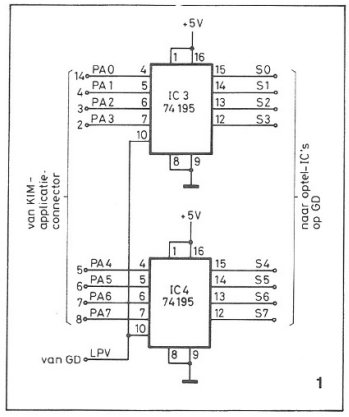
Grafisch display
Monitor voor de KIM

M. Dohmen
R. Koekoek

In de komende maanden willen wij een aantal routines bespreken die uiteindelijk zullen leiden tot een volledige monitor voor de KIM met behulp van het grafisch display (GD). Om dit te bereiken moeten wat hardware-aanpassingen plaatsvinden. Te verwachten zijn een aantal routines om onder meer lijnen te trekken en figuren te tekenen, variërend van eenvoudige vierkanten en kubussen tot ingewikkelde ellipsen, parabolen en hyperbolen. Dit allemaal en nòg veel meer werkt met behulp van een totaal andere programmeertaal, een soort „tekentaal". Verder een complete machinetaalmonitor met disassembler en volledige cursorbesturing en een nieuwe cassette-lees-schrijf-routine met een opslagsnelheid van 2400 baud (dit is 15,6K per minuut) met softwarebesturing van de recorders. Uiteraard bij deze cassetteroutine een „linking-loader", die universeel toepasbaar is en uitbreidingen toelaat.

De opzet is als volgt. Het complete pakket bestaat voor een groot gedeelte uit subroutines, die door een klein hoofdprogramma worden gestuurd. Deze routines komen gewoon achter elkaar in het geheugen te staan. Degenen die geen complete monitor willen hebben, kunnen deze subroutines los gebruiken, daar ze ook op zichzelf hun nut kunnen bewijzen. Zo ontstaat dan een „subroutine-arsenaal". Degenen die wel een complete machinetaalmonitor willen hebben, zullen echter een paar wijzigingen in, en toevoegingen aan, de hardware moeten maken.

1. Zoals u wellicht weet bestaat er de mogelijkheid een hardware scroll-up te maken op het GD. Hiervoor zijn 4 IC's nodig. Zonder deze uitbreiding werkt de monitor *niet.*
2. Voor de monitor is een groter toetsenbord nodig (28 toetsen). Ik mag echter aannemen dat u, als u geen ASCII-toetsenbord heeft, al lang van plan was een uitgebreider toetsenbord te kopen. Verderop in dit artikel vindt u een toetsenbord beschreven, dat zeer goedkoop is en



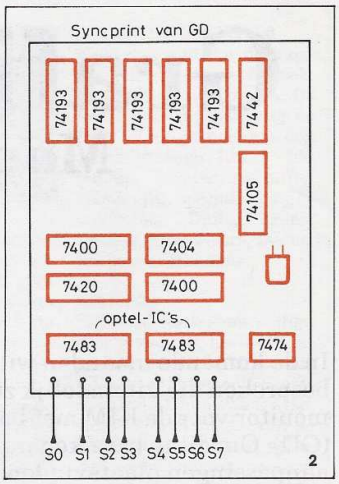
***Afb. 1** Aanpassing voor de hardware-scroll-up.*

Grafisch display

Het grafisch display is een ontwerp van Radio Bulletin, waarvan de publicatie begon in september 1978. Sindsdien zijn regelmatig artikelen hierover verschenen. Tevens werd in de Computer Bulletin Special 1979-1980 een totaaloverzicht opgenomen. Aan programma's verschenen 'Letters op het grafisch display' in mei, juni en juli 1979 en in februari 1980 de software voor de 6800. Bij het bouwontwerp hoort een set printen. De redactie heeft gemeend deze printen opnieuw ter beschikking te moeten stellen aan mensen die alsnog het grafisch display willen bouwen.
Voor de basisuitvoering heeft u één geheugenprint nodig, voor het volledig grafisch display vier stuks. U kunt bestellen:

- Set 1 onder nummer RB7562, welke een interface-, een sync-, een geheugen- en een moederprint bevat voor Hfl. 125,--.
- Set 2 onder nummer RB7563, welke drie geheugenprinten bevat voor Hfl. 60,--.

Printen zijn niet los verkrijgbaar. Bestellen geschiedt door het bijbehorende bedrag plus Hfl. 2,10 verzendkosten over te maken op gironummer 83214 ten name van De Muiderkring BV te Bussum onder vermelding van het bestelnummer.
Als geheugen-IC is de MM5280 van National nog verkrijgbaar bij Rodelco, Rijswijk.



Afb. 2 Plaats op de syncprint waar de IC's en de draden van de aanpassing moeten komen te zitten (tweemaal 7483).

Afb. 3 Toetsenbord en een gedeelte van de KIM-hardware.

ruimschoots voldoet (voor zo'n *f* 30,00 heeft u een goedwerkend toetsenbord). Een echt ASCII-toetsenbord blijft natuurlijk aan te raden.

3. Niet noodzakelijk, maar erg handig is een schakeling, die ervoor zorgt dat met software een luidspreker aan en uit kan worden gezet. Deze kan van nut zijn in combinatie met de monitor (denk bijv. aan een pieptoon nadat CRLF is gegeven).

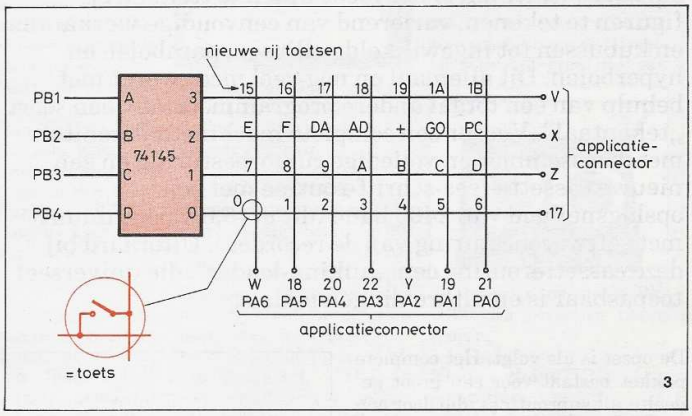
Hardware-scroll-up

De ingangspoort van het GD kan tot nu toe vier commando's verwerken, namelijk:
000_2= doe niets.
001_2= klok x-adres in.
010_2= klok y-adres in.
011_2= schrijf een punt op het scherm.

Er kunnen echter zeven signalen worden gedetecteerd. De scroll-up maakt gebruik van de lichtpendetectie (101_2). Zodra er 101_2 op de inputpoort verschijnt, wordt LPV (lichtpen verticaal) laag en worden de IC's 3 en 4 actief (zie afb.1). Deze twee IC's zijn 4bits-schuifregisters. De ingangen van deze IC's zijn verbonden met poort A, die ook naar het grafisch display toe gaat. De uitgangen zijn verbonden met de optel-IC's op de syncprint van het grafisch display (zie ook afb. 2). Als deze IC's er bij u nog niet opzitten dan moet u deze IC's nog vastsolderen (tweemaal 7483).
Als nu LPV laag wordt, wordt de data, die op PA stond, doorgeschoven naar de optel-IC's. Hier wordt de data opgeteld bij het verticale adres en ontstaat er aldus een scroll-up. Als u bijvoorbeeld de tekst op het GD een regel wil laten opschuiven, zet u gewoon $0A_{16}$ op poort A ($0A_{16}$ is het aantal puntjes verticaal dat een karakter nodig heeft). Er wordt natuurlijk van uitgegaan dat de inhoud van de latches van 8 bits (IC 3 en 4) nul waren.

