

PORADNIK INŻYNIERA elektryka

tom I

ZAGADNIENIA OGÓLNOELEKTRYCZNE

tom II

MASZyny I NAPĘDY ELEKTRYCZNE,
TECHNIKA OŚWIETLANIA

tom III

APARATY, PRZYRZĄDY I URZĄDZENIA
ELEKTRYCZNE

tom IV

ELEKTROENERGETYKA

PORADNIK INŻYNIERA

Od Wydawcy

Wydawca niniejszego poradnika inżyniera elektryka, z którego korzystały i dotychczas korzystały szerokie kręgi inżynierów elektryków. Jednocześnie jednak obecny poradnik różni się zasadniczo od poprzednich. Zarówno w zakresie i w sposobie przekazywania wiedzy, jak i w formie i w wyglądzie. W wydawnictwie tym, ze względu na to, że służy ono do celów naukowych i technicznych, nie ma miejsca na ozdobne elementy, które miałyby służyć jedynie celom estetycznym.



elektryka

TOM TRZECI

APARATY, PRZYRZĄDY I URZĄDZENIA
ELEKTRYCZNE

W tym tomie poradnika przedstawiono w sposób wyselekcjonowany dla inżynierów elektryków, którzy zajmują się projektowaniem i budowaniem urządzeń elektrycznych, wiedzę i doświadczenia, które są niezbędne do wykonania tych zadań. W tym tomie poradnika przedstawiono w sposób wyselekcjonowany dla inżynierów elektryków, którzy zajmują się projektowaniem i budowaniem urządzeń elektrycznych, wiedzę i doświadczenia, które są niezbędne do wykonania tych zadań.

352133

NT

Spis treści

1. Ogniwa — dr inż. Stanisław Chwaliński	1
1.1. Pierwotne ogniwa galwaniczne	1
1.1.1. Ogniwa brausztynowe	3
1.1.2. Ogniwa powietrzne	6
1.1.3. Ogniwa rtęciowe	7
1.1.4. Ogniwa miedziowe	8
1.1.5. Ogniwa normalne	8
1.2. Wtórne ogniwa galwaniczne (akumulatory)	9
1.2.1. Akumulatory kwasowe (ołowiowe)	15
1.2.2. Akumulatory zasadowe	19
1.3. Ogniwa paliwowe	21
1.3.1. Paliwa	21
1.3.2. Elektrody	23
1.3.3. Ogniwa wodorowo-tlenowe, H_2/O_2 lub H_2/O_2 (powietrze)	23
1.3.4. Ogniwo hydrazynowo-tlenowe, N_2H_4/O_2	24
1.3.5. Ogniwa wysokotemperaturowe	25
1.3.6. Charakterystyka ogniw paliwowych i perspektywy ich zastosowania	25
Literatura	25
2. Generatory magnetohydrodynamiczne — doc. dr hab. inż. Aleksander Kordus	26
2.1. Wprowadzenie	26
2.2. Koncepcje generatorów MHD	28
2.2.1. Generatory kondukcyjne elektrodowe	29
2.2.2. Generatory indukcyjne bezelektrodowe	29
2.2.3. Podstawowe zależności występujące w generatorach kondukcyjnych prądu stałego	31
2.2.4. Układy elektrod stosowane dla wyprowadzenia energii elektrycznej	36
2.3. Zjawiska fizyczne w kanale generatora MHD	37
2.3.1. Procesy termodynamiczne	39
2.3.2. Straty w kanale generatora	40
2.4. Rozwiązanie konstrukcyjne generatorów MHD i urządzeń pomocniczych	40
2.4.1. Wymienniki ciepła	42
2.4.2. Kanaly generatorów	45
2.4.3. Elektromagnes	45
2.4.4. Współpraca generatora MHD z siecią elektroenergetyczną	47
2.5. Praca generatora MHD w obiegu otwartym	47
2.5.1. Wytwarzanie plazmy w procesie spalania	49
2.5.2. Koncepcje elektrowni pracujących w obiegu otwartym	51
2.5.3. Osiągnięcia i perspektywy	53
2.6. Praca generatorów MHD w obiegu zamkniętym	53
2.6.1. Obieg zamknięty gazowy	54
2.6.2. Obieg zamknięty z ciekłym metalem	54
Literatura	54
3. Przekształtniki — doc. dr inż. Janusz Wdowiak	55
3.1. Wiadomości ogólne	55
3.2. Budowa i właściwości zaworów elektrycznych stosowanych w przekształtnikach	57
3.2.1. Własności zaworowe	58
3.2.2. Zawory i prostowniki rtęciowe	67
3.2.3. Diody krzemowe	78
3.2.4. Tyristory	89
3.2.5. Zawory selenowe	95
3.3. Zespoły prostownikowe z zaworami rtęciowymi	102
3.4. Prostowniki selenowe	

