

Ministerio de Cultura y Educacion

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS



Rectorado

SUMÁRIO

Nota Prévia

VII

CAPÍTULO I

ELETROSTÁTICA

1 — Fenômeno, Hipótese, Teoria e Lei	
2 — Fenômenos eletrostáticos fundamentais	1
3 — Atrações e repulsões elétricas — Cargas positivas e negativas	2
4 — Teoria eletrônica da matéria	3
5 — Eletrização por atrito e por indução	6
6 — Eletroscópio e eletrização por contato	7
7 — Eletrização por indução	8
8 — Identificação do tipo de carga contida num corpo eletrizado	10
9 — Massa elétrica e intensidade de campo	11
10 — Leis fundamentais do equilíbrio elétrico	12
11 — Linhas de força de um campo elétrico	13
12 — Densidade elétrica superficial	15
13 — Pressão eletrostática	15
14 — Poder das pontas	16
15 — Energia potencial de uma carga imersa num campo elétrico	17
16 — Potencial elétrico e suas unidades	21
17 — Teoria do condensador e capacidade eletrostática	22
18 — Energia acumulada num condensador carregado	24
19 — Constante dielétrica ou poder indutor específico	25
20 — Cálculo da capacidade de alguns tipos de condensadores	27
21 — Agrupamento dos condensadores	32
22 — Rigidez Dielétrica	38

CAPÍTULO II

ELETRODINÂMICA

23 — Célula voltaica	43
24 — Célula térmica — “Termocouple” ou Termoelemento	44
25 — Célula fotoelétrica	44
26 — Eletricidade piezoelétrica	45
27 — Eletricidade de origem mecânica	45
28 — Definição da força eletromotriz (f.e.m.)	45
29 — Corrente elétrica	47
30 — Intensidade de corrente e suas unidades de medição	48
31 — Densidade de corrente	49

CAPÍTULO III

CORRENTES CONTÍNUAS

33 — Lei de OHM e unidade de medição da resistência elétrica	51
33 — Interpretação física da lei de OHM	54
34 — Resistência específica ou resistividade do material	56
35 — Influência da temperatura sobre a resistência elétrica dos condutores	61
36 — Lei de OHM relativa a um inteiro circuito fechado — Lei de POUILLET	64
37 — Lei de OHM relativa a um pedaço de circuito que compreende uma f.e.m.	66
38 — Circuito condutor com várias f.e.m. dirigidas em diferentes sentidos	68
39 — Princípios de KIRCHOFF	74
40 — Aplicação dos princípios de KIRCHOFF	77
41 — Circuitos elétricos conectados em série ou em paralelo	82
42 — Arco duplo	88
43 — “Shunt”	91
44 — Agrupamento misto	92
45 — Teorema de KENNELY	99
46 — Energia e potência elétrica	110
47 — Unidades de potência e de energia	110
48 — Transformação da energia elétrica em calor — Lei de JOULE	114
49 — Elevação da temperatura de um condutor por efeito joule	118
50 — Potência elétrica transformada e calor irradiado	126
51 — Fusíveis	126
52 — Potência elétrica produzida por um gerador	128
53 — Potência elétrica num circuito com duas f.e.m. opostas	129
54 — Rendimento de um gerador	131

- 55 — Agrupamento dos geradores elétricos: em série, em paralelo e misto 132

CAPÍTULO IV

PRINCÍPIOS DE ELETROQUÍMICA

- 56 — Eletrólise 141
 57 — Eletrólise da água 141
 58 — Ânodo solúvel 142
 59 — Lei de FARADAY 142
 60 — Equivalente eletroquímico 142
 61 — Aplicações industriais da eletrólise 144
 62 — Cálculos relativos a aplicações industriais da eletrólise 144
 63 — Células elétricas 146
 64 — Princípio do funcionamento dos acumuladores 147
 65 — Funcionamento dos acumuladores industriais 147
 66 — Sulfatação 149
 67 — Formação das placas 149
 68 — Massa Ativa 151
 69 — Construção das baterias estacionárias 151
 70 — Construção das baterias portáteis 152
 71 — Características de funcionamento e manutenção das baterias 154

