

SPIS TREŚCI

C z ę ś ć I

WSTĘP

1. Potrzeba pomiarów w radiotechnice	9
2. Powody oddzielenia miernictwa radiotechnicznego od elektroenergetycznego . .	9
2. 1. Uwagi ogólne	9
2. 2. Różnice miernictw obu rodzajów	10
2. 2. 1. Granice częstotliwości	10
2. 2. 2. Zmiany właściwości elementów	10
2. 2. 3. Straty energii przez promieniowanie	10
2. 2. 4. Nierównomierny rozkład prądu	11
2. 2. 5. Wymagania dotyczące dokładności	12
2. 2. 6. Trudności w interpretacji wyniku	12
2. 2. 7. Kierunki rozwoju miernictwa radiotechnicznego	12
3. Zakres i rozkład materiału „Miernictwa Radiotechnicznego”	13
3. 1. Część wspólna z miernictwem elektroenergetycznym	13
3. 2. Pomiary radiotechniczne wykonywane metodami przyjętymi z elektroenergetyki	13
3. 3. Miernictwo radiotechniczne całkowicie różne od miernictwa elektroenergetycz- nego	14
3. 4. Sposób ułożenia treści	14
3. 5. Schemat radiokomunikacji i wynikająca z niego treść „Miernictwa Radio- technicznego”	14

C z ę ś ć II

POMIARY WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH

1. Pomiary natężenia prądu wielkiej częstotliwości	16
1. 1. Wymagania ogólne	16
1. 2. Najprostszy układ do pomiaru natężenia prądu	16
1. 3. Działanie pojemności	17
1. 4. Nierównomierny rozkład prądu	18
1. 5. Zmiany warunków pracy układu badanego wywołane załączeniem amperomie- rza	19
1. 6. Amperomierze	20
1. 6. 1. Uwagi ogólne	20
1. 6. 2. Amperomierze cieplne. Zasada działania	20
1. 6. 3. Amperomierze cieplne z termoelementami	21
1. 6. 4. Amperomierze cieplno-optyczne	27

1. 6. 5. Termometry gazowe	27
1. 6. 6. Bolometry	29
1. 6. 7. Amperomierze ciepłne zbudowane na innych zasadach	30
1. 6. 8. Amperomierze dynamiczne	30
1. 6. 9. Amperomierze z prostownikami	31
1. 6. 10. Pomiar pośredni	32
1. 6. 11. Transformatory prądowe	32
 2. Pomiary napięcia wielkiej częstotliwości	 34
2. 1. Uwagi ogólne	34
2. 2. Błędy wprowadzone przez woltomierz i układ połączeń	35
2. 3. Rodzaje woltomierzy używanych najczęściej w radiotechnice	38
2. 3. 1. Woltomierze z prostownikami	40
2. 3. 2. Prostowniki lampowe	40
2. 3. 3. Podział woltomierzy lampowych	43
2. 3. 4. Metoda podstawienia i używane w niej tłumiki	55
2. 3. 5. Woltomierze elektrostatyczne	59
2. 3. 6. Woltomierze ciepłne	63
2. 3. 7. Woltomierze elektrooptyczne	64
2. 4. Wnioski ogólne	66
 3. Pomiar mocy wielkiej częstotliwości	 66
3. 1. Uwagi ogólne	66
3. 2. Watomierze ciepłne	67
3. 3. Watomierze lampowe	69
3. 4. Oscylograf katodowy jako watomierz	70
3. 5. Pomiar pośredni	71
3. 5. 1. Mierniki mocy wyjściowej odbiorników i wzmacniaczy	71
3. 5. 2. Pomiar mocy wyjściowej nadajników i modulatorów	73
3. 5. 3. Wybór opornika	74
 4. Pomiary częstotliwości	 76
4. 1. Definicje i pojęcia	76
4. 1. 1. Częstotliwość	76
4. 1. 2. Długość fali	76
4. 2. Możliwości określania częstotliwości	77
4. 3. Dokładności wymagane i osiągane	77
4. 4. Wzorce częstotliwości	78
4. 4. 1. Pojęcie i pomiar czasu	78
4. 4. 2. Wzorec pierwotny	78
4. 4. 3. Metoda porównania częstotliwości wzorca pierwotnego z prawzorcem	84
4. 4. 4. Metoda porównania częstotliwości wzorca pierwotnego i badanej	86
4. 4. 5. Praktyczne przeprowadzenie pomiaru częstotliwości badanej za pomocą wzorca pierwotnego o częstotliwości stałej	87
4. 4. 6. Wzorce wtórne	88
4. 4. 7. Częstościomierze interferencyjne	89
4. 4. 8. Częstościomierze rezonansowe absorpcyjne	95
4. 4. 9. Częstościomierze o odczycie bezpośrednim	99
4. 4. 10. Mostki do pomiarów częstotliwości	103
4. 4. 11. Falomierze	104

