
Spis treści

Wykaz nazwisk	13
Indeks	17
Wykaz tabeli	18
Wstęp	19
1. Wstęp i jednostki elektryczne	21
2. Podstawowe pojęcia elektrotechniki	24
2.1. Ładunek elektryczny	24
2.2. Prąd elektryczny	25
2.3. Siła elektromotoryczna	26
2.4. Napięcie elektryczne	26
2.5. Skutkowanie prądu i napięcia	28
2.6. Rozciąganie i rozciąganie. Prawo Ohma	31
2.7. Moc i praca prądu elektrycznego	32
3. Obwody prądu stałego	37
3.1. Podstawowe prawa i własności elementów	37
3.1.1. I prawo Kirchhoffa	38
3.1.2. II prawo Kirchhoffa	38
3.2. Upraszczanie i przekształcanie obwodów szeregowych	39
3.2.1. Szeregowe i równoległe łączenie rezystancji	39
3.2.2. Podstawy równoważenia gniazda i źródła	41

1.3. Żródła napięć elektrycznej	43
1.3.1. Żródła napięta	43
1.3.2. Charakterystyki prądowo-napięciowe	46
1.3.3. Łączenie źródeł napięta	47
1.3.4. Żródła prądu	49
1.3.5. Sprężenie obwodów elektrycznych	50
1.4. Obliczanie indukcyjności obwodów magnetycznych	52
1.4.1. Pętle wirów	52
1.4.2. Metoda praw Kirchhoffa	53
1.4.3. Metoda przekształcania siód	55
1.4.4. Metoda rezystorów	55
1.4.5. Metoda superpozycji	57
1.4.6. Metoda źródła zastępczego	57
1.5. Obwody nieliniowe	60
4. Pole elektryczne	64
4.1. Wektoroid pola elektrycznego	64
4.2. Rozkładniki	66
4.3. Układy polarności rozkładników	67
4.4. Pojemnościowy dźwiał napięta	69
4.5. Budowa rozkładników	69
4.6. Pojemności kabli i linii	71
4.7. Prądki i ładunki w obwodzie z kondensatorami	71
4.8. Wytwarzanie elektryczne	71
4.9. Elektrostatyczna obrotowa energia	74
5. Obwody magnetyczne	74
5.1. Zjawiska magnetyczne	74
5.2. Wektoroid pola magnetycznego	79
5.3. Prawo prądu	80
5.4. Pole magnetyczne w materiałach ferromagnetycznych	84
5.5. Obliczanie obwodów magnetycznych	85
6. Indukcja elektromagnetyczna	91
6.1. Zjawiska indukcji elektromagnetycznej	91
6.2. Indukcja elektromagnetyczna w matematycznym obwodzie	92
6.2.1. Niezakończony przewód w polu zmiennym w czasie	92
6.2.2. Zamknięty przewód w stałym polu magnetycznym	93
6.3. Siła oddziaływania dwóch przewodów równoległych	94
6.3.1. Prawo Laplace'a	95
6.4. Indukcyjności własne i wzajemne	97
6.4.1. Indukcyjności własne	97
6.4.2. Indukcyjności wzajemne	98
6.5. Prądki i ładunki w obwodzie z cewką indukcyjną	100
6.6. Energia pola magnetycznego	101
6.7. Prąd wirów	103
6.7.1. Prąd wirów w ruchomych przewodnikach	103
6.7.2. Prąd wirów w nieruchomych przewodnikach	104
6.7.3. Hamowanie wirów	104