Toetsenbord

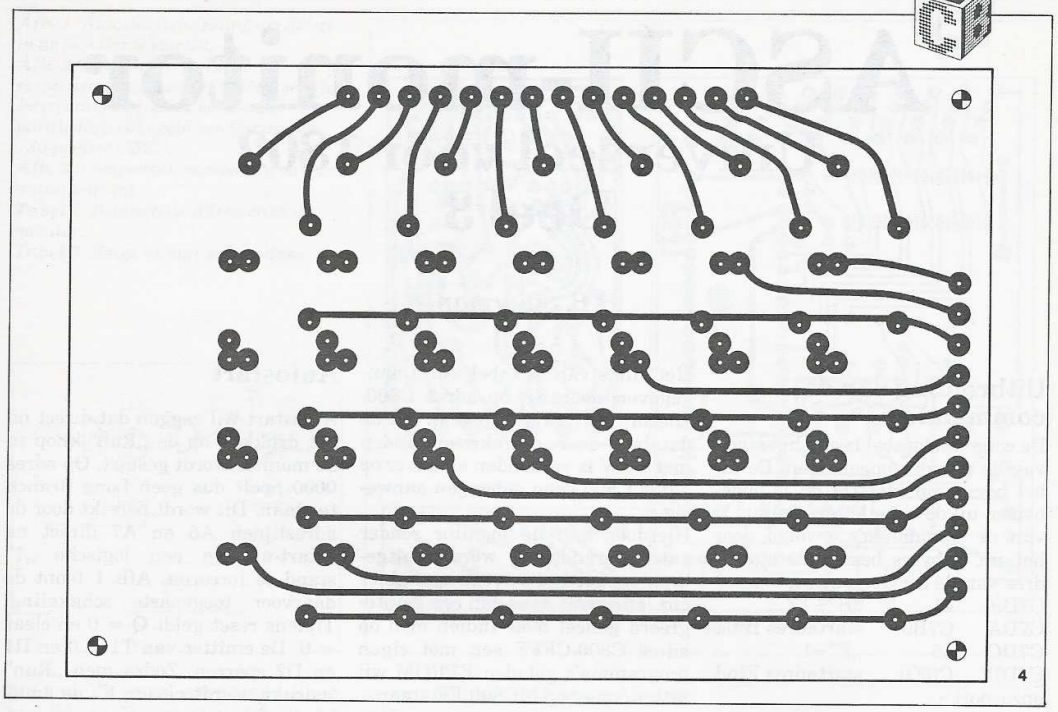
Voor de uitgebreide monitor heeft u een toetsenbord met minimaal 28 toetsen nodig. Een ASCII-toetsenbord is natuurlijk ideaal, maar omdat niet iedereen er het geld voor over heeft, wordt hier een goedkoop alternatief besproken. Op de KIM is één pennetje van het binair - naar - decimaal - omzetter - IC ongebruikt gelaten. Door hier een extra rij toetsen aan vast te maken en een nieuwe toetsophaalroutine te schrijven, heeft u 28 toetsen tot uw beschikking gekregen.

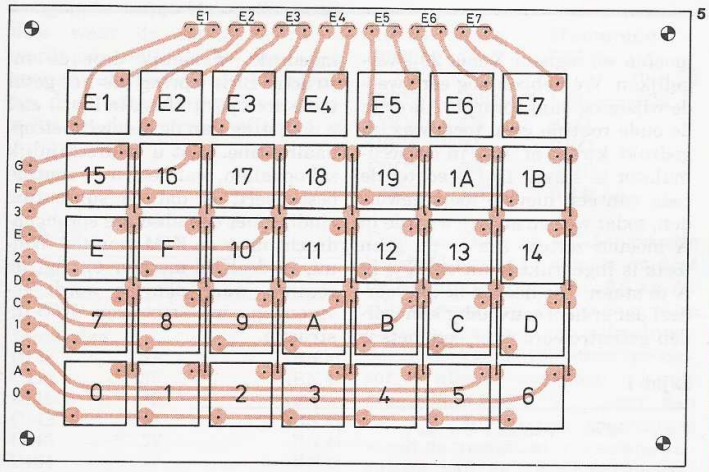


In afb. 3. is een gedeelte van de schakeling rond het KIM-toetsenbord en de toegevoegde hardware getekend. Zoals u ziet krijgen de nieuwe toetsen de toetscode 15_{16} tot en met $1B_{16}$. Het is een beetje onhandig om naast het oorspronkelijke KIM-toetsenbord nog zeven losse toetsen te bedienen, die waarschijnlijk een eindje van het KIM-toetsenbord af zullen liggen. Door 28 nieuwe toetsen op een print te bevestigen en deze te verbinden met de KIM heeft u alle toetsen bij elkaar zitten. Als u dit doet is het aan te raden om zeven extra toetsen op de print te bevestigen en tevens genoeg ruimte te laten voor verdere uitbreidingen. Als u goede toetsen koopt hoeft u het toetsenbord nooit meer te vervangen. U kunt nu ook de toetsen van eigen opschriften voorzien. Wat deze opschriften moeten zijn, volgt later. In afb.4 ziet u het printontwerp van het toetsenbord. Als u niet over de nodige middelen beschikt voor het etsen van een print kunt u wel een voorgeboorde print van toetsen voorzien, hetgeen net zo handig is.

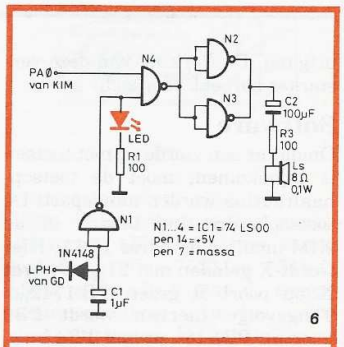
Luidsprekeraanpassing

In afb.6 ziet u het complete schema van de luidsprekeraanpassing. Voor deze aanpassing wordt het pennetje LPH (lichtpen horizontaal) gebruikt. Normaal is deze uitgang hoog, maar zodra er 110_{12} op de ingangspoort van het grafisch display verschijnt, verschijnt er een blokgolf met een frequentie van 1 MHz op deze uitgang. Hierdoor kan condensator C1 zich ontladen en wordt de uitgang van

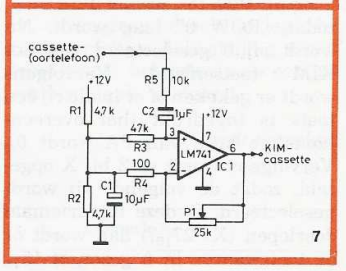

4



5



6



7

poort N1 hoog. De LED gaat branden ter indicatie dat de luidspreker met PA0 is verbonden. Het signaal, afkomstig van PA0 wordt via N4 aangeboden aan de versterker bestaande uit N2 en 3 en wordt dan naar een luidspreker gevoerd.

Een extra aanpassing betreft de versterker, die het zwakke signaal, dat van de cassetterecorder afkomt, moet versterken, zodat het signaal aan de KIM kan worden aangeboden (zie afb.7). Deze aanpassing is natuurlijk niet noodzakelijk, maar aan te bevelen als u voor altijd van dat „gesodemieter" met de volumeregelaar af wilt zijn òf als u genoeg heeft van het lawaai dat uit de luidspreker van uw goedkope cassetterecorder komt. De ingang van de versterker wordt nu gewoon verbonden met de line-

Afb. 4 Printontwerp van het nieuwe toetsenbord.
Afb. 5 Componentenopstelling van het toetsenbord.
Afb. 6 Luidsprekeraansluiting.
Afb. 7 Versterker voor de cassetterecorder.

▶ uitgang. De werking van deze versterker spreekt voor zich.

Software

Omdat er een vierde rij met toetsen is bijgekomen, moet de toetsophaalroutine worden aangepast. De toetsophaalroutine begint in de KIM-monitor op adres 1F6A. Hier wordt X geladen met 21_{16} en wordt X op poort B gezet (PB:1742_{16}). Tengevolge hiervan wordt PB0 hoog en PB1 tot en met PB4 laag, zodat „ROW 0" laag wordt. Nu wordt rij 0 geselecteerd van het KIM toetsenbord. Vervolgens wordt er gekeken of er in die rij een toets is ingedrukt (het overeenkomstige bitje van PA wordt 0). Vervolgens wordt er 2 bij X opgeteld, zodat de volgende rij wordt geselecteerd. Is deze lus driemaal doorlopen (X=27_{16}?) dan wordt òf de toetswaarde in A gezet, òf 15_{16} in A gezet als er geen toets was ingedrukt. Een zelfde routine hebben we voor het nieuwe toetsenbord nodig met die wijziging, dat we vier rijen moeten selecteren in plaats van drie rijen. In plaats van register X met 27_{16} te vergelijken, moeten we register X met 29_{16} vergelijken. We hebben nog een tweede wijziging aangebracht. Als er in de oude routine geen toets was ingedrukt kwam er 15_{16} in de accumulator te staan. 15_{16} is echter de code van een nieuwe toets geworden, zodat we een andere waarde in A moeten zetten. Als er nu geen toets is ingedrukt komt er FF_{16} in A te staan. Dit heeft ook tot voordeel dat er heel eenvoudig kan worden gecontroleerd of er een toets is ingedrukt, namelijk door de instructie BPL (spring als het getal in de accu positief is). In lijst 1 ziet u de listing van de nieuwe toetsophaalroutine. Wat u waarschijnlijk zal opvallen, wanneer u de routine bestudeert, is dat de subroutine eindigt met een absolute sprongopdracht naar de KIM-monitor. Welnu, in de KIM-monitor eindigt de routine, waar naartoe wordt gesprongen, wèl met een RTS-instructie.