5. Badanie kształtu krzywej

5. 1. Uwagi ogólne	106
5. 2. Metody pomiaru współczynnika zawartości harmonicznych	106
5. 2. 1. Metoda eliminowania składowej podstawowej	106
5. 2. 2. Metoda kompensacji składowej podstawowej stosowana w przypadku małej częstotliwości	108
5. 2. 3. Metoda kompensacyjna stosowana w przypadku wielkiej częstotliwości	110
5. 3. Analizatory przebiegów elektrycznych	112
5. 4. Przyrządy zapisujące i rejestrujące. Uwagi ogólne	116
5. 5. Oscylograf katodowy	117
5. 5. 1. Wytwarzanie i skupianie strumienia elektronów	117
5. 5. 2. Sterowanie plamki wskaźnikowej	120
5. 5. 3. Uwidacznianie wiązki elektronów	123
5. 5. 4. Specjalne wykonania oscylografów	124
5. 5. 5. Przebiegi elektryczne możliwe do zbadania za pomocą oscylografu ka- todowego i odpowiadające im obrazy na ekranie	128
5. 5. 6. Współrzędne stosowane w obrazach oscylograficznych	129
5. 5. 7. Urządzenia pomocnicze oscylografów katodowych	136

6. Pomiar napięcia pola 141

6. 1. Wielkości charakteryzujące pole elektromagnetyczne i ich definicje	141
6. 2. Możliwości pomiaru napięcia pola	142
6. 3. Trudności pomiaru	142
6. 4. Potrzeba pomiaru napięcia pola	143
6. 5. Przegląd metod pomiarowych	143
6. 5. 1. Wiadomości ogólne	143
6. 5. 2. Metoda wzorcowej SEM lub kalibrowanej anteny odbiorczej	143
6. 5. 2. 1. Wartość SEM lub napięcia prądu powstających w antenie odbiorczej	143
6. 5. 2. 2. Wysokość skuteczna anteny	144
6. 5. 2. 3. Praktyczne względy warunkujące wybór anteny wzorcowej	146
6. 5. 2. 4. Pomiar napięcia lub napięcia prądu anteny. Uwagi ogólne	150
6. 5. 2. 5. Pomiar napięcia prądu anteny i pomiar dużych na- tężeń pól	150
6. 5. 2. 6. Pomiar napięcia występującego na zaciskach obwodu anteny	151
6. 5. 2. 7. Zastosowanie napięcia wzorcowego o analogicznej wartości jak wzbudzone w antenie przez pole mierzone: metoda podstawienia w odbiorniku o niekalibrowanej czułości	152
6. 5. 2. 8. Zastosowanie napięcia wzorcowego dużego w stosunku do wzbudzanego przez pole: metoda porównania w odbiorniku o kalibrowanej czułości	155
6. 5. 2. 9. Użycie anten nieramowych	157
6. 5. 3. Metoda wzorcowego napięcia pola lub kalibrowanej an- teny nadawczej	159
6. 6. Uwagi i środki ostrożności	161

7. Pomiar modulacji

7. 1. Uwagi ogólne	163
7. 2. Modulacja amplitudy	163
7. 2. 1. Określenie głębokości modulacji z wartości skutecznej	164
7. 2. 2. Ocena głębokości modulacji za pomocą obserwacji wartości szczytowych	164
7. 2. 3. Obserwacja wartości chwilowych	168

