

# verbeteringen in MCS-51 BASIC V.1.1

naar een idee van D. Mudric en Z. Stojsavljevic (Belgrado)



Zoals we al in verschillende Elektuur-artikelen hebben laten zien, is de MCS-51 BASIC een bijzonder krachtige microcontroller waarbij Intel een bruikbare BASIC in de maskerprogrammeerbare ROM heeft aangebracht. Toch blijkt de controller nog voor verbetering vatbaar te zijn. Twee lezers van de Engelse editie van Elektuur (Elektor Electronics), Dusan Mudric en Zoran Stojsavljevic, hebben de inhoud van de ROM grondig geanalyseerd en enkele verbeteringen bedacht.

Veranderingen aanbrengen in een BASIC-interpretator die in een ROM is ondergebracht, dat gaat niet zo gemakkelijk. Die modificaties kunnen pas doorgevoerd worden als de BASIC uit de microcontroller in een externe EPROM is aangebracht. Hoe dat precies gebeurt, hebben we al eens beschreven in de artikelen "BASIC-compu-board in CMOS" (Elektuur januari

1990) en "ROM-copy" (Elektuur september 1990). Indien het daarvoor geschreven hulpprogramma wordt gebruikt, wordt de hele 8 Kbyte aan machinecode omgezet in een data-file volgens het Intel-Hex-formaat of direct in een EPROM gekopieerd die in de programmer op de print is aangebracht.

Uitgaande van de Intel-Hex-file is

door de auteurs via een hulpprogramma een source-listing van de machinecode gegenereerd die het mogelijk maakt de opzet van die machinecode te analyseren. Helemaal gedisassembleerd leverde dit een listing van ongeveer 4000 regels machinecode op. Voor de doorsnee gebruiker niet direct voor herhaling vatbaar.

Enkele kleine wijzigingen in de software bleken het mogelijk te maken om de interpreter een stuk sneller te laten werken. Verder hebben de twee onderzoekers enkele nieuwe routines bedacht die de door Intel gebruikte machinaalroutines voor floating-point-berekeningen kunnen vervangen. Ze worden daardoor nauwkeuriger, compakter en sneller.

## De floating-point-routines

Een van de dingen waarin onvolkomenheden ontdekt werden, waren de floating-point-routines. Deze foutjes komen aan het licht bij onderstaande kleine testprogramma's.

```
10 a=.10000001E30
20 b=.99999993E29
30 ?a-b
```

Het resultaat is 2.74E22, terwijl de uitkomst 1.7E22 zou moeten zijn. Op soortgelijke wijze produceert het programma

```
10 a=.10000001E30
20 b=.99999997E29
30 ?a-b
```

de uitkomst 1.54E22 in plaats van 1.5E22. Het gaat hier weliswaar om kleine afwijkingen, maar dit is toch niet zoals het hoort.

De gedisassembleerde versie van de routines die Intel gebruikt heeft, zijn te vinden in figuur 1. De verbeterde routines ziet u in figuur 2. Worden deze nieuwe routines opgenomen in de BASIC-interpretator, dan zijn de fouten in de uitkomsten verdwenen.

## Andere correcties

Andere verbeteringen werden aan gebracht in de hex-naar-BCD-omzetting. Dit resulteerde in een efficiënter opgezet programma dat sneller werkt. Bij de omzetting van hex-naar-BCD zijn twee benaderingen mogelijk. In het voorbeeld:

$$xyzwH = ad * 10000D + bd * 1000D + cD * 100D + dD * 10D + eD * 1D$$

kunnen de BCD-elementen a, b, c, d, en e op twee manieren berekend worden:

1. Het ontleden van de BCD-digits, beginnende met het meest significante digiet, a.
2. Het ontleden van de BCD-digits, beginnende met het minst significante digiet, e.

Wordt de ingebouwde routine bestudeerd, dan blijkt dat de eerste methode gebruikt wordt. De DPTR van de microcontroller wordt gebruikt als "gewogen" register. De procedure zelf maakt gebruik van het principe dat van een variabele een gewogen getal wordt afgetrokken.

Bij de tweede methode wordt de variabele repeterend gedeeld door 10. Bij iedere deling blijft één BCD-digiet als rest over.

