

Wstęp	10
1. Architektura mikrokontrolerów 68HC08	13
1.1. Architektura	14
1.1.1. CPU: rdzeń 68HC08.....	14
1.1.1.1. Model 68HC08 dla programisty.....	14
1.1.1.2. Podstawy: przeniesienie i przepełnienie.....	17
1.1.1.3. Jednostka arytmetyczno-logiczna (ALU).....	17
1.1.1.4. Różnice między mikrokontrolerami 68HC05 i 68HC08	17
1.1.2. Działanie CPU	17
1.1.2.1. Przerwania.....	19
1.1.2.2. Obsługa przerwania	21
1.1.2.3. Wykrycie przerwania	21
1.1.2.4. Zapamiętywanie stanu CPU	21
1.1.2.5. Arbitraż przerwania	22
1.1.2.6. Maskowanie przerwania	23
1.1.2.7. Powrót z przerwania do programu głównego	23
1.1.3. Obsługa przerwania w assemblerze	24
1.1.4. Obsługa przerwania w C	26
1.1.5. Obsługa przerwania w C++	28
1.1.6. Przykład obsługi przerwania w C/C++	28
1.1.7. Przerwania w trybach STOP i WAIT	30
1.1.8. Przerwania zagnieżdżone.....	31
1.2. Tryby adresowania i lista rozkazów mikrokontrolera 68HC08	32
1.2.1. Tryby adresowania mikrokontrolera 68HC08	32
1.2.1.1. Adresowanie proste	32
1.2.1.2. Adresowanie natychmiastowe	32
1.2.1.3. Adresowanie bezpośrednie	34
1.2.1.4. Adresowanie rozszerzone	34
1.2.1.5. Adresowanie indeksowe	36
1.2.1.6. Adresowanie indeksowe poprzez wskaźnik stosu.....	38
1.2.1.7. Adresowanie indeksowe poprzez wskaźnik stosu z przesunięciem 8-bitowym.....	38
1.2.1.8. Adresowanie indeksowe poprzez wskaźnik stosu z przesunięciem 16-bitowym.....	38
1.2.2. Lista rozkazów mikrokontrolera 68HC08.....	40
ADC	43
ADD.....	44
AIS	45
AIX	48
AND.....	49
ASL	50
ASR.....	51
BCC.....	52
BCLR n.....	52
BCS.....	53
BEQ.....	53
BGE.....	54
BGT.....	54
BHCC.....	55
BHCS	55

BHL.....	56
BHS.....	56
BIH.....	57
BIL.....	57
BIT.....	58
BLE.....	59
BLO.....	59
BLS.....	60
BLT.....	60
BMC.....	61
BMI.....	61
BMS.....	62
BNE.....	62
BPL.....	63
BRA.....	63
BRCLR n.....	64
BRN.....	64
BRSET n.....	65
BSET n.....	66
BSR.....	67
CBEQ.....	68
CLC.....	69
CLI.....	70
CLR.....	71
CMP.....	72
COM.....	73
CPHX.....	74
CPX.....	75
DAA.....	76
DBNZ.....	77
DEC.....	78
DIV.....	79
EOR.....	80
INC.....	81
JMP.....	82
JSR.....	83
LDA.....	84
LDHX.....	85
LDX.....	86
LSL.....	87
LSR.....	88
MOV.....	89
MUL.....	90
NEG.....	91
NOP.....	92
NSA.....	92
ORA.....	93
PSHA.....	94

