

Spis treści

Wstęp	9
1. Informacje ogólne	9
2. Zasady postępowania w pracowni elektrycznej i przepisy bhp	9
3. Zasady wykonywania ćwiczeń	11
4. Aparatura pomiarowa	12
4.1. Multimetry cyfrowe	14
4.2. Woltomierze i amperomierze analogowe	20
4.3. Oscyloskopy	27
4.3.1. Oscyloskop analogowy	28
4.3.2. Oscyloskop cyfrowy	31
4.4. Analizatory widma sygnałów	33
4.5. Częstościomierze – czasomierze cyfrowe i liczniki uniwersalne	37
4.6. Przyrządy i układy do pomiaru parametrów elementów biernych	38
4.7. Przyrządy do pomiaru parametrów sieci energetycznej	42
5. Źródła sygnałów elektrycznych w układach pomiarowych	45
6. Wzorce	47
7. Pomocniczy sprzęt pomiarowy	49
8. Zastosowanie komputerów w pracowni elektrycznej	52
Ćwiczenie 1	
Odczytywanie i nastawianie żądanych wartości prądu	57
1.1. Pomiary bezpośrednie prądu stałego	57
1.2. Pomiary pośrednie prądu stałego. Jednostopniowy układ nastawiania prądu.	58
1.3. Pomiary prądu stałego w dwustopniowym układzie nastawiania prądu	59
Ćwiczenie 2	
Odczytywanie i nastawianie żądanych wartości napięcia	60
2.1. Pomiary napięcia ogniwa elektrochemicznego	60
2.2. Pomiary napięcia stałego z zastosowaniem dzielnika napięcia	61
2.3. Pomiary i nastawianie napięć stałych. Jednostopniowy układ nastawiania napięcia ...	62
2.4. Pomiary i nastawianie napięć stałych. Dwustopniowy układ nastawiania napięcia ...	63
Ćwiczenie 3	
Badanie źródeł prądu stałego	64
3.1. Pomiary siły elektromotorycznej ogniwa galwanicznego	65
3.2. Łączenie ogniw	66
3.2.1. Łączenie szeregowe ogniw	66
3.2.2. Łączenie równoległe ogniw	67
3.3. Badanie wpływu prądu obciążenia na napięcie (charakterystyka zewnętrzna $U = f(I)$) ...	67
Ćwiczenie 4	
Badanie wpływu napięcia na prąd. Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych elementów pasywnych	68
Ćwiczenie 5	
Badanie obwodów rozgałęzionych prądu stałego z jednym źródłem	70
5.1. Badanie połączenia szeregowego rezystorów	71
5.2. Badanie połączenia równoległego rezystorów.	72

Ćwiczenie 6	
Badanie obwodów prądu stałego z jednym źródłem, zawierających mieszane połączenia rezystorów	72
Ćwiczenie 7	
Badanie sieci prądu stałego z kilkoma źródłami energii	74
7.1. Pomiary rezystancji wewnętrznej zestawów źródeł napięcia	75
7.2. Sprawdzanie napięciowego prawa Kirchhoffa	76
7.3. Sprawdzanie prądowego prawa Kirchhoffa	76
7.4. Sprawdzanie zasady superpozycji	77
7.5. Sprawdzanie twierdzenia o wzajemności	78
7.6. Sprawdzanie twierdzenia Thevenina	79
Ćwiczenie 8	
Pomiary rezystancji metodami technicznymi	81
8.1. Pomiary rezystancji woltomierzem i amperomierzem	81
8.2. Pomiary rezystancji omomierzami	83
8.3. Pomiary rezystancji metodą porównawczą napięciową	84
8.4. Pomiary rezystancji metodą porównawczą prądową	85
8.5. Pomiary rezystancji izolacji megaomomierzem	86
Ćwiczenie 9	
Pomiary rezystancji mostkiem Wheatstone'a	88
9.1. Pomiary rezystancji technicznym mostkiem Wheatstone'a	89
9.2. Pomiary rezystancji laboratoryjnym mostkiem Wheatstone'a	89
9.3. Pomiary rezystancji mostkiem Wheatstone'a zestawionym z elementów	89
Ćwiczenie 10	
Badanie woltomierza magnetoelektrycznego; skalowanie woltomierza jako omomierza ...	91
10.1. Sprawdzanie dokładności woltomierza	92
10.2. Rozszerzanie zakresu pomiarowego woltomierza	93
10.3. Skalowanie woltomierza jako omomierza	94
Ćwiczenie 11	
Badanie amperomierza magnetoelektrycznego; skalowanie amperomierza jako omomierza	94
11.1. Sprawdzanie dokładności amperomierza	96
11.2. Rozszerzanie zakresu pomiarowego amperomierza	97
11.3. Skalowanie amperomierza jako omomierza	97
Ćwiczenie 12	
Pomiary mocy w obwodach prądu stałego	98
12.1. Pomiary mocy prądu stałego woltomierzem i amperomierzem oraz watomierzem	99
12.2. Pomiary mocy prądu stałego z użyciem woltomierza i rezystora wzorcowego	100
Ćwiczenie 13	
Nastawianie i pomiary napięć i prądów przemiennych	102
13.1. Pomiary napięcia w sieci	102
13.2. Pomiary napięcia wyjściowego autotransformatora	103
13.3. Nastawianie i pomiary napięć przemiennych	103
13.4. Pomiary prądu pobieranego z sieci przez odbiorniki energii elektrycznej	104
13.5. Nastawianie i pomiary prądów przemiennych	105

