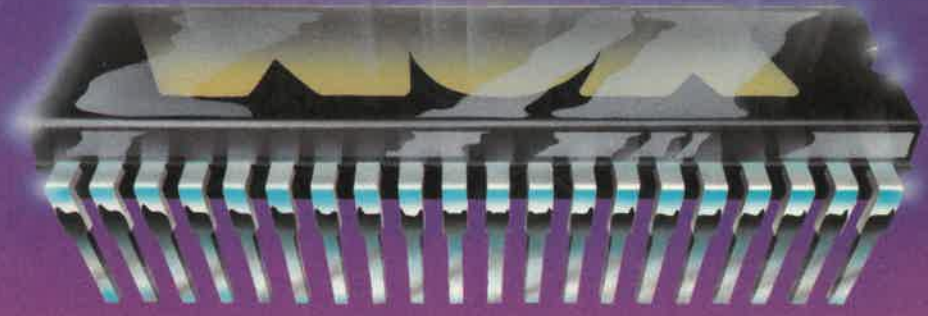
John Vanderaart

MACHINETAAL VOOR MSX COMPUTERS



Kluwer

Machinetaal voor MSX-computers

John Vanderaart

Machinetaal voor MSX-computers

Kluwer Technische Boeken B.V. Deventer – Antwerpen

Omslag: W. Niessink

ISBN 90 201 1999 0
D/1987/0108/191
NUGI 434

1e druk 1987

Woord vooraf

Rechtvaardigheid! Eerlijkheidshalve moet ik zeggen dat dit boek een behoorlijke 'selfkick' is geworden. Wat mij persoonlijk aan het werken met MSX-computers stoorde, is het gebrek aan 'ter zake doende' informatie en het ontbreken van goed werkende ontwikkelingsprogrammatuur. Zelf programmeer ik ALLEEN MAAR in machinetaal en dat op onder andere MSX, Commodore 64/128/ C16/ + 4, Atari ST en AMIGA. Voor de niet-MSX-machines is het allemaal wel in orde: voldoende informatie en goede programmeermogelijkheden. Met de MSX is het tot mijn spijt wat minder mooi gesteld!

De informatie ontbreekt veelal of blinkt uit in nutteloze zwaarlijvigheid en wat de ontwikkelingsprogrammatuur betreft, is het 'huilen met de pet af'! Over die informatie volsta ik met op te merken dat deze vaak uit de fabrieksopgave(n) is overgenomen. Daarom is het soms onmogelijk om snel iets terug te vinden. De ontwikkelingsprogrammatuur draait meestal onder MSX-DOS waardoor het weer moeilijk wordt om de BIOS-routines aan te spreken. Ook in alle andere gevallen (misschien een kleine uitzondering voor ZEN) wordt er veel te slordig omgesprongen met het toch al veel te kleine werkgeheugen van de MSX.

Ik heb bovenal getracht een 'anders dan anders' boek te schrijven. De informatie is snel en sluit aan op het eigenlijke programmeren in machinetaal. Geen uitgebreide omschrijvingen dus, maar handige tabellen.
Als programmeeromgeving heb ik speciaal voor dit boek een Z80-monitor geschreven. Het voordeel van zo'n machinetaalmonitor is de directe aanpak! De code wordt ter plekke aangemaakt waardoor het geheugen uiterst efficiënt kan worden gebruikt. Daarnaast vindt U nog een 25-tal extra mogelijkheden als disassemblering, geheugen-dumps, tekstinvoer, stelselconversie, logische bewerkingen enz.

Verder krijgt U een aantal treffende MSX-routines die U natuurlijk in uw eigen programma's kunt toepassen. Daarnaast nog een behoorlijk aanzetje tot een karakter-editor en een sprite-editor.

Kortom, efficiency voor alles. De dosis informatie is vrij stevig, maar de (uw) resultaten zijn dan ook navenant. Dat garandeer ik U!

John 'Drj' Vanderaart

Inhoud

Inleiding

Welkom nogmaals in dit 'doe'-boek, waarde MSX-bezitter!
U heeft dit boek waarschijnlijk ter hand genomen omdat U benieuwd bent naar al die verborgen MSX-capaciteiten. Een MSX-computer kan echt verschrikkelijk veel, maar niet in BASIC. Tenminste niet SNEL. BASIC, en dan met name het MSX-BASIC, is erg flexibel maar daarmee verliest het meteen een fors stuk snelheid. Toegegeven, in BASIC is ook alles mogelijk, maar dan wél op een laag pitje... Probeert U maar eens 32 sprites te laten bewegen, teksten af te drukken, geluid te produceren, een proces te controleren, en dat alles het liefst ook nog eens tegelijk! De enige oplossing is machinetaal.

Machinetaal. Het klinkt vrij simpel, maar pas op! En zeker op een MSX-computer. Het eerste probleem wordt de 'syntax', want machinetaal is op het eerste gezicht niet te begrijpen. Dat klopt ook wel, aangezien de instructies in het begin wel erg op elkaar lijken. Het is een kwestie van gewenning en ervaring, dus zult U even door een zure appel heen moeten!
Het tweede probleem is de programmadefinitie. In een hogere programmeertaal wordt overal voor gezorgd. Iets afdrukken stelt helemaal niets voor, laat staan de rekenkundige bewerkingen of de foutafhandeling. Het bijhouden van het variabelengeheugen ziet U bijvoorbeeld al helemaal niet! In machinetaal daarentegen moet U alles met de hand doen. Vaak wordt dat heel omslachtig, maar het voordeel is een stukje razendsnelle precisie.
Een derde probleem is de kennis over de computer. Laten we uit uw aanschaf van dit boek concluderen dat U BASIC bent ontgroeid. De video-chip kent U natuurlijk al en ook de geluids-chip is inmiddels een open boek. Het is dan ook belachelijk om al die kennis nog eens voor te kauwen. In plaats daarvan vindt u een aantal tabellen met alle informatie die een machinetaal-programmeur zich maar kan wensen.
Vierde en laatste probleem is het invoeren van de gewenste machinecode. Geen probleem aangezien U achterin dit boek een speciaal ontwikkelde machinetaal-monitor zult vinden. Het is even een aardig intypklusje, maar daartegenover staat een stuk ontwikkelings-software dat de prijs van dit boek meer dan rechtvaardigt!

Bijkomend voordeel: U kunt alle listings uit dit boek meteen testen op hun deugdelijkheid...

Wat gaan we doen? We gaan aan het werk! Zoals gezegd is dit een DOE-boek en het is niet de bedoeling dat U zich er met een 'eitje' vanaf kunt maken. Het wordt zweten, maar daarna weet U dan ook precies hoe U volledig zelfstandig draaiende machinetaal-programma's kunt schrijven. Er wordt niets teveel beloofd, want U gaat zien hoe U(!) de video-chip nu ECHT kunt manipuleren, U zult leren hoe bestanden via de cassetterecorder worden geladen en opgeslagen. Ook gaat U werken met de printer, niet te vergeten de sprite-routines, wat spelmogelijkheden, tevens nog wat speciale effecten... Precies datgene wat nodig is voor een aantrekkelijk en supersnel programma!

De frustratiedrempel

Voordat we gaan beginnen, moeten we iets afspreken: U klimt niet in de lamp! Wat hiermee wordt bedoeld?
Programmeren in machinetaal is iets dat een grote dosis zelfbeheersing vereist. De kleinste beredeneringsfout en de MSX slaat op 'TILT', met de hoofdletter T dus. Waar U in BASIC nog altijd een CTRL/STOP-combinatie heeft, kunt U het in machinetaal wel vergeten. In 99 van de 100 gevallen is de RESET-knop de enige uitweg en kunt U weer opnieuw beginnen. Maar ja, dan had U tenslotte maar niet aan machinetaal moeten beginnen!

Tegenover de voortdurende frustratie staat een zinderende kick als uw routines WEL werken. U (en ook uw omgeving!) zult werkelijk onder de indruk raken van de fabelachtige snelheid waarmee machinetaal de zaken regelt. Waar U in BASIC de zoveelste bak koffie wegslurpt, komt U om van de machinetaaldorst...

En in geen geval gaat de MSX het raam uit, want dat hebben we daarnet al afgesproken!

1 Z80 Machinetaal

1.1 Werken met een microprocessor

In iedere computer bevindt zich een microprocessor. Een microprocessor is in feite het 'kloppende hart' van de computer. Via deze processor worden alle zichtbare en onzichtbare computerfuncties aangestuurd, zoals het toetsenbord, het beeldscherm, het interne geheugen enz. In uw MSX-computer zit een Z80, een zeer krachtige en werkelijk razendsnelle 8-bits microprocessor.
Zo'n Z80-processor dient op een zeer speciale manier te worden aangesproken, in een speciaal taaltje: het bijna onbegrijpelijke 'machinetaal'. Wat is machinetaal nu precies?
Machinetaal is een op de microprocessor gerichte en daarom bovenal logisch opgebouwde, zeer directe programmeertaal. De niet al te veeleisende gebruiker merkt al gauw dat machinetaal in feite maar tot vier dingen in staat is:

1 simpele berekeningen (optellen, aftrekken, vergelijken)
2 dataverplaatsing (in elke mogelijke vorm)
3 logische bewerkingen of operaties (bijvoorbeeld 'AND', 'OR' en 'XOR')
4 tests en sprongen

Ondanks (misschien dankzij?) al deze schijnbare beperkingen is machinecode snel, zeer snel. De BASIC-interpreter bijvoorbeeld is in feite niets anders dan een programma dat geheel in machinetaal is geschreven. Deze BASIC-interpreter is tevens een voorbeeld van een programma dat in ROM (Read Only Memory – permanent beschreven geheugen, waaruit alleen kan worden gelezen) staat. Het voordeel van zo'n ROM-programma is de permanente aanwezigheid. Een nadeel is de onmogelijkheid om er veranderingen in aan te brengen.
Naast ROM-geheugen bestaat er ook RAM-geheugen (Random Access Memory – geheugen waar zowel uit gelezen als in geschreven kan worden) dat als enige nadeel heeft dat het wordt gewist zodra de computer wordt uitgeschakeld. Programma's die u schrijft en probeert, worden in eerste instantie in RAM-geheugen geschreven. Pas in een later stadium kunt u besluiten deze programma's in een EPROM te 'bakken'. Een EPROM is een iets minder permanent broertje van een

echte ROM-chip; de inhoud blijft bewaard als de stroom wordt uitgeschakeld, maar is door middel van ultraviolet licht te wissen.

Om even op die fabelachtige snelheid terug te komen: machinetaal (mits goed geschreven) kan vele honderden malen sneller zijn dan welk BASIC-programma dan ook. Waar het BASIC altijd eerst dient te worden vertaald, is machinetaal meteen al verwerkingsklaar.
Een nadeel van machinetaal is de geringere flexibiliteit en de noodzakelijke scherpere definitie. Een machinetaalprogramma is namelijk veel minder flexibel dan een programma dat is geschreven in een hogere programmeertaal (BASIC, PASCAL, C...) omdat het veel directer moet zijn geschreven. Denk bijvoorbeeld maar eens aan een simpele uitvoerroutine. In BASIC volstaat een PRINT-opdracht, die ook nog eens eenvoudig is te wijzigen. In machinetaal moet u al gauw een tiental instructies aanspreken en dan maakt u daarbij ook nog eens gebruik van systeem-ROM-routines. Om over het wijzigen nog maar niet te spreken!
Ook moet de definitie van een machinetaalprogramma vrij volledig zijn. In negen van de tien gevallen blijkt een zelfgeschreven routine niet te werken omdat u ergens iets vergeten bent! Een gedegen systeemkennis is dan ook een eerste vereiste. Sterker nog: u zult moeten weten hoe een MSX-computer in elkaar steekt, voordat het verantwoord is om ook maar een byte in machinecode te testen!

Gedegen systeemkennis dus. Waar hogere programmeertalen meestal vrij overdraagbaar zijn (een '10 PRINT"Hallo!" / 20 GOTO 10'-grapje in BASIC werkt immers altijd) is machinetaal uiterst persoonlijk.
Zelfs al beschikken verschillende computers over dezelfde microprocessor, dan nog heeft u meestal met een totaal ander systeem te maken. Andere systeemroutines, andere grafische mogelijkheden, andere randapparatuur enz... De machinetaalprogrammeur dient hier alles over te weten voordat hij ook maar één zinvolle byte programmeert!

1.2 Het invoeren van machinecode

Bij het invoeren van machinetaalprogramma's is de programmeeromgeving een probleem op zich. In BASIC kunt u alles klakkeloos intypen; het gaat goed totdat de computer met een 'OUT OF MEMORY ERROR' of iets van dien aard komt aanzetten. In machinetaal weet u eigenlijk nooit precies wanneer het is afgelopen met de vrije ruimte, want dat bepaalt u zelf! Toegegeven dat er een onder- en

bovengrens aan de vrije geheugenruimte zit, maar dan nóg blijven er altijd slimme zijwegen over.

Maar hoe komt de zelfgeschreven machinecode dan in het geheugen terecht? U hoeft niet te proberen om in BASIC een machinecode-instructie te gebruiken. Hoe exact overgenomen ook, u komt altijd met een 'SYNTAX ERROR' te zitten. Slim als u bent, komt u op het idee om de machinecode met behulp van DATA-regels te 'POKEN'. Een programma bestaat tenslotte uit allemaal getallen tussen 0 en 255, zodat de juiste getallen in de juiste volgorde een werkend geheel moeten opleveren. U heeft volkomen gelijk, alleen is het een werkje waarmee zelfs de geduldigste monnik zwaar 'in de stress' raakt!

Om machinecode te verwerken, bestaan er dan ook speciale hulpprogramma's. Twee soorten eigenlijk: assemblers en monitors.
Een assembler is een veredelde tekst-editor waarmee u de machinecode ongeveer zoals teksten in een tekstverwerker kunt invoeren. Erg handig is het feit dat een assembler niet met exacte cijfers werkt maar met zogenaamde labels. Hierdoor kunt u het programma erg eenvoudig op een andere geheugenlocatie laten beginnen. Het nadeel van een assembler is de grootte en de 'lompheid'. Want echt snel en direct kunt u er meestal niet mee werken.

Het snellere broertje van een assembler luistert naar de dubieuze naam 'monitor'. Geen beeldbuis, maar wel iets om mee te 'kijken'. Met een monitor kunt U direct in het geheugen van uw computer gluren. U kunt het geheugen als een tekst-dump aanschouwen, misschien in hexadecimale getallen, maar ook als een disassembly. Een disassembly-listing is precies het tegenovergestelde van een assemblerings-proces. Waar het laatste uw teksten omzet naar zinvolle getallen en dus te verwerken machinecode, is een disassembly een omzetting van schier onbegrijpelijke getallen naar redelijk leesbare machinecode.
Naast dit is het vanzelfsprekend ook mogelijk om met een monitor direct code te assembleren. Dit laatste gaat regelsgewijs maar het grote voordeel is wel dat u precies ziet WAT en WAAR u schrijft. Verder voorziet een monitor meestal in vele handige foefjes om het u allemaal zo gemakkelijk mogelijk te maken.
In dit boek staat de listing van een echte machinetaalmonitor, de HERBYMON. Een speciaal geschreven produkt dat het mogelijk maakt alle voorbeelden die in dit boek staan meteen te proberen.

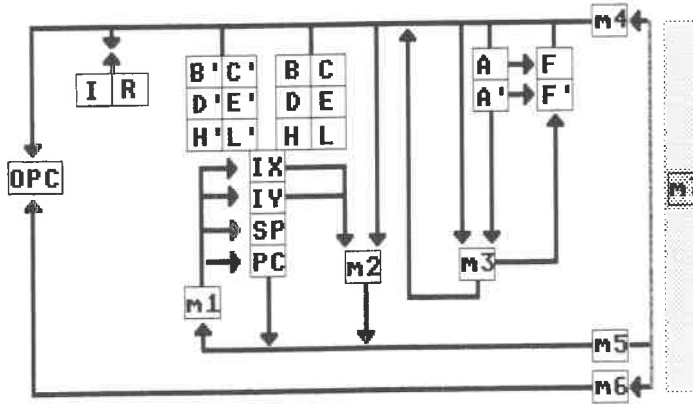
Zoals gezegd een monitor... Een kwestie van even een paar slapeloze nachten in verband met het intypen, maar dan gaat er meteen een nieuwe wereld voor u open!

Het verwerken van de machinecode hoeft in het kader van dit boek dan ook helemaal geen problemen meer op te leveren. En natuurlijk kunt u de ingetypte monitor ook gebruiken om zelf programma's te schrijven.

2 De Z80-microprocessor

2.1 Inleiding

Zoals u inmiddels al weet, zit er in uw MSX een Z80-microprocessor. Allemaal leuk en aardig, maar veel verder helpt ons dat nog niet!
In diverse andere boeken over machinetaal krijgt u eerst een hele verhandeling over het werken met de diverse getallenstelsels, maar waarom zouden we niet eerst kijken wat zo'n Z80 allemaal in huis heeft en wat het ding allemaal kan! In hoofdstuk 5 kunnen we dan altijd nog met cijfertjes stoeien, of u kunt er terecht als iets in dit hoofdstuk u (nog) niet helemaal duidelijk is.




```
m1: INCrement / DECrement
m2: Indexcalculatie
m3: Logische rekeneenheid
m4: Koppeling databus (8 bits)
m5: Koppeling adresbus (16 bits)
m6: Koppeling controlebus
m7: Buiten de Z80-microprocessor (geheugen en IO)

OPC: Instructieregister / instructiedecoder / controle
```

Afb. 2.1. Schematisch overzicht van de Z80

Een Z80-microprocessor beschikt over een aantal zaken:

- de program counter of programmateller (PC)
- de stack pointer of stapelwijzer (SP)
- de indexregisters: IX en IY
- het A-register of de accumulator
- zes algemene registers: B, C, D, E, H en L (Ook als drie duo's aan te roepen: BC, DE en HL)
- het flag-register F (als registerpaar in AF)
- het interrupt-register I
- het refresh-register R
- een set 'verborgen' registers A' tot en met L'

De laatste drie zijn nogal gevaarlijk en worden in dit boek niet gebruikt, temeer daar ze vooral zijn bedoeld voor specifiek intern gebruik. Pas als u over zeer veel machinetaalervaring beschikt, is het zinnig om ermee te stoeien.

2.2 De program counter of programmateller

De program counter of programmateller, PC vanaf nu, is een register dat uit twee bytes bestaat. Twee bytes bevatten namelijk 16 afzonderlijke bits, waardoor het bereik meteen is bepaald tot '2 tot de macht 16-1', ofte wel het gebied dat loopt van $0000 tot $FFFF, hetgeen in totaal 65536 verschillende geheugenadressen oplevert. (Allemaal afzonderlijk adresseerbaar!)
Zo'n PC (niet te verwarren met de afkorting van Personal Computer!) is in iedere microprocessor aanwezig en heeft binnen iedere microprocessor ook nog eens dezelfde functie: het bijhouden van de juiste programma-adressering. De PC valt enigszins te vergelijken met een BASIC-regelteller.

Afhankelijk van de instructie die wordt verwerkt, wordt de waarde van de PC beïnvloed. Een 'gewone' instructie verhoogt de PC steeds met één, net genoeg om de volgende instructie te lezen. Andere instructies verhogen de PC soms wel met twee, drie of vier, afhankelijk van de hoeveelheid bytes die zij nodig hebben om aan de slag te kunnen. Ook zijn er speciale instructies, spronginstructies bijvoorbeeld, die de PC van een volstrekt nieuwe waarde voorzien.

Hoe 'werkt' een programma dan? Een voor de hand liggende vraag. U moet zich voorstellen dat er een koppeling bestaat tussen aan de ene kant de Z80-microprocessor en aan de andere kant het (meestal 64K) MSX-geheugen. De inhoud

van de PC wordt op een speciale 16-bits brede adreslijn gezet en naar het MSX-geheugen gestuurd, vervolgens wordt er een byte vanaf het zo geadresseerde PC-adres via een even speciale 8-bits brede datalijn naar de Z80-microprocessor gestuurd...Enzovoort! Afhankelijk van de opgestuurde bytes verzorgt de Z80-processor de te volgen strategie en uw programma werkt – mits goed geprogrammeerd.

2.3 De stack pointer of stapelwijzer

De stack pointer, stapelwijzer of (vanaf nu) SP doet vermoeden dat er ook wel een 'stapel' zal zijn! Vanzelfsprekend is dit het geval.
Een stapel is een heel speciaal onderdeel van een microprocessor. Via deze stapel kan een aantal gegevens worden overgedragen. Het kan om gewone data gaan, maar ook adressen worden via de stapel doorgegeven.

Het principe is uitermate simpel. Wat u als laatste op de stapel plaatst, komt er als eerste af. Denk maar eens aan de vuile vaat: het bovenste bord moet u eigenlijk als eerste afwassen. Zo niet dan komt alles naar beneden!
Net als bij dit vergezochte voorbeeld kan er ook op stapelniveau van alles fout gaan. Als de stapel te hoog (letterlijk!) wordt, komt de boel naar beneden, hetgeen ook het geval is als u van onderen probeert weg te nemen. Heel goed oppassen dus!
Het eigenlijke werken met zo'n stapel gaat door middel van twee speciale stapel-opdrachten. Als eerste is daar een speciale PUSH- of plaatsinstructie. Met zo'n instructie plaatst u iets bovenop de stapel.
Behalve deze instructie bestaat er ook nog een POP- of pakinstructie, een instructie waarmee u het laatst opgestapelde byte wegneemt.

Ook de SP is een 16-bits register en kan het gehele geheugen adresseren. Een goede programmeur haalt evenveel van de stapel AF als hij er OP zet, waardoor een stapel eigenlijk nooit erg groot hoeft te worden. Als geheugengebied voor de stapel kiest u een slimme plaats die u toch niet gebruikt. (In BASIC voorziet het CLEAR-commando in een dergelijke mogelijkheid.)

De stapel wordt voornamelijk gebruikt door de CALL-instructie. Een CALL is een subroutine in machinetaal. Wederom alles leuk en aardig maar als u een subroutine aanroept, wilt u dat na afloop het programma terugkeert op de juiste plaats: precies na die CALL-instructie. Hiertoe wordt de PC op de stapel geplaatst, vervolgens krijgt de PC het adres van de subroutine als waarde. Is de subroutine eenmaal uitgevoerd dan wordt de 'oude' waarde weer van de stapel

genomen en gaat het programma weer verder vanaf de juiste plaats. Nu begrijpt u meteen waarom u zeer voorzichtig moet zijn met deze stapel; als u er teveel opzet of afhaalt gaat er onherroepelijk ergens iets fout.

2.4 De indexregisters: IX en IY

Indexregisters voorzien in een speciale manier van adresseren. De inhoud van een indexregister wordt (uiteraard op voorwaarde dat er een index-adresseringsvorm is gebruikt) automatisch opgeteld bij een eveneens opgegeven basiswaarde. Hierdoor kan de machinetaalprogrammeur vrij makkelijk een reeks van opeenvolgende waarden bereiken. Denk hiervoor aan het werken met tabellen van dezelfde lengte. De indexregisters worden ook vaak gebruikt bij de behandeling van ARRAY-achtige structuren.

In speciale gevallen kan het erg handig zijn om gebruik te maken van deze registers, maar dat moet iedere programmeur maar voor zichzelf uitmaken. U kunt ook heel goed zonder!
We komen hierop nog terug in het volgende hoofdstuk, waarin we alle mogelijke vormen van adresseren bekijken.

2.5 Het A-register of de accumulator

De accumulator is verreweg het meest gebruikte register in Z80-machinecodeprogramma's. Bijna alle belangrijke instructies doen iets met de inhoud van de accumulator. Vaak vindt een operatie plaats OP de waarde die zich op dat moment in de accumulator bevindt, waarna het resultaat weer IN deze accumulator wordt teruggezet.
Er zijn zelfs diverse handige dataverplaatsinstructies die alleen maar met behulp van de accumulator hun werk kunnen doen.

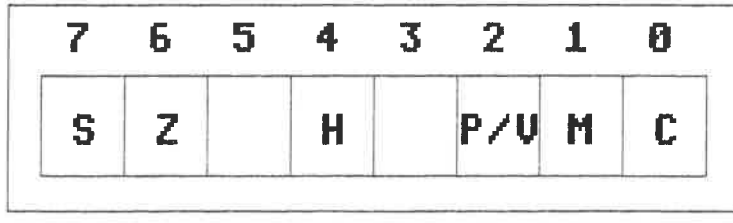
2.6 De zes algemene registers: B, C, D, E, H en L

Deze registers werken ongeveer als de accumulator, alleen is het gebruik helaas veel beperkter. Een zeer groot voordeel is het feit dat deze registers in drie paren aan elkaar kunnen worden gekoppeld, waardoor 16-bits berekeningen mogelijk zijn.
Ook kunt u de registerparen gebruiken voor adresseringsdoeleinden. Met name het HL-paar is dan erg handig!

Aan het B-register is trouwens ook nog een speciale 'DJNZ'-instructie gekoppeld. Meer hierover in een later stadium.

2.7 Het flag-register F

Minstens net zo belangrijk, zo niet belangrijker dan de accumulator is het flag-register. Dit register voorziet onder andere in speciale testmogelijkheden.
In dit F-register bevinden zich namelijk zes onderdelen met ieder een aparte functie. Sommige zijn afzonderlijk te testen en worden binnen een programma gebruikt om te kijken of bepaalde condities optreden: nul, niet nul, groter dan, kleiner dan, enz. Andere zijn alleen behulpzaam binnen bepaalde berekeningsvormen.



Afb. 2.2. Het flag-register

1 De carry ofte wel het C-bit. De carry wordt gebruikt als extra bit bij berekeningen en/of schuifoperaties. U kunt testen met 'C' voor een carry op 1, en met 'NC' voor een carry op 0.

2 De subtract flag of ook wel het N-bit. Dit bit wordt geset bij een aftrekking. Het is alleen van belang bij BCD-berekeningen.

3 De parity/overflow-flag, het P/V-bit. Bij rekenkundige bewerkingen wordt deze flag geset als er een overflow optreedt. Bij logische bewerkingen wordt dit bit geset als het resultaat een even aantal enen oplevert, anders wordt dit bit 0 gemaakt. U test met 'PO' op een oneven pariteit en met 'PE' op een even pariteit.

4 De half carry-flag of het H-bit. Dit bit is alleen van belang bij BCD-berekeningen. Het H-bit wordt geset als er van bit 3 naar bit 4 een carry optreedt van bit 3 naar bit 4.

5 De zero-flag of het Z-bit. Een heel belangrijke test-mogelijkheid aangezien dit Z-bit wordt geset als het resultaat van een bewerking nul oplevert. Er staat een 0

in het Z-bit als een resultaat ongelijk is aan nul. U kunt testen met 'Z' op een resultaat dat gelijk is aan nul, u test met 'NZ' op een resultaat dat ongelijk is aan nul.

6 De sign-flag of het S-bit. Dit bit wordt 1 als het resultaat van een bewerking negatief is en 0 als dat resultaat positief is. U test met 'P' op een positieve waarde en met 'M' op een negatieve waarde.

Nog even alle tests op een rijtje:

test	*betekenis*
Z	resultaat gelijk aan nul
NZ	resultaat ongelijk aan nul
C	carry
NC	geen carry
PO	oneven pariteit
E	even pariteit
P	positief resultaat
M	negatief resultaat

2.8 Het interrupt-register I

Dit register wordt exclusief gebruikt in interrupt mode 2 (IM 2) om een speciale vector-call te genereren. In het I-register wordt het high-byte voor de sprong bewaard, terwijl het apparaat dat de interrupt aanlevert voor het low-byte zorgt (hierover straks meer).

2.9 Het refresh-register R

Dit register wordt gebruikt voor een automatische refresh van het dynamische geheugen. U zult dit register waarschijnlijk nooit in zelfgeschreven programma's gebruiken. Voor de volledigheid misschien leuk om te weten dat het bestaat.

2.10 De set 'verborgen' registers A' tot en met L'

U kunt deze 'extra' set registers met bijvoorbeeld het EXX-commando 'swappen' (verwisselen) met de gewone registers. Dit kan in enkele gevallen handig zijn. Normaal gesproken is het beter om alleen met de gewone registerset te werken, in verband met verwarringsverschijnselen.

3 Adresseringstechnieken

Laten we aannemen dat u nu begrijpt wat een Z80-microprocessor in huis heeft. Voordat we alle instructies gaan bespreken, is het misschien zinvol om eens te bekijken hoe u de diverse commando's kunt aanroepen, of hoe u ze gaat 'adresseren'!
Adresseren zullen we binnen dit kader verbasteren tot 'aanroepen'. Want in de verschillende vormen van aanroepmogelijkheden ligt de kracht van het werken met machinetaal.
Waar moet u aan denken? Een simpel voorbeeld: u wilt (gewoon in het dagelijks leven) informatie doorspelen. Het eenvoudigst en snelst gaat zoiets als u meteen spreekt met degene voor wie die informatie is bestemd. U kunt ook een brief posten, maar dan zit de PTT ertussen. Ook kunt u de telefoon gebruiken, of VAX, telex enz. Het hele systeem is erop gebaseerd dat de informatie op/aan het juiste adres komt. Dus: dezelfde informatie, verschillende doorgeefmethoden!
Ongeveer zo werkt u met de diverse aanroepformaten in machinecode. En er zijn nogal wat van die verschillende Z80-mogelijkheden:

- impliciete adressering
- onmiddellijke adressering
- absolute adressering
- zero page adressering
- relatieve adressering
- geïndexeerde adressering
- indirecte adressering
- bitadressering

Het is heel erg belangrijk dat u weet wat er allemaal mogelijk is binnen machinetaalprogrammering en dan met name bij het werken met de Z80-microprocessor. Slaat u het komende onderdeel dan ook zeker niet over. Het gebrek aan kennis kan u dan lelijk opbreken als u weer eens op zoek gaat naar het hoe en waarom van een instructie!

3.1 Impliciete adressering

Bij 'impliciete adressering' gaat het vaak om bewerkingen die van toepassing zijn op één of twee specifieke registers. Het gaat om simpele instructies waarbij geen adres nodig is, omdat de instructie zichzelf al documenteert.
Hierbij moet u denken aan korte instructies die meestal ook zeer snel zijn, bijvoorbeeld: INC B, RLA, SBC A, OR A, enz.

Met de Z80-microprocessor in gedachten kunnen we eigenlijk nog wel wat instructies onder deze noemer meenemen. Hierbij gaat het om instructies die van toepassing zijn op onder andere 'registerparen'. Bijvoorbeeld: EX AF,AF', INC DE, DEC SP of LD A,(HL).

3.2 Onmiddellijke adressering

In dit geval wordt de code die aangeeft om welke instructie het gaat, gevolgd door nog een enkel byte of in sommige gevallen zelfs door twee bytes (een word). Een byte voor een 8-bits getal, een word voor een 16-bits getal.
Het gaat hier dus altijd om zeer directe gevallen zoals bijv. LD BC,$1234, LD B,$00, SBC A,$FF of AND $11.

3.3 Absolute adressering

Er zijn altijd drie bytes nodig voor absolute adressering. Het eerste byte bevat de opcode en de twee volgende bytes geven het gewenste adres. Het eerste byte is het 'low-byte' en levert een waarde tussen 0 en 255, het tweede byte noemen we het 'high-byte' en staat voor een waarde tussen 256 en 65280. Met andere woorden: het adres is de waarde 'high byte' × 256 + 'low byte'.
Dit gegeven wil nogal eens wat verwarring stichten. Let daarom goed op de tegenstrijdige verschijningsvormen, want in het geheugen staat een word dus in de volgorde laag/hoog opgeslagen; een monitor of assembler verwacht echter de (ons vertrouwde) hoog/laag-volgorde!

Het gaat dus om een adres. Voor bepaalde instructies zoals bijvoorbeeld de spronginstructie en de subroutine-instructie is dit adres alleen van belang als PC-waarde. Voor andere instructies, bijvoorbeeld een load-instructie of een store-instructie, is het adres nodig in verband met de waarde die zich op die geadresseerde geheugenplaats bevindt. Een paar voorbeelden: JP $0000, CALL $00C0, LD A,($E000), LD ($E000),A enz.

3.4 Zero page-adressering

Voor sommige microprocessors geldt dat het werken met zero page-adressering is verheven tot een aparte kunstvorm. In een Z80 daarentegen is er in feite maar één instructie die het speciaal in de zero page (De eerste 256 bytes van het geheugen, de geheugenplaatsen $0000 tot en met $00FF) zoekt.
Het gaat hier om een speciale CALL-instructie die in acht verschillende formaten voorkomt. Een zeer snelle instructie, die voorziet in een routineruimte van 8 bytes. Bijvoorbeeld: RST 00, RST 08, RST 16 enz.

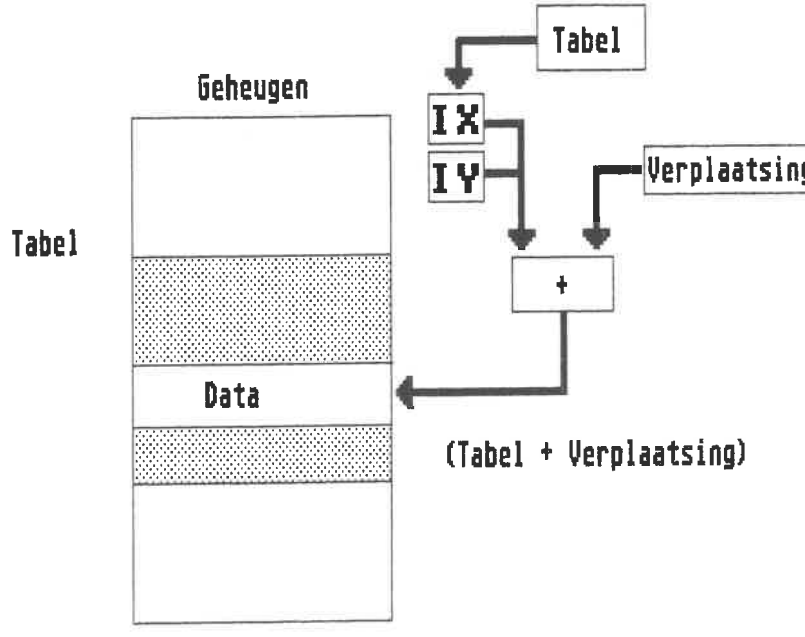
3.5 Relatieve adressering

Relatieve adressering gebruikt twee bytes. Het eerste byte verstrekt de opcode en het tweede byte verzorgt de verplaatsing. In tegenstelling tot de absolute adresseringsvorm is de relatieve adresseringsvorm verplaatsbaar. Logisch, want de positieve of negatieve sprongcalculatie hangt alleen maar af van de waarde van de PC op dat moment. Een positieve verplaatsing (In het tweede byte staat bit 7 op nul: %0xxxxxxx) wordt bij de PC opgeteld. Een negatieve verplaatsing (Bit 7 van het tweede byte is geset: %1xxxxxxx) wordt van de PC afgetrokken. Bijvoorbeeld: JR $C000 op het adres $C010 is toegestaan. JR $C000 op het adres $D010 is niet toegestaan!
Let wel goed op, aangezien u heel gemakkelijk deze 'branch'-grens overschrijdt (De HERBYMON geeft gelukkig een waarschuwing).

3.6 Geïndexeerde adressering

Geïndexeerde adressering is een adresseringsmogelijkheid die vooral handig is voor het werken met tabellen. Heel erg nuttig als de elementen uit zo'n tabel elkaar opvolgen, aangezien u dan van dezelfde bewerkingsinstructie gebruik kunt blijven maken terwijl u toch alle tabelingangen kunt adresseren.

Hoe werkt zoiets? In het indexregister (IX of IY) staat een adres, meestal het begin van een tabel. Bij dit adres wordt een eventuele verplaatsing opgeteld en zodoende ontstaat een eindadres dat op ongeveer dezelfde manier als bij de directe adresseringsvorm kan worden gebruikt.
U heeft nu verschillende mogelijkheden. U verandert het indexregister (met speciale increment- of decrement-instructies) of u zorgt voor variërende verplaatsingen. In het ene geval doorloopt u een tabel met variërende lengte en in het



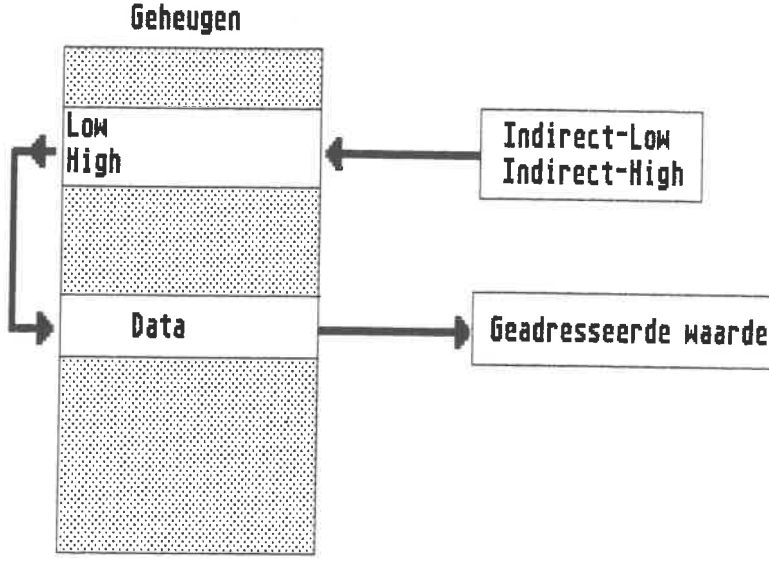
Afb. 3.1. Geïndexeerde adressering

andere geval kunt u een meervoudige tabel eenvoudig bewerken.
In Z80-machinecode kunt u deze geïndexeerde adressering op een aantal instructies loslaten. Bijvoorbeeld: ADD, INC, RLC, LD, SET enz.

3.7 Indirecte adressering

Indirecte adressering is een redelijk complexe adresseringsvorm waarbij gebruik wordt gemaakt van een pointer-structuur. U moet zich voorstellen dat u een bepaald adres aanspreekt. Op dit adres bevindt zich een 16-bits waarde die wijst naar een bepaalde geheugenlocatie. En pas in deze locatie vindt u het gewenste getal.
Eigenlijk is het een 'dubbele' adressering. U gebruikt deze adressering voornamelijk om erg snel een aantal verplaatste tabelgebieden te kunnen bereiken!

Met de Z80-microprocessor doet u dit voornamelijk met de registerparen BC, DE en HL. Deze dienen dan als link-adres. Bijvoorbeeld: LD A,(DE), LD B,(HL), OR (HL) enz.



Afb. 3.2. Indirecte adressering

3.8 Bitadressering

Bitadressering duidt op de mogelijkheid om aparte byte-onderdelen te kunnen aanspreken. Een byte bestaat uit acht afzonderlijke bits, genummerd van 0 tot en met 7.

In sommige gevallen heeft u voldoende aan bitinformatie en het zou in zo'n geval erg handig zijn om zo'n bit rechtstreeks te kunnen aanspreken. De Z80-microprocessor heeft ook hiervoor een aantal mogelijkheden, zoals de instructies BIT, RES en SET.

4 De complete instructieset van de Z80

U weet inmiddels van de hoed en de rand voor wat betreft de belangrijkste Z80-principes. We gaan nu dan ook de hele Z80-instructieset de revue laten passeren. In alfabetische volgorde worden alle afzonderlijke instructies besproken. Als u reeds bekend bent met de instructieset heeft u voldoende aan appendix A, waarin u ook terecht kunt voor de juiste codering, de flag-beïnvloeding en de tijdsduur...en niet te vergeten de juiste HERBYMON-syntax en alle mogelijkheden! We gaan hier alleen kijken wat die instructies nu precies doen. Waar nodig krijgt u ook extra informatie. Geen zorgen als u iets niet begrijpt; in de hierop volgende hoofdstukken komen we overal nog uitgebreid op terug.

4.1 Even vooraf

In appendix A staan alle bestaande Z80-instructies nog eens goed beschreven. Wilt u precies weten wat er mogelijk is of van welke HERBYMON-syntax u zich moet bedienen dan kunt u zich beter in deze appendix oriënteren. In het nu volgende overzicht onderzoeken we alleen hoe alle instructies nu precies werken. Het valt daarom buiten het kader van dit overzicht om van alle verschijningsvormen een instructie te geven.
We maken slim gebruik van enige afkortingen:

rr	*r*	*b*	*co*	*zp*
AF	A	0	Z	00
BC	B	1	NZ	08
DE	C	2	C	10
HL	D	3	NC	18
IX	E	4	PO	20
IY	H	5	PE	28
SP	L	6	P	30
		7	M	38

- Bij *rr* gaat het veelal om een speciale selectie, zie hiervoor de appendix!
- Kijk ook voor *co* nog even in de appendix. Afwijking in een heel enkel geval.
- *nn* wil zeggen dat we met een byte-waarde te maken hebben.
- *ii* is een afkorting van 'IX + *nn*' of 'IY + *nn*'.
- *nnnn* is een adres of een word.
- Een logische AND wordt als .and. genoteerd.
- Een logische OR wordt als .or. genoteerd.
- Een relatieve sprongcalculatie wordt als .rel. genoteerd.
- Een logische XOR wordt als .xor. genoteerd.)

4.2 De instructies op een rij

ADC

Dit is een algemene optel-met-carry-instructie. De gegeven (tweede) operand wordt samen met de carry-flag uit het statusregister bij de eerste operand opgeteld waarna het resultaat weer in de eerste operand terechtkomt.

Formaat	*Functie*
ADC A,*r*	A ← A + *r* + carry
ADC A,*nn*	A ← A + *nn* + carry
ADC A,(HL)	A ← A + (HL) + carry
ADC A,(*ii*)	A ← A + (ii) + carry
ADC HL,*rr*	HL ← HL + rr + carry

ADD

Dit is een algemene optelinstructie. De tweede operand wordt bij de eerste opgeteld waarna het resultaat in de eerste wordt geplaatst. (Let wel, zonder carry!)

Formaat	*Functie*
ADD A,*r*	A ← A + *r*
ADD A,*nn*	A ← A + *nn*
ADD A,(HL)	A ← A + (HL)
ADD A,(*ii*)	A ← A + (*ii*)
ADD HL,*rr*	HL ← HL + *rr*
ADD IX,*rr*	IX ← IX + *rr*
ADD IY,*rr*	IY ← IY + *rr*

AND

Dit is een logische AND-operatie die wordt uitgevoerd op de accumulator en de aangegeven operand. Het resultaat wordt weer in de accumulator geplaatst (let ook even op de waarheidstabel).

