

SPIS TREŚCI

1. Definicja sygnału, podział sygnałów	7
1.1. Sygnały analogowe	7
1.2. Sygnały dyskretne	7
1.3. Elementy teorii informacji	10
1.3.1. Wydajność źródła informacji	11
1.4. Systemy zapisu liczb	11
1.4.1. System dziesiętny	11
1.4.2. System dwójkowy	11
1.4.3. System trójkowy	12
1.5. Treść fizyczna nośnika informacji w przypadku sygnałów pneumatycznych	13
2. Wybrane wiadomości z dynamiki gazów	15
2.1. Podstawowe parametry stanu gazu oraz inne wybrane wielkości charakteryzujące przepływ gazu	15
2.1.1. Temperatura	15
2.1.2. Ciśnienie	15
2.1.3. Objętość właściwa i gęstość	15
2.1.4. Podstawowe przemiany termodynamiczne	16
2.1.5. Lepkość	17
2.1.6. Prędkość	18
2.1.7. Przepływ	18
2.2. Podstawowe równania aerodynamiki	19
2.2.1. Równanie ciągłości	19
2.2.2. Równanie ruchu	19
2.2.3. Równanie zachowania ilości energii	20
2.3. Podobieństwo mechaniczne przepływów. Liczba Reynoldsa	21
2.3.1. Przepływy płynów rzeczywistych	21
2.3.2. Równanie Saint-Venanta Wantzela	24
2.3.3. Równanie Bernoulliego	26
3. Oporność, pojemność i indukcyjność pneumatyczna	27
3.1. Opory pneumatyczne	27
3.1.1. Opory stałe	27
3.1.2. Opory nastawiane	28
3.1.3. Opory zmienne	34
3.1.4. Opory pulsujące	37
3.1.5. Opory sterowane	38
3.1.6. Opory laminarne	39
3.1.7. Opory turbulentne	40
3.2. Współczynnik strat przepływu ξ	40
3.3. Charakterystyka przepływowa oporu	44
3.3.1. Wzory używane do obliczania natężenia przepływu w oporach pneumatycznych	45
3.3.2. Metoda analityczno-doświadczalna wyznaczania charakterystyk przepływowych	46
3.4. Kondensatory pneumatyczne	46
3.4.1. Kondensator pneumatyczny z wartością stabilizowaną ciśnienia p_{x1}	48
3.4.2. Kondensator z wartością stabilizowaną ciśnienia p_{x2}	48
3.4.3. Kondensator pneumatyczny z ładunkiem stabilizowanym	49
3.4.4. Kondensator pneumatyczny o pojemności nieskończonej ($c = \infty$)	51
3.5. Inertancja pneumatyczna	53
3.6. Kaskady pneumatyczne	54
3.6.1. Kaskady otwarte	56
3.6.2. Kaskady zamknięte	66
4. Generowanie sygnałów pneumatycznych	71
4.1. Generatory sygnałów pneumatycznych sinusoidalnych	71
4.1.1. Generatory elektropneumatyczne	73
4.1.2. Generatory mechaniczno-pneumatyczne	73
4.2. Generatory sygnałów pneumatycznych zmiennych liniowo	76
4.2.1. Generatory sygnałów narastających liniowo	77