Lijst 1

```
        ASS.6502 COMPUTER BULLETIN DB PAGE 01

0000:
0010:                   ****************************************
0020:                   *                                      *
0030:                   *            TOETSOPHAALROUTINE        *
0040:                   *            MONITOR VOOR HET          *
0050:                   *            GRAFISCH DISPLAY          *
0060:                   *            M.DOHMEN EN R.HOEKSEK     *
0070:                   *            11-80  PB                 *
0080:                   *                                      *
0090:                   ****************************************
0100:
0110: E000                      ORG   $E000
0120:
0130:                   ROUTINES UIT DE MONITOR
0140:                   VAN DE KIM
0150:
0160: E000              ONEKEY *      $1F62
0170: E000              KEVIN  *      $1F7A
0180:
0190: E000 A2 21        TOETS   LDXIM $21     EERSTE RIJ IN REG X
0200: E002 A0 01        VOTO    LDYIM $01
0210: E004 20 62 1F             JSR   ONEKEY  TOETS INGEDRUKT IN DEZE RIJ?
0220: E007 D0 07                BNE   ZETOM   ZO JA: ZET WAARDE OM
0230: E009 E0 29                CPXIM $29     VIER RIJEN GEHAD?
0240: E00B D0 F5                BNE   VOTO    ZO NEE: VOLGENDE
0250: E00D A9 FF                LDAIM $FF     ZO JA: ZET $FF IN ACCU
0260: E00F 60                   RTS           EN KEER TERUG
0270: E010 4C 7A 1F     ZETOM   JMP   KEVIN   ZET TOETSWAARDE OM
```

Lijst 1 Nieuwe toetsophaalroutine.

Grafisch display
Monitor voor de KIM/Deel 2

M. Dohmen
R. Koekoek

In het eerste deel (dec. '81) hebben wij de diverse hardwareaanpassingen besproken, die nodig zijn om onze monitor te laten werken op de KIM. In dit deel bespreken we de software, zoals die in de eerste en een deel van de tweede EPROM kan worden ondergebracht. Behandeld worden de besturing van de scrolling, de luidspreker en de cursor, die met variabele frequentie knippert. Verder de commando's „wis het scherm", „wis vanaf de cursor tot het einde van het scherm", „wis vanaf de cursor tot het einde van de regel" en druk een pointer, byte, nibble of ASCII-karakter af. De monitor heeft uiteindelijk ongeveer 6K aan geheugenruimte nodig, wat gezien de vele mogelijkheden erg weinig is.

Wanneer u moeilijkheden heeft met het aansluiten van EPROM's, raad ik u aan het artikel „Moederkaart voor 6502" te lezen (RB, juli 1981). Met behulp van 4K EPROM-kaarten (RB, september 1981) kan gemakkelijk 8K aan EPROM op de KIM worden aangesloten. In tabel 1 ziet u de indeling van deze geheugenruimte. Vanaf adres E100 tot en met E382 vinden we een al bestaand programma, namelijk „Letters op het grafisch display", geschreven door de heer D. M. de Boer. Vanaf adres E000 vindt u het in het voorgaande deel behandelde toetsophaalprogramma en vanaf adres E020 het apart beschreven programma „Lijnen op het grafisch display" van de heer R. Koekoek.

We zullen nu de diverse besturingen en commando's nader toelichten aan de hand van de bijbehorende lijsten.

Luidspreker

In lijst 1 en 2 zien wij een simpel stukje software. Eerst wordt gesprongen naar de subroutine LSAAN, waar de waarde $06 in poort B wordt gezet. Hierdoor wordt bit 0 van poort A verbonden met de luidspreker, doordat LPH, een pennetje op het grafisch display, zoals eerder besproken actief wordt. Vervolgens wordt er een toon opgewekt met een aan-uitverhouding van 50 %. De duur is instelbaar van ca. 0,001 tot ca. 0,25 s en de frequentie van 500 tot ca. 20000 Hz. Alvorens het programma aan te roepen moet u de duur op adres 008E zetten en de cyclustijd (1/frequentie) op adres 008F. De duur wordt in de timer geladen, welke een deelfactor van 1024 geeft. X wordt geladen met de cyclustijd. In een lus wordt X telkens met 1 verminderd, totdat deze gelijk aan nul is geworden. Hierna wordt PA0 „getoggeld", waardoor er een toon ontstaat. Dit gaat door tot de tijd om is. Om de luidspreker uit te zetten wordt $00 in poort B geladen, wat tot gevolg heeft dat LPH „hoog" wordt. Voordat dit kan werken moeten uiteraard de datarichtingsregisters van de in/uitpoorten goed worden gezet. Dit goed zetten gebeurt in de routine INITIO, zie lijst 3. Op de plaats waar nu NOP's staan, komt later

***Lijst 1** Routine voor de besturing van de luidspreker.*
***Lijst 2** Routine voor de bewerking „scroll up".*

Lijst 1

```
                1830 ;
                1840 ;
                1850 ;
                1860 ;  ROUTINE VOOR LUIDSPREKERSTURING
                1870 ;
                1880 ;
E8FA- 20 9C E3  1890 LUIDS      JSR LSAAN     ;INITIALISEER
E8FD- A5 8E     1900            LDA *GELENG   ;HAAL LENGTE VAN GELUID
E8FF- 8D 47 17  1910            STA TIMER2+#07 ;
E902- A6 8F     1920 LUSG       LDX *GEFREQ   ;HAAL FREQUENTIE
E904- EA        1930            NOP ;
E905- EA        1940            NOP ;
E906- EA        1950            NOP ;
E907- CA        1960 LUSH       DEX  ;TEL AF
E908- D0 FD     1970            BNE LUSH ;
E90A- EE 00 17  1980            INC PAD       ;TOGGLE LUIDSPREKER
E90D- AD 47 17  1990            LDA TIMER2+#07        ;TIMER KLAAR?
E910- 10 F0     2000            BPL LUSG ;
E912- 4C 96 E3  2010            JMP LSUIT     ;LUIDSPREKER UIT
```

Lijst 2

```
                0870 ;
                0880 ;
                0890 ;  ROUTINE SCROLL UP
                0900 ;
                0910 ;
E384- 18        0920 SCRUP      CLC ;
E385- D8        0930            CLD ;
E386- A5 A9     0940            LDA *SCROLL  ;TEL REGELHOOGTE OP
E388- 65 AB     0950            ADC *REGELH  ;BIJ DE
E38A- 85 A9     0960 SCRSET     STA *SCROLL  ;REGELTELLER
E38C- A5 A9     0970 SCROUT     LDA *SCROLL  ;TEL DIT OP
E38E- 8D 00 17  0980            STA PAD       ;BIJ HET
E391- A9 05     0990            LDA ##05      ;VERTICALE ADRES
E393- 8D 02 17  1000            STA PBD       ;VAN HET DISPLAY
E396- A9 00     1010 LSUIT      LDA ##00      ;ZET PAD GOED EN
E398- 8D 02 17  1020            STA PBD       ;LUIDSPREKER UIT
E39B- 60        1030            RTS ;
                1040 ;
                1050 ;
                1060 ;
                1070 ;  ROUTINE LUIDSPREKER AAN
                1080 ;
                1090 ;
E39C- A9 06     1100 LSAAN      LDA ##06      ;MAAK LPH ACTIEF
E39E- D0 F8     1110            BNE LSUIT+#02 ;
```

Tabel 1

Adres	Label	Data	Beschrijving
E000	TOETS		; routine (RB, december 1981, blz. 38?
E014	ZWA	A9 18	; schrijf zwart
E016		D0 06	
E018	WIT	A9 10	; schrijf wit
E01A		D0 02	
E01C	INV	A9 08	; schrijf geïnverteerd
E01E	SCHKL	85 AF	; bewaar in LKLEUR
E020	LIJN		; routine (RB, februari 1982, blz. 92)
E056		B9 C3 E0	; deze drie instructies dienen in
E07A		A5 AF	de routine „Lijnen op het grafisch
E0C0		4C 69 E0	display" te worden aangepast
E0CB	CLS		; routine „wis scherm"
E0E1	PRPNTX		; print pointer
E0EA	PRBYTE		; print byte
E0F3	PRHEX		; print hex byte
E0FE	PRASC		; print ASCII-karakter
E100	LETTER		; routine (RB, juni 1979, blz. 47)
E2D4		20 58 E3	; deze vijf instructies dienen in het
E2E5		20 58 E3	programma „Letters op het grafisch
E2FE		20 58 E3	display" van de heer De Boer te
E338		20 58 E3	worden veranderd
E34C		65 A8	
E383	SCRUP		; scroll up
E3A0	SCRDWN		; scroll down
E3A9	INITIO		; initialiseer de in- en uitvoer
E3B4	CURS		; besturing van de cursor
E400	ASCTAB		; ASCII-karaktertabel (zie tabel 2)
E542			; tot en met E71F moet $FF bevatten
E720	MANTAB		; ASCII-tabel vervolg
E780			; tot en met E800 moet $FF bevatten

__Tabel 1__ Indeling van de geheugenruimte van de eerste EPROM.
__Lijst 3__ Routine voor „scroll down" en de initialisatie van de in- en uitvoer.
__Lijst 4__ Routine voor de besturing van de cursor.
__Lijst 5__ Routine voor het printen van pointers, bytes, nibbles en karakters.
__Lijst 6__ Opengewerkte versie van de printroutine.
__Afb. 1__ Voorbeeld van een „nested loop" met behulp van JSR-instructies.

een JSR-instructie naar een toetsophaalroutine.