Formaat	*Functie*
AND *r*	A ← A .and. *r*
AND *nn*	A ← A .and. *nn*
AND (HL)	A ← A .and. (HL)
AND (*ii*)	A ← A .and. (*ii*)

A	B	A and B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

BIT

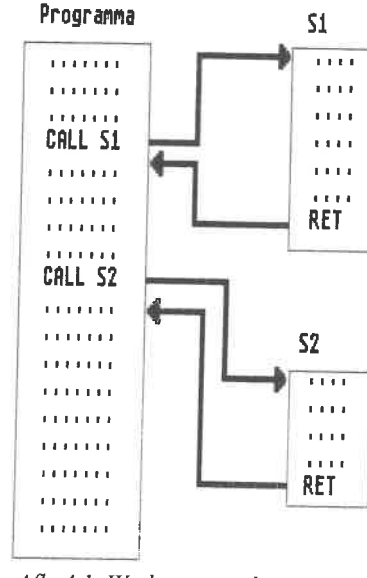
Dit is een test op het opgegeven bit uit een geadresseerde operand. Het resultaat beïnvloedt de zero-flag overeenkomstig de bitwaarde. (Bit '0' dan zero-flag geset, bit '1' dan zero-flag gecleard.)

Formaat	*Functie*
BIT *b*,*r*	Z ← 'Test' bit *b* in *r*
BIT *b*,(HL)	Z ← 'Test' bit *b* in (HL)
BIT *b*,(*ii*)	Z ← 'Test' bit *b* in (*ii*)

CALL

Er wordt een subroutine op het opgegeven adres aangeroepen.
De inhoud van de programmateller wordt op de stapel gezet. Uit de twee bytes die op de instructiecode volgen, komt het nieuwe adres; dit wordt in de PC geplaatst.

Formaat	*Functie*
CALL *nnnn*	(SP – 1) ← PC-high
	(SP – 2) ← PC-low
	PC ← *nnnn*
	SP ← SP – 2



Afb. 4.1. Werken met subroutines

CALL *cc*

Indien aan de voorwaarde *cc* wordt voldaan, wordt een subroutine op het meegegeven adres aangeroepen. (De inhoud van de huidige programmateller wordt op de stapel gezet. Uit de twee bytes die volgen op de instructiecode komt het nieuwe adres, dit wordt in de PC geplaatst.) Als daarentegen niet aan de voorwaarde *cc* wordt voldaan, wordt de instructie overgeslagen.

Formaat	*Functie*
CALL *cc,nnnn*	(SP – 1) ← PC-high
	(SP – 2) ← PC-low
	SP ← SP – 2
	PC ← *nnnn*
	* * * mits *cc* waar* * *

CCF

Complementeer de carry-flag. (0→1 / 1→0)

Formaat	*Functie*
CCF	carry ← carry .xor. 1

CP

Vergelijk de opgegeven operand met de accumulator.
Dit komt in principe neer op een aftrekking zonder carry waarna het resultaat wordt weggegooid.
Na afloop kan eventueel op een aantal voorwaarden worden getest :

Test	*Accumulator is...in vergelijking met de operand*	
NC	groter/gelijk	(>=)
C	kleiner	(<)
NZ	ongelijk	(<>)
Z	gelijk	(=)
NC/NZ	groter	(>)
C/Z	kleiner/gelijk	(=<)

Formaat	*Functie*
CP *r*	flags o.i.v. A − *r*
CP *nn*	flags o.i.v. A − *nn*
CP (HL)	flags o.i.v. A − (HL)
CP (*ii*)	flags o.i.v. A − (*ii*)

CPD

Vergelijking met automatische verlaging.
De inhoud van het door (HL) geadresseerde byte wordt van de accumulator afgetrokken. Het resultaat wordt niet gebruikt. Vervolgens wordt de inhoud van zowel HL als BC met één verlaagd. (Wordt veel gebruikt voor gecontroleerde blokvergelijkingen.)

Formaat	*Functie*
CPD	flags o.i.v. A – (HL) HL ← HL – 1 BC ← BC – 1

CPDR

Blokvergelijking met automatische verlaging, alleen wordt dit net zolang herhaald tot 'BC = 0' of als 'A = (HL)'.
De inhoud van het door (HL) geadresseerde byte wordt van de accumulator afgetrokken, het resultaat wordt niet gebruikt. Vervolgens wordt de inhoud van zowel HL als BC met één verlaagd. Nu wordt gekeken of 'BC = 0' of 'A = (HL)'...is dit niet het geval dan wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
CPDR	flags o.i.v. A – (HL) HL ← HL – 1 BC ← BC – 1 net zolang herhaald tot 'BC = 0' of 'A = (HL)'

CPI

Vergelijking met automatische verhoging.
De inhoud van het door (HL) geadresseerde byte wordt van de accumulator afgetrokken, het resultaat wordt niet gebruikt. Vervolgens wordt de inhoud van HL met één verhoogd en de inhoud van BC met één verlaagd. Wordt veel gebruikt voor gecontroleerde blokvergelijkingen.

Formaat	*Functie*
CPI	flags o.i.v. A – (HL) HL ← HL + 1 BC ← BC – 1

CPIR

Blokvergelijking met automatische verhoging, alleen wordt dit net zolang herhaald totdat 'BC = 0' of 'A = (HL)'.

De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt van de accumulator afgetrokken, het resultaat wordt niet gebruikt. Vervolgens wordt de inhoud van HL met één verhoogd en de inhoud van BC met één verlaagd. Nu wordt gekeken of 'BC = 0' of 'A = (HL)'. Is dit niet het geval dan wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
CPIR	flags o.i.v. A − (HL)
	HL ← HL + 1
	BC ← BC − 1
	net zolang herhaald tot 'BC = 0' of 'A = (HL)'

CPL

Complementeer de accumulator.
De inhoud van de accumulator wordt geïnverteerd (Bits die '0' zijn worden '1' en andersom) en weer in de accumulator geplaatst.

Formaat	*Functie*
CPL	A ← A .xor. $FF

DAA

Maak de inhoud van de accumulator 'packed BCD'.
Er wordt voorwaardelijk zes (6) opgeteld bij het rechter- en/of linkernybble van de accumulator. Deze optelling is onder meer afhankelijk van de inhoud van het statusregister. U gebruikt deze instructie veelal NA een rekenkundige bewerking, om zo het resultaat (weer) BCD te krijgen.

Formaat	*Functie*
DAA	A ← packed BCD

DEC

De geadresseerde operand wordt met één verlaagd waarna het resultaat weer in diezelfde operand terechtkomt.

Formaat	*Functie*
DEC *r*	*r*← r − 1
DEC (HL)	(HL) ← (HL) − 1
DEC (*ii*)	(*ii*) ← (HL) − 1
DEC *rr*	*rr*← *rr* − 1
DEC IX	IX ← IX − 1
DEC IY	IY ← IY − 1

DI

Na deze instructie worden geen interrupts meer uitgevoerd. Een speciale interrupt-flag wordt 0 gemaakt, met als gevolg dat er geen maskeerbare interrupts meer worden 'doorgelaten'. Na de EI-instructie worden wel weer interrupts toegestaan. (U kunt deze instructie ook in een interrupt gebruiken, om eventueel volgende interrupts te elimineren.)

Formaat	*Functie*
DI	IFF ← 0

DJNZ

Het register B wordt met één verlaagd en er wordt relatief gesprongen als het resultaat van de verlaging NZ opleverde. (Deze instructie is natuurlijk ideaal voor programmalussen die altijd een van tevoren vastgestelde 'doorlooplengte' hebben. FOR...NEXT-simulatie dus.)

Formaat	*Functie*
DJNZ *nn*	B ← B − 1
	als NZ dan PC ← PC .rel. *nn*
	als Z dan volgende instructie

EI

Na deze instructie worden weer interrupts uitgevoerd. Een speciale interrupt-flag wordt geset met als gevolg dat er weer maskeerbare interrupts worden doorgelaten.

Formaat	*Functie*
EI	IFF ← 1

EX

Verwissel de opgegeven operands met elkaar. (Te vergelijken met het BASIC SWAP-commando.)
De inhoud van de geadresseerde operands wordt verwisseld met die van hun tegenhangers. Deze alternatieve registers bevinden zich in een aparte registerbank.

Formaat	*Functie*
EX AF,AF'	AF ←→ AF'
EX DE,HL	DE ←→ HL
EX (SP),HL	H ←→ (SP + 1)
	L ←→ (SP)
EX (SP),IX	IX-high ←→ (SP + 1)
	IX-low ←→ (SP)
EX (SP),IY	IY-high ←→ (SP + 1)
	IY-low ←→ (SP)

EXX

Verwissel de BC-, DE- en HL- 'gewone' registers met hun 'alternatieve' tegenhangers.

Formaat	*Functie*
EXX	BC ←→ BC'
	DE ←→ DE'
	HL ←→ HL'

HALT

De werking van de Z80-microprocessor wordt stilgelegd.
Na de HALT-instructie worden alleen nog maar NOP's uitgevoerd. Dit alles gebeurt totdat een interrupt plaatsvindt of een reset wordt gegeven.

Formaat	*Functie*
HALT	CPU gaat 'op slot'

IM 0

Kies interrupt-mode 0. (Het apparaat of de chip dat de interrupt genereert, zet de uit te voeren instructie op de databus.)

Formaat	*Functie*
IM 0	Interrupt-mode 0

IM 1

Kies interrupt-mode 1. (Er wordt een 'RST 38'-instructie uitgevoerd als er een interrupt optreedt.)

Formaat	*Functie*
IM 1	Interrupt-mode 1

IM 2

Kies interrupt-mode 2. (Het apparaat of de chip dat de interrupt genereert, zet het low-byte van een sprongadres op de databus. Het I-register zorgt voor het high-byte.)

Formaat	*Functie*
IM 2	Interrupt-mode 2

IN *r*,(C)

Via het C-register wordt een randapparaat of een chip (zie appendix) geadresseerd. Dit randapparaat wordt uitgelezen en het resultaat komt in het gewenste register te staan.

Formaat	*Functie*
IN *r*,(C)	*r*← (C)

IN A,*(nn)*

Het door middel van '*nn*' geadresseerde randapparaat (of een geadresseerde chip) wordt uitgelezen. Het resultaat wordt in de accumulator geplaatst.

Formaat	*Functie*
IN A,(*nn*)	A ← (*nn*)

INC

De geadresseerde operand wordt met één verhoogd, waarbij het resultaat weer in diezelfde operand terecht komt.

Formaat	*Functie*
INC *r*	*r*← *r* + 1
INC (HL)	(HL) ← (HL) + 1
INC (*ii*)	(*ii*) ← (HL) + 1
INC *rr*	*rr*← *rr* + 1
INC IX	IX ← IX + 1
INC IY	IY ← IY + 1

IND

Input met automatische verlaging. Het randapparaat dat door het C-register is geadresseerd, wordt uitgelezen. Het verkregen resultaat komt in het adres waar (HL) op dat moment naar wijst. Na afloop worden zowel HL als B met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
IND	(HL) ← (C)
	B ← B − 1
	HL ← HL − 1

INDR

Blok-input met automatische verlaging. Het randapparaat dat door het C-register is geadresseerd, wordt uitgelezen. Het resultaat komt in het adres waar (HL) op dat moment naar wijst. Na afloop worden zowel HL als B met één verlaagd. Als B ongelijk aan nul is, wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
INDR	(HL) ← (C)
	B ← B − 1
	HL ← HL − 1
	net zolang herhaald tot 'B = 0'

INI

Input met automatische verhoging. Het randapparaat dat door het C-register is geadresseerd, wordt uitgelezen. Het resultaat komt in het adres waar (HL) op dat moment naar wijst. Na afloop wordt HL met één verhoogd en B met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
INI	(HL) ← (C)
	B ← B − 1
	HL ← HL + 1

INIR

Blok-input met automatische verhoging. Het randapparaat dat door het C-register is geadresseerd, wordt uitgelezen, het resultaat komt in het adres waar (HL) op dat moment naar wijst. Na afloop wordt HL met één verhoogd en B met één verlaagd. Als B ongelijk aan nul is, wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
INIR	(HL) ← (C)
	B ← B − 1
	HL ← HL + 1
	net zolang herhaald tot 'B = 0'

JP

Er wordt gesprongen naar het adres dat in de opgegeven operand staat.
De JR-instructie levert twee bytes aan die in de PC worden geplaatst. Bij de eerstvolgende instructie werkt het programma vanaf die plaats.

Formaat	*Functie*
JP *nnnn*	PC ← *nnnn*
JP (HL)	PC ← HL
JP (IX)	PC ← IX
JP (IY)	PC ← IY

JP *cc*

Indien aan *cc* wordt voldaan, wordt een sprong naar het opgegeven adres gemaakt.
Indien *cc* klopt, levert de JR-instructie twee bytes aan die in de PC worden geplaatst. Bij de eerstvolgende instructie werkt het programma vanaf die plaats. Wordt niet aan *cc* voldaan dan wordt de instructie verder genegeerd.

Formaat	*Functie*
JP *cc,nnnn*	PC ← *nnnn*
	* * * mits *cc* waar* * *

JR

Er wordt een relatieve sprong gecalculeerd en gemaakt.
Er wordt gebruik gemaakt van het positief of negatief zijn van de meegeleverde waarde. Deze waarde wordt bij de PC opgeteld (of afgetrokken) om zo het nieuwe adres te verkrijgen. Hierdoor zijn sprongen van − 126 tot + 129 mogelijk.

Formaat	*Functie*
JR *nn*	PC ← PC .rel. *nn*

JR *cc*

Indien aan *cc* wordt voldaan, wordt een sprong gecalculeerd en gemaakt.
Als *cc* klopt, wordt er gebruik gemaakt van het positief of negatief zijn van de meegeleverde waarde. Deze waarde wordt bij de PC opgeteld (of ervan afgetrokken) om zo het nieuwe adres te verkrijgen. Als niet aan de gestelde conditie *cc* wordt voldaan, wordt de instructie verder genegeerd.

Formaat	*Functie*
JR *cc,nn*	PC ← PC .rel. *nn*
	* * * mits *cc* waar* * *

LD

Er wordt een 'load/store'-instructie uitgevoerd. Dit is de meest veelzijdige Z80-instructie. In principe komt het neer op 'data-verplaatsing'.
De inhoud van de tweede geadresseerde operand wordt in de eerste geadresseerde operand geplaatst. De LD-instructie dient dus tegelijkertijd als 'load'- en 'store'-instructie.

Formaat	*Functie*
LD *rr*,(*nnnn*)	*rr*-low ← (*nn*)
	rr-high ← (*nn* + 1)
LD *rr*,*nnnn*	*rr*← *nnnn*
LD *r*,*nn*	*r*← *nn*
LD *r*,*r'*	*r*← *r'*
LD (*rr*),A	(*rr*) ← A
LD (HL),*nn*	(HL) ← *nn*
LD (HL),*r*	(HL) ← *r*
LD *r*,(*ii*)	*r*← (*ii*)
LD (*ii*),*nn*	(*ii*) ← *nn*
LD (*ii*),*r*	(*ii*) ← *r*
LD A,(*nnnn*)	A ← (*nnnn*)
LD (*nnnn*),A	(*nnnn*) ← A
LD (*nnnn*),*rr*	(*nn*) ← *rr*-low
	(*nn* + 1) ← *rr*-high
LD A,(*rr*)	A ← (*rr*)
LD A,I	A ← I

LD I,A	I ← A
LD A,R	A ← R
LD R,A	R ← A
LD SP,*rr*	SP ← *rr*
LD *r*,(HL)	*r*← (HL)

LDD

Laden met automatische verlaging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (DE) geadresseerde locatie geplaatst. Vervolgens worden BC, DE en HL met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
LDD	(DE) ← (HL)
	DE ← DE − 1
	HL ← HL − 1
	BC ← BC − 1

LDDR

Blok laden met automatische verlaging. De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (DE) geadresseerde locatie geplaatst. Vervolgens worden BC, DE en HL met één verlaagd. Nu wordt gekeken of 'BC = 0'. Als dit het geval is, wordt de lus onderbroken. Zo niet dan wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
LDDR	(DE) ← (HL)
	DE ← DE − 1
	HL ← HL − 1
	BC ← BC − 1
	net zolang herhaald tot 'BC = 0'

LDI

Laden met automatische verhoging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (DE) geadresseerde locatie geplaatst. Vervolgens worden DE en HL met één verhoogd. BC wordt met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
LDI	(DE) ← (HL)
	DE ← DE + 1
	HL ← HL + 1
	BC ← BC − 1

LDIR

Blok laden met automatische verhoging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (DE) geadresseerde locatie geplaatst. Vervolgens worden DE en HL met één verhoogd. BC wordt met één verlaagd. Nu wordt gekeken of BC gelijk is aan nul. Is dit het geval dan wordt de lus onderbroken. Zo niet dan wordt de instructie nogmaals uitgevoerd.

Formaat	*Functie*
LDIR	(DE) ← (HL)
	DE ← DE + 1
	HL ← HL + 1
	BC ← BC − 1
	net zolang herhaald tot 'BC = 0'

NEG

Trek de accumulator af van nul (0).

Formaat	*Functie*
NEG	A ← 0 − A

NOP

'Loze' operatie, er wordt gedurende 1 cyclus niets gedaan.

Formaat	*Functie*
NOP	niets

OR

Dit is een logische OR-operatie die wordt uitgevoerd op de accumulator en de aangegeven operand. Het resultaat wordt weer in de accumulator geplaatst. Let ook even op de waarheidstabel.

Formaat	*Functie*
OR *r*	A ← A .or. *r*
OR *nn*	A ← A .or. *nn*
OR (HL)	A ← A .or. (HL)
OR (*ii*)	A ← A .or. (*ii*)

A	B	A or B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OTDR

Blok-output met automatische verlaging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (C) geadresseerde output-poort geplaatst. HL en B worden dan met één verlaagd. Als B nog niet gelijk aan nul is, wordt de instructie nogmaals uitgevoerd, in het andere geval wordt de lus onderbroken.

Formaat	*Functie*
OTDR	(C) ← (HL)
	B ← B − 1
	HL ← HL − 1
	net zolang herhaald tot 'B = 0'

OTIR

Blok-output met automatische verhoging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (C) geadresseerde output-poort geplaatst. HL wordt met één verhoogd en B wordt met één verlaagd. Als B nog niet gelijk aan nul is, wordt de instructie nogmaals uitgevoerd, in het andere geval wordt de lus onderbroken.

Formaat	*Functie*
OTIR	(C) ← (HL)
	B ← B − 1
	HL ← HL + 1
	net zolang herhaald tot 'B = 0'

OUT (C),*r*

Plaats het register *r* in de via '(C)' geadresseerde output-poort.

Formaat	*Functie*
OUT (C),*r*	(C) ← *r*

OUT (*nn*),A

Plaats de accumulator in de door '*nn*' geadresseerde output-poort.

Formaat	*Functie*
OUT (*nn*),A	(*nn*) ← A

OUTD

Output met automatische verlaging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt in de door (C) geadresseerde output-poort geplaatst. HL en B worden dan met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
OUTD	(C) ← (HL)
	B ← B − 1
	HL ← HL − 1

OUTI

Output met automatische verhoging.
De inhoud van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats wordt op de door (C) geadresseerde output-poort geplaatst. HL wordt met één verhoogd en B wordt met één verlaagd.

Formaat	*Functie*
OUTI	(C) ← (HL)
	B ← B − 1
	HL ← HL + 1

POP

Haal twee bytes (een word) van de stapel en plaats deze in het geadresseerde registerpaar.
De inhoud van het byte bovenop de stapel komt in het low-byte van het geadresseerde registerpaar. Vervolgens wordt SP met één verhoogd. De inhoud van het byte dat daarna bovenop de stapel staat, komt in het high-byte van het geadresseerde registerpaar. Tot slot wordt SP nog met één verhoogd.

Formaat	*Functie*
POP *rr*	*rr*-low ← (SP)
	rr-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2
POP IX	IX-low ← (SP)
	IX-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2
POP IY	IY-low ← (SP)
	IY-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2

PUSH

Plaats het geadresseerde registerpaar op de stapel.
SP wordt met één verlaagd en het high-byte van het geadresseerde registerpaar wordt op de stapel geplaatst. SP wordt opnieuw met één verlaagd en het low-byte van het geadresseerde registerpaar komt op de stapel.

Formaat	*Functie*
PUSH *rr*	(SP − 1) ← *rr*-high
	(SP − 2) ← *rr*-low
	SP ← SP − 2
PUSH IX	(SP − 1) ← IX-high
	(SP − 2) ← IX-low
	SP ← SP − 2
PUSH IY	(SP − 1) ← IY-high
	(SP − 2) ← IY-low
	SP ← SP − 2

RES *b*

Dit is een reset op het opgegeven bit uit de geadresseerde operand.

Formaat	*Functie*
RES *b*,*r*	bit *b* in *r*← 0
RES *b*,(HL)	bit *b* in (HL) ← 0
RES *b*,(*ii*)	bit *b* in (*ii*) ← 0

RET

Een subroutine wordt afgebroken. De PC wordt (net als bij POP) van de stapel gehaald en het programma 'keert terug'.

Formaat	*Functie*
RET	PC-low ← (SP)
	PC-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2

RET *cc*

Indien aan *cc* wordt voldaan, wordt een subroutine afgebroken. Zie ook bij RET.

Formaat	*Functie*
RET *cc*	PC-low ← (SP)
	PC-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2
	* * * mits *cc* waar* * *

RETI

Terugkeer van een interrupt.
Deze instructie gedraagt zich ongeveer als een gewone RET-instructie, met als enige verschil dat de processor nu het einde van een maskeerbare interrupt herkent. Het is in verband met eventuele interrupt-nesting zeer verstandig om vóór deze instructie een EI-instructie te plaatsen!

Formaat	*Functie*
RETI	PC-low ← (SP)
	PC-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2

RETN

Terugkeer van een niet-maskeerbare interrupt.
Het gaat wederom om de terugkeer uit een interrupt, alleen wordt nu een speciale interrupt-flag hersteld. Dit om aan te geven dat maskeerbare interrupts weer zijn toegestaan. Een niet maskeerbare interrupt heeft altijd een hogere prioriteit dan een 'gewone' interrupt. Een hardware-reset heeft de allerhoogste prioriteit!

Formaat	*Functie*
RETN	PC-low ← (SP)
	PC-high ← (SP + 1)
	SP ← SP + 2
	IFF1 ← IFF2

RL

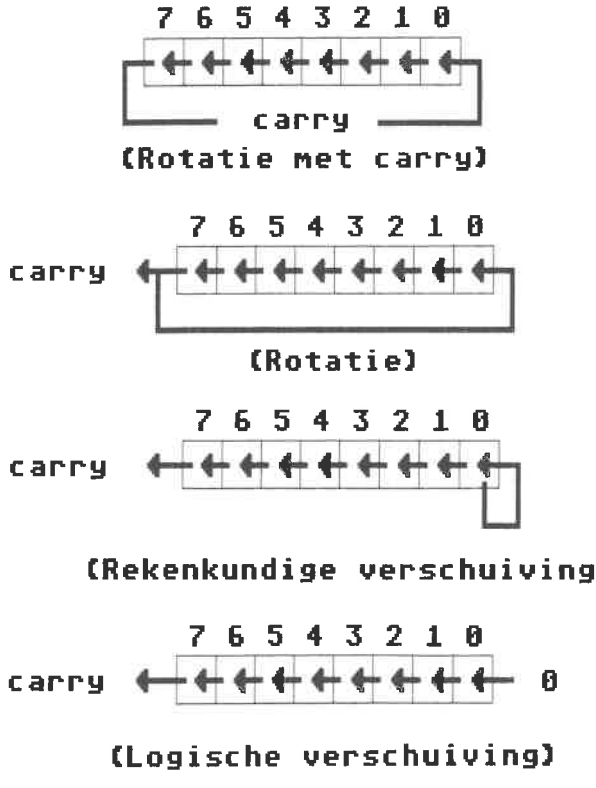
Roteer de gespecificeerde operand en de carry naar links.
De inhoud van de carry komt in bit 0, bit 0 gaat naar bit 1,...,bit 6 gaat naar bit 7 en bit 7 komt in de carry te staan.

Formaat	*Functie*
RLA	carry ← (7...0) ← carry A
RL *r*	carry ← (7...0) ← carry *r*
RL (HL)	carry ← (7...0) ← carry (HL)
RL (*ii*)	carry ← (7...0) ← carry (*ii*)

RLC

Roteer de gespecificeerde operand naar links.
Bit 7 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar bit 1,..., bit 6 gaat naar bit 7, bit 7 gaat naar de carry.

Formaat	*Functie*
RLCA	carry ← (7...0) ← (7) A
RLC *r*	carry ← (7...0) ← (7) *r*
RLC (HL)	carry ← (7...0) ← (7) (HL)
RLC (*ii*)	carry ← (7...0) ← (7) (*ii*)



Afb. 4.2. Verschuiven en roteren

RLD

Roteer decimaal naar links.
Het low-nybble van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats komt op het high-nybble van hetzelfde adres. Het high-nybble van dit adres zit inmiddels in het low-nybble van de accumulator, het low-nybble van de accumulator zit dan al in het low-nybble van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats.

Formaat	*Functie*
RLD	→
	(7..4)(3..0) (7..4)(3..0)
	← ←
	A (HL)

RR

Roteer de gespecificeerde operand en de carry naar rechts.
De inhoud van de carry komt in bit 7, bit 7 gaat naar bit 6,..., bit 1 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar de carry.

Formaat	*Functie*
RRA	carry → (7...0) → carry A
RR *r*	carry → (7...0) → carry *r*
RR (HL)	carry → (7...0) → carry (HL)
RR (*ii*)	carry → (7...0) → carry (*ii*)

RRC

Roteer de gespecificeerde operand naar rechts.Bit 0 gaat naar bit 7, bit 7 gaat naar bit 6,..., bit 1 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar de carry.

Formaat	*Functie*
RRCA	(0) → (7...0) → carry A
RRC *r*	(0) → (7...0) → carry *r*
RRC (HL)	(0) → (7...0) → carry (HL)
RRC (*ii*)	(0) → (7...0) → carry (*ii*)

RRD

Roteer decimaal naar rechts.
Het high-nybble van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats komt op het low-nybble van hetzelfde adres. Het low-nybble van dit adres zit inmiddels in het

low-nybble van de accumulator, het low-nybble van de accumulator zit dan al in het high-nybble van de door (HL) geadresseerde geheugenplaats.

Formaat	*Functie*
RRD	→ →
	(7..4)(3..0) (7..4)(3..0)
	←
	A (HL)

RST *zp*

Herstart op adres *zp* in de zero page.
Net als bij een CALL-instructie wordt de PC op de stapel gezet. Het high-byte voor de PC wordt 0, en het low-byte bevat de meegegeven waarde. Hierna komt het programma in een stukje zero page terecht.

Formaat	*Functie*
RST *zp*	(SP − 1) ← PC-high
	(SP − 2) ← PC-low
	SP ← SP − 2
	PC-high ← 0
	PC-low ← zp

SBC

Dit is de algemene aftrek-minus-carry-instructie. De gegeven (tweede) operand wordt samen met de carry van de eerste operand afgetrokken, waarna het resultaat weer in de eerste operand terechtkomt.

Formaat	*Functie*
SBC A,*r*	A ← A − *r* − carry
SBC A,*nn*	A ← A − *nn* − carry
SBC A,(HL)	A ← A-(HL) − carry
SBC A,(*ii*)	A ← A − (*ii*) − carry
SBC HL,*rr*	HL ← HL − *rr* − carry

SCF

Set de carry-flag.

Formaat	*Functie*
SCF	carry ← 1

SET

Dit is een 'set' van het opgegeven bit uit de geadresseerde operand.

Formaat	*Functie*
SET *b*,*r*	bit *b* in *r*← 1
SET *b*,(HL)	bit *b* in (HL) ← 1
SET *b*,(*ii*)	bit *b* in (*ii*) ← 1

SLA

Schuif de operand logisch naar links.
Bit 0 gaat naar bit 1,..., bit 6 gaat naar bit 7, bit 7 gaat naar de carry. Bit 0 wordt 0.

Formaat	*Functie*
SLA *r*	carry ← (7...0) ← 0 *r*
SLA (HL)	carry ← (7...0) ← 0 (HL)
SLA (*ii*)	carry ← (7...0) ← 0 (*ii*)

SLI

Schuif de operand rekenkundig naar links.
Bit 0 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar bit 1,..., bit 6 gaat naar bit 7, bit 7 gaat naar de carry.

Formaat	*Functie*
SLI *r*	carry ← (7...0) ← (0) r
SLI (HL)	carry ← (7...0) ← (0) (HL)
SLI (*ii*)	carry ← (7...0) ← (0) (*ii*)

SRA

Schuif de operand rekenkundig naar rechts.
Bit 7 gaat naar bit 7, bit 7 gaat naar bit 6,..., bit 1 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar de carry.

Formaat	*Functie*
SRA *r*	(7) → (7...0) → carry *r*
SRA (HL)	(7) → (7...0) → carry (HL)
SRA (*ii*)	(7) → (7...0) → carry (*ii*)

SRL

Schuif de operand logisch naar rechts.
Bit 7 gaat naar bit 6,..., bit 1 gaat naar bit 0, bit 0 gaat naar de carry. Bit 7 wordt 0.

Formaat	*Functie*
SRL *r*	0 → (7...0) → carry *r*
SRL (HL)	0 → (7...0) → carry (HL)
SRL (*ii*)	0 → (7...0) → carry (*ii*)

SUB

Dit is een algemene aftrekinstructie. De tweede operand wordt van de eerste operand afgetrokken, waarna het resultaat weer in de eerste operand terechtkomt.

Formaat	Functie
SUB *r*	A ← A − *r*
SUB *nn*	A ← A − *nn*
SUB (HL)	A ← A − (HL)
SUB (*ii*)	A ← A − (*ii*)

XOR

Dit is een logische XOR-operatie die wordt uitgevoerd op de accumulator en de aangegeven operand. Het resultaat wordt weer in de accumulator geplaatst. Let ook even op de waarheidstabel.

Formaat	*Functie*
XOR *r*	A ← A .xor. *r*
XOR *nn*	A ← A .xor. *nn*
XOR (HL)	A ← A .xor. (HL)
XOR (*ii*)	A ← A .xor. (*ii*)

A	B	A xor B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5 Getallen en hun representaties

Er bestaan verschillende manieren om over getallen en aantallen te spreken. U kunt op de markt een hand opsteken en de koopman geeft u meteen vijf van die super-grote-super-rode paprika's. Twee keer met uw hoofd knikken en de frietbakker pompt een 'dubbel met'.
De representatie van getallen zoals wij die kennen, is vrij simpel. We tellen van 0 tot en met 9, daarna schuiven we alles naar links om te kennen te geven dat er nog een tiental (een honderdtal, duizendtal enz.) vóór staat.

Voor de duidelijkheid nog een opmerking, om u straks de draad niet te laten verliezen:
Een binair getal wordt vaak voorafgegaan door een '%'-teken, dus %01010101 of %1010101010101010 zijn binaire getallen.
Een decimaal getal herkent u aan het '#'-teken. #123, #4567 en #54321 zijn dus decimale getallen.
Een hexadecimaal getal wordt voorafgegaan door het '$'-teken, waardoor $EF, $FEDC en $0101 als hexadecimale getallen zijn bestempeld.

5.1 Binair rekenen

Heel eenvoudig, dat gereken, maar een computer begrijpt er decimaal gezien absoluut NIETS van. Het willoze apparaat kan alleen maar in termen van schakelaartjes denken. Zo'n schakelaar heeft maar twee standen, AAN of UIT, '0' of '1'!
Eén zo'n nulletje of eentje heet een bit. 4 bits naast elkaar noemen we een nybble, 8 bits een byte, 16 bits een word en 32 bits een longword.
Een bit kan dus maar twee waarden representeren: 0 of 1. En nu komt de grap, want net als met 'ons' decimale stelsel kunnen we naar links opschuiven. Laten we dus ook eens twee bits naast elkaar zetten! Vier mogelijkheden: 00, 01, 10 en 11. De getallen 0 tot en met 3 natuurlijk, maar hoe komen we daar dan aan?

Het eerste bit geeft de 'enkel'-tallige waarden. Gezien als een macht van twee wordt dit: $0*0 = 0$ of $1 \times 0 = 1$.

Het tweede bit geeft de tien'-tallige waarden. Wederom gezien als een macht van twee: $0 \times 2 = 0$ of $1 \times 2 = 2$.

Zo kunnen we verder denken, totdat we bij acht bits (een byte) komen:

Bit	*Maal*	*macht van 2*
0	1	2^0
1	2	2^1
2	4	2^2
3	8	2^3
4	16	2^4
5	32	2^5
6	64	2^6
7	128	2^7

Drie voorbeelden:

00000000:	0×128	
	0×64	
	0×32	
	0×16	
	0×8	
	0×4	
	0×2	
	0×1	
totaal:		0

11111111:	1×128	
	1×64	
	1×32	
	1×16	
	1×8	
	1×4	
	1×2	
	1×1	
totaal:		255

01110001:	0 ×	128
	1 ×	64
	1 ×	32
	1 ×	16
	0 ×	8
	0 ×	4
	0 ×	2
	1 ×	1
totaal:		113

Voor 16-bits waarden is het enige dat u hoeft te doen de tabel te verlengen. Als we een 16-bits getal als twee bytes zien, wordt het resultaat: 'high-byte' × 256 + 'low-byte'. Een voorbeeld:

0101010110101010 → (%01010101 × #256) + %10101010

01010101:	0 ×	128	10101010:	1 ×	128
	1 ×	64		0 ×	64
	0 ×	32		1 ×	32
	1 ×	16		0 ×	16
	0 ×	8		1 ×	8
	1 ×	4		0 ×	4
	0 ×	2		1 ×	2
	1 ×	1		0 ×	1
subtotaal:		85	subtotaal:		170
totaal:		85 × 256 +			170 → 21930

5.2 Hexadecimaal rekenen

Het vervelende van het rekenen met binaire getallen is de lengte en de onoverzichtelijkheid. Om een getal tussen 0 en 255 in te voeren, moet u acht keer op een toets drukken, terwijl de decimale invoer (met nullen aangevuld) slecht drie duwtjes vereist. Zeven, acht of negen bits...Van een afstand en/of zonder leesbril is het allemaal hetzelfde, dus onoverzichtelijk!
Decimaal en binair verdragen elkaar NIET, maar hexadecimaal en binair gelukkig WEL! Het hexadecimale stelsel is het 16-tallige stelsel. Binair rekenen gebruikt 2 waarden: 0 en 1. Decimaal rekenen gebruikt 10 waarden: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 en

9. Hexadecimaal rekenen gebruikt er natuurlijk zestien: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

U voelt de bui al hangen, want '15 + 16 × 15' is 255. Met andere woorden, aan twee hexadecimale digits heeft u al voldoende om een 8-bits waarde te representeren. Even een verhelderend staatje:

Decimaal	*Binair*	*Hexadecimaal*
00	0000	0
01	0001	1
02	0010	2
03	0011	3
04	0100	4
05	0101	5
06	0110	6
07	0111	7
08	1000	8
09	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Een hexadecimaal getal kan dus dezelfde waarde bereiken als vier binaire digits. Vier binaire digits noemden we een nybble. Het eerste nybble, het low-nybble, is dan te zien als de 'enkele' waarden. In een macht van 16 wordt dit: $0 \times 0 = 0$ of $1 \times 0 = 1$...of $15 \times 0 = 15$.
Het tweede nybble, het high-nybble, is dan te zien als de 'tien'-tallige waarden, wederom als een macht van zestien: $0 \times 16 = 0$ of $1 \times 16 = 16$...of $15 \times 16 = 240$.

Zo kunnen we verder denken, totdat we bij acht bits (een byte) komen:

Nybble	*Maal*	*2-macht*
low	1	16^0
high	16	16^1

Drie voorbeelden:

00:	0 × 16
	0 × 1
totaal:	0

FF:	15 × 16
	15 × 1
totaal:	255

71:	7 × 16
	1 × 1
totaal:	113

Voor 16-bits waarden is wederom het enige dat u hoeft te doen, de tabel te verlengen. Of, als we een 16-bits getal als twee bytes zien: het resultaat wordt 'high-byte' × 256 + 'low-byte'.
Een voorbeeld:

55AA → ($55 × #256) + $AA

55:	5 × 16	AA:	10 × 16
	5 × 1		10 × 1
subtotaal:	85	subtotaal:	170
totaal:	85 × 256 +		170 → 21930

5.3 'Rekenen' in ASCII

Een heel ander verhaal is het werken met karakters. Cijfertjes leveren geen probleem op, maar de computer moet ook nog iets zichtbaar kunnen maken. Als op een gegeven moment een teken op uw beeldscherm staat, kan het zijn dat het onze A voorstelt. Een computer rekent absoluut niet in ABC-tjes, dus moeten we terug denken, ver terug...

Om te beginnen bestaat een 'A' uit een aantal puntjes. Als de MSX in de 32 × 24

tekst-mode staat, bestaat een karakter uit een 8 × 8-raampje. 8 puntjes in de breedte staan voor een lijn-bit-patroon. 8 bits is wederom een heel byte, dus waar een pixel 'aan' staat, staat een bit op '1'. Waar een pixel 'uit' staat, staat een bit op '0'. Iedere lijn verbruikt één byte, dus 8 lijnen beslaan 8 bytes. Een voorbeeld:

. . *	%00100000	32
. * . *	%01010000	80
* . . . * . . .	%10001000	136
* . . . * . . .	%10001000	136
* * * * * . . .	%11111000	248
* . . . * . . .	%10001000	136
* . . . * . . .	%10001000	136
. . . .	%00000000	0

Nu is de computer wel zo slim om u niet al die afzonderlijke puntjes te laten plotten. Ergens in het video-RAM bevindt zich een tabel waarin 256 verschillende 8 × 8 patronen staan (zie appendix). Zo is er ook een bepaald stukje videogeheugen waar zich 32 × 34 is 768 bytes bevinden. Deze bytes beslaan het beeldscherm. Elke waarde in dit stukje van 768 bytes is niet meer dan een wijzer naar die karaktertabel met 8 × 8 blokjes. Nu wordt het simpel. Als er bijvoorbeeld een 0 op het scherm staat, komt het nulde patroon uit de karaktertabel op het beeld. Een 1 heeft het eerste patroon, enz. (Een simpele berekening: tabelpositie = tabelbegin + 8 × schermwaarde)

Een waarde staat voor een schermcode. We hebben 256 8-bits waarden en dus 256 verschillende karakters. U geeft een POKE en op het scherm wordt de representatie van deze POKE-waarde meteen zichtbaar!

Een heel ander verhaal krijgt u te horen bij het door de computer afdrukken van een teken. In het systeem-ROM (Ook wel BIOS genoemd) zitten een aantal handige routines die via een hoofd-ingang (CHPUT) worden aangeroepen. We noemen: 'het scherm wissen', 'cursor links-boven', 'regel wissen', 'cursor naar beneden', 'een linefeed', enz. En niet te vergeten...Het afdrukken van een teken! AL deze bewerkingen moeten dus ook worden aangeroepen. Ook hier hebben we weer 256 verschillende mogelijkheden. Als we de afdrukroutine met de code 32 aanroepen, wordt er een spatie op het beeldscherm afgedrukt. De waarde 13 daarentegen zet de cursor in de meest linkse kolom. Ook zijn er codes voor 'HOME', 'CLS', enz.

Alle ASCII-codes (Want afdrukken door het systeem vindt via dit speciale gestandaardiseerde protocol plaats!) hebben een speciale betekenis en ook werken zij meestal op een eventueel aangesloten printer.
Op dit alles komen we in de programmeervoorbeelden nog uitgebreid terug.

6 Enkele basistechnieken

Om u alvast een klein beetje op weg te helpen, volgen nu een aantal simpele voorbeelden, geschreven in HERBYMON. Per voorbeeld zullen we kijken wat het doet, maar vooral in welke programmeersituaties u zich van dergelijke technieken kunt bedienen.

Zoals het voorbeeld is afgedrukt, kunt u het met het assembleercommando invoeren. Ieder voorbeeld is in subroutineformaat geschreven. Als u vanuit de HERBYMON de C-instructie gebruikt, keert de routine dus netjes terug!

6.1 Relatieve lussen

```
.; C000 06 10        LD B,$10
.; C002 C5           PUSH BC
.; C003 CD C0 00     CALL $00C0
.; C006 C1           POP BC
.; C007 10 F9        DJNZ @C002
.; C009 C9           RET
.; C00A 00           NOP
.; C00B 00           NOP
.; C00C 00           NOP
.; C00D 00           NOP
.; C00E 00           NOP
.; C00F 00           NOP
.; C010 3E 10        LD A,$10
.; C012 32 00 E0     LD ($E000),A
.; C015 CD C0 00     CALL $00C0
.; C018 21 00 E0     LD HL,$E000
.; C01B 35           DEC (HL)
.; C01C 20 F7        JR NZ,@C015
.; C01E C9           RET
.; C01F 00           NOP
.; C020 3E 08        LD A,$08
.; C022 32 00 E0     LD ($E000),A
.; C025 3E 10        LD A,$10
.; C027 32 01 E0     LD ($E001),A
.; C02A CD C0 00     CALL $00C0
.; C02D 21 01 E0     LD HL,$E001
```

```
.; C030 35          DEC (HL)
.; C031 20 F7       JR NZ,@C02A
.; C033 2B          DEC HL
.; C034 35          DEC (HL)
.; C035 20 EE       JR NZ,@C025
.; C037 C9          RET
.
```

Heel vaak wilt u een aantal handelingen herhalen. Hiervoor moet u dus een lus maken. Een lus kunt u op verschillende manieren ontwerpen. Hieronder vindt u de beschrijving van een drietal mogelijkheden.
Nog een algemene opmerking: de JR-instructies zijn ook te vervangen door JP-instructies. Houd er echter rekening mee dat dit uw routines langer maakt.

De eerste lus is geïndexeerd. Het programma maakt handig gebruik van het B-register en de DJNZ-instructie. U kunt de instructie LD B,$.. eenvoudig aanpassen om zo tot het gewenste aantal herhalingen te komen (start met C C000).

Het tweede voorbeeld gebruikt een geheugenplaats voor het tellen van de herhalingen. Een groot voordeel van een dergelijke lus is het feit dat u vrij van de registers gebruik kunt maken. Pas als u aan het einde van de lus bent gekomen, test u op het al dan niet herhalen (start met C C010).

Het derde lus is een dubbele lus. In dit geval heeft u een binnen- en een buitenlus (start met C C020).

