

Spis treści

Przedmowa do wydania trzeciego	XVII
---------------------------------------	-------------

1. Urządzenia elektrostatyczne	1
---------------------------------------	----------

dr inż. Stanisław Bach, prof. dr hab. inż. Kazimierz Cywiński

1.1. Wiadomości wstępne	2
1.2. Elektrofiltry	2
1.2.1. Wiadomości ogólne	– 2
1.2.2. Budowa i podział elektrofiltrów	– 4
1.2.3. Elementarne procesy w komorze elektrofiltru	– 7
1.2.4. Ulot i parametry elektryczne pracy elektrofiltrów	– 9
1.2.5. Skuteczność odpylania elektrofiltrów	– 15
1.2.6. Układy zasilania elektrofiltrów wysokim napięciem	– 15
1.2.7. Sterowanie i regulacja napięcia elektrofiltrów	– 17
1.2.8. Sterowanie regeneracją elektrod zbiorczych i ulotowych	– 19
1.2.9. Zasady doboru i eksploatacji elektrofiltrów	– 21
1.3. Elektrostatyczne nakładanie powłok	22
1.3.1. Technologia i urządzenia do elektrostatycznego nakładania powłok	– 22
1.3.2. Zasilanie urządzeń do elektrostatycznego nakładania powłok	– 25
1.3.3. Wymagania dotyczące malowania elektrostatycznego	– 26
1.3.4. Zagrożenie wybuchem w lakierniach elektrostatycznych	– 26
1.3.5. Elektrostatyczne napyłanie tworzyw proszkowych	– 27
1.3.6. Technologia flokowania elektrostatycznego	– 30
1.3.7. Konstrukcja i eksploatacja urządzeń napyłających proszki	– 33
1.4. Elektroseparatory	34
1.4.1. Charakterystyka elektroseparatorów	– 34

1.4.2. Dobór parametrów pracy separatorów elektrostatycznych – 35	
Wykaz ważniejszych oznaczeń	36
Literatura	36

2. Urządzenia spawalnicze 37

dr inż. Edward Dobaj

2.1. Podstawowe definicje i kryteria podziału	38
2.2. Spawalnicze źródła energii	38
2.2.1. Źródła zasilania łuku spawalniczego – 38	
2.2.2. Zasilacze łuku do spawania elektrodami otulonymi – 42	
2.2.3. Zasilacze wielostanowiskowe – 49	
2.3. Półautomaty i automaty do spawania elektrodami topliwymi	50
2.3.1. Wprowadzenie – 50	
2.3.2. Półautomaty spawalnicze – 53	
2.3.3. Automaty spawalnicze – 53	
2.4. Urządzenia do spawania elektrodą nietopliwą w osłonie gazu	55
2.5. Plazmowe urządzenia spawalnicze	57
2.5.1. Urządzenia do spawania plazmowego – 59	
2.5.2. Urządzenia do cięcia plazmowego – 60	
2.6. Zgrzewarki elektryczne do metali	63
2.6.1. Wprowadzenie – 63	
2.6.2. Budowa i działanie zgrzewarek rezystancyjnych – 65	
2.6.3. Układy zasilania elektrod – 66	
2.6.4. Układy sterowania zgrzewarek rezystancyjnych – 76	
2.6.5. Rodzaje zgrzewarek rezystancyjnych – 77	
2.7. Urządzenia spawalnicze elektronowe i laserowe	79
2.7.1. Spawarki elektronowe – 79	
2.7.2. Urządzenia laserowe – 80	
2.8. Urządzenia do lutowania	81
2.8.1. Efektywność procesu nagrzewania indukcyjnego – 84	
Wykaz ważniejszych oznaczeń	87
Literatura	87

3. Aparaty elektryczne 91

*dr inż. Józef Czucha, doc. dr inż. Stanisław Jankowicz, prof. dr hab. inż. Jan Maksymiuk,
dr inż. Józef Ossowski, dr inż. Władysław Polowczyk, doc. dr inż. Jan Strojny,
prof. dr hab. inż. Andrzej Wolny*

3.1. Wiadomości ogólne	92
3.2. Łączniki elektroenergetyczne zestykowe	94
3.2.1. Klasyfikacja – 94	
3.2.2. Wielkości znamionowe łączników elektroenergetycznych – 95	
3.2.3. Elementy i wyposażenie łączników elektroenergetycznych – 98	

