

Spis treści

Wstęp	6	3.2.3. Moc i energia prądu elektrycznego	47
1. Wprowadzenie	7	3.2.4. Rezystory i ich charakterystyki	48
1.1. Charakterystyka ogólna elektrotechniki	7	3.2.5. Zasady grzejnictwa rezystancyjnego	49
1.2. Wielkości fizyczne i jednostki używane w elektrotechnice	7	3.3. Prąd elektryczny w próżni	50
1.3. Częstki. Ładunek elektryczny	12	3.4. Prąd elektryczny w gazach	51
1.4. Wiązania chemiczne w cząsteczkach i kryształach	13	3.5. Prąd elektryczny w elektrolitach	53
1.5. Własności elektryczne ciał. Zjawisko prądu elektrycznego	14	3.6. Prąd elektryczny w półprzewodnikach	54
1.6. Pole elektromagnetyczne i jego cechy	16	4. Obwody elektryczne prądu stałego	60
2. Pole elektryczne	18	4.1. Elementy obwodu. Pojęcia podstawowe	60
2.1. Zjawisko elektryzowania ciał. Prawo zachowania ładunku elektrycznego	18	4.2. Liniowość i nieliniowość obwodu. Zasada superpozycji	62
2.2. Rozkład ładunków elektrycznych	18	4.3. Znakowanie zwrotu prądu i napięcia	63
2.3. Prawo Coulomba. Przenikalność elektryczna środowiska	19	4.4. Prawa obwodu elektrycznego	64
2.4. Natężenie pola elektrycznego	20	4.4.1. Prawo Ohma	64
2.5. Obraz graficzny pola elektrycznego	21	4.4.2. Prawa Kirchhoffa	65
2.6. Potencjał i napięcie elektryczne	22	4.5. Schematy zastępcze i stany pracy źródeł energii elektrycznej	67
2.7. Dielektryk w polu elektrycznym. Polaryzacja dielektryka	24	4.6. Obwody nierozgałęzione	70
2.8. Indukcja elektryczna. Strumień indukcji elektrycznej	25	4.6.1. Połączenie szeregowe rezystorów i źródeł napięcia	70
2.9. Twierdzenie Gaussa	27	4.6.2. Bilans mocy	72
2.10. Zastosowanie twierdzenia Gaussa do obliczania pola elektrycznego	27	4.6.3. Wykres zmienności potencjału	73
2.10.1. Pole elektryczne w otoczeniu naładowanej płyty metalowej	27	4.7. Obwody rozgałęzione o dwóch węzłach	74
2.10.2. Pole elektryczne w otoczeniu przewodu prostoliniowego	28	4.7.1. Połączenie równoległe rezystorów i źródeł	74
2.10.3. Pole elektryczne naładowanej kuli dielektrycznej	29	4.7.2. Bilans mocy	76
2.11. Przewodnik w polu elektrycznym	30	4.8. Obliczanie obwodów metodą przekształcania	76
2.12. Pojemność elektryczna. Kondensatory	30	4.8.1. Połączenie szeregowe elementów	76
2.13. Wyznaczanie pojemności kondensatorów	31	4.8.2. Połączenie równoległe elementów	77
2.13.1. Pojemność kondensatora płaskiego	31	4.8.3. Połączenie mieszane elementów	78
2.13.2. Pojemność kondensatora cylindrycznego	32	4.8.4. Połączenie elementów w trójkąt oraz w gwiazdę	80
2.14. Łączenie kondensatorów	33	4.9. Obliczanie obwodów metodą praw Kirchhoffa	82
2.15. Energia pola elektrycznego kondensatora	34	4.10. Obliczanie obwodów metodą superpozycji	83
2.16. Wytrzymałość elektryczna	36	4.11. Obliczanie obwodów metodą prądów oczkowych	84
2.17. Elektryczność atmosferyczna	36	4.12. Obliczanie obwodów metodą potencjałów węzłowych	86
3. Prąd elektryczny	43	4.13. Elementy nieliniowe prądu stałego	88
3.1. Rodzaje prądu elektrycznego. Gęstość prądu elektrycznego	43	5. Źródła energii elektrycznej	98
3.2. Prąd elektryczny w przewodnikach	44	5.1. Wiadomości wstępne	98
3.2.1. Prawo Ohma. Rezystancja i konduktancja przewodnika	44	5.2. Źródła elektromechaniczne	98
3.2.2. Zależność rezystancji od temperatury	47	5.3. Źródła chemiczne	99
		5.3.1. Ogniwa galwaniczne	99
		5.3.2. Akumulatory	101
		5.3.3. Ogniwa paliwowe	102

