

SPIS TREŚCI

	Str.
Wstęp	9
Część pierwsza	
Przetworniki	
I. Przetworniki parametryczne	13
✓ 1. Przetworniki opornikowe	13
1.1. Podstawy teoretyczne	13
1.2. Budowa przetworników	15
2. Przetworniki łącznikowe	16
2.1. Zasada działania i podstawowe rodzaje przetworników łącznikowych	16
2.2. Wymagania dotyczące układu pomiarowego	19
3. Przetworniki stykowo-oporowe	20
3.1. Przetworniki z płytkami węglowymi	20
3.2. Przetworniki tensolitowe	22
4. Przetworniki naprężno-oporowe	23
4.1. Podstawy teoretyczne. Stosowane materiały	23
4.2. Przyklejanie przetworników naprężno-oporowych	25
4.3. Czułość układu i wymagania dotyczące układu pomiarowego	26
✓ 5. Oporniki termometryczne	27
5.1. Określenia ogólne	27
5.2. Zastosowanie oporników termometrycznych w przyrządach do mierzenia prędkości przepływu gazu	28
5.3. Zastosowanie oporników termometrycznych w analizatorach gazu działających na zasadzie przewodzenia ciepła	37
5.4. Zastosowanie oporników termometrycznych w przyrządach do mierzenia próżni	42
5.5. Zastosowanie oporników termometrycznych w przyrządach do mierzenia temperatury	43
5.6. Zachowanie się oporników termometrycznych w warunkach dynamicznych (bezwładność cieplna oporników termometrycznych)	48
✓ 6. Przetworniki elektrolityczno-oporowe	50
6.1. Podstawy teoretyczne	50
6.2. Kompensacja uchybu temperaturowego przetworników elektrolitycznych	54
7. Przetworniki polarograficzne	60
7.1. Podstawy teoretyczne	60
7.2. Właściwości metody polarograficznej	64
✓ 8. Przetworniki magnetoelastyczne	65
8.1. Podstawy teoretyczne	65
8.2. Obliczanie obwodu magnetycznego przetwornika	69
8.3. Czułość przetworników magnetoelastycznych	73
8.4. Uchyby przetworników magnetoelastycznych	74
✓ 9. Przetworniki indukcyjnościowe	76
9.1. Podstawy teoretyczne. Rodzaje przetworników indukcyjnościowych	76
9.2. Obliczanie obwodu magnetycznego przetwornika indukcyjnościowego	79
9.3. Dobór siły magnetomotorycznej i liczby zwojów cewki oraz częstotliwości źródła zasilającego	82
9.4. Uchyby i dobór warunków pracy przetworników indukcyjnościowych	87

	Str.
✓ 10. Przetworniki pojemnościowe	89
10.1. Podstawy teoretyczne	89
10.2. Właściwości przetworników pojemnościowych. Liniowość charakterystyki, wpływ temperatury i wymagania w stosunku do układu pomiarowego	91
10.3. Układy pomiarowe przyrządów z przetwornikami pojemnościowymi	95
✓ 11. Przetworniki fotoelektryczne	98
11.1. Podstawowe cechy charakterystyczne komórek fotoelektrycznych stosowanych w miernictwie	98
11.2. Rodzaje przetworników fotoelektrycznych	104
11.3. Schematy układów pomiarowych z komórkami fotoelektrycznymi	106
11.4. Różnicowe przetworniki fotoelektryczne	107
✓ 12. Przetworniki jonizacyjne	109
12.1. Podstawy teoretyczne	109
12.2. Przykłady zastosowania przetworników jonizacyjnych	113
12.3. Wymagania dotyczące przetworników i układów pomiarowych	117
II. Przetworniki generatorowe	118
✓ 13. Przetworniki indukcyjne	118
13.1. Podstawy teoretyczne. Rodzaje przetworników	118
13.2. Uchyb temperaturowy	120
✓ 14. Przetworniki termoelektryczne	122
14.1. Podstawy teoretyczne	122
14.2. Materiały stosowane do budowy termoelementów	124
14.3. Uchyb spowodowany zmianą temperatury spoiny odniesienia	125
14.4. Uchyby spowodowane wahaniami temperatury przewodów, termoelementu i miernika	128
✓ 15. Przetworniki piezoelektryczne	130
15.1. Podstawy teoretyczne	130
15.2. Wymagania dotyczące układu pomiarowego	134
✓ 16. Przetworniki przyrządów do mierzenia stężenia jonów wodorowych (pH-metrów)	136
16.1. Podstawy teoretyczne. Stężenie jonów wodorowych i graniczne różnice potencjałów	136
16.2. Potencjał elektrodowy układu metal-jony metalu	139
16.3. Potencjał elektrodowy w układzie utleniająco-redukującym	142
16.4. Potencjał elektrody szklanej	146
16.5. Wymagania dotyczące układu pomiarowego	148
17. Przetworniki kompensacyjne	149
17.1. Zasada działania	149
17.2. Przykłady zastosowania przetworników kompensacyjnych	150