CAPÍTULO V

MAGNETISMO

- 72 — Fenômenos magnéticos fundamentais 157
 73 — Lei de COULOMB — Conceito e definição de massa magnética 159
 74 — Magnetos ou ímãs quebrados 161
 75 — Campo magnético 162
 76 — Fluxo de força ou de indução 163
 77 — Ações de um campo magnético uniforme sobre um ímã — Pólos de um ímã 164
 78 — Estudo experimental dos campos magnéticos 165
 79 — Momento magnético de um ímã 168
 80 — Intensidade de magnetização 169

CAPÍTULO VI

ELETROMAGNETISMO

- 81 — Fenômenos eletromagnéticos 171
 82 — Campos magnéticos produzidos pelas correntes elétricas 171
 83 — Solenóide 174
 84 — Polaridade magnética de um solenóide 176

85 —	Momento magnético de um solenóide	177
86 —	Sistema eletromagnético de medição	179
87 —	Momento magnético de um solenóide com eixo retilíneo	180
88 —	Intensidade de campo produzida por uma corrente retilínea indefinida	182
89 —	Lei de LAPLACE	183
90 —	Intensidade de campo no centro de uma corrente circular	184
91 —	Intensidade do campo magnético produzido por um solenóide	186
92 —	Campo magnético gerado por um solenóide fechado em forma de anel	187

CAPÍTULO VII

MAGNETISMO INDUZIDO E PROPRIEDADES
MAGNÉTICAS DOS VÁRIOS CORPOS

93 —	Indução magnética	189
94 —	Núcleo de ferro doce imerso num campo magnético uniforme	190
95 —	Permeabilidade magnética	191
96 —	Propriedades magnéticas dos materiais ferromagnéticos	192
97 —	Histerese magnética	192
98 —	Considerações físicas e práticas sobre histerese magnética	194
99 —	Permeabilidade magnética dos materiais ferromagnéticos	195
100 —	Circuito magnético — Fluxo de indução	198
101 —	Circuito magnético perfeito e lei de HOPKINSON	199
102 —	Circuitos magnéticos práticos	201
103 —	Circuitos magnéticos complexos	213
104 —	Força atrativa de um ímã ou eletroímã	218
105 —	Cálculo da bobina magnetizante de um eletroímã	226
106 —	Projeto dos eletroímãs	228

CAPÍTULO VIII

FORÇAS E TRABALHOS ELETROMAGNÉTICOS

107 —	Trabalho mecânico relativo ao deslocamento de um circuito elétrico num campo magnético	235
108 —	Trabalho mecânico produzido ou absorvido por uma bobina que gira num campo magnético	239
109 —	Forças produzidas por campos magnéticos e correntes retilíneas	240
110 —	Regras práticas para determinar o sentido das forças eletromagnéticas	242
111 —	Forças eletromagnéticas produzidas entre correntes	244
112 —	Generalidades da indução eletromagnética	251
113 —	Lei de LENZ	252
114 —	Regras práticas para determinar o sentido da f.e.m. induzida	254

115 — Espira que gira num campo magnético	256
116 — Lei de indução eletromagnética	258
117 — Expressão da f.e.m. induzida num condutor retilíneo móvel, num campo magnético uniforme	259
118 — Equivalência entre trabalho elétrico produzido e trabalho mecânico empregado para produzi-lo	264
119 — Reversibilidade das ações eletromagnéticas	270
120 — Correntes de Foucault	271
121 — Fenômenos de auto-indução	273
122 — Indutância ou coeficiente de auto-indução de um circuito	274
123 — Indutância dos circuitos enrolados sobre núcleos de material não magnético	275
124 — Fluxo concatenado com circuitos enrolados sobre material magnético	277
125 — F.e.m. de auto-indução	279
126 — Lei de OHM para circuitos indutivos com correntes variáveis	281
127 — Fechamento e abertura dos circuitos com corrente constante	282
128 — Energia intrínseca de uma corrente	283
129 — Perdas por histerese magnética	285
130 — Fenômenos de mútua indução	286
131 — Coeficiente de mútua indução entre circuitos	287
132 — Coeficiente de mútua indução entre dois circuitos enrolados sobre material não magnético	289
133 — Coeficiente de mútua indução entre circuitos enrolados sobre ferro	290
134 — F.e.m. de mútua indução	291

