio Libero</b>	<b>93</b>
7.1	Dominio del Tempo . . . . .	94
7.2	Dominio della Frequenza . . . . .	97
7.3	Caratteristiche delle Onde Piane Armoniche . . . . .	99
7.4	Polarizzazione . . . . .	100
7.5	Onda Piana Generica . . . . .	105
7.6	Teorema di Poynting per le Onde Piane . . . . .	109
7.7	Applicazione: Diversità di Polarizzazione. . . . .	111
7.8	Esercizi . . . . .	114
<b>8</b>	<b>Onde Piane in Mezzi Materiali</b>	<b>121</b>
8.1	Mezzo Omogeneo Privo di Perdite . . . . .	121
8.2	Mezzo Omogeneo con Perdite Ohmiche . . . . .	122
8.3	Velocità di Fase e Velocità di Gruppo . . . . .	126
8.4	Energia e Potenza Associata ad un'Onda Piana nel Mezzo Materiale . . . . .	129
8.5	Applicazione: Collegamento tra Aereo e Sottomarino . . . . .	134
8.6	Esercizi . . . . .	136
<b>9</b>	<b>Onda Piana a Incidenza Normale su un'Interfaccia Piana</b>	<b>141</b>
9.1	Onde Riflesse e Trasmesse . . . . .	141
9.2	Onda Stazionaria . . . . .	144
9.3	Energia e Potenza all'Interfaccia . . . . .	148
9.4	Doppia Interfaccia . . . . .	153
9.5	Applicazione: Radome . . . . .	156

9.6	Esercizi . . . . .	159
<b>10</b>	<b>Riflessione e Rifrazione</b>	<b>163</b>
10.1	Onde Riflesse e Trasmesse . . . . .	164
10.2	Riflessione Totale . . . . .	170
10.3	Angolo di Brewster . . . . .	175
10.4	Incidenza Obliqua su Mezzi Conduttori . . . . .	176
10.5	Applicazione: Laser a Gas . . . . .	177
10.6	Esercizi . . . . .	179
<b>11</b>	<b>Propagazione Ionosferica</b>	<b>183</b>
11.1	Fisica del Plasma . . . . .	185
11.2	Relazioni Costitutive del Plasma . . . . .	187
11.3	Propagazione nel Plasma . . . . .	189
11.4	Plasma Magnetizzato . . . . .	190
11.5	Applicazione: Collegamento Ionosferico e Satellitare . . . . .	194
11.6	Esercizi . . . . .	199
<b>III</b>	<b>Linee di Trasmissione</b>	<b>205</b>
<b>12</b>	<b>Linee di Trasmissione</b>	<b>207</b>
12.1	Equazioni dei Telegrafisti . . . . .	208
12.2	Linea di Trasmissione Chiusa su un Carico Generico . . . . .	213
12.3	Corto Circuito, Circuito Aperto e Carico Adattato . . . . .	218
12.4	Giunzione tra Linee di Trasmissione . . . . .	220
12.5	Linea con Perdite . . . . .	224
12.6	Applicazione: Linea Bifilare . . . . .	229
12.7	Esercizi . . . . .	234
<b>13</b>	<b>Carta di Smith</b>	<b>239</b>
13.1	Derivazione della Carta di Smith . . . . .	240
13.2	Uso della Carta di Smith . . . . .	244
13.3	Applicazione: Misura di Impedenza . . . . .	249
13.4	Esercizi . . . . .	253
<b>14</b>	<b>Adattamento</b>	<b>257</b>
14.1	Adattamento a Singolo Stub . . . . .	259
14.2	Adattamento a Doppio Stub . . . . .	263
14.3	Adattamento a Triplo Stub . . . . .	270
14.4	Adattamento con Trasformatore in Quarto d'Onda . . . . .	272
14.5	Applicazione: Comportamento in Banda di un Carico Adattato . . . . .	274
14.6	Esercizi . . . . .	280

<b>15 Analogia Onde Piane - Linee di Trasmissione</b>	<b>289</b>
15.1 Onda Piana in Direzione $z$ . . . . .	289
15.2 Onda Piana in Direzione Generica . . . . .	290
15.3 Applicazione: Specchi di Bragg . . . . .	296
15.4 Applicazione: Campo Assorbito da una Testa Umana . . . . .	301
15.5 Esercizi . . . . .	304
<b>IV Bioelettromagnetismo</b>	<b>307</b>
<b>16 Modelli Elettrodinamici per i Dielettrici</b>	<b>309</b>
16.1 Modello di Lorentz . . . . .	309
16.2 Modello di Debye . . . . .	314
16.3 Modelli più Accurati per Acqua e Liquidi Biologici . . . . .	319
<b>17 Dosimetria</b>	<b>325</b>
17.1 Normativa . . . . .	326
17.2 Bassa frequenza: fino a 100kHz . . . . .	327
17.3 Alta Frequenza: da 100kHz a 300GHz . . . . .	335
17.4 Note sulla protezione dei lavoratori . . . . .	344
<b>V Appendici</b>	<b>347</b>
<b>A Vettori e Campi</b>	<b>349</b>
A.1 Operazioni sui Vettori Euclidei . . . . .	351
A.2 Operazioni sui Vettori Complessi . . . . .	357
<b>B Sistemi di Coordinate</b>	<b>359</b>
B.1 Sistema di Coordinate Cartesiane . . . . .	359
B.2 Sistema di Coordinate Cilindrico . . . . .	361
B.3 Sistema di Coordinate Sferico . . . . .	363
B.4 Coordinate Ortogonali Generiche . . . . .	366
<b>C Operatori Integrali</b>	<b>369</b>
C.1 Integrali di un Campo Scalare . . . . .	369
C.2 Integrali di un Campo Vettoriale . . . . .	370
<b>D Operatori Differenziali</b>	<b>373</b>
D.1 Gradiente . . . . .	373
D.2 Rotore . . . . .	377
D.3 Divergenza . . . . .	380
D.4 Laplaciano . . . . .	382
D.5 Teoremi fondamentali . . . . .	385
D.6 Nabla non è un vettore (neppure simbolico) . . . . .	389
<b>E Trasformate</b>	<b>391</b>

<b>F</b>	<b>Funzioni speciali</b>	<b>397</b>
<b>G</b>	<b>Decibel</b>	<b>399</b>
<b>VI</b>	<b>Apparati</b>	<b>401</b>
	<b>Unità di Misura Utilizzate in Questo Volume</b>	<b>403</b>
	<b>Costanti Fisiche</b>	<b>407</b>
	<b>Relazioni Matematiche</b>	<b>411</b>