

Spis treści

Wstęp	7
1. Wprowadzenie	9
1.1. Charakterystyka ogólna elektrotechniki	9
1.2. Wielkości fizyczne i jednostki używane w elektrotechnice	9
1.3. Częstki elementarne. Ładunek elektryczny	13
1.4. Wiązania chemiczne w cząsteczkach i kryształach	14
1.5. Własności elektryczne ciał. Zjawisko prądu elektrycznego	15
1.6. Pole elektromagnetyczne i jego cechy ..	16
2. Prąd elektryczny	19
2.1. Rodzaje prądu elektrycznego. Gęstość prądu elektrycznego	19
2.2. Prąd elektryczny w przewodnikach	20
2.2.1. Prawo Ohma. Rezystancja i przewodność przewodnika	20
2.2.2. Zależność rezystancji od temperatury	23
2.2.3. Moc i energia prądu elektrycznego ...	23
2.2.4. Budowa rezystorów i ich charakterystyki	24
2.2.5. Zasady grzejnictwa rezystancyjnego ..	26
2.3. Prąd elektryczny w próżni	27
2.4. Prąd elektryczny w gazach	28
2.5. Prąd elektryczny w elektrolitach	30
2.6. Prąd elektryczny w półprzewodnikach ..	31
3. Obwody elektryczne prądu stałego ...	38
3.1. Elementy obwodu. Pojęcia podstawowe ..	38
3.2. Liniowość i nieliniowość obwodu. Zasada superpozycji	40
3.3. Znakowanie zwrotu prądu i napięcia ..	41
3.4. Prawa obwodu elektrycznego	42
3.4.1. Prawo Ohma	42
3.4.2. Prawa Kirchhoffa	43
3.5. Schematy zastępcze i stany pracy źródeł energii elektrycznej	45
3.6. Obwody nierozgałęzione	49
3.6.1. Połączenie szeregowe rezystorów i źródeł napięcia	49
3.6.2. Bilans mocy	51
3.6.3. Wykres zmienności potencjału	51
3.7. Obwody rozgałęzione o dwóch węzłach ..	52
3.7.1. Połączenie równoległe rezystorów i źródeł	52
3.7.2. Bilans mocy	54
3.8. Obliczanie obwodów metodą przekształcania	55
3.8.1. Połączenie szeregowe elementów	55
3.8.2. Połączenie równoległe elementów	56
3.8.3. Połączenie mieszane elementów	57
3.8.4. Połączenie elementów w trójkąt oraz w gwiazdę	59
3.9. Obliczanie obwodów metodą praw Kirchhoffa	61
3.10. Obliczanie obwodów metodą superpozycji	62
3.11. Obliczanie obwodów metodą prądów oczkowych	64
3.12. Obliczanie obwodów metodą potencjałów węzłowych	66
3.13. Obliczanie obwodów metodą graficzną ..	68
3.14. Obliczanie obwodów nieliniowych prądu stałego	69
3.14.1. Charakterystyki elementów nieliniowych	69
3.14.2. Połączenie szeregowe elementów nieliniowych	70
3.14.3. Połączenie równoległe elementów nieliniowych	72
3.14.4. Połączenie szeregowe rezystora nieliniowego z rezystorem liniowym o rezystancji nastawnej	72
4. Źródła energii elektrycznej	79
4.1. Wiadomości wstępne	79
4.2. Źródła elektromechaniczne	79
4.3. Źródła chemiczne	80
4.3.1. Ogniwa galwaniczne	80
4.3.2. Akumulatory	82
4.3.3. Ogniwa paliwowe	83
4.4. Źródła ciepłe	84
4.4.1. Zjawisko termoelektryczne	84
4.4.2. Generator termoelektryczny	85
4.4.3. Generator magnetogazodynamiczny ...	85
4.4.4. Inne źródła ciepłe	86
4.5. Źródła świetlne	87
4.6. Źródła piezoelektryczne	87
5. Pole elektryczne	88
5.1. Zjawisko elektryzowania ciał. Prawo zachowania ładunku elektrycznego	88
5.2. Rozkład ładunków elektrycznych	88
5.3. Prawo Coulomba. Przenikalność elektryczna środowiska	89

5.4. Natężenie pola elektrycznego	90	pracy podczas eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych	120
5.5. Obraz graficzny pola elektrycznego	91	6.7. Sposoby ratowania porażonych prądem elektrycznym	121