Ćwiczenie 14	
Pomiary pojemności metodami technicznymi, pomiary pojemności fabrycznym mostkiem RLC	106
14.1. Pomiary pojemności metodą techniczną..	107
14.2. Pomiary pojemności metodami rezonansowymi	108
14.3. Pomiary pojemności za pomocą wzorca wielkości mierzonej	109
14.4. Pomiary pojemności mostkiem fabrycznym RLC	109
Ćwiczenie 15	
Pomiary indukcyjności własnej i wzajemnej metodami technicznymi, pomiary indukcyjności mostkiem fabrycznym RLC	110
15.1. Pomiary indukcyjności metodą techniczną	111
15.2. Pomiary indukcyjności metodami rezonansowymi	113
15.3. Pomiary indukcyjności za pomocą wzorca wielkości mierzonej	114
15.4. Pomiary indukcyjności mostkiem fabrycznym RLC	115
Ćwiczenie 16	
Badanie wpływu prądu i rdzenia na indukcyjność cewki rdzeniowej.	
Badanie dławika	116
16.1. Pomiary rezystancji uzwojeń magnesujących dławika przy prądzie stałym	118
16.2. Wyznaczanie parametrów dławika	118
16.3. Obserwacja przebiegów czasowych indukcji magnetycznej B , natężenia pola magnetycznego H i siły elektromotorycznej e indukowanej w uzwojeniu pomiarowym	119
Ćwiczenie 17	
Pomiary mocy w obwodach jednofazowych prądu przemiennego	122
17.1. Pomiary mocy watomierzem	123
17.2. Pomiary mocy trzema woltomierzami	123
17.3. Pomiary mocy trzema amperomierzami	124
17.4. Pomiary mocy czynnej, biernej i pozornej	124
17.5. Pomiary mocy czynnej za pomocą przekładnika prądowego	129
Ćwiczenie 18	
Badanie stanów nieustalonych w obwodach szeregowych RC	126
18.1. Badanie stanów nieustalonych w obwodach RC	127
18.2. Obserwacja przebiegów prądów i napięć w obwodach RC , RL i RLC w stanie nieustalonym	128
Ćwiczenie 19	
Badanie obwodu RLC szeregowego w funkcji częstotliwości. Rezonans napięć	130
19.1. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych elementów w obwodzie szeregowym RLC	132
19.2. Wyznaczanie częstotliwości rezonansowej obwodu szeregowego RLC	132
Ćwiczenie 20	
Badanie obwodu RLC równoległego w funkcji częstotliwości. Rezonans prądów	133
20.1. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych elementów w obwodzie równoległym RLC	135
20.2. Wyznaczanie częstotliwości rezonansowej obwodu równoległego RLC	136

Ćwiczenie 21	
Badanie obwodu ferorezonansu szeregowego	137
21.1. Wyznaczanie charakterystyk rezonansowych szeregowego obwodu ferorezonansowego	138
21.2. Obserwacja skokowej zmiany prądu w szeregowym obwodzie ferorezonansowym	139
21.3. Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych szeregowego obwodu ferorezonansowego	139
Ćwiczenie 22	
Badanie obwodu ferorezonansu równoległego	140
22.1. Wyznaczanie charakterystyk rezonansowych równoległego obwodu ferorezonansowego	141
22.2. Obserwacja skokowej zmiany napięcia w równoległym obwodzie ferorezonansowym	141
22.3. Wyznaczanie charakterystyk napięciowo-prądowych równoległego obwodu ferorezonansowego	142
Ćwiczenie 23	
Badanie obwodu trójfazowego gwiazdowego. Pomiary mocy czynnej	143
23.1. Pomiary mocy czynnej jednym watomierzem	143
23.2. Pomiary mocy czynnej trzema watomierzami	145
23.3. Pomiary mocy czynnej dwoma watomierzami – układ Arona	146
Ćwiczenie 24	
Badanie obwodu trójfazowego trójkątnego. Pomiary mocy czynnej	149
24.1. Pomiary mocy pobieranej przez odbiornik trójfazowy połączony w trójkąt. Pomiary za pomocą dwu watomierzy – układ Arona	149
24.2. Pomiary mocy pobieranej przez odbiornik trójfazowy połączony w trójkąt. Pomiary za pomocą jednego watomierza.	150
Ćwiczenie 25	
Pomiary mocy biernej w obwodach trójfazowych	152
25.1. Pomiary mocy biernej jednym watomierzem	152
25.2. Pomiary mocy biernej dwoma watomierzami	153
Ćwiczenie 26	
Badanie transformatora jednofazowego	155
26.1. Wyznaczanie przekładni transformatora	156
26.2. Badanie stanu jałowego transformatora.	157
26.3. Badanie stanu zwarcia transformatora.	158
26.4. Badanie transformatora obciążonego	159
Ćwiczenie 27	
Obserwacja i pomiary za pomocą oscyloskopu	161
27.1. Zapoznanie się z budową, obsługą i działaniem oscyloskopu	162
27.2. Wyznaczanie czułości oscyloskopu przy napięciu stałym	163
27.3. Wyznaczanie czułości oscyloskopu przy napięciu przemiennym	163
27.4. Obserwacja przebiegów wyprostowanych półfalowo	164
27.5. Obserwacja przebiegów wyprostowanych całofalowo	164