6.2 Logische bewerkingen

```
.; C000 5F          LD E,A
.; C001 E6 00       AND $00
.; C003 47          LD B,A
.; C004 7B          LD A,E
.; C005 E6 FF       AND $FF
.; C007 4F          LD C,A
.; C008 7B          LD A,E
.; C009 E6 55       AND $55
.; C00B 57          LD D,A
.; C00C 7B          LD A,E
.; C00D E6 AA       AND $AA
.; C00F 5F          LD E,A
.; C010 C9          RET
.; C011 00          NOP
```

```
.; C012 00          NOP
.; C013 00          NOP
.; C014 00          NOP
.; C015 00          NOP
.; C016 00          NOP
.; C017 00          NOP
.; C018 00          NOP
.; C019 00          NOP
.; C01A 00          NOP
.; C01B 00          NOP
.; C01C 00          NOP
.; C01D 00          NOP
.; C01E 00          NOP
.; C01F 00          NOP
.; C020 5F          LD E,A
.; C021 F6 00       OR $00
.; C023 47          LD B,A
.; C024 7B          LD A,E
.; C025 F6 FF       OR $FF
.; C027 4F          LD C,A
.; C028 7B          LD A,E
.; C029 F6 55       OR $55
.; C02B 57          LD D,A
.; C02C 7B          LD A,E
.; C02D F6 AA       OR $AA
.; C02F 5F          LD E,A
.; C030 C9          RET
.; C031 00          NOP
.; C032 00          NOP
.; C033 00          NOP
.; C034 00          NOP
.; C035 00          NOP
.; C036 00          NOP
.; C037 00          NOP
.; C038 00          NOP
.; C039 00          NOP
.; C03A 00          NOP
.; C03B 00          NOP
.; C03C 00          NOP
.; C03D 00          NOP
.; C03E 00          NOP
.; C03F 00          NOP
.; C040 5F          LD E,A
.; C041 EE 00       XOR $00
.; C043 47          LD B,A
.; C044 7B          LD A,E
.; C045 EE FF       XOR $FF
.; C047 4F          LD C,A
.; C048 7B          LD A,E
.; C049 EE 55       XOR $55
.; C04B 57          LD D,A
```

```
.; C04C 7B          LD A,E
.; C04D EE AA       XOR $AA
.; C04F 5F          LD E,A
.; C050 C9          RET
```

We gaan eens kijken wat het effect is van de drie logische bewerkingen of operaties AND, OR en XOR. Met het *-commando plaatst u een waarde in het A-register. De routine laat met de logische bewerking een viertal waarden 'los' waarna het resultaat in de B-, C-, D- en E-registers terechtkomt. (Het verkregen resultaat ziet u als de routine terugkeert).

Het eerste voorbeeld demonstreert de OR-instructie (start met C C000).

Het tweede voorbeeld demonstreert de AND-instructie (start met C C020).
De AND-instructie wordt ook wel gebruikt om bepaalde bitpatronen te testen. U wilt bijvoorbeeld weten of in een bepaalde byte het getal 3 zit. In %00000011, %11000011, %01010111, enz. Als de laatste twee bits allebei op 1 staan, zit er dus een drie in het getal verborgen. In zo'n geval test u met AND $03, direct gevolgd door CP $03. Nu kunt u aan de hand van de Z-test te weten komen hoe het met die 3 zat!

Het derde voorbeeld demonstreert de XOR-instructie (start met C C040).

6.3 Dat gedoe met die carry

```
.
.; C000 37          SCF
.; C001 3F          CCF
.; C002 ED 5A       ADC HL,DE
.; C004 C9          RET
.; C005 00          NOP
.; C006 00          NOP
.; C007 00          NOP
.; C008 37          SCF
.; C009 ED 5A       ADC HL,DE
.; C00B C9          RET
.; C00C 00          NOP
.; C00D 00          NOP
.; C00E 00          NOP
.; C00F 00          NOP
.; C010 37          SCF
.; C011 3F          CCF
.; C012 19          ADD HL,DE
```

```
.; C013 C9            RET
.; C014 00            NOP
.; C015 00            NOP
.; C016 00            NOP
.; C017 00            NOP
.; C018 37            SCF
.; C019 19            ADD HL,DE
.; C01A C9            RET
.; C01B 00            NOP
.; C01C 00            NOP
.; C01D 00            NOP
.; C01E 00            NOP
.; C01F 00            NOP
.; C020 37            SCF
.; C021 3F            CCF
.; C022 ED 52         SBC HL,DE
.; C024 C9            RET
.; C025 00            NOP
.; C026 00            NOP
.; C027 00            NOP
.; C028 37            SCF
.; C029 ED 52         SBC HL,DE
.; C02B C9            RET
.; C02C 00            NOP
.; C02D 00            NOP
.; C02E 00            NOP
.; C02F 00            NOP
.
 HERBYMON (V1.1)
   SP   IY   IX   HL   DE   BC   A
.* 9D17 DE92 F38B BFA3 0007 0300 00
```

16-bits rekenen gaat prima met een Z80-microprocessor. Het enige probleem vormt de carry. Wanneer moest dat ding nu WEL en wanneer NIET geset zijn? Hieronder zes voorbeelden voor de ADC-, ADD- en SBC-instructies. Met het *-commando voert u een aantal probeerwaarden in. U roept de subroutines aan en na afloop moet u eens goed op de waarde van het HL-registerpaar letten.

Zes routines, zes startinstructies: C C000, C C008, C C010, C C018, C C020 en C C028.

6.4 Rekenen in de praktijk

```
.
.; C000 2A 00 E0      LD HL,($E000)
.; C003 ED 5B 02 E0   LD DE,($E002)
.; C007 19            ADD HL,DE
```

```
.; C008 22 04 E0      LD ($E004),HL
.; C00B C9            RET
.; C00C 00            NOP
.; C00D 00            NOP
.; C00E 00            NOP
.; C00F 00            NOP
.; C010 21 01 E0      LD HL,$E001
.; C013 3A 00 E0      LD A,($E000)
.; C016 86            ADD A,(HL)
.; C017 32 02 E0      LD ($E002),A
.; C01A C9            RET
.; C01B 00            NOP
.; C01C 00            NOP
.; C01D 00            NOP
.; C01E 00            NOP
.; C01F 00            NOP
.; C020 B7            OR A
.; C021 2A 00 E0      LD HL,($E000)
.; C024 ED 5B 02 E0   LD DE,($E002)
.; C028 ED 52         SBC HL,DE
.; C02A 22 04 E0      LD ($E004),HL
.; C02D C9            RET
.; C02E 00            NOP
.; C02F 00            NOP
.; C030 21 01 E0      LD HL,$E001
.; C033 3A 00 E0      LD A,($E000)
.; C036 96            SUB (HL)
.; C037 32 02 E0      LD ($E002),A
.; C03A C9            RET
.
```

Optellen en aftrekken...Een viertal voorbeelden waarin zowel met 16 bits als met 8 bits wordt gewerkt. Het optellen demonstreert het A + B→C-principe. Het aftrekken gaat volgens de methode A − B→C.

Helaas bestaat er geen instructie SUB *rr,rr*. Hierdoor moeten we bij het derde voorbeeld eerst de carry clearen. In plaats van SCF/CCF gebruiken we OR A, wat precies hetzelfde oplevert: de carry op 0...

U start met C C000, C C010, C C020 en C030. Om de gevolgen te bekijken, geeft u een memory-display met M E000 E006. Verander ook de E000-E004 waarden eens!

7 De MSX en de buitenwereld

7.1 De routines en hun doel

In dit deel gaan we een aantal invoer- en uitvoertechnieken beschouwen. Invoertechnieken in verband met alles dat de computer IN gaat. Uitvoertechnieken in verband met alles dat de computer UIT gaat.
Vooral dit laatste is van belang. Er bestaan eigenlijk geen computerprogramma's die iets ondernemen zonder dat de programmeur (of de gebruiker) daarvan in kennis wordt gesteld. Toegegeven: sommige processen zijn zó geheim dat een programmeur wil dat de gebruiker daarvan niet op de hoogte wordt gesteld, maar u als software-ontwikkelaar wilt natuurlijk precies weten wat er op welk moment staat te gebeuren en of dat allemaal wel correct gebeurt!
Aan de andere kant moet een computer de te verwerken informatie kunnen opnemen, iets dat op verschillende manieren mogelijk is: via het toetsenbord, door middel van de joystick, door iets van een tape te laden enz.

In de volgende hoofdstukken krijgt u een achttal listings voorgeschoteld. Deze omvatten de belangrijkste IO-principes; van het doodgewone 'tekstje printen' tot en met een ingewikkeld 'cassette operating systeem'.

7.2 Nog even vooraf

De zo dadelijk te verwerken listings van subroutines komen in drie delen. Eerst krijgt u het gedeelte als een labelassemblerlisting (beter leesbaar en met enige structuur); dit is de listing die we zullen bespreken. Ten tweede ziet u een geheugendump, die u klakkeloos met HERBYMON kunt invoeren, temeer daar er vaak teksten moeten worden overgenomen. Het derde en laatste deel is een stukje 'pure disassembly'. Dit is de code die u in de HERBYMON te voorschijn haalt en gaat gebruiken.
Het startadres van een demonstratieprogramma is heel gemakkelijk te traceren. U kijkt in de assemblerlisting naar de Z80-code rond het label INIT, en u zoekt in de door u geproduceerde code naar dezelfde serie instructies.
TIP: Het is ook mogelijk om de code te verplaatsen. U doet dit met de T-optie uit de HERBYMON, waarna u niet moet vergeten om de sprongadressen aan te passen.

8 Tekstje printen

Dit voorbeeld demonstreert een simpele afdrukroutine die op de twee eerste scherm-modes (40*24 en 321*24) van toepassing is. We gaan ervan uit dat er ergens in het geheugen een aantal ASCII-codes werden geplaatst waarvan de laatste byte een nul is.
Het is de bedoeling dat u het adres van deze string in het HL-registerpaar plaatst en vervolgens naar onze PRINT-subroutine springt.
De ASCII-codes vindt u in appendix B. In principe kunt u gedocumenteerde ASCII-codes gebruiken om de tekst precies daar te plaatsen waar u vindt dat deze dient op te dagen.
TIP: gebruik eventueel de BIOS-routine POSIT om de cursor ergens neer te zetten.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $00a2 CONSTANT ChPut
10030 $00ba CONSTANT IscNtc
10040 --
10050 CODE
10060 --
10070 :Tekst1 .ch "hallo wereld!"
10080         .by $0a,$0d,$00
10090 :Tekst2 .ch "dit is een simpel voorbeeld van
ascii-uitvoer..."
10100         .by $0a,$0d,$00
10110 :Tekst3 .ch "het werkt in 'screen mode 0' en 'screen mode
1'."
10120         .by $0a,$0d,$00
10130 --
10140 :Print
10150    ld a,(hl)
10160    or a
10170    retif z
10180    call #ChPut
10190    inc hl
10200    jp #Print
10210 --
10220 :Init
10230   ld hl,#Tekst1
```

```
10240    call #Print
10250    ld hl,#Tekst2
10260    call #Print
10270    ld hl,#Tekst3
10280    call #Print
10290 :Wacht
10300    call #IscNtc
10310    jp #wacht
10320 --
10330 ENDCODE
```

```
.
.: C000 48 41 4C 4C   "HALL"     .: C04C 20 49 4E 20   " IN "
.: C004 4F 20 57 45   "O WE"     .: C050 27 53 43 52   "'SCR"
.: C008 52 45 4C 44   "RELD"     .: C054 45 45 4E 20   "EEN "
.: C00C 21 0A 0D 00   "!..."     .: C058 4D 4F 44 45   "MODE"
.: C010 44 49 54 20   "DIT "     .: C05C 20 30 27 20   " 0' "
.: C014 49 53 20 45   "IS E"     .: C060 45 4E 20 27   "EN '"
.: C018 45 4E 20 53   "EN S"     .: C064 53 43 52 45   "SCRE"
.: C01C 49 4D 50 45   "IMPE"     .: C068 45 4E 20 4D   "EN M"
.: C020 4C 20 56 4F   "L VO"     .: C06C 4F 44 45 20   "ODE "
.: C024 4F 52 42 45   "ORBE"     .: C070 31 27 2E 0A   "1'.."
.: C028 45 4C 44 20   "ELD "     .: C074 0D 00 7E B7   "..~."
.: C02C 56 41 4E 20   "VAN "     .: C078 C8 CD A2 00   "...."
.: C030 41 53 43 49   "ASCI"     .: C07C 23 C3 76 C0   "#.v."
.: C034 49 2D 55 49   "I-UI"     .: C080 21 00 C0 CD   "!..."
.: C038 54 56 4F 45   "TVOE"     .: C084 76 C0 21 10   "v.!."
.: C03C 52 2E 2E 2E   "R..."     .: C088 C0 CD 76 C0   "..v."
.: C040 0A 0D 00 48   "...H"     .: C08C 21 43 C0 CD   "!C.."
.: C044 45 54 20 57   "ET W"     .: C090 76 C0 CD BA   "v..."
.: C048 45 52 4B 54   "ERKT"     .: C094 00 C3 92 C0   "...."
                                 .
```

```
.
.; C076 7E           LD A,(HL)
.; C077 B7           OR A
.; C078 C8           RET Z
.; C079 CD A2 00     CALL $00A2
.; C07C 23           INC HL
.; C07D C3 76 C0     JP $C076
.; C080 21 00 C0     LD HL,$C000
.; C083 CD 76 C0     CALL $C076
.; C086 21 10 C0     LD HL,$C010
.; C089 CD 76 C0     CALL $C076
.; C08C 21 43 C0     LD HL,$C043
.; C08F CD 76 C0     CALL $C076
.; C092 CD BA 00     CALL $00BA
.; C095 C3 92 C0     JP $C092
.
```

PRINT is de eigenlijke subroutine. U heeft het adres van de string in HL staan en u maakt vervolgens een CALL naar deze subroutine.
Eerst vergelijken we de door HL geadresseerde waarde met 0 (die OR A dient om de zero-flag wel of niet te setten). Is de waarde gelijk aan nul dan is de subroutine klaar en keren we netjes terug naar het hoofdprogramma. Zo niet dan nemen we het karakter mee naar de BIOS-routine CHPUT en het systeem zorgt voor de schermuitvoer. Daarna verhogen we HL om zo de volgende waarde uit de string te adresseren, waarna we weer naar PRINT springen.

ISCNTC controleert op CTRL/STOP en springt terug naar BASIC als deze toetscombinatie is ingedrukt.

9 Invoer via het toetsenbord

Een voorbeeld van een routine die invoer via het toetsenbord accepteert. U roept deze routine aan zonder parameters, waarna de cursor verschijnt. Nu kan de gebruiker een ASCII-string met een door u (de programmeur) bepaalde lengte invoeren. Deze string wordt zowel op het scherm als op een door de programmeur bepaalde geheugenplaats gebufferd. Met Backspace wist u het laatst ingevoerde karakter. Ongewenste toetsen worden 'wegge-beept'. Deze routine is zeer simpel te wijzigen qua invoerlengte en invoergedrag.
Met deze subroutine kunt u nu alle toetsenbordinvoer regelen om deze later op uw gemak te bekijken. Pas als de gebruiker op de RETURN-toets drukt, wordt de routine afgebroken.

TIP: wijzig de lengtetest voor geformatteerde invoer eens. Verander de test voor ASCII-uitsluiting, bijvoorbeeld alleen numerieke tekens, of juist alleen alfanumerieke tekens.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $006c CONSTANT IniTxt
10030 $009f CONSTANT ChGet
10040 $00a2 CONSTANT ChPut
10050 $00ba CONSTANT IscNtc
10060 $00c0 CONSTANT Beep
10070 $0156 CONSTANT KilBuf
10080 --
10090 CODE
10100 --
10110 :Teller .by $00
10120 :Wijzer .wo $0000
10130 --
10140 :Regel  .ch "..............."
10150        .by $0a,$0d,$00
10160 :Prompt .ch "invoer:"
10170        .by $00
10180 :Show   .by $0a,$0d
10190         .ch "->"
10200        .by $00
10210 --
```

```
10220 :Print
10230    ld a,(hl)
10240    or a
10250    retif z
10260    call #ChPut
10270    inc hl
10280    jp #Print
10290 --
10300 :SetUp
10310    ld b,#16
10320    ld hl,#Regel
10330    ld (#Wijzer),hl
10340 :SetUp0
10350    ld a,#46
10360    ld (hl),a
10370    inc hl
10380    djnz #SetUp0
10390    ld a,#0
10400    ld (#Teller),a
10410    call #KilBuf
10420    ld hl,#Prompt
10430    jp #Print
10440 --
10450 :Delete
10460    ld a,(#Teller)
10470    cp #0
10480    IF nz
10490        THEN
10500            dec a
10510            ld (#Teller),a
10520            dec hl
10530            ld hl,(#Wijzer)
10540            dec hl
10550            ld (#Wijzer),hl
10560            ld a,#46
10570            ld (hl),a
10580            ld a,#$08
10590            call #ChPut
10600            ld a,#$20
10610            call #ChPut
10620            ld a,#$08
10630            call #ChPut
10640    FI
10650    ret
10660 --
10670 :Erbij
10680    cp #32
10690    jpif cs,#Beep
10700    cp #127
10710    jpif nc,#Beep
10720    push af
10730    ld a,(#Teller)
```

```
10740     cp #16
10750     IF nz
10760         THEN
10770              inc a
10780              ld (#Teller),a
10790              ld hl,(#Wijzer)
10800              pop af
10810              ld (hl),a
10820              inc hl
10830              ld (#Wijzer),hl
10840              call #ChPut
10850              ret
10860     FI
10870     pop af
10880     ret
10890 --
10900 :Invoer
10910     call #SetUp
10920 :Invoer0
10930     call #IscNtc
10940     call #ChGet
10950     cp #13
10960     retif z
10970     cp #8
10980     IF z
10990         THEN
11000              call #Delete
11010         ELSE
11020              call #Erbij
11030     FI
11040     jp #Invoer0
11050 --
11060 :Init
11070     call #IniTxt
11080 :Init0
11090     call #Invoer
11100     ld hl,#Show
11110     call #Print
11120     ld hl,#Regel
11130     call #Print
11140     jp #Init0
11150 --
11160 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 2E  "...."     .: C010 2E 2E 2E 0A  "...."
.: C004 2E 2E 2E 2E  "...."     .: C014 0D 00 49 4E  "..IN"
.: C008 2E 2E 2E 2E  "...."     .: C018 56 4F 45 52  "VOER"
.: C00C 2E 2E 2E 2E  "...."     .: C01C 3A 00 0A 0D  ":..."
```

```
.: C020 2D 3E 00 7E  "->.."     .: C078 C0 00 F5 3A  "...:"
.: C024 B7 C8 CD A2  "...."     .: C07C 00 C0 FE 10  "...."
.: C028 00 23 C3 23  ".#.#"     .: C080 CA 93 C0 3C  "...<"
.: C02C C0 06 10 21  "...!"     .: C084 32 00 C0 2A  "2..*"
.: C030 03 C0 22 01  "..".      .: C088 01 C0 F1 77  "...w"
.: C034 C0 3E 2E 77  ".>.w"     .: C08C 23 22 01 C0  "#".."
.: C038 23 10 FA 3E  "#..>"     .: C090 C3 A2 00 F1  "...."
.: C03C 00 32 00 C0  ".2.."     .: C094 C9 CD 2D C0  "..-."
.: C040 CD 56 01 21  ".V.!"     .: C098 CD BA 00 CD  "...."
.: C044 16 C0 C3 23  "...#"     .: C09C 9F 00 FE 0D  "...."
.: C048 C0 3A 00 C0  ".:.."     .: C0A0 C8 FE 08 C2  "...."
.: C04C FE 00 CA 6F  "...o"     .: C0A4 AC C0 CD 49  "...I"
.: C050 C0 3D 32 00  ".=2."     .: C0A8 C0 C3 AF C0  "...."
.: C054 C0 2B 2A 01  ".+*."     .: C0AC CD 70 C0 C3  ".p.."
.: C058 C0 2B 22 01  ".+"."     .: C0B0 98 C0 CD 6C  "...l"
.: C05C C0 3E 2E 77  ".>.w"     .: C0B4 00 CD 95 C0  "...."
.: C060 3E 08 CD A2  ">..."     .: C0B8 21 1E C0 CD  "!..."
.: C064 00 3E 20 CD  ".> ."     .: C0BC 23 C0 21 03  "#.!."
.: C068 A2 00 3E 08  "..>."     .: C0C0 C0 CD 23 C0  "..#."
.: C06C CD A2 00 C9  "...."     .: C0C4 C3 B5 C0 C0  "...."
.: C070 FE 20 DA C0  ". .."     .
.: C074 00 FE 7F D2  "...."
```

```
.
.; C023 7E           LD A,(HL)
.; C024 B7           OR A
.; C025 C8           RET Z
.; C026 CD A2 00     CALL $00A2
.; C029 23           INC HL
.; C02A C3 23 C0     JP $C023
.; C02D 06 10        LD B,$10
.; C02F 21 03 C0     LD HL,$C003
.; C032 22 01 C0     LD ($C001),HL
.; C035 3E 2E        LD A,$2E
.; C037 77           LD (HL),A
.; C038 23           INC HL
.; C039 10 FA        DJNZ @C035
.; C03B 3E 00        LD A,$00
.; C03D 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C040 CD 56 01     CALL $0156
.; C043 21 16 C0     LD HL,$C016
.; C046 C3 23 C0     JP $C023
.; C049 3A 00 C0     LD A,($C000)
.; C04C FE 00        CP $00
.; C04E CA 6F C0     JP Z,$C06F
.; C051 3D           DEC A
.; C052 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C055 2B           DEC HL
.; C056 2A 01 C0     LD HL,($C001)
.; C059 2B           DEC HL
```

```
.; C05A 22 01 C0      LD ($C001),HL
.; C05D 3E 2E         LD A,$2E
.; C05F 77            LD (HL),A
.; C060 3E 08         LD A,$08
.; C062 CD A2 00      CALL $00A2
.; C065 3E 20         LD A,$20
.; C067 CD A2 00      CALL $00A2
.; C06A 3E 08         LD A,$08
.; C06C CD A2 00      CALL $00A2
.; C06F C9            RET
.; C070 FE 20         CP $20
.; C072 DA C0 00      JP C,$00C0
.; C075 FE 7F         CP $7F
.; C077 D2 C0 00      JP NC,$00C0
.; C07A F5            PUSH AF
.; C07B 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C07E FE 10         CP $10
.; C080 CA 93 C0      JP Z,$C093
.; C083 3C            INC A
.; C084 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C087 2A 01 C0      LD HL,($C001)
.; C08A F1            POP AF
.; C08B 77            LD (HL),A
.; C08C 23            INC HL
.; C08D 22 01 C0      LD ($C001),HL
```

Het enige dat u zelf hoeft te doen, is een CALL-opdracht naar INVOER te geven. Eerst doet de invoerroutine nog even een SETUP, waarin de invoerregel wordt gewist. De invoer heeft een maximumlengte van 16 tekens. Op het scherm wordt de invoerruimte voor de duidelijkheid gevuld met punten. De toetsenbordbuffer wordt geleegd en er wordt een invoer-prompt afgedrukt op de plaats waar de cursor zich op dat moment bevindt.
INVOER0 test op de CTRL/STOP-combinatie en probeert vervolgens een karakter van het toetsenbord te halen. Het karakter dat werd opgehaald, vergelijken we met 13 (carriage return) om eventueel de subroutine te onderbreken.
Geen 13, dus een ander karakter. Misschien wel ASCII-code 8 (backspace)? Zo ja, dan naar de DELETE-routine. Zo niet dan naar de ERBIJ-routine.

TIP: wijzig de stringlengte om wat variatie aan te brengen. De eerste ERBIJ-tests zorgen voor de juiste teken-acceptatie. Deze kunt u natuurlijk ook veranderen. Als voorbeeld noemen we CP $30 en CP $39 om alleen maar getallen door te laten.

```
.; C090 C3 A2 00      JP $00A2
.; C093 F1            POP AF
.; C094 C9            RET
.; C095 CD 2D C0      CALL $C02D
.; C098 CD BA 00      CALL $00BA
.; C09B CD 9F 00      CALL $009F
.; C09E FE 0D         CP $0D
.; C0A0 C8            RET Z
.; C0A1 FE 08         CP $08
.; C0A3 C2 AC C0      JP NZ,$C0AC
.; C0A6 CD 49 C0      CALL $C049
.; C0A9 C3 AF C0      JP $C0AF
.; C0AC CD 70 C0      CALL $C070
.; C0AF C3 98 C0      JP $C098
.; C0B2 CD 6C 00      CALL $006C
.; C0B5 CD 95 C0      CALL $C095
.; C0B8 21 1E C0      LD HL,$C01E
.; C0BB CD 23 C0      CALL $C023
.; C0BE 21 03 C0      LD HL,$C003
.; C0C1 CD 23 C0      CALL $C023
.; C0C4 C3 B5 C0      JP $C0B5
.
```

Toelichting

ERBIJ kijkt of het teken is toegestaan. Zo niet dan keren we terug. Zo ja, dan controleren we nog even de lengte. Is de string te lang dan keren we terug. Als alles in orde is, plaatsen we dit teken even op de stapel om vervolgens de teller en de string-pointer te verhogen. Daarna halen we de waarde van de stapel af (OPGELET!) en plaatsen deze in de string.

Als de invoerroutine is beëindigd, weet u waar de string zich bevindt. Ook weet u de lengte. Het is verder aan uw programma om deze invoer verder te verwerken.

DELETE kijkt naar de lengte van de invoer. Is deze gelijk aan nul dan valt er niets te wissen en keert de routine terug. Is de invoerlengte ongelijk aan nul dan verlagen we de teller en de string-pointer, we plaatsen een punt in de string en de cursor moet terug naar voren.

10 De typemachinesimulatie

Als u een printer tot uw beschikking heeft, kunt u eens kijken hoe u deze vanuit een machinetaalprogramma aanstuurt. Voor het gemak even een directe toets/printer-schakeling. Het hangt van uw printer af hoe de codes worden verwerkt. Sommige printers wachten met uitvoeren totdat een CR (carriage return) wordt gesignaleerd, andere printers duwen alles meteen door de kop op het papier.
Let vooral op de speciale uitzondering die wordt gemaakt voor een linefeed, en op de escape-uitsluiting. U kunt zelf beslissen of u een andere uitzondering wilt maken, of misschien wilt u juist wél gebruik maken van alle extra printermogelijkheden. In dit laatste geval verdient het enige aanbeveling om de handleiding van uw afdrukker eens netjes uit te spitten.
TIP: bouw deze routine om naar een 'string-afdrukker' en u bent al aardig op weg naar een simpele tekstverwerker! Gebruik hiervoor bijvoorbeeld de afdrukroutine uit hoofdstuk 8.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $006c CONSTANT IniTxt
10030 $009f CONSTANT ChGet
10040 $00a2 CONSTANT ChPut
10050 $00a5 CONSTANT LptOut
10060 $00c0 CONSTANT Beep
10070 $0156 CONSTANT KilBuf
10080 --
10090 $f3ae CONSTANT Lin40
10100 --
10110 CODE
10120 --
10130 :CharOut
10140    push af
10150    call #ChPut
10160    call #LptOut
10170    pop af
10180    ret
10190 --
10200 :TypeMach
10210    call #KilBuf
10220    REPEAT
```

```
10230        call #ChGet
10240        call #CharOut
10250        cp #13
10260        IF z
10270            THEN
10280                 ld a,#10
10290                 call #CharOut
10300                 push af
10310                 call #Beep
10320                 pop af
10330        FI
10340        cp #27
10350     UNTIL z
10360     ret
10370 --
10380 :Init
10390     ld a,#40
10400     ld (#Lin40),a
10410     call #IniTxt
10420     jp #TypeMach
10430 --
10440 ENDCODE
```

```
.
.: C000 F5 CD A2 00  "...."
.: C004 CD A5 00 F1  "...."
.: C008 C9 CD 56 01  "..V."
.: C00C CD 9F 00 CD  "...."
.: C010 00 C0 FE 0D  "...."
.: C014 C2 21 C0 3E  ".!.>"
.: C018 0A CD 00 C0  "...."
.: C01C F5 CD C0 00  "...."
.: C020 F1 FE 1B C2  "...."
.: C024 0C C0 C9 3E  "...>"
.: C028 28 32 AE F3  "(2.."
.: C02C CD 6C 00 C3  ".l.."
.: C030 09 C0 52 45  "..RE"
.
```

```
.
.; C000 F5           PUSH AF
.; C001 CD A2 00     CALL $00A2
.; C004 CD A5 00     CALL $00A5
.; C007 F1           POP AF
.; C008 C9           RET
.; C009 CD 56 01     CALL $0156
.; C00C CD 9F 00     CALL $009F
.; C00F CD 00 C0     CALL $C000
.; C012 FE 0D        CP $0D
```

```
.; C014 C2 21 C0      JP NZ,$C021
.; C017 3E 0A         LD A,$0A
.; C019 CD 00 C0      CALL $C000
.; C01C F5            PUSH AF
.; C01D CD C0 00      CALL $00C0
.; C020 F1            POP AF
.; C021 FE 1B         CP $1B
.; C023 C2 0C C0      JP NZ,$C00C
.; C026 C9            RET
.; C027 3E 28         LD A,$28
.; C029 32 AE F3      LD ($F3AE),A
.; C02C CD 6C 00      CALL $006C
.; C02F C3 09 C0      JP $C009
```

Toelichting

Als u een goede MSX-printer bezit, kan er absoluut niets misgaan. Verder hangt het van uw eigen fantasie af hoe exotisch u de over te sturen codes wilt hebben.

TYPEMACH initialiseert de keyboard-buffer en haalt een karakter met behulp van de BIOS-routine CHGET. Dit karakter wordt vervolgens meteen uitgevoerd met onze CHAROUT-subroutine. We PUSH-en de waarde, sturen het scherm en de printer (BIOS-LPTOUT) aan, waarna we de ingevoerde waarde POP-pen. Vervolgens kijken we of het om een carriage return (13) gaat, om er meteen nog even een linefeed achteraan te jagen (niet voor iedere printer noodzakelijk). Nog even een slinger aan de bel en als het om een escape-code ging, keren we terug naar ons hoofd-programma. Heel erg simpel allemaal!

TIP: u kunt escape-codes toestaan om bijvoorbeeld over te gaan naar een andere karakterset, of om grafisch te printen.

11 Spelletje spelen?

De joystick is als homecomputer-accessoire niet meer weg te denken. Tenslotte is iedere huiscomputer ook een veredelde speelkameraad, vandaar deze joystick-routine. Erg handig is het feit dat u altijd meteen over de juiste joystick/cursor/spatie-informatie kunt beschikken. Dit in tegenstelling tot het werken met de CHGET-routine, waar het gebruik afhankelijk is van de grootte van de toetsenbordbuffer en/of de status van dat moment.

TIP: een uitstekende mogelijkheid om uw programma op twee manieren van invoer te voorzien. Aan de ene kant de gewone CHGET-invoer en aan de andere kant een directe controle. Handig voor wachtlussen en/of onderbrekingen!

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $006c CONSTANT IniTxt
10030 $00a2 CONSTANT ChPut
10040 $00ba CONSTANT IscNtc
10050 $00d5 CONSTANT GtStck
10060 $00d8 CONSTANT GtTrig
10070 --
10080 CODE
10090 --
10100 :Hoog    .ch "stick omhoog"
10110          .by $0a,$0d,$00
10120 :Laag    .ch "stick omlaag"
10130          .by $0a,$0d,$00
10140 :Links   .ch "stick links"
10150          .by $0a,$0d,$00
10160 :Rechts .ch "stick rechts"
10170 :        .by $0a,$0d,$00
10180 :Vuur    .ch "*** vuur ***"
10190          .by $0a,$0d,$00
10200 --
10210 :Print
10220    ld a,(hl)
10230    or a
10240    retif z
10250    call #ChPut
10260    inc hl
```

```
10270     jp #Print
10280  --
10290  :Up
10300     ld hl,#Hoog
10310     jp #Print
10320  --
10330  :Down
10340     ld hl,#Laag
10350     jp #Print
10360  --
10370  :Left
10380     ld hl,#Links
10390     jp #Print
10400  --
10410  :Right
10420     ld hl,#Rechts
10430     jp #Print
10440  --
10450  :Fire
10460     ld hl,#Vuur
10470     jp #Print
10480  --
10490  :JoyStick
10500     call #IscNtc
10510     ld a,#0
10520     call #GtStck
10530     ld b,a
10540     cp #1
10550     callif z,#Up
10560     ld a,b
10570     cp #5
10580     callif z,#Down
10590     ld a,b
10600     cp #3
10610     callif z,#Left
10620     ld a,b
10630     cp #7
10640     callif z,#Right
10650     ld a,#0
10660     call #GtTrig
10670     cp #$ff
10680     callif z,#Fire
10690     jp #Joystick
10700     --
10710  :Init
10720     call #IniTxt
10730     jp #Joystick
10740     --
10750  ENDCODE
```

```
.: C000 53 54 49 43   "STIC"     .: C054 21 00 C0 C3   "!..."
.: C004 4B 20 4F 4D   "K OM"     .: C058 4A C0 21 0F   "J.!."
.: C008 48 4F 4F 47   "HOOG"     .: C05C C0 C3 4A C0   "..J."
.: C00C 0A 0D 00 53   "...S"     .: C060 21 1E C0 C3   "!..."
.: C010 54 49 43 4B   "TICK"     .: C064 4A C0 21 2C   "J.!,"
.: C014 20 4F 4D 4C   " OML"     .: C068 C0 C3 4A C0   "..J."
.: C018 41 41 47 0A   "AAG."     .: C06C 21 3B C0 C3   "!;.."
.: C01C 0D 00 53 54   "..ST"     .: C070 4A C0 CD BA   "J..."
.: C020 49 43 4B 20   "ICK "     .: C074 00 3E 00 CD   ".>.."
.: C024 4C 49 4E 4B   "LINK"     .: C078 D5 00 47 FE   "..G."
.: C028 53 0A 0D 00   "S..."     .: C07C 01 CC 54 C0   "..T."
.: C02C 53 54 49 43   "STIC"     .: C080 78 FE 05 CC   "x..."
.: C030 4B 20 52 45   "K RE"     .: C084 5A C0 78 FE   "Z.x."
.: C034 43 48 54 53   "CHTS"     .: C088 03 CC 60 C0   "..`."
.: C038 0A 0D 00 2A   "...*"     .: C08C 78 FE 07 CC   "x..."
.: C03C 2A 2A 20 56   "** V"     .: C090 66 C0 3E 00   "f.>."
.: C040 55 55 52 20   "UUR "     .: C094 CD D8 00 FE   "...."
.: C044 2A 2A 2A 0A   "***."     .: C098 FF CC 6C C0   "..l."
.: C048 0D 00 7E B7   "..~."     .: C09C C3 72 C0 CD   ".r.."
.: C04C C8 CD A2 00   "...."     .: C0A0 6C 00 C3 72   "l..r"
.: C050 23 C3 4A C0   "#.J."     .: C0A4 C0 F0 00 21   "...!"
```

```
.; C04A 7E           LD A,(HL)
.; C04B B7           OR A
.; C04C C8           RET Z
.; C04D CD A2 00     CALL $00A2
.; C050 23           INC HL
.; C051 C3 4A C0     JP $C04A
.; C054 21 00 C0     LD HL,$C000
.; C057 C3 4A C0     JP $C04A
.; C05A 21 0F C0     LD HL,$C00F
.; C05D C3 4A C0     JP $C04A
.; C060 21 1E C0     LD HL,$C01E
.; C063 C3 4A C0     JP $C04A
.; C066 21 2C C0     LD HL,$C02C
.; C069 C3 4A C0     JP $C04A
.; C06C 21 3B C0     LD HL,$C03B
.; C06F C3 4A C0     JP $C04A
.; C072 CD BA 00     CALL $00BA
.; C075 3E 00        LD A,$00
.; C077 CD D5 00     CALL $00D5
.; C07A 47           LD B,A
.; C07B FE 01        CP $01
.; C07D CC 54 C0     CALL Z,$C054
.; C080 78           LD A,B
.; C081 FE 05        CP $05
.; C083 CC 5A C0     CALL Z,$C05A
.; C086 78           LD A,B
```

```
.; C087 FE 03        CP $03
.; C089 CC 60 C0     CALL Z,$C060
.; C08C 78           LD A,B
.; C08D FE 07        CP $07
.; C08F CC 66 C0     CALL Z,$C066
.; C092 3E 00        LD A,$00
.; C094 CD D8 00     CALL $00D8
.; C097 FE FF        CP $FF
.; C099 CC 6C C0     CALL Z,$C06C
.; C09C C3 72 C0     JP $C072
.; C09F CD 6C 00     CALL $006C
.; C0A2 C3 72 C0     JP $C072
.
```

Toelichting

We maken gebruik van de BIOS-routine GTSTCK. Deze kunt u aanroepen met 0 (keyboard), 1 (joystick A), of 2 (joystick B) in de accumulator. Voor de vuurknop gebruiken we BIOS-GTTRIG met identieke waarden in de accumulator.

De JOYSTICK-routine kijkt naar CTRL/STOP, om vervolgens de joystick-waarde uit te lezen. Deze waarde redden we door hem in het B-register te zetten. Hierna is het een kwestie van vergelijken en, afhankelijk van de waarde, een passende tekst afdrukken (met de reeds bekende print-routine).
We halen de vuurknopwaarde op (0 = niets / 255 of $FF = vuur) en drukken af als er inderdaad wordt 'geschoten'.

Het uitlezen van een joystick heeft normaliter alleen maar met het spelen van spelletjes te maken. Spelbesturing is vaak erg complex, dus in dergelijke gevallen hangt het van de grenzeloze fantasie van de programmeur af of er met de invoer ook daadwerkelijk iets wordt gedaan. Het blijft altijd handig om van een test zoals in dit voorbeeld gebruik te maken. U simuleert dan een CASE-structuur en dat is wel zo praktisch.

12 Bitbeschouwingen

Het geheugen van uw MSX-machine staat in feite boordevol getallen. In bytes (8 bits) gezien, spreken we over waarden tussen 0 en 255, in words (16 bits) over getallen tussen 0 en 65535. Maar nog altijd decimaal!
Een schrijfwijze die beter aansluit op de flip/flop-situatie in uw MSX-computer is de binaire notatie: allemaal nullen en enen. U kunt dan ook veel sneller aflezen hoe het is afgelopen met die vreemde bitbewerkingen.
De bijbehorende subroutine demonstreert hoe u binaire waarden op uw scherm krijgt afgedrukt. Dit alles kan op twee manieren en met een binair 'procentje' ervoor. Een byte-waarde of een word-waarde, u plaatst het getal op een zelfgekozen adres, u springt naar de juiste routine en voilà!

