

Spis rzeczy

Przedmowa	11
1. Podstawowe wielkości elektryczne	13
2. Prąd stały	19
2.1. Obwód elektryczny i jego struktura	19
2.2. Prawo Ohma. Opór i przewodność	22
2.3. Moc i praca elektryczna. Prawo Joule'a	26
2.4. Zależność rezystancji od temperatury	28
2.5. Praca źródła napięcia w obwodzie elektrycznym	29
2.5.1. Źródło napięcia jako wydajnik energii elektrycznej	29
2.5.2. Źródło napięcia jako odbiornik energii elektrycznej	31
2.6. Obwody elektryczne rozgałęzione	32
2.6.1. Prawo Kirchhoffa	32
2.6.2. Równoległe połączenie rezystorów	34
2.6.3. Przekształcenie układu rezystorów połączonych trójkątowo w układ gwiazdowy	36
2.6.4. Łączenie źródeł napięcia	37
2.6.5. Rezystory nieliniowe w obwodach prądu stałego	41
3. Dielektryki i kondensatory	43
3.1. Dielektryki	43
3.2. Kondensatory	45
4. Obwody magnetyczne i ich obliczanie	49
4.1. Pole magnetyczne i podstawowe wielkości magnetyczne	49
4.2. Prawo przepływu	54
4.3. Materiały magnetyczne i ich właściwości	56
4.4. Obliczanie obwodów magnetycznych	58
5. Indukcja elektromagnetyczna	64
5.1. Indukcja elektromagnetyczna w poruszającym się przewodzie i w zamkniętym obwodzie	64
5.2. Zasada działania prądnic i silników elektrycznych	67
5.3. Samoindukcja; indukcyjność własna, energia pola magnetycznego	69
5.4. Elektromagnesy	72
5.5. Indukcja wzajemna	73
6. Prąd przemienny	78
6.1. Napięcia sinusoidalnie zmienne i ich wytwarzanie	78
6.2. Wielkości charakteryzujące przebiegi okresowo zmienne	82

6.3. Wykresy wektorowe wielkości sinusoidalnie zmiennych	87
6.4. Odbiorniki rezystancyjne, indukcyjne i pojemnościowe w obwodzie prądu sinusoidalnego	90
6.4.1. Odbiornik rezystancyjny w obwodzie prądu sinusoidalnego	91
6.4.2. Cewka indukcyjna w obwodzie prądu sinusoidalnego	93
6.4.3. Kondensator zasilany napięciem sinusoidalnym	95
6.5. Obwód elektryczny nierozgałęziony prądu sinusoidalnego	98
6.5.1. Szeregowe połączenie rezystora z cewką indukcyjną	98
6.5.2. Szeregowe połączenie rezystancji z kondensatorem	103
6.5.3. Szeregowe połączenie elementów R , L , C	104
6.6. Obwód elektryczny rozgałęziony prądu sinusoidalnego	110
6.6.1. Równoległe połączenie odbiorników, składowa czynna i bierna prądu	110
6.6.2. Równoważny odbiornik zastępczy	113
6.7. Zjawiska rezonansu w obwodzie elektrycznym	115
6.7.1. Obwód drgający	115
6.7.2. Rezonans napięć	117
6.7.3. Rezonans prądów	119
6.7.4. Poprawa współczynnika mocy	120
6.8. Analiza obwodu prądu sinusoidalnego metodą symboliczną	121
6.8.1. Podstawowe działania na liczbach zespolonych	121
6.8.2. Prawa Ohma i Kirchhoffa. Wyrażenie mocy w postaci symbolicznej	123
6.8.3. Obliczanie obwodów prądu sinusoidalnego metodą symboliczną	125
7. Obwody elektryczne prądu trójfazowego	129
7.1. Napięcia trójfazowe i ich wytwarzanie	129
7.2. Układy gwiazdowe czteroprzewodowe i trójprzewodowe	131
7.2.1. Obliczanie układu trójprzewodowego przy obciążeniu symetrycznym	135
7.2.2. Obliczanie układu czteroprzewodowego przy obciążeniu niesymetrycznym	136
7.2.3. Metodyka obliczeń za pomocą metody symbolicznej	137
7.3. Układ trójfazowy trójkątowy	139
7.3.1. Obliczanie obwodu trójfazowego w wypadku połączenia odbiorników w trójkąt	142
8. Pomiar elektryczne	145
8.1. Wiadomości ogólne o przyrządach pomiarowych	145
8.2. Rodzaje mierników elektrycznych	148
8.2.1. Mierniki analogowe	148
8.2.1.1. Mierniki magnetoelektryczne	148
8.2.1.2. Mierniki cieplne	154
8.2.1.3. Mierniki elektromagnetyczne	155
8.2.1.4. Mierniki elektrodynamiczne	156
8.2.1.5. Mierniki indukcyjne	159
8.2.2. Mierniki cyfrowe	161
8.2.2.1. Czosmierz	163
8.2.2.2. Mikroprocesorowy woltomierz cyfrowy	164
8.2.3. Mierniki rejestrujące	164
8.3. Metody pomiarowe	167
8.3.1. Pomiar natężenia prądu i napięcia w obwodach prądu stałego i przemiennego	167
8.3.2. Pomiar mocy i energii elektrycznej	169
8.3.3. Pomiar rezystancji	172
8.3.4. Pomiar elektryczne wielkości nieelektrycznych	175
8.3.5. Komputerowe systemy pomiarowe	177