5.4.	Źródła ciepłe	103
5.4.1.	Zjawisko termoelektryczne	103
5.4.2.	Generator termoelektryczny	104
5.4.3.	Generator magnetogazodynamiczny	104
5.4.4.	Inne źródła ciepłe	105
5.5.	Źródła świetlne	105
5.6.	Źródła piezoelektryczne	106

6. Działania fizjologiczne prądu elektrycznego na organizm ludzki

6.1.	Skutki działania prądu elektrycznego na organizm ludzki	107
6.1.1.	Wiadomości ogólne	107
6.1.2.	Działanie prądu elektrycznego na krążenie krwi i oddychanie	108
6.1.3.	Działanie prądu elektrycznego na układ nerwowy	108
6.1.4.	Uszkodzenie skóry, mięśni i kości	108
6.1.5.	Działanie pośrednie prądu elektrycznego	109
6.2.	Przyczyny porażeń prądem elektrycznym	109
6.3.	Ochrona przed porażeniem	109
6.4.	Niebezpieczeństwa związane z działaniem pola elektrostatycznego	111
6.5.	Ochrona przed działaniem fal elektromagnetycznych wielkiej częstotliwości	111
6.6.	Zasady organizacji pracy podczas eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych	112
6.7.	Sposoby ratowania porażonych prądem elektrycznym	113
6.7.1.	Wiadomości ogólne	113
6.7.2.	Sztuczne oddychanie	114
6.7.3.	Sztuczne krążenie krwi	114

7. Pole magnetyczne.

	Elektromagnetyzm	115
7.1.	Powstawanie pola magnetycznego	115
7.2.	Siła działająca na przewód z prądem umieszczony w polu magnetycznym. Indukcja magnetyczna	116
7.3.	Strumień magnetyczny	118
7.4.	Prawo Biota i Savarta. Przenikalność magnetyczna środowiska	118
7.5.	Natężenie pola magnetycznego	119
7.6.	Prawo przepływu	120
7.7.	Własności magnetyczne materiałów	121
7.8.	Magnesowanie materiałów ferromagnetycznych	124
7.9.	Strumień magnetyczny skojarzony	127
7.10.	Indukcyjność własna cewki	127
7.11.	Indukcyjność wzajemna	128
7.12.	Energia pola magnetycznego cewki	130
7.13.	Oddziaływanie elektrodynamiczne przewodów z prądem	131
7.14.	Elektromagnes. Siła udźwigu	133
7.15.	Zjawisko Halla	134

7.16.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	134
7.17.	Indukowanie się siły elektromotorycznej w przewodzie z prądem poruszającym się w polu magnetycznym	136
7.18.	Zjawisko indukcji własnej i wzajemnej	137
7.19.	Prądy wirowe	138

8. Obwody magnetyczne

8.1.	Definicje. Pojęcia podstawowe	143
8.2.	Konstrukcje obwodów magnetycznych	144
8.3.	Prawa obwodów magnetycznych	145
8.4.	Obliczanie obwodu magnetycznego nierozgałęzionego ze szczeliną powietrzną	149
8.5.	Obliczanie obwodów magnetycznych rozgałęzionych	150
8.6.	Obliczanie obwodu magnetycznego magnesu trwałego	152

9. Obwody prądu sinusoidalnego jednofazowego

9.1.	Powstawanie prądu sinusoidalnie zmiennego	158
9.2.	Wielkości charakteryzujące przebiegi sinusoidalne	159
9.3.	Wartość skuteczna i wartość średnia prądu sinusoidalnego	160
9.4.	Przesunięcie fazowe przebiegów sinusoidalnych	163
9.5.	Przedstawianie przebiegów sinusoidalnych za pomocą obracających się wektorów	164
9.6.	Dodawanie przebiegów sinusoidalnych	166
9.7.	Analiza obwodów elementarnych z elementami R, L, C	168
9.7.1.	Elementy rzeczywiste i elementy idealne	168
9.7.2.	Dwójnik o rezystancji R	169
9.7.3.	Dwójnik o indukcyjności L	170
9.7.4.	Dwójnik o pojemności C	171
9.8.	Prawa Kirchhoffa w obwodach prądu zmiennego	173
9.9.	Dwójnik szeregowy RL	174
9.10.	Dwójnik szeregowy RC	176
9.11.	Dwójnik szeregowy RLC	177
9.12.	Dwójnik równoległy RLC	179
9.13.	Obliczanie obwodów prądu sinusoidalnego metodą liczb zespolonych	181
9.13.1.	Metoda liczb zespolonych	181
9.13.2.	Zastosowanie metody liczb zespolonych do obliczania obwodów z elementami R, L, C	185

10. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennego

10.1.	Moc chwilowa	200
10.2.	Moc czynna, bierna i pozorna	201
10.3.	Postać zespolona mocy pozornej	202

10.4.	Przebiegi mocy	203	15.3.	Stany pracy czwórnika	267
10.4.1.	Moc w rezystorze idealnym o rezystancji R	203	15.4.	Czwórniki aktywne. Źródła sterowane	267
10.4.2.	Moc w cewce idealnej o indukcyjności L	203	15.5.	Filtry częstotliwościowe	268
10.4.3.	Moc w kondensatorze idealnym o pojemności C	204	15.5.1.	Filtry reakcyjne	269
10.4.4.	Moc w cewce rzeczywistej	204	15.5.2.	Filtry pasywne RC	270
10.5.	Znaczenie techniczne i ekonomiczne współczynnika mocy	205	16.	Obwody nieliniowe	
11.	Rezonans w obwodach elektrycznych	209		prądu zmiennego	273
11.1.	Pojęcia podstawowe	209	16.1.	Charakterystyka elementów i obwodów nieliniowych prądu zmiennego	273
11.2.	Rezonans napięć	209	16.2.	Obwody nieliniowe z elementami ferromagnetycznymi	274
11.3.	Rezonans prądów	211	16.2.1.	Cewka z rdzeniem ferromagnetycznym	274
12.	Metody obliczania obwodów rozgałęzionych prądu sinusoidalnie zmiennego	220	16.2.2.	Zjawisko ferorezonansu	276
12.1.	Obliczanie obwodów metodą przekształcania	220	16.3.	Obwody nieliniowe z elementami elektrycznymi	278
12.2.	Obliczanie obwodów metodą praw Kirchhoffa	222	16.3.1.	Charakterystyki elementów prostowniczych	278
12.3.	Obliczanie obwodów metodą prądów oczkowych	223	16.3.2.	Obwody z prostownikami	279
12.4.	Obliczanie obwodów metodą napięć węzłowych	224	17.	Przebiegi niesinusoidalne	282
12.5.	Obliczanie obwodów metodą źródła zastępczego	225	17.1.	Pojęcia podstawowe	282
13.	Obwody elektryczne ze sprzężeniami magnetycznymi	229	17.2.	Analiza harmoniczna przebiegów niesinusoidalnych okresowych	283
13.1.	Zjawiska występujące w obwodzie ze sprzężeniem magnetycznym cewek	229	17.3.	Symetria krzywych odkształconych	284
13.2.	Zaciski jednoimienne i ich oznaczanie	230	17.3.1.	Symetria względem osi odciętych	284
13.3.	Połączenie szeregowo elementów sprzężonych magnetycznie	232	17.3.2.	Symetria względem osi rzędnych	284
13.4.	Zasada działania transformatora	233	17.3.3.	Symetria względem początku układu osi współrzędnych	285
13.5.	Transformatory powietrzne	235	17.4.	Obliczanie obwodów napięcia i prądu niesinusoidalnego okresowego	285
14.	Układy trójfazowe	240	17.5.	Moc w obwodach napięcia i prądu niesinusoidalnego okresowego	287
14.1.	Klasyfikacja układów trójfazowych	240	18.	Stany nieustalone w obwodach liniowych	291
14.2.	Układy trójfazowe symetryczne	241	18.1.	Pojęcie stanu ustalonego i stanu nieustalonego	291
14.2.1.	Pojęcia podstawowe	241	18.2.	Warunki początkowe. Prawa komutacji	292
14.2.2.	Połączenie odbiornika w gwiazdę	243	18.3.	Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RL	293
14.2.3.	Połączenie odbiornika w trójkąt	246	18.3.1.	Włączenie napięcia stałego w obwodzie RL	293
14.3.	Układy trójfazowe niesymetryczne	248	18.3.2.	Stała czasowa obwodu RL	295
14.3.1.	Układ czteroprzewodowy	248	18.3.3.	Zwarcie obwodu RL przy warunku początkowym niezerowym	296
14.3.2.	Układ trójprzewodowy gwiazdowy	250	18.4.	Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RC	297
14.3.3.	Układ trójkątowy	250	18.4.1.	Włączenie napięcia stałego w obwodzie RC	297
14.4.	Pomiar mocy w układach trójfazowych	251	18.4.2.	Zwarcie obwodu RC przy warunku początkowym niezerowym	300
14.5.	Składowe symetryczne	254	18.5.	Stan nieustalony w dwójniku szeregowym RLC	301
15.	Czwórniki i filtry częstotliwościowe	265	Indeks		306
15.1.	Klasyfikacja czwórników. Pojęcia podstawowe	265			
15.2.	Schematy zastępcze czwórników	266			