TIP: gebruik deze routine zolang uw programma's zich nog in hun testfase bevinden. Ten eerste ziet u óf er wat gebeurt en ten tweede weet u hóe het gebeurt.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $00a2 CONSTANT ChPut
10030 $00d8 CONSTANT GtTrig
10040 --
10050 CODE
10060 --
10070 :Byt     .by $00
10080 :Word    .wo $0000
10090 --
10100 :Procent
10110    ld a,#37
10120    jp #ChPut
10130 --
10140 :NewLin
10150    ld a,#10
10160    call #ChPut
10170    ld a,#13
10180    jp #ChPut
10190 --
10200 :Binair
10210    ld (#Byt),a
10220    ld b,#128
```

```
10230     REPEAT
10240        ld a,(#Byt)
10250        and b
10260        IF z
10270            THEN
10280                 ld a,#48
10290            ELSE
10300                 ld a,#49
10310        FI
10320        call #ChPut
10330        srl b
10340     UNTIL z
10350     ret
10360 --
10370 :DoByt
10380     call #Procent
10390     ld a,(#Byt)
10400     call #Binair
10410     jp #NewLin
10420 --
10430 :DoWord
10440     call #Procent
10450     ld a,(#Word+1)
10460     call #Binair
10470     ld a,(#Word)
10480     call #Binair
10490     jp #NewLin
10500 --
10510 :Pauze
10520     ld a,#0
10530     call #GtTrig
10540     cp #$ff
10550     jpif z,#Pauze
10560     ret
10570 --
10580 :Init
10590     ld a,#0
10600     ld (#Byt),a
10610     REPEAT
10620        call #Pauze
10630        call #DoByt
10640        ld a,(#Byt)
10650        inc a
10660        ld (#Byt),a
10670     UNTIL z
10680     ld a,#0
10690     ld (#Word),a
10700     ld (#Word+1),a
10710     REPEAT
10720        call #Pauze
10730        call #DoWord
10740        ld a,(#Word)
```

```
10750        inc a
10760        ld (#Word),a
10770        ld a,(#Word+1)
10780        dec a
10790        ld (#Word+1),a
10800     UNTIL z
10810     ret
10820 --
10830 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 3E  "...>"     .: C048 C0 C3 08 C0  "...."
.: C004 25 C3 A2 00  "%..."     .: C04C 3E 00 CD D8  ">..."
.: C008 3E 0A CD A2  ">..."     .: C050 00 FE FF CA  "...."
.: C00C 00 3E 0D C3  ".>.."     .: C054 4C C0 C9 3E  "L..>"
.: C010 A2 00 32 00  "..2."     .: C058 00 32 00 C0  ".2.."
.: C014 C0 06 80 3A  "...:"     .: C05C CD 4C C0 CD  ".L.."
.: C018 00 C0 A0 C2  "...."     .: C060 2E C0 3A 00  "..:."
.: C01C 23 C0 3E 30  "#.>0"     .: C064 C0 3C 32 00  ".<2."
.: C020 C3 25 C0 3E  ".%.>"     .: C068 C0 C2 5C C0  "..\."
.: C024 31 CD A2 00  "1..."     .: C06C 3E 00 32 01  ">.2."
.: C028 CB 38 C2 17  ".8.."     .: C070 C0 32 02 C0  ".2.."
.: C02C C0 C9 CD 03  "...."     .: C074 CD 4C C0 CD  ".L.."
.: C030 C0 3A 00 C0  ".:.."     .: C078 3A C0 3A 01  ":.:."
.: C034 CD 12 C0 C3  "...."     .: C07C C0 3C 32 01  ".<2."
.: C038 08 C0 CD 03  "...."     .: C080 C0 3A 02 C0  ".:.."
.: C03C C0 3A 02 C0  ".:.."     .: C084 3D 32 02 C0  "=2.."
.: C040 CD 12 C0 3A  "...:"     .: C088 C2 74 C0 C9  ".t.."
.: C044 01 C0 CD 12  "...."     .
```

```
.
.; C003 3E 25        LD A,$25
.; C005 C3 A2 00     JP $00A2
.; C008 3E 0A        LD A,$0A
.; C00A CD A2 00     CALL $00A2
.; C00D 3E 0D        LD A,$0D
.; C00F C3 A2 00     JP $00A2
.; C012 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C015 06 80        LD B,$80
.; C017 3A 00 C0     LD A,($C000)
.; C01A A0           AND B
.; C01B C2 23 C0     JP NZ,$C023
.; C01E 3E 30        LD A,$30
.; C020 C3 25 C0     JP $C025
.; C023 3E 31        LD A,$31
.; C025 CD A2 00     CALL $00A2
.; C028 CB 38        SRL B
```

```
.; C02A C2 17 C0      JP NZ,$C017
.; C02D C9            RET
.; C02E CD 03 C0      CALL $C003
.; C031 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C034 CD 12 C0      CALL $C012
.; C037 C3 08 C0      JP $C008
.; C03A CD 03 C0      CALL $C003
.; C03D 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C040 CD 12 C0      CALL $C012
.; C043 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C046 CD 12 C0      CALL $C012
.; C049 C3 08 C0      JP $C008
.; C04C 3E 00         LD A,$00
.; C04E CD D8 00      CALL $00D8
.; C051 FE FF         CP $FF
.; C053 CA 4C C0      JP Z,$C04C
.; C056 C9            RET
.; C057 3E 00         LD A,$00
.; C059 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C05C CD 4C C0      CALL $C04C
.; C05F CD 2E C0      CALL $C02E
.; C062 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C065 3C            INC A
.; C066 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C069 C2 5C C0      JP NZ,$C05C
.; C06C 3E 00         LD A,$00
.; C06E 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C071 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C074 CD 4C C0      CALL $C04C
.; C077 CD 3A C0      CALL $C03A
.; C07A 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C07D 3C            INC A
.; C07E 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C081 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C084 3D            DEC A
.; C085 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C088 C2 74 C0      JP NZ,$C074
.; C08B C9            RET
.
```

Toelichting

Het wordt nu toch wat minder makkelijk, dus laten we de listing eens puntsgewijs van boven naar beneden bekijken. U zult dan zien dat de feitelijke routine niet zoveel in huis heeft.

PROCENT vertelt de gebruiker door middel van een %-teken dat het om een binair getal gaat.

NEWLIN geeft een linefeed en een carriage return (zie appendix voor exacte werking).

BINAIR redt de af te drukken accumulator. In het B-register wordt 128 (%100000000) geplaatst. Vervolgens gaan we dit B-register als masker voor het af te drukken byte gebruiken. Eerst een AND met %10000000, een gesette zero-flag heeft tot gevolg dat we een 1 afdrukken, anders een 0. Het B-register wordt naar rechts geschoven (%10000000 wordt %01000000...) en we herhalen de afdruktest. Schuiven, afdrukken enz. Dit alles acht keer, waarna we terugkeren.

DOBYT drukt een byte af en verplaatst de cursor naar een nieuwe regel (De CALL-return wordt verderop meegenomen).

DOWORD drukt een word af. Eerst het high-byte, dan het low-byte.

PAUZE kijkt of er op de spatiebalk wordt gedrukt. Is dat het geval dan wacht de routine totdat de spatiebalk weer wordt losgelaten.

INIT drukt ter demonstratie 255 bytes en 255 words af.

13 Hexadecimale sprongen

De getalsnotatie die in computerland het meest wordt gebruikt, is zonder twijfel de hexadecimale vorm. Niet alleen is deze het best leesbaar (toegegeven, het is even wennen...), het is ook de meest compacte manier om een getal te representeren. Waar een binaire byte-uitvoer acht maal naar de CHPUT zal grijpen, hoeft de hexadecimale variant slechts twee keer te scoren. Ziedaar de ruimte- en tijdwinst! Net als bij de voorgaande binaire routine roept u ook deze routine op twee manieren aan. Een byte-afdruk en een word-afdruk.

TIP: een prima routine voor een hexadecimale memory-dump! In combinatie met een invoermogelijkheid simuleert u de SpeedTyper.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $00a2 CONSTANT ChPut
10030 $00d8 CONSTANT GtTrig
10040 --
10050 CODE
10060 --
10070 :Byt     .by $00
10080 :Word    .wo $0000
10090 --
10100 :HexCod .ch "0123456789abcdef"
10110 --
10120 :String
10130    ld a,#36
10140    jp #ChPut
10150 --
10160 :NewLin
10170    ld a,#10
10180    call #ChPut
10190    ld a,#13
10200    jp #ChPut
10210 --
10220 :MakNib
10230    ld hl,#HexCod
10240    ld c,a
10250    ld b,#0
10260    add hl,bc
```

```
10270     ld a,(hl)
10280     jp #ChPut
10290 --
10300 :MakByt
10310     push af
10320     srl a
10330     srl a
10340     srl a
10350     srl a
10360     call #MakNib
10370     pop af
10380     and #15
10390     jp #MakNib
10400 --
10410 :DoByt
10420     call #String
10430     ld a,(#Byt)
10440     call #MakByt
10450     jp #NewLin
10460 --
10470 :DoWord
10480     call #String
10490     ld a,(#Word+1)
10500     call #MakByt
10510     ld a,(#Word)
10520     call #MakByt
10530     jp #NewLin
10540 --
10550 :Pauze
10560     ld a,#0
10570     call #GtTrig
10580     cp #$ff
10590     jpif z,#Pauze
10600     ret
10610 --
10620 :Init
10630     ld a,#0
10640     ld (#Byt),a
10650     REPEAT
10660        call #Pauze
10670        call #DoByt
10680        ld a,(#Byt)
10690        inc a
10700        ld (#Byt),a
10710     UNTIL z
10720     ld a,#0
10730     ld (#Word),a
10740     ld (#Word+1),a
10750     REPEAT
10760        call #Pauze
10770        call #DoWord
```

```
10780         ld a,(#Word)
10790         inc a
10800         ld (#Word),a
10810         ld a,(#Word+1)
10820         dec a
10830         ld (#Word+1),a
10840      UNTIL z
10850      ret
10860 --
10870 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 30  "...0"     .: C050 C0 CD 2D C0  "..-."
.: C004 31 32 33 34  "1234"     .: C054 3A 01 C0 CD  ":..."
.: C008 35 36 37 38  "5678"     .: C058 2D C0 C3 18  "-..."
.: C00C 39 41 42 43  "9ABC"     .: C05C C0 3E 00 CD  ".>.."
.: C010 44 45 46 3E  "DEF>"     .: C060 D8 00 FE FF  "...."
.: C014 24 C3 A2 00  "$..."     .: C064 CA 5D C0 C9  ".].."
.: C018 3E 0A CD A2  ">..."     .: C068 3E 00 32 00  ">.2."
.: C01C 00 3E 0D C3  ".>.."     .: C06C C0 CD 5D C0  "..]."
.: C020 A2 00 21 03  "..!."     .: C070 CD 3F C0 3A  ".?.:"
.: C024 C0 4F 06 00  ".O.."     .: C074 00 C0 3C 32  "..<2"
.: C028 09 7E C3 A2  "...."     .: C078 00 C0 C2 6D  "...m"
.: C02C 00 F5 CB 3F  "...?"     .: C07C C0 3E 00 32  ".>.2"
.: C030 CB 3F CB 3F  ".?.?"     .: C080 01 C0 32 02  "..2."
.: C034 CB 3F CD 22  ".?.""     .: C084 C0 CD 5D C0  "..]."
.: C038 C0 F1 E6 0F  "...."     .: C088 CD 4B C0 3A  ".K.:"
.: C03C C3 22 C0 CD  "."..."    .: C08C 01 C0 3C 32  "..<2"
.: C040 13 C0 3A 00  "..:."     .: C090 01 C0 3A 02  "..:."
.: C044 C0 CD 2D C0  "..-."     .: C094 C0 3D 32 02  ".=2."
.: C048 C3 18 C0 CD  "...."     .: C098 C0 C2 85 C0  "...."
.: C04C 13 C0 3A 02  "..:."     .: C09C C9 00 FE 0D  "...."
                                .
```

```
.
.; C013 3E 24        LD A,$24
.; C015 C3 A2 00     JP $00A2
.; C018 3E 0A        LD A,$0A
.; C01A CD A2 00     CALL $00A2
.; C01D 3E 0D        LD A,$0D
.; C01F C3 A2 00     JP $00A2
.; C022 21 03 C0     LD HL,$C003
.; C025 4F           LD C,A
.; C026 06 00        LD B,$00
.; C028 09           ADD HL,BC
.; C029 7E           LD A,(HL)
.; C02A C3 A2 00     JP $00A2
.; C02D F5           PUSH AF
.; C02E CB 3F        SRL A
```

```
.; C030 CB 3F        SRL A
.; C032 CB 3F        SRL A
.; C034 CB 3F        SRL A
.; C036 CD 22 C0     CALL $C022
.; C039 F1           POP AF
.; C03A E6 0F        AND $0F
.; C03C C3 22 C0     JP $C022
.; C03F CD 13 C0     CALL $C013
.; C042 3A 00 C0     LD A,($C000)
.; C045 CD 2D C0     CALL $C02D
.; C048 C3 18 C0     JP $C018
.; C04B CD 13 C0     CALL $C013
.; C04E 3A 02 C0     LD A,($C002)
.; C051 CD 2D C0     CALL $C02D
.; C054 3A 01 C0     LD A,($C001)
.; C057 CD 2D C0     CALL $C02D
.; C05A C3 18 C0     JP $C018
.; C05D 3E 00        LD A,$00
.; C05F CD D8 00     CALL $00D8
.; C062 FE FF        CP $FF
.; C064 CA 5D C0     JP Z,$C05D
.; C067 C9           RET
.; C068 3E 00        LD A,$00
.; C06A 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C06D CD 5D C0     CALL $C05D
.; C070 CD 3F C0     CALL $C03F
.; C073 3A 00 C0     LD A,($C000)
.; C076 3C           INC A
.; C077 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C07A C2 6D C0     JP NZ,$C06D
.; C07D 3E 00        LD A,$00
.; C07F 32 01 C0     LD ($C001),A
.; C082 32 02 C0     LD ($C002),A
.; C085 CD 5D C0     CALL $C05D
.; C088 CD 4B C0     CALL $C04B
.; C08B 3A 01 C0     LD A,($C001)
.; C08E 3C           INC A
.; C08F 32 01 C0     LD ($C001),A
.; C092 3A 02 C0     LD A,($C002)
.; C095 3D           DEC A
.; C096 32 02 C0     LD ($C002),A
.; C099 C2 85 C0     JP NZ,$C085
.; C09C C9           RET
.
```

Toelichting

Deze routine is nog iets ingewikkelder dan de vorige, aangezien we ieder byte in tweeën moeten splitsen (vier bits leveren een waarde tussen %0000 en %1111,

tussen $0 en $F, of tussen #0 en #15 op) en via een tabel moeten afdrukken. We bekijken de listing wederom puntsgewijs. Vooral MAKNIB en MAKBYT verdienen uw gewaardeerde aandacht.

STRING vertelt de gebruiker door middel van een $-teken dat hij met een hexadecimaal getal te maken heeft.

NEWLIN geeft een linefeed en een carriage return.

MAKNIB plaatst het adres van de string HEXCOD in het HL-registerpaar. de inhoud van de accumulator (een waarde tussen 0 en 15) komt in het C-register en er komt een nul in het B-register. Vervolgens tellen we de registerparen HL en BC bij elkaar op, waarna we de HL-geadresseerde waarde afdrukken.

MAKBYT splitst het af te drukken byte in tweeën. Eerst het high-nybble. Daartoe schuiven we het byte vier maal naar rechts met als gevolg dat de zaak verschuift van 'aaaabbbb' naar '0000aaaa'. Met deze laatste waarde duiken we de MAKNIB-routine in.
Het low-nybble verkrijgen we met een AND-instructie. 'aaaabbbb' is na deze instructie omgetoverd in '0000bbbb'. Ook nu weer naar MAKNIB.

DOBYT drukt een byte af en verplaatst de cursor naar een nieuwe regel.

DOWORD drukt een word af. Eerst het high-byte, dan het low-byte.

14 Ongewoon gewoon!

Decimale getallen zien er zo bekend uit! Omdat 'gewone' computergebruikers zich niet willen pijnigen over het hoe en waarom van hexadecimale getallen, wordt van de programmeur verwacht dat hij of zij zich omschakelt. Decimale getallen op een computer is zoiets als eieren in een magnetron: het gaat wel, maar niet écht lekker! Geen nood, want een beetje programmeur serveert iedereen op maat, zelfs de leek. Evenals bij de twee voorgaande gevallen duiken we een subroutine in, maar er moet vooraf nog even wat gebeuren! U moet namelijk aangeven hoe 'breed' het getal gaat worden. 00000, 0000, 000, 00, of 0? Enfin, kijkt u maar naar het voorbeeld.

TIP: als u de werking van deze routine bijna letterlijk omdraait, kunt u in combinatie met de invoeroptie ook decimale getallen inlezen.

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $00a2 CONSTANT ChPut
10030 $00d8 CONSTANT GtTrig
10040 --
10050 CODE
10060 --
10070 :Byt     .by $00
10080 :Word    .wo $0000
10090 --
10100 :DecTab  .wo 10000
10110          .wo 1000
10120          .wo 100
10130          .wo 10
10140          .wo 1
10150 --
10160 :Hekje
10170    ld a,#35
10180    jp #ChPut
10190 --
10200 :NewLin
10210    ld a,#10
10220    call #ChPut
```

```
10230    ld a,#13
10240    jp #ChPut
10250 --
10260 :Decimaal
10270    REPEAT
10280       push af
10290       ld a,(bc)
10300       ld e,a
10310       inc bc
10320       ld a,(bc)
10330       ld d,a
10340       inc bc
10350       ld a,#$ff
10360       or a
10370       push bc
10380       REPEAT
10390          ld b,h
10400          ld c,l
10410          sbc hl,de
10420          inc a
10430       UNTIL cs
10440       ld h,b
10450       ld l,c
10460       pop bc
10470       add a,#48
10480       call #ChPut
10490       pop af
10500       dec a
10510    UNTIL z
10520    ret
10530 --
10540 :DoByt
10550    call #Hekje
10560    ld h,#0
10570    ld a,(#Byt)
10580    ld l,a
10590    ld bc,#DecTab+4
10600    ld a,#3
10610    call #Decimaal
10620    jp #NewLin
10630 --
10640 :DoWord
10650    call #Hekje
10660    ld a,(#Word+1)
10670    ld h,a
10680    ld a,(#Word)
10690    ld l,a
10700    ld bc,#DecTab
10710    ld a,#5
10720    call #Decimaal
10730    jp #NewLin
10740 --
```

```
10750 :Pauze
10760    ld a,#0
10770    call #GtTrig
10780    cp #$ff
10790    jpif z,#Pauze
10800    ret
10810 --
10820 :Init
10830    ld a,#0
10840    ld (#Byt),a
10850    REPEAT
10860       call #Pauze
10870       call #DoByt
10880       ld a,(#Byt)
10890       inc a
10900       ld (#Byt),a
10910    UNTIL z
10920    ld a,#0
10930    ld (#Word),a
10940    ld (#Word+1),a
10950    REPEAT
10960       call #Pauze
10970       call #DoWord
10980       ld a,(#Word)
10990       inc a
11000       ld (#Word),a
11010       ld a,(#Word+1)
11020       dec a
11030       ld (#Word+1),a
11040    UNTIL z
11050    ret
11060 --
11070 ENDCODE
```

```
.: C000 00 00 00 10  "...."    .: C038 3D C2 1C C0  "=..."
.: C004 27 E8 03 64  "'..d"    .: C03C C9 CD 0D C0  "...."
.: C008 00 0A 00 01  "...."    .: C040 26 00 3A 00  "&.:."
.: C00C 00 3E 23 C3  ".>#."    .: C044 C0 6F 01 07  ".o.."
.: C010 A2 00 3E 0A  "..>."    .: C048 C0 3E 03 CD  ".>.."
.: C014 CD A2 00 3E  "...>"    .: C04C 1C C0 C3 12  "...."
.: C018 0D C3 A2 00  "...."    .: C050 C0 CD 0D C0  "...."
.: C01C F5 0A 5F 03  ".._."    .: C054 3A 02 C0 67  ":..g"
.: C020 0A 57 03 3E  ".W.>"    .: C058 3A 01 C0 6F  ":..o"
.: C024 FF B7 C5 44  "...D"    .: C05C 01 03 C0 3E  "...>"
.: C028 4D ED 52 3C  "M.R<"    .: C060 05 CD 1C C0  "...."
.: C02C D2 27 C0 60  ".'.'"    .: C064 C3 12 C0 3E  "...>"
.: C030 69 C1 C6 30  "i..0"    .: C068 00 CD D8 00  "...."
.: C034 CD A2 00 F1  "...."    .: C06C FE FF CA 67  "...g"
```

```
.: C070 C0 C9 3E 00   "..>."     .: C08C 32 02 C0 CD   "2..."
.: C074 32 00 C0 CD   "2..."     .: C090 67 C0 CD 51   "g..Q"
.: C078 67 C0 CD 3D   "g..="     .: C094 C0 3A 01 C0   ".:.."
.: C07C C0 3A 00 C0   ".:.."     .: C098 3C 32 01 C0   "<2.."
.: C080 3C 32 00 C0   "<2.."     .: C09C 3A 02 C0 3D   ":..="
.: C084 C2 77 C0 3E   ".w.>"     .: C0A0 32 02 C0 C2   "2..."
.: C088 00 32 01 C0   ".2.."     .: C0A4 8F C0 C9 49   "...I"
                                 .
.
.; C000 00          NOP
.; C001 00          NOP
.; C002 00          NOP
.; C003 10 27       DJNZ @C02C
.; C005 E8          RET PE
.; C006 03          INC BC
.; C007 64          LD H,H
.; C008 00          NOP
.; C009 0A          LD A,(BC)
.; C00A 00          NOP
.; C00B 01 00 3E    LD BC,$3E00
.; C00E 23          INC HL
.; C00F C3 A2 00    JP $00A2
.; C012 3E 0A       LD A,$0A
.; C014 CD A2 00    CALL $00A2
.; C017 3E 0D       LD A,$0D
.; C019 C3 A2 00    JP $00A2
.; C01C F5          PUSH AF
.; C01D 0A          LD A,(BC)
.; C01E 5F          LD E,A
.; C01F 03          INC BC
.; C020 0A          LD A,(BC)
.; C021 57          LD D,A
.; C022 03          INC BC
.; C023 3E FF       LD A,$FF
.; C025 B7          OR A
.; C026 C5          PUSH BC
.; C027 44          LD B,H
.; C028 4D          LD C,L
.; C029 ED 52       SBC HL,DE
.; C02B 3C          INC A
.; C02C D2 27 C0    JP NC,$C027
.; C02F 60          LD H,B
.; C030 69          LD L,C
.; C031 C1          POP BC
.; C032 C6 30       ADD A,$30
.; C034 CD A2 00    CALL $00A2
.; C037 F1          POP AF
.; C038 3D          DEC A
.; C039 C2 1C C0    JP NZ,$C01C
.; C03C C9          RET
```

```
.; C03D CD 0D C0      CALL $C00D
.; C040 26 00         LD H,$00
.; C042 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C045 6F            LD L,A
.; C046 01 07 C0      LD BC,$C007
.; C049 3E 03         LD A,$03
.; C04B CD 1C C0      CALL $C01C
.; C04E C3 12 C0      JP $C012
.; C051 CD 0D C0      CALL $C00D
.; C054 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C057 67            LD H,A
.; C058 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C05B 6F            LD L,A
.; C05C 01 03 C0      LD BC,$C003
.; C05F 3E 05         LD A,$05
.; C061 CD 1C C0      CALL $C01C
.; C064 C3 12 C0      JP $C012
.; C067 3E 00         LD A,$00
.; C069 CD D8 00      CALL $00D8
.; C06C FE FF         CP $FF
.; C06E CA 67 C0      JP Z,$C067
.; C071 C9            RET
.; C072 3E 00         LD A,$00
.; C074 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C077 CD 67 C0      CALL $C067
.; C07A CD 3D C0      CALL $C03D
.; C07D 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C080 3C            INC A
.; C081 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C084 C2 77 C0      JP NZ,$C077
.; C087 3E 00         LD A,$00
.; C089 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C08C 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C08F CD 67 C0      CALL $C067
.; C092 CD 51 C0      CALL $C051
.; C095 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C098 3C            INC A
.; C099 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C09C 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C09F 3D            DEC A
.; C0A0 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C0A3 C2 8F C0      JP NZ,$C08F
.; C0A6 C9            RET
.
```

Toelichting

Decimaal afdrukken werkt, vanuit de computer gezien, nogal ongelukkig zoals u inmiddels heeft vernomen. We moeten met machten van tien rekenen, met als

gevolg dat we in een minder gecontroleerde lus komen. In dit geval kost het dan ook MEER tijd om een GROTER getal af te drukken. Waarschijnlijk is dit voor u geen enkel probleem, maar in kritische gevallen is het toch erg onhandig.
We bekijken de listing weer eens puntsgewijs. DECIMAAL, DOBYT en DOWORD verdienen uw aandacht! Let trouwens ook op het werken met die DECTAB-word-tabel, een dergelijke adressering heeft u ook nodig als u externe invoer wilt omzetten naar een later te verwerken waarde.

HEKJE vertelt ons door middel van een #-teken dat we met een decimaal getal te maken hebben.

NEWLIN geeft een linefeed en een carriage return.

DECIMAAL zet een waarde (byte of word) om in een leesbare output. Eerst halen we via via een DECTAB-waarde in het DE-registerpaar. Met die OR A zorgen we voor een juiste SBC-ingang (Laat die OR A maar eens weg! Ziet u wel...) Nu verminderen we onze waarde net zolang met de inhoud van het DE-registerpaar totdat het fout dreigt te gaan. In dat geval hebben we een nog net juiste waarde in het BC-registerpaar staan en die bewaren we dan ook voor het volgende DECTAB-getal.
Om te zorgen dat we een cijfer op het scherm krijgen, tellen we 48 bij de accumulator op (zie appendix B voor het hoe en waarom.) en drukken we die waarde af.
Dit alles opnieuw, totdat de teller op nul staat. Dit heeft als gevolg dat we weer terugkeren.

DOBYT drukt een byte af via het HL-registerpaar en verplaatst de cursor naar nieuwe regel. Let op het instellen van de DECIMAAL-routine (Lengte is drie: 100, 10 en 1).

DOWORD drukt een word af via het HL-registerpaar en verplaatst de cursor naar een nieuwe regel. Let ook hier op het instellen van de DECIMAAL-routine (Lengte is vijf: 10000, 1000, 100, 10 en 1).

PAUZE kijkt of er op de spatiebalk wordt gedrukt. Als dat het geval is, wacht de routine totdat de spatiebalk wordt losgelaten.

INIT drukt ter demonstratie 255 bytes en 255 words af.

15 Tot de volgende keer

De meeste programma's die u op uw computer maakt, wilt u de volgende keer weer gebruiken en dan nog het liefst zonder alle poespas van de vorige keer. Een nadeel van de computer is in zo'n geval de aan/uit-knop, want als u het apparaat uitzet, bent u meteen alle ingevoerde gegevens kwijt. Laat u het ding aanstaan dan wordt de stroomrekening als het ware gelanceerd.
Wat moet u doen? Gewoon alles op een cassettebandje proppen. Saven en loaden dus!
Welnu, dat loaden en saven is een heel gedoe met een MSX-computer. Een echt goed cassetteprotocol ontbreekt en daarom moet u dat zelf in elkaar zetten. Denkt u even mee, wat hebben we nodig om te kunnen saven? Een bestandsnaam, een startadres en een eindadres (aangenomen dat u voor de recorder en het bandje zorgt).
Om te beginnen starten we de band, we plaatsen een vast aantal keren een bepaalde waarde op de tape zodat de computer tijdens het loaden het begin van een file kan vinden. Vervolgens schrijven we de bestandsnaam weg, hierna (ook al weer voor het loaden) het beginadres en het aantal bytes dat ge-saved worden. En ten slotte zet u de inhoud van het geheugengebied op de band.

Het loaden vervolgens: starten, het begin van een file opzoeken (een vast aantal keren diezelfde waarde), de bestandsnaam inlezen en vergelijken met de door de gebruiker opgegeven bestandsnaam. (Zo nee, doorzoeken. Zo ja, inlezen!) Vervolgens het startadres opzoeken en opslaan, het aantal te loaden bytes inlezen en deze ten slotte loaden en in het geheugen zetten.

TIP: tijdens het loaden is het zeer eenvoudig om vanaf een ander startadres te schrijven. Bedenkt u zelf maar hoe!

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $00a2 CONSTANT ChPut
10030 $00d8 CONSTANT GtTrig
10040 $00e1 CONSTANT TapIon
10050 $00e4 CONSTANT TapIn
10060 $00e7 CONSTANT TapIof
10070 $00ea CONSTANT TapOon
10080 $00ed CONSTANT TapOut
10090 $00f0 CONSTANT TapOof
10100 --
10110 CODE
10120 --
10130 :Stapel .wo $0000
10140 :Begin  .wo $e000
10150 :Eind   .wo $e400
10160 --
10170 :Name   .ch "testje"
10180         .by $0a,$0d,$00
10190 :Deze   .ch "......"
10200         .by $0a,$0d,$00
10210 --
10220 :RecPly .ch "press record and play on tape"
10230         .by $0a,$0d,$00
10240 :RewPly .ch "rewind - press play on tape"
10250         .by $0a,$0d,$00
10260 :IOTxt  .ch "io-error!"
10270         .by $0a,$0d,$00
10280 :SavTxt .ch "saving: "
10290         .by $00
10300 :ZkTxt  .ch "searching: "
10310         .by $00
10320 :VndTxt .ch "found: "
10330         .by $00
10340 :LdTxt  .ch "loading..."
10350         .by $0a,$0d,$00
10360 :Ready  .ch "ready!"
10370         .by $0a,$0a,$0d,$00
10380 --
10390 :Print
10400    ld a,(hl)
10410    or a
10420    retif z
10430    call #ChPut
10440    inc hl
10450    jp #Print
10460 --
10470 :Error
10480    ld sp,(#Stapel)
10490    call #TapOof
10500    ld hl,#IOTxt
10510    jp #Print
```

```
10520 --
10530 :Won
10540    push bc
10550    push de
10560    push hl
10570    ld a,#0
10580    call #TapOon
10590    jpif cs,#Error
10600 :Pull
10610    pop hl
10620    pop de
10630    pop bc
10640    ret
10650 --
10660 :WChr
10670    push bc
10680    push de
10690    push hl
10700    call #TapOut
10710    jpif cs,#Error
10720    jp #Pull
10730 --
10740 :RChr
10750    push bc
10760    push de
10770    push hl
10780    call #Tapin
10790    jpif cs,#Error
10800    jp #Pull
10810 --
10820 :Ron
10830    push bc
10840    push de
10850    push hl
10860    call #TapIon
10870    jpif cs,#Error
10880    jp #Pull
10890 --
10900 :Save
10910    ld (#Stapel),sp
10920    ld hl,#SavTxt
10930    call #Print
10940    ld hl,#Name
10950    call #Print
10960    call #Won
10970    ld b,#16
10980 :Save0
10990    ld a,#$80
11000    call #WChr
11010    djnz #Save0
11020    ld hl,#Name
11030    ld b,#6
```

```
11040 :Save1
11050    ld a,(hl)
11060    call #WChr
11070    inc hl
11080    djnz #Save1
11090    call #TapOof
11100    ld hl,(#Begin)
11110    push hl
11120    ld de,(#Eind)
11130    ex hl,de
11140    or a
11150    sbc hl,de
11160    push hl
11170    ld (#Eind),hl
11180    call #Won
11190    ld b,#2
11200 :Save2
11210    pop hl
11220    ld a,l
11230    call #WChr
11240    ld a,h
11250    call #WChr
11260    djnz #Save2
11270    ld de,(#Begin)
11280    ld hl,(#Eind)
11290 :Save3
11300    ld a,(de)
11310    call #WChr
11320    inc de
11330    dec hl
11340    ld a,h
11350    or l
11360    jpif nz,#Save3
11370    call #TapOof
11380    ld hl,#Ready
11390    jp #Print
11400 --
11410 :Load
11420    ld (#Stapel),sp
11430 :Load0
11440    ld hl,#ZkTxt
11450    call #Print
11460    ld hl,#Name
11470    call #Print
11480    call #Ron
11490 :Load1
11500    ld b,#16
11510 :Load2
11520    call #RChr
11530    cp #$80
11540    jpif nz,#Load1
11550    djnz #Load2
```

```
11560     ld hl,#Deze
11570     ld b,#6
11580  :Load3
11590     call #Rchr
11600     ld (hl),a
11610     inc hl
11620     djnz #Load3
11630     ld (hl),#0
11640     call #TapIof
11650     ld hl,#VndTxt
11660     ld a,#$0a
11670     ld (#Deze+6),a
11680     call #Print
11690     ld hl,#Deze
11700     call #Print
11710     ld de,#Name
11720     ld hl,#Deze
11730     ld b,#6
11740  :Load4
11750     ld a,(de)
11760     cp (hl)
11770     jpif nz,#Load0
11780     inc de
11790     inc hl
11800     djnz #Load4
11810     ld hl,#LdTxt
11820     call #Print
11830     call #Ron
11840     ld b,#2
11850  :Load5
11860     call #RChr
11870     ld l,a
11880     call #RChr
11890     ld h,a
11900     push hl
11910     djnz #Load5
11920     pop de
11930     ld (#Begin),de
11940     pop hl
11950  :Load6
11960     call #RChr
11970     ld (de),a
11980     inc de
11990     dec hl
12000     ld a,h
12010     or l
12020     jpif nz,#Load6
12030     call #TapIof
12040     ld hl,#Ready
12050     jp #Print
12060  --
12070  :Wacht
```

```
12080     ld a,#0
12090     call #GtTrig
12100     cp #$ff
12110     jpif nz,#Wacht
12120     ret
12130 --
12140 :Init
12150     ld hl,#RecPly
12160     call #Print
12170     call #Wacht
12180     call #Save
12190     ld hl,#RewPly
12200     call #Print
12210     call #Wacht
12220     call #Load
12230     jp #Wacht
12240 --
12250 ENDCODE
```

```
.: C000 00 00 00 E0  "...."    .: C074 3A 20 00 46  ": .F"
.: C004 00 E4 54 45  "..TE"    .: C078 4F 55 4E 44  "OUND"
.: C008 53 54 4A 45  "STJE"    .: C07C 3A 20 00 4C  ": .L"
.: C00C 0A 0D 00 2E  "...."    .: C080 4F 41 44 49  "OADI"
.: C010 2E 2E 2E 2E  "...."    .: C084 4E 47 2E 2E  "NG.."
.: C014 2E 0A 0D 00  "...."    .: C088 2E 0A 0D 00  "...."
.: C018 50 52 45 53  "PRES"    .: C08C 52 45 41 44  "READ"
.: C01C 53 20 52 45  "S RE"    .: C090 59 21 0A 0A  "Y!.."
.: C020 43 4F 52 44  "CORD"    .: C094 0D 00 7E B7  "..~."
.: C024 20 41 4E 44  " AND"    .: C098 C8 CD A2 00  "...."
.: C028 20 50 4C 41  " PLA"    .: C09C 23 C3 96 C0  "#..."
.: C02C 59 20 4F 4E  "Y ON"    .: C0A0 ED 7B 00 C0  ".{.."
.: C030 20 54 41 50  " TAP"    .: C0A4 CD F0 00 21  "...!"
.: C034 45 0A 0D 00  "E..."    .: C0A8 56 C0 C3 96  "V..."
.: C038 52 45 57 49  "REWI"    .: C0AC C0 C5 D5 E5  "...."
.: C03C 4E 44 20 2D  "ND -"    .: C0B0 3E 00 CD EA  ">..."
.: C040 20 50 52 45  " PRE"    .: C0B4 00 DA A0 C0  "...."
.: C044 53 53 20 50  "SS P"    .: C0B8 E1 D1 C1 C9  "...."
.: C048 4C 41 59 20  "LAY "    .: C0BC C5 D5 E5 CD  "...."
.: C04C 4F 4E 20 54  "ON T"    .: C0C0 ED 00 DA A0  "...."
.: C050 41 50 45 0A  "APE."    .: C0C4 C0 C3 B8 C0  "...."
.: C054 0D 00 49 4F  "..IO"    .: C0C8 C5 D5 E5 CD  "...."
.: C058 2D 45 52 52  "-ERR"    .: C0CC E4 00 DA A0  "...."
.: C05C 4F 52 21 0A  "OR!."    .: C0D0 C0 C3 B8 C0  "...."
.: C060 0D 00 53 41  "..SA"    .: C0D4 C5 D5 E5 CD  "...."
.: C064 56 49 4E 47  "VING"    .: C0D8 E1 00 DA A0  "...."
.: C068 3A 20 00 53  ": .S"    .: C0DC C0 C3 B8 C0  "...."
.: C06C 45 41 52 43  "EARC"    .: C0E0 ED 73 00 C0  ".s.."
.: C070 48 49 4E 47  "HING"    .: C0E4 21 62 C0 CD  "!b.."
```

```
.: C0E8 96 C0 21 06  "..!."     .: C16C C0 77 23 10  ".w#."
.: C0EC C0 CD 96 C0  "...."     .: C170 F9 36 00 CD  ".6.."
.: C0F0 CD AD C0 06  "...."     .: C174 E7 00 21 77  "..!w"
.: C0F4 10 3E 80 CD  ".>.."     .: C178 C0 3E 0A 32  ".>.2"
.: C0F8 BC C0 10 F9  "...."     .: C17C 15 C0 CD 96  "...."
.: C0FC 21 06 C0 06  "!..."     .: C180 C0 21 0F C0  ".!.."
.: C100 06 7E CD BC  "...."     .: C184 CD 96 C0 11  "...."
.: C104 C0 23 10 F9  ".#.."     .: C188 06 C0 21 0F  "..!."
.: C108 CD F0 00 2A  "...*"     .: C18C C0 06 06 1A  "...."
.: C10C 02 C0 E5 ED  "...."     .: C190 BE C2 4A C1  "..J."
.: C110 5B 04 C0 EB  "[..."     .: C194 13 23 10 F7  ".#.."
.: C114 B7 ED 52 E5  "..R."     .: C198 21 7F C0 CD  "!..."
.: C118 22 04 C0 CD  ""..."     .: C19C 96 C0 CD D4  "...."
.: C11C AD C0 06 02  "...."     .: C1A0 C0 06 02 CD  "...."
.: C120 E1 7D CD BC  ".}.."     .: C1A4 C8 C0 6F CD  "..o."
.: C124 C0 7C CD BC  ".|.."     .: C1A8 C8 C0 67 E5  "..g."
.: C128 C0 10 F5 ED  "...."     .: C1AC 10 F5 D1 ED  "...."
.: C12C 5B 02 C0 2A  "[..*"     .: C1B0 53 02 C0 E1  "S..."
.: C130 04 C0 1A CD  "...."     .: C1B4 CD C8 C0 12  "...."
.: C134 BC C0 13 2B  "...+"     .: C1B8 13 2B 7C B5  ".+|."
.: C138 7C B5 C2 32  "|..2"     .: C1BC C2 B4 C1 CD  "...."
.: C13C C1 CD F0 00  "...."     .: C1C0 E7 00 21 8C  "..!."
.: C140 21 8C C0 C3  "!..."     .: C1C4 C0 C3 96 C0  "...."
.: C144 96 C0 ED 73  "...s"     .: C1C8 3E 00 CD D8  ">..."
.: C148 00 C0 21 6B  "..!k"     .: C1CC 00 FE FF C2  "...."
.: C14C C0 CD 96 C0  "...."     .: C1D0 C8 C1 C9 21  "...!"
.: C150 21 06 C0 CD  "!..."     .: C1D4 18 C0 CD 96  "...."
.: C154 96 C0 CD D4  "...."     .: C1D8 C0 CD C8 C1  "...."
.: C158 C0 06 10 CD  "...."     .: C1DC CD E0 C0 21  "...!"
.: C15C C8 C0 FE 80  "...."     .: C1E0 38 C0 CD 96  "8..."
.: C160 C2 59 C1 10  ".Y.."     .: C1E4 C0 CD C8 C1  "...."
.: C164 F6 21 0F C0  ".!.."     .: C1E8 CD 46 C1 C3  ".F.."
.: C168 06 06 CD C8  "...."     .: C1EC C8 C1 C8 FC  "...."
                                .
.
.; C096 7E            LD A,(HL)
.; C097 B7            OR A
.; C098 C8            RET Z
.; C099 CD A2 00      CALL $00A2
.; C09C 23            INC HL
.; C09D C3 96 C0      JP $C096
.; C0A0 ED 7B 00 C0   LD SP,($C000)
.; C0A4 CD F0 00      CALL $00F0
.; C0A7 21 56 C0      LD HL,$C056
.; C0AA C3 96 C0      JP $C096
.; C0AD C5            PUSH BC
.; C0AE D5            PUSH DE
.; C0AF E5            PUSH HL
.; C0B0 3E 00         LD A,$00
.; C0B2 CD EA 00      CALL $00EA
```

```
.; C0B5 DA A0 C0      JP C,$C0A0
.; C0B8 E1           POP HL
.; C0B9 D1           POP DE
.; C0BA C1           POP BC
.; C0BB C9           RET
.; C0BC C5           PUSH BC
.; C0BD D5           PUSH DE
.; C0BE E5           PUSH HL
.; C0BF CD ED 00     CALL $00ED
.; C0C2 DA A0 C0     JP C,$C0A0
.; C0C5 C3 B8 C0     JP $C0B8
.; C0C8 C5           PUSH BC
.; C0C9 D5           PUSH DE
.; C0CA E5           PUSH HL
.; C0CB CD E4 00     CALL $00E4
.; C0CE DA A0 C0     JP C,$C0A0
.; C0D1 C3 B8 C0     JP $C0B8
.; C0D4 C5           PUSH BC
.; C0D5 D5           PUSH DE
.; C0D6 E5           PUSH HL
.; C0D7 CD E1 00     CALL $00E1
.; C0DA DA A0 C0     JP C,$C0A0
.; C0DD C3 B8 C0     JP $C0B8
.; C0E0 ED 73 00 C0  LD ($C000),SP
.; C0E4 21 62 C0     LD HL,$C062
.; C0E7 CD 96 C0     CALL $C096
.; C0EA 21 06 C0     LD HL,$C006
.; C0ED CD 96 C0     CALL $C096
.; C0F0 CD AD C0     CALL $C0AD
.; C0F3 06 10        LD B,$10
.; C0F5 3E 80        LD A,$80
.; C0F7 CD BC C0     CALL $C0BC
.; C0FA 10 F9        DJNZ @C0F5
.; C0FC 21 06 C0     LD HL,$C006
.; C0FF 06 06        LD B,$06
.; C101 7E           LD A,(HL)
.; C102 CD BC C0     CALL $C0BC
.; C105 23           INC HL
.; C106 10 F9        DJNZ @C101
.; C108 CD F0 00     CALL $00F0
.; C10B 2A 02 C0     LD HL,($C002)
.; C10E E5           PUSH HL
.; C10F ED 5B 04 C0  LD DE,($C004)
.; C113 EB           EX DE,HL
.; C114 B7           OR A
.; C115 ED 52        SBC HL,DE
.; C117 E5           PUSH HL
.; C118 22 04 C0     LD ($C004),HL
.; C11B CD AD C0     CALL $C0AD
.; C11E 06 02        LD B,$02
.; C120 E1           POP HL
```

```
.; C121 7D            LD A,L
.; C122 CD BC C0      CALL $C0BC
.; C125 7C            LD A,H
.; C126 CD BC C0      CALL $C0BC
.; C129 10 F5         DJNZ @C120
.; C12B ED 5B 02 C0   LD DE,($C002)
.; C12F 2A 04 C0      LD HL,($C004)
.; C132 1A            LD A,(DE)
.; C133 CD BC C0      CALL $C0BC
.; C136 13            INC DE
.; C137 2B            DEC HL
.; C138 7C            LD A,H
.; C139 B5            OR L
.; C13A C2 32 C1      JP NZ,$C132
.; C13D CD F0 00      CALL $00F0
.; C140 21 8C C0      LD HL,$C08C
.; C143 C3 96 C0      JP $C096
.; C146 ED 73 00 C0   LD ($C000),SP
.; C14A 21 6B C0      LD HL,$C06B
.; C14D CD 96 C0      CALL $C096
.; C150 21 06 C0      LD HL,$C006
.; C153 CD 96 C0      CALL $C096
.; C156 CD D4 C0      CALL $C0D4
.; C159 06 10         LD B,$10
.; C15B CD C8 C0      CALL $C0C8
.; C15E FE 80         CP $80
.; C160 C2 59 C1      JP NZ,$C159
.; C163 10 F6         DJNZ @C15B
.; C165 21 0F C0      LD HL,$C00F
.; C168 06 06         LD B,$06
.; C16A CD C8 C0      CALL $C0C8
.; C16D 77            LD (HL),A
.; C16E 23            INC HL
.; C16F 10 F9         DJNZ @C16A
.; C171 36 00         LD (HL),$00
.; C173 CD E7 00      CALL $00E7
.; C176 21 77 C0      LD HL,$C077
.; C179 3E 0A         LD A,$0A
.; C17B 32 15 C0      LD ($C015),A
.; C17E CD 96 C0      CALL $C096
.; C181 21 0F C0      LD HL,$C00F
.; C184 CD 96 C0      CALL $C096
.; C187 11 06 C0      LD DE,$C006
.; C18A 21 0F C0      LD HL,$C00F
.; C18D 06 06         LD B,$06
.; C18F 1A            LD A,(DE)
.; C190 BE            CP (HL)
.; C191 C2 4A C1      JP NZ,$C14A
.; C194 13            INC DE
.; C195 23            INC HL
.; C196 10 F7         DJNZ @C18F
```

```
.; C198 21 7F C0      LD HL,$C07F
.; C19B CD 96 C0      CALL $C096
.; C19E CD D4 C0      CALL $C0D4
.; C1A1 06 02         LD B,$02
.; C1A3 CD C8 C0      CALL $C0C8
.; C1A6 6F            LD L,A
.; C1A7 CD C8 C0      CALL $C0C8
.; C1AA 67            LD H,A
.; C1AB E5            PUSH HL
.; C1AC 10 F5         DJNZ @C1A3
.; C1AE D1            POP DE
.; C1AF ED 53 02 C0   LD ($C002),DE
.; C1B3 E1            POP HL
.; C1B4 CD C8 C0      CALL $C0C8
.; C1B7 12            LD (DE),A
.; C1B8 13            INC DE
.; C1B9 2B            DEC HL
.; C1BA 7C            LD A,H
.; C1BB B5            OR L
.; C1BC C2 B4 C1      JP NZ,$C1B4
.; C1BF CD E7 00      CALL $00E7
.; C1C2 21 8C C0      LD HL,$C08C
.; C1C5 C3 96 C0      JP $C096
.; C1C8 3E 00         LD A,$00
.; C1CA CD D8 00      CALL $00D8
.; C1CD FE FF         CP $FF
.; C1CF C2 C8 C1      JP NZ,$C1C8
.; C1D2 C9            RET
.; C1D3 21 18 C0      LD HL,$C018
.; C1D6 CD 96 C0      CALL $C096
.; C1D9 CD C8 C1      CALL $C1C8
.; C1DC CD E0 C0      CALL $C0E0
.; C1DF 21 38 C0      LD HL,$C038
.; C1E2 CD 96 C0      CALL $C096
.; C1E5 CD C8 C1      CALL $C1C8
.; C1E8 CD 46 C1      CALL $C146
.; C1EB C3 C8 C1      JP $C1C8
.
```

Toelichting

Het werken met de cassetterecorder houdt veel meer in dan het starten van de motor. Denkt u maar eens aan al die meldingen, gaat het goed, fout of goed fout? Er zijn van die mensen die onderscheid kunnen maken tussen de diverse bliep-bliep-geluiden. Een handige eigenschap, maar het is natuurlijk veel handiger als u weet wat er precies met het bandje gebeurt. Het zou vervelend zijn als u 'ZZ-Top'

in de recorder plaatste, in de waan dat u een hardcopy-routine probeerde binnen te halen...
Voor onze tape-routines denken we aan slimme terugkoppelingen en een eigen opslagmethode. In de listing ziet u al diverse systeemboodschappen en we gaan ze allemaal serieus gebruiken.

