

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	13
I. rész	
PIC MIKROVEZÉRLŐK ALKALMAZÁSTECHNIKÁJA (KÓNYA LÁSZLÓ)	
1. Ismétlés	19
1.1. A mikroprocesszor működése	19
1.2. Mikroszámítógépek, mikrokontrollerek	20
2. A PIC mikrovezérlők felépítése, fejlődése	23
2.1. Aritmetikai-logikai egység (ALU)	23
2.2. Programmemória	24
2.2.1 Programmemória-típusok	24
2.3. Adatmemória	26
2.4. A program- és az adatmemória kapcsolata	27
2.5. Megszakítás	29
2.6. Rendszerelemek	32
2.6.1 Oszcillátor, órajel	32
2.6.2 Reset	34
2.6.3 Watchdog	38
2.6.4 Microchip nanowatt technológia	39
2.6.5 Alacsony tápfeszültség figyelése (LVD)	47
2.7. A PIC mikrovezérlők fejlődése	48
2.8. 8 bites mikrovezérlő-családok (8/12, 8/14, e8/14, 8/16)	49
2.8.1 PIC10F/PIC12F/PIC16F – 8/12-es család (Baseline Flash Microcontrollers)	50
2.8.2 PIC12F/PIC16F – 8/14-es család (Mid Range Microcontrollers)	53
2.8.3 PIC12F/PIC16F – e8/14-es család (Enhanced Mid Range Microcontrollers)	55
2.8.4 PIC18F – 8/16-os család (High Performance Microcontrollers)	58
2.9. 16/24-es mikrovezérlők, PIC24/PIC30/dsPIC33 családok	66
2.9.1 A PIC24-es termékvonallal	67
2.9.2 dsPIC termékvonallal: DSP PIC	72
2.10. A 32/32 bites mikrovezérlők – PIC32-es család	74
2.11. Összefoglalás	80
3. Digitális perifériák	81
3.1. I/O portok	83
3.1.1 Bemeneti változások kezelése a 16/24 bites kontrollereknél	85
3.1.2 Az érintésérzékelők kezelése	85
3.1.3 Funkciók más lábakhoz rendelése – Peripheral Pin Select (PPS)	88
3.2. Párhuzamos I/O port	90
3.3. Időzítő/eseményszámláló modulok	93
3.4. Naptár/óra modul (RTCC)	95
3.5. A CCP modulok fejlődése	96
3.6. Az Input Capture modul	97
3.7. Output Compare (OC) /PWM modul	98

PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája – PIC programozás C nyelven

3.8.	Motor Control PWM (MCPWM).....	101
3.9.	Forgásérzékelés – QEI.....	102
3.10.	EEPROM modul.....	104
3.11.	LCD vezérlés	105
3.12.	DMA – közvetlen memóriáhozáférés	107
3.13.	JTAG peremfigyelő modul	108
4.	Analóg perifériák	110
4.1.	A D/A átalakítás elve: 4 bites D/A átalakító.....	110
4.2.	Meredekség (slope) A/D átalakítók.....	111
4.3.	Fokozatos közelítésű A/D átalakítók.....	112
4.3.1	Fokozatos közelítésű átalakítók fejlődése	115
4.4.	Delta-sigma átalakítók.....	118
4.5.	Analóg komparátorok	119
4.6.	Mechatronika	120
5.	Kommunikációs perifériák.....	123
5.1.	SPI.....	123
5.1.1	16 bites SPI működési módok.....	124
5.2.	I2C.....	125
5.3.	Aszinkron soros átvitel	126
5.4.	UNIO busz	127
5.5.	LIN.....	130
5.6.	CAN.....	131
5.7.	USB	137
5.7.1.	MPLAB Starter Kit PIC24-es mikrovezérlőkhöz	139
5.7.2.	Keretprogram az USB eszközök kezelésére.....	140
5.8.	Data Converter Interface (DCI).....	141
5.9.	Ethernet	142
5.9.1.	Az Ethernet sikere	143
5.9.2.	Microchipmegoldások	144
5.10.	CRC ellenőrző modul	147
6.	PIC programfejlesztő eszközök.....	149
6.1.	MPLAB.....	150
6.1.1.	Fejlesztési lépések – projektek	151
6.1.2.	MPLAB installálása, törlése	151
6.1.3.	Projekt létrehozása	152
6.1.4.	Projekt és munkakörnyezet.....	153
6.1.5.	MPLAB – használat	153
6.1.6.	Szimulátor használata és nyomkövetés.....	160
6.1.7.	Stimulus használata.....	161
6.1.8.	Aszinkron stimulus.....	161
6.1.9.	Szinkron stimulus.....	162
6.1.10.	Vizsgálóeszközök a szimulátorban.....	165
6.2.	VDI – Visual Device Initializer.....	169
6.3.	Application Maestro.....	169
6.4.	Kódmodul könyvtár (Code Module Library).....	171
6.5.	MINDI – a Microchip webalapú analóg szimulátora.....	172
6.6.	MAPS – Microchip Advanced Product Selector	172

