

Inhoud

1	De Microcontroller	1
1.1	Embedded Systemen	1
1.2	De architectuur van de microprocessor en de microcontroller	4
1.3	Geheugens en geheugenstructuur	6
1.4	Harvard-architectuur	7
1.5	RISC en CISC	8
1.6	De keuze voor een microcontroller	9
2	De taal C	11
2.1	Hello World	12
2.2	Het compilatietraject	14
2.3	Compilers	16
2.4	Foutmeldingen	17
3	C in het kort	19
3.1	Variabelen, declaraties en initialisatie	20
3.2	Datatypes	22
3.3	Samengestelde datatypes: arrays en strings	23
3.4	Rekenkundige bewerkingen	24
3.5	Afdrukken	25
3.6	Voorwaardelijke opdrachten	25
3.7	Herhalingsopdrachten	27
3.8	Voorbeelden	28
4	Funcities	31
4.1	Verdeel en heers	32
4.2	De opbouw van een functie	34
4.3	Formele en actuele parameters	38
4.4	De scope van functies en variabelen	38
4.5	Call by reference	40
4.6	Blokschema's, stroomdiagrammen, pseudocode en algoritmes	41
4.7	Voorbeeld: cijferprogramma	44
4.8	Het verschil tussen == en =	47
4.9	Funcities en programmeervaardigheden	48

5	In- en uitvoer	49
5.1	Geformateerde uitvoer	50
5.2	Geformateerde invoer	52
5.3	Voorbeeld: invoer gegevens cijferprogramma	54
5.4	Ongeformateerde in- en uitvoer	55
5.5	Alternatief voor het invoerprobleem	58
5.6	Argumenten doorgeven aan een programma	59
5.7	Declaratie en het gebruik van strings	62
6	Voorwaardelijke opdrachten	67
6.1	Het if-statement: de if-vorm	68
6.2	De bloктоewijzing	69
6.3	Het if-statement: de if-else vorm	70
6.4	Het nesten van if-statements	70
6.5	Het if-statement: de if-else-if vorm	72
6.6	Het switch-statement	72
6.7	Definities en macro's	77
6.8	De conditionele operator	80
7	Herhalingsopdrachten	81
7.1	De for-lus	81
7.2	De komma-operator	84
7.3	De while-lus	84
7.4	De do-while-lus of do-lus	85
7.5	Het break-statement en het continue-statement	86
8	Structuur en Opmaak	89
8.1	Commentaar	90
8.2	Opmaak	91
8.3	Naamgeving	93
9	Datatypen en Operatoren	95
9.1	Gehele getallen	96
9.2	Typecasting bij gehele getallen	97
9.3	Gebroken getallen	100
9.4	Typecasting bij gebroken getallen	101
9.5	Constanten bij gebroken getallen	103
9.6	Hexadecimaal, octaal en binair	104
9.7	Rekenkundige operatoren	105
9.8	Het karaktertype char en de speciale karakters	106
9.9	Boolean	107
9.10	De relationele bewerkingen	107
9.11	Logische operatoren	108
9.12	Bitbewerkingen	108
9.13	Verkorte schrijfwijze bij toekenningen	109
9.14	Bewerkingsvolgorde operatoren	110
9.15	Voorbeeld: afdrukken binaire waarden	112
9.16	Meer over operatoren, datatypen en declaraties	113

10	Arrays	119
10.1	De getallen van Fibonacci en de Gulden Snede	119
10.2	Berekenen getallen van Fibonacci en de Gulden Snede	121
10.3	Declaraties van arrays	122
10.4	Toewijzingen bij arrays	123
10.5	Lezen buiten het bereik van een array	123
10.6	Schrijven buiten het bereik van een array	124
10.7	Meerdimensionale arrays	124
10.8	De driehoek van Pascal	127
10.9	Berekening driehoek van Pascal en getallen van Fibonacci . . .	127
10.10	Dynamische geheugenallocatie	130
11	Pointers	131
11.1	Declaraties van pointers	132
11.2	Toewijzingen met pointers	132
11.3	Rekenen met pointers	133
11.4	Fouten met pointers	134
11.5	Getallen van Fibonacci en Gulden Snede met pointers	135
11.6	Toepassingen pointers	138
11.7	Voorbeelden met pointers	139
11.8	Dynamische geheugenallocatie bij eindimensionale arrays . . .	141
11.9	VLA: <i>variable length array</i>	142
11.10	Dynamische geheugenallocatie bij tweedimensionale arrays . .	144
12	Strings	151
12.1	Declaratie van en toekenningen aan strings	152
12.2	Op veilige wijze strings gebruiken	154
12.3	Stringfuncties	155
12.4	Array van strings	157
13	Advanced C	159
13.1	Lezen en schrijven naar bestanden	159
13.2	Recursie	168
13.3	Pointers naar functies	176
13.4	Samengestelde datatypes	177
13.5	Datastructuren	181
13.6	Functies met een variabele argumentenlijst	185
13.7	Preprocessoropdrachten of <i>compiler directives</i>	186
14	De Xmega	189
14.1	De opbouw van de Xmega	190
14.2	De behuizing van de Xmega	193
14.3	De geheugenorganisatie bij de Xmega	194
14.4	De systeemklok en klokopties	196
14.5	Het programmeren van de Xmega	197
14.6	De ontwikkelomgeving voor de Xmega	198

