

ELECTROMAGNETISMO

Patricio Cordero S.

Departamento de Física

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile

versión 27 de junio de 2002

Índice general

0.0.1. Unidades	9
1. Electrostática y Dieléctricos	11
1.1. Ley de Coulomb	11
1.2. Campo Eléctrico de Fuentes Compuestas	
Principio de Superposición	12
1.3. Ley de Gauss	14
1.4. Potencial Eléctrico	16
1.5. Dipolo Eléctrico y Expansión Multipolar	18
1.5.1. Expansión multipolar	19
1.6. Generalidades sobre Dieléctricos	20
1.7. Medios Polarizables	21
1.8. Desplazamiento Eléctrico	23
1.9. Dieléctricos Lineales, Isótropos y comunmente	
Homogéneos	25
1.10. Condiciones de Borde	27
1.11. Problemas	29
2. Electrostática y Conductores	33
2.1. Conductores	33
2.1.1. Ecuación de Poisson. Unicidad de la solución	36
2.2. Energía Electroestática	37
2.2.1. Energía en términos de cargas y potenciales	37
2.2.2. Energía en términos de los campos	38
2.3. Condensadores	39
2.4. Energía y Fuerzas entre Conductores Cargados	41
2.5. Integración numérica de la ecuación de Poisson	44
2.5.1. Caso unidimensional	44
2.5.2. Dimensiones mayores	44
2.6. Problemas	46

3. Corrientes Continuas	49
3.1. Generalidades Sobre Corrientes	49
3.2. Corrientes Continuas y Ley de Ohm	52
3.3. Fuerza Electromotriz y Efecto Joule	56
3.4. Circuitos y Leyes de Kirchhoff	58
3.5. Problemas	61
4. Magnetostática	63
4.1. Corrientes y Campo Magnético	63
4.1.1. Anticipo	63
4.1.2. Dos nuevas leyes	63
4.1.3. Campo magnético debido a corriente	64
4.2. Potencial Vectorial	65
4.2.1. Definición usando \vec{J}	65
4.2.2. Potencial vectorial a partir de \vec{K}	67
4.2.3. Ejemplo	68
4.3. Ley Circuital de Ampère	68
4.4. Fuerza magnética	70
4.5. Una Partícula en un Campo Magnético Uniforme	72
4.6. Dipolos Magnéticos	73
4.7. Problemas	75
5. Propiedades Magnéticas de la Materia	77
5.1. Magnetización y el potencial \vec{A}_M	77
5.2. Nuevamente la ley circuital.	81
5.3. Condiciones de borde	82
5.4. Flujo magnético	83
5.5. Ferromagnetismo	84
5.6. Circuitos magnéticos	85
5.6.1. Ejemplo 1	85
5.6.2. Ejemplo 2	86
5.6.3. Ejemplo 3	87
5.6.4. Ejemplo 4	87
5.7. Problemas	88
6. Inducción	89
6.1. Ley de Faraday-Lenz	89
6.1.1. Campos y movimiento	91
6.1.2. Sobre relatividad	92
6.1.3. Ejemplo básico	93

6.1.4.	Otros ejemplos	94
6.1.5.	Nueva ley de circuitos	95
6.1.6.	No hay diferencias de potencial	96
6.1.7.	En la práctica	97
6.2.	Autoinducción	98
6.2.1.	Circuito LC	98
6.2.2.	Circuito RL	100
6.3.	Inducción mutua	101
6.3.1.	Ejemplo básico de inducción mutua	102
6.3.2.	Coeficiente de acoplamiento	103
6.3.3.	Un transformador	104
6.3.4.	La “caída” en una inductancia	105
6.3.5.	Dos circuitos acoplados	105
6.4.	Potencia y energía magnética	106
6.5.	La corriente de desplazamiento y las ecuaciones de Maxwell	108
6.6.	Problemas	110
7.	Corriente Alterna e Impedancias	115
7.1.	Período transitorio	115
7.2.	Impedancias	116
7.3.	Potencia disipada en corriente alterna	119
7.4.	Problemas	120
8.	Ecuaciones de Maxwell y ondas	123
8.1.	Ecuaciones de Maxwell y potenciales	123
8.2.	Condiciones de Borde	124
8.3.	Ondas electromagnéticas en medios neutros	125
8.3.1.	La ecuación de onda	125
8.3.2.	La onda ideal	126
8.3.3.	Longitud de penetración	127
8.4.	Ondas planas en medios aislantes y neutros	129
8.4.1.	Polarización	129
8.4.2.	Energía y flujo de ella	131
8.5.	Reflexión y refracción	131
8.5.1.	Ángulos	131
8.5.2.	Conservación de la energía	133
8.5.3.	Amplitudes	133
8.5.4.	Reflexión total en una superficie conductora perfecta . . .	137

A.	Operadores Diferenciales	139
A.1.	Los conceptos de gradiente, divergencia y rotor	139
A.2.	Los Operadores en Coordenadas Curvilíneas	141
A.3.	Expresiones Útiles	142
B.	Condiciones de Borde en Electromagnetismo	143
C.	Unidades y Constantes	145