Scrolling

In lijst 2 ziet u de routine SCRUP, waarmee alle tekst op het scherm één regel naar boven kan worden geschoven (scroll up). De data in SCROLL (adres 00A9) houdt bij hoeveel de tekst al was opgeschoven. De data in REGELH (adres 00A8) onthoudt de regelhoogte. Eerst worden het carry- en het dicimalbit nul gemaakt om fouten te voorkomen. De regelhoogte wordt bij de regelteller opgeteld en het resultaat wordt in SCROLL gezet. Deze waarde wordt in PAD geladen en $05 in PBD (LPV). Hierdoor wordt SCROLL door de optel-IC's opgeteld bij het verticale adres van het grafisch display. Vervolgens wordt PBD goed gezet. Dit komt overeen met het uitzetten van de luidspreker, zodat deze twee routines konden worden gecombineerd. Dat spaart weer geheugenruimte. Met behulp van routine SCRDWN kan de tekst op het scherm een regel naar beneden worden geschoven (scroll down). Zij werkt volgens hetzelfde principe als SCRUP, behalve dat de regelhoogte wordt afgetrokken van de regelteller.

Cursorbesturing

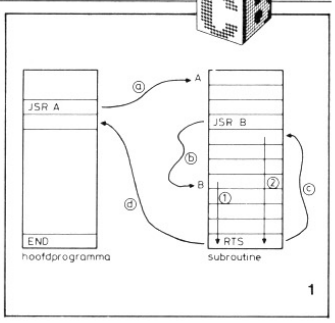
De in lijst 4 weergegeven routine voor de besturing van de cursor is er niet een van het type waarbij de cursor, telkens wanneer deze routine wordt aangeroepen, op de goede plaats wordt gezet, maar een routine die enkele honderden malen per seconde wordt doorlopen. U moet zich dus voorstellen dat enkele zaken als adressen en registers een vorige keer al waren goed gezet. XCOR (adres 00A1) bevat de huidige X-coördinaat en YCOR (adres 00A2) de huidige Y-coördinaat van de cursor. Stel dat de routine al eens was aangeroepen. In de routine OUT zouden dan XCOR en YCOR gelijk zijn gemaakt aan respectievelijk LASTX en LASTY, ofte wel de laatst behandelde cursorpositie zou gelijk zijn gemaakt aan de te behandelen positie. Wanneer in een ander programma de X- en Y-coördinaat van de cursor niet zijn veranderd (de cursor hoeft niet te worden verplaatst), zijn bij het opnieuw doorlopen van de routine LASTX en XCOR en LASTY en YCOR aan elkaar gelijk. Routine OUT wordt dan niet uitgevoerd. In register Y wordt de Y-coördinaat gezet en in register X de X-coördinaat. Wel wordt gekeken of de cursor niet moet worden geïnverteerd; deze moet immers knipperen. CAAN (adres 00AB) houdt bij of de cursor aan of uit was. Op adres E3C2 wordt de cursorteller (CCOUNT) opgehoogd en vergeleken met de waarde voor de knippersnelheid (CSPEED). Zijn deze aan elkaar gelijk, dan wordt bij INVERT de cursor geïnverteerd. CCOUNT wordt geladen met $FB (−5), en zo wordt bijgehouden, hoeveel puntjes er moeten worden gezet; in dit geval vijf. CAAN (adres 00AB) wordt goed gezet en register Y wordt opgehoogd om de juiste plaats op het scherm te kiezen. De cursor moet immers **onder** het karakter komen. Vervolgens wordt LUS7 vijfmaal doorlopen, waardoor de puntjes op het scherm worden geschreven met als resultaat dat CCOUNT nul is geworden.
Stel nu eens dat de X- en Y- coördinaat in een ander programma werden veranderd. Er wordt dan naar OUT gesprongen. Hier wordt gekeken of de waarde in CAAN even dan wel oneven is. Wanneer deze oneven is, was de cursor aan en wordt naar INVERT gesprongen om de cursor op de oude positie uit te zetten. De cursor op de nieuwe positie wordt aangezet als de routine voor de cursorbesturing een tweede maal wordt doorlopen. Was de oude cursor al uit, dan wordt alleen LASTX gelijk gemaakt aan XCOR en LASTY aan YCOR. Door vervolgens CCOUNT gelijk te maken aan CSPEED wordt de cursor direct op de nieuwe plaats zichtbaar.

Afdrukken van pointers, bytes, nibbles en karakters

In de routine van lijst 5 is tot het uiterste gebruik gemaakt van zogenoemde „nested loops". Dit levert een stukje code op dat driemaal zo beknopt is als vergelijkbare routines en dat is een doel van iedere rechtgeaarde programmeur.

Omdat de structuur nogal complex is, wordt de werking verklaard aan de hand van de uitgeschreven versie volgens lijst 6. Dit is dus de volgorde van de instructies zoals de computer ze tegenkomt. Daar stukken van het hoofdprogramma meerdere malen moeten worden uitgevoer, worden er sprongen naar subroutines gedaan, die eigenlijk geen subroutines zijn. De stack houdt bij waar de volgende instructie zich bevindt. In afb. 1 vindt u een voorbeeld van een „nested loop". Wanneer de computer naar een subroutine springt, wordt de programmateller op de stack gezet. Bij terugkeer uit de routine wordt de inhoud van de stack geladen in de programmateller en gaat de computer op de aangegeven plaats verder. Wordt er echter gesprongen naar een subroutine die zich in het programma A zelf bevindt (JSR B) en bovendien eindigt met een RTS, dan resulteert dit in het tweemaal uitvoeren van routine B. De werking van de printroutine verloopt analoog.

Nog even het volgende. Wanneer een cijfer moet worden afgedrukt, moet dit eerst worden omgezet naar ASCII. De code voor de „0" is $30, voor de „1" is dat $31 en zo tot en met 9. De ASCII-codes voor letters sluiten niet precies aan op die voor cijfers. De „A" heeft de code $41. Om van 9 naar A te gaan, hetgeen het geval is bij hexadecimaal tellen, moet men $07 optellen bij de code voor 9 (41 – 3A = 7). Deze methode van omzetting is in dit programma ook toegepast. Wanneer het getal $2B moet worden afgedrukt, wordt dit eerst vier plaatsen naar rechts geschoven: $2B wordt $02. Dit getal is kleiner dan $0A en er wordt dus $30 bij opgeteld: $02 + $30 = $32 (ASCII-code voor „2"). De „2" wordt afgedrukt



1

en vervolgens wordt $2B weer in de accu gehaald vanaf de stack. Door een AND met $0F worden de hoogste vier bits afgezonderd: $2B wordt $0B. Dit getal is groter dan $0A en dus wordt er $37 bij opgeteld: $0B + $37 = $42 (ASCII-code voor „B"). Als laatste wordt de „B" afgedrukt.

(Wordt vervolgd)

Lijst 3

```
                1120 ;
                1130 ;
                1140 ;
                1150 ;  ROUTINE SCROLL DOWN
                1160 ;
                1170 ;
E3A0- 38        1180 SCRDWN     SEC ;
E3A1- D8        1190            CLD ;
E3A2- A5 A9     1200            LDA *SCROLL  ;TREK REGELHOOGTE AF
E3A4- E5 A6     1210            SBC *REGELH  ;VAN DE TELLER
E3A6- 4C 8A E3  1220            JMP SCRSET ;
                1230 ;
                1240 ;
                1250 ;
                1260 ;  INITIALISEER DE IN- EN UITVOER
                1270 ;
                1280 ;
E3A9- A9 1F     1290 INITIO     LDA #$1F ;
E3AB- 8D 03 17  1300            STA PADD ;
E3AE- A9 FF     1310            LDA #$FF ;
E3B0- 8D 01 17  1320            STA PADD ;
E3B3- 60        1330            RTS ;
```