CAPÍTULO IX

CORRENTES ALTERNADAS

135 — Generalidades sobre correntes alternadas	293
136 — Período e frequência das f.e.m. alternadas	294
137 — Representação vetorial das f.e.m. alternadas e fórmula prática	295
138 — Princípio de funcionamento do alternador	297
139 — Medição da corrente alternada	301
140 — Valor eficaz das correntes alternadas	301
141 — Valor médio e fator de forma das grandezas senoidais	303
142 — Lei de OHM para circuitos com correntes alternadas	305
143 — Circuito puramente ôhmico	306
144 — Circuito puramente indutivo	308
145 — Circuito indutivo com resistência e indutância	311
146 — Circuitos indutivos agrupados em série	315
147 — Condutância e admitância de um circuito	321
148 — Circuitos indutivos agrupados em paralelo	324
149 — Circuito capacitivo	340

150 — Circuito capacitivo com resistência ôhmica em série	342
151 — Circuitos capacitivos agrupados em série	344
152 — Admitância, condutância e suscetância de um circuito capacitivo	348
153 — Circuitos capacitivos agrupados em paralelo	349
154 — Circuito com resistência, indutância e capacidade em série	355
155 — Circuito indutivo e capacitivo em paralelo	363
156 — Circuito puramente indutivo com capacidade em paralelo	367
157 — Potência da corrente alternada	384
158 — Potência real — Potência aparente — Fator de potência	388
159 — Potência reativa — Componente ativa e reativa da corrente e da tensão	389
160 — Teorema de BOUCHEROT	390
161 — Fator de potência nos circuitos industriais e sua correção	391
162 — Conceitos de grandezas alternadas não senoidais	397

CAPÍTULO X

CIRCUITOS ELÉTRICOS COM CORRENTES ALTERNADAS ENROLADAS SOBRE FERRO

163 — Deformação da corrente e perda de potência	399
164 — Cálculo da corrente absorvida por um circuito elétrico com corrente alternada enrolado sobre material magnético	403
165 — Considerações construtivas e cálculo da corrente magnetizante de uma bobina enrolada sobre um núcleo de material magnético	404
166 — Resistência elétrica dos condutores percorridos por correntes alternadas	418
167 — Princípio do funcionamento do transformador	418

CAPÍTULO XI

SISTEMAS POLIFÁSICOS

168 — Geração dos sistemas polifásicos	425
169 — Agrupamento dos circuitos polifásicos	428
170 — Esquema comparativo dos sistemas trifásicos em estrela e em triângulo	438
171 — Uso dos sistemas trifásicos; estrela e triângulo	439
172 — Potência elétrica dos sistemas polifásicos	440
173 — Medição da potência nos sistemas trifásicos	443

CAPÍTULO XII

AÇÕES MAGNÉTICAS DOS SISTEMAS POLIFÁSICOS

174 — Campo magnético monofásico alternado	459
175 — Campos rotativos	460

176 — Campos rotativos bifásicos	460
177 — Campos rotativos trifásicos	463

CAPÍTULO XIII

**CONVERSÃO DA CORRENTE ALTERNADA
EM CORRENTE UNIDIRECIONAL**

178 — Retificadores e conversores	465
179 — Atuação dos retificadores nos circuitos de corrente alternada	466
180 — Retificadores eletrolíticos	470
181 — Retificadores metálicos com óxido de cobre	470
182 — Retificadores de selênio	470
183 — Retificadores termoeletrônicos	471
184 — Tungar	473
185 — Retificadores com vapor de mercúrio	473
186 — Conversores polifásicos	476
187 — Semicondutor	477
ÍNDICE ALFABÉTICO E REMISSIVO	483