

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	15
3	Declaraties	19
4	Functies	25
4.1	Formele en actuele parameters	28
4.2	De scope van functies en variabelen	29
4.3	Call by reference	31
5	In- en uitvoer	33
5.1	Geformateerde in- en uitvoer	34
5.2	Ongeformateerde in- en uitvoer	36
5.3	Argumenten doorgeven aan een programma	37
6	Voorwaardelijke opdrachten	41
6.1	Het if-statement: de if-vorm	42
6.2	De bloктоewijzing	43
6.3	Het if-statement: de if-else vorm	44
6.4	Het nesten van if-statements	44
6.5	Het if-statement: de if-else-if vorm	46
6.6	Het switch-statement	46
6.7	De conditionele operator	51

7	Herhalingsopdrachten	53
7.1	De for-lus	53
7.2	De komma-operator	56
7.3	De while-lus	56
7.4	De do-while-lus of do-lus	57
7.5	Het break-statement en het continue-statement	58
8	Structuur en Opmaak	61
8.1	Commentaar	62
8.2	Opmaak	63
8.3	Naamgeving	65
9	Datatypes en Operatoren	67
9.1	Gehele getallen	68
9.2	Typecasting bij gehele getallen	68
9.3	Gebroken getallen	71
9.4	Typecasting bij gebroken getallen	73
9.5	Constanten bij gebroken getallen	76
9.6	Hexadecimaal, octaal en binair	76
9.7	Rekenkundige operatoren	78
9.8	Boolean	80
9.9	De relationele bewerkingen	80
9.10	Logische operatoren	80
9.11	Bitbewerkingen	81
9.12	Verkorte schrijfwijze bij toekenningen	82
9.13	Bewerkingsvolgorde operatoren	83
10	De ATmega32	85
10.1	De opbouw van de ATmega32	87
10.2	De geheugenorganisatie bij de ATmega32	88
10.3	De systeemklok en klokopties	90
10.4	Het programmeren van de ATmega32	91
10.5	De ontwikkelomgeving voor de ATmega32	92
11	Led Blink	95
11.1	De schakeling voor Led Blink	96
11.2	De software voor Led Blink	97
11.3	Led Blink met <code>_delay_loop2</code>	100
11.4	Led Blink met <code>_delay_ms</code>	102
11.5	Aansturing leds	103
11.6	Een led-array of dotmatrix	105
11.7	Cijfers afbeelden op een dotmatrix	106
11.8	Cijfers afbeelden op een dotmatrix met interrupt en timer	108
11.9	Cijfers afbeelden op een dotmatrix met de gegevens in flash	110
11.10	Een 4-digit 7-segmentdisplay aansturen	112
11.11	In- en uitlezen van informatie vanaf verschillende poorten	114

12	Interrupts	117
12.1	Het interruptmechanisme	118
12.2	De schakeling voor de demonstratie van externe interrupt 0	118
12.3	De software voor de externe interrupt 0	119
12.4	De software voor interrupt 0 met bitnotatie	123
12.5	Bitbewerkingen voor set, clear, toggle en test	124
12.6	Contactdender	126
12.7	Hardwarematige antidendermaatregelen	127
12.8	Softwarematige antidendermaatregelen	128
12.9	Het uitlezen van acht drukknoppen met polling	130
12.10	Het uitlezen van acht knoppen met externe interrupt 2	132
13	Timers	135
13.1	Timer 0	136
13.2	De schakeling voor het testen van de timer/counter	138
13.3	Berekening parameters voor exacte tijdvertraging	139
13.4	Software voor testen timer 0	140
13.5	Real time clock met timer 2	141
13.6	Een antidenderalgoritme met timer 0	142
14	Arrays	145
14.1	De getallen van Fibonacci en de Gulden Snede	145
14.2	Berekenen getallen van Fibonacci en de Gulden Snede	147
14.3	Declaraties van arrays	148
14.4	Toewijzingen bij arrays	149
14.5	Lezen buiten het bereik van een array	149
14.6	Schrijven buiten het bereik van een array	150
14.7	Meerdimensionale arrays	150
14.8	De declaratie van een multidimensionaal array	151
14.9	Toewijzingen bij een multidimensionaal array	151
14.10	De driehoek van Pascal	153
14.11	Berekening driehoek van Pascal en getallen van Fibonacci	153
15	Pointers	157
15.1	Declaraties van pointers	158
15.2	Toewijzingen met pointers	158
15.3	Rekenen met pointers	159
15.4	Fouten met pointers	160
15.5	Getallen van Fibonacci en Gulden Snede met pointers	161
15.6	Toepassingen pointers	164
15.7	Voorbeelden met pointers	165
16	Strings	167
16.1	Declaratie van en toekenningen aan strings	168
16.2	Op veilige wijze strings gebruiken	170
16.3	Stringfuncties	171
16.4	Array van strings	173