5.6. Potencjał i napięcie elektryczne	92	6.7.1. Wiadomości ogólne	121
5.7. Dielektryk w polu elektrycznym. Polaryzacja dielektryka	94	6.7.2. Sztuczne oddychanie	122
5.8. Indukcja elektryczna. Strumień indukcji elektrycznej	96	6.7.3. Sztuczne krążenie krwi	123
5.9. Twierdzenie Gaussa	97	7. Pole magnetyczne. Elektromagnetyzm 124	
5.10. Zastosowanie twierdzenia Gaussa do obliczania pola elektrycznego	97	7.1. Powstawanie pola magnetycznego	124
5.10.1. Pole elektryczne w otoczeniu naładowanej płyty metalowej	97	7.2. Siła działająca na przewód z prądem umieszczony w polu magnetycznym. Indukcja magnetyczna	125
5.10.2. Pole elektryczne w otoczeniu przewodu prostoliniowego	99	7.3. Strumień magnetyczny	127
5.10.3. Pole elektryczne naładowanej kuli dielektrycznej	99	7.4. Prawo Biota i Savarta. Przenikalność magnetyczna środowiska	128
5.11. Przewodnik w polu elektrycznym	100	7.5. Natężenie pola magnetycznego	129
5.12. Pojemność elektryczna. Kondensatory	101	7.6. Prawo przepływu	129
5.13. Wyznaczanie pojemności kondensatorów	102	7.7. Własności magnetyczne materiałów	131
5.13.1. Pojemność kondensatora płaskiego ..	102	7.8. Magnesowanie materiałów ferromagnetycznych	133
5.13.2. Pojemność kondensatora cylindrycznego	102	7.9. Strumień magnetyczny skojarzony	137
5.14. Łączenie kondensatorów	103	7.10. Indukcyjność własna cewki	137
5.15. Energia pola elektrycznego kondensatora	105	7.11. Indukcyjność wzajemna	138
5.16. Budowa kondensatorów	107	7.12. Energia pola magnetycznego cewki	140
5.17. Wytrzymałość elektryczna	108	7.13. Oddziaływanie elektrodynamiczne przewodów z prądem	142
5.18. Elektryczność atmosferyczna	109	7.14. Elektromagnes. Siła udźwigu	143
6. Działania fizjologiczne prądu elektrycznego na organizm ludzki	115	7.15. Zjawisko Halla	144
6.1. Skutki działania prądu elektrycznego na organizm ludzki	115	7.16. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	145
6.1.1. Wiadomości ogólne	115	7.17. Indukowanie się siły elektromotorycznej w przewodzie (z prądem) poruszającym się w polu magnetycznym	147
6.1.2. Działanie prądu elektrycznego na krążenie krwi i oddychanie	116	7.18. Zjawisko indukcji własnej i wzajemnej	148
6.1.3. Działanie prądu elektrycznego na układ nerwowy	116	7.19. Prądy wirowe	149
6.1.4. Uszkodzenie skóry, mięśni i kości	116	7.20. Zasada działania silnika elektrycznego prądu stałego	149
6.1.5. Działanie pośrednie prądu elektrycznego	117	7.21. Mierniki magnetoelektryczne	150
6.2. Przyczyny porażen prądem elektrycznym	117	7.22. Mierniki elektrodynamiczne	151
6.3. Ochrona przed porażeniem	117	7.23. Mierniki elektromagnetyczne	152
6.4. Skutki działania pola elektrostatycznego. Niebezpieczeństwa związane z elektrycznością statyczną	119	7.24. Mierniki indukcyjne	153
6.5. Ochrona przed działaniem fal elektromagnetycznych wielkiej częstotliwości oraz szkodliwym promieniowaniem	119	8. Obwody magnetyczne	156
6.6. Ogólne zasady organizacji bezpiecznej		8.1. Definicje. Pojęcia podstawowe	156
		8.2. Konstrukcje obwodów magnetycznych	157
		8.3. Prawa obwodów magnetycznych	158
		8.4. Obliczanie obwodu magnetycznego nierozgałęzionego ze szczeliną powietrzną	162
		8.5. Obliczanie obwodów magnetycznych rozgałęzionych	165