Część druga

Podstawowe układy pomiarowe

III. Elementy układów pomiarowych	153
18. Dopasowanie parametrów poszczególnych części składowych przyrządów pomiarowych	153
18.1. Pojęcia ogólne	153
18.2. Ogólne właściwości układów pomiarowych niezrównoważonych i zrównoważonych	154
18.3. Dopasowanie parametrów poszczególnych elementów układu pomiarowego. Schematy układów przyrządów	156
18.4. Zależność sprawności od jakości czwórnika i od stopnia dopasowania	161
18.5. Warunki maksymalnej sprawności przetwarzania	163
18.6. Przykład zastosowania metody układów zastępczych	165

	Str.
19. Dobór miernika	168
19.1. Mierniki (i wskaźniki równowagi) stałoprądowe i zmiennoprądowe	168
19.2. Zastosowanie wzmacniaczy lampowych w połączeniu z miernikami	170
19.3. Wzmacniacze stałoprądowe o dużej oporności wejściowej	173
19.4. Dobór miernika z punktu widzenia jego mocy	182
20. Układy przemiany częstotliwości	183
20.1. Rozważania ogólne	183
20.2. Układy z diodami niesterowanymi	186
20.3. Układy z przekształtnikami elektromagnetycznymi (wibracyjnymi)	187
20.4. Układy z diodami sterowanymi	190
20.5. Metody otrzymywania napięcia sterującego	195
21. Układy całkujące i różniczkujące	197
21.1. Układy całkujące i różniczkujące z R, C, L i M	197
21.2. Wzmacniacze całkujące	200
IV. Układy pomiarowe	201
22. Niezrównoważone układy mostkowe stałoprądowe	201
22.1. Zależności podstawowe	201
22.2. Optymalne zależności między opornościami układu mostkowego przy danych parametrach przetwornika	202
22.3. Zależności optymalne między opornościami układu mostkowego przy danych parametrach miernika	207
22.4. Wpływ układu mostkowego na charakter podziałki miernika	207
22.5. Układy mostkowe stałoprądowe z logometrem jako miernikiem	211
22.6. Prosta metoda obliczania prądu w mierniku układu mostkowego stałoprądowego przy znacznych zmianach oporności ramienia roboczego	212
23. Niezrównoważone układy mostkowe zmiennoprądowe	215
23.1. Zależności podstawowe	215
23.2. Układ mostkowy o symetrii $Z_1 = Z_2$ i $Z_3 = Z_4$	216
23.3. Układ mostkowy o symetrii $Z_1 = Z_3$ i $Z_2 = Z_4$	218
23.4. Układ mostkowy z miernikiem o bardzo dużej oporności	220
24. Układy pomiarowe równoważone automatycznie	221
24.1. Zasada działania i czułość kompensatorów automatycznych	221
24.2. Właściwości układów kompensatorów automatycznych, służących do mierzenia s.e.m. termometrów termoelektrycznych	223
24.3. Zasada działania automatycznych mostków i charakter ich podziałki	225
24.4. Elektromechaniczne ustroje nadążne automatycznych kompensatorów i mostków (typów CII i CM)	227
24.5. Ustroje nadążne o układach lampowych automatycznych kompensatorów i mostków typu ЭПВ, ЭПД, ЭПН, ЭМВ, ЭМД i ЭМН	231

Część trzecia

Przyrządy elektryczne do mierzenia wielkości nieelektrycznych

V. Przyrządy elektryczne do pomiaru wielkości mechanicznych	235
25. Przyrządy elektryczne do pomiaru rozmiarów i przesunięć liniowych (mikrometry)	235
25.1. Mikrometry indukcyjnościowe	235
25.2. Mikrometry fotoelektryczne	237
25.3. Przyrządy elektryczne do pomiaru grubości i różnic grubości ścianek	238
26. Przyrządy elektryczne do zdalnego pomiaru poziomu cieczy i ciał sypkich (wskaźniki poziomu)	242
26.1. Opornikowe wskaźniki poziomu	242
26.2. Indukcyjnościowe wskaźniki poziomu	244
26.3. Pojemnościowe wskaźniki poziomu	247
27. Przyrządy elektryczne do pomiaru chropowatości (gładkości) powierzchni (profilomierze)	248
27.1. Profilomierze piezoelektryczne	250
27.2. Profilomierze indukcyjne	252