3.5. Prostowniki krzemowe (diodowe)	106
3.5.1. Charakterystyka i zastosowanie	106
3.5.2. Zasady projektowania	109
3.6. Przekształtniki tyrystorowe	119
3.7. Zagadnienia różne	123
3.7.1. Obliczanie prądów zwarciovych w układach prostowniczych	123
3.7.2. Wyższe harmoniczne w zespołach prostownikowych	126
Literatura	131
4. Elektrotermiczne urządzenia przemysłowe — doc. dr inż. Franciszek Sondy	132
4.1. Klasyfikacja	132
4.2. Piece oporowe	132
4.2.1. Piece oporowe o nagrzewaniu pośrednim	132
4.2.2. Urządzenia oporowe o nagrzewaniu bezpośrednim	144
4.3. Elektrotermiczne urządzenia grzejne	148
4.3.1. Piece solne	148
4.3.2. Termoelektrolizery	150
4.3.3. Kotły elektrotermiczne	151
4.4. Piece łukowe	153
4.4.1. Piece łukowe do wytopu stali	153
4.5. Piece łukowo-oporowe (redukcyjne)	161
4.6. Indukcyjne urządzenia grzejne	164
4.6.1. Piece indukcyjne kanałowe	165
4.6.2. Piece indukcyjne tyglowe	169
4.6.3. Piece indukcyjne próżniowe	172
4.7. Nagrzewnice indukcyjne	173
4.7.1. Nagrzewnice indukcyjne do skrośnego nagrzewania odkuwek	173
4.7.2. Nagrzewnice indukcyjne do hartowania powierzchniowego	174
4.8. Pojemnościowe urządzenia grzejne	175
4.9. Promiennikowe urządzenia grzejne	178
4.9.1. Budowa i działanie	178
4.9.2. Rodzaje promienników	178
4.9.3. Segmenty promiennikowe o promiennikach rurkowych	180
4.9.4. Zastosowanie	182
4.10. Urządzenia grzejne mikrofalowe	182
4.11. Elektronowe urządzenia grzejne	183
4.12. Plazmowe urządzenia grzejne	183
Literatura	184
5. Sprzęt oświetleniowy — prof. Tadeusz Oleszyński	185
5.1. Źródła światła	185
5.1.1. Żarówki	188
5.1.2. Świetlówki	195
5.1.3. Rtcówki	200
5.1.4. Lampy sodowe	205
5.1.5. Lampy ksenonowe	207
5.1.6. Normalizacja źródeł światła	207
5.2. Oprawy oświetleniowe	208
5.3. Urządzenia do umieszczenia opraw oświetleniowych	217
Literatura	220
6. Elektryczne przyrządy pomiarowe — doc. mgr inż. Stanisław Domosławski, doc. mgr inż. Andrzej Szułce	221
6.1. Klasyfikacja elektrycznych przyrządów pomiarowych	221
6.2. Ogólne własności metrologiczne i eksploatacyjne elektrycznych przyrządów pomiarowych	222
6.3. Przyrządy elektromechaniczne	224
6.3.1. Ogólna teoria działania	224
6.3.2. Ważniejsze wymagania polskich norm dla mierników i rejestratorów o działaniu bezpośrednim	229
6.3.3. Elementy konstrukcyjne przyrządów elektromechanicznych	236
6.3.4. Uchyby dodatkowe	241
6.3.5. Źródła uchybów w przyrządach pomiarowych elektromechanicznych	243
6.3.6. Przyrządy magnetoelektryczne	249
6.3.7. Przyrządy elektromagnetyczne	253
6.3.8. Przyrządy elektrodynamiczne	257
6.3.9. Przyrządy ferrodynamiczne	260
6.3.10. Przyrządy indukcyjne	262
6.3.11. Przyrządy elektrostatyczne	263
6.3.12. Przyrządy prostownikowe	264
6.3.13. Przyrządy termoelektryczne	269