Tartalomjegyzék

7.	Hardver fejlesztőeszközök PIC mikrovezérlőkhöz	173
7.1.	ICD2	173
7.1.1.	A debugger működése	173
7.1.2.	Az ICD használata	174
7.1.3.	ICD2 debugger	174
7.1.4.	Korlátozások az ICD használatakor	175
7.2.	ICD3	176
7.3.	Real ICE Emulátor	176
7.4.	PICKit 1	177
7.5.	PICKit 2	178
7.6.	Explorer 16 Demo Board	181
7.7.	PIC programozók	183
8.	PIC programozás assembler segítségével	185
8.1	Utasításkészletek – programozói modell	185
8.2	Assembler programozás	186
8.3	Programfejlesztés linker használatával	186
8.3.1	Map fájl használata	189
8.4	Többmodulos programozás	190
8.5	Assembler mintapéldák	192
8.5.1	minta00.asm	194
8.5.2	blink01.asm	196
8.5.3	bcnt_02.asm	198
8.5.4	rotate_03.asm	200
8.5.5	dled_04.asm	201
8.5.6	blinkpol_05.asm	201
8.5.7	ittabla_06.asm	202
8.5.8	adtabla_07.asm	204
8.5.9	indir_08.asm	205
8.5.10	stmach_09.asm	206
8.5.11	preemt_10.asm	207
8.5.12	bilkez_11.asm	208
8.5.13	eeeprom_12.asm	209
8.5.14	frekgen_13.asm	211
8.5.15	kodzar_14.asm	212
8.5.16	adkod_15.asm	213
8.5.17	jatek_16.asm	214
9.	PIC programozás Basic-ben	215
9.1.	PICBASIC™ programozás	215
9.2.	Ajánlott programozási stílus	217
9.3.	Megoldások Basic programozáshoz	219
II. rész		
PIC PROGRAMOZÁS C NYELVEN (KOPJÁK JÓZSEF)		
	Bevezetés	223
10.	Az első program	225
10.1.	A fordító könyvtárszerkezete	225
10.2.	Az első projekt létrehozása	225

PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája – PIC programozás C nyelven

10.3. „Szia világ!”	226
10.3.1 Fordítás	227
10.3.2 Futtatás és szimuláció	230
10.4. PORTA beállítása	230
10.4.1 És a LED-ek felvillannak.....	232
10.5. Azoknak, akik csak az assemblyben bíznak	234
11. Egy kis matematika	236
11.1. Változók	236
11.1.1 Egész számok	236
11.1.2 Változók a memóriában	238
11.1.3 Lebegőpontos valós számok.....	238
11.2. Operátorok.....	239
11.3. Aritmetikai operátorok	239
11.4. Elválasztást végző operátorok.....	240
11.5. Inkrementáló és dekrementáló operátor	241
11.6. A megfelelő változótípus kiválasztása	243
11.6.1 A legkisebb változótípus	243
11.6.2 Egy lépéssel feljebb	244
11.6.3 Irány a long!.....	245
11.6.4 És végül a 64 bit.....	246
11.6.5 Elhagyjuk az egész számokat	246
11.6.6 Mérési eredmények	246
11.6.7 Mikor melyik változótípust érdemes választani?	248
12. Körbe-körbe.....	249
12.1. A ciklus fogalma	249
12.2. Relációs operátorok	250
12.3. Logikai operátorok.....	251
12.4. While ciklus	251
12.4.1 Egy kis dinamizmus	254
12.4.2 A villogó LED-ek	255
12.5. For ciklus	255
12.6. Do-while ciklus	258
12.7. Break utasítás	259
12.8. Continue utasítás	260
13. Amikor dönteni kell	261
13.1. If utasítás	261
13.2. If-else utasítás.....	262
13.3. Bitoperátorok.....	262
13.4. Rekurzív értékadó operátorok	264
13.4.1 Egy kis „partihangulat”.....	264
13.5. Feltételes operátor	266
13.5.1 Bemeneteink is vannak	267
13.6. Switch-case szerkezet.....	271
13.6.1 Csak haladóknak.....	274
14. Vissza a változókhoz	275
14.1. Típuskonverzió.....	275
14.1.1 Magyar jelölés.....	278
14.2. Mutatók	278