9. Transformatory	180
9.1. Zasada działania transformatora	180
9.2. Straty histerazy i wiropądowe w rdzeniu ferromagnetycznym	182
9.3. Stany pracy transformatora	183
9.3.1. Stan jałowy	183
9.3.2. Stan zwarcia	185
9.3.3. Stan obciążenia	187
9.4. Transformatory trójfazowe	191
9.4.1. Parametry znamionowe i budowa transformatora trójfazowego	193
9.4.2. Praca równoległa transformatorów	197
9.5. Autotransformator	198
9.6. Przekładniki napięciowe i prądowe	200
10. Silniki bezkomutatorowe prądu przemiennego	203
10.1. Zasada działania silnika indukcyjnego	203
10.2. Pole magnetyczne wirujące	205
10.3. Budowa silnika indukcyjnego	207
10.4. Analiza pracy silnika indukcyjnego	209
10.4.1. Stan jałowy silnika przy otwartym obwodzie wirnika	209
10.4.2. Praca silnika indukcyjnego obciążonego	211
10.5. Charakterystyki mechaniczne silnika indukcyjnego	216
10.6. Rozruch silników indukcyjnych	220
10.6.1. Rozruch silników klatkowych	222
10.6.2. Rozruch silników pierścieniowych	223
10.6.3. Rozruch silników o ulepszonych charakterystykach rozruchowych	225
10.7. Zmiana kierunku obrotów i regulacja prędkości obrotowej. Hamowanie	227
10.8. Silniki bezkomutatorowe jednofazowe	230
10.8.1. Silniki indukcyjne jednofazowe	230
10.8.2. Silniki indukcyjne z wirnikiem kubkowym	232
10.9. Maszyny synchroniczne	233
10.9.1. Silniki reluktancyjne	238
11. Maszyny komutatorowe	240
11.1. Budowa i zasada działania prądnicy prądu stałego	240
11.2. Silniki prądu stałego	248
11.2.1. Silnik bocznikowy i silnik z niezależnym wzbudzeniem	250
11.2.2. Silnik szeregowy i silnik szeregowo-bocznikowy	253
11.2.3. Silniki komutatorowe uniwersalne	254
12. Prostowniki	256
12.1. Elementy prostownicze	257
12.2. Układy prostownicze nie sterowane i sterowane	265
13. Napęd elektryczny	269
13.1. Dynamika napędu	269
13.2. Czynniki określające dopuszczalne obciążenie silnika	272
13.3. Wyznaczanie mocy znamionowej silnika elektrycznego	273
13.3.1. Wyznaczenie mocy silnika przy pracy ciągłej	275
13.3.2. Wyznaczenie mocy silnika przy pracy dorywczej	278
13.3.3. Wyznaczenie mocy silnika przy pracy przerywanej	279
13.4. Dobór silnika do warunków pracy. Zamawianie silników	281