Doordat de interne routine vervangen is door een routine volgens methode 2, is de lengte van deze routine geslonken van 72 tot 57 bytes. Bovendien heeft de verbeterde konversie-routine niet langer de DPTR-waarde op te slaan, weer op te vragen en te verhogen nadat de konversie is afgerond. Vandaar dat de nieuwe routine een stuk sneller is. Enkele "benchmarks" in tabel 1 tonen dat overduidelijk aan.

## Aktie!

Iedereen die interesse heeft in deze verbeteringen, kan nu tot actie overgaan. Konverteer daartoe de inhoud van de ROM in het Intel-Hex-formaat of zet hem direkt in een EPROM, modificeer de kode konform de gegeven modifikaties en stop hem weer terug in een nieuwe EPROM. Combineer deze nieuwe EPROM met een 80C32 of gebruik hem als alternatieve EPROM voor de 8052 AH-BASIC. Hoe het een en ander in zijn werk gaat, wordt in de eerder genoemde publikaties uitvoerig beschreven.

Nadat de kode via de Intel-Hex-file en een losse EPROM-programmer in een nieuwe EPROM is aange-

bracht, kan de editor uit de EPROM-programmer gebruikt worden om de modifikaties aan te brengen. Door de hexdump uit figuur 3 is dit geen al te moeilijke klus. Foutjes kunnen daarom haast niet optreden. Programmer meer tenslotte een nieuwe EPROM waarin de modifikaties zijn aangebracht. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van een 27C64, 27C128 of 27C256. Als alternatief kan ook een EEPROM van het type 2864A gebruikt worden.

## Helaas niet te modificeren

De kleine ongerechtigheden die tot nu toe beschreven zijn, blijken

ADDR	CODE	INSTRUCTION
19F2H	752A00	MOV 2AH,#00H ; +000T
19F5H	71C8	ACALL 19C0H
19F7H	7F04	MOV R7,#04H ; +004T
19F9H	792E	MOV R1,#2EH ; +046T
19FBH	749E	MOV A,#9EH ; +15BT
19FDH	C3	CLR C
19FEH	9C	SUBB A,R4
19FFH	D4	DA A
1A00H	CC	XCH A,R4
1A01H	7001	JNZ 1A04H ; \$ + 03H
1A03H	FC	MOV R4,A
1A04H	845000	CJNE A,#50H,1A07H ; +000T ; \$ + 03H
1A07H	302318	JNB 23H,1A22H ; \$ + 16H
1A08H	B3	CPL C
1A0BH	5119	ACALL 1A19H
1A0DH	5000	JNC 1A17H ; \$ + 0AH
1A0EH	052A	INC 2AH

910128 - 12

Figuur 1. De originele floating-point-routine uit de MCS-51 BASIC.

Tabel 1. Konversietijd hex naar decimaal.

P(hex)	P(dec)	toud(ms)	tnieuw(ms)
0000	0000	141	56
0009	0009	276	56
4000	16384	507	268
EA5F	59999	820	268

ADDR	CODE	INSTRUCTION
19F2	752A00	5699 MOV FP_MSB-1,#00 ; preparation of equal exponents
19F5	71C8	5700 ACALL SHIFT_RIGHT
19F7	7F04	5701 MOV R7,#LEN_BYTE
19F9	792E	5702 MOV R1,#FP_LSB
		5703 ;
		5704 ;
		5705 ;
		5706 ; FLOATING POINT ERRORS, FOUND BY D.MUDRIC AND I.STOJSAVLJEVIC
		5707 ;
		5708 ; MOV A,#9EH ;ERROR NUMBER #1
		5709 ;
		5710 ; VALUE IN R4 MUST BE COMPLEMENTED WITH 1000 (#9AH), IT MUST BE THE
		5711 ; FIRST COMPLEMENT
		5712 ;
		5713 ; CLR C
		5714 ; SUBB A,R4
		5715 ; DA A
		5716 ; XCH A,R4
		5717 ; JNZ \$+3
		5718 ; MOV R4,A
		5719 ;
		5720 ; ERROR NUMBER #2
		5721 ;
		5722 ; WITH SUBTRACTION, AFTER REDUCING BOTH THE MINUEND AND THE
		5723 ; SUBTRAHEND TO THE SAME EXPONENTS, WHEN R4 < 0, IT IS OBVIOUS
		5724 ; THAT ONE ALWAYS HAS TO MAKE A BORROWING FROM THE FIRST HIGHER
		5725 ; POSITION OF THE MINUEND, NOT AS IT IS STATED BY THE ORIGINAL
		5726 ; WHERE IT IS MADE ONLY WHEN R4 => 50H
		5727 ;
		5728 ; CJNE A,#50H,\$+3 ; deal with rounding
		5729 ; JNB FREZER,FP_SUBB ; test for subtraction (attention to carry)
		5730 ;
		5731 ;
		5732 ;
		5733 ; PROPER ROUNDING, DEVELOPED BY D.MUDRIC
		5734 ;
19FB	749E	5735 MOV A,#9AH
19FD	C3	5736 CLR C
19FE	9C	5737 SUBB A,R4
19FF	D4	5738 DA A
1A00	CC	5739 XCH A,R4
1A01	30231E	5740 JNB FREZER,FP_SUBB
1A04	845003	5741 CJNE A,#50H,\$+6
1A07	00	5742 DB 0,0,0
1A0E	00	
1A09	00	
		5743 ; continue normal code
		5744 ;
1A0A	B3	5745 CPL C
1A0B	5119	5746 ACALL ADD_MANTISSA
1A0C	5000	5747 JNC JMP_COPY_TO_TOS
1A0E	052A	5748 INC FP_MSB-1