Lijst 4

```
                1340 ;
                1350 ;
                1360 ;
                1370 ;  ROUTINE VOOR CURSORBESTURING
                1380 ;
                1390 ;
E3B4- A6 AD     1400 CURS       LDX *LASTX   ;ZIJN DE HUIDIGE
E3B6- A4 AE     1410            LDY *LASTY   ;X- EN Y-COORDINAAT
E3B8- E4 A1     1420            CPX *XCOR    ;GELIJK AAN DE
E3BA- D0 32     1430            BNE OUT      ;LAATSTE
E3BC- C4 A2     1440            CPY *YCOR    ;X- EN Y-COORDINAAT?
E3BE- D0 2E     1450            BNE OUT ;
E3C0- A5 AC     1460            LDA *CCOUNT  ;MOET DE CURSOR AL
E3C2- E6 AC     1470            INC *CCOUNT  ;WORDEN
E3C4- C5 AA     1480            CMP *CSPEED  ;GEINVERTEERD?
E3C6- D0 25     1490            BNE OUT+$01  ;NEE, DAN TERUG
E3C8- A9 F8     1500 INVERT     LDA #$F8     ;ZO JA, INVERTEER
E3CA- 85 AC     1510            STA *CCOUNT  ;ZET AANTAL PUNTJES
E3CC- E6 AB     1520            INC *CRAM    ;ZET VLAG GOED
E3CE- C8        1530            INY  ;VOLGENDE PLAATS
E3CF- AD 02 17  1540 LUS7       LDA PBD      ;WACHT OP SYNC
E3D2- 10 FB     1550            BPL LUS7 ;
E3D4- 8E 00 17  1560            STX PAD      ;KLOK ADRESSEN
E3D7- EE 02 17  1570            INC PBD ;
E3DA- EE 02 17  1580            INC PBD ;
E3DD- 8C 00 17  1590            STY PAD ;
E3E0- A9 08     1600            LDA #$08 ;
E3E2- EE 02 17  1610            INC PBD ;
E3E5- 8D 02 17  1620            STA PBD ;
E3E8- E8        1630            INX ;
E3E9- E6 AC     1640            INC *CCOUNT  ;VOLGENDE PUNT
E3EB- D0 E2     1650            BNE LUS7 ;
E3ED- 60        1660            RTS ;
E3EE- A5 AB     1670 OUT        LDA *CRAM    ;MOET ER WORDEN
E3F0- 4A        1680            LSR A        ;GEINVERTEERD?
E3F1- B0 D5     1690            BCS INVERT   ;ZO JA,DOE DAT
E3F3- A5 A1     1700            LDA *XCOR    ;ZET DE NIEUWE
E3F5- 85 AD     1710            STA *LASTX   ;CURSOR OP
E3F7- A5 A2     1720            LDA *YCOR    ;ZIJN PLAATS
E3F9- 85 AE     1730            STA *LASTY ;
E3FB- A5 AA     1740            LDA *CSPEED  ;ZET DIRECT AAN
E3FD- 85 AC     1750            STA *CCOUNT ;
E3FF- 60        1760            RTS ;
```

Lijst 5

```
                2440 ;
                2450 ;
                2460 ;
                2470 ;  ROUTINE VOOR PRINTEN VAN POINTERS
                2480 ;  NIBBLES, BYTES EN KARAKTERS
                2490 ;
                2500 ;
E0E1- B5 00     2510 PRPNTX     LDA *PRPOINT,X       ;HAAL BYTE
E0E3- 48        2520            PHA  ;BEWAAR
E0E4- B5 01     2530            LDA *PRPOINT+$01,X   ;HAAL VOLGENDE BYTE
E0E6- 20 EA E0  2540            JSR PRBYTE   ;DRUK AF
E0E9- 68        2550            PLA ;
E0EA- 48        2560 PRBYTE     PHA  ;BEWAAR
E0EB- 4A        2570            LSR A        ;HAAL HOOGSTE
E0EC- 4A        2580            LSR A        ;VIER BITS
E0ED- 4A        2590            LSR A ;
E0EE- 4A        2600            LSR A ;
E0EF- 20 F5 E0  2610            JSR PRHEX+$02 ;
E0F2- 68        2620            PLA  ;HAAL BYTE OP
E0F3- 29 0F     2630 PRHEX      AND #$0F     ;HAAL LAAGSTE VIER BITS
E0F5- C9 0A     2640            CMP #$0A     ;> 9?
E0F7- 18        2650            CLC ;
E0F8- 30 02     2660            BMI NEXT ;
E0FA- 69 07     2670            ADC #$07     ;ZO JA, TEL ER $37 OP
E0FC- 69 30     2680 NEXT       ADC #$30     ;ZO NEE, TEL $30 OP
E0FE- 85 A0     2690 PRASC      STA *LETTER  ;ZET OP SCHERM
```

Lijst 6

```
B5 00       ;HAAL EERSTE BYTE
48          ;BEWAAR
B5 01       ;HAAL TWEEDE BYTE
48          ;BEWAAR
4A 4A 4A 4A ;NEEM HOOGSTE VIER BITS
C9 0A       ;GROTER DAN 9 ?
18          ;
30 02       ;
69 07       ;ZO JA TEL ER $37 BIJ OP
69 30       ;ZO NEE, TEL ER $30 BIJ OP
85 A0       ;BEWAAR IN "LETTER"
20 00 E1    ;SUBROUTINE LETTER
68          ;HAAL TWEEDE BYTE
29 0F       ;NEEM LAAGSTE VIER BITS
C9 0A       ;GROTER DAN 9 ?
18          ;
30 02       ;
69 07       ;ZO JA, TEL ER $37 BIJ OP
69 30       ;ZO NEE, TEL ER $30 BIJ OP
85 A0       ;BEWAAR IN "LETTER"
20 00 E1    ;SUBROUTINE LETTER
68          ;HAAL EERSTE BYTE
48          ;BEWAAR
4A 4A 4A 4A ;NEEM HOOGSTE VIER BITS
C9 0A       ;GROTER DAN 9 ?
18          ;
30 02       ;
69 07       ;ZO JA, TEL ER $37 BIJ OP
69 30       ;ZO NEE, TEL ER $30 BIJ OP
85 A0       ;BEWAAR IN "LETTER"
20 00 E1    ;SUBROUTINE LETTER
68          ;HAAL EERSTE BYTE
29 0F       ;NEEM LAAGSTE VIER BITS
C9 0A       ;GROTER DAN 9 ?
18          ;
30 02       ;
69 07       ;ZO JA, TEL ER $37 BIJ OP
69 30       ;ZO NEE, TEL ER $30 BIJ OP
85 A0       ;BEWAAR IN "LETTER"
20 00 E1    ;SUBROUTINE LETTER
```

Grafisch display

Monitor voor de KIM / Deel 3

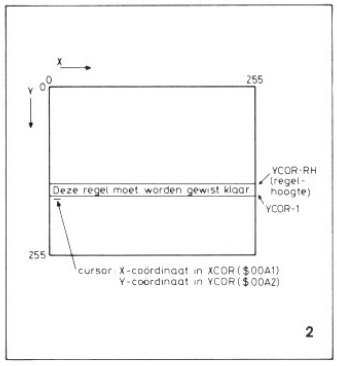
M. Dohmen / R. Koekoek

Wachtroutine

De in lijst 7 weergegeven wachtroutine begint met drie NOP-instructies, die niet mogen worden weggehaald, daar hier later een sprong naar een toetsophaalroutine wordt geplaatst. Na Y te hebben bewaard volgt een dubbele tellus. De waarde in X bepaalt de duur van de vertraging. De inhoud van het X-register gaat dus verloren.

Wissen van het scherm

De routine CLS in lijst 8 is ingewikkelder dan u denkt. Eerst wordt de wiscode ($1C) in poort B geladen, waarna er moet worden gewacht. Op het eerste gezicht is dit wachten wat omslachtig geprogrammeerd. Het lijkt weinig zinvol de wachtroutine viermaal te doorlopen wanneer men net zo goed de waarde voor X viermaal zo groot had kunnen kiezen. Het antwoord is simpel. Er wordt naar WAITK gesprongen omdat er tijdens het wachten, tot het scherm is gewist, een toets kan worden ingedrukt. In deze perioden wordt dus viermaal naar de nog te bespreken toetsophaalroutine gesprongen. Bij sommige monitors kun je pas een nieuw commando via het toetsenbord geven, wanneer het vorige commando is uitgevoer. Dit is hier niet het geval, omdat de toetsophaalroutine een ingedrukte toets zolang opslaat totdat een lopend programma is geëindigd.
Wanneer het scherm is gewist, moet ook de cursor uit zijn. Dit wordt gedaan door CAAN op nul te zetten. De routine eindigt met een sprong naar SCRSET, daar na het wissen van het scherm de scrolling goed moet worden gezet. De optel-IC's in het grafisch display worden gevuld met $00.