15	Generieke IO	199
15.1	De schakeling voor Led Blink	201
15.2	De generieke IO van de Xmega	201
15.3	De software voor Led Blink	204
15.4	Led Blink met <code>_delay_ms</code>	205
15.5	Bitbewerkingen	207
15.6	Led Blink in de Xmega-stijl	209
15.7	De generieke IO als ingang gebruiken	212
15.8	Het aan- en uitzetten van een led met een drukknop	213
15.9	Contactdender	214
15.10	Hardwarematige antidendermaatregelen	215
15.11	Softwarematige antidendermaatregelen	216
16	Interrupts	221
16.1	Het interruptmechanisme	222
16.2	De interrupts en het interruptmechanisme bij de Xmega	223
16.3	Een voorbeeld met externe interrupt 0	224
16.4	Timer/counters	229
16.5	Een tijdvertraging maken met een timer/counter	232
16.6	Een antidenderalgoritme met een externe interrupt en TCC0	237
16.7	Groepsconfiguratie, groepsmasker, groepspositie, bitmasker en bitpositie	239
17	Displays	243
17.1	De ledbar	244
17.2	Aansturing leds	250
17.3	Een tweedimensionale ledarray of dotmatrix	251
17.4	Cijfers afbeelden op een dotmatrix	253
17.5	Cijfers afbeelden op een dotmatrix met interrupt en timer	255
17.6	Cijfers afbeelden op een dotmatrix met de gegevens in flash	258
17.7	Een 4-digit 7-segmentdisplay aansturen	260
17.8	Het uitlezen van zes drukknoppen	263
17.9	Conclusie	266
18	Liquid Crystal Display	267
18.1	Het aansluiten van een HD44780 op de Xmega	268
18.2	Het karaktergeoriënteerde display op basis van HD44780	270
18.3	Toepassing LCD met 8-bit modus en tijdvertraging	277
18.4	Toepassing met bewegende tekst	279
18.5	Toepassing LCD met 4-bit modus en busy flag	280
18.6	Toepassing met een LCD-bibliotheek	283
18.7	Geformateerd afdrukken op een LCD	286
18.8	Het weergeven van gebroken getallen op een LCD	287

19	Analog-to-Digital Converter	291
19.1	Analoog-digitaalconversie	292
19.2	De opbouw van de ADC bij de Xmega	295
19.3	De conversiemethoden	301
19.4	Fouten bij AD-conversie	303
19.5	Toepassing: handmatige unsigned single ended conversie	305
19.6	Toepassing: handmatige signed single ended conversie	309
19.7	Toepassing: handmatige conversie met differentiële modus	311
19.8	Toepassing: differentiële conversie met een interrupt	313
19.9	Toepassing: differentiële conversie op vaste tijdstippen	313
19.10	Toepassing: differentiële conversie in de freerunningmodus	316
19.11	Kalibratie van de ADC	318
19.12	Resumé ADC	318
20	UART	321
20.1	Opbouw USART en het instellen van baudsnelheid	323
20.2	Instelling protocol	326
20.3	Ontvangen en verzenden van data	327
20.4	Het versturen van karakters via de UART	327
20.5	Het ontvangen, converteren en versturen van karakters	330
20.6	Toepassing met gebruik van een interrupt	331
20.7	Het gebruik van een circulaire buffer	333
20.8	Circulaire buffers bij de communicatie met een UART	335
20.9	De USART-driver van Atmel en een bijbehorende wrapper	337
20.10	Het versturen van getallen via de UART	344
20.11	Het creëren van een stream voor printf en scanf	344
21	Seriële communicatie	349
21.1	SPI	350
21.2	Toepassing: aansturing van een extern EEPROM via de SPI	353
21.3	Toepassing: aansturing van een schuifregister via een SPI	355
21.4	De USART als SPI	358
21.5	I ² C	360
21.6	I ² C of TWI voor de Xmega	362
21.7	Eenvoudige I ² C-bibliotheek voor de Xmega in mastermodus	363
21.8	Toepassing: eenvoudige I ² C-bibliotheek bij een DS3232	366
21.9	Levelshifting voor I ² C	370
21.10	De TWI-masterdriver van Atmel	371
21.11	De TWI-slavedriver van Atmel	374
21.12	Resumé TWI	378
22	Pulsbreedtemodulatie	379
22.1	De timer/counters van de Xmega	381
22.2	Bespreking PWM-mogelijkheden	383
22.3	De single-slope-modus: intensiteitsregeling voor een led	390
22.4	De single-slope-modus: intensiteitsregeling voor een rgb-led	391
22.5	De dual-slope-modus: een robotwagen met DC-motoren	393
22.6	De dual-slope-modus: aansturing servomotor	397

22.7	AWeX: advanced waveform extension	399
22.8	De frequentiemodus: het afspelen van muziek	400
23	Nog meer Xmega	405
23.1	Digitaal-analoogconverter	406
23.2	Analoge comparator	410
23.3	Input capture	417
23.4	Het kloksysteem van de Xmega	425
23.5	De realtime-counter	428
23.6	Het EEPROM	430
23.7	De slaapstanden	434
23.8	De mogelijkheden om de Xmega128a4u te herstarten	437
23.9	Watchdog	438
23.10	Het atomic block	441

Bijlagen

A	Stroomdiagrammen	443
A.1	Symbolen voor een stroomdiagram	444
A.2	Programmacode representeren met flowcharts	445
B	RS232	449
C	JTAG	455
D	CMOS	459
D.1	De MOS-transistor als schakelaar	459
D.2	De CMOS-inverter	460
D.3	CMOS-logica	461
D.4	De D-latch	462
D.5	De D-flipflop	464
D.6	De tristatebuffer en de tristate-inverter	466
D.7	De transmissiepoort	468
D.8	De pulluptransistor en de pulldowntransistor	470
D.9	De schmitttrigger	471
E	Headerbestanden	473
F	Application notes	481
G	ASCII	483
H	Xmega-bord	485
	Index	487