Tartalomjegyzék

14.3. Tömbök.....	281
14.3.1 Jöjjenek újból a LED-ek.....	282
14.3.2 Const előtag	284
14.3.3 Többdimenziós tömbök	285
14.3.4 Karakterláncok.....	286
14.3.5 Készítsünk fényűjságot!	287
14.4. Mutatóaritmetika.....	290
14.5. Kapcsolat a tömbök és a mutatók között	290
14.6. Mutatótömbök	292
14.6.1 Karakterláncokat tartalmazó tömbök	293
14.7. Mutatók nagysága.....	293
14.8. sizeof() operátor	294
14.9. Dinamikus memóriakezelés.....	294
15. Még mindig a változókról	297
15.1. Változótípus-definíció typedef segítségével.....	297
15.2. Felsorolástípus.....	297
15.3. Struktúrák	300
15.3.1 Struktúrák deklarálása	300
15.3.2 Hivatkozás a struktúrák elemeire	302
15.3.3 Struktúrák egybeágyazása.....	303
15.3.4 Bitstruktúrák.....	305
15.3.5 Előre deklarált bitek használata	306
15.4. Unionok.....	306
15.5. Operátorok kiértékelési sorrendje	307
16. És a kép összeáll.....	309
16.1. Függvények	309
16.1.1 Függvények definiálása	310
16.1.2 Függvények deklarálása	312
16.1.3 Függvények paraméterátadása.....	313
16.1.4 Rekurzív függvényhívás.....	317
16.1.5 Függvénymutatók	318
16.2. Változók láthatósága és élettartama.....	318
16.2.1 Lokális, automatikus változó	318
16.2.2 Lokális, statikus változók.....	319
16.2.3 Globális változók.....	319
16.2.4 volatile előtag.....	320
16.3. Több forrásállományból álló programok készítése	320
16.3.1 extern előtag.....	322
16.3.2 Statikus globális változók	323
16.3.3 Statikus függvények.....	323
16.4. Az előfordítónak szóló utasítások	323
16.4.1 Szimbolikus konstansok és makrók definiálása	323
16.4.2 Előre definiált szimbólumok.....	325
16.4.3 Fejlécállományok betöltése	325
16.4.4 Feltételes fordítás utasításai	325
16.4.5 Implementációfüggő utasítások.....	326

17. Amikor több szálon futnak az események.....	327
17.1. Timer1 időzítő/számláló modul használata	327
17.2. Megszakításkezelés	329
17.2.1 A PIC24F család megszakításvezérlője	329
17.3. A megszakításrutin elkészítése	332
17.4. Energiatakarékos üzemmódok használata	334
17.5. Inline assembly	335
17.6. Analóg–digitális átalakító használata.....	336
17.7. Több megszakításforrás egyidejű használata	340
18. Átjárás a világok között.....	346
18.1. Áttérés a MICROCHIP C18 fordítójára	346
18.1.1 A fordító könyvtárszerkezete.....	346
18.1.2 Az első projekt elkészítése.....	346
18.1.3 Konfigurációs bitek beállítása.....	348
18.1.4 Regiszterek és bitek használata.....	348
18.1.5 Változótípusok	348
18.1.6 Mutatók.....	349
18.1.7 Tárolási hely meghatározása	350
18.1.8 Inline assembly.....	350
18.1.9 Megszakítások használata	352
18.1.10. Kétszintű megszakításrendszer használata	355
18.2. Áttérés a HI-TECH PIC-C fordítójára	358
18.2.1 A fordító könyvtárszerkezete.....	358
18.2.2 Az első projekt elkészítése.....	358
18.2.3 Konfigurációs bitek beállítása.....	359
18.2.4 Regiszterek és bitek használata.....	360
18.2.5 Változótípusok	360
18.2.6 Tárolási hely meghatározása	361
18.2.7 Mutatók.....	361
18.2.8 Inline assembly.....	362
18.2.9 Megszakítások használata	362
18.2.10. Több megszakításforrás használata.....	364
18.3. Áttérés a MICROCHIP C32 fordítójára	366
18.3.1 A fordító könyvtárszerkezete.....	366
18.3.2 Az első projekt elkészítése.....	366
18.3.3 Konfigurációs bitek beállítása.....	368
18.3.4 Regiszterek és bitek használata.....	368
18.3.5 Változótípusok és mutatók	368
18.3.6 Inline assembly.....	369
18.3.7 Megszakítások használata	370
18.3.8 Több megszakításvektor használata	374
19. Mellékletek	377
19.1. A Microchip internet-oldalán közvetlenül elérhető témák gyűjteménye	377
19.2. PIC mikrovezérlőkkel kapcsolatos fogalmak gyűjteménye	378
19.3. Egyéb irodalom	387
19.4. A bináris prefixum	387
19.5. Könyvajánló	388