

Índice

CAPITULO I

Electrostática

1. Campo eléctrico	5
2. Campo producido por una carga	5
3. Campo en un medio dieléctrico. Expresión general de la ley de Gauss	5
4. Expresión local de la ley de Gauss	5
5. Ley de Coulomb	7
6. Potencial de los campos newtonianos	7
7. Expresión del campo en función del potencial	8
8. Fórmulas de Poisson y de Laplace	10
9. Propiedad de los conductores	11
10. Propiedades de los espacios desprovistos de cargas, limitados por superficies equipotenciales	11
11. Potencial creado por una carga puntual	12
12. Expresión general del potencial electrostático	12
13. Tubos del campo electrostático	13
14. Capacitancias	15
15. Capacitores	16
16. Energía electrostática	17
17. La energía electrostática reside en el espacio que rodea a los conductores	18
18. Depresión electrostática	19
19. Cálculo de capacitancias	20
20. Agrupamiento de capacitores	21
21. Pantallas electrostáticas	24
22. Imágenes eléctricas	26
	27

CAPITULO II

Corrientes eléctricas

1. Objetivo del capítulo	29
2. Ley de Ohm	29
3. Leyes de Kirchhoff	29
4. Ley de Joule	32
5. Cargas libres en los conductores	36
6. Analogía entre los estados electrostáticos y estacionarios	37
	40

CAPITULO III

Magnetismo

1. Campo magnético. Fórmula de Laplace	42
2. Divergencia nula de la inducción magnética	42
	44

3. Circuitación del campo magnético	45
4. Ley de Ampere	46
5. Medios con corrientes amperianas	48
6. Campo magnético creado por las corrientes de desplazamiento	49
7. Potencial vectorial del campo magnético	50
8. Inducción creada por una corriente	53
9. Fuerzas ponderomotrices sobre masas eléctricas en movimiento	56
10. Campo eléctrico creado dentro de medios en movimiento	56
11. Trabajo de la fuerza magnética	57
12. Energía magnética almacenada	58
13. Fuerza electromotriz inducida	59
14. Componentes de la fuerza electromotriz inducida	60
15. Ecuaciones de Hertz	60
16. Ecuaciones de Maxwell	61
17. Fórmula de Lorentz	61
18. Potenciales retardados	62
19. Inductancias. Fórmula de Neumann	64
20. Energía magnética en función de las inductancias	66

CAPITULO IV

Circuitos en estado permanente	68
1. Circuitos eléctricos	68
2. Circuitos con corriente continua	69
3. Corrientes alternas	69
4. Circuitos con corrientes alternas sinusoidales	71
5. Método de representación compleja	72
6. Reactancias y susceptancias	75
7. Potencia en un circuito eléctrico	76
8. Expresión compleja de la potencia aparente	78
9. Circuitos resonantes	78
10. Factor de calidad y curva universal de resonancia	81
11. Energía contenida en un circuito resonante	83
12. Circuitos resonantes paralelos	85
13. Circuitos acoplados magnéticamente	87
14. Representación gráfica de circuitos lineales con componentes variables	89
15. Modificación del diagrama de inversión	91
16. Corrientes y tensiones poliarmónicas	92
17. Circuitos con corrientes poliarmónicas	95

CAPITULO V

Teoremas de los circuitos eléctricos	97
1. Introducción	97
2. Resolución de los circuitos mediante las corrientes de mallas	97
3. Tensiones de nodos	98
4. Método de las tensiones de nodos	99
5. Teorema de superposición	100
6. Teorema de reciprocidad	101
7. Teorema de compensación	102
8. Teorema de Thevenin	103
9. Teorema de Norton	105
10. Máxima potencia transferida	105
11. Transformación estrella-reticulado	107
12. Transformación triángulo-estrella	109
13. Cuadripolo equivalente de un circuito pasivo	110
14. Teorema de Boucherot	111
15. Puente de Wheatstone	113

CAPITULO VI

Sistemas polifásicos	115
1. Introducción	115
2. Formación de los sistemas polifásicos	115
3. Suma de las ff.e.mm. de un sistema equilibrado	116
4. Punto neutro de un sistema trifásico, equilibrado y simétrico	117
5. Relaciones entre las ff.e.mm. y las corrientes en los sistemas en estrella y en triángulo	118
6. Diferencias de fases entre las ff.e.mm. y las corrientes	119
7. Potencia en un sistema trifásico simétrico y equilibrado	120
8. Factor de potencia de los sistemas asimétricos	121
9. Punto neutro de los sistemas asimétricos	123
10. Método de Kennelly	124
11. Método de Fortescue	125
12. Síntesis de sistemas de iguales o distintas secuencias	126
13. Determinación de las componentes maestras	127
14. Resolución del sistema trifásico	128
15. Casos particulares	130
16. Potencia de un sistema trifásico en función de sus componentes simétricas	131
17. Medida de la potencia de un sistema trifásico	132

