

Spis treści

1. ZAMIAST WSTĘPU	9
2. POLE ELEKTRYCZNE	11
Ładunek elektryczny	11
Siły oddziaływania ładunków	12
Natężenie pola elektrycznego	12
Potencjał, napięcie, energia pola elektrycznego	13
Indukcja dielektryczna	13
Wytrzymałość dielektryczna	15
3. PRĄD ELEKTRYCZNY – PODSTAWOWE PRAWA	16
Natężenie prądu – prawo Ohma	16
Natężenie prądu w obwodzie – II prawo Kirchhoffa (napięciowe)	16
Zasady oznaczania strzałkami spadków napięć, SEM i prądów	17
Obwody rozgałęzione – I prawo Kirchhoffa (prądowe)	18
Prąd stały, prąd sinusoidalnie zmienny – przemienny	19
4. ELEMENTY OBWODU PRĄDU ELEKTRYCZNEGO	20
Elementy biernie – RLC	20
R – opornik – rezystancja	20
L – cewka – indukcyjność	22
C – kondensator – pojemność	23
Elementy czynne	24
Źródło napięciowe	24
Źródło prądowe	25
Elementy elektroniczne	25
Półprzewodniki w stanie czystym	25
Złącze p-n	26
Diody	27
Rodzaje diod i ich charakterystyki	28
Diody zabezpieczające	30
Diody polimerowe OLED	31
Warystor	32

Fotorezystor	32
Transoptory	33
Termistory	33
Samoresetujące bezpieczniki polimerowe.....	34
Tranzystory	35
Tyrystor, dynistor, triak, diak.....	38
Symbole stosowane na schematach.....	41
5. ŁĄCZENIE ELEMENTÓW OBWODU PRĄDU.....	44
Połączenie szeregowe, równoległe i mieszane elementów RLC	44
Rekonfiguracja połączenia – trójkąt-gwiazda	45
Połączenia źródeł energii	47
Obwód prądu stałego z kondensatorem i cewką	49
Kondensator w obwodzie prądu stałego.....	49
Cewka w obwodzie prądu stałego	52
Obwody prądu przemiennego	54
Wartość chwilowa, średnia i skuteczna napięcia i prądu przemiennego (ac).....	54
Reaktancja, impedancja, susceptancja, admitancja	55
Spadki napięcia, natężenie prądu, wykres wskazowy	55
Rezonans w obwodzie RLC	58
Metoda symboliczna obliczeń prądów i napięć w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennego.....	60
6. OBLICZANIE ROZPŁYWU PRĄDÓW I SPADKÓW NAPIĘĆ	64
Zasada superpozycji	64
Reguła Thèvenina	65
Reguła Nortona	65
Reguła Millmana.....	66
Metoda prądów oczkowych	67
Metoda potencjałów węzłowych.....	71
7. OBLICZANIE MOCY I ENERGII PRĄDU ELEKTRYCZNEGO	74
Moc i energia prądu stałego	74
Moc energia prądu przemiennego	74
Moc prądu przemiennego odkształconego	76
Energia czynna i bierna, kompensacja mocy biernej	77
8. POLE MAGNETYCZNE	79
Natężenie pola magnetycznego	79
Indukcja pola magnetycznego	79
Pętla histerezy magnetycznej	80
Strumień magnetyczny	80
Siła magnetomotoryczna, reluktancja obwodu magnetycznego.....	80

9. CZWÓRNIKI.....	82
Macierz impedancyjna czwórnika.....	82
Macierz admitancyjna czwórnika.....	83
Macierz hybrydowa.....	85
Macierz łańcuchowa	85
Stany pracy czwórnika	86
Połączenia czwórników.....	86
Parametry robocze czwórników	88
Impedancja wejściowa i wyjściowa czwórnika.....	90
10. WZMACNIACZE TRANZYSTOROWE	93
Zasada działania wzmacniacza w układzie wspólnego emitera (WE)	94
Dobór oporników dzielnika polaryzującego bazę	95
Dobór opornika R_C w obwodzie kolektora.....	96
Dobór opornika R_E w obwodzie emitera.....	96
Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza	97
Wzmacniacz różnicowy	97
Określenie klasy wzmacniacza.....	98
Wzmacniacz na tranzystorze polowym – układ WS – wspólne źródło.....	99
Wzmacniacz operacyjny	100
Podstawowe wiadomości	100
Schematy podstawowych układów pracy wzmacniacza operacyjnego.....	102
Zależności między sygnałami wejściowymi i wyjściowym.....	104
Wzmacniacze w układzie mostkowym BTL.....	105
11. SPRZĘŻENIE ZWROTNE.....	106
Rodzaje sprzężenia zwrotnego	107
Wpływ sprzężenia zwrotnego na parametry wzmacniacza	107
12. ELEMENTY UKŁADÓW CYFROWYCH	109
Przerzutnik astabilny	109
Przerzutnik bistabilny - RS	110
Przerzutnik T – z wejściem licznikowym	111
Przerzutnik monostabilny.....	112
Przerzutnik Schmitta i przerzutnik JK–MS.....	112
Bramka logiczna	113
13. UKŁADY GENERATORÓW SYGNAŁU	115
Generatory LC.....	115
Generatory z rezonatorem piezoceramicznym	116
Generator fali prostokątnej.....	117
Generatory programowane DDS - Direct Digital Synthesis	118