4.2.2. Generatory sygnałów malejących liniowo	80
4.2.3. Generatory sygnałów piłokształtnych	82
4.3. Generatory sygnałów pneumatycznych prostokątnych	84
4.3.1. Generatory membranowe	84
4.3.2. Generatory z masą drgającą	94
4.3.3. Generatory z tarczą wirującą	99
4.4. Generatory sygnałów pneumatycznych parabolicznych, generatory strumieniowe	100
4.4.1. Generatory ze sprzężeniem zwrotnym zewnętrznym	101
4.4.2. Generatory ze sprzężeniem zwrotnym wewnętrznym	107
5. Zapamiętywanie sygnałów pneumatycznych	114
5.1. Elementy pamięci sygnałów analogowych	114
5.1.1. Zapamiętywanie sygnałów analogowych na czas jednego taktu	115
5.1.2. Pamięć długotrwała sygnałów analogowych	120
5.1.3. Układy zapamiętywania wartości maksymalnej i minimalnej sygnałów analogowych	122
5.2. Elementy pamięci sygnałów dyskretnych	124
5.2.1. Własności przerzutników	126
5.2.2. Pneumatyczne przerzutniki potencjałowe asynchroniczne typu R-S	134
5.2.3. Przerzutniki synchroniczne typu R-S	145
6. Operacje matematyczne na sygnałach pneumatycznych	146
6.1. Elementy pneumatyczne realizujące operacje matematyczne na sygnałach analogowych	146
6.2. Operacje arytmetyczne ciągłe na sygnałach analogowych	147
6.3. Operacje algebraiczne ciągłe na sygnałach analogowych	152
6.3.1. Zmiana zakresu pomiarowego	158
6.4. Całkowanie i różniczkowanie ciągłe sygnałów pneumatycznych	160
6.5. Operacje matematyczne na sygnałach analogowych realizowane w sposób dyskretny	166
6.5.1. Operacje algebraiczne	166
6.5.2. Całkowanie i różniczkowanie sygnałów	167
6.6. Operacje matematyczne na sygnałach pneumatycznych z modulacją częstotliwości	170
6.6.1. Prostowanie przebiegów zmiennych	170
6.6.2. Operacje arytmetyczne na sygnałach częstotliwościowych	170
6.7. Operacje matematyczne na sygnałach cyfrowych	172
6.7.1. Sumatory cyfrowe	174
7. Zliczanie sygnałów pneumatycznych	178
7.1. Zliczanie sygnałów analogowych	178
7.1.1. Przyrządy zliczające o działaniu ciągłym	179
7.1.2. Przyrządy zliczające o działaniu impulsowym	184
7.2. Zliczanie sygnałów cyfrowo-impulsowych	187
7.2.1. Liczniki dwójkowe	189
7.2.2. Liczniki dziesiętne	203
7.2.3. Liczniki pierścieniowe	208
7.2.4. Liczniki pseudopierścieniowe	209
7.2.5. Liczniki rewersyjne	212
8. Przekształcanie analogowo-cyfrowe sygnałów pneumatycznych	217
8.1. Przekształtniki a/c impulsowo-czasowe	218
8.1.1. Przekształtniki akumulacyjne	219
8.1.2. Przekształtniki cykliczne	221
8.2. Przekształtniki a/c kompensacyjne	226
8.2.1. Przekształtniki a/c kompensacyjne bez sprzężenia zwrotnego	226
8.2.2. Przekształtniki a/c kompensacyjne ze sprzężeniem zwrotnym	232
8.3. Przekształtniki a/c kodowania bezpośredniego	236
8.3.1. Analiza budowy tarczy kodowej	237
8.3.2. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych przekształtników a/c kodowania bezpośredniego	244
9. Przekształcanie cyfrowo-analogowe sygnałów pneumatycznych	248
9.1. Przekształtniki pneumatyczne c/a z sumowaniem przyrostów jednostkowych	250
9.1.1. Przekształtniki c/a bez sprzężenia zwrotnego	250
9.1.2. Przekształtniki c/a ze sprzężeniem zwrotnym cyfrowym	255
9.2. Przekształtniki pneumatyczne c/a z sumowaniem z uwzględnieniem wagi pozycji	256
9.2.1. Przekształtniki c/a wielowzorcowe	257

9.2.2. Przekształtniki c/a jednowzorcowe	262
9.3. Przekształtniki pneumatyczne c/a z przekształcaniem bezpośrednim	267
10. Przetwarzanie sygnałów pneumatycznych na sygnał przesunięcia mechanicznego	269
10.1. Siłowniki pneumatyczne analogowe	269
10.1.1. Siłowniki pneumatyczne bez pozycjonerów	269
10.1.2. Siłowniki pneumatyczne z pozycjonerami	271
10.1.3. Mikroserwomotory pneumatyczne	278
10.2. Siłowniki pneumatyczne dyskretne	281
10.2.1. Siłowniki dwupołożeniowe	281
10.2.2. Siłowniki wielopołożeniowe	285
11. Przetwarzanie sygnałów pneumatycznych na sygnały hydrauliczne	292
11.1. Przetworniki pneumohydrauliczne analogowe	292
11.2. Przetworniki pneumohydrauliczne dyskretne	295
Literatura	299
Skorowidz	302