

Spis treści

1.	Podstawy elektrotechniki	11
doc. dr inż. Robert Kielsznia, prof. dr inż. Andrzej Piłatowicz, dr inż. Alicja Zielińska		
1.1.	Pojęcia podstawowe i jednostki miar	11
1.2.	Pole elektrostatyczne, kondensatory	15
1.3.	Obwód elektryczny	23
1.3.1.	Elementy obwodu elektrycznego. Prawo Ohma	23
1.3.2.	Rezystancja przewodników	26
1.3.3.	Prawa Kirchhoffa	27
1.3.4.	Liniowy obwód prądu stałego	29
1.3.5.	Sposoby łączenia źródeł i rezystorów w liniowym obwodzie prądu stałego	29
1.3.6.	Energia i moc, prawo Joule'a	32
1.3.7.	Metody rozwiązywania liniowych obwodów prądu stałego	33
1.3.8.	Nieliniowy obwód elektryczny prądu stałego	44
1.3.9.	Przepływ prądu przez elektrolity. Akumulatory	46
1.4.	Pole przepływowo prądu stałego	49
1.5.	Magnetyzm i elektromagnetyzm	51
1.5.1.	Wstęp	51
1.5.2.	Pole magnetyczne	51
1.5.3.	Indukcja magnetyczna	52
1.5.4.	Siła działająca na przewód z prądem w polu magnetycznym. Prawo Ampère'a	52
1.5.5.	Siła działająca na ładunki elektryczne poruszające się w polu magnetycznym	54
1.5.6.	Strumień indukcji magnetycznej. Rurka indukcji	54
1.5.7.	Pole magnetyczne w środowisku jednorodnym. Natężenie pola magnetycznego	55
1.5.8.	Siły wzajemnego oddziaływania między przewodami z prądem	57
1.5.9.	Magnesowanie ciał	59
1.5.10.	Prawo przepływu	64
1.5.11.	Obwód magnetyczny	66
1.5.12.	Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa dla obwodów magnetycznych	67
1.5.13.	Obliczanie obwodów magnetycznych	70
1.5.14.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Siła elektromotoryczna indukowana	73
1.5.15.	Zjawisko samoindukcji. Siła elektromotoryczna indukcji własnej. Indukcyjność własna	76
1.5.16.	Energia pola magnetycznego cewki o indukcyjności L	78
1.5.17.	Zjawisko indukcji wzajemnej. Siła elektromotoryczna indukcji wzajemnej	79
1.5.18.	Prądy wirowe	81
1.6.	Obwód elektryczny jednofazowy prądu sinusoidalnego	82
1.6.1.	Wstęp	82

1.6.2.	Powstawanie prądu sinusoidalnego	83
1.6.3.	Wartość średnia i skuteczna prądu i napięcia	85
1.6.4.	Moc i praca w obwodzie prądu sinusoidalnego	87
1.6.5.	Przebiegi sinusoidalne przedstawione w postaci obracających się wektorów	89
1.6.6.	Wielkości sinusoidalnie zmienne przedstawione jako wektory na płaszczyźnie zmiennej zespolonej	91
1.6.7.	Zastosowanie liczb zespolonych do obliczeń obwodów prądu sinusoidalnie zmiennego	93
1.6.8.	Analiza obwodu prądu sinusoidalnego złożonego z pojedynczych idealnych elementów R, L, C	93
1.6.9.	Analiza obwodu prądu sinusoidalnego złożonego z idealnych elementów R, L, C połączonych szeregowo	100
1.6.10.	Analiza obwodu prądu sinusoidalnego złożonego z idealnych elementów R, L, C połączonych równolegle	103
1.6.11.	Zjawisko rezonansu	105
1.6.12.	Obwody sprzężone	110
1.6.13.	Czwórniki	111
1.6.14.	Stany nieustalone w obwodach zawierających elementy R, L, C	113
1.7.	Okresowy niesinusoidalny prąd i napięcie w obwodzie elektrycznym	123
1.7.1.	Rozwinięcie funkcji okresowej w szereg Fouriera	123
1.7.2.	Obliczanie prądu i napięcia w obwodzie elektrycznym liniowym przy niesinusoidalnej sem	124
1.8.	Układy trójfazowe	125
1.8.1.	Pojęcia podstawowe	125
1.8.2.	Prąd i napięcie w układach trójfazowych symetrycznych	128
1.8.3.	Prąd i napięcie w układach trójfazowych niesymetrycznych	134
1.8.4.	Moc w układach trójfazowych	135
1.8.5.	Pole magnetyczne wirujące	137
1.8.6.	Zastosowanie układów trójfazowych	139
1.8.7.	Kompensacja mocy biernej	145
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	147
	Literatura	149