7. Obwody prądu przemiennego	105
7.1. Klasyfikacja prądów zmiennych	106
7.2. Wyznaczenie parametrów prądów przemiennych	107
7.3. Prąd sinusoidalny	108
7.3.1. Wskładowe funkcje sinusoidalne	108
7.3.2. Przesunięcie fazowe	109
7.3.3. Wartość skuteczna i średnia	109
7.4. Przekształcanie wielkości sinusoidalnie zmiennych	111
7.5. Elementy R, L, C w obwodzie prądu sinusoidalnego	113
7.5.1. Opórnik idealny	114
7.5.2. Ciepła idealna	116
7.5.3. Kondensator idealny	117
7.6. Szeregowe połączenie elementów R, L, C	118
7.7. Równoległe połączenie elementów R, L, C	120
7.8. Obliczanie obwodów prądu sinusoidalnego metodą symboliczną	122
7.8.1. Wzrost	122
7.8.2. Podstawowe pojścia o kształtach amplitudowych	123
7.8.3. Pojęcia wartości chwilowej	125
7.8.4. Równania w dziedzinie czasu i w dziedzinie częstotliwości	125
7.8.5. Praca chwilowa w dziedzinie częstotliwości	126
7.8.6. Impedancja i admittancja	128
7.8.7. Szeregowe połączenie impedancji i admittancji	128
7.8.8. Równoległe połączenie impedancji i admittancji	129
7.8.9. Przykłady zastosowań kształtów amplitudowych	130
7.9. Konceptcja częstotliwości amplitudowej. Uogólnienie zasady w stałe zespolone dla funkcji o postaci $f(t) = f_0 e^{j\omega t}$, gdzie $\omega = \omega' + j\omega''$	131
7.9.1. Częstotliwość amplitudowa i składowe funkcje trygonometryczne $f(t) = f_0 e^{j\omega t}$	131
7.9.2. Elementy obwodu w dziedzinie częstotliwości amplitudowej	132
7.10. Rozmiar obrotowy	134
7.10.1. Rozmiar napięć	135
7.10.2. Rozmiar prądów	136
7.11. Moc prądu przemiennego	141
7.12. Współczynnik mocy	143
7.13. Prądy obrotowe	144
7.13.1. Przepięcie harmoniczne	144
7.13.2. Wartość skuteczna prądu obrotowego	147
7.13.3. Moc prądu obrotowego	148
7.13.4. Wpływ elementów nieliniowych obwodu na kształt trybu prądu obrotowego	149
7.14. Ciepłota	150
7.14.1. Wskładowe podziałowe	150
7.14.2. Równanie ciepłoty	151
7.14.3. Wyznaczenie parametrów laboratoryjnych ciepłoty	152
7.14.4. Schematy szeregowo ciepłoty	154
7.14.5. Właściwości charakterystyczne ciepłoty	155

7.11. Filtry elektryczne	137
7.11.1. Filtry sygnałowe	137
7.11.2. Filtry dołączopasujące	138
7.11.3. Filtry głosempasujące	139
7.11.4. Filtry pasmowe	139
7.11.5. Filtry impedancji	140
7.11.6. Zakłócenia strukturalne typu filtry	141
7.12. Przekładni projektowania	141
7.12.1. Przewodność	141
7.12.2. Metoda Mayana	142
7.12.3. Metoda oporności	142
7.12.4. Przewodność w postaci oporności	143
7.12.5. Transmisja oporności	143
7.13. Prąd trójfazowy	173
7.13.1. Wytworzenie napięcia trójfazowego	173
7.13.2. Symetryczne obciążenie trójfazowe	174
7.13.3. Wykresy wektorowe napięć i prądów	175
7.13.4. Przekształcanie obciążników do obciążników trójfazowych	177
7.13.5. Rozłączanie obciążników trójfazowych	178
7.13.6. Moc prądu trójfazowego	179

8. Przewodność energetyczna 181

8.1. Energia elektryczna i mechaniczna	181
8.1.1. Równanie SEM w zależności od indukcji	182
8.1.2. Równanie momentu w zależności od indukcji	183
8.2. Analiza elektromechaniczna	184
8.2.1. Wpływowe obciążenie	187
8.2.2. Obciążenie napięciem prądowym elektromechanicznym	188
8.3. Energia elektryczna i energia ciepła	190
8.3.1. Przekształcanie energii elektrycznej w energię ciepła	190
8.3.2. Przekształcanie ciepła	190
8.3.3. Kierunki	191
8.3.4. Przekształcanie	191
8.3.5. Magazynowanie ciepła jednowalnego	192
8.3.6. Przekształcanie energii ciepła w energię elektryczną	193
8.4. Energia elektryczna i energia światła	193
8.4.1. Przekształcanie energii elektrycznej w energię światła, światła światła	193
8.4.2. Przekształcanie energii światła w energię elektryczną	194
8.5. Energia elektryczna i chemia	196
8.5.1. Przekształcanie energii chemicznej w energię elektryczną	196
8.5.2. Przekształcanie energii elektrycznej w energię chemiczną	200