2

Lijst 7

```
                1480 ;
                1490 ;
                1500 ;
                1510 ;  ROUTINE VOOR WACHTTIJDEN
                1520            .BA #E8DC
                1530 ;
                1540 ;
E8DC- EA        1550 WAITK      NOP ;
E8DD- EA        1560            NOP ;
E8DE- EA        1570            NOP ;
E8DF- A2 04     1580 WAIT       LDX ##04        ;VASTE WACHTTIJD
E8E1- 98        1590 WAITH      TYA ;
E8E2- 48        1600            PHA  ;BEWAAR Y
E8E3- A0 FF     1610 LUS11      LDY ##FF        ;255
E8E5- 88        1620 LUS10      DEY ;
E8E6- D0 FD     1630            BNE LUS10 ;
E8E8- CA        1640            DEX ;
E8E9- D0 F8     1650            BNE LUS11 ;
E8EB- 68        1660            PLA  ;HAAL Y
E8EC- A8        1670            TAY ;
E8ED- 60        1680            RTS ;
```

Lijst 8

```
                2280 ;
                2290 ;
                2300 ;
                2310 ;  MAAK SCHERM SCHOON
                2320 ;
                2330 ;
E0CB- A9 1C     2340 CLS        LDA ##1C        ;ZET WISCODE
E0CD- 8D 02 17  2350 CLS1       STA PBD         ;IN POORT B
E0D0- A9 00     2360            LDA ##00        ;ZET CURSORVLAG
E0D2- 85 AB     2370            STA *CAAN       ;UIT
E0D4- A0 04     2380            LDY ##04        ;LUS VIERMAAL
E0D6- 20 DC E8  2390 LUS        JSR WAITK       ;WACHT OP TOETS
E0D9- 88        2400            DEY ;
E0DA- D0 FA     2410            BNE LUS ;
E0DC- A9 00     2420 SCRNUL     LDA ##00        ;HERSTEL SCROLL
E0DE- 4C 8A E3  2430            JMP SCRSET ;
```

Lijst 9

```
                0980 ;
                0990 ;
                1000 ;
                1010 ;  ROUTINE CLEAR LINE
                1020 ;
                1030 ;
E834- A2 07     1040 CLL7       LDX ##07 ;
E836- D0 02     1050            BNE CLLRH+#02           ;ONV.
E838- A6 A8     1060 CLLRH      LDX *REGELH ;
E83A- A5 A2     1070            LDA *YCOR       ;HAAL Y-COORDINAAT
E83C- 85 9F     1080 LUSB       STA *YC         ;BEWAAR
E83E- 20 EE E8  1090            JSR CRSUIT ;
E841- A9 02     1100 LUSC       LDA ##02        ;SCHRIJF OP GD
E843- 8D 02 17  1110            STA PBD ;
E846- A5 9F     1120            LDA *YC ;
E848- 8D 00 17  1130            STA PAD ;
E84B- A4 A1     1140            LDY *XCOR       ;
E84D- EA        1150            NOP ;
E84E- EA        1160            NOP ;
E84F- EA        1170            NOP ;
E850- AD 02 17  1180 LUSA       LDA PBD         ;WACHT OP SYNC
E853- 10 FB     1190            BPL LUSA ;
E855- A9 01     1200            LDA ##01 ;
E857- 8D 02 17  1210            STA PBD ;
E85A- 8C 00 17  1220            STY PAD ;
E85D- A9 07     1230            LDA ##07 ;
E85F- 8D 02 17  1240            STA PBD ;
E862- A9 18     1250            LDA ##18 ;
E864- 8D 02 17  1260            STA PBD ;
E867- C8        1270            INY  ;VOLGENDE PUNT
E868- D0 E6     1280            BNE LUSA        ;Y-COORDINAAT = 0 ?
E86A- C6 9F     1290            DEC *YC         ;VERLAAG POINTER
E86C- CA        1300            DEX  ;RH = 0 ?
E86D- D0 D2     1310            BNE LUSC ;
E86F- 60        1320            RTS ;
```

Wis een regel

De routine in lijst 9 is heel wat interessanter en wordt verduidelijkt aan de hand van afb. 2. De getekende cursor heeft de coördinaten (X,Y) ofte wel (XCOR, YCOR). Om de betreffende regel te wissen moeten er [RH*256–XCOR) puntjes zwart worden gemaakt. De waarde in YCOR wordt in register YC gezet. Dit is de Y-coördinaat van het zwart te schrijven puntje (zie ook afb. 3). De cur-

Afb. 2 *Werking van de routine „wis een regel".*
Tabel 2 *ASCII-tabel.*
Lijst 7 *Routine voor wachttijden.*
Lijst 8 *Routine voor het wissen van het scherm.*
Lijst 9 *Routine voor het wissen van een regel.*

Tabel 2

ASCII-waarde hex	Karakter	ASCII-tabel 2 hex	ASCII-tabel 1 hex
20	spatie	82	00 00
21	!	01	BE
22	"	A2	0E 00
23	#	A3	28 FE 28
24	$	05	48 54 FE 54 24
25	%	05	C6 26 10 C8 C6
26	&	05	6C 92 AC 40 A0
27	'	01	0E
28	(	03	38 44 82
29	)	03	82 44 38
2A	*	A3	44 28 FE
2B	+	A3	10 10 7C
2C	,	22	80 60
2D	–	82	10 10
2E	.	01	80
2F	/	05	C0 20 10 08 06
30	0	05	7C A2 92 8A 7C
31	1	03	8C FE 80
32	2	04	C4 A2 92 8C
33	3	04	44 92 92 6C
34	4	04	1E 10 10 FC
35	5	04	9E 92 92 62
36	6	04	7C 92 92 64
37	7	04	C2 22 12 0E
38	8	82	6C 92
39	9	04	4C 92 92 7C
3A	:	01	28
3B	;	02	80 68
3C	<	04	10 28 44 82
3D	=	82	28 28
3E	>	04	82 44 28 10
3F	?	05	04 02 B2 12 0C
40	@	05	7C 82 BA B2 9C
41	A	82	FC 12
42	B	04	FE 92 92 6C
43	C	04	7C 82 82 44
44	D	04	FE 82 82 7C
45	E	04	FE 92 92 82
46	F	04	FE 12 12 02
47	G	04	7C 82 A2 64
48	H	82	FE 10
49	I	A2	82 FE
4A	J	04	60 80 80 7E
4B	K	05	FE 10 28 44 82
4C	L	04	FE 80 80 80
4D	M	A3	FE 04 08
4E	N	05	FE 04 08 10 FE
4F	O	82	7C 82

Tabel 2 (vervolg)

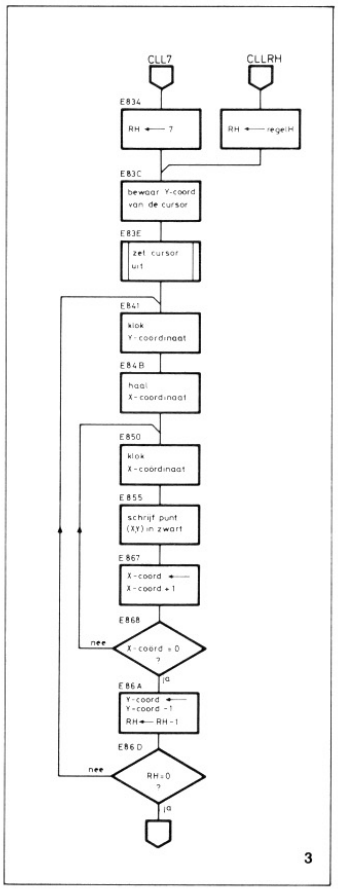
ASCII-waarde hex	Karakter	ASCII-tabel 2 hex	ASCII-tabel 1 hex
50	P	04	FE 12 12 0C
51	Q	05	7C 82 A2 42 BC
52	R	04	FE 12 32 CC
53	S	04	4C 92 92 64
54	T	A3	02 02 FE
55	U	82	7E 80
56	V	A3	3E 40 80
57	W	A3	7E 80 70
58	X	A3	C6 28 10
59	Y	A3	06 08 F0
5A	Z	05	C2 A2 92 8A 86
5B	[	04	FE 82 82 82
5C	⌐	05	06 08 10 20 C0
5D	]	04	82 82 82 FE
5E	↑	A3	08 04 FE
5F	—	61	F0
60	`	03	00 01 02
61	a	04	40 A8 A8 F0
62	b	04	FE 88 88 70
63	c	03	70 88 88
64	d	04	70 88 88 FE
65	e	04	70 A8 A8 10
66	f	03	08 FC 0A
67	g	24	1C A2 A2 7E
68	h	04	FE 08 08 F0
69	i	01	FA
6A	j	03	40 80 7A
6B	k	04	FE 20 50 88
6C	l	03	82 FE 80
6D	m	05	F8 08 F0 08 F0
6E	n	04	F8 08 08 F0
6F	o	82	70 88
70	p	24	FE 22 22 1C
71	q	24	1C 22 22 FE
72	r	04	F8 10 08 08
73	s	04	90 A8 A8 48
74	t	03	08 7E 88
75	u	82	78 80
76	v	A2	78 80
77	w	A3	78 80 60
78	x	A3	88 50 20
79	y	24	1E A0 A0 7E
7A	z	04	88 C8 A8 98
7B	{	03	10 6C 82
7C	ı	01	FF
7D	}	03	82 6C 10
7E		43	80 70 08
7F	⁝⁝⁝	04	AA 54 AA 54

Lijst 10 Routine voor het wissen tot het eind van het scherm.
Lijst 11 Routine om de cursor uit te zetten.
Afb. 3 Stroomdiagram van de routine „wis een regel".

sor wordt uitgezet en de Y-coördinaat wordt naar het display gestuurd. Vervolgens wordt een aantal malen de X-coördinaat opgehoogd en de betreffende punten met zwart geschreven. Wanneer X, na het passeren van $FF, nul is geworden, worden Y en YC met 1 verminderd. Dit herhaalt zich totdat YC gelijk aan nul is geworden.