7. 2. 4. Rozdzielenie składowych o częstotliwości podstawowej i wstęp bocznych	171
7. 3. Wierność odtwarzania znaków małej częstotliwości	171
7. 4. Jednorodność modulacji	172
7. 5. Szczętkowe wartości modulacji	172
8. Źródła napięć i prądów	173
8. 1. Uwagi ogólne	173
8. 2. Regulacja i stabilizacja	174
8. 3. Nieautomatyczne regulatory napięcia	176
8. 4. Regulacja i stabilizacja spadkiem napięć i elementami o charakterze nieliniowym	177
8. 4. 1. Stabilizatory magnetyczne	182
8. 4. 2. Stabilizatory jonowe	185
8. 5. Stabilizacja za pomocą sprzężenia zwrotnego	188
8. 5. 1. Stabilizatory elektronowe	189
8. 5. 2. Stabilizatory magnetyczne ze sprzężeniem zwrotnym	193
8. 5. 3. Stabilizatory elektromechaniczne ze sprzężeniem zwrotnym, stabilizatory węglowe i autotransformatorowe	195
8. 6. Źródła napięć o częstotliwości akustycznej	197
8. 6. 1. Generatory pomiarowe małej częstotliwości dostarczające napięcie sinusoidalne	197
8. 6. 2. Generatory małej częstotliwości o krzywej prostokątnej	207
8. 6. 3. Generatory impulsowe	209
8. 7. Źródła napięć wielkiej częstotliwości	214
8. 7. 1. Generatory sygnałowe	214
8. 7. 2. Generatory wielkiej częstotliwości o większej mocy	221

C z ę ś ć III

POMIARY WŁAŚCIWOŚCI OBWODÓW I ICH ELEMENTÓW

1. Uwagi ogólne	226
2. Właściwości rzeczywistych elementów obwodu	227
3. Pomiary R , L i C metodą mostkową	228
3. 1. Mostki czteroramienne	228
3. 2. Mostki sześcioramienne (typu Andersona)	232
3. 3. Mostki typu „T” i podwójne „T”	233
3. 4. Mostki różnicowe	235
3. 5. Dokładność pomiarów wykonywanych metodami mostkowymi	239
3. 6. Czułość układów mostkowych	242
3. 7. Wskaźniki układów mostkowych	242
3. 8. Źródła zasilania	243
4. Obwody oscylacyjne jako układy pomiarowe	244
4. 1. Wiadomości ogólne	244
4. 2. Prądy i napięcia w stanie ustalonym	244
4. 2. 1. Prądy	244
4. 2. 2. Napięcia	246
4. 3. Wpływ opornika dołączonego do obwodu	251
4. 4. Możliwości przeprowadzenia pomiaru	251
4. 4. 1. Metoda podstawienia	252
4. 4. 2. Metoda oporu dodatkowego	253
4. 4. 3. Metoda rozstrojenia	254

4. 4. 4. Metoda kompensacji składowej rzeczywistej oporu	256
4. 4. 5. Metoda cieplna	259
4. 4. 6. Przepięcie obwodu jako wskaźnik jego oporu	260
5. Pomiary właściwości cewek indukcyjnych	264
5. 1. Definicja i metody pomiaru indukcyjności	264
5. 2. Pomiary właściwości cewek — rozważania teoretyczne	268
5. 2. 1. Pomiar indukcyjności i [pojemności własnej cewki przy wielkiej częstotliwości	271
5. 2. 2. Pomiary oporu cewek	274
5. 2. 3. Pomiary cewek pracujących jako dławiki	275
5. 2. 4. Wzorce indukcyjności	276
6. Pomiary właściwości oporników	280
6. 1. Wiadomości ogólne	280
6. 2. Wykonania oporników wzorcowych	285
6. 3. Pomiar właściwości opornika	290
7. Pomiary kondensatorów	293
7. 1. Przegląd właściwości	293
7. 2. Działanie indukcyjności własnej kondensatora i jej pomiar	296
7. 3. Składowa rzeczywista oporu kondensatora: pochodzenie i charakteryzujące współczynniki	297
7. 4. Kondensatory wzorcowe	298
7. 5. Pomiar pojemności i stratności kondensatora	304
7. 5. 1. Pomiar pojemności i stratności kondensatora mostkiem małej częstotliwości	304
7. 5. 2. Pomiar pojemności i stratności mostkiem wielkiej częstotliwości	306
7. 5. 3. Pomiar pojemności i stratności za pomocą obwodu oscylacyjnego	306
7. 6. Pomiary drobnych zmian pojemności	309
8. Pomiary właściwości materiałów izolacyjnych	309
8. 1. Pojęcia i współczynniki	309
8. 2. Pomiary przy wielkiej częstotliwości	310
8. 2. 1. Pomiar ϵ i $\operatorname{tg} \delta$ w obwodzie oscylacyjnym. Rzeczywiste przeprowadzenie pomiaru	315
8. 2. 2. Przygotowanie próbek i elektrod	318
8. 2. 3. Pomiar napięcia przebicia	320