Figuur 2. De listing van de verbeterde floating-point-routine.

eenvoudig te verhelpen te zijn. He-  
laas zijn er ook nog enkele foutjes  
gevonden die niet zo eenvoudig te  
verhelpen zijn en waarmee men  
moet leren leven. Toch is het inter-  
essant om te weten dat de foutjes  
bestaan, ze kunnen — indien ze  
problemen veroorzaken — dan in  
ieder geval ontweken worden.

Zo zit er een inkonsekventie bij  
het vermenigvuldigen van twee  
getallen door de BASIC-versie 1.1.  
Dit kan worden aangetoond met  
onderstaande vermenigvuldigin-  
gen:

10 a = 1.E-65  
20 b = 1.E-65  
30 ?a\*b

Resultaat: 1.0E+126

10 a = 1.E-65  
20 b = 1.E-64  
30 ?a\*b

Resultaat: 0

10 a = 1.E-64  
20 b = 1.E-64  
30 ?a\*b

Resultaat: 1.0E-0

In deze drie situaties had de in-  
terpreter de foutmelding:

ERROR: ARITH. UNDERFLOW — IN  
LINE 30

moeten geven. Een grondige ana-  
lyse van de interpreter legde de  
oorzaak hiervan al snel bloot. De  
vreemde uitkomsten worden ver-

OLD:			
1080	0E A5 02 06	9F 12 05 73	7B 00 79 07
1090	05 6D 12 19	A3 12 0E A5	A3 B9 0D 00
19F0	7F 0A 75 2A	00 71 C8 7F	04 79 2E 74
1A00	CC 70 01 FC	B4 50 00 30	23 18 B3 51
1F00	E4 3B FB 22	E4 90 27 10	F1 21 90 03
1F10	00 64 F1 21	90 00 0A F1	21 90 00 01
1F20	22 7E FF 0E	CA B5 83 00	CA 40 12 C8
1F30	95 83 CA 50	EE C8 25 82	C8 CA 35 83
1F40	74 30 2E 8B	A0 F3 09 B9	00 01 0B 22
E8 F1 21 90	F1 21 60 20	95 82 C8 CA	CA 4E 60 E0
D1 A7 A2 36			
NEW:			
1080	0E A5 02 06	9F 12 05 73	7B 00 79 07
1090	12 19 A3 00	00 00 00 00	00 B9 0D 00
19F0	7F 0A 75 2A	00 71 C8 7F	04 79 2E 74
1A00	CC 30 23 1E	B4 50 03 00	00 00 B3 51
1F00	E4 3B FB 22	7D 00 EA 75	F0 0A 84 FA
1F10	F0 C4 75 F0	0A 84 C4 FE	E8 54 0F C4
1F20	F0 0A 84 4E	F8 E5 F0 24	30 0D C0 E0
1F30	D0 E0 8B A0	F3 09 B9 00	01 0B DD F4
1F40	00 00 00 00	00 00 00 00	00 00 00 00
E8 54 F0 45	45 F0 C4 75	EA 48 70 D6	2* 00 00 00
D1 A7 A2 36			

**Figuur 3. Een hexdump van het stuk uit de 8-K-ROM waarin de modificaties moeten worden aangebracht.**

oorzaakt door de toegepaste af-  
rondingsroutines. Deze routines  
kunnen helaas niet aangepast  
worden. Korrektes zouden tot ge-  
volg hebben dat de kode omvan-  
grijker wordt en niet meer in de  
beschikbare ruimte past.