Wis tot het einde van het scherm

Wanneer u het vorige heeft begrepen, doorziet u direct hoe de routine in lijst 10 te werk gaat. RH moet gelijk worden aan SCROLL−YCOR−1. Nu zult u denken: waarom moet RH niet gelijk zijn aan − YCOR − 1? Stel, u bent aan het werken met de monitor en er was gescrolled. De onderkant van het scherm heeft dan als Y-coördinaat SCROLL, want als alles bijvoorbeeld tien puntjes omhoog is geschoven komen de puntjes die boven verdwijnen er beneden bij. Omdat in routine CLEOS alles tot aan de onderkant van het scherm moet worden gewist, moet van SCROLL (aantal puntjes dat het scherm verticaal is opgeschoven) de Y-coördinaat worden afgetrokken. Daar moet dan nog eens 1 van worden afgetrokken, omdat alles vanaf de cursor moet worden gewist. Tevens



wordt RH in X en SCROLL in YC gezet, wat overeenkomt met het verschuiven van de cursor naar de onderkant van het scherm. Dit is gedaan om de routine LUSB, waar naartoe wordt gesprongen, niet wezenlijk te hoeven veranderen. Hier wordt namelijk alles wat boven de cursor staat gewist tot RH regels boven de cursor. Door RH gelijk te maken aan de Y-coördinaat van de onderkant van het scherm min de Y-coördinaat van de cursor min 1 èn de Y-coördinaat van de cursor gelijk te maken aan die van de onderkant van het scherm, wordt een routine „wis tot het einde van het scherm" gecreëerd, welke overeen komt met de routine „wis een regel".

Cursor uit

Het enige dat de routine in lijst 11 doet is de X- en de Y-coördinaat van de cursor in X respectievelijk Y zetten en naar routine OUT springen. Dit is een onderdeel van de cursorbesturingsroutine in lijst 4. Het X-register blijft hierbij ongeschonden.

ASCII-tabel

Geheel los van de besproken software staat de ASCII-tabel. Deze tabel met ASCII-karakters voor het grafische display is wel samen met het programma „Letters op het grafische display" uitgezonden door Hobbyscoop (een programma van de NOS), doch nooit gepubliceerd. Dat is bij deze dus gebeurd. De eerste kolom uit tabel 2 geeft de ASCII-code voor het karakter. De tweede kolom geeft de vorm van het karakter weer. De derde kolom bevat de code voor de manier waarop het karakter moet worden afgedrukt. Dit is al eerder besproken en we zullen er daarom niet verder op ingaan. Deze waarden komen in de EPROM te staan, beginnend op adres E720. De vierde kolom geeft de data die nodig is om de karaktermatrix te vullen. Eén byte stelt één kolompuntje voor. Wanneer er $01 staat, wordt het bovenste puntje van de kolom aangezet, het onderste puntje als er $80 staat. Het hangt dan van de waarde in de derde kolom af of het geheel moet worden gedraaid of gespiegeld. De in kolom vier afgedrukte waarden komen in de EPROM te staan, beginnend op adres E400.

Lijst 10

```
                1330 ;
                1340 ;
                1350 ;
                1360 ;  ROUTINE CLEAR TILL END OF SCREEN
                1370 ;
                1380 ;
E870- D8        1390 CLEOS      CLD ;
E871- 18        1400            CLC ;"
E872- A5 A9     1410            LDA *SCROLL ;
E874- A8        1420            TAY ;
E875- E5 A2     1430            SBC *YCOR     ;SCROLL - YCOR - 1
E877- AA        1440            TAX ;
E878- 88        1450            DEY  ;VOLGENDE REGEL
E879- 98        1460            TYA ;
E87A- 4C 3C E8  1470            JMP LUSB      ;MAAK REGEL SCHOON
```

Lijst 11

```
                1690 ;
                1700 ;
                1710 ;
                1720 ;  ROUTINE CURSOR UIT
                1730 ;
                1740 ;
E8EE- 8A        1750 CRSUIT     TXA ;
E8EF- 48        1760            PHA  ;BEWAAR X
E8F0- A6 AD     1770            LDX *LASTX   ;HAAL COORDINATEN
E8F2- A4 AE     1780            LDY *LASTY ;
E8F4- 20 EE E3  1790             JSR OUT       ;VOER UIT
E8F7- 68        1800            PLA ;
E8F8- AA        1810            TAX  ;X TERUG
E8F9- 60        1820            RTS ;
```

Grafisch display
Monitor voor de KIM
Deel 4

M. Dohmen
R. Koekoek

In het voorgaande hebben we een aantal routines beschreven die nodig waren voor de monitor. De behandeling van een speciale routine is echter achterwege gelaten. Deze routine, de toetsophaalroutine, wordt nu in zijn geheel besproken.

Zoals u wellicht is opgevallen, kwamen in een aantal routines (CURSOR, WAIT en WIS LIJN) een drietal NOP's voor. We zeiden dat deze later zouden worden vervangen door een JSR-instructie. Nu zouden we deze NOP's kunnen vervangen door JSR KEYIN, welke begint op adres $E000 (deze is besproken in deel 1). We zouden ons er dan echter te gemakkelijk vanaf maken. Een sprong naar die toetsophaalroutine in programma's als CURSOR, WAIT en WIS LIJN zou erg onlogisch lijken. De toetsophaalroutine die we hebben gemaakt bestaat uit drie delen:

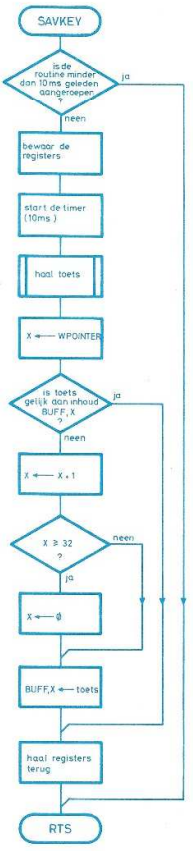
1. Haal toets op en bewaar hem.
2. Creëer repeat-functie.
3. Voer bewaarde toetsen uit.

Uit de praktijk is gebleken dat veel computers geen repeatfunctie kennen en dat dit een groot gemis is; denk aan de de toets „CRLF" of de „+"-toets van de KIM. Een tweede nadeel, dat gevonden is bij het uitproberen van diverse systemen, is dat, wanneer een toets wordt ingedrukt tijdens het uitvoeren van een programma (bijvoorbeeld TREK LIJN of WIS SCHERM), deze niet wordt geïnterpreteerd door de computer. Ook wanneer meerdere toetsen na elkaar worden ingedrukt, wordt in het uiterste geval alleen de eerste uitgevoerd. De hier beschreven toetsophaalroutine bezit een automatische repeat-functie. Verder is het mogelijk om tot een totaal van zestien toetsen op te slaan, terwijl een programma loopt, die na afloop ook weer na elkaar worden uitgevoerd. Op het eerste gezicht lijkt zestien toetsen veel, maar als u bedenkt dat het tekenen van een figuur op het beeldscherm relatief lang duurt, is het toch wel gewenst om tot zestien toetsen te kunnen „onthouden".

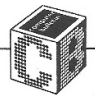
Toetsophaalroutine

In afb. 1 ziet u het stroomdiagram van dit programma. Er wordt gebruik gemaakt van de timer. Dit is gedaan om de routine wat sneller te laten verlopen. In de routine WAIT wordt deze routine bijvoorbeeld vijfmaal aangeroepen. Dit is vrij snel achter elkaar. Om te voorkomen dat voor niets de routine opnieuw moet worden uitgevoerd is er een timer die de tijd bepaalt tussen het aanroepen van de routine en het aanroepen van de routine de keer ervoor. Werd hij minder dan 10 ms geleden aangeroepen dan heeft het geen nut om naar het toetsenbord te kijken. Is het langer dan 10 ms geleden dan worden de registers op de stack gezet en wordt de timer opnieuw gestart. Vervolgens wordt naar het toetsenbord gekeken. Dit gebeurt twee keer om dender te onderdrukken. Nu we de toets hebben binnengehaald, moet deze nog worden bewaard. Dit kan slechts op één manier, namelijk met behulp van een FIFO-buffer. FIFO is de afkorting voor een Engelse term: First In First Out, wat zoveel betekent als: de waarde die als eerste de buffer in ging, moet er ook weer als eerste uit. Dit in tegenstelling tot de stack van een microproccessor, wat een LIFO-buffer is (Last In First Out). Voor de FIFO is nodig:

1. Een stukje geheugenruimte.
2. Een „wijzer" die aangeeft waar de laatst uitgelezen waarde staat (RPOINT).



Afb. 1 Stroomdiagram van het programma SAVKEY.



