

ÍNDICE

PRÓLOGO	XV
NOTA A LA DÉCIMA EDICIÓN	XVII

1. CORRIENTE CONTINUA	1
1. Naturaleza de la electricidad	1
2. Electrón	1
3. Cuerpo electrizado	1
4. Carga eléctrica	1
5. Acciones entre cargas eléctricas	1
6. Unidad de carga eléctrica	1
7. Conductores	2
8. Aislantes	2
9. Corriente eléctrica	2
10. Clases de corriente eléctrica	2
11. Efectos producidos por la corriente eléctrica	2
12. Intensidad de corriente eléctrica	3
13. Unidad de intensidad de corriente eléctrica	3
14. Medida de intensidad	4
15. Resistencia eléctrica	4
16. Unidad de resistencia eléctrica	4
17. Resistencia de un conductor	5
18. Variación de la resistencia con la temperatura	7
19. Tensión eléctrica	8
20. Unidad de tensión eléctrica	8
21. Medida de tensión eléctrica	8
22. Ley de Ohm	8
23. Voltio	9
24. Caída de tensión en un conductor	10
25. Caída de tensión en una línea de transporte de energía eléctrica	10
26. Potencia eléctrica	11
27. Unidad de potencia	12
28. Potencia perdida en un conductor	13
29. Energía eléctrica	14
30. Unidad eléctrica de energía	14
31. Calor producido en un conductor	15
32. Densidad de corriente eléctrica	16
33. Cortocircuito	17
34. Fusible o cortacircuito	18
35. Resistencia de contacto	18
36. Acoplamiento de resistencias en serie	18

37. Reóstatos	20
38. Primera ley de Kirchhoff	20
39. Acoplamiento de resistencias en paralelo	21
40. Generador eléctrico	27
41. Generador de corriente continua	27
42. Características de un generador	27
43. Tensión en bornes de un generador	27
44. Potencia total producida por el generador	28
45. Potencia eléctrica perdida en el generador	29
46. Potencia útil del generador	29
47. Ley de Ohm generalizada	30
48. Rendimiento industrial de un generador	31
49. Rendimiento eléctrico del generador	32
50. Acoplamiento de generadores en serie	32
51. Acoplamiento de generadores en paralelo	35
52. Acoplamiento mixto de generadores	37
53. Receptor eléctrico	39
54. Características de un receptor	39
55. Tensión en bornes de un receptor	40
56. Potencia absorbida por el receptor	41
57. Rendimiento industrial de un receptor	42
58. Circuito eléctrico	43
59. Nudos, mallas y ramas de una red eléctrica	45
60. Segunda ley de Kirchhoff	45
61. Análisis de una red por el método de Kirchhoff	47
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>49</i>
2. ELECTROMAGNETISMO	51
62. Imanes	51
63. Tipos de imanes	51
64. Polos y línea neutra de un imán	51
65. Acción mutua entre imanes	51
66. Campo magnético	51
67. Líneas de fuerza	51
68. Campo magnético creado por una corriente eléctrica rectilínea	52
69. Campo magnético de una espira	52
70. Campo magnético de una bobina	52
71. Inducción magnética	52
72. Unidades de inducción magnética	53
73. Inducción magnética en el interior de un solenoide	53
74. Flujo magnético	54
75. Unidades de flujo magnético	54
76. Intensidad de campo magnético	55
77. Intensidad de campo magnético en el interior de un solenoide	55
78. Sustancias ferromagnéticas	56
79. Teoría molecular de los imanes	57

80. Histéresis magnética	57
81. Pérdida de potencia por histéresis	58
82. Pantallas magnéticas	58
83. Electroimán	58
84. Circuito magnético	59
85. Cálculo de un circuito magnético	59
86. Acción de un campo magnético sobre una corriente	62
87. Acción de un campo magnético sobre una espira	63
88. Acción electrodinámica entre corrientes paralelas	63
89. Inducción electromagnética	64
90. Ley de Lenz	64
91. Fuerza electromotriz inducida en un circuito	64
92. Fuerza electromotriz inducida en un conductor	66
93. Corrientes parásitas	67
94. Pérdidas por corrientes parásitas	67
95. Autoinducción	67
96. Coeficiente de autoinducción de un circuito	67
97. Unidad del coeficiente de autoinducción	68
98. Apertura y cierre de un circuito	69
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>69</i>
3. CONDENSADORES	71
99. Condensador	71
100. Capacidad de un condensador	71
101. Unidad de capacidad	71
102. Capacidad de un condensador de armaduras paralelas	72
103. Rigidez dieléctrica de un aislante	73
104. Carga y descarga de un condensador	73
105. Acoplamiento de condensadores en serie	74
106. Acoplamiento de condensadores en paralelo	75
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>77</i>
4. CORRIENTE ALTERNA	79
107. Corriente alterna	79
108. Alternador monofásico	79
109. Período	79
110. Frecuencia	79
111. Alternancia	80
112. Efectos producidos por la corriente alterna	80
113. Valor instantáneo de una corriente o una tensión alterna	80
114. Valor máximo de una corriente o una tensión alterna	80
115. Valor medio de una corriente alterna senoidal	80
116. Valor medio de una tensión alterna senoidal	80
117. Valor eficaz de una corriente alterna senoidal	81
118. Valor eficaz de una tensión alterna senoidal	81
119. Representación gráfica de una magnitud alterna senoidal	82