De fout wordt veroorzaakt op het  
moment dat het resultaat van  
SUBB A,#81H gelijk is aan OFFH.  
Dat komt namelijk overeen met de  
macht E+127. Indien het pro-  
gramma-gedeelte dat verantwoor-  
delijk is voor de vermenigvuldi-  
ging van de mantisse een getal  
krijgt dat begint met een 0 achter  
de komma, dan wordt de expo-

nent niet verhoogd maar blijft hij  
OFFH. Indien vervolgens konform  
de genoemde regels een resultaat  
wordt bepaald, dan geeft dit  
E+126 als uitkomst.

Om deze fout te onderdrukken  
hebben de auteurs weliswaar een  
alternatieve routine ontwikkeld,  
maar zoals reeds gezegd kunnen  
die wijzigingen door de toegenomen  
omvang van het programma  
niet in de EPROM aangebracht  
worden. Maar nu u weet welke fouten  
er kunnen optreden, kunt u er  
in elk geval rekening mee houden.

(910128)

## het lek van elektuur

### kompakt orgel (juli/augustus 1991)

Schakeling 78 van de laatste  
Halfgeleidergids beschreef een  
leuk klein orgel dat slechts één  
IC bevatte. Helaas is bij het  
schema van dit orgel de waarde  
van de voedingsspanning weg-  
gevallen. Deze moet 3 V bedra-  
gen.

### 8032/8052-compuboard september 1991

Bij dit computersysteempje  
blijken nogal eens problemen te  
ontstaan bij gebruik van de  
8052-BASIC-processor.  
Meestal kan dit worden opge-  
lost door pen 31 van de proces-  
sor rechtstreeks te verbinden  
met +5 V, dus niet meer via de  
10-k-pull-up-weerstand. Dit is

eenvoudig te realiseren door  
aan de koperzijde een draad-  
brug te leggen tussen de twee  
buitenste aansluitingen van  
weerstand-array R26.

### remote dimmer (oktober 1991)

De draaggolf die bij de remote  
dimmer gebruikt wordt, ligt op  
een frekwentie van 200 kHz. De  
PTT maakte ons naar aanlei-  
ding van deze schakeling er op  
attent dat sinds kort een Euro-  
pese norm voor dit soort appa-  
raten bestaat. In deze norm,  
EN 50065-1, wordt voor licht-  
netkommunikatie de frekwen-  
tieband van 9 kHz tot  
148,5 kHz toegewezen, waarbij  
het stuk van 95 tot 148,5 kHz in  
verschillende subbanden is on-

derverdeeld die zijn bestemd  
voor gebruik door elektriciteits-  
konsumenten.

Naar aanleiding hiervan hebben  
wij de frekwentie van de remote  
dimmer verlaagd van 200 naar  
135 kHz. U hoeft daarvoor  
slechts enkele componenten te  
wijzigen.

Op de zender-print:

C7 = 33 n i.p.v. 12 n

De draaggolfrekwentie wordt  
met potmeter P2 afgeregeld op  
135 kHz.

Op de ontvanger-print:

C10 = 33 i.p.v. 12 n

Hier hoeft niets aan de afrege-  
ling te worden veranderd.

Volgens de nieuwe norm moe-  
ten harmonischen van de draag-  
golf ook voldoende gedempt  
worden. Volgens metingen in  
ons lab gebeurt dit in voldoende

mate aan de zenderzijde door  
de combinatie C7/Tr2.

### watt-meter maart 1991

Een lezer maakte ons opmerk-  
zaam op een foutje in het sche-  
ma van de watt-meter.  
Weerstand R5 moet niet ver-  
bonden zijn met R6/R7, maar  
moet aan massa liggen. Door  
deze verkeerde verbinding zal  
een geringe meetfout ontstaan,  
waardoor de meter iets te veel  
aangeeft. U kunt dit verhelpen  
door de kant van R5 die nu ver-  
bonden is met R6 en R7 los te  
solderen en deze via een stukje  
geïsoleerde draad aan te sluiten  
op de andere kant van R6 of  
R7, of op de draadbrug die  
naast bruggelijkrichter B1  
loopt.