27.6. Obserwacja charakterystyk prądowo-napięciowych	165
27.7. Obserwacja krzywych zamkniętych	166
27.8. Pomiary przesunięcia fazowego oscyloskopem jednostrumieniowym	166
27.9. Pomiary przesunięcia fazowego oscyloskopem dwustrumieniowym	167
27.10. Pomiary częstotliwości oscyloskopem	167
27.11. Obserwacja przebiegów czasowych natężenia pola magnetycznego i indukcji magnetycznej	169
27.12. Obserwacja pętli histerezy magnetycznej	169
 Ćwiczenie 28	
Badanie styczników i wyłączników	170
28.1. Zapoznanie się z budową styczników	171
28.2. Charakterystyka czasowa przekaźnika termicznego	171
28.3. Badanie elektromagnesu napędowego	172
28.4. Badanie wyłącznika zapadkowego	173
 Ćwiczenie 29	
Badanie elementów stabilizacyjnych i prostownikowych	174
29.1. Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej neonówki	174
29.2. Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody Zenera.	175
29.3. Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej diody	176
 Ćwiczenie 30	
Badanie układów prostowniczych	177
30.1. Badanie układów prostowania jednopółkowego	177
30.2. Badanie układów prostowania dwupółkowego	178
 Ćwiczenie 31	
Badanie układów z zastosowaniem tyrystora	179
31.1. Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej tyrystora.	180
31.2. Badanie prostowników sterowanych	181
 Ćwiczenie 32	
Badanie przekaźników	183
32.1. Pomiary współczynnika powrotu przekaźnika obojętnego	184
32.2. Wyznaczanie charakterystyki elektromechanicznej przekaźnika	185
32.3. Badanie przekaźnika nadmiarowo-prądowego	186
32.4. Badanie przekaźnika podnapięciowego	187
32.5. Badanie przekaźników specjalnych	187
 Ćwiczenie 33	
Badanie tranzystorów	189
33.1. Wyznaczanie charakterystyk statycznych tranzystora <i>PNP</i> w układzie <i>WE</i>	190
33.2. Wyznaczanie charakterystyk statycznych tranzystora <i>PNP</i> w układzie <i>WB</i>	191
 Ćwiczenie 34	
Badanie tranzystorowego wzmacniacza napięciowego	192
34.1. Wyznaczanie pasma przenoszenia tranzystorowego wzmacniacza napięciowego	193
34.2. Pomiary współczynnika wzmocnienia napięciowego	194

Ćwiczenia rezerwowe

Ćwiczenie R1

Badanie galwanometru magnetoelektrycznego lusterkowego	196
R1.1. Wyznaczanie rezystancji wewnętrznej galwanometru	196
R1.2. Wyznaczanie stałej prądowej i napięciowej galwanometru	198
R1.3. Obserwacja charakteru ruchu organu ruchomego galwanometru	198

Ćwiczenie R2

Pomiary rezystancji mostkiem Thomsona	200
R2.1. Pomiary rezystancji technicznym mostkiem Thomsona	200
R2.2. Pomiary rezystancji laboratoryjnym mostkiem Thomsona	201

Ćwiczenie R3

Badanie filtrów elektrycznych	202
--	-----

Ćwiczenie R4

Pomiary indukcyjności wzajemnej	204
R4.1. Pomiary indukcyjności wzajemnej metodą balistyczną	205
R4.2. Pomiary indukcyjności wzajemnej mostkiem Maxwella-Wiena	206

Ćwiczenie R5

Pomiary stratności magnetycznej blach aparatem Epsteina	207
--	-----

Ćwiczenie R6

Pomiary temperatury metodami elektrycznymi	210
R6.1. Skalowanie termometru	212
R6.2. Skalowanie przetwornika termoelektrycznego	213
R6.3. Skalowanie termometru termorezystancyjnego o układzie mostkowym	214

Ćwiczenie R7

Badanie świetłówki	215
R7.1. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej i prądowo-napięciowej świetłówki	216
R7.2. Pomiar mocy pobieranej przez świetłówkę w warunkach znamionowych	217

Skorowidz	220
------------------------	-----