

# **Appunti del Corso di Complementi di Elettromagnetismo**

Tullio Bressani e Elena Botta

Anno Accademico 2002–2003

# Indice

<b>1</b>	<b>Equazioni di Maxwell</b>	<b>5</b>
1.1	Le leggi di Laplace e Coulomb . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Potenziali E.M.</b>	<b>18</b>
2.1	Potenziale vettore e potenziale scalare . . . . .	18
2.2	Superpotenziale di Hertz . . . . .	21
2.3	Calcolo dei Potenziali con il metodo di Green . . . . .	23
<b>3</b>	<b>L'energia del campo elettromagnetico.</b>	<b>27</b>
3.1	Il vettore di Poynting . . . . .	27
3.2	Il tensore degli sforzi elettromagnetici . . . . .	31
3.3	Quantità di moto E.M.. . . . .	34
<b>4</b>	<b>Propagazione di onde E.M. nel vuoto</b>	<b>39</b>
4.1	Introduzione . . . . .	39
4.2	Tecnica di separazione delle variabili . . . . .	40
4.2.1	Coordinate cartesiane . . . . .	40
4.2.2	Coordinate cilindriche . . . . .	43
4.3	Propagazione di onde a simmetria cilindrica . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Irraggiamento di onde E.M.</b>	<b>51</b>
5.1	Introduzione . . . . .	51
5.2	Dipolo oscillante . . . . .	51
5.3	Oscillazioni smorzate . . . . .	57
5.4	Onde E.M. in risonanza . . . . .	62
5.5	Antenna Lineare . . . . .	62
<b>6</b>	<b>Guide d'onda</b>	<b>70</b>
6.1	EqM per la guida d'onda . . . . .	70
6.2	Esempi di propagazione in guide d'onda con contorno definito	77
6.2.1	Guida d'onda a sezione rettangolare . . . . .	77

6.2.2	Guida d'onda a sezione circolare . . . . .	83
6.3	Cavo coassiale . . . . .	87
6.4	Attenuazione lungo una guida d'onda reale . . . . .	89
6.5	Cavità risonanti . . . . .	90
<b>7</b>	<b>Generatori di onde EM</b>	<b>93</b>
7.1	Il klystron . . . . .	93
<b>8</b>	<b>Fibre ottiche</b>	<b>100</b>
8.1	Considerazioni generali . . . . .	100
8.2	Trasmissione di segnali in fibre ottiche . . . . .	101
8.3	L'approssimazione dell'iconale . . . . .	105
8.4	Le formule di Fresnel . . . . .	107
8.5	Propagazione modale nelle fibre ottiche . . . . .	112
<b>9</b>	<b>Ottica coerente</b>	<b>115</b>
9.1	Elementi di Ottica coerente . . . . .	115
9.2	L'interferometro di Michelson . . . . .	117
9.3	L'esperimento di Michelson e Morley . . . . .	120
9.4	La massa apparente dei fotoni (Facoltativo) . . . . .	122
9.5	Coerenza di un'onda E.M. . . . .	128
9.5.1	Coerenza spaziale e temporale . . . . .	128
9.5.2	Grado di coerenza spaziale e temporale . . . . .	129
9.5.3	Misura della coerenza spaziale e temporale . . . . .	132
9.6	Olografia . . . . .	134
9.6.1	Generalità . . . . .	134
9.6.2	Principio fisico dell'olografia . . . . .	136
9.6.3	Olografia in asse e fuori asse . . . . .	140
9.6.4	Olografia in riflessione . . . . .	141
9.6.5	Applicazioni dell'olografia . . . . .	142
<b>A</b>	<b>Operatori Scalari e Vettoriali</b>	<b>144</b>
<b>B</b>	<b>Teoremi notevoli del Calcolo Differenziale</b>	<b>148</b>
<b>C</b>	<b>Espressione di operatori differenziali in diverse coordinate</b>	<b>152</b>
<b>D</b>	<b>Cenni sulle Trasformate di Fourier</b>	<b>155</b>
D.1	Serie trigonometriche di Fourier . . . . .	155
D.2	Integrale di Fourier . . . . .	157

<b>E</b>	<b>Cenni sui tensori</b>	<b>158</b>
E.1	Generalità sui tensori . . . . .	158
E.2	Definizione di tensore . . . . .	159
<b>F</b>	<b>Cenni sulle funzioni di Bessel</b>	<b>161</b>