C z ę ś ć I V

WŁAŚCIWOŚCI PODZESPOŁÓW

1. Pomiar lamp elektronowych i jonowych	322
1. 1. Uwagi ogólne	322
1. 2. Statyczne charakterystyki lamp	325
1. 3. Impulsowe zdejmowanie charakterystyk lamp	329
1. 4. Pomiar współczynników lamp	330
1. 4. 1. Uwagi ogólne	330
1. 4. 2. Mostkowy pomiar współczynników lamp	331
1. 4. 3. Praktyczne wykonanie pomiaru oporu wewnętrznego ρ	332
1. 4. 4. Pomiar współczynnika amplifikacji K lamp elektronowych	334
1. 4. 5. Pomiar nachylenia charakterystyki s	336
1. 5. Działanie detekcyjne diody	338
1. 6. Nachylenie charakterystyki przemiany częstotliwości	340
1. 7. Próba próżni i izolacji międzyelektrodowej	340

1. 7. 1. Prądy izolacyjne	341
1. 7. 2. Emisja termiczna	343
1. 7. 3. Prądy jonowe i stan próżni	344
1. 8. Pomiar pojemności międzyelektrodowych lampy	345
1. 9. Pomiar mocy i zniekształceń	347
1.10. Próbники lampowe	351

C z ę ś ć V

WŁAŚCIWOŚCI URZĄDZEŃ

1. Pomiar nadajników. Rozdział ten opracował prof. dr inż. T. Zagajewski	355
1. 1. Wymagania	355
1. 2. Pomiar częstotliwości nadajnika	356
1. 2. 1. Określenia	356
1. 2. 2. Przyrządy do pomiaru częstotliwości	356
1. 2. 3. Badanie zakresu częstotliwości nadajnika	357
1. 2. 4. Badanie stałości częstotliwości nadajnika	357
1. 2. 5. Badanie dokładności cechowania nadajnika	358
1. 2. 6. Monitory częstotliwości	358
1. 3. Pomiar mocy nadajnika	359
1. 3. 1. Określenia	359
1. 3. 2. Metody pomiaru mocy znamionowej	359
1. 3. 3. Inne metody pomiaru mocy	360
1. 4. Pomiar mocy harmonicznych wielkiej częstotliwości i drgań niepożądanych	362
1. 5. Badanie modulacji	362
1. 5. 1. Określenia i wymagania	362
1. 5. 2. Pomiar głębokości modulacji	363
1. 5. 3. Pomiar zniekształceń nieliniowych	364
1. 5. 4. Pomiar zmiany poziomu fali nośnej	364
1. 5. 5. Pomiar charakterystyki częstotliwości (zniekształceń liniowych)	364
1. 5. 6. Pomiar poziomu szumów własnych	365
1. 6. Inne pomiary nadajników	365
2. Pomiary odbiorników	366
2. 1. Definicje i pojęcia	366
2. 2. Zastrzeżenia i uwagi	366
2. 3. Układ połączeń i wymagana aparatura	367
2. 4. Czulość odbiornika	368
2. 5. Selektowność	370
2. 6. Wierność odtwarzania	372
2. 7. Poziom szumów własnych i jego uwzględnienie w pomiarze zniekształceń	374
2. 8. Działanie automatycznej regulacji wzmocnienia	375
2. 9. Największa moc użyteczna	376
3. Pomiary anten	376
3. 1. Wielkości mierzone	376
3. 2. Fala własna	377
3. 3. Częstotliwość rezonansowa	378
3. 4. Opór anteny	378
3. 5. Natężenie pola i jego rozkład	382
3. 6. Wysokość skuteczna anteny	382
3. 7. Natężenie i rozkład prądu	383
3. 8. Moc całkowita, moc tracona, sprawność	384
Wykaz piśmiennictwa	