3.3.	Bezpieczniki	117
3.3.1.	Wiadomości ogólne	117
3.3.2.	Wielkości charakterystyczne bezpieczników	118
3.3.3.	Podział bezpieczników	123
3.3.4.	Bezpieczniki wysokonapięciowe	124
3.3.5.	Bezpieczniki niskonapięciowe	125
3.3.6.	Bezpieczniki topikowe do zabezpieczania przyrządów półprzewodnikowych	129
3.3.7.	bezpieczniki dobezpieczeniowe	129
3.4.	Łączniki bezzestykowe	130
3.4.1.	Wiadomości ogólne	130
3.4.2.	Części łączników bezzestykowych	131
3.4.3.	Zalety i wady łączników bezzestykowych	133
3.4.4.	Zastosowanie łączników bezzestykowych	134
3.4.5.	Łączniki hybrydowe	134
3.5.	Przekładniki prądowe i napięciowe	135
3.5.1.	Wprowadzenie	135
3.5.2.	Przekładniki prądowe	135
3.5.3.	Przekładniki napięciowe	137
3.5.4.	Przekładniki kombinowane	141
3.5.5.	Przekładniki niekonwencjonalne	142
3.6.	Izolatory	143
3.6.1.	Klasyfikacja izolatorów	143
3.6.2.	Budowa i główne cechy izolatorów	144
3.6.3.	Dobór izolatorów	146
3.7.	Rozdzielnice prefabrykowane	147
3.7.1.	Podział i podstawowe określenia	147
3.7.2.	Budowa i rodzaje rozdzielnic	149
3.7.3.	Wymagania i badania rozdzielnic	161
3.7.4.	Dobór rozdzielnic	162
3.8.	Ograniczniki przepięć	162
3.8.1.	Przepięcia i przegląd środków ochrony	162
3.8.2.	Charakterystyka ograniczników przepięć i podstawy ich doboru	163
3.9.	Łdawiki stosowane w elektroenergetyce	168
3.10.	Kondensatory	169
3.10.1.	Podział i budowa	169
3.10.2.	Materiały stosowane do produkcji kondensatorów	172
3.10.3.	Pole elektryczne w kondensatorach	175
3.10.4.	Kondensatory małej mocy	178
3.10.5.	Kondensatory impulsowe	179
3.10.6.	Parametry znamionowe i warunki pracy	180
3.11.	Tendencje rozwojowe w dziedzinie aparatów elektrycznych	181
3.12.	Eksploatacja aparatów elektrycznych	183
3.12.1.	Wprowadzenie	183

3.12.2. Ogólne zasady instalowania aparatów elektrycznych – 183	
3.12.3. Ogólne zasady użytkowania aparatów elektrycznych – 185	
3.12.4. Ogólne zasady konserwacji aparatów elektrycznych – 185	
Wykaz ważniejszych oznaczeń	186
Literatura	186

4. Transformatory 189

prof. dr hab. inż. Michał Jabłoński, doc. dr inż. Jerzy Kulikowski

4.1. Wprowadzenie	190
4.2. Zasada budowy i podstawowe prawa działania transformatora	190
4.2.1. Elementy czynne – 190	
4.2.2. Stan jałowy – 192	
4.2.3. Stan obciążenia – 194	
4.2.4. Schematy zastępcze – 197	
4.2.5. Stan zwarcia – 197	
4.3. Zmienność napięcia transformatora	199
4.4. Straty mocy w transformatorze	200
4.4.1. Straty jałowe – 200	
4.4.2. Straty obciążeniowe – 200	
4.4.3. Sprawność – 201	
4.5. Połączenia i układy połączeń uzwojeń transformatorów	204
4.6. Prąd włączenia transformatora	204
4.7. Transformatory trójzwojeniowe	206
4.7.1. Konwencjonalne transformatory trójzwojeniowe – 206	
4.7.2. Transformatory z rozdzielnymi uzwojeniami – 207	
4.7.3. Transformatory przekształtnikowe do układów 12- i 6-pulsowych – 209	
4.8. Autotransformatory	209
4.9. Regulacja przekładni	211
4.10. Praca równoległa transformatorów	214
4.10.1. Kryteria idealnej pracy równoległej – 214	
4.10.2. Skutki niedotrzymania warunków współpracy – 215	
4.11. Nagrzewanie się i chłodzenie transformatorów	217
4.11.1. Zjawiska cieplne – 217	
4.11.2. Sposoby chłodzenia i ich oznaczenie – 218	
4.11.3. Obciążalność – 219	
4.12. Wytrzymałość zwarciorowa transformatorów	220
4.12.1. Zagrożenie zwarciorowe – 220	
4.12.2. Ustalony prąd zwarcia – 221	
4.12.3. Udarowy prąd zwarcia – 221	
4.12.4. Sprawdzenie wytrzymałości cieplnej i dynamicznej – 222	
4.13. Badanie transformatorów w wytwórni	223
4.14. Transformatory i autotransformatory energetyczne	224
4.14.1. Ogólne wymagania techniczne – 224	
4.14.2. Transformatory blokowe – 226	