14. Oświetlenie elektryczne	284
14.1. Pojęcia podstawowe i ogólne zasady oświetlenia	284
14.2. Elektryczne źródła światła	293
14.2.1. Żarówki	293
14.2.2. Lampy fluorescencyjne	295
14.2.3. Lampy rtęciowe i sodowe	299
14.3. Oprawy oświetleniowe	301
14.4. Zasady projektowania oświetlenia elektrycznego	303
14.4.1. Obliczenie oświetlenia metodą sprawności	303
15. Przewody elektroenergetyczne	310
15.1. Budowa przewodów elektroenergetycznych	310
15.2. Układanie przewodów elektroenergetycznych	314
15.3. Obciążalność prądowa przewodów	319
16. Przybory instalacyjne i łączniki przemysłowe	325
16.1. Klasyfikacja i wymagania ogólne	325
16.2. Gniazda wtyczkowe i wtyczki	327
16.3. Łączniki ręczne	329
16.4. Łączniki samoczynne	333
16.5. Bezpieczniki	335
17. Zasilanie odbiorców	340
17.1. Sieci zasilające i rozdzielcze w zakładach przemysłowych	340
17.2. Sieci zasilające i rozdzielcze placu budowy	343
17.2.1. Wyznaczenie mocy szczytowej i zapotrzebowania na energię elektryczną na placu budowy	343
17.2.2. Obliczenia mocy szczytowej i zużycia energii dla wielkiego placu budowy i budownictwa niekubaturowego	346
17.2.3. Ustalanie liczby stacji transformatorowych dla wielkiego placu budowy i dobór jednostek	348
17.2.4. Projektowanie sieci zasilających i rozdzielczych niskiego napięcia dla placu budowy	349
17.3. Zasilanie odbiorców nieprzemysłowych	351
17.4. Projektowanie instalacji elektroenergetycznych w budynkach nieprzemysłowych	358
18. Zasady bezpiecznej obsługi urządzeń elektrycznych	367
18.1. Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki	368
18.2. Ochrona przeciwporażeniowa	370
18.2.1. Uziemienie ochronne	376
18.2.2. Zerowanie ochronne	380
18.2.3. Eksploatacja dodatkowych środków ochrony przeciwporażeniowej	384
19. Ochrona odgromowa	389
19.1. Rodzaje piorunochronów, wymagania ogólne	389
19.2. Materiały i wymiary elementów piorunochronów	392
19.3. Wymagania osłonowe ochrony odgromowej budowli	393
19.4. Piorunochrony zwykłe	394
20. Prąd elektryczny w cieczach	402
20.1. Przewodnictwo jonowe	402
20.1.1. Siła elektromotoryczna jako siła napędowa reakcji chemicznych — elektroliza	402
20.1.2. Reakcja chemiczna jako źródło SEM ognia	405

20.1.3. Ogniwa odwracalne (akumulatory)	406
20.2. Elementy chemotroniczne	411
21. Laboratorium inżynierii elektrycznej	415
21.1. Wiadomości podstawowe	415
21.1.1. Regulamin laboratorium	415
21.1.2. Instrukcja BHP	417
21.2. Ćwiczenia laboratoryjne	418
21.2.1. Ćwiczenie nr 1: Badanie obwodów prądu sinusoidalnie zmiennego zawierających elementy R, L, C	418
21.2.2. Ćwiczenie nr 2: Pomiar rezystancji uzwojeń i rezystancji izolacji	420
21.2.3. Ćwiczenie nr 3: Pomiar mocy i energii odbiorników 1-fazowych i 3-fazowych	423
21.2.4. Ćwiczenie nr 4: Kompensacja mocy biernej	427
21.2.5. Ćwiczenie nr 5: Badanie silnika bocznikowego prądu stałego	430
21.2.6. Ćwiczenie nr 6: Badanie silnika indukcyjnego klatkowego	432
21.2.7. Ćwiczenie nr 7: Badanie transformatora jednofazowego	434
21.2.8. Ćwiczenie nr 8: Źródła światła	438
21.2.9. Ćwiczenie nr 9: Badanie prostowników niesterowanych i sterowanych	441
21.2.10. Ćwiczenie nr 10: Sterowanie silnika klatkowego	446
21.2.11. Ćwiczenie nr 11: Dodatkowe środki ochrony przeciwporażeniowej	450
21.2.12. Ćwiczenie nr 12: Badanie przełączników elementów automatyki	455
Dodatek 1	462
Dodatek 2	464
Literatura	466