120. Desfase entre magnitudes alternas	82
121. Circuito de corriente alterna con resistencia óhmica	84
122. Circuito de corriente alterna con autoinducción	85
123. Circuito de corriente alterna con capacidad	87
124. Circuito de corriente alterna con resistencia, autoinducción y capacidad en serie	89
125. Construcciones gráficas	93
126. Circuito serie en general	95
127. Resonancia en un circuito serie	97
128. Aplicación de las leyes de Kirchhoff en corriente alterna	99
129. Componentes activa y reactiva de la corriente	99
130. Principio de separación de potencias	99
131. Circuito paralelo de corriente alterna	101
132. Resonancia en un circuito paralelo	104
133. Corriente alterna trifásica	106
134. Alternador trifásico	106
135. Representación gráfica de magnitudes trifásicas senoidales	106
136. Conexión en estrella	107
137. Conexión en triángulo	107
138. Tensiones e intensidades en un sistema trifásico	107
139. Relación de tensiones e intensidades en una conexión estrella equilibrada	107
140. Relación de tensiones e intensidades en una conexión triángulo equilibrada	108
141. Potencia en corriente alterna trifásica equilibrada	109
142. Proceso de cálculo en un circuito trifásico equilibrado	111
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>115</i>
5. ELECTROMETRÍA	117
143. Medir	117
144. Instrumentos de aguja	117
145. Campo de indicación o calibre	117
146. Campo de medida	117
147. Constante del instrumento	117
148. Instrumento de bobina móvil	118
149. Instrumento de hierro móvil	118
150. Instrumento electrodinámico	119
151. Instrumento de vibración	119
152. Contador monofásico de inducción	119
153. Instrumentos registradores	120
154. Instrumentos digitales	121
155. Magnitudes que expresan el error de una medida	121
156. Precisión de un aparato de medida	122
157. Medida de intensidad	123
158. Medida de tensión	124
159. Medida de potencia en corriente continua	125
160. Medida de potencia activa en corriente alterna monofásica	126
161. Medida de potencia activa en corriente alterna trifásica	127
162. Contadores trifásicos de energía	128

163. Medida del factor de potencia con voltímetro, amperímetro y vatímetro	128
164. Medida del factor de potencia con contadores de energía activa y reactiva	129
165. Corrección del factor de potencia	130
166. Medida de resistencia con voltímetro y amperímetro	132
167. Medida de resistencia con el puente de Wheatstone	132
168. Medida de resistencia con óhmetro amperimétrico	133
169. Medida de resistencia con óhmetro de bobinas cruzadas	133
170. Medida del aislamiento de una instalación	134
171. Partes de una puesta a tierra	134
172. Medida de la resistencia de una toma de tierra con teluróhmetro	135
173. Medida del coeficiente de autoinducción de una bobina	135
174. Medida de la capacidad de un condensador	137
<i>Problemas de recapitulación</i>	138
6. TRANSFORMADORES	141
175. Transformador	141
176. Constitución de un transformador monofásico	141
177. Principio de funcionamiento	141
178. Fuerzas electromotrices primaria y secundaria	142
179. Relaciones fundamentales en un transformador ideal	143
180. Transformador real. Placa de características	146
181. Ensayo en vacío del transformador	146
182. Ensayo en cortocircuito del transformador	147
183. Caída de tensión en el transformador	149
184. Corriente de cortocircuito	151
185. Dispositivos de regulación de tensión	152
186. Rendimiento de un transformador	152
187. Transformador trifásico	154
188. Relaciones fundamentales en un transformador trifásico ideal	155
189. Ensayo de los transformadores trifásicos	158
190. Conexión en paralelo de transformadores monofásicos	160
191. Conexión en paralelo de transformadores trifásicos	161
192. Autotransformador	162
193. Transformador de medida de tensión	166
194. Transformador de medida de intensidad	167
<i>Problemas de recapitulación</i>	168
7. GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA	171
195. Máquina eléctrica	171
196. Constitución de una máquina eléctrica rotativa	171
197. Clasificación de las máquinas eléctricas rotativas	171
198. Dínamo	171
199. Constitución de la dínamo	171
200. Principio de funcionamiento	172
201. Devanado del inducido	172
202. Fuerza electromotriz de una dínamo	173