Cassetteroutines op een MSX-computer zijn niet bepaald eenvoudig te noemen, maar als u uiteindelijk over een geolied systeem beschikt, is fouten maken verder onmogelijk. We gaan het weer label voor label bekijken. (Houdt u de BIOS-appendix er even bij, dank u!)

PRINT is u inmiddels welbekend.

ERROR wordt aangeroepen als er een I/O-error werd gesignaleerd. Het kan om een CTRL/STOP-combinatie gaan, maar ook is het mogelijk dat de cassetterecorder 'hangt'. We halen (om een juiste terugkeer te garanderen) de oorspronkelijke stapelwijzer voor de dag en we keren met een error-melding weer terug in ons hoofdprogramma.
WON zet de belangrijkste registerparen op de stapel. We plaatsen een nul in de accumulator om een korte header te garanderen en we duiken BIOS-TAPOON in. Als er een error mocht optreden, verwerken we deze. Het ontbreken van een error heeft tot gevolg dat we de registerparen weer van de stapel halen om vervolgens terug te keren.

WCHR schrijft een byte naar de cassette via de BIOS-TAPOUT, en houdt rekening met een eventueel opgetreden error (Met stapelbezoek).

RCHR leest een byte vanaf de cassette via de BIOS-TAPIN. Ook hier denken we weer om die error (dus met eventueel stapelbezoek).

RON start de cassettemotor en garandeert een aanloopje richting header via de BIOS-TAPION. Opgelet voor die error, ook hier wederom met stapelbezoek.

SAVE zet om te beginnen de stack pointer opzij voor de eventueel aan te roepen error-routine. Vervolgens drukken we (gebruikersvriendelijk als altijd) een boodschap af.
De motor wordt gestart. Eerst zetten we 16 (deze waarde kunt u veranderen, maar dan ook bij de LOAD-routine!) maal dezelfde waarde (nooit $00 of $FF!) op de band, om later het begin van een programma te herkennen.

Nu de bestandsnaam (lengte 6 tekens) naar de cassetteband. Hierna zetten we de motor voor de zekerheid even uit (kritiek punt bij het weer binnenhalen van een file!) en we berekenen het begin-adres en het aantal te plaatsen bytes. Deze waarden gaan met een inmiddels weer gestarte motor naar de tape.
Eenmaal alle administratie achter de rug? Dan gaat het eigenlijke geheugengebied naar de band, waarna we de boel afsluiten met een READY-melding.

LOAD zet eveneens de stapelwijzer apart. Nu drukken we de gezochte bestandsnaam af waarna we op zoek gaan.
Motor aangezet, vervolgens op jacht naar die zestien speciale waarden...Een afwijking en we beginnen weer opnieuw! Klopt het patroon daarentegen dan moét er een bestandsnaam volgen.
We hebben dus iets gevonden, we kijken wat het is, we maken melding en we vergelijken. Als het patroon opnieuw afwijkt, springen we weer terug. Klopt het dan beginnen we met het werkelijke loaden.
De save-routine heeft twee waarden op de band gezet: het startadres en de hoeveelheid binnen te loaden materiaal. We lezen beide waarden in. (Op dit moment kunt u het startadres vervangen door een nieuw startadres, maar opgepast!)
Het hart van de routine is eindelijk bereikt. Nu begint het feitelijke loaden: een waarde halen, schrijven, nog eentje enz. tot het einde van het bestand is bereikt. Hierna meldt de computer dit aan de gebruiker door middel van een READY-boodschap.

De routines:

WACHT is een oude bekende.

INIT verzorgt ook een stukje tape-OS met behulp van een tweetal mededelingen, en springt naar de save- en load-routines.

TIP: een verify-routine lijkt verschrikkelijk veel op de load-routine. Alleen moet u nu vergelijken in plaats van schrijven. Op het moment dat een waarde afwijkt, springt u naar een speciale VERIFY ERROR-routine.

Nog even dit

Met de acht omschreven routines kunt u nu iedere willekeurige invoer en/of uitvoer controleren. Het spreekt voor zich dat er nog iets dient te gebeuren met al die data. Misschien iets in de richting van tekstverwerken, grafisch printen, of u zoekt het in de recreatieve sfeer? Het maakt allemaal niet uit, als alle gebruikte subroutines maar werken, want daar draait het immers om.

Het kan intussen geen kwaad om de routines in te typen en uit te testen. Als u een aantal routines tegelijk wilt gebruiken, kunt u ze met de A-instructie van HERBY-MON op een ander adres assembleren, u kunt ze verplaatsen met de T-instructie, of binnen loaden op een nieuw adres met de L-instructie.

16 MSX à la carte...

In de volgende hoofdstukken gaan we een aantal MSX-mogelijkheden eens op een alternatieve manier bekijken. Videomogelijkheden wel te verstaan!

16.1 Achter de schermen van een MSX-computer

Zoals u weet, heeft een MSX-computer (MSX1) vier verschillende screen modes (schermconfiguraties: de mogelijkheden van een specifiek videoscherm) die alle vier over specifieke eigenschappen beschikken.

- De 40 × 24-mode (0) is eigenlijk alleen geschikt voor brede tekst-editing.
- De 32 × 24-tekst-mode (1) is een smallere versie van de eerste, maar ook sprites zijn nu toegestaan.
- De hires mode (2) werkt nogal bedriegelijk. We beschikken namelijk niet over een echt hires-scherm maar meer over een drietal programmeerbare karaktersets. Dit biedt echter legio mogelijkheden voor onder andere flitsende spelprogrammering.
- De multi color mode (3) ten slotte lijkt een zeer ingewikkelde toestand, maar ook hierin kunnen we in machinetaal leuke grappen uithalen.

Het toverwoord sprites is reeds gevallen. Wat zijn sprites? Sprites zijn speciale, onafhankelijk te manipuleren stukjes scherm...Met andere woorden: handige poppetjes.
De MSX voorziet in maar liefst 32 van dergelijke karakter-achtige wezens die, onafhankelijk van wat dan ook, overal op het scherm te voorschijn zijn te toveren. Zonder veel moeilijkheden heeft u nu een mogelijkheid gekregen tot verfraaiing van al uw programma's. Een spectaculaire 'titelpagina', tijdaanduiding, invaders enz. Ook op deze sprites komen we nog terug.

16.2 De videochip

De videochip of VDP-processor is een aparte processor die een speciaal stuk programmeerbaar video-RAM beheerst. Deze processor beschikt over een speciaal statusregister en acht werkregisters (zie appendix G). Het VDP-statusregister informeert u over de toestand op dat moment. De acht werkregisters zijn alle te manipuleren met behulp van een speciale BIOS-routine, WRTVDP geheten. Een klein probleem: u kunt deze VDP-registers alleen maar beschrijven (write only). Gelukkig zijn er in het speciale BIOS-werkgebied nog een aantal schaduwregisters aanwezig: RG0SAV, RG1SAV,...en RG7SAV.

Nu moet u ook nog met het videogeheugen (16K groot) kunnen communiceren. Daarvoor zijn er een RDVRM- of 'lees videogeheugen'-commando en een WRTVRM- of 'schrijf videogeheugen'-commando aanwezig. In appendix G leest u hoe u deze routines op de juiste wijze aanspreekt.

Dit drietal (WRTVDP, RDVRM, WRTVRM) is in principe het enige pakket routines dat u nodig hebt om de hele videochip te besturen, ware het niet dat het MSX-systeem nog een aantal extra routines in huis heeft. Het is niet per se noodzakelijk om van deze routines gebruikt te maken, maar ze zitten toch al in het BIOS verwerkt. Dus waarom dan ook niet?
Een paar voorbeelden van deze routines: DISSCR om het scherm uit te zetten, ENASCR zet het scherm weer aan, FILVRM vult een stukvideogeheugen met een door u bepaalde waarde, CLRSPR wist alle sprites enz.
Alle routines worden wederom in de appendix besproken.

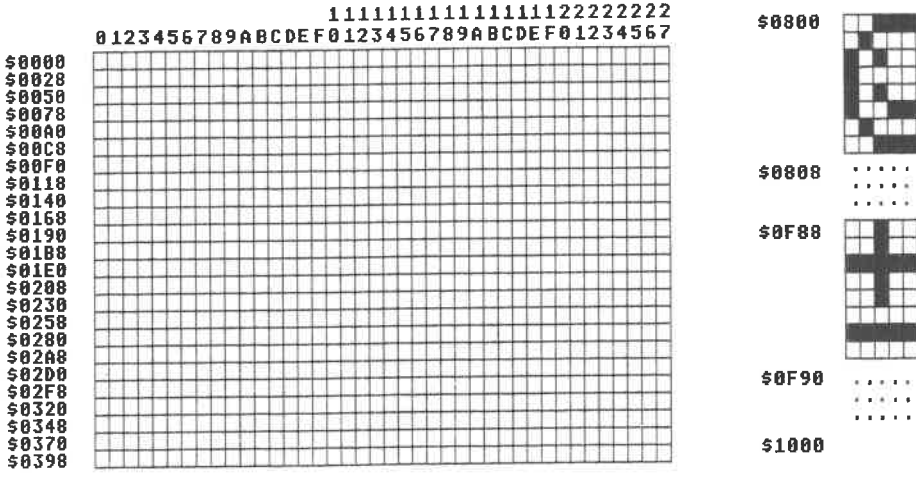
16.3 Wat gaan we doen?

We gaan de vijf bovenstaande principes behandelen maar zoals gezegd op een enigszins afwijkende wijze. Afwijkend van wat? Afwijkend van de MSX-systeemprincipes.
We werken tenslotte toch al in machinetaal en in machinetaal hoeft u zich niet aan de algemene richtlijnen te houden. Sterker nog, U bepaalt zelf wat de algemene richtlijnen zullen worden. In machinetaal kunt u het BASIC maar het beste even vergeten en dat geldt dus eveneens voor elk vastpinnend BASIC-protocol.

Een voorbeeld. BASIC beschouwt de hires mode als bitmap, wij beschouwen de hires mode als drie karaktersets. U krijgt in hoofdstuk 19 een treffende illustratie.

17 Tekst 40 × 24

In de 40 × 24-tekst-mode (zie afb. 17.1) neemt de schermtabel 960 (= 40 × 24) bytes in beslag. Het scherm bestaat uit een rooster van 40 × 24 karakters. Dit rooster begint in het videogeheugen op geheugenlocatie $0000.



Afb. 17.1. Screen mode 0

Iedere waarde (0-255) in dit stukje videogeheugen wijst naar een 6 × 8 pixel-patroon uit de karakterpatroontabel die begint op $0800.

De kleuren worden in het zevende VDP-register geplaatst. Sprites zijn helaas niet toegestaan.

17.1 Scrollen

```
10010 ORIGIN ($c000)
10020 --
10030 $004a CONSTANT RdVrm
10040 $004d CONSTANT WrtVrm
10050 $0056 CONSTANT FilVrm
10060 $00ba CONSTANT IscNtc
10070 $00d5 CONSTANT GtStck
10080 --
10090 CODE
10100 --
10110 :Teller  .by $00
10120 :Read    .wo $0000
10130 :Write   .wo $0000
10140 --
10150 :VPeek
10160    di
10170    call #RdVrm
10180    ei
10190    ret
10200 --
10210 :VPoke
10220    di
10230    call #WrtVrm
10240    ei
10250    ret
10260 --
10270 :VFill
10280    di
10290    call #FilVrm
10300    ei
10310    ret
10320 --
10330 :ScrolUp
10340   ld a,#23
10350   ld (#Teller),a
10360   ld hl,#$0000
10370   ld (#Write),hl
10380   ld hl,#$0028
10390   ld (#Read),hl
10400 :Up0
10410   ld b,#40
10420 :Up1
10430   ld hl,(#Read)
10440   call #Vpeek
10450   inc hl
```

```
10460   ld (#Read),hl
10470   ld hl,(#Write)
10480   call #Vpoke
10490   inc hl
10500   ld (#Write),hl
10510   djnz #Up1
10520   ld hl,#Teller
10530   dec (hl)
10540   jpif nz,#Up0
10550   ld a,#$20
10560   ld bc,#$0028
10570   ld hl,#$0398
10580   call #VFill
10590   ret
10600 --
10610 :ScrolDown
10620   ld a,#23
10630   ld (#Teller),a
10640   ld hl,#$03bf
10650   ld (#Write),hl
10660   ld hl,#$0397
10670   ld (#Read),hl
10680 :Down0
10690   ld b,#40
10700 :Down1
10710   ld hl,(#Read)
10720   call #Vpeek
10730   dec hl
10740   ld (#Read),hl
10750   ld hl,(#Write)
10760   call #Vpoke
10770   dec hl
10780   ld (#Write),hl
10790   djnz #Down1
10800   ld hl,#Teller
10810   dec (hl)
10820   jpif nz,#Down0
10830   ld a,#$20
10840   ld bc,#$0028
10850   ld hl,#$0000
10860   call #VFill
10870   ret
10880 --
10890 :Init
10900   call #IscNtc
10910   ld a,#0
10920   call #GtStck
10930   cp #1
10940   IF z
10950       THEN
10960            call #ScrolDown
10970       ELSE
```

```
10980             cp #5
10990             IF z THEN
11000                     call #ScrolUp
11010             FI
11020    FI
11030    jp #Init
11040 --
11050 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 00  "...."     .: C058 BF 03 22 03  "..".
.: C004 00 F3 CD 4A  "...J"     .: C05C C0 21 97 03  ".!.."
.: C008 00 FB C9 F3  "...."     .: C060 22 01 C0 06  ""..."
.: C00C CD 4D 00 FB  ".M.."     .: C064 28 2A 01 C0  "(*.."
.: C010 C9 F3 CD 56  "...V"     .: C068 CD 05 C0 2B  "...+"
.: C014 00 FB C9 3E  "...>"     .: C06C 22 01 C0 2A  ""..*"
.: C018 17 32 00 C0  ".2.."     .: C070 03 C0 CD 0B  "...."
.: C01C 21 00 00 22  "!.."      .: C074 C0 2B 22 03  ".+"."
.: C020 03 C0 21 28  "..!("     .: C078 C0 10 EA 21  "...!"
.: C024 00 22 01 C0  "."..      .: C07C 00 C0 35 C2  "..5."
.: C028 06 28 2A 01  ".(*."     .: C080 63 C0 3E 20  "c.> "
.: C02C C0 CD 05 C0  "...."     .: C084 01 28 00 21  ".(.!"
.: C030 23 22 01 C0  "#"..      .: C088 00 00 C3 11  "...."
.: C034 2A 03 C0 CD  "*..."     .: C08C C0 CD BA 00  "...."
.: C038 0B C0 23 22  "..#""     .: C090 3E 00 CD D5  ">..."
.: C03C 03 C0 10 EA  "...."     .: C094 00 FE 01 C2  "...."
.: C040 21 00 C0 35  "!..5"     .: C098 A0 C0 CD 52  "...R"
.: C044 C2 28 C0 3E  ".(.>"     .: C09C C0 C3 A8 C0  "...."
.: C048 20 01 28 00  " .(."     .: C0A0 FE 05 C2 A8  "...."
.: C04C 21 98 03 C3  "!..."     .: C0A4 C0 CD 17 C0  "...."
.: C050 11 C0 3E 17  "..>."     .: C0A8 C3 8D C0 00  "...."
.: C054 32 00 C0 21  "2..!"     .
```

```
.
.; C005 F3           DI
.; C006 CD 4A 00     CALL $004A
.; C009 FB           EI
.; C00A C9           RET
.; C00B F3           DI
.; C00C CD 4D 00     CALL $004D
.; C00F FB           EI
.; C010 C9           RET
.; C011 F3           DI
.; C012 CD 56 00     CALL $0056
.; C015 FB           EI
.; C016 C9           RET
.; C017 3E 17        LD A,$17
```

```
.; C019 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C01C 21 00 00      LD HL,$0000
.; C01F 22 03 C0      LD ($C003),HL
.; C022 21 28 00      LD HL,$0028
.; C025 22 01 C0      LD ($C001),HL
.; C028 06 28         LD B,$28
.; C02A 2A 01 C0      LD HL,($C001)
.; C02D CD 05 C0      CALL $C005
.; C030 23            INC HL
.; C031 22 01 C0      LD ($C001),HL
.; C034 2A 03 C0      LD HL,($C003)
.; C037 CD 0B C0      CALL $C00B
.; C03A 23            INC HL
.; C03B 22 03 C0      LD ($C003),HL
.; C03E 10 EA         DJNZ @C02A
.; C040 21 00 C0      LD HL,$C000
.; C043 35            DEC (HL)
.; C044 C2 28 C0      JP NZ,$C028
.; C047 3E 20         LD A,$20
.; C049 01 28 00      LD BC,$0028
.; C04C 21 98 03      LD HL,$0398
.; C04F C3 11 C0      JP $C011
.; C052 3E 17         LD A,$17
.; C054 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C057 21 BF 03      LD HL,$03BF
.; C05A 22 03 C0      LD ($C003),HL
.; C05D 21 97 03      LD HL,$0397
.; C060 22 01 C0      LD ($C001),HL
.; C063 06 28         LD B,$28
.; C065 2A 01 C0      LD HL,($C001)
.; C068 CD 05 C0      CALL $C005
.; C06B 2B            DEC HL
.; C06C 22 01 C0      LD ($C001),HL
.; C06F 2A 03 C0      LD HL,($C003)
.; C072 CD 0B C0      CALL $C00B
.; C075 2B            DEC HL
.; C076 22 03 C0      LD ($C003),HL
.; C079 10 EA         DJNZ @C065
.; C07B 21 00 C0      LD HL,$C000
.; C07E 35            DEC (HL)
.; C07F C2 63 C0      JP NZ,$C063
.; C082 3E 20         LD A,$20
.; C084 01 28 00      LD BC,$0028
.; C087 21 00 00      LD HL,$0000
.; C08A C3 11 C0      JP $C011
.; C08D CD BA 00      CALL $00BA
.; C090 3E 00         LD A,$00
.; C092 CD D5 00      CALL $00D5
.; C095 FE 01         CP $01
.; C097 C2 A0 C0      JP NZ,$C0A0
.; C09A CD 52 C0      CALL $C052
```

```
.; C09D C3 A8 C0      JP $C0A8
.; C0A0 FE 05         CP $05
.; C0A2 C2 A8 C0      JP NZ,$C0A8
.; C0A5 CD 17 C0      CALL $C017
.; C0A8 C3 8D C0      JP $C08D
.; C0AB 00            NOP
.
```

In deze screen mode gaan we 'scrollen' in machinecode. U weet hoe dat gaat? Tijdens het listen van programmaregels wordt de tekst omhoog gezet en wordt een nieuwe regel onderaan het beeld geplaatst. Dit proces, 'scrolling', programmeren wij nu ook; niet alleen omhoog maar ook omlaag.

We gebruiken een niet-cyclische scroll over het gehele scherm. Naar boven bewegend komt dit neer op het volgende:

- tweede regel op de eerste;
- derde regel op de tweede;
- laatste regel op de één na laatste;
- aanvullen met spaties.

Naar beneden scrollen gaat natuurlijk precies andersom.
Dit alles gebeurt als u op de cursortoetsen drukt.

17.2 De routines op een rij

VPEEK haalt een geadresseerde waarde uit het videogeheugen. Het adres staat in HL en de waarde komt in het A-register te staan.

VPOKE plaatst de inhoud van het A-register in het door middel van HL geadresseerde video-adres.

VFILL vult een stuk videogeheugen met een bepaalde waarde. Die waarde komt in de accumulator. De lengte van het te vullen gebied komt in het BC-registerpaar en het beginadres (We vullen naar boven!) komt in het HL-registerpaar.

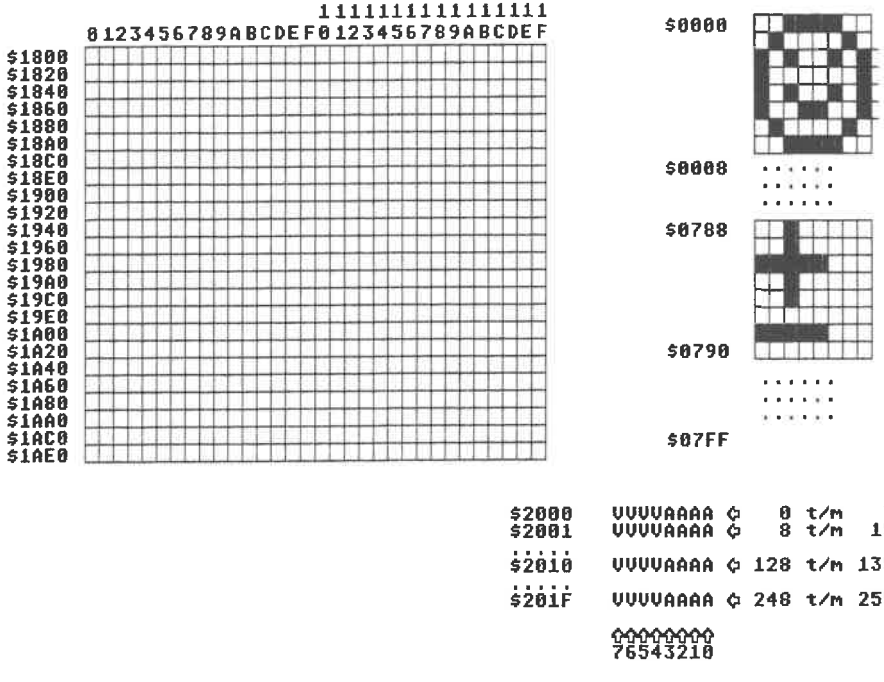
SCROLUP scrolt natuurlijk omhoog. Eerst wordt een teller (op 23) geïnitialiseerd, evenals het eerste schermadres ($0000) en het schermadres van de volgende regel ($0028).

Een regel is 40 tekens breed dus we maken een binnenlus met lengte 40. Vervolgens gaan we regels verplaatsen, van beneden naar boven. Dit alles 23 keer.
Na het scrollen maken we gebruik van de VFILL-routine om de onderste regel snel van spaties te voorzien.

SCROLDOWN scrolt omlaag. Wederom wordt een teller (op 23) geïnitialiseerd, evenals het laatste schermadres ($03BF) en het schermadres van de vorige regel ($0397).
Een regel is 40 breed, dus we maken een binnenlus met lengte 40. Vervolgens gaan we regels verplaatsen, van boven naar beneden. Dit alles natuurlijk 23 keer.
Na het scrollen maken we gebruik van de VFILL-routine om de bovenste regel snel van spaties te voorzien.
INIT gaat ervan uit dat het scherm al in de 40 × 24-mode staat (u komt tenslotte uit de HERBYMON) en kijkt naar de CTRL/STOP-toestand. Niets aan de hand? Dan worden de cursortoetsen uitgelezen en aan de hand daarvan wordt actie ondernomen.

18 Tekst 32 × 24

In de 32 × 24-tekst-mode (zie afb. 18.1) neemt de schermtabel 768 (= 32 × 24) bytes in beslag. Het scherm bestaat uit een rooster van 32 × 24 tekens, in het videogeheugen beginnend op $1800.
Elke waarde (0-255) in dit stukje videogeheugen wijst naar een patroon van 8 × 8 pixels uit de karakterpatroontabel die op $0000 begint.



Afb. 18.1. Screen mode 1

De karakterkleuren (voorgrond en achtergrond) worden per groep van 8 in het videogeheugen vanaf adres $2000 geplaatst. Deze kleurentabel is dus 32 bytes groot.
Sprites zijn toegestaan; de attributentabel begint op $1B00 en de patroontabel op $3800.

18.1 Karakters ontwerpen

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $004a CONSTANT RdVrm
10030 $004d CONSTANT WrtVrm
10040 $006f CONSTANT Init32
10050 $009f CONSTANT ChGet
10060 $00a2 CONSTANT ChPut
10070 $00ba CONSTANT IscNtc
10080 $0156 CONSTANT KilBuf
10090 --
10100 $f3af CONSTANT Lin32
10110 $f3dd CONSTANT CrsX
10120 $f3dc CONSTANT CrsY
10130 $fca7 CONSTANT EscCnt
10140 --
10150 CODE
10160 --
10170 :Help      .by $00
10180 :Teller    .by $00
10190 :Positie   .wo $0000
10200 --
10210 :VPeek
10220    di
10230    call #RdVrm
10240    ei
10250    ret
10260 --
10270 :VPoke
10280    di
10290    call #WrtVrm
10300    ei
10310    ret
10320 --
10330 :GetPos
10340    ld a,#0
10350    ld b,a
10360    ld a,(#Teller)
10370    sla a
10380    rl b
10390    sla a
```

```
10400     rl b
10410     sla a
10420     rl b
10430     ld (#Positie),a
10440     ld a,b
10450     ld (#Positie+1),a
10460     ret
10470 --
10480 :GetLin
10490     ld a,(#CrsY)
10500 :GetLin0
10510     cp #11
10520     retif z
10530     ld de,(#Positie)
10540     inc de
10550     ld (#Positie),de
10560     dec a
10570     jp #GetLin0
10580 --
10590 :GetCol
10600     ld b,#128
10610     ld a,(#CrsX)
10620 :GetCol0
10630     cp #13
10640     retif z
10650     srl b
10660     dec a
10670     jp #GetCol0
10680 --
10690 :Setup
10700     ld hl,#$1800
10710     ld a,#0
10720 :Setup0
10730     call #VPoke
10740     inc hl
10750     inc a
10760     jpif nz,#Setup0
10770     call #GetPos
10780     ld d,#8
10790     ld hl,#$194c
10800 :Setup1
10810     ld e,#8
10820     push hl
10830     ld hl,(#Positie)
10840     call #VPeek
10850     inc hl
10860     ld (#Positie),hl
10870     pop hl
10880     ld b,#128
10890 :Setup2
10900     ld (#Help),a
10910     and b
```

```
10920     IF z
10930         THEN
10940              ld a,#196
10950         ELSE
10960              ld a,#219
10970     FI
10980     call #VPoke
10990     inc hl
11000     srl b
11010     ld a,(#Help)
11020     dec e
11030     jpif nz,#Setup2
11040     ld bc,#$0018
11050     add hl,bc
11060     dec d
11070     jpif nz,#Setup1
11080     ret
11090 --
11100 :Plus
11110     ld hl,#Teller
11120     inc (hl)
11130     ret
11140 --
11150 :Min
11160     ld hl,#Teller
11170     dec (hl)
11180     ret
11190 --
11200 :Up
11210     ld a,(#CrsY)
11220     cp #11
11230     retif z
11240     ld a,#$1e
11250     jp #ChPut
11260 --
11270 :Down
11280     ld a,(#CrsY)
11290     cp #18
11300     retif z
11310     ld a,#$1f
11320     jp #ChPut
11330 --
11340 :Left
11350     ld a,(#CrsX)
11360     cp #13
11370     retif z
11380     ld a,#$1d
11390     jp #ChPut
11400 --
11410 :Right
11420     ld a,(#CrsX)
```

```
11430     cp #20
11440     retif z
11450     ld a,#$1c
11460     jp #ChPut
11470 --
11480 :Pixel
11490     call #GetPos
11500     call #GetLin
11510     call #GetCol
11520     ld hl,(#Positie)
11530     call #VPeek
11540     xor b
11550     call #VPoke
11560     jp #Right
11570 --
11580 :JmpTab     .wo #Plus
11590             .wo #Min
11600             .wo #Up
11610             .wo #Down
11620             .wo #Left
11630             .wo #Right
11640             .wo #Pixel
11650 --
11660 :KeyTab     .by 43
11670             .by 45
11680             .by $1e
11690             .by $1f
11700             .by $1d
11710             .by $1c
11720             .by 32
11730             .by 0
11740 --
11750 :SelfMod
11760     jp #SelfMod
11770 --
11780 :Init
11790     ld a,#32
11800     ld (#Lin32),a
11810     call Init32
11820     ld a,#13
11830     ld (#CrsX),a
11840     ld a,#11
11850     ld (#CrsY),a
11860 :Init0
11870     call #Setup
11880     call #KilBuf
11890 :Init1
11900     call #IscNtc
11910     ld a,#0
11920     ld (#EscCnt),a
11930     call #ChGet
```

```
11940     ld (#Help),a
11950     ld hl,#KeyTab
11960     ld de,#JmpTab
11970 :Init2
11980     ld a,(hl)
11990     cp #0
12000     jpif z,#Init1
12010     ld a,(#Help)
12020     cp (hl)
12030     IF z THEN
12040                ld a,(de)
12050                ld (#SelfMod+1),a
12060                inc de
12070                ld a,(de)
12080                ld (#SelfMod+2),a
12090                call #SelfMod
12100                jp #Init0
12110     FI
12120     inc hl
12130     inc de
12140     inc de
12150     jp #Init2
12160 --
12170 ENDCODE
```

```
.: C000 00 00 00 00  "...."    .: C054 3C C2 50 C0  "<.P."
.: C004 F3 CD 4A 00  "..J."    .: C058 CD 10 C0 16  "...."
.: C008 FB C9 F3 CD  "...."    .: C05C 08 21 4C 19  ".!L."
.: C00C 4D 00 FB C9  "M..."    .: C060 1E 08 E5 2A  "...*"
.: C010 3E 00 47 3A  ">.G:"    .: C064 02 C0 CD 04  "...."
.: C014 01 C0 CB 27  "...'"    .: C068 C0 23 22 02  ".#"."
.: C018 CB 10 CB 27  "...'"    .: C06C C0 E1 06 80  "...."
.: C01C CB 10 CB 27  "...'"    .: C070 32 00 C0 A0  "2..."
.: C020 CB 10 32 02  "..2."    .: C074 C2 7C C0 3E  ".|.>"
.: C024 C0 78 32 03  ".x2."    .: C078 C4 C3 7E C0  "...."
.: C028 C0 C9 3A DC  "..:."    .: C07C 3E DB CD 0A  ">..."
.: C02C F3 FE 0B C8  "...."    .: C080 C0 23 CB 38  ".#.8"
.: C030 ED 5B 02 C0  ".[.."    .: C084 3A 00 C0 1D  ":..."
.: C034 13 ED 53 02  "..S."    .: C088 C2 70 C0 01  ".p.."
.: C038 C0 3D C3 2D  ".=.-"    .: C08C 18 00 09 15  "...."
.: C03C C0 06 80 3A  "...:"    .: C090 C2 60 C0 C9  ".'.."
.: C040 DD F3 FE 0D  "...."    .: C094 21 01 C0 34  "!..4"
.: C044 C8 CB 38 3D  "..8="    .: C098 C9 21 01 C0  ".!.."
.: C048 C3 42 C0 21  ".B.!"    .: C09C 35 C9 3A DC  "5.:."
.: C04C 00 18 3E 00  "..>."    .: C0A0 F3 FE 0B C8  "...."
.: C050 CD 0A C0 23  "...#"    .: C0A4 3E 1E C3 A2  ">..."
```

```
.: C0A8 00 3A DC F3  ".:.."     .: C0F8 C0 3E 20 32  ".> 2"
.: C0AC FE 12 C8 3E  "...>"     .: C0FC AF F3 CD 6F  "...o"
.: C0B0 1F C3 A2 00  "...."     .: C100 00 3E 0D 32  ".>.2"
.: C0B4 3A DD F3 FE  ":..."     .: C104 DD F3 3E 0B  "..>."
.: C0B8 0D C8 3E 1D  "..>."     .: C108 32 DC F3 CD  "2..."
.: C0BC C3 A2 00 3A  "...:"     .: C10C 4B C0 CD 56  "K..V"
.: C0C0 DD F3 FE 14  "...."     .: C110 01 CD BA 00  "...."
.: C0C4 C8 3E 1C C3  ".>.."     .: C114 3E 00 32 A7  ">.2."
.: C0C8 A2 00 CD 10  "...."     .: C118 FC CD 9F 00  "...."
.: C0CC C0 CD 2A C0  "..*."     .: C11C 32 00 C0 21  "2..!"
.: C0D0 CD 3D C0 2A  ".=.*"     .: C120 EE C0 11 E0  "...."
.: C0D4 02 C0 CD 04  "...."     .: C124 C0 7E FE 00  "...."
.: C0D8 C0 A8 CD 0A  "...."     .: C128 CA 11 C1 3A  "...:"
.: C0DC C0 C3 BF C0  "...."     .: C12C 00 C0 BE C2  "...."
.: C0E0 94 C0 99 C0  "...."     .: C130 41 C1 1A 32  "A..2"
.: C0E4 9E C0 A9 C0  "...."     .: C134 F7 C0 13 1A  "...."
.: C0E8 B4 C0 BF C0  "...."     .: C138 32 F8 C0 CD  "2..."
.: C0EC CA C0 2B 2D  "..+-"     .: C13C F6 C0 C3 0B  "...."
.: C0F0 1E 1F 1D 1C  "...."     .: C140 C1 23 13 13  ".#.."
.: C0F4 20 00 C3 F6  " ..."     .: C144 C3 25 C1 3E  ".%.>"
                                .
```

```
.
.; C004 F3          DI
.; C005 CD 4A 00    CALL $004A
.; C008 FB          EI
.; C009 C9          RET
.; C00A F3          DI
.; C00B CD 4D 00    CALL $004D
.; C00E FB          EI
.; C00F C9          RET
.; C010 3E 00       LD A,$00
.; C012 47          LD B,A
.; C013 3A 01 C0    LD A,($C001)
.; C016 CB 27       SLA A
.; C018 CB 10       RL B
.; C01A CB 27       SLA A
.; C01C CB 10       RL B
.; C01E CB 27       SLA A
.; C020 CB 10       RL B
.; C022 32 02 C0    LD ($C002),A
.; C025 78          LD A,B
.; C026 32 03 C0    LD ($C003),A
.; C029 C9          RET
.; C02A 3A DC F3    LD A,($F3DC)
.; C02D FE 0B       CP $0B
.; C02F C8          RET Z
.; C030 ED 5B 02 C0 LD DE,($C002)
.; C034 13          INC DE
.; C035 ED 53 02 C0 LD ($C002),DE
```

```
.; C039 3D          DEC A
.; C03A C3 2D C0    JP $C02D
.; C03D 06 80       LD B,$80
.; C03F 3A DD F3    LD A,($F3DD)
.; C042 FE 0D       CP $0D
.; C044 C8          RET Z
.; C045 CB 38       SRL B
.; C047 3D          DEC A
.; C048 C3 42 C0    JP $C042
.; C04B 21 00 18    LD HL,$1800
.; C04E 3E 00       LD A,$00
.; C050 CD 0A C0    CALL $C00A
.; C053 23          INC HL
.; C054 3C          INC A
.; C055 C2 50 C0    JP NZ,$C050
.; C058 CD 10 C0    CALL $C010
.; C05B 16 08       LD D,$08
.; C05D 21 4C 19    LD HL,$194C
.; C060 1E 08       LD E,$08
.; C062 E5          PUSH HL
.; C063 2A 02 C0    LD HL,($C002)
.; C066 CD 04 C0    CALL $C004
.; C069 23          INC HL
.; C06A 22 02 C0    LD ($C002),HL
.; C06D E1          POP HL
.; C06E 06 80       LD B,$80
.; C070 32 00 C0    LD ($C000),A
.; C073 A0          AND B
.; C074 C2 7C C0    JP NZ,$C07C
.; C077 3E C4       LD A,$C4
.; C079 C3 7E C0    JP $C07E
.; C07C 3E DB       LD A,$DB
.; C07E CD 0A C0    CALL $C00A
.; C081 23          INC HL
.; C082 CB 38       SRL B
.; C084 3A 00 C0    LD A,($C000)
.; C087 1D          DEC E
.; C088 C2 70 C0    JP NZ,$C070
.; C08B 01 18 00    LD BC,$0018
.; C08E 09          ADD HL,BC
.; C08F 15          DEC D
.; C090 C2 60 C0    JP NZ,$C060
.; C093 C9          RET
.; C094 21 01 C0    LD HL,$C001
.; C097 34          INC (HL)
.; C098 C9          RET
.; C099 21 01 C0    LD HL,$C001
.; C09C 35          DEC (HL)
.; C09D C9          RET
.; C09E 3A DC F3    LD A,($F3DC)
.; C0A1 FE 0B       CP $0B
.; C0A3 C8          RET Z
```

```
.; C0A4 3E 1E        LD A,$1E
.; C0A6 C3 A2 00     JP $00A2
.; C0A9 3A DC F3     LD A,($F3DC)
.; C0AC FE 12        CP $12
.; C0AE C8           RET Z
.; C0AF 3E 1F        LD A,$1F
.; C0B1 C3 A2 00     JP $00A2
.; C0B4 3A DD F3     LD A,($F3DD)
.; C0B7 FE 0D        CP $0D
.; C0B9 C8           RET Z
.; C0BA 3E 1D        LD A,$1D
.; C0BC C3 A2 00     JP $00A2
.; C0BF 3A DD F3     LD A,($F3DD)
.; C0C2 FE 14        CP $14
.; C0C4 C8           RET Z
.; C0C5 3E 1C        LD A,$1C
.; C0C7 C3 A2 00     JP $00A2
.; C0CA CD 10 C0     CALL $C010
.; C0CD CD 2A C0     CALL $C02A
.; C0D0 CD 3D C0     CALL $C03D
.; C0D3 2A 02 C0     LD HL,($C002)
.; C0D6 CD 04 C0     CALL $C004
.; C0D9 A8           XOR B
.; C0DA CD 0A C0     CALL $C00A
.; C0DD C3 BF C0     JP $C0BF
.; C0E0 94           SUB H
.; C0E1 C0           RET NZ
.; C0E2 99           SBC A,C
.; C0E3 C0           RET NZ
.; C0E4 9E           SBC A,(HL)
.; C0E5 C0           RET NZ
.; C0E6 A9           XOR C
.; C0E7 C0           RET NZ
.; C0E8 B4           OR H
.; C0E9 C0           RET NZ
.; C0EA BF           CP A
.; C0EB C0           RET NZ
.; C0EC CA C0 2B     JP Z,$2BC0
.; C0EF 2D           DEC L
.; C0F0 1E 1F        LD E,$1F
.; C0F2 1D           DEC E
.; C0F3 1C           INC E
.; C0F4 20 00        JR NZ,@C0F6
.; C0F6 C3 F6 C0     JP $C0F6
.; C0F9 3E 20        LD A,$20
.; C0FB 32 AF F3     LD ($F3AF),A
.; C0FE CD 6F 00     CALL $006F
.; C101 3E 0D        LD A,$0D
.; C103 32 DD F3     LD ($F3DD),A
.; C106 3E 0B        LD A,$0B
.; C108 32 DC F3     LD ($F3DC),A
.; C10B CD 4B C0     CALL $C04B
```