4.14.3. Transformatory i autotransformatory sieciowe najwyższych napięć – 226	
4.14.4. Transformatory sieciowe o napięciu górnym 110 kV – 226	
4.14.5. Transformatory rozdzielcze olejowe – 226	
4.14.6. Transformatory rozdzielcze suche żywiczne – 234	
4.15. Transformatory specjalne	235
4.16. Wybrane zagadnienia z eksploatacji transformatorów	236
4.16.1. Badania eksploatacyjne – 236	
4.16.2. Transport transformatorów – 239	
4.17. Oznaczenie transformatorów	241
Wykaz ważniejszych oznaczeń	242
Literatura	243

5. Maszyny elektryczne 245

*Rozdział pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Mirosława Dąbrowskiego
dr inż. Konrad Dąbała, prof. dr hab. inż. Mirosław Dąbrowski, prof. mgr inż. Tadeusz Koter,
prof. dr hab. inż. Andrzej Pochanke, prof. dr hab. inż. Zbigniew Stein*

5.1. Wiadomości ogólne	246
5.1.1. Wielkości znamionowe maszyn elektrycznych – 246	
5.1.2. Rodzaje pracy maszyn elektrycznych – 248	
5.1.3. Stopnie ochrony maszyn elektrycznych – 251	
5.1.4. Formy wykonania maszyn elektrycznych – 253	
5.1.5. Układy chłodzenia maszyn elektrycznych – 254	
5.1.6. Nagrzewanie się maszyn elektrycznych – 258	
5.1.7. Wytrzymałość elektryczna izolacji maszyn elektrycznych – 260	
5.1.8. Wytrzymałość mechaniczna przy zwiększonej prędkości obrotowej – 264	
5.1.9. Przeciążalność maszyn elektrycznych – 264	
5.1.10. Drgania mechaniczne i zjawiska akustyczne w maszynach elektrycznych – 264	
5.1.11. Zakłócenia radioelektryczne wywołane przez maszyny elektryczne – 268	
5.1.12. Szczotki do maszyn elektrycznych – 270	
5.1.13. Wymiary montażowe maszyn elektrycznych – 273	
5.1.14. Normalizacja w dziedzinie maszyn elektrycznych – 277	
5.2. Maszyny indukcyjne	281
5.2.1. Rodzaje maszyn indukcyjnych – 281	
5.2.2. Zastosowanie maszyn indukcyjnych – 283	
5.2.3. Zależności podstawowe – 283	
5.2.4. Silniki indukcyjne – 292	
5.2.5. Specjalne warunki pracy silników indukcyjnych – 325	
5.2.6. Prądnice indukcyjne – 328	
5.2.7. Indukcyjne przetwornice częstotliwości – 330	
5.2.8. Indukcyjne regulatory napięcia – 332	
5.2.9. Dławiki indukcyjne – 333	
5.3. Maszyny synchroniczne	334
5.3.1. Rodzaje maszyn synchronicznych – 334	