9. Elementy elektromagnetyczne 200

9.1. Elementy w obwodach prądu przemiennego	200
9.1.1. Napięcie indukcji	200
9.1.2. Kąt prądu magnetycznego	204

9.1.3. Wykres wektorowy i schemat napięć	105
9.1.4. Reguła prawa wchodzącego	107
9.1.5. Długość podnaprężeniowego prądu stałego	108
9.2. Wzmacniacz napięciowy	110
9.3. Transformator	112
9.3.1. Pojęcia podstawowe	112
9.3.2. Zasada działania i podstawowe równania transformatora	113
9.3.3. Straty i sprawność transformatora	115
9.3.4. Budowa transformatorów	116
9.3.5. Transformatory trifazowe	119
9.3.6. Transformatory specjalne (autotransformatory, transformator operacyjny, przekładnik)	120
10. Elementy aktywne elektroniki	123
10.1. Półprzewodniki	123
10.1.1. Właściwości półprzewodników	123
10.1.2. Dopuszczalność	127
10.2. Diody półprzewodnikowe	128
10.2.1. Diody prostownicze	128
10.2.2. Diody Zenera	131
10.2.3. Diody tunelowe	132
10.2.4. Foto-diody	132
10.2.5. Diody pojemnikowe (varaktory)	133
10.2.6. Diody laserowe	134
10.3. Tranzystory	135
10.3.1. Tranzystory unipolarne (bipolarne)	136
10.3.2. Tranzystory polowe (unipolarne)	137
10.4. Typy trójprzewodnikowe	139
10.5. Efektywność	137
10.6. Terminy i symbole	138
11. Układy elektroniki	139
11.1. Przekładniki	139
11.1.1. Przetworniki	139
11.1.2. Polowniki	139
11.1.3. Przetworniki napięciowe	139
11.2. Wzmacniacze	140
11.2.1. Wzmacniacze prądu stałego	144
11.2.2. Wzmacniacze mocy	146
11.2.3. Sprzężenie zwrotne we wzmacniaczach	146
11.2.4. Wzmacniacze prądu stałego	149
11.2.5. Wzmacniacze operacyjne	150
11.3. Generatory	150
11.3.1. Generatory sygnału sinusoidalnego	150
11.3.2. Generatory sygnału nieregularnego	151

11.4. Układy przekształtników	307
11.4.1. Przekształtniki geometryczne	310
11.4.2. Przekształtniki cięciwy	312
11.5. Układy łapczy	313
11.5.1. Działający system łapczy	313
11.5.2. Podstawowe układy logiczne	314
11.5.3. Elektroniczne funkcje impulsów	315
11.6. Mikroelektronika układów elektronicznych	318
12. Układy oraz przepływy pomiarowe	322
12.1. Właściwości elementów elektronicznych	324
12.1.1. Diody	324
12.1.2. Ciepłoty	324
12.1.3. Stosunek	324
12.1.4. Transistor	327
12.1.5. Wzrostywności	328
12.1.6. Stosunek	328
12.2. Klasyfikacja przepływów pomiarowych	329
12.3. Przepływy magnetyczne	329
12.3.1. Przepływ magnetyczny i pomiar	332
12.3.2. Przepływ	332
12.3.3. Główny	332
12.4. Przepływy	332
12.5. Przepływy	332
12.6. Przepływy	332
12.7. Logowanie	332
12.8. Przepływy	332
12.9. Układy	332
12.9.1. Układy	332
12.9.2. Układy	332
13. Układy oraz przepływy pomiarowe	340
13.1. Pomiar	340
13.1.1. Pomiar	340
13.1.2. Pomiar	340
13.1.3. Pomiar	340
13.1.4. Pomiar	340
13.1.5. Pomiar	340
13.1.6. Pomiar	340
13.2. Pomiar	340
13.2.1. Klasyfikacja	340
13.2.2. Pomiar	340
13.2.3. Pomiar	340

13.2.4. Przewodniki temperatury	371
13.3. Elektroniczne pompyły pomiarowe	376
13.3.1. Analogowy pomiar napięcia	377
13.3.2. Analogowy pomiar napięciowości	378
13.3.3. Cyfrowy pomiar napięciowości	379
13.3.4. Cyfrowy pomiar napięcia	379

14. Maszyny elektryczne prądu przemiennego 384

14.1. Klasyfikacja maszyn elektrycznych	384
14.2. Budowa maszyn w maszynach elektrycznych	385
14.2.1. Maszyna prądu stałego	385
14.2.2. Maszyna indukcyjna	386
14.2.3. Maszyna synchroniczna	387
14.2.4. Maszyna reluktancyjna	388
14.3. Odwrotności pracy maszyn elektrycznych	389
14.4. Rodzaje pól magnetycznych w maszynach elektrycznych	390
14.5. Siłki synchroniczne	390
14.5.1. Budowa i sposób działania	390
14.5.2. Sły elektromagnetyczne stojana i wirnika	394
14.5.3. Schemat zastępczy obciążonego silnika	397
14.5.4. Bilans mocy silnika	400
14.5.5. Moment obrotowy silnika indukcyjnego	401
14.5.6. Charakterystyki mechaniczne silnika indukcyjnego	402
14.5.7. Praca stojanowa silnika	403
14.5.8. Charakterystyki mechaniczne w różnych warunkach pracy	404
14.5.9. Wyznaczenie charakterystyki mechanicznej z danych katalogowych silnika	406
14.5.10. Wypadkowalność mocy i sprawności	407
14.5.11. Rozrach	408
14.5.12. Rozwiązanie konstrukcyjne silnika klinowego	411
14.5.13. Regulacja prędkości obrotowej silników indukcyjnych	413
14.5.14. Hamowanie	417
14.5.15. Nowy trójfazowych silników indukcyjnych	418
14.5.16. Silnik jednofazowy	418
14.5.17. Silniki synchroniczne klinowe	421
14.5.18. Sprzęgła indukcyjne	425
14.6. Maszyny synchroniczne	426
14.6.1. Bieg jałowy	426
14.6.2. Obciążenie	427
14.6.3. Zwarcie	428
14.6.4. Praca synchroniczna	429
14.6.5. Wpływ prądu wyrównującego na pracę generatora	431
14.6.6. Regulacja obciążenia czynnego generatora	432
14.6.7. Moment obrotowy. Praca stojanowa maszyny synchronicznej	434
14.6.8. Silnik synchroniczny	435
14.6.9. Wpływ prądu wyrównującego na pracę silnika synchronicznego	437
14.6.10. Moment obrotowy silnika synchronicznego	438
14.6.11. Regulacja prędkości obrotowej silnika synchronicznego	439