6.3.14. Częstotliwościomierze wibracyjne	270
6.3.15. Galwanometri i elektrometry	270
6.3.16. Komparatory prądu stałego i przemiennego	274
6.3.17. Rejestratory o zapisie bezpośrednim	275
6.3.18. Oscylografi elektromechaniczne	278
6.3.19. Liczniki elektryczne	280
6.4. Przyrządy elektroniczne analogowe	284
6.5. Przyrządy cyfrowe	289
6.6. Przyrządy o działaniu pośrednim	293
6.7. Przetworniki pomiarowe	298
6.8. Wzmocniacze pomiarowe	303
6.9. Budowa i użytkowanie wzorców wielkości elektrycznych	308
6.9.1. Wzorce napięcia	310
6.9.2. Wzorce rezystancji	317
6.9.3. Wzorce pojemności	319
6.9.4. Wzorce indukcyjności	321
6.9.5. Dzielniki napięcia	322
6.10. Mostki	322
6.10.1. Mostki stałoprądowe	326
6.10.2. Mostki przemiennoprądowe	328
6.11. Kompensatory napięcia	328
6.11.1. Kompensatory napięcia stałego	333
6.11.2. Kompensatory napięcia przemiennego	335
6.12. Przyrządy do pomiarów magnetycznych	335
6.12.1. Przyrządy do pomiaru pola magnetycznego i indukcji magnetycznej	343
6.12.2. Urządzenia i przyrządy do badania materiałów magnetycznych	348
6.13. Przyrządy do kontroli urządzeń i sieci elektrycznych	350
Literatura	350
7. Układy przełączające — doc. dr hab. inż. Antoni Wozniak	351
7.1. Układy kombinacyjne	351
7.1.1. Algebra Boole'a	351
7.1.2. Funkcje boolowskie	352
7.1.3. Metody minimalizacji funkcji boolowskich	363
7.1.4. Realizacje układów kombinacyjnych	370
7.2. Układy sekwencyjne	373
7.2.1. Sposoby przedstawiania układów sekwencyjnych	373
7.2.2. Podstawowe pojęcia i własności układów sekwencyjnych	377
7.2.3. Równoważność i minimalizacja układów sekwencyjnych	379
7.2.4. Kodowanie stanów układów sekwencyjnych	381
7.2.5. Realizacje układów sekwencyjnych	385
Literatura	386
8. Wzmocniacze elektromaszynowe i magnetyczne — dr inż. Józef Lastowicki, prof. dr inż. Henryk Tonia	390
8.1. Wzmocniacze elektromaszynowe	390
8.1.1. Amplitudyna	390
8.1.2. Rototrol jednostopniowy	395
8.2. Wzmocniacze magnetyczne	399
8.2.1. Definicje i zasada działania wzmocniaczy magnetycznych	399
8.2.2. Materiały i rdzenie ferromagnetyczne wzmocniaczy magnetycznych	400
8.2.3. Jednordzeniowy wzmocniacz magnetyczny sterowany prądem	402
8.2.4. Wzmocniacz magnetyczny w układzie równoległym	404
8.2.5. Wzmocniacz magnetyczny w układzie szeregowym	408
8.2.6. Wzmocniacz magnetyczny z zewnętrznym sprzężeniem zwrotnym	410
8.2.7. Wzmocniacze magnetyczne z wewnętrznym sprzężeniem zwrotnym	413
8.2.8. Podstawowe układy wzmocniaczy wielofazowych	426
8.2.9. Rewersyjne wzmocniacze magnetyczne	427
8.2.10. Szybko działające wzmocniacze magnetyczne	429
8.2.11. Magnetyczne przekładniki bezstykowe	436
Literatura	438
9. Sprzęgła i hamulce elektromagnetyczne — prof. dr inż. Władysław Pelczewski	439
9.1. Klasyfikacja sprzęgieł i hamulec elektromagnetycznych	439
9.2. Sprzęgła elektromagnetyczne cieme	439
9.2.1. Zasada działania	439
9.2.2. Konstrukcja sprzęgieł elektromagnetycznych ciemnych	439
9.2.3. Charakterystyki i właściwości sprzęgieł elektromagnetycznych ciemnych	440
9.3. Sprzęgła elektromagnetyczne proskowe	448