5.3.2.	Rodzaje pracy maszyn synchronicznych – 335	
5.3.3.	Charakterystyki i zależności podstawowe – 336	
5.3.4.	Parametry maszyn synchronicznych – 339	
5.3.5.	Zwarcia maszyny synchronicznej – 343	
5.3.6.	Układy wzbudzenia maszyn synchronicznych – 344	
5.3.7.	Prądnice trójfazowe – 347	
5.3.8.	Dane techniczne prądnic synchronicznych produkcji krajowej – 355	
5.3.9.	Obciążalność prądnic synchronicznych – 356	
5.3.10.	Silniki synchroniczne – 357	
5.3.11.	Kompensatory synchroniczne – 361	
5.4.	Maszyny komutatorowe prądu przemiennego	362
5.4.1.	Rodzaje maszyn komutatorowych – 362	
5.4.2.	Silniki jednofazowe – 362	
5.4.3.	Silniki trójfazowe bocznikowe – 364	
5.4.4.	Silniki trójfazowe szeregowo – 366	
5.4.5.	Maszyny komutatorowe dodawcze – 367	
5.5.	Maszyny prądu stałego	369
5.5.1.	Rodzaje maszyn prądu stałego – 369	
5.5.2.	Zastosowanie maszyn prądu stałego – 370	
5.5.3.	Zależności podstawowe – 370	
5.5.4.	Komutacja i zestyk ślizgowy – 378	
5.5.5.	Oznaczenia zacisków i końcówek uzwojeń – 381	
5.5.6.	Silniki prądu stałego – 382	
5.5.7.	Specjalne warunki pracy silników – 397	
5.5.8.	Prądnice prądu stałego – 399	
5.5.9.	Wzmacniacze elektryczne maszynowe – 405	
5.5.10.	Serie maszyn prądu stałego – 405	
5.6.	Maszyny elektryczne małej mocy	408
5.6.1.	Charakterystyka ogólna – 408	
5.6.2.	Silniki komutatorowe jednofazowe – 409	
5.6.3.	Silniki komutatorowe prądu stałego – 415	
5.6.4.	Silniki indukcyjne jednofazowe i dwufazowe – 424	
5.6.5.	Silniki synchroniczne – 433	
5.6.6.	Silniki z komutacją elektryczną – 443	
5.6.7.	Silniki momentowe i o innych zasadach konstrukcyjnych – 463	
5.6.8.	Elektromagnes – 467	
5.6.9.	Prądnice tachometryczne – 471	
5.6.10.	Przetworniki położenia – 478	
5.7.	Eksploatacja maszyn elektrycznych	489
5.7.1.	Wprowadzenie – 489	
5.7.2.	Rodzaje obsługiwanie – 490	
5.7.3.	Struktura procesu eksploatacji maszyn elektrycznych – 491	
5.7.4.	Niezawodność maszyn elektrycznych – 493	
5.7.5.	Funkcje i warunki pracy maszyn elektrycznych – 497	
5.7.6.	Szczególne warunki pracy maszyn elektrycznych – 500	
5.7.7.	Stan graniczny i uszkodzenie maszyny elektrycznej – 503	

5.7.8.	Wymagania dotyczące rezystancji izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych – 504	
5.7.9.	Próba wytrzymałości elektrycznej izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych – 505	
5.7.10.	Suszenie izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych – 505	
5.7.11.	Ochrona przeciwporażeniowa podczas eksploatacji maszyn elektrycznych – 506	
5.7.12.	Wybrane zagadnienia eksploatacyjne silników – 506	
5.7.13.	Wybrane zagadnienia eksploatacyjne prądnic – 509	
5.7.14.	Niektóre czynności obsługowe przy maszynach elektrycznych – 512	
5.7.15.	Zasady organizacji pracy przy eksploatacji maszyn elektrycznych – 515	
5.7.16.	Pakowanie, przechowywanie i transport maszyn elektrycznych – 517	
Wykaz ważniejszych oznaczeń		518
Literatura		520
 6. Napęd elektryczny		521
<i>prof. dr hab. inż. Kazimierz Bisztyga, dr inż. Aleksander Dziadecki, inż. Ryszard Dziworski, dr hab. inż. Wojciech Jarzyna, dr hab. inż. Andrzej Senderski, prof. dr inż. Ryszard Sikora, dr inż. Jacek Zarudzki</i>		
6.1.	Równanie ruchu	522
6.2.	Napędy prądu stałego	529
6.2.1.	Ogólna charakterystyka – 529	
6.2.2.	Podstawowe zależności matematyczne napędu z silnikiem obcowzbudnym – 530	
6.2.3.	Model przekształtnika – 533	
6.2.4.	Struktura układu sterowania – 544	
6.3.	Napędy prądu przemiennego	558
6.3.1.	Klasyfikacja napędów prądu przemiennego – 558	
6.3.2.	Napędy z silnikami indukcyjnymi – 558	
6.3.3.	Napędy z silnikami synchronicznymi – 590	
6.3.4.	Napędy z innymi silnikami prądu przemiennego – 601	
6.4.	Napędy typowe	609
6.4.1.	Wstęp – 609	
6.4.2.	Napęd pozycyjny – 609	
6.4.3.	Napędy pomp i wentylatorów – 614	
6.4.4.	Napęd walcarki Sendzimira – 615	
6.4.5.	Napęd maszyny wyciągowej – 618	
6.4.6.	Napędy dźwigowe – 622	
6.4.7.	Systemy elektryczne generatorów elektrowni wiatrowych – 624	
6.4.8.	Napędy zasilane ze źródeł fotowoltaicznych – 626	
Wykaz ważniejszych oznaczeń		638
Literatura		638