```
.; C10E CD 56 01      CALL $0156
.; C111 CD BA 00      CALL $00BA
.; C114 3E 00         LD A,$00
.; C116 32 A7 FC      LD ($FCA7),A
.; C119 CD 9F 00      CALL $009F
.; C11C 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C11F 21 EE C0      LD HL,$C0EE
.; C122 11 E0 C0      LD DE,$C0E0
.; C125 7E            LD A,(HL)
.; C126 FE 00         CP $00
.; C128 CA 11 C1      JP Z,$C111
.; C12B 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C12E BE            CP (HL)
.; C12F C2 41 C1      JP NZ,$C141
.; C132 1A            LD A,(DE)
.; C133 32 F7 C0      LD ($C0F7),A
.; C136 13            INC DE
.; C137 1A            LD A,(DE)
.; C138 32 F8 C0      LD ($C0F8),A
.; C13B CD F6 C0      CALL $C0F6
.; C13E C3 0B C1      JP $C10B
.; C141 23            INC HL
.; C142 13            INC DE
.; C143 13            INC DE
.; C144 C3 25 C1      JP $C125
.; C147 3E 1D         LD A,$1D
.
```

Als programmeervoorbeeld een karakterset-editor. Het wordt nu mogelijk om zelf een echte 8 × 8 karakterset te ontwerpen.
Natuurlijk kunt u deze zelf ontworpen leestekens ook opslaan. Dit gaat vanuit BASIC met een video-SAVE-opdracht. Zo'n opgeslagen karakterset kunt u naderhand met een video-LOAD-commando weer ophalen.
U kunt met behulp van de karaktertabel uit appendix B en de listings heel eenvoudig uitzoeken hoe de karakterontwerper nu precies werkt. Dit zelf uitzoeken is niet zonder reden. Als u namelijk weet hoe het edit-principe in elkaar steekt, wordt het zeer eenvoudig om zelf commando's toe te voegen en eigen editors te ontwerpen.
Welke commando's en editors? Dat hangt van uw eigen fantasie en behoeften af.

18.2 De routines op een rij

VPEEK, u inmiddels bekend uit de vorige listing.

VPOKE, idem dito.

GETPOS berekent de plaats waar de informatie over het huidige karakter staat. Dit komt neer op een 'karakter maal 8'-berekening.
We doen dit met behulp van een schuifinstructie. Denkt u even mee! Als we een bitpatroon naar links schuiven, doen we niets meer dan vermenigvuldigen met 2. Drie keer schuiven is dus $2 \times 2 \times 2 = 8$. (Even tussendoor: naar rechts schuiven is delen door 2...)

GETLIN kijkt welk byte uit het patroon van 8 thans wordt bewerkt. We kijken hiervoor naar de Y-waarde van de cursor.

GETCOL kijkt welk BIT uit het byte thans wordt bewerkt. We kijken hiervoor naar de X-waarde van de cursor.

SETUP tovert een karakterset en het thans bekeken karakter te voorschijn. Eerst initialiseren we het HL-paar op $1800 (begin van de schermtabel), en we 'video-poken' de waarden 0-255 op het beeld.
Van het nu bekeken karakter wordt de positie berekend en er wordt 8 (de hoogte) maal 8 keer (de breedte) het juiste pixel afgedrukt.

PLUS verhoogt het huidige karakter met één.

MIN verlaagt het huidige karakter met één.

UP verplaatst, indien mogelijk, de cursor één locatie naar beneden.

DOWN verplaatst, indien mogelijk, de cursor één positie naar boven.

LEFT verplaatst, indien mogelijk, de cursor één positie naar links.

RIGHT verplaatst, indien mogelijk, de cursor één positie naar rechts.

PIXEL berekent de pixelpositie van de cursor en XOR-t deze waarde met de desbetreffende bitadressering. Pixel aan wordt pixel uit en andersom.

JMPTAB bevat de adressen die worden aangeroepen als er op een commando-toets wordt gedrukt.

KEYTAB bevat de ASCII-waarden die horen bij de commandotoetsen. Een KEYTAB-adressering is niet meer dan een pointer naar de vorige tabel.

SELFMOD is een CALL-routine die door de key scan wordt veranderd als er op een commandotoets wordt gedrukt.
Stel dat de PLUS-routine moet worden aangeroepen. Het low-byte van PLUS komt van KEYTAB en wordt op SELFMOD + 1 geplaatst, Het high-byte van PLUS komt van KEYTAB + 1 en wordt op SELFMOD + 2 geplaatst.

INIT stelt de juiste schermbreedte en screen mode in, waarna (met CTRL/STOP-check) de juiste commando's worden bepaald enz.

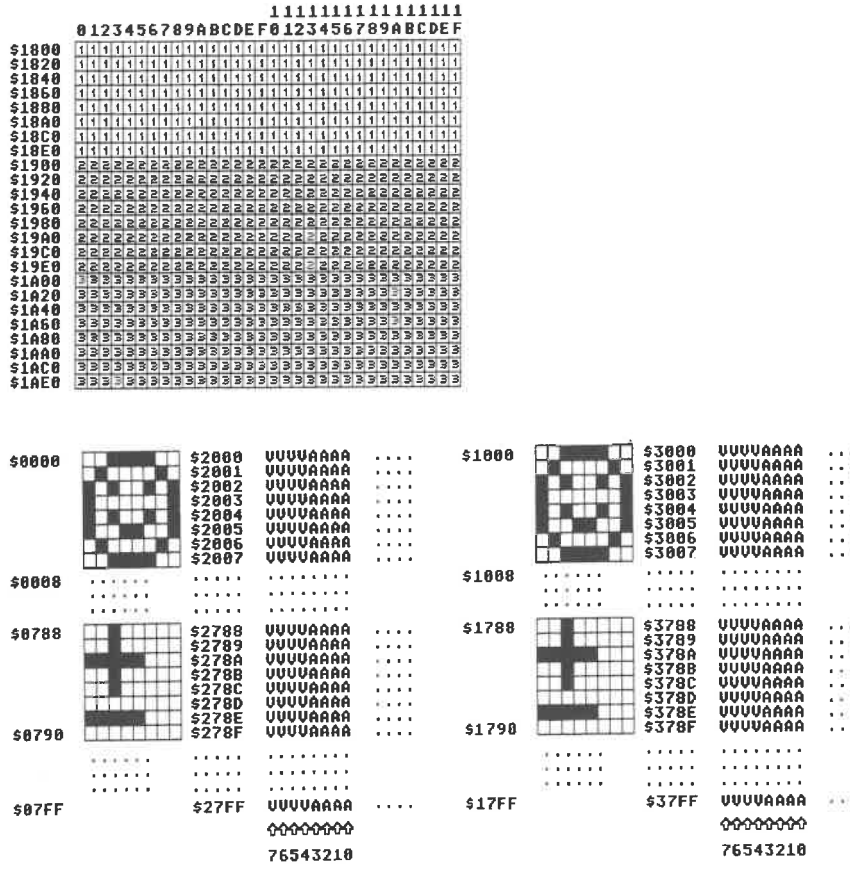
19 High resolution

In de high resolution mode of hires mode (zie afb. 19.1) neemt de schermtabel 768 (= 32 × 24) bytes in beslag. Het scherm bestaat uit een rooster van 32 × 24 karakters, in het videogeheugen beginnend op $1800.

In tegenstelling tot de screen mode uit het vorige hoofdstuk kan iedere schermpositie nu over een eigen plaats in de karakterset beschikken. Dit wordt gedaan door drie verschillende karaktersets te gebruiken. Een karakterset voor de bovenste 8 regels ($0000-$07FF), een karakterset voor de middelste 8 regels ($0800-$0FFF) en een karakterset voor de onderste acht regels ($1000-$17FF). Elke waarde op een schermgedeelte (0-255) wijst naar een plaats in de bijpassende karakterset. Een 8 × 8 pixelpatroon dus, met 6K aan karakterinformatie.
De karakterkleuren (voorgrond en achtergrond) worden per regel bepaald. Voor de eerste karakterset staat de kleurentabel op $2000-$27FF, voor de tweede karakterset op $2800-$2FFF en voor de derde karakterset op $3000-$37FF. Er is dus ook 6K aan kleurinformatie.
Sprites zijn toegestaan; de attributentabel begint op $1B00 en de patroontabel begint op $3800.

19.1 Spelletje spelen?

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $000c CONSTANT RdSlt
10030 $0056 CONSTANT FilVrm
10040 $005c CONSTANT LDirVm
10050 $0072 CONSTANT IniGrp
10060 $00ba CONSTANT IscNtc
10070 $00d5 CONSTANT GtStck
10080 --
10090 $f91f CONSTANT CgPnt
10100 --
10110 CODE
10120 --
10130 :Big       .by $00
10140 :Tiny      .by $00
```



Afb. 19.1. Screen mode 2

```
10150 --
10160 :Buffer    .wo $9000
10170 :Game      .wo $3000
10180 :Info      .wo $6000
10190 --
10200 :VFill
10210    di
10220    call #FilVrm
10230    ei
10240    ret
10250 --
10260 :RVMove
10270    di
10280    call #LDirVm
10290    ei
10300    ret
10310 --
10320 :Up
10330    ld hl,#Big
10340    ld a,(hl)
10350    cp #0
10360    retif z
10370    dec (hl)
10380    ret
10390 --
10400 :Down
10410    ld hl,#Big
10420    ld a,(hl)
10430    cp #240
10440    retif z
10450    inc (hl)
10460    ret
10470 --
10480 :Right
10490    ld hl,#Tiny
10500    dec (hl)
10510    ret
10520 --
10530 :Left
10540    ld hl,#Tiny
10550    inc (hl)
10560    ret
10570 --
10580 :ShowGame
10590    ld a,(#Big)
10600    ld l,a
10610    ld h,#0
10620    sla l
10630    rl h
10640    sla l
10650    rl h
```

```
10660     sla l
10670     rl h
10680     sla l
10690     rl h
10700     sla l
10710     rl h
10720     ld bc,(#Game)
10730     add hl,bc
10740     ld bc,#$0200
10750     ld de,#$1800
10760     jp #RVMove
10770 --
10780 :ShowInfo
10790     ld de,(#Buffer)
10800     ld hl,(#Info)
10810     ld a,(#Tiny)
10820     ld l,a
10830     ld c,#8
10840 :ShowInfo0
10850     ld b,#32
10860 :ShowInfo1
10870     ld a,(hl)
10880     ld (de),a
10890     inc de
10900     inc l
10910     djnz #ShowInfo1
10920     inc h
10930     ld a,(#Tiny)
10940     ld l,a
10950     dec c
10960     jpif nz,#ShowInfo0
10970     ld bc,#$0100
10980     ld de,#$1a00
10990     ld hl,(#Buffer)
11000     jp #RVMove
11010 --
11020 :Joy
11030     ld a,#0
11040     call #GtStck
11050     ld b,a
11060     cp #1
11070     IF z
11080         THEN
11090             call #Up
11100     FI
11110     ld a,b
11120     cp #3
11130     IF z
11140         THEN
11150             call #Right
11160     FI
11170     ld a,b
```

```
11180     cp #5
11190     IF z
11200         THEN
11210             call #Down
11220     FI
11230     ld a,b
11240     cp #7
11250     IF z
11260         THEN
11270             call #Left
11280     FI
11290     call #ShowGame
11300     jp #ShowInfo
11310 --
11320 :Init
11330     call #IniGrp
11340     ld bc,#$0800
11350     ld de,(#Buffer)
11360     ld hl,(#CgPnt+1)
11370 :Init0
11380     push bc
11390     push de
11400     ld a,(#CgPnt)
11410     call #RdSlt
11420     pop de
11430     pop bc
11440     ld (de),a
11450     inc de
11460     inc hl
11470     dec c
11480     jpif nz,#Init0
11490     dec b
11500     jpif nz,#Init0
11510     ld bc,#$0800
11520     ld de,#$0000
11530     ld hl,(#Buffer)
11540     call #RVMove
11550     ld bc,#$0800
11560     ld de,#$0800
11570     ld hl,(#Buffer)
11580     call #RVMove
11590     ld bc,#$0800
11600     ld de,#$1000
11610     ld hl,(#Buffer)
11620     call #RVMove
11630     ld a,#%00111100
11640     ld bc,#$1000
11650     ld hl,#$2000
11660     call #VFill
11670     ld a,#%11110001
11680     ld bc,#$0800
11690     ld hl,#$3000
```

```
11700     call #VFill
11710 :Init1
11720     call #IscNtc
11730     call #Joy
11740     jp #Init1
11750 --
11760 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 90  "...."     .: C08C C0 CD 14 C0  "....."
.: C004 00 30 00 60  ".0.`"     .: C090 78 FE 03 C2  "x..."
.: C008 F3 CD 56 00  "..V."     .: C094 99 C0 CD 26  "...&"
.: C00C FB C9 F3 CD  "...."     .: C098 C0 78 FE 05  ".x.."
.: C010 5C 00 FB C9  "\..."     .: C09C C2 A2 C0 CD  "...."
.: C014 21 00 C0 7E  "!..~"     .: C0A0 1D C0 78 FE  "..x."
.: C018 FE 00 C8 35  "...5"     .: C0A4 07 C2 AB C0  "...."
.: C01C C9 21 00 C0  ".!.."     .: C0A8 CD 2B C0 CD  ".+.."
.: C020 7E FE F0 C8  "~..."     .: C0AC 30 C0 C3 58  "0..X"
.: C024 34 C9 21 01  "4.!."     .: C0B0 C0 CD 72 00  "..r."
.: C028 C0 35 C9 21  ".5.!"     .: C0B4 01 00 08 ED  "...."
.: C02C 01 C0 34 C9  "..4."     .: C0B8 5B 02 C0 2A  "[..*"
.: C030 3A 00 C0 6F  ":..o"     .: C0BC 20 F9 C5 D5  " ..."
.: C034 26 00 CB 25  "&..%"     .: C0C0 3A 1F F9 CD  ":..."
.: C038 CB 14 CB 25  "...%"     .: C0C4 0C 00 D1 C1  "...."
.: C03C CB 14 CB 25  "...%"     .: C0C8 12 13 23 0D  "..#."
.: C040 CB 14 CB 25  "...%"     .: C0CC C2 BE C0 05  "...."
.: C044 CB 14 CB 25  "...%"     .: C0D0 C2 BE C0 01  "...."
.: C048 CB 14 ED 4B  "...K"     .: C0D4 00 08 11 00  "...."
.: C04C 04 C0 09 01  "...."     .: C0D8 00 2A 02 C0  ".*.."
.: C050 00 02 11 00  "...."     .: C0DC CD 0E C0 01  "...."
.: C054 18 C3 0E C0  "...."     .: C0E0 00 08 11 00  "...."
.: C058 ED 5B 02 C0  ".[.."     .: C0E4 08 2A 02 C0  ".*.."
.: C05C 2A 06 C0 3A  "*..:"     .: C0E8 CD 0E C0 01  "...."
.: C060 01 C0 6F 0E  "..o."     .: C0EC 00 08 11 00  "...."
.: C064 08 06 20 7E  ".. ~"     .: C0F0 10 2A 02 C0  ".*.."
.: C068 12 13 2C 10  "..,."     .: C0F4 CD 0E C0 3E  "...>"
.: C06C FA 24 3A 01  ".$:."     .: C0F8 3C 01 00 10  "<..."
.: C070 C0 6F 0D C2  ".o.."     .: C0FC 21 00 20 CD  "!. ."
.: C074 65 C0 01 00  "e..."     .: C100 08 C0 3E F1  "..>."
.: C078 01 11 00 1A  "...."     .: C104 01 00 08 21  "...!"
.: C07C 2A 02 C0 C3  "*..."     .: C108 00 30 CD 08  ".0.."
.: C080 0E C0 3E 00  "..>."     .: C10C C0 CD BA 00  "...."
.: C084 CD D5 00 47  "...G"     .: C110 CD 82 C0 C3  "...."
.: C088 FE 01 C2 90  "...."     .: C114 0D C1 32 A7  "..2."
                                .
```

```
.; C008 F3            DI
.; C009 CD 56 00      CALL $0056
.; C00C FB            EI
.; C00D C9            RET
.; C00E F3            DI
.; C00F CD 5C 00      CALL $005C
.; C012 FB            EI
.; C013 C9            RET
.; C014 21 00 C0      LD HL,$C000
.; C017 7E            LD A,(HL)
.; C018 FE 00         CP $00
.; C01A C8            RET Z
.; C01B 35            DEC (HL)
.; C01C C9            RET
.; C01D 21 00 C0      LD HL,$C000
.; C020 7E            LD A,(HL)
.; C021 FE F0         CP $F0
.; C023 C8            RET Z
.; C024 34            INC (HL)
.; C025 C9            RET
.; C026 21 01 C0      LD HL,$C001
.; C029 35            DEC (HL)
.; C02A C9            RET
.; C02B 21 01 C0      LD HL,$C001
.; C02E 34            INC (HL)
.; C02F C9            RET
.; C030 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C033 6F            LD L,A
.; C034 26 00         LD H,$00
.; C036 CB 25         SLA L
.; C038 CB 14         RL H
.; C03A CB 25         SLA L
.; C03C CB 14         RL H
.; C03E CB 25         SLA L
.; C040 CB 14         RL H
.; C042 CB 25         SLA L
.; C044 CB 14         RL H
.; C046 CB 25         SLA L
.; C048 CB 14         RL H
.; C04A ED 4B 04 C0   LD BC,($C004)
.; C04E 09            ADD HL,BC
.; C04F 01 00 02      LD BC,$0200
.; C052 11 00 18      LD DE,$1800
.; C055 C3 0E C0      JP $C00E
.; C058 ED 5B 02 C0   LD DE,($C002)
.; C05C 2A 06 C0      LD HL,($C006)
.; C05F 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C062 6F            LD L,A
.; C063 0E 08         LD C,$08
.; C065 06 20         LD B,$20
.; C067 7E            LD A,(HL)
```

```
.; C068 12          LD (DE),A
.; C069 13          INC DE
.; C06A 2C          INC L
.; C06B 10 FA       DJNZ @C067
.; C06D 24          INC H
.; C06E 3A 01 C0    LD A,($C001)
.; C071 6F          LD L,A
.; C072 0D          DEC C
.; C073 C2 65 C0    JP NZ,$C065
.; C076 01 00 01    LD BC,$0100
.; C079 11 00 1A    LD DE,$1A00
.; C07C 2A 02 C0    LD HL,($C002)
.; C07F C3 0E C0    JP $C00E
.; C082 3E 00       LD A,$00
.; C084 CD D5 00    CALL $00D5
.; C087 47          LD B,A
.; C088 FE 01       CP $01
.; C08A C2 90 C0    JP NZ,$C090
.; C08D CD 14 C0    CALL $C014
.; C090 78          LD A,B
.; C091 FE 03       CP $03
.; C093 C2 99 C0    JP NZ,$C099
.; C096 CD 26 C0    CALL $C026
.; C099 78          LD A,B
.; C09A FE 05       CP $05
.; C09C C2 A2 C0    JP NZ,$C0A2
.; C09F CD 1D C0    CALL $C01D
.; C0A2 78          LD A,B
.; C0A3 FE 07       CP $07
.; C0A5 C2 AB C0    JP NZ,$C0AB
.; C0A8 CD 2B C0    CALL $C02B
.; C0AB CD 30 C0    CALL $C030
.; C0AE C3 58 C0    JP $C058
.; C0B1 CD 72 00    CALL $0072
.; C0B4 01 00 08    LD BC,$0800
.; C0B7 ED 5B 02 C0 LD DE,($C002)
.; C0BB 2A 20 F9    LD HL,($F920)
.; C0BE C5          PUSH BC
.; C0BF D5          PUSH DE
.; C0C0 3A 1F F9    LD A,($F91F)
.; C0C3 CD 0C 00    CALL $000C
.; C0C6 D1          POP DE
.; C0C7 C1          POP BC
.; C0C8 12          LD (DE),A
.; C0C9 13          INC DE
.; C0CA 23          INC HL
.; C0CB 0D          DEC C
.; C0CC C2 BE C0    JP NZ,$C0BE
.; C0CF 05          DEC B
.; C0D0 C2 BE C0    JP NZ,$C0BE
.; C0D3 01 00 08    LD BC,$0800
.; C0D6 11 00 00    LD DE,$0000
```

```
.; C0D9 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C0DC CD 0E C0      CALL $C00E
.; C0DF 01 00 08      LD BC,$0800
.; C0E2 11 00 08      LD DE,$0800
.; C0E5 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C0E8 CD 0E C0      CALL $C00E
.; C0EB 01 00 08      LD BC,$0800
.; C0EE 11 00 10      LD DE,$1000
.; C0F1 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C0F4 CD 0E C0      CALL $C00E
.; C0F7 3E 3C         LD A,$3C
.; C0F9 01 00 10      LD BC,$1000
.; C0FC 21 00 20      LD HL,$2000
.; C0FF CD 08 C0      CALL $C008
.; C102 3E F1         LD A,$F1
.; C104 01 00 08      LD BC,$0800
.; C107 21 00 30      LD HL,$3000
.; C10A CD 08 C0      CALL $C008
.; C10D CD BA 00      CALL $00BA
.; C110 CD 82 C0      CALL $C082
.; C113 C3 0D C1      JP $C10D
.; C116 32 A7 FC      LD ($FCA7),A
.
```

De hires mode is de geschiktste scherm-mode voor spelprogrammering. Alle karakters zijn afzonderlijk te definiëren en ook met de kleurmogelijkheden is het prima in orde. Als voorbeeld krijgt u dan ook een spelprobleem. Probleem? Jawel, want bij spelletjes gaat het vooral om snelheid en beeldkwaliteit. Het liefst ook nog eens zoveel mogelijk schermen, u kent dat wel.

We gaan wederom scrollen, maar op een totaal andere manier. Waar het in ons eerste programmeervoorbeeld van dit hoofdstuk om een 'op het scherm'-scroll ging, gaan we nu vanuit het normale geheugen scrollen, en wel zo snel mogelijk. Stelt u zich eens een verticale pijp voor, met een breedte van 32 tekens en een lengte van 256 tekens. Aangezien de toegestane schermhoogte 16 tekens (twee karaktersets) gaat worden, kunnen we onmogelijk het hele speelveld laten zien. Het scherm fungeert als het ware als een venster waardoor we steeds één zestiende van het totale oppervlak kunnen bekijken. (Scrollen met de cursortoetsen)
We nemen ook een horizontale pijp, met een breedte van 256 tekens en een hoogte van 8 tekens. De maximale breedte van een scherm is 32 tekens, dus ook hier moeten we scrollen, alweer met de cursortoetsen.

Door middel van een adresseringstruc worden de schermen uit het BASIC-ROM gekopieerd (zodat u iets ziet als u het de eerste keer probeert), maar het is uiteraard zeer eenvoudig om de bewuste pointers naar RAM te laten wijzen. RAM waar u zelf een mooi scherm kunt maken, met wellicht een zelfgeschreven editor?

19.2 De routines op een rij

VFILL vult een stuk videogeheugen met een door u bepaalde waarde. De accumulator bevat deze waarde. Het BC-registerpaar bevat de lengte, het HL-registerpaar het beginadres.

RVMOVE verplaatst een stuk gewoon geheugen naar hetvideogeheugen. in BC staat de lengte, in DE het beginadres van het videogeheugen en in HL het beginadres van het gewone geheugenblok.

UP scrollt indien mogelijk omhoog.

DOWN scrollt indien mogelijk omlaag.

RIGHT scrollt indien mogelijk naar rechts.

LEFT scrollt indien mogelijk naar links.

SHOWGAME laat een gedeelte van de verticale pijp op het scherm zien; het speelveld zullen we maar zeggen.
Het beginadres wordt met een 'maal 32'-berekening en een eenvoudige offset-optelling naar HL gecalculeerd. Als dit geheugenadres eenmaal is gevonden, volgt een razendsnelle BIOS-kopieerroutine.

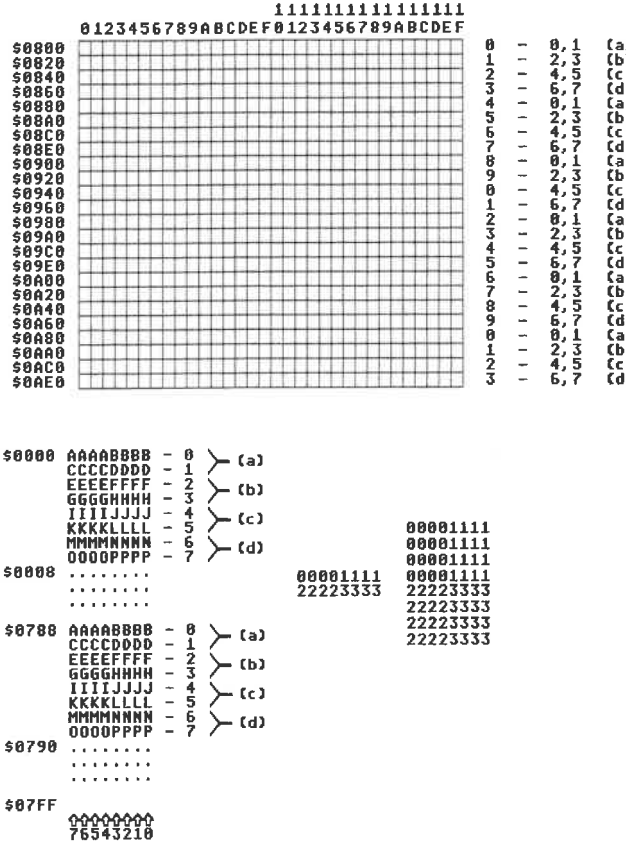
SHOWINFO laat een gedeelte van de horizontale pijp op het scherm zien, laten we zeggen het informatieve gedeelte. (Tellers en zo...)
Nu moet u het high-byte en het low-byte even afzonderlijk bekijken. In het low-byte plaatsen we steeds de horizontale begin-pointer. In het high-byte komt het pagina-adres van de lijn die op dat moment aan de beurt is.
Tijdens het naar de buffer kopiëren van een horizontale lijn verhogen we alleen het low-byte (L), voor de volgende lijn verhogen we het high-byte (H).
We kopiëren niet meteen naar het scherm in verband met snelheidsverlies. Een RVMOVE-routine is altijd VEEL sneller dan afzonderlijk 'ge-poke'.

JOY kijkt naar de cursortoetsen en verandert de scherm-pointers indien noodzakelijk.

INIT zet het scherm in de hires mode en gaat vervolgens de karakterset uit het ROM kopiëren. Eerst naar een buffer, om vervolgens diezelfde karakterset 3 keer naar het videogeheugen weg te zetten.
Met de VFILL-routines zorgen we voor de juiste karakterkleuren op de juiste plaatsen.

20 Multi Color

De veel kleuren-mode dus. Een verschrikkelijk ondoorzichtige scherm-mode (zie afb. 20.1), iets dat veel programmeurs afschrikt. Het enige dat u doet, is blokjes op het scherm zetten. 64 × 48 blokjes, zo u wilt met ieder een eigen kleur.



Afb. 20.1. Screen mode 3

In deze 'veel kleuren'-mode neemt de schermtabel 768 (= 32 × 24) bytes in beslag. Het scherm bestaat uit een rooster van 32 bij 24, in het videogeheugen beginnend op $0800.
De karakterset (beter is: 'kleurenset') begint op $0000 en loopt tot $07FF. In deze kleurenset zit 'm de grap. Twee bytes zijn namelijk voldoende om een 8 × 8 blokje in te kleuren. Slim als de MSX-computer is, gebruikt hij de eerste twee bytes uit zo'n (normaal is de karakterlengte 8) kleurenkarakter voor de 0-regels, de tweede twee bytes zijn voor de 1-regels, de derde twee bytes voor de 3-regels en de vierde twee bytes tot slot zijn voor de 4-regels.
Even terug naar dat 8 × 8-blok. In zo'n 8 × 8-blok zit in feite een viertal 4 × 4-pixels ('bixels' in dit geval, want ze zijn een stuk groter) geadresseerd door twee bytes. Het high-nybble van het eerste byte zorgt voor het 4 × 4-bixel linksboven, het low-nybble van het eerste byte zorgt voor het 4 × 4-bixel rechtsboven, het high-nybble van het tweede byte zorgt voor het 4 × 4-bixel linksonder en het low-nybble van het tweede byte zorgt voor het 4 × 4-bixel rechtsonder.
Sprites zijn toegestaan. De attributentabel begint op $1B00 en de patroontabel begint op $3800.

20.1 Over lichtorgels

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $004a CONSTANT RdVrm
10030 $004d CONSTANT WrtVrm
10040 $0056 CONSTANT FilVrm
10050 $0062 CONSTANT ChgClr
10060 $0075 CONSTANT IniMlt
10070 $00ba CONSTANT IscNtc
10080 $00d5 CONSTANT GtStck
10090 $00d8 CONSTANT GtTrig
10100 --
10110 $f3e9 CONSTANT ForClr
10120 $f3ea CONSTANT BacClr
10130 $f3eb CONSTANT BdrClr
10140 --
10150 CODE
10160 --
10170 :Teller    .by $00
10180 :Xpos      .by $00
10190 :Ypos      .by $00
10200 :Positie   .wo $0000
10210 --
10220 :VPeek
10230    di
```

```
10240     call #RdVrm
10250     ei
10260     ret
10270 --
10280 :VPoke
10290     di
10300     call #WrtVrm
10310     ei
10320     ret
10330 --
10340 :VFill
10350     di
10360     call #FilVrm
10370     ei
10380     ret
10390 --
10400 :CurPos
10410     ld hl,#Xpos
10420     ld a,#0
10430     ld b,a
10440     ld a,(#Ypos)
10450     sla a
10460     rl b
10470     sla a
10480     rl b
10490     sla a
10500     rl b
10510     sla a
10520     rl b
10530     sla a
10540     rl b
10550     or (hl)
10560     ld l,a
10570     ld a,b
10580     ld h,b
10590     ld bc,#$0800
10600     add hl,bc
10610     ld a,#15
10620     jp #VPoke
10630 --
10640 :Plot
10650     ld a,#14
10660     jp #VPoke
10670 --
10680 :Cycle
10690     ld bc,#$0300
10700     ld hl,#$0800
10710 :Cycle0
10720     call #VPeek
10730     cp #0
10740     IF nz
```

```
10750         THEN
10760              dec a
10770              call #YPoke
10780     FI
10790     inc hl
10800     dec c
10810     jpif nz,#Cycle0
10820     dec b
10830     jpif nz,#Cycle0
10840     ret
10850 --
10860 :Boing
10870     call #CurPos
10880     ld bc,#$0020
10890     ld (#Positie),hl
10900     or a
10910     sbc hl,bc
10920     call #Plot
10930     ld hl,(#Positie)
10940     dec hl
10950     call #Plot
10960     inc hl
10970     inc hl
10980     call #Plot
10990     ld hl,(#Positie)
11000     add hl,bc
11010     jp #Plot
11020 --
11030 :Up
11040     ld a,(#Ypos)
11050     cp #1
11060     retif z
11070     dec a
11080     ld (#Ypos),a
11090     ret
11100 --
11110 :Right
11120     ld a,(#Xpos)
11130     cp #30
11140     retif z
11150     inc a
11160     ld (#Xpos),a
11170     ret
11180 --
11190 :Down
11200     ld a,(#Ypos)
11210     cp #22
11220     retif z
11230     inc a
11240     ld (#Ypos),a
11250     ret
11260 --
```

```
11270 :Left
11280    ld a,(#Xpos)
11290    cp #1
11300    retif z
11310    dec a
11320    ld (#Xpos),a
11330    ret
11340 --
11350 :Joy
11360    ld a,#0
11370    call #GtStck
11380    ld b,a
11390    cp #1
11400    IF z
11410        THEN
11420            call #Up
11430    FI
11440    ld a,b
11450    cp #2
11460    IF z
11470        THEN
11480            call #Up
11490            call #Right
11500    FI
11510    ld a,b
11520    cp #3
11530    IF z
11540        THEN
11550            call #Right
11560    FI
11570    ld a,b
11580    cp #4
11590    IF z
11600        THEN
11610            call #Right
11620            call #Down
11630    FI
11640    ld a,b
11650    cp #5
11660    IF z
11670        THEN
11680            call #Down
11690    FI
11700    ld a,b
11710    cp #6
11720    IF z
11730        THEN
11740            call #Down
11750            call #Left
11760    FI
11770    ld a,b
11780    cp #7
```

```
11790     IF z
11800         THEN
11810             call #Left
11820     FI
11830     ld a,b
11840     cp #8
11850     IF z
11860         THEN
11870             call #Left
11880             call #Up
11890     FI
11900     ld a,#0
11910     call #GtTrig
11920     cp #$ff
11930     jpif z,#Boing
11940     ret
11950 --
11960 :Init
11970     call #IniMlt
11980     ld a,#0
11990     ld (#Teller),a
12000     ld hl,#$0000
12010 :Init0
12020     ld a,(#Teller)
12030     ld b,a
12040     sla b
12050     sla b
12060     sla b
12070     sla b
12080     or b
12090     ld b,#8
12100 :Init1
12110     call #VPoke
12120     inc hl
12130     djnz #Init1
12140     ld a,(#Teller)
12150     inc a
12160     ld (#Teller),a
12170     cp #16
12180     jpif nz,#Init0
12190     ld a,#0
12200     ld bc,#$0300
12210     ld hl,#$0800
12220     call #VFill
12230     ld a,#1
12240     ld (#ForClr),a
12250     ld (#BacClr),a
12260     ld (#BdrClr),a
12270     ld (#Xpos),a
12280     ld (#Ypos),a
12290     call #ChgClr
12300 :Init2
```

```
12310     call #IscNtc
12320     call #CurPos
12330     call #Cycle
12340     call #Joy
12350     jp #Init2
12360 --
12370 ENDCODE
```

```
.: C000 00 00 00 00  "...."     .: C0A0 3C 32 02 C0  "<2.."
.: C004 00 F3 CD 4A  "...J"     .: C0A4 C9 3A 01 C0  ".:.."
.: C008 00 FB C9 F3  "...."     .: C0A8 FE 01 C8 3D  "...="
.: C00C CD 4D 00 FB  ".M.."     .: C0AC 32 01 C0 C9  "2..."
.: C010 C9 F3 CD 56  "...V"     .: C0B0 3E 00 CD D5  ">..."
.: C014 00 FB C9 21  "...!"     .: C0B4 00 47 FE 01  ".G.."
.: C018 01 C0 3E 00  "..>."     .: C0B8 C2 BE C0 CD  "...."
.: C01C 47 3A 02 C0  "G:.."     .: C0BC 84 C0 78 FE  "..x."
.: C020 CB 27 CB 10  ".'.."     .: C0C0 02 C2 CA C0  "...."
.: C024 CB 27 CB 10  ".'.."     .: C0C4 CD 84 C0 CD  "...."
.: C028 CB 27 CB 10  ".'.."     .: C0C8 8F C0 78 FE  "..x."
.: C02C CB 27 CB 10  ".'.."     .: C0CC 03 C2 D3 C0  "...."
.: C030 CB 27 CB 10  ".'.."     .: C0D0 CD 8F C0 78  "...x"
.: C034 B6 6F 78 60  ".ox`"     .: C0D4 FE 04 C2 DF  "...."
.: C038 01 00 08 09  "...."     .: C0D8 C0 CD 8F C0  "...."
.: C03C 3E 0F C3 0B  ">..."     .: C0DC CD 9A C0 78  "...x"
.: C040 C0 3E 0E C3  ".>.."     .: C0E0 FE 05 C2 E8  "...."
.: C044 0B C0 01 00  "...."     .: C0E4 C0 CD 9A C0  "...."
.: C048 03 21 00 08  ".!.."     .: C0E8 78 FE 06 C2  "x..."
.: C04C CD 05 C0 FE  "...."     .: C0EC F4 C0 CD 9A  "...."
.: C050 00 CA 58 C0  "..X."     .: C0F0 C0 CD A5 C0  "...."
.: C054 3D CD 0B C0  "=..."     .: C0F4 78 FE 07 C2  "x..."
.: C058 23 0D C2 4C  "#..L"     .: C0F8 FD C0 CD A5  "...."
.: C05C C0 05 C2 4C  "...L"     .: C0FC C0 78 FE 08  ".x.."
.: C060 C0 C9 CD 17  "...."     .: C100 C2 09 C1 CD  "...."
.: C064 C0 01 20 00  ".. ."     .: C104 A5 C0 CD 84  "...."
.: C068 22 03 C0 B7  ""..."     .: C108 C0 3E 00 CD  ".>.."
.: C06C ED 42 CD 41  ".B.A"     .: C10C D8 00 FE FF  "...."
.: C070 C0 2A 03 C0  ".*.."     .: C110 CA 62 C0 C9  ".b.."
.: C074 2B CD 41 C0  "+.A."     .: C114 CD 75 00 3E  ".u.>"
.: C078 23 23 CD 41  "##.A"     .: C118 00 32 00 C0  ".2.."
.: C07C C0 2A 03 C0  ".*.."     .: C11C 21 00 00 3A  "!..:"
.: C080 09 C3 41 C0  "..A."     .: C120 00 C0 47 CB  "..G."
.: C084 3A 02 C0 FE  ":..."     .: C124 20 CB 20 CB  " . ."
.: C088 01 C8 3D 32  "..=2"     .: C128 20 CB 20 B0  " . ."
.: C08C 02 C0 C9 3A  "...:"     .: C12C 06 08 CD 0B  "...."
.: C090 01 C0 FE 1E  "...."     .: C130 C0 23 10 FA  ".#.."
.: C094 C8 3C 32 01  ".<2."     .: C134 3A 00 C0 3C  ":..<"
.: C098 C0 C9 3A 02  "..:."     .: C138 32 00 C0 FE  "2..."
.: C09C C0 FE 16 C8  "...."     .: C13C 10 C2 1F C1  "...."
```

```
.: C140 3E 00 01 00  ">...."     .: C158 C0 32 02 C0  ".2.."
.: C144 03 21 00 08  ".!.."     .: C15C CD 62 00 CD  ".b.."
.: C148 CD 11 C0 3E  "...>"     .: C160 BA 00 CD 17  "...."
.: C14C 01 32 E9 F3  ".2.."     .: C164 C0 CD 46 C0  "..F."
.: C150 32 EA F3 32  "2..2"     .: C168 CD B0 C0 C3  "...."
.: C154 EB F3 32 01  "..2."     .: C16C 5F C1 44 C0  "_.D."
                                .
.
.; C005 F3           DI
.; C006 CD 4A 00     CALL $004A
.; C009 FB           EI
.; C00A C9           RET
.; C00B F3           DI
.; C00C CD 4D 00     CALL $004D
.; C00F FB           EI
.; C010 C9           RET
.; C011 F3           DI
.; C012 CD 56 00     CALL $0056
.; C015 FB           EI
.; C016 C9           RET
.; C017 21 01 C0     LD HL,$C001
.; C01A 3E 00        LD A,$00
.; C01C 47           LD B,A
.; C01D 3A 02 C0     LD A,($C002)
.; C020 CB 27        SLA A
.; C022 CB 10        RL B
.; C024 CB 27        SLA A
.; C026 CB 10        RL B
.; C028 CB 27        SLA A
.; C02A CB 10        RL B
.; C02C CB 27        SLA A
.; C02E CB 10        RL B
.; C030 CB 27        SLA A
.; C032 CB 10        RL B
.; C034 B6           OR (HL)
.; C035 6F           LD L,A
.; C036 78           LD A,B
.; C037 60           LD H,B
.; C038 01 00 08     LD BC,$0800
.; C03B 09           ADD HL,BC
.; C03C 3E 0F        LD A,$0F
.; C03E C3 0B C0     JP $C00B
.; C041 3E 0E        LD A,$0E
.; C043 C3 0B C0     JP $C00B
.; C046 01 00 03     LD BC,$0300
.; C049 21 00 08     LD HL,$0800
.; C04C CD 05 C0     CALL $C005
.; C04F FE 00        CP $00
.; C051 CA 58 C0     JP Z,$C058
.; C054 3D           DEC A
```

```
.; C055 CD 0B C0      CALL $C00B
.; C058 23            INC HL
.; C059 0D            DEC C
.; C05A C2 4C C0      JP NZ,$C04C
.; C05D 05            DEC B
.; C05E C2 4C C0      JP NZ,$C04C
.; C061 C9            RET
.; C062 CD 17 C0      CALL $C017
.; C065 01 20 00      LD BC,$0020
.; C068 22 03 C0      LD ($C003),HL
.; C06B B7            OR A
.; C06C ED 42         SBC HL,BC
.; C06E CD 41 C0      CALL $C041
.; C071 2A 03 C0      LD HL,($C003)
.; C074 2B            DEC HL
.; C075 CD 41 C0      CALL $C041
.; C078 23            INC HL
.; C079 23            INC HL
.; C07A CD 41 C0      CALL $C041
.; C07D 2A 03 C0      LD HL,($C003)
.; C080 09            ADD HL,BC
.; C081 C3 41 C0      JP $C041
.; C084 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C087 FE 01         CP $01
.; C089 C8            RET Z
.; C08A 3D            DEC A
.; C08B 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C08E C9            RET
.; C08F 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C092 FE 1E         CP $1E
.; C094 C8            RET Z
.; C095 3C            INC A
.; C096 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C099 C9            RET
.; C09A 3A 02 C0      LD A,($C002)
.; C09D FE 16         CP $16
.; C09F C8            RET Z
.; C0A0 3C            INC A
.; C0A1 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C0A4 C9            RET
.; C0A5 3A 01 C0      LD A,($C001)
.; C0A8 FE 01         CP $01
.; C0AA C8            RET Z
.; C0AB 3D            DEC A
.; C0AC 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C0AF C9            RET
.; C0B0 3E 00         LD A,$00
.; C0B2 CD D5 00      CALL $00D5
.; C0B5 47            LD B,A
.; C0B6 FE 01         CP $01
.; C0B8 C2 BE C0      JP NZ,$C0BE
.; C0BB CD 84 C0      CALL $C084
```

```
.; C0BE 78          LD A,B
.; C0BF FE 02       CP $02
.; C0C1 C2 CA C0    JP NZ,$C0CA
.; C0C4 CD 84 C0    CALL $C084
.; C0C7 CD 8F C0    CALL $C08F
.; C0CA 78          LD A,B
.; C0CB FE 03       CP $03
.; C0CD C2 D3 C0    JP NZ,$C0D3
.; C0D0 CD 8F C0    CALL $C08F
.; C0D3 78          LD A,B
.; C0D4 FE 04       CP $04
.; C0D6 C2 DF C0    JP NZ,$C0DF
.; C0D9 CD 8F C0    CALL $C08F
.; C0DC CD 9A C0    CALL $C09A
.; C0DF 78          LD A,B
.; C0E0 FE 05       CP $05
.; C0E2 C2 E8 C0    JP NZ,$C0E8
.; C0E5 CD 9A C0    CALL $C09A
.; C0E8 78          LD A,B
.; C0E9 FE 06       CP $06
.; C0EB C2 F4 C0    JP NZ,$C0F4
.; C0EE CD 9A C0    CALL $C09A
.; C0F1 CD A5 C0    CALL $C0A5
.; C0F4 78          LD A,B
.; C0F5 FE 07       CP $07
.; C0F7 C2 FD C0    JP NZ,$C0FD
.; C0FA CD A5 C0    CALL $C0A5
.; C0FD 78          LD A,B
.; C0FE FE 08       CP $08
.; C100 C2 09 C1    JP NZ,$C109
.; C103 CD A5 C0    CALL $C0A5
.; C106 CD 84 C0    CALL $C084
.; C109 3E 00       LD A,$00
.; C10B CD D8 00    CALL $00D8
.; C10E FE FF       CP $FF
.; C110 CA 62 C0    JP Z,$C062
.; C113 C9          RET
.; C114 CD 75 00    CALL $0075
.; C117 3E 00       LD A,$00
.; C119 32 00 C0    LD ($C000),A
.; C11C 21 00 00    LD HL,$0000
.; C11F 3A 00 C0    LD A,($C000)
.; C122 47          LD B,A
.; C123 CB 20       SLA B
.; C125 CB 20       SLA B
.; C127 CB 20       SLA B
.; C129 CB 20       SLA B
.; C12B B0          OR B
.; C12C 06 08       LD B,$08
.; C12E CD 0B C0    CALL $C00B
.; C131 23          INC HL
.; C132 10 FA       DJNZ @C12E
```