17	Advanced C	175
17.1	Lezen en schrijven naar bestanden	175
17.2	Recursie	184
17.3	Datastructuren	192
18	Analog-to-Digital Converter	197
18.1	Analoog-digitaalconversie	198
18.2	De ADC van de ATmega32	200
18.3	Toepassing single conversion mode zonder interrupt	207
18.4	Toepassing single conversion mode met interrupt	209
18.5	Toepassing automatic trigger mode met timer 0	210
18.6	Toepassing met free running mode	212
19	Liquid Crystal Display	213
19.1	Het karaktergeoriënteerde display op basis van HD44780	215
19.2	Toepassing LCD in 8-bit mode en met tijlvertraging	222
19.3	Toepassing met bewegende tekst	224
19.4	Toepassing in de 4-bits mode en met de busy flag	226
19.5	Toepassing met de bibliotheek van Peter Fleury	229
19.6	Geformateerd afdrucken op een LCD	230
19.7	Het weergeven van gebroken getallen op een LCD	232
20	UART	235
20.1	Opbouw USART en instellen baud rate	237
20.2	Instelling protocol	238
20.3	Ontvangen en verzenden van data	239
20.4	Het versturen van karakters via de UART	240
20.5	Het ontvangen, converteren en versturen van karakters	242
20.6	Toepassing met gebruik van een interrupt	243
20.7	Het gebruik van een circulaire buffer	245
20.8	Circulaire buffers bij de communicatie met een UART	247
20.9	De UART-bibliotheek van Peter Fleury	250
20.10	Het creëren van een stream voor printf en scanf	251
21	EEPROM en seriële communicatie	255
21.1	EEPROM van de ATmega32	256
21.2	SPI	260
21.3	I ² C	266
22	Pulsbreedtemodulatie	277
22.1	De timers van de ATmega32	279
22.2	De beschrijving van de modi van timers	280
22.3	Fast-PWM: een regeling voor intensiteit led	287
22.4	Phase-correct-PWM: een robotwagen met DC-motoren	291
22.5	Phase-and-frequentie-correct-PWM: aansturing servomotor	294
22.6	CTC-modus: het afspelen van muziek	296

23	Nog meer ATmega32	305
23.1	Analoge comparator	306
23.2	Input capture	310
23.3	De slaapstanden	314
23.4	De mogelijkheden om de ATmega32 te herstarten	319
23.5	Watchdog	319
23.6	Brownoutdetectie	322

Bijlagen

A	RS232	323
B	JTAG	329
C	Digital-to-Analog Converter	333
C.1	Een 4-bits DAC op basis van gewogen sommatie	333
C.2	Een 4-bits DAC op basis van een laddernetwerk	334
C.3	Een n-bits DAC op basis van een laddernetwerk	335
C.4	Uitleg laddernetwerk	335
D	CMOS	337
D.1	De MOS-transistor als schakelaar	337
D.2	De CMOS-inverter	338
D.3	CMOS-logica	339
D.4	De D-latch	340
D.5	De D-flipflop	342
D.6	De tristatebuffer en de tristate-inverter	344
D.7	De transmissiepoort	346
D.8	De pulluptransistor en de pulldowntransistor	348
D.9	De schmitttrigger	349
E	RTTTL	351
E.1	Specificatie RTTTL	351
E.2	Bibliotheekroutines voor het lezen van RTTTL	353
E.3	Een pc-applicatie met RTTTL-bibliotheek	358
F	Headerbestanden	361
G	Timer instellingen PWM	369
G.1	De bits uit register TCCR0 van timer 0	369
G.2	De bits uit de registers TCCR1A en TCCR1B van timer 1 . . .	370
G.3	De bits uit register TCCR2 van timer 2	372

H	Compilers voor AVR	373
H.1	C bij andere compilers voor AVR	373
H.2	Verouderde notatie bij GNU C-compiler	376
I	Make	377
I.1	De Makefile	377
I.2	De Makefile bij AVRstudio	379
J	ASCII	383
	Index	385