PSHH	94
PSHX	95
PULA	95
PULH	96
PULX	96
ROL	97
ROR	98
RSP	99
RTI	99
RTS	100
SBC	101
SEC	102
SEL	102
STA	103
STHX	104
STOP	105
STX	106
SUB	107
SWI	108
TAP	109
TAX	109
TPA	110
TST	111
TSX	112
TXA	112
TXS	113
WAIT	114
1.3. Sygnał zegarowy	115
1.3.1. Praca z rezonatorem zewnętrznym	116
1.3.2. Wykorzystanie wewnętrznego układu PLL	117
1.3.3. Wykorzystanie generatora RC	118
1.3.4. Wykorzystanie generatora wewnętrznego	118
1.4. Tryby pracy	119
1.4.1. Tryb RUN	119
1.4.2. Tryb WAIT	119
1.4.3. Tryb STOP	120
1.4.4. Tryb MONITOR	120
1.5. Pewność działania mikrokontrolerów 68HC08	122
1.5.1. Moduł COP	122
1.5.2. Moduł LVI	123
1.5.3. Zerowanie wywołane niedozwolonymi rozkazami i adresami	124
2. Moduły peryferyjne mikrokontrolerów 68HC08	125
2.1. Timer – teoria i przykłady zastosowań	126
2.1.1. Funkcja porównywania wyjść (OC)	127
2.1.2. Funkcja przechwytywania wejść (IC)	128
2.1.3. Funkcja modulacji szerokości impulsu (PWM)	128
2.1.4. Przykład zastosowania timera: obsługa impulsatora	129
2.1.5. Przykładowy program obsługi czujnika obrotów	131

2.2.	Wejścia i wyjścia cyfrowe – teoria i praktyka	133
2.2.1.	Moduł przerwań od klawiatury	134
2.2.2.	Zabezpieczanie wejść	134
2.2.3.	Praktyczne przykłady różnych obwodów wejściowych	136
2.2.4.	Przykłady programowania portów I/O	137
2.3.	Przetworniki A/C – teoria i praktyka	141
2.3.1.	Rejestry sterujące przetwornika A/C.....	143
2.3.2.	Parametry elektryczne przetwornika A/C	144
2.3.3.	Praktyczne wskazówki stosowania przetworników A/C	145
2.3.4.	Przykład zastosowania przetwornika A/C – czujnik temperatury	145
2.3.5.	Projektowanie układów wejściowych	146
2.3.6.	Zastosowanie przetwornika A/C jako wejściowego portu cyfrowego	147
2.3.7.	Przykład programu do uśredniania wyników przetwarzania A/C	150
2.4.	Szeregowy interfejs asynchroniczny (SCI)	154
2.4.1.	Bloki funkcjonalne modułu SCI.....	154
2.4.2.	Funkcja w języku C do transmisji i odbioru danych za pomocą SCI.....	156
2.5.	Szeregowy interfejs synchroniczny (SPI)	160
2.5.1.	Opis działania SPI	160
2.5.2.	Sterowanie rejestrami przesuwymi.....	165
2.5.3.	Sterowanie silnikami krokowymi poprzez SPI.....	168
2.6.	Moduł msCAN w mikrokontrolerach MC68HC08 i MC68HC12	172
2.6.1.	Moduł msCAN08 mikrokontrolera 68HC08Azx i pochodnych.....	172
3.	Pamięci mikrokontrolerów 68HC08	177
3.1.	Informacje ogólne	178
3.2.	Nieulotna pamięć programu	179
3.3.	Pamięć programu Flash	181
3.4.	Pamięć danych RAM.....	183
3.5.	Pamięć danych EEPROM.....	184
3.6.	Pamięć ROM monitora.....	185
3.7.	Programowanie w układzie	185
3.7.1.	Podstawy programowania w układzie poprzez łącze szeregowo.....	185
3.7.2.	Programowanie pamięci Flash w praktyce	187
3.7.3.	Programowanie z aplikacji	189
3.7.4.	Przykład programowania pamięci Flash mikrokontrolera MC68HC908GP32	190
3.7.5.	Programowanie pamięci Flash za pomocą funkcji wbudowanych w ROM	193
4.	Mikrokontrolery rodziny 68HC08	201
4.1.	Seria J – mikrokontrolery o niskiej cenie	202
4.1.1.	Charakterystyka serii J.....	202
4.1.2.	Rozkład wyprowadzeń układów serii J.....	205
4.1.3.	Pamięć ROM monitora.....	205
4.1.4.	Mapa pamięci mikrokontrolera	207
4.1.5.	Konfiguracja mikrokontrolerów 68HC908J.....	207
4.1.6.	Generator w mikrokontrolerach 68HC908J.....	209
4.1.6.1.	Mikrokontrolery 68HC908J współpracujące z kwarcem.....	209
4.1.6.2.	Mikrokontrolery 68HC908J współpracujące z obwodem RC	211
4.1.7.	Moduł SIM mikrokontrolerów 68HC908J	212
4.1.8.	Porty wejściowe i wyjściowe mikrokontrolerów serii 68HC908J.....	213