		8.6. Obliczanie obwodu magnetycznego magnesu trwałego	166

9. Obwody prądu sinusoidalnego jednofazowego	172	11.2. Rezonans napięć	227
9.1. Powstawanie prądu sinusoidalnie zmiennego	172	11.3. Rezonans prądów	230
9.2. Wielkości charakteryzujące przebiegi sinusoidalne	173	12. Metody obliczania obwodów rozgałęzionych prądu sinusoidalnie zmiennego	237
9.3. Wartość skuteczna i wartość średnia prądu sinusoidalnego	175	12.1. Obliczanie obwodów metodą przekształcania	237
9.4. Przesunięcie fazowe przebiegów sinusoidalnych	177	12.2. Obliczanie obwodów metodą praw Kirchhoffa	239
9.5. Przedstawianie przebiegów sinusoidalnych za pomocą obracających się wektorów	178	12.3. Obliczanie obwodów metodą prądów oczkowych	240
9.6. Dodawanie przebiegów sinusoidalnych	180	12.4. Obliczanie obwodów metodą napięć węzłowych	241
9.7. Analiza obwodów elementarnych zawierających elementy R , L , C	182	12.5. Obliczanie obwodów metodą źródła zastępczego	242
9.7.1. Elementy rzeczywiste i elementy idealne	182	13. Obwody elektryczne ze sprzężeniami magnetycznymi	246
9.7.2. Dwójnik o rezystancji R	183	13.1. Zjawiska występujące w obwodzie ze sprzężeniem magnetycznym cewek	246
9.7.3. Dwójnik o indukcyjności L	184	13.2. Zaciski jednoimienne i ich oznaczanie	248
9.7.4. Dwójnik o pojemności C	185	13.3. Połączenie szeregowe elementów sprzężonych magnetycznie	249
9.8. Prawa Kirchhoffa w obwodach prądu zmiennego	187	13.4. Zasada działania transformatora	251
9.9. Dwójnik szeregowy RL	189	13.5. Transformatory powietrzne	253
9.10. Dwójnik szeregowy RC	191	13.6. Transformatory z rdzeniem ferromagnetycznym	255
9.11. Dwójnik szeregowy RLC	192	13.6.1. Budowa transformatorów	255
9.12. Dwójnik równoległy RLC	194	13.6.2. Straty w rdzeniu transformatora	256
9.13. Obliczanie obwodów prądu sinusoidalnego metodą liczb zespolonych	197	13.6.3. Równania i wykres wektorowy transformatora	257
9.13.1. Metoda liczb zespolonych	197	13.7. Transformatory specjalne	260
9.13.2. Zastosowanie metody liczb zespolonych do obliczania obwodów zawierających elementy R , L , C	200	13.7.1. Przekładniki	260
10. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennego	215	13.7.2. Transformator spawalniczy	261
10.1. Moc chwilowa	215	13.7.3. Transformatory wielkiej częstotliwości	261
10.2. Moc czynna, bierna i pozorna	216	14. Układy trójfazowe	263
10.3. Postać zespolona mocy pozornej	217	14.1. Klasyfikacja układów trójfazowych	263
10.4. Moc w rezystorze idealnym o rezystancji R	218	14.2. Układy trójfazowe symetryczne	264
10.5. Moc w cewce idealnej o indukcyjności L	219	14.2.1. Pojęcia podstawowe	264
10.6. Moc w kondensatorze idealnym o pojemności C	220	14.2.2. Połączenie odbiornika w gwiazdę	266
10.7. Moc w cewce rzeczywistej	221	14.2.3. Połączenie odbiornika w trójkąt	270
10.8. Moc w kondensatorze rzeczywistym ..	222	14.3. Układy trójfazowe niesymetryczne	273
10.9. Znaczenie techniczne i ekonomiczne współczynnika mocy	224	14.3.1. Układ czteroprzewodowy	273
11. Rezonans w obwodach elektrycznych	227	14.3.2. Układ trójprzewodowy gwiazdowy ..	275
11.1. Pojęcia podstawowe	227	14.3.3. Układ trójkątowy	275
		14.4. Pomiar mocy w układach trójfazowych	276
		14.5. Pole magnetyczne wirujące	280
		14.6. Składowe symetryczne	282