7. Trakcja elektryczna 641

doc. dr inż. Franciszek Kotarski, prof. dr inż. Ryszard Matusiak

- 7.1. Wiadomości teoretyczne 642
- 7.1.1. Dymanika ruchu pociągu – 642
 - 7.1.2. Opory ruchu – 642
 - 7.1.3. Przyczepność – 644
 - 7.1.4. Charakterystyki silników trakcyjnych i lokomotyw elektrycznych – 645
 - 7.1.5. Rozruch rezystorowy lokomotywy – 646
 - 7.1.6. Rozruch i sterowanie tyrystorowe lokomotywy – 647
 - 7.1.7. Hamowanie odzyskowe – 648
 - 7.1.8. Impulsowe hamowanie rezystorowe – 649
 - 7.1.9. Silnik asynchroniczny – 650
 - 7.1.10. Obliczenia trakcyjne – 651
 - 7.1.11. Przenoszenie napędu, wyznaczenie przekładni – 651
 - 7.1.12. Dobór mocy silników trakcyjnych – 652
 - 7.1.13. Nagrzewanie się silników trakcyjnych
w warunkach eksploatacyjnych – 652
 - 7.1.14. Jednostkowe zużycie energii – 653
- 7.2. Tabor trakcji elektrycznej 655
- 7.2.1. Klasyfikacja lokomotyw elektrycznych – 655
 - 7.2.2. Zawieszenia silników – 656
 - 7.2.3. Obwód główny lokomotywy elektrycznej – 656
 - 7.2.4. Obwody sterowania, sygnalizacji i pomocnicze – 661
 - 7.2.5. Urządzenia elektryczne lokomotywy spalinowo-elektrycznej – 662
 - 7.2.6. Odbieraki prądu – 663
- 7.3. Sieci trakcyjne 663
- 7.3.1. Rodzaje sieci – 663
 - 7.3.2. Obliczanie sieci prostej – 664
 - 7.3.3. Budowa sieci prostej – 669
 - 7.3.4. Obliczanie sieci łańcuchowej – 669
 - 7.3.5. Sieci do dużych prędkości pojazdów – 671
 - 7.3.6. Współpraca odbieraka z siecią jezdnią
przy dużych prędkościach pojazdów – 672
 - 7.3.7. Prądy błądzące – 673
 - 7.3.8. Ochrona urządzeń podziemnych przed wpływem prądów błądzących – 674
- 7.4. Zasilanie sieci trakcyjnej 674
- 7.4.1. Systemy zasilania trakcji elektrycznej – 674
 - 7.4.2. Obliczanie układu zasilania metodami graficzno-analitycznymi – 675
 - 7.4.3. Obliczanie układu zasilania przy znanym rozkładzie jazdy – 677
 - 7.4.4. Obliczanie mocy zespołów prostownikowych podstacji trakcyjnych – 678
 - 7.4.5. Zwarcia w sieciach trakcyjnych – 679
 - 7.4.6. Zabezpieczenie układu zasilania – 681
 - 7.4.7. Rozwiązania konstrukcyjne podstacji trakcyjnych – 682
 - 7.4.8. Kabiny sekcyjne – 682