14. PRZETWORNIKI SYGNAŁÓW	119
Konwerter napięcie – prąd	119
Konwerter prąd – napięcie	120
Przetworniki analogowo – cyfrowe i cyfrowo-analogowe.....	120
Struktura układów przetworników ADC i DAC	125
Układy przetwornika ADC – analogowo – cyfrowego	125
Układ przetwornika DAC – cyfrowo – analogowego	128
15. UKŁADY ZASILAJĄCE	130
Autotransformator, transformator	130
Prostowniki	131
Stabilizator napięcia	133
Stabilizator szeregowy	134
Stabilizator równoległy	134
Stabilizator natężenia prądu – źródło prądowe	135
Zasilacze impulsowe, przetwornice	136
Struktura zasilacza impulsowego	136
Podział przetwornic ze względu na rodzaje i poziomy przetwarzanych napięć.....	137
Typowy układ przetwornicy napięcia typu dc/dc.....	138
Przetwornica obniżająca „buck”	139
Przetwornica podwyższająca „boost”	139
Przetwornica podwyższająco-obniżająca „boost – buck”	139
Układy scalone przetwornic napięcia w zasilaczach.....	140
Przetwornice napięcia typu dc/ac	142
Przetwornica częstotliwości	145
16. PRZYRZĄDY POMIAROWE I POMOCNICZE	147
Mierniki wskazówkowe	147
Obliczanie wartości C_x – stałej wielozakresowego miernika wskazówkowego	147
Wybór funkcji i zakresu mierników cyfrowych.....	148
Mostki pomiarowe	149
Mostek pomiarowy Wheatstone’a.....	149
Pomiar rezystancji za pomocą mostka Wheatstone’a.....	151
Mostek Thomsona.....	152
Mostek automatyczny RLC.....	153
Oscyloskop jako narzędzie pomiarowe.....	153
Nastawienie zakresu pomiarowego w kanałach oscyloskopu	153
Nastawy wzmocnienia – czułości – kanałów oscyloskopu	154
Nastawa podstawy czasu.....	155
Synchronizacja wyzwalania podstawy czasu	156
Oscyloskopy cyfrowe.....	156
Generator sygnałów	157

Zestawy dekadowe: rezystancji, pojemności, indukcyjności. Przewody łączeniowe	157
17. TYPOWE POMIARY W UKŁADACH ELEKTRONICZNYCH	159
Pomiar rezystancji wewnętrznej źródła zasilania	159
Dopasowanie energetyczne źródła i odbiornika prądu elektrycznego	160
Pomiar napięcia, natężenia prądu, poziomu sygnału w badanym układzie	161
Pomiar rezystancji wejściowej i wyjściowej układu	162
Rezystancja wejściowa wzmacniacza	162
Rezystancja wyjściowa wzmacniacza	163
Pomiar charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza	163
18. METODY POMIARU WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH	165
Sposób uzyskania wyniku pomiaru	165
Sposoby porównania wielkości mierzonej metodami bezpośrednimi	165
Sposób uzyskania i przetwarzania sygnału pomiarowego	166
Projektowanie i przygotowanie układu pomiarowego	167
Ustalenie celu pomiaru	167
Określenie danych technicznych mierzonego układu (elementu)	167
Dobór metody pomiarowej	168
Scenariusz pomiaru – opis działania – algorytm	168
Dopasowanie poziomu sygnału z generatora do badanego układu.	169
Pomiar wartości true rms	170
Wartość skuteczna napięcia i natężenia prądu przemiennego	171
Pomiar rzeczywistej wartości skutecznej – true RMS	172
Pomiar bezpośredni wartości U_{rms}	173
Pomiar wartości U_{rms} z przetwarzaniem na ciepło	173
Obliczanie wartości napięć okresowych, niesinusoidalnych	174
19. BŁĄD POJEDYNCZEGO POMIARU	175
Błąd graniczny miernika analogowego	175
Błąd graniczny miernika cyfrowego	176
Charakterystyczne właściwości i parametry multimetru cyfrowego	177
20. NIEPEWNOŚĆ UZYSKANEGO WYNIKU	180
Obliczanie niepewności wyniku pomiaru	180
Rozkład gęstości prawdopodobieństwa błędów pomiarowych Pr	181
21. MIARA NIELINIOWA – LOGARYTMICZNA	184
Stosunek mocy, napięć i prądów	184
Pomiar poziomu sygnału w obwodach układu	185
Zestawienie rodzajów poziomów odniesienia w układach elektronicznych	186
Przeliczanie wartości napięcia sygnału U [V] i współczynnika wzmocnienia na wartość poziomu L [dB] ..	186
Typowe wartości poziomów spotykane w praktyce	189

Przeliczanie wartości poziomu L_x [dB] na jednostki naturalne.....	189
Inne jednostki miary nieliniowej.....	190
22. INSTRUKCJE WYKONYWANIA WYBRANYCH ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH.....	191
Pomiar charakterystyk elementów liniowych i nieliniowych.....	192
Pomiar mocy i energii prądu jednofazowego. Kompensacja mocy biernej	196
Pomiary charakterystyk diod półprzewodnikowych	202
Badanie charakterystyk prostowników jednofazowych	205
Pomiary parametrów i charakterystyki zewnętrznej źródła prądowego.....	209
Pomiary parametrów szeregowego stabilizatora napięcia.....	213
Pomiary parametrów wzmacniacza tranzystorowego w układzie wtórnika emiterowego	216
Pomiary parametrów wzmacniacza tranzystorowego w układzie wspólnego emitera.....	219
Pomiar charakterystyk podstawowych układów pracy wzmacniacza operacyjnego.....	223
Pomiary napięć odkształconych miernikami z funkcją i bez funkcji RMS.....	227
Badanie charakterystyk przetwornika analogowo-cyfrowego i cyfrowo-analogowego.....	231
Pomiar parametrów przetwornicy napięcia stałego na przemienne - dc/ac.....	237
23. LITERATURA.....	243
24. INDEKS	245
25. AKRONIMY.....	248