```
.; C134 3A 00 C0      LD A,($C000)
.; C137 3C            INC A
.; C138 32 00 C0      LD ($C000),A
.; C13B FE 10         CP $10
.; C13D C2 1F C1      JP NZ,$C11F
.; C140 3E 00         LD A,$00
.; C142 01 00 03      LD BC,$0300
.; C145 21 00 08      LD HL,$0800
.; C148 CD 11 C0      CALL $C011
.; C14B 3E 01         LD A,$01
.; C14D 32 E9 F3      LD ($F3E9),A
.; C150 32 EA F3      LD ($F3EA),A
.; C153 32 EB F3      LD ($F3EB),A
.; C156 32 01 C0      LD ($C001),A
.; C159 32 02 C0      LD ($C002),A
.; C15C CD 62 00      CALL $0062
.; C15F CD BA 00      CALL $00BA
.; C162 CD 17 C0      CALL $C017
.; C165 CD 46 C0      CALL $C046
.; C168 CD B0 C0      CALL $C0B0
.; C16B C3 5F C1      JP $C15F
.; C16E 44            LD B,H
.
```

Deze veel kleuren-mode gilt om een veel kleuren-voorbeeld. Helaas heeft de MSX1 maar 15 verschillende kleuren, dus daar moeten we het dan maar mee doen. Zwart als achtergrond knalt altijd. Blijven er nog veertien kleuren over voor de effecten. We gaan namelijk een lichtorgel maken.
Het principe is heel simpel: De kleuren verlagen tot transparant is bereikt. We maken 16 verschillende karakters, met zwart als achtergrond en als karakter 0. Als er een groter dan 0-karakter (dus een kleur) op het scherm staat, verlagen we deze met één.
In de tussentijd kunt u met de cursortoetsen aan het wandelen slaan, waarbij de spatiebalk voor een effect zorgt. Zien is geloven. Bekijk dit effect ook eens in een volledig verduisterde kamer...

20.2 De routines op een rij

VPEEK, het video-adres in HL, en na terugkeer staat de data in de accumulator.

VPOKE, het video-adres in HL, de data in de accumulator.

VFILL vult een stuk videogeheugen met een door u bepaalde waarde. De data in de accumulator, de lengte in BC en het beginadres van het videogeheugen in HL.

CURPOS vindt een 16 bits-adres dat bij de X- en de Y-waarde van de cursor hoort. Het adres is het brandpunt van de routine.

PLOT plaatst een brandpunt min 1-waarde op het scherm.

CYCLE is de routine die het scherm afzoekt op waarden groter dan nul. Zo ja, dan wordt de waarde verlaagd en teruggeplaatst.

BOING verzorgt het effect. Uitgaande van het brandpunt wordt rondge-'PLOT'.

UP verplaatst het brandpunt indien mogelijk naar boven.

RIGHT verplaatst het brandpunt indien mogelijk naar rechts.

DOWN verplaatst het brandpunt indien mogelijk naar beneden.

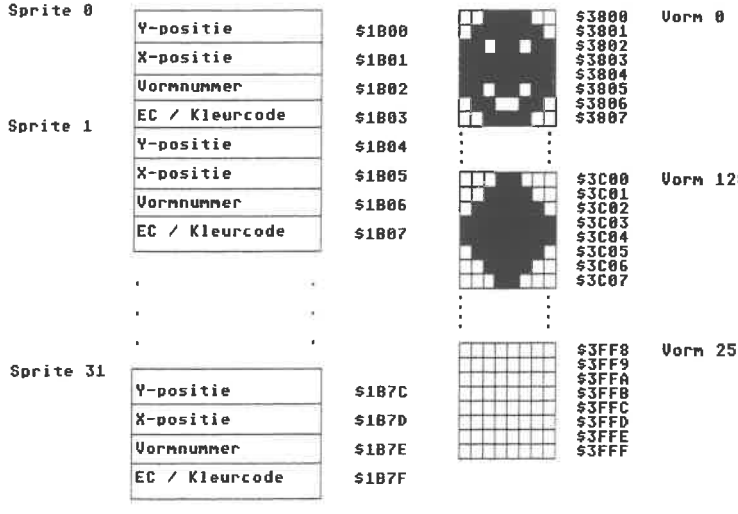
LEFT verplaatst het brandpunt indien mogelijk naar links.

JOY leest de joystick (cursortoetsen) uit en onderneemt actie. Tot slot wordt naar de vuurknop gekeken voor een eventuele BOING.

INIT initialiseert het scherm naar 'veel kleuren'-mode. Er worden zestien kleurenkarakters aangemaakt, van transparant tot en met wit. Het scherm wordt gewist, nieuwe schermkleuren worden ingesteld en de hoofdroutine treedt in werking.

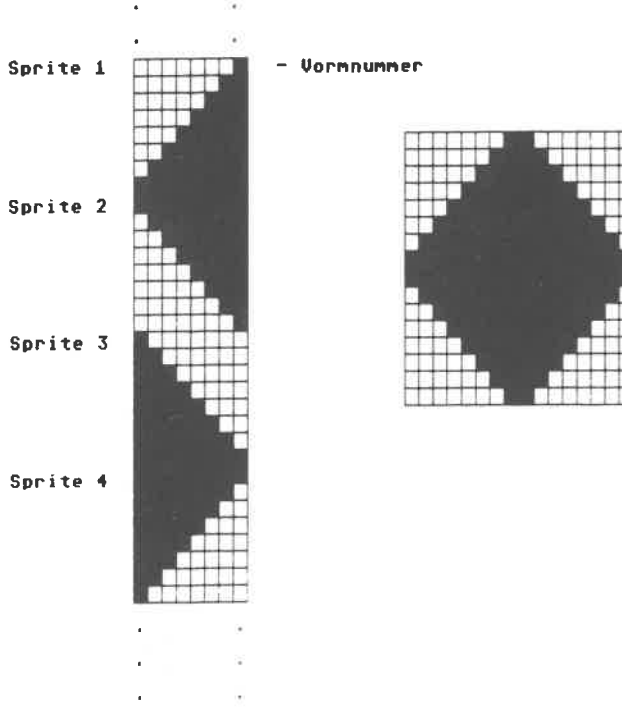
21 Sprites dus

De videochip is in staat om 32 verschillende sprites tegelijkertijd op het beeld te plaatsen.. Sprites staan altijd vóór de achtergrond en er kunnen er maar 4 tegelijk naast elkaar staan. Elke volgende verdwijnt automatisch.
Om de sprites aan te sturen, bestaat er een speciale sprite-attributentabel (zie afb. 21.1) die vijf ingangen bevat.
Eerst de verticale- of Y-positie waarin een waarde tussen 0 en 255 de hoogte op het scherm aangeeft.
Ten tweede de horizontale- of X-positie, wederom een waarde tussen 0 en 255 voor de breedte op het scherm.
Ten derde een wijzer naar de patroontabel. Vanaf het geadresseerde videogeheugen wordt de sprite-vorm opgehaald. (Zie figuur.)
Het vierde byte zorgt voor de sprite-kleur (0-15) EN een zogenaamd early clock bit. Dit (zevende) bit zorgt ervoor dat de sprite 32 extra naar links wordt gezet.



Afb. 21.1. Sprites op het beeld

In de VDP-registers bevinden zich ook nog een aantal speciale sprite-bits. In VDP-register 1 zorgt bit 0 voor de sprite-grootte: 0 = normaal / 1 = vergroot. In hetzelfde register zorgt bit 1 voor de sprite-maat. Zie de betreffende figuur in verband met het nu te gebruiken vormnummer. (0 = 8 × 8 / 1 = 16 × 16)



Afb. 21.2. Sprites 'uitvergroot

21.1 Sprites ontwerpen

```
10000 ORIGIN ($c000)
10010 --
10020 $0047 CONSTANT WrtVDP
10030 $004a CONSTANT RdVrm
10040 $004d CONSTANT WrtVrm
10050 $0056 CONSTANT FilVrm
10060 $005c CONSTANT LDirVM
10070 $006f CONSTANT Init32
10080 $009f CONSTANT ChGet
10090 $00a2 CONSTANT ChPut
10100 $00ba CONSTANT IscNtc
10110 $0156 CONSTANT KilBuf
```

```
10120 --
10130 $f3af CONSTANT Lin32
10140 $f3dd CONSTANT CrsX
10150 $f3dc CONSTANT CrsY
10160 $f3e0 CONSTANT Rg1Sav
10170 $fca7 CONSTANT EscCnt
10180 --
10190 CODE
10200 --
10210 :Help      .by $00
10220 :Teller    .by $00
10230 :Positie   .wo $0000
10240 --
10250 :Stuff     .by 10,140,0,0
10260            .by 10,160,0,1
10270            .by 10,180,0,2
10280            .by 10,200,0,3
10290            .by 30,140,0,4
10300            .by 30,160,0,5
10310            .by 30,180,0,6
10320            .by 30,200,0,7
10330            .by 50,140,0,8
10340            .by 50,160,0,9
10350            .by 50,180,0,10
10360            .by 50,200,0,11
10370            .by 70,140,0,12
10380            .by 70,160,0,13
10390            .by 70,180,0,14
10400            .by 70,200,0,15
10410 --
10420 :VPeek
10430    di
10440    call #RdVrm
10450    ei
10460    ret
10470 --
10480 :VPoke
10490    di
10500    call #WrtVrm
10510    ei
10520    ret
10530 --
10540 :VFill
10550    di
10560    call #FilVrm
10570    ei
10580    ret
10590 --
10600 :RVMove
10610    di
10620    call #LDirVM
10630    ei
```

```
10640     ret
10650 --
10660 :GetPos
10670     ld a,#0
10680     ld b,a
10690     ld a,(#Teller)
10700     ld c,a
10710     sla c
10720     rl b
10730     sla c
10740     rl b
10750     sla c
10760     rl b
10770     sla c
10780     rl b
10790     sla c
10800     rl b
10810     ld hl,#$3800
10820     add hl,bc
10830     ld (#Positie),hl
10840     ret
10850 --
10860 :Hight
10870     ld a,(#CrsY)
10880 :Hight0
10890     cp #1
10900     retif z
10910     ld de,(#Positie)
10920     inc de
10930     ld (#Positie),de
10940     dec a
10950     jp #Hight0
10960 --
10970 :Width
10980     ld a,(#CrsX)
10990     cp #9
11000     retif cs
11010     ld hl,(#Positie)
11020     ld de,#$0010
11030     add hl,de
11040     ld (#Positie),hl
11050     ret
11060 --
11070 :GetLin
11080     call #Hight
11090     jp #Width
11100 --
11110 :GetCol
11120     ld a,(#CrsX)
11130     dec a
11140     and #7
11150     ld b,#128
```

```
11160 :GetCol0
11170    cp #0
11180    retif z
11190    srl b
11200    dec a
11210    jp #GetCol0
11220 --
11230 :Part
11240    ld d,#8
11250 :Part0
11260    ld e,#8
11270    push hl
11280    ld hl,(#Positie)
11290    call #VPeek
11300    inc hl
11310    ld (#Positie),hl
11320    pop hl
11330    ld b,#128
11340 :Part1
11350    ld (#Help),a
11360    and b
11370    IF z
11380        THEN
11390             ld a,#196
11400        ELSE
11410             ld a,#219
11420    FI
11430    call #VPoke
11440    inc hl
11450    srl b
11460    ld a,(#Help)
11470    dec e
11480    jpif nz,Part1
11490    ld bc,#$0018
11500    add hl,bc
11510    dec d
11520    jpif nz,#Part0
11530    ret
11540 --
11550 :Setup
11560    call #GetPos
11570    ld hl,#$1800
11580    call #Part
11590    ld hl,#$1900
11600    call #Part
11610    ld hl,#$1808
11620    call #Part
11630    ld hl,#$1908
11640    call #Part
11650    ret
11660 --
11670 :Plus
```

```
11680     ld hl,#Teller
11690     inc (hl)
11700  :MakeOk
11710     ld a,(hl)
11720     and #63
11730     ld (hl),a
11740     sla a
11750     sla a
11760     ld b,#16
11770     ld hl,#$1b02
11780  :MakeOk0
11790     call #VPoke
11800     inc hl
11810     inc hl
11820     inc hl
11830     inc hl
11840     djnz #MakeOk0
11850     ret
11860  --
11870  :Min
11880     ld hl,#Teller
11890     dec (hl)
11900     jp #MakeOk
11910  --
11920  :Up
11930     ld a,(#CrsY)
11940     cp #1
11950     retif z
11960     ld a,#$1e
11970     jp #ChPut
11980  --
11990  :Down
12000     ld a,(#CrsY)
12010     cp #16
12020     retif z
12030     ld a,#$1f
12040     jp #ChPut
12050  --
12060  :Left
12070     ld a,(#CrsX)
12080     cp #1
12090     retif z
12100     ld a,#$1d
12110     jp #ChPut
12120  --
12130  :Right
12140     ld a,(#CrsX)
12150     cp #16
12160     retif z
12170     ld a,#$1c
12180     jp #ChPut
12190  --
```

```
12200 :Home
12210    call #GetPos
12220    ld a,#0
12230    ld bc,#$0020
12240    ld hl,(#Positie)
12250    jp #VFill
12260 --
12270 :Invert
12280    call #GetPos
12290    ld hl,(#Positie)
12300    ld b,#32
12310 :Invert0
12320    call #VPeek
12330    xor #255
12340    call #VPoke
12350    inc hl
12360    djnz #Invert0
12370    ret
12380 --
12390 :Pixel
12400    call #GetPos
12410    call #GetLin
12420    call #GetCol
12430    ld hl,(#Positie)
12440    call #VPeek
12450    xor b
12460    jp #VPoke
12470 --
12480 :JmpTab    .wo #Plus
12490            .wo #Min
12500            .wo #Up
12510            .wo #Down
12520            .wo #Left
12530            .wo #Right
12540            .wo #Home
12550            .wo #Invert
12560            .wo #Pixel
12570 --
12580 :KeyTab    .by 43
12590            .by 45
12600            .by $1e
12610            .by $1f
12620            .by $1d
12630            .by $1c
12640            .by $0b
12650            .by 120
12660            .by 32
12670            .by 0
12680 --
12690 :SelfMod
12700    jp #SelfMod
12710 --
```

```
12720 :Sprites
12730    ld bc,#$0040
12740    ld de,#$1b00
12750    ld hl,#Stuff
12760    call #RVMove
12770    ld a,(#Rg1Sav)
12780    or #2
12790    ld b,a
12800    ld c,#1
12810    call #WrtVDP
12820    ret
12830 --
12840 :Init
12850    ld a,#32
12860    ld (#Lin32),a
12870    call Init32
12880    ld a,#1
12890    ld (#CrsX),a
12900    ld (#CrsY),a
12910    call #Sprites
12920 :Init0
12930    call #Setup
12940    call #KilBuf
12950 :Init1
12960    call #IscNtc
12970    ld a,#0
12980    ld (#EscCnt),a
12990    call #ChGet
13000    ld (#Help),a
13010    ld hl,#KeyTab
13020    ld de,#JmpTab
13030 :Init2
13040    ld a,(hl)
13050    cp #0
13060    jpif z,#Init1
13070    ld a,(#Help)
13080    cp (hl)
13090    IF z THEN
13100                ld a,(de)
13110                ld (#SelfMod+1),a
13120                inc de
13130                ld a,(de)
13140                ld (#SelfMod+2),a
13150                call #SelfMod
13160                jp #Init0
13170    FI
13180    inc hl
13190    inc de
13200    inc de
13210    jp #Init2
13220 --
13230 ENDCODE
```

```
.
.: C000 00 00 00 00  "...."     .: C0CC 32 00 C0 A0  "2..."
.: C004 0A 8C 00 00  "...."     .: C0D0 C2 D8 C0 3E  "...>"
.: C008 0A A0 00 01  "...."     .: C0D4 C4 C3 DA C0  "...."
.: C00C 0A B4 00 02  "...."     .: C0D8 3E DB CD 4A  ">..J"
.: C010 0A C8 00 03  "...."     .: C0DC C0 23 CB 38  ".#.8"
.: C014 1E 8C 00 04  "...."     .: C0E0 3A 00 C0 1D  ":..."
.: C018 1E A0 00 05  "...."     .: C0E4 C2 CC C0 01  "...."
.: C01C 1E B4 00 06  "...."     .: C0E8 18 00 09 15  "...."
.: C020 1E C8 00 07  "...."     .: C0EC C2 BC C0 C9  "...."
.: C024 32 8C 00 08  "2..."     .: C0F0 CD 5C C0 21  ".\.!"
.: C028 32 A0 00 09  "2..."     .: C0F4 00 18 CD BA  "...."
.: C02C 32 B4 00 0A  "2..."     .: C0F8 C0 21 00 19  ".!.."
.: C030 32 C8 00 0B  "2..."     .: C0FC CD BA C0 21  "...!"
.: C034 46 8C 00 0C  "F..."     .: C100 08 18 CD BA  "...."
.: C038 46 A0 00 0D  "F..."     .: C104 C0 21 08 19  ".!.."
.: C03C 46 B4 00 0E  "F..."     .: C108 C3 BA C0 21  "...!"
.: C040 46 C8 00 0F  "F..."     .: C10C 01 C0 34 7E  "..4."
.: C044 F3 CD 4A 00  "..J."     .: C110 E6 3F 77 CB  ".?w."
.: C048 FB C9 F3 CD  "...."     .: C114 27 CB 27 06  "'.'."
.: C04C 4D 00 FB C9  "M..."     .: C118 10 21 02 1B  ".!.."
.: C050 F3 CD 56 00  "..V."     .: C11C CD 4A C0 23  ".J.#"
.: C054 FB C9 F3 CD  "...."     .: C120 23 23 23 10  "###."
.: C058 5C 00 FB C9  "\..."     .: C124 F7 C9 21 01  "..!."
.: C05C 3E 00 47 3A  ">.G:"     .: C128 C0 35 C3 0F  ".5.."
.: C060 01 C0 4F CB  "..O."     .: C12C C1 3A DC F3  ".:.."
.: C064 21 CB 10 CB  "!..."     .: C130 FE 01 C8 3E  "...>"
.: C068 21 CB 10 CB  "!..."     .: C134 1E C3 A2 00  "...."
.: C06C 21 CB 10 CB  "!..."     .: C138 3A DC F3 FE  ":..."
.: C070 21 CB 10 CB  "!..."     .: C13C 10 C8 3E 1F  "..>."
.: C074 21 CB 10 21  "!..!"     .: C140 C3 A2 00 3A  "...:"
.: C078 00 38 09 22  ".8.""     .: C144 DD F3 FE 01  "...."
.: C07C 02 C0 C9 3A  "...:"     .: C148 C8 3E 1D C3  ".>.."
.: C080 DC F3 FE 01  "...."     .: C14C A2 00 3A DD  "..:."
.: C084 C8 ED 5B 02  "..[."     .: C150 F3 FE 10 C8  "...."
.: C088 C0 13 ED 53  "...S"     .: C154 3E 1C C3 A2  ">..."
.: C08C 02 C0 3D C3  "..=."     .: C158 00 CD 5C C0  "..\."
.: C090 82 C0 3A DD  "..:."     .: C15C 3E 00 01 20  ">.. "
.: C094 F3 FE 09 D8  "...."     .: C160 00 2A 02 C0  ".*.."
.: C098 2A 02 C0 11  "*..."     .: C164 C3 50 C0 CD  ".P.."
.: C09C 10 00 19 22  "..."      .: C168 5C C0 2A 02  "\.*."
.: C0A0 02 C0 C9 CD  "...."     .: C16C C0 06 20 CD  ".. ."
.: C0A4 7F C0 C3 92  "...."     .: C170 44 C0 EE FF  "D..."
.: C0A8 C0 3A DD F3  ".:.."     .: C174 CD 4A C0 23  ".J.#"
.: C0AC 3D E6 07 06  "=..."     .: C178 10 F5 C9 CD  "...."
.: C0B0 80 FE 00 C8  "...."     .: C17C 5C C0 CD A3  "\..."
.: C0B4 CB 38 3D C3  ".8=."     .: C180 C0 CD A9 C0  "...."
.: C0B8 B1 C0 16 08  "...."     .: C184 2A 02 C0 CD  "*..."
.: C0BC 1E 08 E5 2A  "...*"     .: C188 44 C0 A8 C3  "D..."
.: C0C0 02 C0 CD 44  "...D"     .: C18C 4A C0 0B C1  "J..."
.: C0C4 C0 23 22 02  ".#"."     .: C190 26 C1 2D C1  "&.-."
.: C0C8 C0 E1 06 80  "...."     .: C194 38 C1 43 C1  "8.C."
```

```
.: C198 4E C1 59 C1  "N.Y."     .: C1D8 F0 C0 CD 56  "...V"
.: C19C 67 C1 7B C1  "g.{."     .: C1DC 01 CD BA 00  "...."
.: C1A0 2B 2D 1E 1F  "+-.."     .: C1E0 3E 00 32 A7  ">.2."
.: C1A4 1D 1C 0B 78  "...x"     .: C1E4 FC CD 9F 00  "...."
.: C1A8 20 00 C3 AA  " ..."     .: C1E8 32 00 C0 21  "2..!"
.: C1AC C1 01 40 00  "..@."     .: C1EC A0 C1 11 8E  "...."
.: C1B0 11 00 1B 21  "...!"     .: C1F0 C1 7E FE 00  "...."
.: C1B4 04 C0 CD 56  "...V"     .: C1F4 CA DD C1 3A  "...:"
.: C1B8 C0 3A E0 F3  ".:.."     .: C1F8 00 C0 BE C2  "...."
.: C1BC F6 02 47 0E  "..G."     .: C1FC 0D C2 1A 32  "...2"
.: C1C0 01 C3 47 00  "..G."     .: C200 AB C1 13 1A  "...."
.: C1C4 3E 20 32 AF  "> 2."     .: C204 32 AC C1 CD  "2..."
.: C1C8 F3 CD 6F 00  "..o."     .: C208 AA C1 C3 D7  "...."
.: C1CC 3E 01 32 DD  ">.2."     .: C20C C1 23 13 13  ".#.."
.: C1D0 F3 32 DC F3  ".2.."     .: C210 C3 F1 C1 00  "...."
.: C1D4 CD AD C1 CD  "...."     .
.
.; C044 F3           DI
.; C045 CD 4A 00     CALL $004A
.; C048 FB           EI
.; C049 C9           RET
.; C04A F3           DI
.; C04B CD 4D 00     CALL $004D
.; C04E FB           EI
.; C04F C9           RET
.; C050 F3           DI
.; C051 CD 56 00     CALL $0056
.; C054 FB           EI
.; C055 C9           RET
.; C056 F3           DI
.; C057 CD 5C 00     CALL $005C
.; C05A FB           EI
.; C05B C9           RET
.; C05C 3E 00        LD A,$00
.; C05E 47           LD B,A
.; C05F 3A 01 C0     LD A,($C001)
.; C062 4F           LD C,A
.; C063 CB 21        SLA C
.; C065 CB 10        RL B
.; C067 CB 21        SLA C
.; C069 CB 10        RL B
.; C06B CB 21        SLA C
.; C06D CB 10        RL B
.; C06F CB 21        SLA C
.; C071 CB 10        RL B
.; C073 CB 21        SLA C
.; C075 CB 10        RL B
.; C077 21 00 38     LD HL,$3800
.; C07A 09           ADD HL,BC
.; C07B 22 02 C0     LD ($C002),HL
```

```
.; C07E C9             RET
.; C07F 3A DC F3       LD A,($F3DC)
.; C082 FE 01          CP $01
.; C084 C8             RET Z
.; C085 ED 5B 02 C0    LD DE,($C002)
.; C089 13             INC DE
.; C08A ED 53 02 C0    LD ($C002),DE
.; C08E 3D             DEC A
.; C08F C3 82 C0       JP $C082
.; C092 3A DD F3       LD A,($F3DD)
.; C095 FE 09          CP $09
.; C097 D8             RET C
.; C098 2A 02 C0       LD HL,($C002)
.; C09B 11 10 00       LD DE,$0010
.; C09E 19             ADD HL,DE
.; C09F 22 02 C0       LD ($C002),HL
.; C0A2 C9             RET
.; C0A3 CD 7F C0       CALL $C07F
.; C0A6 C3 92 C0       JP $C092
.; C0A9 3A DD F3       LD A,($F3DD)
.; C0AC 3D             DEC A
.; C0AD E6 07          AND $07
.; C0AF 06 80          LD B,$80
.; C0B1 FE 00          CP $00
.; C0B3 C8             RET Z
.; C0B4 CB 38          SRL B
.; C0B6 3D             DEC A
.; C0B7 C3 B1 C0       JP $C0B1
.; C0BA 16 08          LD D,$08
.; C0BC 1E 08          LD E,$08
.; C0BE E5             PUSH HL
.; C0BF 2A 02 C0       LD HL,($C002)
.; C0C2 CD 44 C0       CALL $C044
.; C0C5 23             INC HL
.; C0C6 22 02 C0       LD ($C002),HL
.; C0C9 E1             POP HL
.; C0CA 06 80          LD B,$80
.; C0CC 32 00 C0       LD ($C000),A
.; C0CF A0             AND B
.; C0D0 C2 D8 C0       JP NZ,$C0D8
.; C0D3 3E C4          LD A,$C4
.; C0D5 C3 DA C0       JP $C0DA
.; C0D8 3E DB          LD A,$DB
.; C0DA CD 4A C0       CALL $C04A
.; C0DD 23             INC HL
.; C0DE CB 38          SRL B
.; C0E0 3A 00 C0       LD A,($C000)
.; C0E3 1D             DEC E
.; C0E4 C2 CC C0       JP NZ,$C0CC
.; C0E7 01 18 00       LD BC,$0018
.; C0EA 09             ADD HL,BC
.; C0EB 15             DEC D
```

```
.; C0EC C2 BC C0      JP NZ,$C0BC
.; C0EF C9            RET
.; C0F0 CD 5C C0      CALL $C05C
.; C0F3 21 00 18      LD HL,$1800
.; C0F6 CD BA C0      CALL $C0BA
.; C0F9 21 00 19      LD HL,$1900
.; C0FC CD BA C0      CALL $C0BA
.; C0FF 21 08 18      LD HL,$1808
.; C102 CD BA C0      CALL $C0BA
.; C105 21 08 19      LD HL,$1908
.; C108 C3 BA C0      JP $C0BA
.; C10B 21 01 C0      LD HL,$C001
.; C10E 34            INC (HL)
.; C10F 7E            LD A,(HL)
.; C110 E6 3F         AND $3F
.; C112 77            LD (HL),A
.; C113 CB 27         SLA A
.; C115 CB 27         SLA A
.; C117 06 10         LD B,$10
.; C119 21 02 1B      LD HL,$1B02
.; C11C CD 4A C0      CALL $C04A
.; C11F 23            INC HL
.; C120 23            INC HL
.; C121 23            INC HL
.; C122 23            INC HL
.; C123 10 F7         DJNZ @C11C
.; C125 C9            RET
.; C126 21 01 C0      LD HL,$C001
.; C129 35            DEC (HL)
.; C12A C3 0F C1      JP $C10F
.; C12D 3A DC F3      LD A,($F3DC)
.; C130 FE 01         CP $01
.; C132 C8            RET Z
.; C133 3E 1E         LD A,$1E
.; C135 C3 A2 00      JP $00A2
.; C138 3A DC F3      LD A,($F3DC)
.; C13B FE 10         CP $10
.; C13D C8            RET Z
.; C13E 3E 1F         LD A,$1F
.; C140 C3 A2 00      JP $00A2
.; C143 3A DD F3      LD A,($F3DD)
.; C146 FE 01         CP $01
.; C148 C8            RET Z
.; C149 3E 1D         LD A,$1D
.; C14B C3 A2 00      JP $00A2
.; C14E 3A DD F3      LD A,($F3DD)
.; C151 FE 10         CP $10
.; C153 C8            RET Z
.; C154 3E 1C         LD A,$1C
.; C156 C3 A2 00      JP $00A2
.; C159 CD 5C C0      CALL $C05C
.; C15C 3E 00         LD A,$00
```

```
.; C15E 01 20 00      LD BC,$0020
.; C161 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C164 C3 50 C0      JP $C050
.; C167 CD 5C C0      CALL $C05C
.; C16A 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C16D 06 20         LD B,$20
.; C16F CD 44 C0      CALL $C044
.; C172 EE FF         XOR $FF
.; C174 CD 4A C0      CALL $C04A
.; C177 23            INC HL
.; C178 10 F5         DJNZ @C16F
.; C17A C9            RET
.; C17B CD 5C C0      CALL $C05C
.; C17E CD A3 C0      CALL $C0A3
.; C181 CD A9 C0      CALL $C0A9
.; C184 2A 02 C0      LD HL,($C002)
.; C187 CD 44 C0      CALL $C044
.; C18A A8            XOR B
.; C18B C3 4A C0      JP $C04A
.; C18E 0B            DEC BC
.; C18F C1            POP BC
.; C190 26 C1         LD H,$C1
.; C192 2D            DEC L
.; C193 C1            POP BC
.; C194 38 C1         JR C,@C157
.; C196 43            LD B,E
.; C197 C1            POP BC
.; C198 4E            LD C,(HL)
.; C199 C1            POP BC
.; C19A 59            LD E,C
.; C19B C1            POP BC
.; C19C 67            LD H,A
.; C19D C1            POP BC
.; C19E 7B            LD A,E
.; C19F C1            POP BC
.; C1A0 2B            DEC HL
.; C1A1 2D            DEC L
.; C1A2 1E 1F         LD E,$1F
.; C1A4 1D            DEC E
.; C1A5 1C            INC E
.; C1A6 0B            DEC BC
.; C1A7 78            LD A,B
.; C1A8 20 00         JR NZ,@C1AA
.; C1AA C3 AA C1      JP $C1AA
.; C1AD 01 40 00      LD BC,$0040
.; C1B0 11 00 1B      LD DE,$1B00
.; C1B3 21 04 C0      LD HL,$C004
.; C1B6 CD 56 C0      CALL $C056
.; C1B9 3A E0 F3      LD A,($F3E0)
.; C1BC F6 02         OR $02
.; C1BE 47            LD B,A
```

```
.; C1BF 0E 01        LD C,$01
.; C1C1 C3 47 00     JP $0047
.; C1C4 3E 20        LD A,$20
.; C1C6 32 AF F3     LD ($F3AF),A
.; C1C9 CD 6F 00     CALL $006F
.; C1CC 3E 01        LD A,$01
.; C1CE 32 DD F3     LD ($F3DD),A
.; C1D1 32 DC F3     LD ($F3DC),A
.; C1D4 CD AD C1     CALL $C1AD
.; C1D7 CD F0 C0     CALL $C0F0
.; C1DA CD 56 01     CALL $0156
.; C1DD CD BA 00     CALL $00BA
.; C1E0 3E 00        LD A,$00
.; C1E2 32 A7 FC     LD ($FCA7),A
.; C1E5 CD 9F 00     CALL $009F
.; C1E8 32 00 C0     LD ($C000),A
.; C1EB 21 A0 C1     LD HL,$C1A0
.; C1EE 11 8E C1     LD DE,$C18E
.; C1F1 7E           LD A,(HL)
.; C1F2 FE 00        CP $00
.; C1F4 CA DD C1     JP Z,$C1DD
.; C1F7 3A 00 C0     LD A,($C000)
.; C1FA BE           CP (HL)
.; C1FB C2 0D C2     JP NZ,$C20D
.; C1FE 1A           LD A,(DE)
.; C1FF 32 AB C1     LD ($C1AB),A
.; C202 13           INC DE
.; C203 1A           LD A,(DE)
.; C204 32 AC C1     LD ($C1AC),A
.; C207 CD AA C1     CALL $C1AA
.; C20A C3 D7 C1     JP $C1D7
.; C20D 23           INC HL
.; C20E 13           INC DE
.; C20F 13           INC DE
.; C210 C3 F1 C1     JP $C1F1
.
```

Voordat u iets met sprites kunt doen, moet u wel aan de sprite-vormen kunnen komen. Vandaar als voorbeeld een sprite-editor. Ten eerste ziet u hoe u de sprites op beeld krijgt, maar bovenal hoe u 16 × 16-sprites (Niemand die 8 × 8-sprites maakt. Of wel soms?) kunt gebruiken.
Vanzelfsprekend kunt u deze zelf ontworpen sprites ook opslaan. Dit gaat vanuit BASIC door middel van een video-SAVE-opdracht. Zo'n weggeschreven sprites-set kunt u naderhand met een video-LOAD-commando weer binnenhalen.

De sprite-editor lijkt nogal wat op de karakter-editor. Het zal dus inmiddels voor u geen enkel probleem opleveren om uit te zoeken hoe het programma werkt.

21.2 De routines op een rij

STUFF is een tabel voor alle sprite-benodigdheden. Erg handig omdat u met een RAM/video-kopieerinstructie meteen alle sprites initialiseert.

VPEEK, u weet wel.

VPOKE, dito.

VFILL, u welbekend.

RVMOVE, dezelfde instructie als bij het hires-voorbeeld.

GETPOS berekent de plaats van de huidige sprite-informatie. Dit komt neer op een 'sprite maal 32'-berekening.

HIGHT calculeert een te adresseren patroonpositie in, rekening houdend met de Y-waarde van de cursor.

WIDTH kijkt naar de X-waarde van de cursor om, indien u in het derde of vierde sprite-blokje edit, 16 extra bij te tellen.

GETLIN kijkt welk byte uit het patroon van 16 × 2 bytes thans wordt bewerkt.

GETCOL kijkt welk bit uit het byte thans wordt bewerkt. We kijken 'slim' naar de X-waarde van de cursor.

PART zet een 8 × 8 bit-matrix op het scherm. Te vergelijken met SETUP uit de karakter-editor.

SETUP zet een 16 × 16-matrix op het scherm, gebruik makend van het feit dat een 16 × 16 sprite uit vier 8 × 8-blokken bestaat.

PLUS verhoogt de nu bekeken sprite met één. Na afloop wordt voor de 16 voorbeeld-sprites de nieuwe sprite-pointer aangemaakt.

MIN verlaagt de nu bekeken sprite met één.

UP verplaatst indien mogelijk wordt de cursor één locatie naar boven.

DOWN verplaatst indien mogelijk de cursor één locatie naar beneden.

LEFT verplaatst indien mogelijk de cursor één locatie naar links.

RIGHT verplaatst indien mogelijk de cursor één naar rechts.

HOME wist de inhoud van de sprite (alles op 0).

INVERT inverteert het geadresseerde sprite-patroon. Alle 0-bits worden geset en andersom.

PIXEL berekent de pixelpositie van de cursor en XOR-t deze waarde met de desbetreffende bitadressering. Pixel aan wordt pixel uit en andersom.

JMPTAB bevat de adressen die worden aangeroepen als er op een juiste toets wordt gedrukt.

KEYTAB bevat de waarden die horen bij een commandotoets op het toetsenbord. Een KEYTAB-adressering is niet meer dan een pointer naar de vorige tabel.

SELFMOD is een CALL-routine die door de key scan wordt veranderd als er op een juiste toets wordt gedrukt.
Stel dat de PLUS-routine moet worden aangeroepen. Het low-byte van PLUS komt van KEYTAB en wordt op SELFMOD + 1 geplaatst. Het high-byte van PLUS komt van KEYTAB + 1 en wordt op SELFMOD + 2 geplaatst.

SPRITES initialiseert de gebruikte sprites. Ook worden de sprites op 16 × 16-grootte ingesteld.

INIT stelt de juiste schermbreedte en scherm-mode in, waarna (met CTRL/STOP-check) de juiste commando's worden bepaald enz.

De software

Als ontwikkelings-software bieden we u SPEEDTYPER en HERBYMON aan. Deze machinecodelisting-verwerker en machinecode-monitor kunt u aan de hand van de listings invoeren.
De SPEEDTYPER heeft u nodig om de HERBYMON te kunnen invoeren. Dit is expres zo gedaan: HERBYMON in BASIC-DATA-regels zou ruim 40% groter worden dan een SPEEDTYPER plus HERBYMON. Tevens zorgt de SPEEDTYPER voor een invoercontrole.

De HERBYMON gebruikt u onder andere om de voorbeelden uit dit boek te kunnen proberen en eventueel ook om eigen machinecode te ontwikkelen. De HERBYMON beslaat het geheugengebied $A000-$C000 en het startadres is 49059 decimaal. U krijgt ook nog een startprogramma voor de HERBYMON. Als u een diskdrive heeft, zou u dit programma als AUTOEXEC.BAS op de schijf kunnen zetten. Dit heeft tot gevolg dat de monitor automatisch start.

Van beide programma's volgt de handleiding na de listing.

22 De SPEEDTYPER

22.1 De listing

```
1000 REM ******************
1010 REM *** SPEEDTYPER ***
1020 REM ******************
1030 :
1040 SCREEN1:WIDTH30
1050 CLEAR200,&H9FFF
1060 CR$=CHR$(13)
1070 LF$=CR$+CHR$(10)
1080 BG$=CR$+CHR$(27)+CHR$(&H4D)
1090 :
1100 CLS
1110 PRINT"******************"
1120 PRINT"*** SPEEDTYPER ***"
1130 PRINT"******************"
1140 PRINT
1150 INPUT"BEGIN-ADRES";BA
1160 IFHEX$(BA)<HEX$(&HA000)THEN1150
1170 INPUT" EIND-ADRES";EA
1180 IFHEX$(EA)<HEX$(BA)THEN1170
1190 :
1200 PRINT
1210 PRINT"BEGIN-ADRES - &h";HEX$(BA)
1220 PRINT" EIND-ADRES - &h";HEX$(EA)
1230 PRINT
1240 INPUT"IS DIT OK? (j/n)";JN$
1250 IFJN$<>"j"THENRUN
1260 :
1270 REM ***
1280 :
1290 CLS
1300 PRINT"*** SPEEDTYPER OPTIES ***"
1310 PRINT
1320 PRINT"    (1) - 'LEEG POKEN'"
1330 PRINT"    (2) - DATA BEKIJKEN"
1340 PRINT"    (3) - DATA INVOEREN"
1350 PRINT"    (4) - DATA LOADEN"
1360 PRINT"    (5) - DATA SAVEN"
1370 PRINT"    (6) - STOPPEN"
1380 PRINT
```

```
1390 PRINT"      <MAAK UW KEUZE>"
1400 IP$=INKEY$
1410 IFIP$<"1"ORIP$>"6"THEN1400
1420 CLS
1430 ONVAL("+"+IP$)GOTO1540,1840,2270,1640,1740,1470
1440 :
1450 REM ***
1460 :
1470 PRINT"***STOPPEN***"
1480 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1490 IFJN$="j"THENRUN
1500 GOTO1290
1510 :
1520 REM ***
1530 :
1540 PRINT"***'LEEG POKEN'***"
1550 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1560 IFJN$<>"j"THEN1290
1570 FORT=BATOEA
1580 :  POKE(T),0
1590 NEXT
1600 GOTO1290
1610 :
1620 REM ***
1630 :
1640 PRINT"***DATA LOADEN***"
1650 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1660 IFJN$<>"j"THEN1290
1670 PRINT
1680 INPUT"FILENAAM: ";N$
1690 BLOADN$
1700 GOTO1290
1710 :
1720 REM ***
1730 :
1740 PRINT"***DATA SAVEN***"
1750 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1760 IFJN$<>"j"THEN1290
1770 PRINT
1780 INPUT"FILENAAM: ";N$
1790 BSAVEN$,BA,EA
1800 GOTO1290
1810 :
1820 REM ***
1830 :
1840 PRINT"***DATA BEKIJKEN***"
1850 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1860 IFJN$<>"j"THEN1290
1870 PRINT
1880 INPUT"(p)RINTER / (s)CHERM";DV$
1890 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
1900 IFJN$<>"j"THEN1890
```

```
1910 PRINT
1920 PRINT"SPATIEBALK=PAUZE"
1930 PRINT" CURSOR=OPTIES!"
1940 PRINT
1950 PRINT"  <SPATIEBALK>"
1960 IFSTRIG(0)=0THEN1960
1970 CLS
1980 NA=BA
1990 DO$="SPEEDDUMP VAN "+HEX$(BA)+" TOT "+HEX$(EA)+LF$
2000 GOSUB 2140
2010 DO$=HEX$(NA)+": "
2020 GOSUB2180:D1=CK
2030 DO$=DO$+" "
2040 GOSUB2180:D2=CK
2050 DO$=DO$+" "
2060 CK$=HEX$(D1+D2):IFLEN(CK$)=1THENCK$="00"+CK$
2070 IFLEN(CK$)=2THENCK$="0"+CK$
2080 DO$=DO$+CK$+CR$
2090 GOSUB2140
2100 AB=STICK(0):IFAB<>0THEN1290
2110 IFNA<EATHEN2010
2120 GOTO1290
2130 :
2140 PRINTDO$
2150 IFDV$="p"THENLPRINTDO$
2160 IF STRIG(0)THEN2160
2170 RETURN
2180 CK=0:FORNA=NATONA+3
2190 :  AD$=HEX$(PEEK(NA))
2200 :  IFLEN(AD$)=1THENAD$="0"+AD$
2210 :  DO$=DO$+AD$
2220 :  CK=CK+PEEK(NA)
2230 NEXT:RETURN
2240 :
2250 REM ***
2260 :
2270 PRINT"***DATA INVOEREN***"
2280 INPUT"ZEKER WETEN? (j/n)";JN$
2290 IFJN$<>"j"THEN1290
2300 PRINT
2310 INPUT"INVOER-ADRES";TA
2320 IF(TA<BA)OR(TA>EA)THEN2310
2330 PRINT
2340 PRINT" BEGIN-ADRES - &h";HEX$(BA)
2350 PRINT"INVOER-ADRES - &h";HEX$(TA)
2360 PRINT"  EIND-ADRES - &h";HEX$(EA)
2370 PRINT
2380 INPUT"IS DIT OK? (j/n)";JN$
2390 IFJN$="n"THEN2300
2400 PRINT" 'X'=OPTIES"
2410 PRINT
2420 PRINT"<SPATIEBALK>"
```

```
2430 IFSTRIG(0)=0THEN2430
2440 IFSTRIG(0)THEN2440
2450 CLS:I$=INKEY$
2460 NA=TA
2470 DO$=HEX$(NA)+": "
2480 PRINTBG$;DO$;CHR$(95);
2490 I$=INKEY$:IFI$=""THEN2490
2500 AS=ASC(I$)
2510 IFAS=120THEN1290
2520 IF(AS=127)OR(AS=8)THEN2590
2530 IF(AS<48)OR(AS>102)THEN2490
2540 IF(AS>57)AND(AS<96)THEN2490
2550 IFLEN(DO$)=13THENI$=I$+" "
2560 IFLEN(DO$)=22THENI$=I$+" "
2570 DO$=DO$+I$:IFLEN(DO$)=27THEN2640
2580 GOTO2480
2590 IFLEN(DO$)<7THEN2490
2600 DO$=LEFT$(DO$,LEN(DO$)-1)
2610 IFLEN(DO$)=14THENDO$=LEFT$(DO$,13)
2620 IFLEN(DO$)=23THENDO$=LEFT$(DO$,22)
2630 GOTO2480
2640 PRINTBG$;DO$
2650 P1$=MID$(DO$,7,8)
2660 P2$=MID$(DO$,16,8)
2670 CK$=MID$(DO$,25,3)
2680 PT$=P1$+P2$+"  "
2690 CK=0
2700 FORT=0TO7
2710 :  PB$="&h"+LEFT$(PT$,2)
2720 :  PT$=RIGHT$(PT$,LEN(PT$)-2)
2730 :  PW(T)=VAL(PB$)
2740 :  CK=CK+PW(T)
2750 NEXT
2760 IFCK=(VAL("&h"+CK$))THEN2780
2770 PRINT"CHECKSUM ERROR!":GOTO2470
2780 FORT=0TO7
2790 :  POKENA,PW(T)
2800 :  NA=NA+1
2810 NEXT
2820 IFHEX$(NA)<HEX$(EA)THEN2470
2830 GOTO1290
```

22.2 Werken met de SPEEDTYPER

Het moet natuurlijk geen enkel probleem hebben opgeleverd om de SPEEDTYPER in te typen. Laten we gemakshalve meteen maar aannemen dat u dit foutloos heeft gedaan.

U start de SPEEDTYPER vanuit BASIC met het RUN-commando. Eerst wordt om een beginadres gevraagd. Dit is in ons geval het beginadres van de HERBYMON, te weten &HA000.
Vervolgens een eindadres. Bij het intypen van de HERBYMON moet dit &HC000 zijn. (&HA000 - &HC000 dus)

Na het J-antwoord komt u in het hoofdmenu terecht. U kunt hier kiezen uit zes opties:

1) 'LEEG POKEN'
2) DATA BEKIJKEN
3) DATA INVOEREN
4) DATA LOADEN
5) DATA SAVEN
6) STOPPEN

Door op de corresponderende cijfertoets te drukken, selecteert u de optie. Vervolgens wordt u door middel van vraag en antwoord op uw wenken bediend.

'LEEG POKEN'

Dit 'leeg poken' doet u eigenlijk maar één keer: Aan het begin van uw marathonintypsessie.
Het gevolg is dat het toegewezen geheugengebied op 0 wordt gezet. Dit heeft als voordeel dat u later gemakkelijk kunt opzoeken waar u de vorige keer was gebleven.

DATA BEKIJKEN

U kunt nu het toegewezen geheugengebied gaan nakijken. Vanaf het beginadres tot aan het eindadres kunt u het geheugen bekijken in het speciale SPEEDTYPER-formaat, dus met checksum.U kunt de data niet alleen op het scherm bekijken; u kunt de data ook naar de printer sturen. Komt misschien nog wel eens van pas bij een moeilijk te vinden intypfout...
Met de spatiebalk pauzeert u en het indrukken van een cursortoets brengt u weer in het hoofdmenu.

DATA INVOEREN

In feite de belangrijkste optie. U kunt nu aan de hand van een SPEEDTYPER-listing een programma (De HERBYMON dus) invoeren, terwijl de invoer automatisch wordt gecontroleerd. Fouten maken wordt haast onmogelijk, op voorwaarde dat u wel de juiste adressen in de gaten houdt!

Er wordt om een invoeradres gevraagd. Dit is het beginadres van het toegewezen geheugengebied als dit uw allereerste poging wordt. In een ander geval dient het laatst getypte adres als invoeradres, dus het adres waar u de vorige keer bent opgehouden.

Nog even een kleine controle en daar gaat u (met de X-toets komt u weer in het hoofdmenu terecht).
U neemt in dit geval de HERBYMON-listing en u zoekt naar het adres uit deze listing dat overeenkomt met het adres dat u links in beeld ziet. Gevonden? Dan typt u de regel netjes na. ('BS' als u een foutje maakt!)
Als u de regel foutloos heeft overgenomen, wordt deze geaccepteerd en krijgt u het volgende adres om in te vullen. Als u een fout maakt moet u na een 'CHECKSUM ERROR!' de regel nog eens proberen.

Dit gaat net zolang door tot de hele listing is ingevoerd, of totdat u er genoeg van heeft. In het laatste geval drukt u op de 'X'-toets. Vergeet u nu vooral niet om de ingevoerde data 'weg te SAVEn' met de gelijknamige optie!

DATA LOADEN

U kunt nu het gedeelte binnenhalen waaraan u de vorige sessie hebt gewerkt. Misschien om het af te maken, of om een eventuele adresfout te verwijderen. Denk om de juiste bestandsnaam!

DATA SAVEN

Vlak voordat u stopt met deze intyp-sessie, of gewoon voor de zekerheid, kunt u de thans ingevoerde data opslaan op cassette en/of diskette. U geeft een gewenste file-naam, opslaan en klaar!

STOPPEN

Einde van het programma...

23 De HERBYMON

23.1 De programmalisting