Wykaz ważniejszych oznaczeń 683

Literatura 683

8. Energoelektronika	685
prof. dr hab. inż. Tadeusz Citko, prof. dr hab. inż. Stanisław Piróg, dr hab. inż. Henryk Zygmunt	
8.1. Wstęp	686
8.2. Półprzewodnikowe przyrządy mocy	687
8.2.1. Klasyfikacja	687
8.2.2. Diody	687
8.2.3. Tyristory	688
8.2.4. Tyristory wyłączalne prądem bramki (GTO)	692
8.2.5. Tranzystory bipolarnie złączowe (BJT)	693
8.2.6. Tranzystory unipolarne mocy (MOSFET)	696
8.2.7. Tranzystory bipolarnie z izolowaną bramką (IGBT)	698
8.2.8. Tyristory komutowane zintegrowaną bramką (IGCT)	700
8.2.9. Obszar bezpiecznej pracy tranzystorów mocy	708
8.2.10. Układy zintegrowane	709
8.2.11. Straty mocy i chłodzenie	711
8.3. Przekształtniki statyczne prądu przebiegu na prąd stały i cyklokonwerty	717
8.3.1. Podstawowe funkcje i struktury przekształtników	717
8.3.2. Przekształtniki prądu stałego	717
8.3.3. Bezpośrednie przebiegniki częstotliwości – cyklokonwerty	745
8.4. Oddziaływanie przekształtników na linię zasilającą	749
8.4.1. Wyższe harmoniczne prądu i moc bierna	749
8.4.2. Komutacyjne załamania napięcia	752
8.4.3. Zależność dopuszczalnej mocy przekształtnika od mocy zwarcia w punkcie przyłączenia	754
8.4.4. Przekształtniki złożone	755
8.5. Tyristorowe sterowniki prądu przebiegu	757
8.5.1. Sterowniki jednofazowe z obciążeniem RL	757
8.5.2. Sterowniki trójfazowe	761
8.6. Impulsowe przekształtniki prądu stałego (DC/DC)	764
8.6.1. Przekształtniki do obniżania napięcia stałego	764
8.6.2. Przekształtniki do podwyższania napięcia stałego	767
8.6.3. Kaskadowy przekształtnik do obniżania i podwyższania napięcia	768
8.6.4. Impulsowy przekształtnik do obniżania i podwyższania napięcia	769
8.6.5. Impulsowy przekształtnik czterokwadrantowy	771
8.6.6. Filtr wejściowy przekształtników impulsowych	772
8.6.7. Impulsowe przekształtniki wielopulsowe	772
8.7. Przekształtniki częstotliwości (falowniki)	775
8.7.1. Wprowadzenie	775
8.7.2. Jednofazowe falowniki napięcia	776
8.7.3. Trójfazowe falowniki napięcia	782
8.7.4. Wielopoziomowe falowniki napięcia	790
8.7.5. Trójfazowe falowniki prądu	797
8.7.6. Porównanie falowników napięcia i prądu	804
8.7.7. Czterogłęziowe falowniki napięcia	807

8.8. Przekształtniki rezonansowe	807
8.8.1. Rodzaje przekształtników	– 807
8.8.2. Przekształtniki z rezonansem w obciążeniu	– 808
8.8.3. Przekształtniki z łącznikami rezonansowymi	– 813
8.8.4. Rezonansowe obwody komutacyjne w przekształtnikach sterowanych metodą PWM	– 819
8.8.5. Układy przekształtnikowe z pośredniczącym obwodem rezonansowym	– 822
8.9. Przekształtniki matrycowe	824
8.9.1. Zasada działania	– 824
8.9.2. Przekształtniki matrycowe 3×3	– 825
Wykaz ważniejszych oznaczeń	828
Literatura	829

9. Urządzenia do kompensacji mocy biernej 833

*mgr inż. Jolanta Arendarska, doc. dr inż. Zbigniew Białkiewicz,
dr hab. inż. Tadeusz Orzechowski, prof. dr hab. inż. Stanisław Piróg*