	Str.
28. Przyrządy elektryczne do pomiaru odkształceń (tensometry)	254
28.1. Tensometry naprężno-oporowe	254
28.2. Tensometry indukcyjnościowe	259
28.3. Tensometry strunowe (elektroakustyczne)	260
✓ 29. Przyrządy elektryczne do pomiaru skupionych sił i ciśnień (dynamometry i manometry)	263
29.1. Dynamometry i manometry piezoelektryczne	264
29.2. Dynamometry i manometry magnetoelastyczne	264
29.3. Dynamometry i manometry pojemnościowe	266
29.4. Dynamometry i manometry indukcyjnościowe	267
30. Przyrządy elektryczne do pomiaru próżni (próżniomierze)	272
30.1. Próżniomierze z opornikiem termometrycznym (typu BT-2 i BC-1)	273
30.2. Próżniomierze jarzeniowe o polu magnetycznym	274
30.3. Próżniomierz jonizacyjny typu BI-3	276
✓ 31. Przyrządy elektryczne do pomiaru parametrów drgań mechanicznych (wibrometry i akcelerometry)	278
31.1. Warunki pracy organów ruchomych	278
31.2. Wibrometry indukcyjne	281
31.3. Akcelerometry	284
32. Przyrządy elektryczne do pomiaru momentu skręcającego (torsjometry)	286
32.1. Torsjometry indukcyjnościowe bez urządzenia stykowego	286
32.2. Torsjometry indukcyjne	288
✓ 33. Przyrządy elektryczne do pomiaru prędkości obrotowej (tachometry)	293
33.1. Tachometry indukcyjne	293
33.2. Tachometry elektroimpulsowe	301
✗ 33.3. Tachometry stroboskopowe	303
VI. Przyrządy elektryczne do pomiaru temperatury	306
34. Termometry oporowe i termometry termoelektryczne	306
34.1. Pojęcia ogólne. Skala temperatur	306
34.2. Przetworniki przemysłowych termometrów oporowych	309
34.3. Układy pomiarowe termometrów oporowych. Uchyb temperatury	314
34.4. Termometry termoelektryczne przemysłowe	316
34.5. Przykłady konstrukcji termoelementów	318
34.6. Stabilizacja temperatury wolnych końców termoelementów. Automatyczne wprowadzenie poprawki uwzględniającej temperaturę wolnych końców	324
34.7. Uchyb spowodowany przez straty ciepłe przetworników termometrów oporowych i termometrów termoelektrycznych	325
34.8. Montaż termoelementów i przetworników termometrów oporowych	330
34.9. Termoelementy ssące i podgrzewane	331
34.10. Bezwładność cieplna przetworników termometrów oporowych i termoelektrycznych przy nagłych (jednorazowych) zmianach temperatury środowiska	332
34.11. Pomiary temperatury ciał stałych i powierzchni	336
35. Pirometry działające na zasadzie wyzyskania energii promieniowania ciał nagrzanych	339
35.1. Zależność parametrów promieniowania ciała doskonale czarnego od temperatury	339
35.2. Pirometry monochromatyczne (częściowego promieniowania)	343
35.3. Uchyby i wprowadzanie poprawek do wskazań pirometrów monochromatycznych uwzględniających promieniowanie niezupełne	348
35.4. Pirometry radiacyjne (całkowitego promieniowania)	350
35.5. Uchyby i montaż pirometrów radiacyjnych	353
35.6. Pirometry barwowe i ich uchyby	356
35.7. Pirometry fotoelektryczne monochromatyczne	358
35.8. Pirometry fotoelektryczne barwowe	362

	Str.
VII. Przyrządy elektryczne do pomiaru stężenia substancji ciekłych i gazowych	364
36. Przyrządy elektryczne do pomiaru stężenia działające na zasadzie przewodności elektrycznej	364
36.1. Wskaźniki zawartości soli	364
36.2. Wskaźniki stężenia kwasów i zasad	371
37. Elektryczne pH-metry	373
37.1. pH-metr z elektrodą antymonową	373
37.2. pH-metr z elektrodą szklaną	375
37.3. Wzorcowanie pH-metrów. Roztwory buforowe	377
38. Polarografy	378
38.1. Polarografy równoważone ręcznie	378
38.2. Polarografy automatyczne	380
39. Przyrządy elektryczne do pomiaru stężenia, oparte na zjawisku pochłaniania i rozpraszania energii promieniowania (kolorymetry, wskaźniki zadymienia)	381
39.1. Zależność pochłaniania i rozpraszania energii promieniowania od składu cieczy i gazów	381
39.2. Ogólna charakterystyka metod pomiaru składu opartych na zjawisku pochłaniania i rozpraszania energii promienistej	384
39.3. Kolorymetry fotoelektryczne	385
39.4. Kolorymetry oparte na zjawisku cieplnym energii promienistej	388
39.5. Elektryczne wskaźniki zadymienia	389
40. Elektryczne analizatory gazu	392
40.1. Elektryczne analizatory gazu działające na zasadzie przewodnictwa cieplnego	392
40.2. Elektryczne analizatory gazu pracujące na zasadzie pomiaru ciepła reakcji chemicznej (katalityczne)	397
40.3. Analizatory gazu optyczno-akustyczne	403
40.4. Magnetyczne analizatory gazu	407
41. Spektrograf mas	409
41.1. Zasada działania	409
41.2. Zastosowanie spektrografów mas do sprawdzania szczelności aparatów o wysokiej próżni metodą pomiaru stężenia helu w powietrzu	412
42. Przyrządy elektryczne do mierzenia wilgotności	413
42.1. Przyrządy elektryczne do mierzenia wilgotności ciał stałych (wilgotnościomierze)	414
42.2. Przyrządy elektryczne do mierzenia wilgotności gazów	419
Wykaz piśmiennictwa	427
Skorowidz rzeczowy	433