

# Spis treści

---

## CZĘŚĆ I — ELEKTROTECHNIKA

<b>1. Wprowadzenie</b> .....	11
1.1. Znaczenie energii elektrycznej w życiu człowieka .....	11
1.2. Prąd elektryczny .....	12
1.3. Napięcie elektryczne .....	14
1.4. Prawo Ohma. Rezystancja przewodników .....	16
1.5. Energia i moc elektryczna .....	18
1.6. Rodzaje prądu elektrycznego .....	19
1.7. System elektroenergetyczny i jego podstawowe elementy .....	20
1.8. Bilans mocy w systemie elektroenergetycznym .....	25
1.9. Międzynarodowy układ jednostek SI .....	27
1.10. Symbole graficzne stosowane w rysunku elektrycznym .....	29
Pytania i polecenia .....	31
<b>2. Obwody elektryczne prądu stałego</b> .....	32
2.1. Obwód nierozgałęziony prądu stałego .....	32
2.1.1. Elementy obwodu .....	32
2.1.2. Uogólnione prawo Ohma dla obwodu nierozgałęzionego. Łączenie szeregowo rezystorów i źródeł napięcia .....	34
2.1.3. Spadek napięcia i strata mocy w przewodach .....	36
2.2. Obwód rozgałęziony prądu stałego .....	37
2.2.1. Elementy obwodu .....	37
2.2.2. Prawa Kirchhoffa .....	38
2.2.3. Źródła napięcia i elementy odbiorcze w gałęzi obwodu rozgałęzionego .....	39
2.2.4. Łączenie równoległe rezystorów i źródeł napięcia .....	40
2.2.5. Układ połączeń rezystorów w trójkąt i w gwiazdę .....	43
2.3. Ciepłe działanie prądu stałego .....	44
2.4. Chemiczne działanie prądu stałego .....	45
2.5. Źródła elektrochemiczne .....	47
Pytania i polecenia .....	51
<b>3. Pole elektrostatyczne</b> .....	53
3.1. Podstawowe właściwości i obraz graficzny pola elektrostatycznego .....	53
3.2. Przewodniki i dielektryki w polu elektrostatycznym .....	55

3.3. Kondensatory i układy ich połączeń .....	56
3.4. Elektryczność statyczna w urządzeniach przemysłowych i ochrona ludzi przed jej działaniem .....	60
Pytania i polecenia .....	62
<b>4. Elektromagnetyzm .....</b>	<b>63</b>
4.1. Pole magnetyczne .....	63
4.2. Środowiska ferromagnetyczne .....	67
4.3. Obwody magnetyczne .....	70
4.4. Elektromagnesy .....	70
4.5. Siły elektrodynamiczne .....	71
4.6. Indukcja elektromagnetyczna .....	74
4.7. Zamiana pracy mechanicznej w energię elektryczną i energii elektrycznej w pracę mechaniczną .....	78
Pytania i polecenia .....	79
<b>5. Obwody elektryczne prądu przemiennego .....</b>	<b>81</b>
5.1. Prąd jednofazowy sinusoidalnie zmienny .....	81
5.1.1. Zasada powstawania napięcia i prądu przemiennego .....	81
5.1.2. Podstawowe pojęcia odnoszące się do prądu przemiennego .....	83
5.1.3. Elementy obwodów prądu przemiennego .....	86
5.1.4. Obwody o szeregowo połączonych elementach $R, L, C$ .....	91
5.1.5. Obwody o równolegle połączonych elementach $R, L, C$ .....	95
5.1.6. Zjawiska rezonansowe w obwodach prądu przemiennego .....	96
5.2. Prąd trójfazowy .....	98
5.2.1. Zasada wytwarzania .....	98
5.2.2. Układy trójfazowe skojarzone .....	99
5.2.3. Moc w układach trójfazowych .....	102
5.3. Spadek napięcia i strata mocy w liniach obwodu prądu przemiennego .....	106
5.4. Kompensacja mocy biernej .....	107
Pytania i polecenia .....	110
<b>6. Zarys elektroniki .....</b>	<b>113</b>
6.1. Wiadomości wstępne .....	113
6.2. Elementy półprzewodnikowe .....	114
6.2.1. Prąd elektryczny w półprzewodnikach .....	114
6.2.2. Diody półprzewodnikowe .....	116
6.2.3. Tranzystory .....	121
6.2.4. Tyrystory .....	127
6.2.5. Elementy optoelektroniczne .....	129
6.3. Lampy elektronowe .....	130
6.4. Układy elektroniczne przekształcające przebiegi elektryczne (przekształtniki) .....	133
6.4.1. Układy prostownicze .....	133
6.4.2. Układy wzmacniające .....	136
6.4.3. Układy generujące .....	139
6.4.4. Układy stabilizacyjne .....	144

