

Spis treści

Przedmowa Wydawcy	9
Przedmowa Feynmana	15
1. Wprowadzenie do komputerów	17
1.1. Model urzędnika archiwisty	21
1.2. Zbiory instrukcji	24
1.3. Podsumowanie	32
2. Organizacja komputerów	35
2.1. Bramki i układ kombinacyjny	35
2.2. Dekoder binarny	44
2.3. Więcej o bramkach: bramki odwracalne	47
2.4. Funkcjonalnie pełne zbiory operatorów	52
2.5. Przełączniki i pamięć komputerowa	54
2.6. Taktowanie i rejestry przesuwne	58
3. Teoria obliczeń	63
3.1. Efektywne procedury i obliczalność	64
3.2. Automaty skończone	66
3.3. Ograniczenia automatów skończonych	70
3.4. Maszyny Turinga	75
3.5. Więcej o maszynach Turinga	83
3.6. Uniwersalne maszyny Turinga i problem stopu	88
3.7. Obliczalność	95
4. Kodowanie i teoria informacji	101
4.1. Informatyka i teoria komunikacji	102
4.2. Wykrywanie błędów i kody korygujące	102
4.2.1. Sprawdzanie parzystości	103
4.2.2. Kody Hamminga	105
4.2.3. Uwaga o pamięci	110

6 I Spis treści

4.3. Twierdzenie Shannona . . . . .	.112
4.4. Geometria przestrzeni komunikatów . . . . .	.116
4.5. Kompresja danych i informacja . . . . .	.121
4.6. Teoria informacji . . . . .	.126
4.7. Dalsze techniki kodowania . . . . .	.128
4.7.1. Kodowanie Huffmana . . . . .	.129
4.7.2. Kodowanie predykcyjne . . . . .	.132
4.8. Transmisja sygnałów analogowych . . . . .	.134
5. Odwracalne obliczenia i termodynamika obliczeń . . . . .	.141
5.1. Fizyka informacji . . . . .	.141
5.1.1. Demon Maxwella i termodynamika pomiarów . . . . .	.150
5.1.2. Energia i teoria Shannona . . . . .	.152
5.2. Odwracalne obliczenia i termodynamika obliczeń . . . . .	.153
5.2.1. Komputery odwracalne . . . . .	.154
5.2.2. Obliczanie kopii . . . . .	.157
5.2.3. Implementacja fizyczna . . . . .	.160
5.2.4. Żyjący komputer . . . . .	.163
5.3. Obliczenia: koszty energii a prędkość . . . . .	.166
5.4. Ogólny odwracalny komputer . . . . .	.170
5.5. Komputer z kulą bilardową . . . . .	.174
5.6. Obliczenia kwantowe . . . . .	.179
6. Komputery mechaniki kwantowej . . . . .	.181
6.1. Wprowadzenie . . . . .	.181
6.2. Obliczenia z wykorzystaniem maszyn odwracalnych . . . . .	.183
6.3. Komputer mechaniki kwantowej . . . . .	.187
6.4. Niedoskonałości i nieodwracalna strata energii swobodnej . . . . .	.193
6.5. Upraszczenie implementacji . . . . .	.196
6.6. Wnioski . . . . .	.202
6.7. Bibliografia . . . . .	.203
7. Fizyczne aspekty obliczeń . . . . .	.205
Zastrzeżenie od wydawców . . . . .	.205
7.1. Fizyka przyrządów półprzewodnikowych . . . . .	.206
7.1.1. Dioda ze złączem p-n oraz tranzystor n-p-n . . . . .	.210
7.1.2. MOSFET . . . . .	.214
7.1.3. Bramki logiczne MOSFET i elementy obwodu . . . . .	.224
7.2. Zużycie energii i utrata ciepła w komputerach . . . . .	.228
7.2.1. InwerterCMOS . . . . .	.229
7.2.2. Gorące taktowanie . . . . .	.236
7.2.3. Ogólne rozważania i interesujące związki . . . . .	.240
7.3. Budowa układu VLSI . . . . .	.245
7.3.1. Projekt obwodu i tranzystory przepustowe . . . . .	.252
7.3.2. Programowane macierze logiczne . . . . .	.254

Spis treści I 7

7.4. Dalsze ograniczenia projektu maszyny.	259
7.4.1. Przesunięcie czasowe.	260
7.4.2. Pakowanie przewodów: reguła Renta.	262
Posłowie: wspomnienie o Richardzie Feynmanie.	269
Polecane lektury.	279