203. Intensidad de corriente en los conductores del inducido	175
204. Resistencia del inducido	176
205. Reacción del inducido	176
206. Conmutación	177
207. Bobinado inductor	178
208. Tipos de dinamos según su excitación	178
209. Dínamo de excitación independiente	178
210. Dínamo serie	181
211. Dínamo derivación	183
212. Dínamo de excitación compuesta	185
213. Regulación de tensión de la dínamo	186
214. Acoplamiento de dinamos en paralelo	187
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>191</i>
8. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA	193
215. Motor de corriente continua	193
216. Principio de funcionamiento del motor	193
217. Fuerza contraelectromotriz	193
218. Reacción del inducido	194
219. Conmutación	194
220. Velocidad de rotación	194
221. Momento de rotación	194
222. Balance de potencias en las máquinas de corriente continua	196
223. Tipos de motores de corriente continua	197
224. Motor serie	197
225. Motor derivación	200
226. Motor de excitación compuesta	203
227. Regulación de la velocidad del motor	205
228. Cambio de sentido de giro del motor	205
<i>Problemas de recapitulación</i>	<i>206</i>
9. MÁQUINAS SÍNCRONAS	209
229. Alternador	209
230. Producción de una fuerza electromotriz alterna senoidal	209
231. Constitución del alternador de inducido fijo	209
232. Producción de un sistema trifásico de fuerzas electromotrices. Devanado inducido	210
233. Velocidad del alternador	212
234. Fuerza electromotriz generada por fase	212
235. Bobinado inductor	214
236. Regulación de tensión del alternador	215
237. Impedancia síncrona	215
238. Diagrama vectorial y circuito equivalente por fase	217
239. Excitación del alternador	219
240. Acoplamiento en paralelo de alternadores trifásicos	219
241. Motor síncrono	221
242. Circuito equivalente y diagrama vectorial	222

243. Condensador síncrono	223
<i>Problemas de recapitulación</i>	225
10. MÁQUINAS ASÍNCRONAS	227
244. Motor asíncrono trifásico	227
245. Constitución del motor asíncrono trifásico	227
246. Principio de funcionamiento del motor asíncrono trifásico	227
247. Placa de características de un motor	228
248. Deslizamiento del motor	228
249. Cambio de sentido de giro del motor asíncrono trifásico	229
250. Balance de potencias en el motor asíncrono	229
251. Momento de rotación	231
252. Característica mecánica	232
253. Relación de potencias en el rotor	232
254. Variación del momento de rotación	234
255. Arranque directo del motor asíncrono trifásico	237
256. Arranque a tensión reducida	237
257. Arranque del motor asíncrono trifásico por resistencias rotóricas	241
258. Regulación de la velocidad	241
259. Frenado del motor asíncrono	242
260. Aplicaciones especiales de la máquina asíncrona	242
261. Motor asíncrono monofásico	244
262. Principio de funcionamiento del motor asíncrono monofásico	244
263. Motor monofásico con condensador	245
264. Motor monofásico con devanado auxiliar de resistencia	246
265. Motor trifásico como monofásico	246
266. Motor monofásico de espira en cortocircuito	246
267. Motor universal	246
268. Motor de inducción síncrono	247
269. Motor de histéresis	247
270. Motor paso a paso	248
271. Elección de un motor	248
272. Mantenimiento de las máquinas. Averías	249
<i>Problemas de recapitulación</i>	252
11. LUMINOTECNIA	255
273. Fuentes de luz eléctrica	255
274. Lámparas de incandescencia	255
275. Lámparas o tubos de descarga luminosa	255
276. Lámparas o tubos fluorescentes	255
277. Magnitudes luminosas y unidades	256
278. Alumbrado de interiores	257
279. Cálculo de un alumbrado de interior	258
280. Alumbrado exterior	260
281. Cálculo del alumbrado de exteriores por el método del flujo luminoso	261
<i>Problemas de recapitulación</i>	263

12. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	265
282. Producción transporte y distribución de energía eléctrica	265
283. Cálculo de líneas de baja tensión en corriente alterna con carga única	265
284. Aparatos de maniobra en baja tensión	272
285. Aparatos de protección en baja tensión	272
286. Interruptores automáticos	273
287. Protección contra defectos de aislamiento	273
288. Clasificación de la instalaciones de baja tensión en el interior de edificios	274
289. Canalizaciones eléctricas en B.T.	274
290. Proceso de trabajo en una instalación empotrada bajo tubo	274
291. Acometida de baja tensión	275
292. Acometida aérea	275
293. Acometida subterránea	275
294. Acometida mixta	275
295. Instalaciones domésticas	275
296. Instalaciones en edificios singulares	280
297. Instalaciones industriales	282
<i>Problemas de recapitulación</i>	287
13. FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA	289
298. Componentes electrónicos pasivos	289
299. Valores característicos de las resistencias	289
300. Tipos de resistencias	290
301. Termistores	290
302. Fotorresistencias	290
303. Varistores	291
304. Placas de campo	291
305. Valores característicos de los condensadores	291
306. Constante de tiempo	291
307. Tipos de condensadores	293
308. Valores característicos de las bobinas	294
309. Tipos de bobinas	294
310. Semiconductor	295
311. Semiconductor intrínseco	295
312. Semiconductor tipo n	295
313. Semiconductor tipo p	296
314. Materiales más utilizados como semiconductores	296
315. Unión pn	296
316. Aplicación de una tensión exterior a una unión pn	297
317. Diodo semiconductor	297
318. Características de un diodo	298
319. Diodo Zener	299
320. Diodo luminiscente (LED)	304
321. Fotodiodo	304
322. Diodo varicap	305
323. Diodo túnel	305

324. Tiristor	305
325. Diac (diodo alternativo de corriente)	306
326. Triac (triodo alternativo de corriente)	306
327. Circuitos rectificadores	307
328. Circuito rectificador monofásico de media onda	307
329. Circuito rectificador monofásico de doble onda	308
330. Circuito rectificador monofásico en puente	310
331. Circuito rectificador trifásico de media onda	312
332. Circuito rectificador trifásico en puente	313
333. Asociación de diodos rectificadores	315
334. Protección de rectificadores	315
335. Fuentes de alimentación. Filtrado	315
336. Rectificadores controlados	318
337. Tipos de rectificadores controlados	318
338. Circuitos de disparo de tiristores	321
339. Diodo de libre circulación	322
340. Onduladores	322
341. Transistor	323
342. Funcionamiento del transistor	323
343. El transistor como amplificador	324
344. Acoplamiento de amplificadores	330
345. El transistor como interruptor. Multivibradores	331
346. Componentes semiconductores generadores	333
347. Circuitos integrados. Amplificadores operacionales	334
348. Designación de los semiconductores	334
<i>Problemas de recapitulación</i>	335
14. NÚMEROS COMPLEJOS EN CORRIENTE ALTERNA	339
349. Números imaginarios	339
350. Unidad imaginaria	339
351. Número complejo	339
352. Operaciones con complejos	340
353. Aplicación de los números complejos al cálculo de circuitos en C.A. senoidal	342
<i>Problemas de recapitulación</i>	350
A. DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS EN BAJA TENSIÓN	353
1. Intensidades máximas admisibles en los conductores. Tubos protectores	353
2. Sección de los conductores de protección	358
3. Sección de los conductores en las instalaciones interiores. Caídas de tensión	358
4. Sección del conductor neutro	359
5. Instalación de lámparas o tubos de descarga	359
6. Instalación de motores	359
7. Identificación de los conductores en una instalación interior	359
8. Grado de electrificación de las viviendas	359
9. Previsión de cargas	362

B. DESIGNACIÓN DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS	363
1. Designación de resistencias	363
2. Valores normalizados de resistencias	364
3. Designación de condensadores	365
4. Designación de semiconductores	366
C. SÍMBOLOS GRÁFICOS	367
1. Símbolos gráficos de electricidad y electrónica	367
2. Grupos de conexión de los transformadores trifásicos	372
D. MAGNITUDES Y UNIDADES	375
1. Magnitudes y unidades de medida del sistema internacional	375
2. Unidades fuera de sistema y unidades de los sistemas C.G.S. y técnico	377
3. Prefijos para la formación de múltiplos y submúltiplos de las unidades	378
E. SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE RECAPITULACIÓN	379
BIBLIOGRAFÍA	425