CAPITULO VII

Circuitos magnéticos	135
1. Ley de Hopkinson	135
2. Curvas de magnetización y lazo de histeresis	136
3. Permeabilidad incremental	138
4. Pérdidas por corrientes de Foucault	139
5. Pérdidas totales en el hierro	141
6. Deformación del flujo y de la corriente en un inductor con núcleo de hierro	141
7. Componentes de la corriente	142
8. Circuitos magnéticos con entrehierro	143
9. Imanes permanentes	145

CAPITULO VIII

Estados transitorios	147
1. Estados de funcionamiento	147
2. Admitancia indicatriz	147
3. Ecuación de Heaviside	148
4. Corriente producida por una f.e.m. exponencial basada en la admitancia indicatriz	148
5. Integral de Carson	150
6. Tablas de transformadas operacionales	151
7. Transformadas operacionales de las derivadas y la integral	154
8. Relaciones entre los valores límites	155
9. Resolución de circuitos con condiciones iniciales nulas	156
10. Teorema de expansión de Heaviside	157
11. Circuitos con condiciones iniciales no nulas	159
12. Escalón exponencial	160
13. Teorema de transposición	163

CAPITULO IX

Transformadores	166
1. Definiciones	166
2. Relaciones entre las inductancias	166
3. Coeficiente de acoplamiento	167
4. Ecuaciones de los circuitos acoplados magnéticamente	169
5. Transformador lineal con flujo de amplitud constante	171

6. Transformador con núcleo de hierro y flujo de amplitud constante	172
7. Diagrama del transformador real	174
8. El transformador ideal	175
9. Esquema del transformador referido al primario	175
10. Esquema del transformador referido al secundario	176
11. Impedancias transferidas	178
12. Esquemas simplificados	179

CAPITULO X

Fundamentos de las máquinas eléctricas

1. Definiciones	180
2. Ecuación energética	180
3. Expresión del par motor y de la fuerza desarrollada	181
4. Expresiones alternativas del par y de la fuerza	183
5. Sistemas con dos o más arrollamientos	185
6. Aplicación a un electroimán	185
7. Motor síncrono de reluctancia variable	187
8. Máquinas de corriente continua	191
9. Representación simplificada de una máquina de corriente continua	194
10. Fuerza electromotriz inducida	196
11. Reacción del inducido	197
12. Campo giratorio	198
13. Máquinas síncronas y asíncronas	199

CAPITULO XI

Circuitos con constantes distribuidas

1. Líneas de transmisión	200
2. Ecuaciones de los telegrafistas	200
3. Líneas con corriente alterna	202
4. Ondas de tensión y de corriente	203
5. Relaciones entre las componentes de tensión y de corriente	205
6. Impedancia en un punto cualquiera de la línea	206
7. Longitud de onda	207
8. Líneas con corriente continua	208
9. Solución general para las líneas sin pérdidas	209
10. Cuadripolo equivalente a una línea	209
11. Impedancias en casos particulares	211

CAPITULO XII

Propagación electromagnética

1. Descripción del campo electromagnético	213
2. Ecuaciones de Maxwell	213
3. Campo electromagnético en el vacío	214
4. Campo electromagnético variable según (x) y (t) solamente	215
5. Solución de las ecuaciones del campo plano	217
6. Impedancia de ondas	219
7. Propagación de una onda sinusoidal	221
8. Vector de Poynting	221
9. Efecto pelicular	224
10. Densidad de cargas libres en los conductores	224
11. Corriente de desplazamiento dentro de los conductores	226
12. Ecuaciones de Maxwell en los conductores	226
13. Ecuación de la densidad de la corriente en un conductor	226
14. Distribución de la corriente en un conductor plano: penetración	227
15. Distribución de la corriente en un conductor de sección circular	229

ANEXO

Elemento de cálculo vectorial

1. Introducción	232
2. Escalares y vectores	232
3. Suma y resta de vectores	232
4. Producto de vectores	233
5. Representación cartesiana	234
6. Producto escalar expresado mediante las componentes cartesianas	235
7. Producto vectorial expresado mediante las componentes cartesianas	235
8. Producto doble mixto	235
9. Producto doble vectorial	236
10. Circulación en un campo vectorial	237
11. Componentes del campo en función de su potencial. Gradiente	239
12. Flujo de un vector. Divergencia	240
13. Divergencia superficial	241
14. Rotación de un campo vectorial. Teorema de Stokes	241
15. Propiedad de los campos derivados de funciones potenciales	244
16. Divergencia nula de los campos que son rotacionales de otros	245
17. Laplaciano	246
18. Consideraciones sobre el operador de Hamilton	247
19. Rotacional del rotacional de un campo vectorial	248
20. Fórmulas de Green	248
21. Teorema de Green	249