4.1.8.1.	Port A mikrokontrolera 68HC908J.....	213
4.1.8.2.	Port B mikrokontrolera 68HC908J.....	216
4.1.8.3.	Port D mikrokontrolera 68HC908J.....	218
4.1.9.	Parametry elektryczne.....	221
4.1.10.	Wymiary obudów.....	221
4.2.	Mikrokontrolery do zastosowań standardowych serii 68HC908G.....	221
4.2.1.	Charakterystyka serii G.....	222
4.2.2.	Wyprowadzenia układów serii G.....	223
4.2.3.	Pamięć ROM monitora.....	224
4.2.4.	Mapa pamięci mikrokontrolerów 68HC908G.....	227
4.2.5.	Konfiguracja mikrokontrolerów 68HC908G.....	228
4.2.6.	Generator układów 68HC908G: moduł generacji zegara (CGM).....	230
4.2.7.	Generator OSC.....	231
4.2.8.	Układ PLL.....	233
4.2.9.	Programowanie PLL.....	234
4.2.10.	Układ wyboru bazowego sygnału zegarowego.....	240
4.2.11.	Rejestry CGM.....	240
4.2.12.	Korzystanie z przerw układu PLL.....	243
4.2.13.	Parametry elektryczne i czasowe układu PLL.....	244
4.2.14.	Dobór zewnętrznego filtra układu PLL.....	245
4.2.15.	Moduł SIM mikrokontrolerów 68HC908G-.....	245
4.2.16.	Porty wejściowe i wyjściowe mikrokontrolerów serii 68HC908G.....	246
4.2.16.1.	Port A mikrokontrolera 68HC908G.....	246
4.2.16.2.	Port B mikrokontrolera 68HC908G.....	249
4.2.16.3.	Port C mikrokontrolera 68HC908G.....	251
4.2.16.4.	Port D mikrokontrolera 68HC908G.....	254
4.2.16.5.	Port E mikrokontrolera 68HC908G.....	256
4.2.17.	Parametry elektryczne.....	259
4.2.18.	Wymiary obudów.....	259
4.3.	Seria KX – mikrokontrolery dla „małych” aplikacji.....	259
4.3.1.	Charakterystyka serii KX.....	259
4.3.2.	Wyprowadzenia układów serii KX.....	261
4.3.3.	Pamięć ROM monitora.....	261
4.3.3.1.	Normalny tryb monitora.....	262
4.3.3.2.	Wymuszony tryb monitora.....	262
4.3.4.	Mapa pamięci mikrokontrolera 68HC908KX8.....	264
4.3.5.	Konfiguracja mikrokontrolera 68HC908KX8.....	264
4.3.6.	Generator mikrokontrolerów 68HC908KX: moduł ICG.....	267
4.3.6.1.	Wewnętrzny generator zegarowy (ICG).....	269
4.3.6.2.	Programowanie i praktyczne wykorzystanie modułu ICG.....	272
4.3.6.3.	Rejestry modułu ICG.....	280
4.3.6.4.	Parametry elektryczne generatora wewnętrznego i zewnętrznego.....	281
4.3.7.	Moduł SIM mikrokontrolerów 68HC908KX.....	281
4.3.8.	Porty wejściowe i wyjściowe.....	281
4.3.8.1.	Port A.....	282
4.3.8.2.	Port B.....	284
4.3.9.	Parametry elektryczne.....	287
4.3.10.	Wymiary obudów.....	287