2.	Podstawy elektroniki	150
	<i>dr inż. Jan Szymczyk</i>	

2.1.	Diody półprzewodnikowe	150
2.1.1.	Wiadomości ogólne	150
2.1.2.	Dioda warstwowa	153
2.1.3.	Dioda Zenera	154
2.1.4.	Dioda elektroluminescencyjna — LED	154
2.1.5.	Dioda pojemnościowa, warikap (waraktor)	155
2.1.6.	Fotodioda i fotoogniwo	156
2.1.7.	Transoptor (sprzęgacz optyczny)	157
2.2.	Tranzystor warstwowy bipolarny	158
2.2.1.	Zasada działania tranzystora	158
2.2.2.	Tranzystor jako czwórnik i jego parametry	162
2.3.	Tranzystor unipolarny	164
2.3.1.	Tranzystor unipolarny złączowy (FET)	164
2.3.2.	Tranzystor unipolarny z izolowaną bramką (MOSFET)	165
2.4.	Tranzystor bipolarny z izolowaną bramką	166
2.5.	Tyrystory — krzemowe diody sterowane	167
2.6.	Układy scalone	171

2.7.	Wzmacniacze elektroniczne	173
2.7.1.	Wzmacniacz rezystancyjny (oporowy) ze wspólnym emiterem — WE	173
2.7.2.	Wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora — WC	186
2.7.3.	Wzmacniacze wielostopniowe	189
2.7.4.	Wzmacniacze selektywne	192
2.7.5.	Wzmacniacze mocy	195
2.7.6.	Wzmacniacze prądu stałego	202
2.8.	Generatory	211
2.8.1.	Wstęp	211
2.8.2.	Ogólne warunki generacji drgań	212
2.8.3.	Generatory LC	213
2.8.4.	Generatory LC o zwiększonej stabilności częstotliwości	216
2.8.5.	Generatory kwarcowe	217
2.8.6.	Generatory RC	218
2.8.7.	Generatory sygnałów niesinusoidalnych	222
2.9.	Modulacja i demodulacja	229
2.9.1.	Wstęp	229
2.9.2.	Modulacja i demodulacja amplitudy	230
2.9.3.	Modulacja i demodulacja częstotliwości	232
2.10.	Układy impulsowe	234
2.10.1.	Wiadomości ogólne	234
2.10.2.	Przerzutnik bistabilny	235
2.10.3.	Przerzutnik monostabilny	238
2.10.4.	Przerzutnik Schmitta	240
2.11.	Układy cyfrowe	242
2.11.1.	Wiadomości ogólne	242
2.11.2.	Podstawowe elementy logiczne	243
2.11.3.	Realizacja funkcji złożonych	247
2.11.4.	Rodzaje i właściwości bramek logicznych	248
2.11.5.	Przerzutniki i liczniki	251
2.11.6.	Pamięci półprzewodnikowe	256
2.11.7.	Systemy mikroprocesorowe	258
2.11.8.	Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe	262
2.12.	Źródła zasilające	266
2.12.1.	Uwagi ogólne	266
2.12.2.	Prostowniki	267
2.12.3.	Filtry	269
2.12.4.	Stabilizatory napięcia stałego	270
2.13.	Wybrane przykłady zastosowania układów elektronicznych	276
2.13.1.	Zastosowanie elektroniki w miernikach wielkości elektrycznych	276
2.13.2.	Zastosowanie elektroniki w miernictwie przemysłowym	279
2.13.3.	Zastosowanie elektroniki do badań materiałów	280
2.13.4.	Zastosowanie urządzeń elektronicznych do wizualnej analizy zjawisk	282
2.13.5.	Zastosowanie urządzeń elektronicznych w automatyce	285
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	287
	Literatura	288