9.3.1. Zasada działania	448
9.3.2. Konstrukcja sprężel elektromagnetycznych proszkowych	450
9.3.3. Charakterystyki i właściwości sprężel elektromagnetycznych proszkowych	450
9.4. Sprężla elektromagnetyczne uzbębne	453
9.4.1. Zasada działania	453
9.4.2. Konstrukcja sprężel elektromagnetycznych uzbębnych	454
9.4.3. Charakterystyki i właściwości sprężel elektromagnetycznych uzbębnych	456
9.5. Sprężla elektromagnetyczne indukcyjne	456
9.5.1. Sprężla elektromagnetyczne indukcyjne z uzwojeniem roboczym	456
9.5.2. Sprężla indukcyjne na prądy wirowe	460
9.6. Hamulce elektromagnetyczne	469
9.6.1. Hamulce elektromagnetyczne cierne	469
9.6.2. Hamulce elektromagnetyczne proszkowe	470
9.6.3. Hamulce elektromagnetyczne indukcyjne	470
Literatura	471
10. Przekazniki — dr inż. Stanisław Dominko, prof. dr inż. Józef Żydanowicz	472
10.1. Wiadomości ogólne	472
10.1.1. Określenia i klasyfikacja przekazników	472
10.1.2. Charakterystyki przekazników pomiarowych jednowęściowych	473
10.1.3. Charakterystyki przekazników pomiarowych dwuwięściowych (komparatorów)	475
10.1.4. Ogólne własności, dane techniczne i wymagania techniczne przekazników	476
10.2. Elementy konstrukcyjne przekazników	481
10.2.1. Elementy przekazników elektromechanicznych	481
10.2.2. Elementy przekazników statycznych	489
10.3. Filtry składowych symetrycznych	490
10.3.1. Określenia podstawowe i klasyfikacja	490
10.3.2. Ogólne własności i warunki pracy	491
10.3.3. Filtry składowej przeciwnej napięcia	492
10.3.4. Filtry składowej zgodnej napięcia	495
10.3.5. Filtry składowej zerowej napięcia	496
10.3.6. Filtry składowej przeciwnej prądu	497
10.3.7. Filtry składowej zgodnej prądu	500
10.3.8. Filtry składowej zerowej prądu	500
10.4. Źródła napięcia pomocniczego stosowane jako części konstrukcyjne przekazników	501
10.4.1. Baterie akumulatorów	501
10.4.2. Zasilacze czerpiące energię z przekładników prądowych i napięciowych lub z sieci prądu przemiennego	503
10.4.3. Przetworniki napięcia stałego na inne napięcie stałe	503
10.5. Zasady działania przekazników jednowęściowych	505
10.5.1. Przekazniki elektromagnetyczne	505
10.5.2. Przekazniki magnetoelektryczne	509
10.5.3. Przekazniki cieplne	510
10.5.4. Czujniki temperatury	512
10.5.5. Transystorowe przekazniki do pomiaru jednej wielkości elektrycznej	513
10.6. Zasady działania wielowęściowych przekazników pomiarowych	514
10.6.1. Komparatory fazy	514
10.6.2. Komparatory amplitudy	519
10.7. Przekazniki pośredniczące	520
10.7.1. Przekazniki powszechnego użytku	520
10.7.2. Przekazniki kontaktorowe	521
10.7.3. Kontaktorony ze stykami zwilżanymi rtęcią	523
10.7.4. Przekazniki próżniowe	523
10.7.5. Tyristorowy człon wyjściowy	525
10.8. Przekazniki czasowe	525
10.8.1. Przekazniki elektromechaniczne	526
10.8.2. Przekazniki elektroniczne	528
10.9. Przekazniki sygnałowe	530
10.10. Przekazniki prądowe i napięciowe	530
10.10.1. Przekazniki elektromechaniczne	530
10.10.2. Przekazniki tranzystorowe	533
10.11. Przekazniki kierunkowe i odległościowe	536
10.11.1. Przekazniki kierunkowe	536
10.11.2. Przekazniki odległościowe	542
10.12. Przekazniki porównawcze prądowe	545
10.12.1. Przekazniki różnicowe prądowe do zabezpieczenia transformatorów	545
10.12.2. Przekazniki różnicowe z łączem przewodowym do zabezpieczania krótkich linii (do 30 km)	547
10.12.3. Przekazniki porównawczo-fazowe z łączem wielkiej częstotliwości	548
10.13. Przekazniki gazowo-przepływowe	549
10.14. Konserwacja przekazników	550
Literatura	550