4.4.	Serie AZ, RK, JB i MR.....	287
4.4.1.	Mikrokontrolery MC68HC08AZ z modułem CAN.....	287
4.4.2.	Mikrokontroler MC68HC908RK2 do zdalnego sterowania.....	288
4.4.3.	Mikrokontroler MC68HC908JB8 z interfejsem USB.....	289
4.4.4.	Mikrokontroler MC68HC908MR32 do sterowania silników.....	289
5.	Wspomaganie projektowania.....	291
5.1.	Narzędzia wspomagające Freescale.....	292
5.1.1.	Zestaw startowy low-cost.....	292
5.1.2.	Emulator sprzętowy.....	295
5.2.	Narzędzia firmy Metrowerks.....	296
5.2.1.	CodeWarrior Development Studio dla mikrokontrolerów rodziny HC08.....	296
5.2.2.	Kompilator C/C++ dla mikrokontrolerów 68HC08.....	297
5.2.3.	Linker.....	297
5.2.4.	Wersja demonstracyjna.....	297
5.2.5.	Instalacja CodeWarriora.....	297
5.3.	Narzędzia firm niezależnych: debugger dla 68HC08 firmy HITEX.....	298
5.3.1.	Symulator programowy.....	298
5.3.2.	Tryb monitora.....	298
5.3.3.	Emulator sprzętowy.....	298
5.3.4.	Wykorzystanie emulatora sprzętowego w trakcie projektowania.....	299
5.3.4.1.	Opracowanie i testowanie oprogramowania przed wyprodukowaniem sprzętu.....	299
5.3.4.2.	Inicjalizowanie sprzętu.....	300
5.3.4.3.	Integracja sprzętu i oprogramowania.....	300
5.3.4.4.	Optymalizacja aplikacji.....	301
5.3.4.5.	Automatyzacja testowania.....	302
5.3.4.6.	Debugowanie z narzędziami projektowymi i z systemem operacyjnym czasu rzeczywistego.....	303
5.3.4.7.	Podsumowanie.....	304
6.	Programowanie mikrokontrolerów 68HC08 w C i C++.....	305
6.1.	Dlaczego warto programować mikrokontrolery 8-bitowe w języku wysokiego poziomu?.....	306
6.1.1.	Lepsza czytelność i łatwość modyfikacji.....	306
6.1.2.	Redukcja czasu opracowania i testowania.....	306
6.1.3.	Programowanie zespołowe.....	306
6.1.4.	Lepsza przenaszalność programów w C.....	307
6.2.	Typy danych.....	307
6.3.	Arytmetyka całkowita z liczbami całkowitymi 8-bitowymi.....	308
6.3.1.	Arytmetyka całkowita dużych liczb.....	309
6.3.2.	Korzystanie ze zmiennych 8-bitowych.....	309
6.3.3.	Operacyjny zakres zmiennych.....	309
6.4.	Dostęp do układów peryferyjnych i indywidualnych bitów.....	311
6.4.1.	Dostęp do rejestrów sterujących mikrokontrolera.....	311
6.4.2.	Dostęp do znaczników.....	313
6.5.	Struktury i unie.....	314
6.5.1.	Używanie struktur.....	314
6.5.2.	Używanie unii.....	315

6.5.2.1.	Łączenie programów asemblera i C.....	315
6.6.	Kompilatory C++ dla mikrokontrolerów 68HC08.....	317
6.6.1.	Klasy	317
6.6.2.	Dane i funkcje właściwe klasie: static	318
6.6.3.	Funkcje składowe i wskaźnik this.....	318
6.6.4.	Kontrola dostępu do składników	319
6.6.5.	Specjalne funkcje składowe: konstruktory i destruktory	320
6.6.6.	Funkcje generowane przez kompilator.....	321
6.6.7.	Funkcje wirtualne	321
6.6.8.	Dostęp do funkcji wirtualnych	323
6.6.9.	Szablony.....	323
6.6.10.	Statyczne składowe i zmienne.....	324
6.6.11.	Przeciążenie operatorów	324
Literatura	325