3. Pomiary wielkości elektrycznych i nieelektrycznych 290

prof. dr inż. Andrzej Wąsowski

3.1.	Przyrządy pomiarowe elektromechaniczne	290
3.1.1.	Uwagi ogólne o pomiarach i przyrządach pomiarowych	290
3.1.2.	Przyrządy magnetoelektryczne	293

3.1.3.	Przyrządy elektromagnetyczne	297
3.1.4.	Przyrządy elektrodynamiczne	298
3.1.5.	Liczniki indukcyjne	300
3.1.6.	Rejestratory	301
3.1.7.	Przekładniki	302
3.2.	Metody pomiarów wielkości elektrycznych	304
3.2.1.	Pomiar napięcia i prądu	304
3.2.2.	Pomiar rezystancji	305
3.2.3.	Pomiar indukcyjności	308
3.2.4.	Pomiar pojemności	311
3.2.5.	Pomiar mocy i energii	312
3.3.	Przetwarzanie wielkości nieelektrycznych na elektryczne	316
3.3.1.	Uwagi ogólne	316
3.3.2.	Pomiary temperatury	320
3.3.3.	Pomiary wielkości mechanicznych	324
3.3.4.	Pomiary natężenia przepływu	339
3.3.5.	Pomiary przepływu ciepła	340
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	341
	Literatura	342

4. Maszyny elektryczne i transformatory 343

dr inż. Wiesław Żurawski

4.1.	Wstęp	343
4.2.	Budowa maszyn elektrycznych	343
4.3.	Maszyny prądu stałego	346
4.3.1.	Budowa	346
4.3.2.	Zasada działania i zależności podstawowe	347
4.3.3.	Straty energii i sprawność maszyn	350
4.3.4.	Oddziaływanie twornika	350
4.3.5.	Komutacja	350
4.3.6.	Rodzaje maszyn	352
4.3.7.	Właściwości prądnic	354
4.3.8.	Właściwości silników	357
4.4.	Maszyny synchroniczne	360
4.4.1.	Budowa	360
4.4.2.	Zasada działania prądnicy synchronicznej	362
4.4.3.	Bieg jałowy i stan zwarcia	365
4.4.4.	Praca prądnicy na sieć własną	367
4.4.5.	Współpraca prądnicy z siecią sztywną	369
4.4.6.	Synchronizacja	371
4.4.7.	Silnik synchroniczny	372
4.4.8.	Alternatory	374
4.4.9.	Silniki skokowe	378
4.5.	Transformatory	384
4.5.1.	Budowa	384
4.5.2.	Stan jałowy transformatora jednofazowego	385
4.5.3.	Stan obciążenia transformatora jednofazowego	388
4.5.4.	Stan zwarcia transformatora	390
4.5.5.	Praca równoległa transformatorów	391
4.5.6.	Transformatory trójfazowe	391
4.5.7.	Regulacja napięcia w transformatorze	393
4.5.8.	Autotransformatory	394

4.6.	Silniki indukcyjne (asynchroniczne)	395
4.6.1.	Budowa	395
4.6.2.	Zasada działania silnika indukcyjnego trójfazowego	397
4.6.3.	Sposoby rozruchu silników indukcyjnych trójfazowych	405
4.6.4.	Silniki indukcyjne jednofazowe	406
4.6.5.	Silniki liniowe indukcyjne	407
4.6.6.	Silniki elektryczne wykonawcze (SW)	410
4.7.	Drgania i hałas maszyn elektrycznych	416
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	418
	Literatura	420