Afb. 2 Stroomdiagram van het programma RESKEY.
***Lijst 1** Programma SAVKEY.*
***Lijst 2** Programma RESKEY.*

3. Een „wijzer" die aangeeft waar de laatst ingelezen waarde staat (WPOINT).

In de routine SAVKEY hebben we met deze twee pointers nog niets te maken. We zetten gewoon de toets op de eerst volgende lege plaats, als het tenminste een nieuwe toets is. Want stel dat de toets nog was ingedrukt. De toets zou dan opnieuw op een plaats in de buffer worden gezet. Het gevolg zou zijn dat binnen 0,1 s de hele FIFO-buffer met één toetswaarde zou zijn gevuld. Maar we zitten met nog een probleem. Stel dat de toets tweemaal achter elkaar wordt ingedrukt. De vorige toets was dan gelijk aan de nieuwe, waardoor de laatste niet in de buffer zou worden gezet. Dit euvel kan op twee manieren worden opgelost:

1. In de toetsophaalroutine wordt gewacht totdat de toets weer is losgelaten. Een eerste nadeel is echter dat door het wachten andere programma's worden opgehouden. Een tweede nadeel is dat de repeat-functie niet gemakkelijk meer mogelijk is.
2. Er wordt aangegeven dat er een nieuwe toets is ingedrukt. (In Basic komt u iets soortgelijks tegen bij de CR-LF-toets om aan te geven dat er een nieuwe regel wordt ingevoerd.) Een nadeel is hier dat er na elke toets door middel van een andere toets moet worden aangegeven dat er een nieuwe toets ingedrukt gaat worden (denk aan de „+"-toets op de KIM die het volgende adres selecteert).

Toch hebben we gekozen voor methode 2, hoewel daar de nadelen groter lijken. Dit nadeel is echter uit de weg geruimd door een nieuwe toets te creëren, namelijk de „geen"-toets. Elke keer als een toets wordt ingedrukt volgt daarna automatisch de „geen"-toets. In de toetsophaalroutine wordt namelijk $FF in A gezet als er geen toets was ingedrukt. Door de „geen"-toets als een aparte toets te beschouwen blijft het geheel „real time", en is repeat-functie mogelijk. In plaats van 16 bytes wordt de FIFO-buffer nu wel 32 bytes lang, omdat na elke toets ook $FF moet worden opgeslagen om aan te geven dat de toets was losgelaten. Het hele programma is nu eenvoudig te begrijpen (lijst 1).

REPEAT of SAVKEY

Het tweede programma, dat we in dit deel bespreken is heel wat lastiger te begrijpen dat het eerste. Hier zijn namelijk twee programma's in elkaar verweven. Een vlag bepaalt welk van de twee programma's wordt doorlopen:

1. Creëer de repeat-functie.
2. Voer SAVKEY uit.

Deze vlag, aangeduid met TELLER, bevindt zich op adres $0081. Is de waarde $00 dan wordt SAVKEY uitgevoerd, hetgeen inhoudt dat de toets wordt opgehaald die het eerst in de buffer werd gezet. Is TELLER ongelijk aan nul dan wordt REPEAT uitgevoerd. Het hierin toegepaste principe is ongeveer gelijk aan dat van de Miniassembler voor de 6502 (RB, maart en april 1981), waarin een toets meerdere functies kreeg afhankelijk van de tijd dat deze was ingedrukt, wat door een teller werd bijgehouden. Op deze manier wordt hier bepaald hoe snel de repeat verloopt. Als TELLER gelijk is aan nul, is er geen repeat. Bij de nu volgende uitleg van het programma gaan we daar even van uit.

Lijst 1

```
                1150 ;   ROUTINE BEWAAR TOETS
                1160 ;
                1170 ;
E800- 2C 07 17  1180 SAVKEY     BIT TIMER     ;ZIJN DE 10 MS AL OM?
E803- 10 2E     1190            BPL RET       ;
E805- 48        1200            PHA  ;BEWAAR
E806- 8A        1210            TYA  ;REGISTERS
E807- 48        1220            PHA  ;OP DE
E808- 98        1230            TYA  ;STACK
E809- 48        1240            PHA  ;
E80A- A9 0A     1250            LDA #$0A      ;START TIMER OPNIEUW
E80C- 8D 07 17  1260            STA TIMER     ;(10,24 MS)
E80F- 20 20 02  1270 DEBON      JSR GETKEY    ;INDIRECTE SPRONG NAAR
                1280            ;TOETSOPHAALROUTINE VIA RAM
E812- 85 84     1290            STA *SKEY     ;OM DENDER TE
E814- 20 20 02  1300            JSR GETKEY    ;ONDERDRUKKEN
E817- C5 84     1310            CMP *SKEY     ;LOSGELATEN?
E819- D0 F4     1320            BNE DEBON     ;NEEN, OPNIEUW
E81B- A6 83     1330            LDX *WPOINT   ;IS HET AANGEWEZEN
E81D- DD 00 02  1340            CMP BUFF,X    ;KARAKTER UIT DE
E820- F0 0C     1350            BEQ OUT       ;BUFFER GELIJK?
E822- E8        1360            INX  ;NEEN, VOLGENDE PLAATS
E823- E0 20     1370            CPX #$20      ;BUFFER VOL?
E825- 90 02     1380            BCC BUFNU     ;NEEN: ZET TOETS OP /'GEEN TOETS'
E827- A2 00     1390            LDX #$00      ;RESET BUFFER
E829- 9D 00 02  1400 BUFNU      STA BUFF,X    ;IN DE BUFFER
E82C- 86 83     1410            STX *WPOINT   ;BEWAAR POINTER
E82E- 68        1420 OUT        PLA  ;HAAL
E82F- A8        1430            TAY  ;REGISTERS
E830- 68        1440            PLA  ;TERUG
E831- AA        1450            TAX  ;VAN DE
E832- 68        1460            PLA  ;STACK
E833- 60        1470 RET        RTS  ;KEER TERUG
                1480 ;
                1490 ;
                1500            .LS
                1504 ;
0220- 4C 00 E0  1505 GETKEY     JMP TOETS     ;INDIRECTE ADRESSERING VAN
                1506 ;                        TOETSOPHAALROUTINE VIA RAM
```

Lijst 2

```
                1530 ;   ROUTINE VOOR REPEAT-FUNCTIE
                1540 ;   OF OPSLAAN VAN EEN TOETS
                1550 ;
                1560 ;
                1570 ;
C07D  A0 00     1580 RESKEY     LDY #$00      ;GEEN REPEAT
E87F- 84 81     1590 RKEY       STY *TELLER   ;ZET TELLER
E881- A6 82     1600 SAMKEY     LDX *RPOINT   ;ZIJN DE POINTERS
E883- E4 83     1610            CPX *WPOINT   ;AAN ELKAAR GELIJK?
E885- F0 12     1620            BEQ REPT      ;ZO JA: REPEAT
E887- E8        1630            INX  ;NEEN, VOLGENDE BUFFERPLAATS
E888- E0 20     1640            CPX #$20      ;BUFFER VOL?
E88A- 90 02     1650            BCC NFBUF     ;
E88C- A2 00     1660            LDX #$00      ;JA: RESET BUFFER
E88E- 86 82     1670 NFBUF      STX *RPOINT   ;ZET POINTER
E890- BD 00 02  1680            LDA BUFF,X    ;HAAL TOETS UIT BUFFER
E893- 20 00 E8  1690            JSR SAVKEY    ;NAAR BEWAARROUTINE
E896- 4C B2 E8  1700            JMP EXIT      ;TERUG
E899- A6 81     1710 REPT       LDX *TELLER   ;HAAL TELLER
E89B- CA        1720            DEX  ;WAS TELLER = 1?
E89C- F0 1C     1730            BEQ RTRN      ;ZO JA: TERUG
E89E- E8        1740            INX  ;WAS TELLER = 0?
E89F- F0 02     1750            BEQ BPREV     ;ZO JA: VOLGENDE
E8A1- C6 81     1760            DEC *TELLER   ;NEEN: REPEAT
E8A3- 20 20 02  1770 BPREV      JSR GETKEY    ;HAAL TOETS
E8A6- 85 84     1780            STA *SKEY     ;BEWAAR DE TOETS
E8A8- 20 23 02  1790            JSR SROUT     ;VOER HEM UIT
E8AB- 20 20 02  1800            JSR GETKEY    ;VOORKOM DENDEREN
E8AE- C5 84     1810            CMP *SKEY ;
E8B0- D0 F1     1820            BNE BPREV ;
E8B2- C5 80     1830 EXIT       CMP *LKEY     ;WAS HET DEZELFDE TOETS?
E8B4- F0 CB     1840            BEQ SAMKEY    ;ZO JA: OPNIEUW
E8B6- 85 80     1850            STA *LKEY     ;ZET TOETS LAST
E8B8- 30 C3     1860            BMI RESKEY    ;WAS HET $FF?
E8BA- 4C 26 02  1870 RTRN       JMP TPKEY     ;NEEN: EINDE
```