11. Łączniki elektryczne — doc. dr inż. Andrzej Au, doc. dr hab. inż. Zbigniew Ciok, doc. dr hab. inż. Jan Maksymuk	552
11.1. Klasyfikacja łączników elektrycznych	552
11.2. Parametry znamionowe łączników elektrycznych	554
11.3. Elementy łączników elektrycznych i ich wyposażenie	557
11.3.1. Tory prądowe łączników elektrycznych	557
11.3.2. Układy izolacyjne łączników elektrycznych	578
11.3.3. Układy gaszenia łączników elektrycznych	585
11.3.4. Napędy łączników elektrycznych	602
11.4. Zasady budowy łączników elektrycznych	609
11.4.1. Łączniki zestykowe prądu przemiennego wysokiego napięcia	609
11.4.2. Łączniki zestykowe prądu przemiennego niskiego napięcia	630
11.4.3. Łączniki zestykowe prądu stałego	634
11.4.4. Bezpieczniki	639
11.5. Charakterystyka poszczególnych typów łączników elektrycznych i zakres ich stosowania	643
Literatura	646
12. Dławiki — doc. dr inż. Andrzej Au	648
12.1. Parametry dławików	648
12.2. Warunki pracy dławików	649
12.3. Zasady budowy dławików	650
12.3.1. Dławiki suche	651
12.3.2. Dławiki olejowe	652
12.4. Zasady obliczania dławików	653
12.4.1. Obliczanie indukcyjności dławików	653
12.4.2. Obliczanie izolacji dławików	656
12.4.3. Obliczanie ciepła dławików	659
12.4.4. Obliczanie sił elektrodynamicznych	664
Literatura	664
13. Przekładniki — doc. dr hab. inż. Kazimierz Auleymer	665
13.1. Wstęp	665
13.2. Przekładniki prądowe	665
13.2.1. Wielkości charakterystyczne przekładników prądowych	665
13.2.2. Rodzaje przekładników prądowych, sposób oznaczania zacisków i łączenia uzwojeń	666
13.2.3. Błędy przekładników prądowych przy pracy normalnej	667
13.2.4. Błędy przekładników prądowych przy przeciezeniach	673
13.2.5. Zachowanie się przekładników prądowych podczas zwarcia sieci	675
13.2.6. Izolacja przekładników prądowych	677
13.2.7. Konstrukcja przekładników prądowych	679
13.2.8. Układy połączeń przekładników prądowych	684
13.2.9. Dobór przekładników prądowych	686
13.2.10. Tendencje rozwojowe w budowie przekładników	687
13.2.11. Przekładniki prądu stałego	687
13.3. Przekładniki napięciowe	688
13.3.1. Wielkości charakterystyczne dla przekładników napięciowych	688
13.3.2. Rodzaje przekładników napięciowych oraz sposób oznaczania zacisków i łączenia uzwojeń	689
13.3.3. Błędy przekładników napięciowych	690
13.3.4. Izolacja przekładników napięciowych	897
13.3.5. Konstrukcja przekładników napięciowych	700
13.3.6. Układy połączeń przekładników napięciowych	703
13.3.7. Dobór przekładników napięciowych	705
13.3.8. Przekładniki napięciowe prądu stałego	705
Literatura	705
14. Kondensatory energetyczne — doc. dr inż. Jerzy Gzylewski	706
14.1. Klasyfikacja kondensatorów	706
14.2. Materiały do budowy kondensatorów	708
14.2.1. Bibulka kondensatorowa	708
14.2.2. Syciwa kondensatorowe	713
14.2.3. Izolacyjne folie syntetyczne	715
14.2.4. Papiery nawojowe	716
14.2.5. Preszpany	716
14.2.6. Folia metalowa	716
14.3. Układy izolacyjne kondensatorów	717
14.3.1. Pojemność	717
14.3.2. Konstrukcje zwijki	718
14.3.3. Odstępys izolacyjne	721