6.4.5. Układy modulacyjne .....	145
6.4.6. Układy detekcyjne .....	147
6.5. Układy scalone .....	149
Pytania i polecenia .....	152
<b>7. Miernictwo elektryczne .....</b>	<b>154</b>
7.1. Wiadomości wstępne .....	154
7.2. Podstawowe wielkości charakteryzujące pracę przyrządu pomiarowego ...	156
7.3. Klasyfikacja i oznaczenia elektrycznych przyrządów pomiarowych .....	158
7.4. Zasada działania i budowy ustrojów pomiarowych elektromechanicznych przyrządów pomiarowych .....	159
7.5. Przyrządy pomiarowe elektroniczne .....	164
7.6. Pomiary podstawowych wielkości elektrycznych .....	168
7.6.1. Uwagi ogólne .....	168
7.6.2. Pomiary napięcia i natężenia prądu .....	168
7.6.3. Pomiar mocy .....	169
7.6.4. Pomiar energii elektrycznej .....	170
7.6.5. Pomiary rezystancji, impedancji, pojemności .....	171
7.7. Pomiary wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi .....	176
7.8. Organizacja pracy i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów	180
Pytania i polecenia .....	181
<b>8. Transformatory .....</b>	<b>182</b>
8.1. Rodzaje i budowa transformatorów .....	182
8.2. Zasada działania i podstawowe stany pracy transformatorów jednofazowych	184
8.3. Zasada działania i warunki pracy równoległej transformatorów trójfazowych	187
8.4. Autotransformatory .....	189
8.5. Transformatory specjalne .....	190
Pytania i polecenia .....	192
<b>9. Maszyny elektryczne .....</b>	<b>193</b>
9.1. Ogólna klasyfikacja i budowa maszyn elektrycznych .....	193
9.2. Silniki indukcyjne trójfazowe .....	194
9.2.1. Zasady budowy i działania silników indukcyjnych .....	194
9.2.2. Charakterystyki silników indukcyjnych .....	199
9.2.3. Rozruch i zmiana kierunku wirowania silników indukcyjnych ....	201
9.2.4. Regulacja prędkości obrotowej silników indukcyjnych .....	203
9.2.5. Hamowanie silników indukcyjnych .....	204
9.2.6. Zalety i wady silników indukcyjnych .....	206
9.3. Maszyny synchroniczne .....	207
9.3.1. Zasady budowy i działania maszyn synchronicznych .....	207
9.3.2. Charakterystyki prądnic i silników synchronicznych .....	208
9.3.3. Zalety i wady silników synchronicznych .....	209
9.4. Maszyny prądu stałego .....	210
9.4.1. Zasada budowy i działania maszyn prądu stałego .....	210
9.4.2. Prądnice prądu stałego .....	211

9.4.3. Silniki prądu stałego .....	213
9.4.3.1. Rodzaje silników i ich charakterystyki mechaniczne .....	213
9.4.3.2. Rozruch i regulacja prędkości silników prądu stałego .....	214
9.4.3.3. Hamowanie silników prądu stałego .....	219
9.4.3.4. Zalety i wady silników prądu stałego .....	220
9.5. Maszyny specjalne prądu przemiennego i stałego .....	221
9.6. Zasady prawidłowej eksploatacji i bezpiecznej obsługi maszyn elektrycz- nych .....	225
Pytania i polecenia .....	226
<b>10. Podstawy napędu elektrycznego .....</b>	<b>228</b>
10.1. Wiadomości wstępne .....	228
10.2. Równanie ruchu napędu .....	229
10.3. Zasady doboru silników elektrycznych .....	230
10.3.1. Kryteria doboru .....	230
10.3.2. Dobór silnika ze względu na rodzaj prądu .....	230
10.3.3. Dobór silnika ze względu na zasadę budowy i działania .....	231
10.3.4. Dobór silnika ze względu na rodzaj pracy .....	231
10.3.5. Dobór silnika ze względu na rodzaj obudowy .....	232
10.3.6. Dobór silnika ze względu na sposób mocowania .....	233
10.3.7. Dobór napięcia znamionowego silnika .....	233
10.3.8. Dobór momentu obrotowego silnika .....	233
10.3.9. Dobór mocy znamionowej silnika .....	233
10.3.10. Dobór znamionowej prędkości obrotowej silnika .....	234
10.4. Instalowanie silników .....	234
10.5. Wał elektryczny .....	237
10.6. Układ Leonarda .....	238
Pytania i polecenia .....	239
<b>11. Grzejnictwo elektryczne .....</b>	<b>240</b>
11.1. Metody przemiany energii elektrycznej w energię cieplną .....	240
11.2. Urządzenia elektrotermiczne nieprzemysłowe .....	241
11.3. Urządzenia elektrotermiczne przemysłowe .....	244
Pytania i polecenia .....	248
<b>12. Oświetlenie elektryczne .....</b>	<b>249</b>
12.1. Wiadomości wstępne .....	249
12.2. Elektryczne źródła światła .....	250
12.3. Oprawy oświetleniowe .....	256
12.4. Ocena jakości oświetlenia .....	258
Pytania i polecenia .....	259
<b>13. Instalacje elektryczne .....</b>	<b>261</b>
13.1. Wiadomości wstępne .....	261
13.2. Elementy funkcjonalne instalacji .....	263
13.3. Przewody instalacyjne .....	267
13.4. Łączniki .....	268

