

Índice general

	Prólogo	11
1	Vectores y campos	13
	Introducción	13
1.1	Vectores	13
1.2	Igualdad de vectores	15
1.3	Operaciones entre vectores	15
1.3.1	Suma y diferencia entre vectores	15
1.3.2	Producto de un escalar por un vector	16
1.3.3	Producto escalar o punto	16
1.3.4	Producto vectorial	17
1.3.5	Expansión de Laplace	18
1.3.6	Triple producto escalar	20
1.3.7	Triple producto vectorial	21
1.3.8	Componentes de un vector	21
1.4	Campos	22
1.4.1	Campo escalar	22
1.4.2	Campo vectorial	23
1.5	Sistemas de coordenadas ortogonales	23
1.5.1	Coordenadas rectangulares	23
1.5.2	Coordenadas cilíndricas	31
1.5.3	Coordenadas esféricas	39
2	Cálculo vectorial	47
	Introducción	47
2.1	Gradiente de un campo escalar	47
2.2	Divergencia de un campo vectorial	51
2.2.1	Teorema de la divergencia	54

2.3	Rotacional de un campo vectorial	56
2.3.1	Teorema de Stokes	60
2.4	Laplaciano de un campo escalar	61
2.4.1	Clasificación de los campos vectoriales	63
3	Electrostática	67
	Introducción	67
3.1	Carga eléctrica	67
3.2	Ley de Coulomb	70
3.3	Campo electrostático	76
3.4	Campos electrostáticos debidos a distribuciones continuas de carga	81
3.5	Ley de Gauss	91
3.6	Rotacional de E	91
3.7	Densidad de flujo eléctrico	98
3.8	Potencial eléctrico	100
3.8.1	Relación entre E y V	103
3.9	Energía potencial eléctrica	110
3.9.1	Energía electrostática en función de los campos E y D	111
4	Electrostática en medios materiales	117
	Introducción	117
4.1	Propiedades eléctricas de los materiales	117
4.2	Corrientes de conducción y convección	118
4.3	Densidades de corriente de convección y conducción	119
4.3.1	Forma macroscópica de la ley de Ohm	124
4.3.2	Ley de Joule	129
4.4	Ecuación de continuidad y tiempo de relajación	132
4.5	Polarización en dieléctricos	135
4.6	Condiciones en la frontera para campos electrostáticos	143
4.6.1	Dieléctrico-dieléctrico	144
4.6.2	Dieléctrico-conductor	149
4.6.3	Conductor-conductor	151
4.6.4	Conductor-espacio libre (vacío)	152
4.7	Problemas electrostáticos con valores de frontera	155
4.7.1	Ecuaciones de Poisson y Laplace	155
4.7.2	Teorema de unicidad	156

4.7.3	Aplicación de las ecuaciones de Poisson y Laplace	157
4.8	Resistencia y capacitancia	165
5	Magnetostática	171
	Introducción	171
5.1	Fuerza magnética y fuerza electromagnética	172
5.2	Ecuaciones fundamentales de la magnetostática en el espacio libre	176
5.3	Potencial magnético vector	184
5.4	Ley de Biot-Savart	188
5.5	Fuerza magnética sobre un conductor que transporta una corriente	195
5.6	Fuerza magnética entre dos circuitos	196
5.7	Momento de torsión sobre una espira que lleva una corriente	200
5.7.1	Campo magnético paralelo al plano de la espira	201
5.7.2	Campo magnético perpendicular al plano de la espira	203
5.8	Dipolo magnético	205
5.9	Inductancia e inductores	206
5.10	Energía magnética	211
5.10.1	Energía magnética en función de $\mathbf{B}$ y $\mathbf{H}$	212
6	Magnetostática en medios materiales	217
	Introducción	217
6.1	Tipos de materiales magnéticos	217
6.2	Magnetización de materiales	220
6.2.1	Momento angular orbital y de espín	220
6.3	Intensidad de campo magnético y permeabilidad relativa	222
6.4	Histéresis de los materiales ferromagnéticos	225
6.5	Condiciones en la frontera magnetostática	227
	Bibliografía	231
A	Convención de suma de Einstein	235
A.1	Índices repetidos	235
A.2	Índices libres y mudos	235
A.3	Doble suma	237
A.4	Sustitución	237

A.5	Delta Kronecker	237
B	Fórmulas vectoriales	239
B.1	Identidades del álgebra vectorial	239
B.2	Identidades del análisis vectorial	239
B.3	Identidades especiales	240
C	Función delta de Dirac	243
C.1	Función delta de Dirac	243
C.2	Propiedades	243
	Índice alfabético	243