9.1. Podstawowe pojęcia z zakresu kompensacji mocy biernej	834
9.1.1. Moce w układach jednofazowych	– 834
9.1.2. Moce w układach wielofazowych	– 837
9.1.3. Jednofazowe liniowe i nieliniowe odbiorniki mocy biernej	– 850
9.1.4. Moc bierna i moc pulsująca w liniowych układach asymetrycznych zasilanych napięciem nieodkształconym	– 854
9.1.5. Układy trójfazowe zrównoważone	– 857
9.1.6. Kompensacja mocy biernej odbiorników trójfazowych asymetrycznych	– 859
9.2. Kompensacja mocy biernej za pomocą maszyn synchronicznych	861
9.2.1. Wprowadzenie	– 861
9.2.2. Ocena zdolności kompensacyjnej silników synchronicznych	– 861
9.2.3. Dobór silnika synchronicznego i wzбудnicy tyrystorowej	– 867
9.2.4. Układy regulacji mocy biernej silników synchronicznych	– 868
9.3. Baterie kondensatorów	870
9.3.1. Parametry baterii kondensatorów	– 870
9.3.2. Kondensatory energetyczne	– 870
9.3.3. Łączenie kondensatorów w baterie	– 873
9.3.4. Zabezpieczenia baterii kondensatorów	– 877
9.3.5. Wyposażenie baterii	– 878
9.4. Regulatory mocy biernej baterii kondensatorów	879
9.4.1. Sterowanie mocą bierną	– 879
9.4.2. Zasady działania regulatorów mocy biernej	– 880
9.4.3. Rodzaje regulatorów mocy biernej	– 880
9.5. Przebiegi łączeniowe baterii samotnych i dzielonych	882
9.5.1. Załączanie samotnej baterii kondensatorów	– 882
9.5.2. Załączanie dzielonych baterii kondensatorów	– 883

9.5.3.	Wyłączanie baterii kondensatorów – 884	
9.5.4.	Rozładowanie baterii kondensatorów – 884	
9.6.	Zjawiska rezonansów w układach z baterią kondensatorów	884
9.6.1.	Rezonans równoległy – 884	
9.6.2.	Rezonans szeregowy – 885	
9.7.	Filtry wyższych harmonicznych	886
9.7.1.	Praca baterii kondensatorów zasilanych napięciem odkształconym – 886	
9.7.2.	Wpływ baterii kondensatorów na odkształcenie napięcia zasilającego – 887	
9.7.3.	Zasada działania filtrów i baterii z dławikami ochronnymi – 888	
9.7.4.	Klasyfikacja filtrów – 889	
9.7.5.	Dobór podstawowych parametrów filtrów – 890	
9.7.6.	Dławiki filtrów i ich podstawowe parametry – 892	
9.7.7.	Skutki niewłaściwego doboru i eksploatacji filtrów <i>LC</i> – 893	
9.8.	Urządzenia statyczne do nadążnej kompensacji mocy biernej	894
9.8.1.	Wprowadzenie – 894	
9.8.2.	Kompensator z wieloczołowymi bateriami kondensatorów przyłączanymi łącznikami tyrystorowymi – 895	
9.8.3.	Kompensator ze stałą baterią kondensatorów i członem o regulowanym prądzie indukcyjnym (<i>FC+TCR</i>) – 898	
9.8.4.	Kompensator ze stałą baterią kondensatorów i prostownikiem tyrystorowym obciążonym dławikiem – 902	
9.8.5.	Sterowanie kompensatorami nadążnymi w zamkniętym układzie regulacji – 902	
9.8.6.	Porównanie kompensatorów statycznych – 904	
9.9.	Energetyczne filtry aktywne	904
9.9.1.	Szeregowe filtry aktywne – 904	
9.9.2.	Równoległe filtry aktywne – 904	
9.9.3.	Kompensator StatCom – 911	
9.10.	Wybrane zasady eksploatacji urządzeń do kompensacji	912
9.10.1.	Badania odbiorcze i eksploatacyjne baterii kondensatorów – 912	
9.10.2.	Sprzęt ochronny i zasady bhp przy obsłudze urządzeń do kompensacji – 913	
9.10.3.	Najczęstsze uszkodzenia urządzeń do kompensacji – 914	
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	914
	Literatura	915
	Skorowidz	917