13.5. Układanie przewodów .....	278
13.5.1. Instalacje nieprzemysłowe .....	278
13.5.2. Instalacje przemysłowe .....	281
13.6. Rozdzielnice .....	285
13.6.1. Rozdzielnice w instalacjach nieprzemysłowych .....	285
13.6.2. Rozdzielnice w instalacjach przemysłowych .....	287
13.7. Zasady prawidłowej eksploatacji instalacji elektrycznych .....	290
Pytania i polecenia .....	291
<b>14. Bezpieczeństwo pracy podczas eksploatacji urządzeń elektrycznych .....</b>	<b>292</b>
14.1. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki .....	292
14.2. Graniczne prądy rażeniowe i dopuszczalne napięcia .....	293
14.3. Techniczne środki ochrony przeciwporażeniowej .....	294
14.4. Połączenia wyrównawcze w budynkach .....	301
14.5. Sprzęt ochronny .....	302
14.6. Ochrona odgromowa .....	304
14.7. Zasady bezpiecznej obsługi urządzeń elektrycznych .....	305
14.8. Ratowanie człowieka rażonego prądem elektrycznym .....	306
Pytania i polecenia .....	308

## CZĘŚĆ II — AUTOMATYKA

<b>15. Wprowadzenie .....</b>	<b>311</b>
15.1. Automatyzacja .....	311
15.2. Zadania urządzeń automatyki .....	312
15.3. Podstawowe pojęcia automatyki .....	315
Pytania i polecenia .....	322
<b>16. Urządzenia automatyki .....</b>	<b>323</b>
16.1. Wiadomości wstępne .....	323
16.2. Systemy blokowe urządzeń automatyki .....	324
16.3. Urządzenia pomiarowe .....	325
16.3.1. Uwagi ogólne .....	325
16.3.2. Tarcze kodowe i kreskowe .....	327
16.3.3. Czujniki indukcyjne transformatorowe .....	327
16.3.4. Przekazniki pomiarowe .....	330
16.3.5. Przetworniki pomiarowe .....	331
16.4. Urządzenia wykonawcze .....	332
16.4.1. Elementy nastawcze i przełączające .....	332
16.4.2. Elementy wykonawcze — siłowniki .....	334
16.4.3. Wzmacniacze mocy .....	336
16.5. Regulatory analogowe .....	337
16.5.1. Regulatory bezpośredniego działania .....	337
16.5.2. Uniwersalne regulatory P, PI, PD, PID .....	338
16.5.3. Regulatory dwustawne temperatury .....	342

16.6. Przykładowe układy automatyki .....	344
16.6.1. Przekąźnikowe układy sterowania logicznego .....	344
16.6.2. Układy sterowania zespołów urządzeń. Blokady .....	345
16.6.3. Układy sygnalizacji .....	346
16.6.4. Właściwości statyczne i dynamiczne elementów układów sterowania .....	347
16.6.5. Właściwości statyczne zamkniętego układu sterowania .....	349
16.6.6. Analiza statyczna układów sterowania prędkości obrotowej silników elektrycznych .....	353
16.6.7. Analiza prostego układu regulacji dwustawnej temperatury .....	355
16.6.8. Układy regulacji ciągłej zawierające regulatory P, PI, PD, PID .....	358
Pytania i polecenia .....	360
<b>17. Urządzenia cyfrowe automatyki .....</b>	<b>361</b>
17.1. Podstawy techniki cyfrowej .....	361
17.1.1. Informacja w postaci cyfrowej .....	361
17.1.2. Sygnały analogowe a sygnały cyfrowe .....	362
17.1.3. Zadania sterowania logicznego a przetwarzanie sygnałów .....	364
17.1.4. Podstawowe układy cyfrowe .....	365
17.1.5. Układy mikroprogramowane .....	371
17.1.6. Układy pomocnicze .....	375
17.2. Układy sterowania specjalizowane i uniwersalne .....	376
17.3. Regulatory cyfrowe .....	380
17.4. Programowane sterowniki logiczne .....	382
17.4.1. Uwagi ogólne .....	382
17.4.2. Podzespoły sterownika .....	383
17.4.3. Sygnały cyfrowe i analogowe .....	385
17.4.4. Programowanie sterownika .....	386
17.5. Mikrokomputery jednoukładowe .....	387
17.6. Komputery .....	389
17.6.1. Uwagi ogólne .....	389
17.6.2. Połączenie komputera z obiektem sterowanym. Praca on-line i off-line .....	391
17.6.3. Zagadnienia eksploatacyjne .....	394
17.6.4. Współdziałanie komputerów i sterowników programowanych .....	395
Pytania i polecenia .....	397
<b>Skorowidz .....</b>	<b>399</b>