15. Czwórniki i filtry częstotliwościowe	290	17.3.3. Symetria względem początku układu osi współrzędnych	332
15.1. Klasyfikacja czwórników. Pojęcia podstawowe	290	17.4. Obliczanie obwodów napięcia i prądu niesinusoidalnego	332
15.2. Równania czwórników	291	17.5. Moc w obwodach napięcia i prądu niesinusoidalnego	334
15.3. Schematy zastępcze czwórników	292	17.6. Zastosowanie filtrów rezonansowych	334
15.3.1. Czwórnik typu T	293	18. Stany nieustalone w obwodach liniowych	338
15.3.2. Czwórnik typu Π	294	18.1. Pojęcie stanu ustalonego i stanu nieustalonego	338
15.4. Stany pracy czwórnika	294	18.2. Warunki początkowe. Prawa komutacji	339
15.5. Impedancja wejściowa czwórnika	295	18.3. Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RL	340
15.6. Czwórniki symetryczne	296	18.3.1. Włączenie napięcia stałego w obwodzie RL	340
15.6.1. Impedancja charakterystyczna czwórnika symetrycznego	296	18.3.2. Stała czasowa obwodu RL	342
15.6.2. Współczynnik tłumienia. Współczynnik fazowy. Współczynnik przeniesienia czwórnika symetrycznego	297	18.3.3. Zwarcie obwodu RL przy warunku początkowym niezerowym	344
15.7. Czwórniki aktywne	299	18.4. Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RC	345
15.7.1. Źródła sterowane	299	18.4.1. Włączenie napięcia stałego w obwodzie RC	345
15.7.2. Schematy zastępcze czwórników aktywnych	300	18.4.2. Zwarcie obwodu RC przy warunku początkowym niezerowym	348
15.7.3. Wzmacniacz operacyjny	302	18.5. Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RLC	349
15.8. Połączenia czwórników	305	19. Sposoby wytwarzania, przetwarzania i przesyłu energii elektrycznej	354
15.9. Filtry częstotliwościowe	306	19.1. Źródła energii elektrycznej	354
15.9.1. Określenia podstawowe. Klasyfikacja filtrów	306	19.2. Elektrownie konwencjonalne	354
15.9.2. Filtry reaktancyjne	307	19.2.1. Elektrownie ciepłe	354
15.9.3. Filtry pasywne RC	312	19.2.2. Elektrownie wodne	356
16. Obwody nieliniowe prądu zmiennego	316	19.3. Elektrownie niekonwencjonalne	356
16.1. Charakterystyka elementów i obwodów nieliniowych prądu zmiennego	316	19.3.1. Wiadomości ogólne	356
16.2. Obwody nieliniowe z elementami ferromagnetycznymi	317	19.3.2. Elektrownie słoneczne	356
16.2.1. Cewka z rdzeniem ferromagnetycznym	317	19.3.3. Elektrownie wiatrowe	357
16.2.2. Zjawisko ferorezonansu	319	19.3.4. Elektrownie geotermiczne	358
16.2.3. Stabilizator ferorezonansowy	321	19.3.5. Elektrownie z generatorami MHD	358
16.2.4. Dławik podmagnesowany prądem stałym	322	19.4. Przetwarzanie energii elektrycznej	358
16.3. Obwody nieliniowe z elementami elektronicznymi	324	19.5. Nadprzewodnictwo	359
16.3.1. Charakterystyki elementów prostownikowych	324	19.5.1. Zjawisko nadprzewodnictwa	359
16.3.2. Charakterystyki diod o specjalnym przeznaczeniu	325	19.5.2. Zastosowanie nadprzewodników w technice	359
16.3.3. Obwody z prostownikami	326	19.6. Światłowody	360
17. Przebiegi niesinusoidalne	329	19.6.1. Wiadomości ogólne	360
17.1. Pojęcia podstawowe	329	19.6.2. Zastosowanie światłowodów	361
17.2. Analiza harmoniczna przebiegów niesinusoidalnych okresowych	330	Indeks	362
17.3. Symetria krzywych odkształconych	331		
17.3.1. Symetria względem osi odciętych	331		
17.3.2. Symetria względem osi rzędnych	332		