15. Maszynę prądu stałego	440
15.1. Zasada działania	440
15.2. Budowa maszyny prądu stałego	441
15.3. Praca maszyny (prądu stałego)	444
15.4. Oddziaływanie twornika i kruszaka	445
15.5. Prędkość prądu stałego	447
15.5.1. Prędkość obrotowa	447
15.5.2. Prędkość twardości	448
15.6. Siłki prądu stałego	450
15.6.1. Siłki mechaniczne	450
15.6.2. Siłki magnetyczne i magnetyczno-mechaniczne	451
15.7. Maszynę specjalną prądu stałego	457
15.7.1. Prędkość specjalna	457
15.7.2. Elementy elektromagnetyczne	458
15.8. Działanie wiadości o budowie i warunkach pracy maszyn elektrycznych	459
15.8.1. Budowa budowy maszyn elektrycznych	459
15.8.2. Wzrostanie się i stopniowanie maszyn elektrycznych	460
15.8.3. Budowa pracy maszyn elektrycznych	461
16. Elektromagnetyczne elementy automatyki	465
16.1. Siłki wywołane	465
16.2. Prędkość tachometryczna	466
16.2.1. Asynchroniczna prędkość tachometryczna	469
16.2.2. Prędkość tachometryczna prądu stałego	471
16.3. Słupcy	471
16.3.1. Słupcy igras witalnych	471
16.3.2. Słupcy igras różnicowe	474
16.3.3. Słupcy igras transformatorów	475
16.3.4. Transformatory obrotu	476
16.4. Siłki elektryczne w układach sterujących	476
16.4.1. Siłki uniwersalne	476
16.4.2. Siłki repulacyjne	480
16.4.3. Siłki prądu stałego	482
16.4.4. Siłki prądu stałego z kruszaczem elektromagnetycznym	483
16.4.5. Siłki synchroniczne	483
16.4.6. Siłki sterowania	487
16.5. Wzrostanie elektromagnetyczne	488
16.6. Elektromagnetyczne elementy automatyki w układach automatyki regulacji	489
17. Grzejniki elektryczne	
17.1. Nagrzewanie oporowe	500
17.1.1. Nagrzewanie oporowe pośrednie	500
17.1.2. Nagrzewanie oporowe bezpośrednie	503

17.2. Nagrzewanie kotłowe	304
17.2.1. Płom kotłowy podciśniony	305
17.2.2. Płom kotłowy bezpodciśniony	308
17.2.3. Płom kotłowo-ociśniony	306
17.3. Nagrzewanie indukcyjne	305
17.3.1. Płom indukcyjny równomierny	307
17.3.2. Płom indukcyjny nierównomierny	308
17.3.3. Nagrzewanie indukcyjne elektryczne	309
17.3.4. Nagrzewanie indukcyjne przetworzeniowe	310
17.4. Nagrzewanie pojemnościowe	310

18. Przewody i rozdzielanie energii elektrycznej 312

18.1. Przewody energii elektrycznej	312
18.2. Rozdzielanie energii elektrycznej	313
18.3. Instalacje szafki i szafki rozdzielcze	313
18.4. Instalacje przewodów i szafki rozdzielcze	313
18.4.1. Rodzaje przewodów instalacyjnych	314
18.4.2. Obliczanie przewodów	314
18.5. Szafki rozdzielcze	317
18.5.1. Bezpieczeństwo	318
18.5.2. Zabezpieczenie przewodów bezpiecznikami	319
18.5.3. Zabezpieczenie szafki bezpiecznikami	321
18.5.4. Szafki rozdzielcze	322
18.5.5. Szafki rozdzielcze	324
18.6. Rodzaje zabezpieczających przed porażeniem prądem elektrycznym	325
18.6.1. Uziemienie ochronne	326
18.6.2. Izolowanie ochronne	327
18.6.3. Wyładowiska ochronne	328
18.6.4. Rodzaje szafek rozdzielczych	329
18.6.5. Instalacje ochronne	330

Literatura 341