14.4. Izolatory przepustowe	734
14.5. Trwałość kondensatorów	734
Literatura	736
15. Odgromniki — mgr inż. Andrzej Balcerzak, mgr inż. Wiesław Czaplak	737
15.1. Odgromniki zaworowe prądu przemiennego	737
15.1.1. Zasada działania i konstrukcje	737
15.1.2. Wielkości charakterystyczne	738
15.1.3. Iskierniki odgromnikowe	739
15.1.4. Oporniki nieliniowe	742
15.1.5. Konstrukcje odgromników	744
15.1.6. Rozmieszczenie elementów w odgromniku	746
15.1.7. Rozkład napięcia na iskierniku	747
15.1.8. Zabezpieczenie przeciwwybuchowe	748
15.1.9. Rejestratory liczby zadziałań odgromników	748
15.1.10. Eksploatacja odgromników	749
15.2. Odgromniki wydmuchowe	751
15.2.1. Budowa i działanie	751
15.2.2. Wymagania techniczne	754
15.2.3. Eksploatacja	755
15.3. Odgromniki zaworowe prądu stałego	756
Literatura	757
16. Elektromagnesy przemysłowe — doc. mgr inż. Jakub Elbaum	758
16.1. Wiadomości ogólne	758
16.1.1. Podstawowe cechy i podział elektromagnesów	758
16.1.2. Budowa i zasada działania elektromagnesów	759
16.2. Obwód magnetyczny elektromagnesów	760
16.2.1. Pojęcia podstawowe	760
16.2.2. Przewodność magnetyczna szczelin i rozproszenia	765
16.2.3. Zasady obliczania prostych obwodów magnetycznych	774
16.2.4. Czwornik magnetyczny	777
16.3. Parametry i charakterystyki elektromagnesów	777
16.3.1. Parametry elektromagnetyczne	777
16.3.2. Charakterystyki elektromagnesów	787
16.3.3. Obliczanie parametrów i wyznaczanie charakterystyk. Obliczenia cieplne	792
16.4. Przegląd elektromagnesów	800
16.4.1. Elektromagnesy szybko działające (na prąd stały)	800
16.4.2. Elektromagnesy o działaniu zwłocznym (na prąd stały)	801
16.4.3. Elektromagnesy remanencyjne (impulsowe)	802
16.4.4. Inne elektromagnesy do celów automatyki	803
16.5. Projektowanie elektromagnesów	804
Literatura	806
Skorowidz	807