5. Użytkowanie energii elektrycznej 421

dr inż. Paweł Hempowicz

5.1.	Napęd elektryczny	421
5.1.1.	Charakterystyki mechaniczne	421
5.1.2.	Regulacja prędkości kątowej silników elektrycznych	427
5.1.3.	Regulacja prędkości kątowej silników prądu stałego	427
5.1.4.	Regulacja prędkości kątowej silnika bocznikowego	428
5.1.5.	Regulacja prędkości kątowej silnika szeregowego	438
5.1.6.	Regulacja prędkości kątowej silników prądu przemiennego	440
5.1.7.	Hamowanie silników elektrycznych	445
5.1.8.	Hamowanie silników bocznikowych prądu stałego	446
5.1.9.	Hamowanie silników szeregowych prądu stałego	449
5.1.10.	Hamowanie silników indukcyjnych	451
5.1.11.	Wielomaszynowe układy napędowe	454
5.1.12.	Dobór silnika napędowego	456
5.1.13.	Sprzęgła elektromagnetyczne	459
5.1.14.	Luzowniki (zwalniaki)	466
5.2.	Oświetlenie elektryczne	467
5.2.1.	Pojęcia podstawowe, jednostki	467
5.2.2.	Elektryczne źródła światła	470
5.2.3.	Oprawy oświetleniowe	479
5.2.4.	Wiadomości ogólne o oświetlaniu	485
5.3.	Elektrotermia	490
5.3.1.	Nagrzewanie rezystancyjne (oporowe)	490
5.3.2.	Nagrzewanie elektrodowe	492
5.3.3.	Nagrzewanie łukowe	494
5.3.4.	Nagrzewanie indukcyjne	496
5.3.5.	Nagrzewanie pojemnościowe	499
5.3.6.	Nagrzewanie promiennikowe	499
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	501
	Literatura	501

6. Urządzenia do wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej 503

prof. dr inż. Andrzej Pilatowicz, dr inż. Alicja Zielińska

6.1.	Pojęcia podstawowe	503
6.1.1.	Energetyka	503
6.1.2.	Elektroenergetyka	504
6.2.	System elektroenergetyczny	507
6.2.1.	Wytwarzanie energii elektrycznej	507

6.2.2.	Przesył energii elektrycznej w SEE	509
6.2.3.	Rozdział energii elektrycznej w SEE	511
6.3.	Elementy systemu elektroenergetycznego	515
6.3.1.	Wymagania ogólne i środowiskowe	515
6.3.2.	Wymagania stawiane sieciom i instalacjom	520
6.3.3.	Układy sieci	521
6.3.4.	Elektrownie	524
6.3.5.	Linie elektroenergetyczne	525
6.3.6.	Stacje elektroenergetyczne	529
6.3.7.	Instalacje elektryczne	538
6.3.8.	Jakość energii elektrycznej	554
6.4.	Zabezpieczenia przeciwzakłóceniu	557
6.4.1.	Rodzaje zakłóceń i ograniczanie ich skutków	557
6.4.2.	Ochrona sieci elektroenergetycznych przed przepięciami	560
6.4.3.	Rodzaje zabezpieczeń przekątnikowych	561
6.4.4.	Zabezpieczenia linii, transformatorów i automatyka sieciowa	563
6.4.5.	Zabezpieczenia silników	565
6.5.	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym	566
6.5.1.	Oddziaływanie prądu elektrycznego na organizm ludzki	566
6.5.2.	Układy sieciowe w ochronie przed porażeniem	571
6.5.3.	Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)	574
6.5.4.	Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa)	574
6.5.5.	Zasada działania wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego	578
6.5.6.	Ochrona przed przerzutem wysokiego napięcia w stacjach transformatorowych	579
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	580
	Literatura	581

7.	Wybrane układy energoelektroniki	582
----	---	------------

dr inż. Tadeusz Tomborowski

7.1.	Wiadomości wstępne	582
7.2.	Prostowniki niesterowane	583
7.2.1.	Prostownik jednopulsowy	583
7.2.2.	Prostowniki dwupulsowe	585
7.2.3.	Prostowniki trójfazowe	587
7.2.4.	Charakterystyka zewnętrzna prostownika	589
7.3.	Prostowniki sterowane	590
7.3.1.	Prostownik sterowany jednopulsowy	591
7.3.2.	Prostowniki sterowane wielopulsowe	595
7.3.3.	Prostowniki nawrotne (rewersyjne)	598
7.4.	Łączniki i sterowniki prądu przemiennego	599
7.4.1.	Układy jednofazowe	600
7.4.2.	Układy trójfazowe	603
7.4.3.	Przełączniki częstotliwości bezpośrednie	603
7.5.	Łączniki i sterowniki prądu stałego	605
7.6.	Falowniki niezależne	608
7.6.1.	Falowniki napięcia	608
7.6.2.	Falowniki prądu	611
7.7.	Zastosowania układów energoelektroniki	611
	Wykaz ważniejszych oznaczeń	615
	Literatura	615
	Skorowidz	616