```
SPEEDDUMP VAN A000 TOT C000

A000: 4E4F503E 4C442042 21D    A120: 2CC33E41 44442048 25E
A008: 432CC23E 4C442028 247    A128: 4C2C484C 3E4C4420 1FA
A010: 4243292C 413E494E 1F0    A130: 484C2C28 C2202020 20A
A018: 43204243 3E494E43 200    A138: 20293E44 45432048 1BB
A020: 20423E44 45432042 1CE    A140: 4C3E494E 43204C3E 20E
A028: 3E4C4420 422CC13E 25B    A148: 44454320 4C3E4C44 206
A030: 524C4341 3E455820 21D    A150: 204C2CC1 3E43504C 276
A038: 41462C41 46273E41 1E0    A158: 3E4A5220 4E432CC3 27A
A040: 44442048 4C2C4243 1ED    A160: 3E4C4420 53502CC2 27F
A048: 3E4C4420 412C2842 1C5    A168: 3E4C4420 28C22020 218
A050: 43293E44 45432042 1D8    A170: 2020292C 413E494E 1AB
A058: 433E494E 4320433E 1FC    A178: 43205350 3E494E43 21E
A060: 44454320 433E4C44 1FD    A180: 2028484C 293E4445 1CC
A068: 20432CC1 3E525243 275    A188: 43202848 4C293E4C 1D2
A070: 413E444A 4E5A20C3 298    A190: 44202848 4C292CC1 236
A078: 3E4C4420 44452CC2 265    A198: 3E534346 3E4A5220 214
A080: 3E4C4420 28444529 1C8    A1A0: 432CC33E 41444420 259
A088: 2C413E49 4E432044 1E9    A1A8: 484C2C53 503E4C44 231
A090: 453E494E 4320443E 1FF    A1B0: 20412C28 C2202020 1D7
A098: 44454320 443E4C44 1FE    A1B8: 20293E44 45432053 1C6
A0A0: 20442CC1 3E524C41 26E    A1C0: 503E494E 4320413E 207
A0A8: 3E4A5220 C33E4144 280    A1C8: 44454320 413E4C44 1FB
A0B0: 4420484C 2C44453E 1EB    A1D0: 20412CC1 3E434346 258
A0B8: 4C442041 2C284445 1CE    A1D8: 3E4C4420 422C423E 1DC
A0C0: 293E4445 43204445 1DC    A1E0: 4C442042 2C433E4C 1EB
A0C8: 3E494E43 20453E44 1FF    A1E8: 4420422C 443E4C44 1E4
A0D0: 45432045 3E4C4420 1DB    A1F0: 20422C45 3E4C4420 1C1
A0D8: 452CC13E 5252413E 293    A1F8: 422C483E 4C442042 1E6
A0E0: 4A52204E 5A2CC33E 291    A200: 2C4C3E4C 4420422C 1D4
A0E8: 4C442048 4C2CC23E 270    A208: 28484C29 3E4C4420 1D3
A0F0: 4C442028 C2202020 1FA    A210: 422C413E 4C442043 1E0
A0F8: 20292C48 4C3E494E 1DE    A218: 2C423E4C 4420432C 1CB
A100: 4320484C 3E494E43 20F    A220: 433E4C44 20432C44 1E4
A108: 20483E44 45432048 1DA    A228: 3E4C4420 432C453E 1E0
A110: 3E4C4420 482CC13E 261    A230: 4C442043 2C483E4C 1F1
A118: 4441413E 4A52205A 21A    A238: 4420432C 4C3E4C44 1ED
```

```
A240: 20432C28 484C293E 1B2
A248: 4C442043 2C413E4C 1EA
A250: 4420442C 423E4C44 1E4
A258: 20442C43 3E4C4420 1C1
A260: 442C443E 4C442044 1E6
A268: 2C453E4C 4420442C 1CF
A270: 483E4C44 20442C4C 1F2
A278: 3E4C4420 442C2848 1CE
A280: 4C293E4C 4420442C 1D3
A288: 413E4C44 20452C42 1E2
A290: 3E4C4420 452C433E 1E0
A298: 4C442045 2C443E4C 1EF
A2A0: 4420452C 453E4C44 1E8
A2A8: 20452C48 3E4C4420 1C7
A2B0: 452C4C3E 4C442045 1F0
A2B8: 2C28484C 293E4C44 1DF
A2C0: 20452C41 3E4C4420 1C0
A2C8: 482C423E 4C442048 1EC
A2D0: 2C433E4C 4420482C 1D1
A2D8: 443E4C44 20482C45 1EB
A2E0: 3E4C4420 482C483E 1E8
A2E8: 4C442048 2C4C3E4C 1FA
A2F0: 4420482C 28484C29 1BD
A2F8: 3E4C4420 482C413E 1E1
A300: 4C44204C 2C423E4C 1F4
A308: 44204C2C 433E4C44 1ED
A310: 204C2C44 3E4C4420 1CA
A318: 4C2C453E 4C44204C 1F7
A320: 2C483E4C 44204C2C 1DA
A328: 4C3E4C44 204C2C28 1DA
A330: 484C293E 4C44204C 1F7
A338: 2C413E4C 44202848 1CB
A340: 4C292C42 3E4C4420 1D1
A348: 28484C29 2C433E4C 1DE
A350: 44202848 4C292C44 1B9
A358: 3E4C4420 28484C29 1D3
A360: 2C453E4C 44202848 1CF
A368: 4C292C48 3E4C4420 1D7
A370: 28484C29 2C4C3E48 1E3
A378: 414C543E 4C442028 1F7
A380: 484C292C 413E4C44 1F8
A388: 20412C42 3E4C4420 1BD
A390: 412C433E 4C442041 1DF
A398: 2C443E4C 4420412C 1CB
A3A0: 453E4C44 20412C48 1E8
A3A8: 3E4C4420 412C4C3E 1E5
A3B0: 4C442041 2C28484C 1D9
A3B8: 293E4C44 20412C41 1C5
A3C0: 3E414444 20412C42 1D6
A3C8: 3E414444 20412C43 1D7
A3D0: 3E414444 20412C44 1D8
A3D8: 3E414444 20412C45 1D9
A3E0: 3E414444 20412C48 1DC
A3E8: 3E414444 20412C4C 1E0
A3F0: 3E414444 20412C28 1BC
A3F8: 484C293E 41444420 1E4
A400: 412C413E 41444320 1D4
A408: 412C423E 41444320 1D5
A410: 412C433E 41444320 1D6
A418: 412C443E 41444320 1D7
A420: 412C453E 41444320 1D8
A428: 412C483E 41444320 1DB
A430: 412C4C3E 41444320 1DF
A438: 412C2848 4C293E41 1D1
A440: 44432041 2C413E53 1E6
A448: 55422042 3E535542 221
A450: 20433E53 55422044 1EF
A458: 3E535542 20453E53 21E
A460: 55422048 3E535542 227
A468: 204C3E53 55422028 1DC
A470: 484C293E 53554220 205
A478: 413E5342 4320412C 1E4
A480: 423E5342 4320412C 1E5
A488: 433E5342 4320412C 1E6
A490: 443E5342 4320412C 1E7
A498: 453E5342 4320412C 1E8
A4A0: 483E5342 4320412C 1EB
A4A8: 4C3E5342 4320412C 1EF
A4B0: 28484C29 3E534243 1FB
A4B8: 20412C41 3E414E44 1DF
A4C0: 20423E41 4E442043 1D6
A4C8: 3E414E44 20443E41 1F4
A4D0: 4E442045 3E414E44 208
A4D8: 20483E41 4E44204C 1E5
A4E0: 3E414E44 2028484C 1ED
A4E8: 293E414E 4420413E 1D9
A4F0: 584F5220 423E584F 240
A4F8: 5220433E 584F5220 20C
A500: 443E584F 5220453E 21E
A508: 584F5220 483E584F 246
A510: 52204C3E 584F5220 215
A518: 28484C29 3E584F52 21C
A520: 20413E4F 5220423E 1E0
A528: 4F522043 3E4F5220 203
A530: 443E4F52 20453E4F 215
A538: 5220483E 4F52204C 205
A540: 3E4F5220 28484C29 1E4
A548: 3E4F5220 413E4350 211
A550: 20423E43 5020433E 1D4
A558: 43502044 3E435020 1E8
A560: 453E4350 20483E43 1FF
A568: 50204C3E 43502028 1D5
A570: 484C293E 43502041 1EF
A578: 3E524554 204E5A3E 22F
```

```
A580: 504F5020 42433E4A 21C
A588: 50204E5A 2CC23E4A 28E
A590: 5020C23E 43414C4C 28C
A598: 204E5A2C C23E5055 299
A5A0: 53482042 433E4144 203
A5A8: 4420412C C13E5253 275
A5B0: 54203030 3E524554 1FD
A5B8: 205A3E52 45543E4A 22B
A5C0: 50205A2C C23EC420 2DA
A5C8: 203E4341 4C4C205A 1F4
A5D0: 2CC23E43 414C4C20 268
A5D8: C23E4144 4320412C 255
A5E0: C13E5253 54203038 280
A5E8: 3E524554 204E433E 218
A5F0: 504F5020 44453E4A 220
A5F8: 50204E43 2CC23E4F 27C
A600: 55542028 C1202029 21B
A608: 2C413E43 414C4C20 1E7
A610: 4E432CC2 3E505553 2B5
A618: 48204445 3E535542 219
A620: 20C13E52 53542031 269
A628: 303E5245 5420433E 1FA
A630: 4558583E 4A502043 230
A638: 2CC23E49 4E20412C 250
A640: 28C12020 293E4341 214
A648: 4C4C2043 2CC23EC5 2EC
A650: 20203E53 42432041 1B7
A658: 2CC13E52 53542031 275
A660: 383E5245 5420504F 220
A668: 3E504F50 20484C3E 21F
A670: 4A502050 4F2CC23E 285
A678: 45582028 5350292C 1DD
A680: 484C3E43 414C4C20 20E
A688: 504F2CC2 3E505553 2C3
A690: 4820484C 3E414E44 20D
A698: 20C13E52 53542032 26A
A6A0: 303E5245 54205045 20E
A6A8: 3E4A5020 28484C29 1DD
A6B0: 3E4A5020 50452CC2 27B
A6B8: 3E455820 44452C48 1F8
A6C0: 4C3E4341 4C4C2050 216
A6C8: 452CC23E C620203E 2B5
A6D0: 584F5220 C13E5253 2BD
A6D8: 54203238 3E524554 207
A6E0: 20503E50 4F502041 1FE
A6E8: 463E4A50 20502CC2 27C
A6F0: 3E44493E 43414C4C 225
A6F8: 20502CC2 3E505553 294
A700: 48204146 3E4F5220 1EE
A708: C13E5253 54203330 27B
A710: 3E524554 204D3E4C 220
A718: 44205350 2C484C3E 205
A720: 4A50204D 2CC23E45 278
A728: 493E4341 4C4C204D 210
A730: 2CC23EC7 20203E43 2B4
A738: 5020C13E 52535420 288
A740: 33383E52 4C43203E 1E8
A748: 52524320 3E524C20 203
A750: 3E525220 3E534C41 220
A758: 203E5352 41203E53 1F5
A760: 4C49203E 53524C20 204
A768: 3E424954 20302C3E 1D7
A770: 42495420 312C3E42 1DC
A778: 49542032 2C3E4249 1E4
A780: 5420332C 3E424954 1F0
A788: 20342C3E 42495420 1BD
A790: 352C3E42 49542036 1D4
A798: 2C3E4249 5420372C 1CC
A7A0: 3E524553 20302C3E 1E2
A7A8: 52455320 312C3E52 1F7
A7B0: 45532032 2C3E5245 1EB
A7B8: 5320332C 3E524553 1FA
A7C0: 20342C3E 52455320 1C8
A7C8: 352C3E52 45532036 1DF
A7D0: 2C3E5245 5320372C 1D7
A7D8: 3E534554 20302C3E 1E4
A7E0: 53455420 312C3E53 1FA
A7E8: 45542032 2C3E5345 1ED
A7F0: 5420332C 3E534554 1FD
A7F8: 20342C3E 53455420 1CA
A800: 352C3E53 45542036 1E1
A808: 2C3E5345 5420372C 1D9
A810: 3E423E43 3E443E45 206
A818: 3E483E4C 3E28484C 20A
A820: 293E413E 494E2042 1DF
A828: 2C284329 3E4F5554 1F6
A830: 20284329 2C423E53 1B3
A838: 42432048 4C2C4243 1EA
A840: 3E4C4420 28C22020 218
A848: 2020292C 42433E4E 1A6
A850: 45473E52 45544E3E 241
A858: 494D2030 3E4C4420 1D4
A860: 492C413E 494E2043 1EE
A868: 2C284329 3E4F5554 1F6
A870: 20284329 2C433E41 1A2
A878: 44432048 4C2C4243 1EC
A880: 3E4C4420 42432C28 1C7
A888: C2202020 20293E52 1FB
A890: 4554493E 4C442052 222
A898: 2C413E49 4E20442C 1D2
A8A0: 2843293E 4F555420 1EA
A8A8: 2843292C 443E5342 1D7
A8B0: 4320484C 2C44453E 1EA
A8B8: 4C442028 C2202020 1FA
```

```
A8C0: 20292C44 453E494D 1D2
A8C8: 20313E4C 4420412C 1AC
A8D0: 493E494E 20452C28 1D7
A8D8: 43293E4F 55542028 1EA
A8E0: 43292C45 3E414443 1E3
A8E8: 20484C2C 44453E4C 1F3
A8F0: 44204445 2C28C220 223
A8F8: 20202029 3E494D20 17D
A900: 323E4C44 20412C52 1DF
A908: 3E494E20 482C2843 1D4
A910: 293E4F55 54202843 1EA
A918: 292C483E 53424320 1D3
A920: 484C2C48 4C3E5252 236
A928: 443E494E 204C2C28 1D9
A930: 43293E4F 55542028 1EA
A938: 43292C4C 3E414443 1EA
A940: 20484C2C 484C3E52 204
A948: 4C443E49 4E20462C 1F7
A950: 2843293E 53424320 1CA
A958: 484C2C53 503E4C44 231
A960: 2028C220 20202029 1B3
A968: 2C53503E 494E2041 205
A970: 2C284329 3E4F5554 1F6
A978: 20284329 2C413E41 1A0
A980: 44432048 4C2C5350 20A
A988: 3E4C4420 53502C28 1E5
A990: C2202020 20293E4C 1F5
A998: 44493E43 50493E49 22E
A9A0: 4E493E4F 5554493E 254
A9A8: 4C44443E 4350443E 227
A9B0: 494E443E 4F555444 255
A9B8: 3E4C4449 523E4350 23A
A9C0: 49523E49 4E49523E 249
A9C8: 4F544952 3E4C4444 250
A9D0: 523E4350 44523E49 240
A9D8: 4E44523E 4F544452 25B
A9E0: 3E404142 43444546 213
A9E8: 4748494A 4B4D4F50 259
A9F0: 51525356 5758595A 2AE
A9F8: 5B5E5F60 61626768 30A
AA00: 696A6F70 72737879 388
AA08: 7A7BA0A1 A2A3A8A9 4CC
AA10: AAABB0B1 B2B3B8B9 58C
AA18: BABB0041 444420C9 327
AA20: 202C4243 3E414444 1D8
AA28: 20C9202C 44453E4C 248
AA30: 4420C920 2CC23E4C 2C5
AA38: 442028C2 20202020 1CE
AA40: 292CC93E 494E4320 256
AA48: C93E4144 4420C920 2D9
AA50: 2CC93E4C 4420C920 2CC
AA58: 2C28C220 20202029 1BF

AA60: 3E444543 20C93E49 27A
AA68: 4E432028 C9202BC8 2B5
AA70: 2020293E 44454320 193
AA78: 28C9202B C8202029 26D
AA80: 3E4C4420 28C9202B 22A
AA88: C8202029 2CC13E41 29D
AA90: 444420C9 202C5350 260
AA98: 3E4C4420 422C28C9 24D
AAA0: 202BC820 20293E4C 206
AAA8: 4420432C 28C9202B 20F
AAB0: C8202029 3E4C4420 21F
AAB8: 442C28C9 202BC820 294
AAC0: 20293E4C 4420452C 1A8
AAC8: 28C9202B C8202029 26D
AAD0: 3E4C4420 482C28C9 253
AAD8: 202BC820 20293E4C 206
AAE0: 44204C2C 28C9202B 218
AAE8: C8202029 3E4C4420 21F
AAF0: 28C9202B C8202029 26D
AAF8: 2C423E4C 442028C9 24D
AB00: 202BC820 20292C43 1EB
AB08: 3E4C4420 28C9202B 22A
AB10: C8202029 2C443E4C 22B
AB18: 442028C9 202BC820 288
AB20: 20292C45 3E4C4420 1A8
AB28: 28C9202B C8202029 26D
AB30: 2C483E4C 442028C9 253
AB38: 202BC820 20292C4C 1F4
AB40: 3E4C4420 28C9202B 22A
AB48: C8202029 2C413E4C 228
AB50: 4420412C 28C9202B 20D
AB58: C8202029 3E414444 238
AB60: 20412C28 C9202BC8 291
AB68: 2020293E 41444320 18F
AB70: 412C28C9 202BC820 291
AB78: 20293E53 55422028 1B9
AB80: C9202BC8 2020293E 283
AB88: 53424320 412C28C9 256
AB90: 202BC820 20293E41 1FB
AB98: 4E442028 C9202BC8 2B6
ABA0: 2020293E 584F5220 1C0
ABA8: 28C9202B C8202029 26D
ABB0: 3E4F5220 28C9202B 23B
ABB8: C8202029 3E435020 222
ABC0: 28C9202B C8202029 26D
ABC8: 3E524C43 2028C920 250
ABD0: 2BC82020 293E5252 23E
ABD8: 432028C9 202BC820 287
ABE0: 20293E52 4C2028C9 236
ABE8: 202BC820 20293E52 20C
ABF0: 522028C9 202BC820 296
ABF8: 20293E53 4C412028 1AF
```

```
AC00: C9202BC8 2020293E 283
AC08: 53524120 28C9202B 242
AC10: C8202029 3E534C49 257
AC18: 2028C920 2BC82020 264
AC20: 293E5352 4C2028C9 269
AC28: 202BC820 20293E42 1FC
AC30: 49542030 2C28C920 22A
AC38: 2BC82020 293E4249 225
AC40: 5420312C 28C9202B 20D
AC48: C8202029 3E424954 24E
AC50: 20322C28 C9202BC8 282
AC58: 2020293E 42495420 1A6
AC60: 332C28C9 202BC820 283
AC68: 20293E42 49542034 1BA
AC70: 2C28C920 2BC82020 270
AC78: 293E4249 5420352C 1C7
AC80: 28C9202B C8202029 26D
AC88: 3E424954 20362C28 1C7
AC90: C9202BC8 2020293E 283
AC98: 42495420 372C28C9 253
ACA0: 202BC820 20293E52 20C
ACA8: 45532030 2C28C920 225
ACB0: 2BC82020 293E5245 231
ACB8: 5320312C 28C9202B 20C
ACC0: C8202029 3E524553 259
ACC8: 20322C28 C9202BC8 282
ACD0: 2020293E 52455320 1B1
ACD8: 332C28C9 202BC820 283
ACE0: 20293E52 45532034 1C5
ACE8: 2C28C9A0 2BC82020 2F0
ACF0: 293E5245 5320352C 1D2
ACF8: 28C9202B C8202029 26D
AD00: 3E524553 20362C28 1D2
AD08: C9202BC8 2020293E 283
AD10: 52455320 372C28C9 25E
AD18: 202BC820 20293E53 20D
AD20: 45542030 2C28C920 226
AD28: 2BC82020 293E5345 232
AD30: 5420312C 28C9202B 20D
AD38: C8202029 3E534554 25B
AD40: 20322C28 C9202BC8 282
AD48: 2020293E 53455420 1B3
AD50: 332C28C9 202BC820 283
AD58: 20293E53 45542034 1C7
AD60: 2C28C920 2BC82020 270
AD68: 293E5345 5420352C 1D4
AD70: 28C9202B C8202029 26D
AD78: 3E534554 20362C28 1D4
AD80: C9202BC8 2020293E 283
AD88: 53455420 372C28C9 260
AD90: 202BC820 20293E50 20A
AD98: 4F5020C9 3E455820 283

ADA0: 28535029 2CC93E50 277
ADA8: 55534820 C93E4A50 2B1
ADB0: 2028C920 293E4C44 228
ADB8: 2053502C C93E0919 218
ADC0: 21222329 2A2B3435 14D
ADC8: 3639464E 565E666E 28B
ADD0: 70717273 7475777E 3A4
ADD8: 868E969E A6AEB6BE 510
ADE0: CBCBCBCB CBCBCBCB 658
ADE8: CBCBCBCB CBCBCBCB 658
ADF0: CBCBCBCB CBCBCBCB 658
ADF8: CBCBCBCB CBCBCBCB 658
AE00: E1E3E5E9 F9000000 48B
AE08: 00000000 00000000 000
AE10: 00000000 00000000 000
AE18: 00000000 00000000 000
AE20: 00000000 00000000 000
AE28: 060E161E 262E363E 110
AE30: 464E565E 666E767E 310
AE38: 868E969E A6AEB6BE 510
AE40: C6CED6DE E6EEF6FE 710
AE48: 00000000 00005630 086
AE50: 00000000 00000000 000
AE58: 00000000 00000000 000
AE60: 00000000 00000000 000
AE68: 00000000 00000000 000
AE70: 00000000 00000000 000
AE78: 00000000 00000000 000
AE80: 00000000 00000000 000
AE88: 00000000 00000000 000
AE90: 00000A0D 20484552 116
AE98: 42594D4F 4E202856 223
AEA0: 312E3129 0A0D2020 110
AEA8: 20535020 20204959 1C5
AEB0: 20202049 58202020 161
AEB8: 484C2020 20444520 19D
AEC0: 20204243 20202041 166
AEC8: 0A0D2E2A 20002020 0CF
AED0: 20202020 20202020 100
AED8: 20202020 20200020 0E0
AEE0: 20202020 20202020 100
AEE8: 20202020 20202000 0E0
AEF0: 3E3F3F3F 3E20222E 1A9
AEF8: 2E2E2E22 000A0D2E 0F1
AF00: 00492E0D 2E002020 0F2
AF08: 20202020 20202020 100
AF10: 20202020 20202000 0E0
AF18: 00202020 20202020 0E0
AF20: 20202020 20202020 100
AF28: 20200000 0A0D2053 0CA
AF30: 4156494E 473A2000 1CF
AF38: 0A0D2053 45415243 1A5
```

```
AF40: 48494E47 3A20000A 18A
AF48: 0D20464F 554E443A 1E3
AF50: 20000A0D 204C4F41 133
AF58: 44494E47 3A20000A 186
AF60: 0D202A2A 4552524F 1B9
AF68: 522A2A00 30313233 16C
AF70: 34353637 38394142 1CA
AF78: 43444546 F5CDA200 376
AF80: 3A50AEB7 CA8EAFF1 4E7
AF88: F5CDA500 F1C9F1C9 5DB
AF90: F3CD4A00 FBC9CD7C 517
AF98: AF237EB7 20F8C921 409
AFA0: 03AF18F6 21FDAE18 3A4
AFA8: F1CD5601 3E0032A7 32C
AFB0: FCCD9F00 FE7FCAC7 576
AFB8: AFFE7BDA C0AF3E00 4AF
AFC0: FE61DAC7 AFD620CD 572
AFC8: A200FE0D 20DEC921 395
AFD0: 6CAF4F06 00097EC9 2C0
AFD8: 57CB3FCB 3FCB3FCB 440
AFE0: 3FCDCFAF 3257AE7A 43B
AFE8: E60FCDCF AF3258AE 478
AFF0: C9CDD8AF 3A57AECD 529
AFF8: 7CAF3A58 AEC37CAF 459
B000: 3E20C37C AFCDF1AF 4B9
B008: 18F6CD7C AF18F132 441
B010: 5EAE0680 3A5EAEA0 378
B018: C220B03E 30C322B0 395
B020: 3E31CD7C AFCB38C2 42C
B028: 14B0C910 27E80364 313
B030: 000A0001 00012BB0 0E7
B038: 3E05F50A 5F030A57 205
B040: 033EFFB7 C5444DED 43A
B048: 523CD245 B06069C1 3DF
B050: C630CD7C AFF13DC2 4DE
B058: 3AB0C300 B07ACD0F 3B3
B060: B07BCD0F B0C300B0 42A
B068: 7ACDF1AF 3A58AE32 459
B070: 5AAE3A57 AE3259AE 380
B078: 7BCDF1AF C300B0CD 528
B080: C0003E00 3251AE3E 26D
B088: 3FC37CAF C118F0C1 4B7
B090: 18FAC118 FA21D8FF 4DD
B098: 1128003A DCF34719 2A2
B0A0: 10FD3ADD F3472310 391
B0A8: FDC921DD F334CD95 54D
B0B0: B0C390AF 21DDF335 4D8
B0B8: 18F4E60F C9CDAAB0 4F1
B0C0: FE3038CE FE4730CA 473
B0C8: FE3A38EE FE4138C2 497
B0D0: D63718E6 FE3A38E2 45D
B0D8: D63718DE 3E01B7C9 3C2
B0E0: 3E00B7C9 FE3038F4 418
B0E8: FE4730F0 FE3A38F0 4C5
B0F0: FE4138E8 18EA3A6A 405
B0F8: AE473A6C AEB838DC 415
B100: C2E0B03A 6BAE473A 426
B108: 69AEB838 D318CDCB 48A
B110: 27CB27CB 27CB27C9 3C6
B118: CDBDB0CD 0FB13266 45F
B120: AECDBDB0 473A66AE 47D
B128: B03266AE CDAAB0FE 51B
B130: 20C28FB0 C9CDBDB0 524
B138: CD0FB132 68AECDBD 45F
B140: B0473A68 AEB03268 391
B148: AECDBDB0 CD0FB132 4A7
B150: 67AECDBD B0473A67 437
B158: AEB03267 AE18CDCD 457
B160: 18B100C9 CD35B1ED 432
B168: 4B67AEED 4369AEC9 470
B170: CD35B1ED 4B67AEED 4ED
B178: 436BAEC9 CD35B1ED 4C5
B180: 4B67AEED 436DAEC9 474
B188: D1D1C9CD A4AF3E00 4C9
B190: CDD800FE FF28F73E 4FF
B198: 00CDD500 FE0020E8 3A8
B1A0: C9CD8EB1 00C93E2E 40A
B1A8: C92A69AE 7EFE2038 3DE
B1B0: F5FE7E30 F1C92A69 4EE
B1B8: AE7E3256 AECD05B0 3E4
B1C0: 2A69AE23 2269AE3A 2D7
B1C8: 52AE3D32 52AE3A56 2FF
B1D0: AEC9CD8B B13E3ACD 4C5
B1D8: 0AB0ED5B 69AECD68 44E
B1E0: B0CDA9B1 32F7AECD 57B
B1E8: B6B1CDA9 B132F8AE 566
B1F0: CDB6B1CD A9B132F9 586
B1F8: AECDB6B1 CDA9B132 53B
B200: FAAECDB6 B121F5AE 5A0
B208: C39AAF2A 69AE226B 3DA
B210: AECDD2B1 CDF6B028 599
B218: F8C3A4AF CD64B1CD 5BD
B220: AAB0FE20 28E5CDB4 506
B228: B0CD70B1 18E37E12 429
B230: 23137EFE 3EC22EB2 392
B238: C911CEAE 18F021DF 45E
B240: AE18F6CD 3EB221F1 48B
B248: AE18EE3A 52AEB7CA 46F
B250: 5EB247CD 00B0CD00 3A1
B258: B0CD00B0 10F5CD00 3FF
B260: B021CEAE C39AAF3A 493
B268: 53AE3C32 53AEC93A 373
B270: 53AE473E 003253AE 2B9
B278: C9CD3EB2 CDB6B1CB 585
```

```
B280: 3FCB3FCB 3FCD72B2 444
B288: 2143A7B8 CAA1B223 403
B290: 7EFE3EC2 99B2CD67 4FB
B298: B23A53AE B8C28FB2 4A8
B2A0: 23CD39B2 3A56AEE6 3FF
B2A8: 07CD72B2 2111A8B8 38A
B2B0: CAC5B223 7EFE3EC2 4E0
B2B8: BDB2CD67 B23A53AE 490
B2C0: B8C2B3B2 23C32EB2 4A5
B2C8: E5CDB6B1 E13E2477 4D3
B2D0: 233A57AE 77233A58 28E
B2D8: AE77C9E5 CDB6B13A 541
B2E0: 58AE325A AE3A57AE 37F
B2E8: 3259AECD B6B1E1CD 51B
B2F0: CDB2233A 59AE7723 37D
B2F8: 3A5AAE77 C9E5CDB6 4EA
B300: B1E13E26 18C93E26 33B
B308: 77233A5B AE77233A 2B1
B310: 5CAE77C9 E5CDB6B1 563
B318: 2A69AE4F E680CA26 3E6
B320: B33EFFC3 28B33E00 3CC
B328: 47097D32 5EAE7CCD 354
B330: D8AFE13E 40CDCFB2 534
B338: 23E53A5E AECDD8AF 4A2
B340: E1C3D1B2 CD3EB2CD 5B1
B348: B6B1CD72 B221E1A9 503
B350: 7E23FE00 CA43B2B8 416
B358: CA66B3FE 00CA43B2 4A0
B360: CD67B23E 01B7C250 3EE
B368: B32124A8 CD6FB2B8 446
B370: CA85B323 7EFE3EC2 4A1
B378: 7DB3CD67 B23A53AE 451
B380: B8C273B3 23CD39B2 47B
B388: 21CEAE7E FEC2CADB 580
B390: B2B723C2 8BB3C921 476
B398: CEAE237E FE00CA95 47A
B3A0: AFFEC9C2 9AB33A01 4C0
B3A8: AF77233A 02AF77C3 36E
B3B0: 97B3CDB6 B13A58AE 4BE
B3B8: 325CAE3A 57AE325B 308
B3C0: AECDB6B1 E607FE06 4D3
B3C8: C243B23A 56AECD72 434
B3D0: B22106AE 7E23B8CA 3AA
B3D8: E0B3CD67 B23E01B7 46F
B3E0: C2D4B321 1BAACD6F 46B
B3E8: B2B8CAFF B3237EFE 585
B3F0: 3EC2F7B3 CD67B23A 4CA
B3F8: 53AEB8C2 EDB323CD 50B
B400: 39B2CD97 B321CEAE 49F
B408: 7EFEC8CA 06B3B723 4A1
B410: C208B4C9 CD3EB2CD 4D1
B418: B6B1FECB CAB2B3CD 62C
B420: 72B221BE AD7E23FE 44F
B428: 00CA43B2 B8CA3BB4 430
B430: FE00CA43 B2CD67B2 4A3
B438: 3E01B7C2 25B4211B 2CD
B440: AACD6FB2 B8CA5AB4 528
B448: 237EFE3E C252B4CD 472
B450: 67B23A53 AEB8C248 416
B458: B423CD39 B2CD97B3 4A6
B460: 3E01325D AE21CEAE 319
B468: 7EFEC8C2 78B4CDFD 5FC
B470: B23E0032 5DAE3E00 26B
B478: B723C268 B43A5DAE 3FD
B480: FE00CA88 B421CEAE 4A1
B488: 7EFEC1CA C8B2FEC2 641
B490: CADBB2B7 23C288B4 52F
B498: C93E5832 02AFC314 319
B4A0: B43E5932 02AFC314 305
B4A8: B421CEAE 7EFEC1CA 558
B4B0: C8B2FEC2 CADBB2FE 68F
B4B8: C3CA14B3 FEC4CA79 559
B4C0: B2FEC5CA 99B4FEC6 650
B4C8: CA44B3FE C7CAA1B4 5A5
B4D0: B723C2AC B4C9CDB6 548
B4D8: B1CD73B2 2100A03A 39E
B4E0: 56AE473A 53AEB8CA 408
B4E8: FCB4237E FE3EC2F4 543
B4F0: B4CD67B2 3A53AEB8 48D
B4F8: C2EAB423 C339B2CD 4FE
B500: 8BB13E3B CD0AB0ED 429
B508: 5B69AECD 68B0CD3E 462
B510: B23E0432 52AECDD6 3C9
B518: B4CDA9B4 C34BB22A 4C8
B520: 69AE2322 6BAECDFF 441
B528: B4CDF6B0 28F8C3A4 5AE
B530: AFCD64B1 CDAAB0FE 5B6
B538: 2028E4CD B4B0CD70 49A
B540: B118E3F1 C92A69AE 4A7
B548: 3A75AE77 232269AE 330
B550: C92A69AE 3A72AE77 3DB
B558: 232269AE 2A69AE3A 2D7
B560: 71AE7723 2269AEC9 3BB
B568: ED4B69AE 2A79AE2B 3CB
B570: B7ED427D E680C282 50D
B578: B57CFE00 C28CB0C3 4F0
B580: 88B57CFE FFC28CB0 5B4
B588: 7D2A69AE 77232269 2E3
B590: AEC90600 1100A021 24F
B598: 19AF1ABE CAB0B5FE 4CD
B5A0: 3ECAABB5 131AFE3E 3D1
B5A8: C2A4B513 0420E8C9 403
B5B0: 2313FE3E C29AB53E 3C1
B5B8: 00325FAE 2A69AE78 2F8
```

```
B5C0: 77232269 AE3A60AE 31B
B5C8: FE00CA51 B53A61AE 417
B5D0: FE00CA45 B53A62AE 40C
B5D8: FE00CA68 B5C91124 3E3
B5E0: A801E1A9 2119AF1A 336
B5E8: BECAFFB5 FE3ECAF8 63A
B5F0: B5131AFE 3EC2F1B5 486
B5F8: 13030AB7 20E6C923 2C9
B600: 13FE3EC2 E7B53E00 3EB
B608: 325FAE2A 69AE3EED 3AB
B610: 77232269 AE2A69AE 314
B618: 0A772322 69AE3A60 277
B620: AEFE00CA 51B5C911 456
B628: 1BAA01BE AD2119AF 31A
B630: 1ABECA48 B6FE3ECA 4A6
B638: 41B6131A FE3EC23A 35C
B640: B613030A B720E6C9 35C
B648: 2313FE3E C230B63E 358
B650: 00325FAE 2A69AE3A 2BA
B658: 63AE7723 2269AE2A 30E
B660: 69AE0A77 3263AE23 2FE
B668: 2269AE3A 65AEFE00 384
B670: C27EB63A 81AE2A69 3F2
B678: AE772322 69AE3A60 31B
B680: AEFE00CA 51B53A61 417
B688: AEFE00CA 45B53A63 40D
B690: AEFECBC2 95AF2148 4E6
B698: 00097E2A 69AE7723 262
B6A0: 2269AEC9 1143A706 303
B6A8: 002119AF 1ABECA12 29D
B6B0: B7FE3EC2 02B7D522 465
B6B8: 7DAE1111 A80E002A 22D
B6C0: 7DAE1ABE CAD7B613 46D
B6C8: 1AFE3EC2 C7B6130C 3B4
B6D0: 79FE0820 EAD1C923 446
B6D8: 13FE3EC2 C2B6D13E 498
B6E0: 00325FAE 2A69AE3E 2BE
B6E8: CB772322 69AE2A69 331
B6F0: AECB20CB 20CB2079 3E8
B6F8: B0772322 69AEC9C3 40F
B700: 12B7131A FE3EC202 2F6
B708: B7130478 FE20C2A9 3CF
B710: B6C92313 FE3EC2AC 45F
B718: B6C9CB27 CB27CB27 455
B720: CB2747C9 3E20772B 302
B728: 772B3E20 772B772B 244
B730: C92106AF 7EFE00CA 3E5
B738: 95AFFE24 C280B706 465
B740: 001171AE 237ECDE4 382
B748: B020E97E CDD4B012 49A
B750: 13043E04 B8C244B7 2CE
B758: CD24B73E C2773E00 35D
B760: 3260AE3A 71AECD1A 380
B768: B73A72AE B03271AE 412
B770: 3A73AECD 1AB73A74 3A7
B778: AEB03272 AEC331B7 45B
B780: 23C334B7 2106AF7E 325
B788: FE00CA95 AFFE40C2 50C
B790: D3B70600 1179AE23 2EB
B798: 7ECDE4B0 20E97ECD 533
B7A0: D4B01213 043E04B8 2A7
B7A8: C297B7CD 24B73EC3 4B9
B7B0: 773E0032 62AE3A79 2AA
B7B8: AECD1AB7 3A7AAEB0 45E
B7C0: 327AAE3A 7BAECD1A 3A4
B7C8: B73A7CAE B03279AE 424
B7D0: C384B723 C387B721 443
B7D8: 06AF7EFE 00CA95AF 43F
B7E0: FE24C219 B8060011 2CC
B7E8: 75AE237E CDE4B020 445
B7F0: E97ECDD4 B0121304 3E1
B7F8: 3E02B8C2 EAB7CD2A 452
B800: B73EC177 3E003261 2FE
B808: AE3A75AE CD1AB73A 3E3
B810: 76AEB032 75AEC3D7 4C3
B818: B723C3DA B72106AF 404
B820: 7EFE00CA 95AFFE26 4AE
B828: C25FB806 001181AE 31F
B830: 237ECDE4 B020E97E 489
B838: CDD4B012 13043E02 2BA
B840: B8C230B8 CD2AB73E 44E
B848: C8773E00 3265AE3A 2FC
B850: 81AECD1A B73A82AE 437
B858: B03281AE C31DB823 3CC
B860: C320B821 06AF7EFE 3ED
B868: 00CA95AF FE49C29D 4B4
B870: B8237EFE 58C280B8 4A9
B878: 3EDD3263 AEC38FB8 468
B880: FE59C28D B83EFD32 4CB
B888: 63AEC38F B818D73E 448
B890: 20772B3E C9773E00 27E
B898: 3264AE18 C62318C6 323
B8A0: 2106AF11 19AF7E12 23F
B8A8: 23137EB7 C2A6B83E 3C9
B8B0: 3E121B1A FE20CAAF 31C
B8B8: B8C92A6F AE2269AE 401
B8C0: 3E1ECD7C AFCD1FB5 3F5
B8C8: CD9FAF3E 41CD0AB0 421
B8D0: ED5B69AE CD68B03E 482
B8D8: 003251AE C92A6FAE 341
B8E0: 2269AE3E 1ECD7CAF 38D
B8E8: CD26B5CD 9FAF3E00 401
B8F0: 3251AEC9 2A6FAE22 363
B8F8: 69AE3E1E CD7CAFCD 438
```

```
B900: 0BB2CD9F AF3E3ACD 41D
B908: 0AB0ED5B 69AECD68 44E
B910: B03E0032 51AEC9CD 3B5
B918: 64B11106 AFD5CDAA 427
B920: B0D11213 1AB720F5 38C
B928: 3E013260 AE3261AE 2C0
B930: 3262AE32 64AE3265 31D
B938: AE325FAE CD31B7CD 46F
B940: D7B7CD84 B7CDA0B8 5BB
B948: 2A69AE22 6FAECD92 3DF
B950: B53A5FAE FE00CABA 47E
B958: B8CDDEB5 3A5FAEFE 55D
B960: 00CABAB8 CDA4B63A 49D
B968: 5FAEFE00 CABAB8CD 514
B970: 1DB8CD63 B8CDA0B8 4E2
B978: CD27B63A 5FAEFE00 3EF
B980: CABAB83E 0932DDF3 485
B988: C37FB0CD 64B12A69 467
B990: AE226FAE 3E003256 2B3
B998: AECD5FB1 2A69AE3A 406
B9A0: 66AE7723 2269AECD 3B4
B9A8: AAB0FE20 CADDB83A 511
B9B0: 56AE3C32 56AEFE04 378
B9B8: CADDB8CD B4B018D9 581
B9C0: CD64B12A 69AE226F 3B4
B9C8: AE3E0032 56AECD5F 34E
B9D0: B12A69AE 3A66AE77 3B7
B9D8: 232269AE CDAAB0FE 481
B9E0: 20CAF4B8 3A56AE3C 410
B9E8: 3256AEFE 04CAF4B8 4AE
B9F0: CDB4B018 D92192AE 483
B9F8: CD9AAFED 5B85AECD 55E
BA00: 68B0ED5B 87AECD68 4CA
BA08: B0ED5B89 AECD68B0 514
BA10: ED5B8BAE CD68B0ED 553
BA18: 5B8DAECD 68B0ED5B 4C3
BA20: 8FAECD68 B03A91AE 49B
BA28: CDF1AFC3 A4AFCD00 550
BA30: 00FD2287 AEDD2289 3DC
BA38: AE228BAE ED538DAE 484
BA40: ED438FAE 3291AEC3 4A1
BA48: F5B9CD64 B12A69AE 4D1
BA50: 222FBA3A 91AEED4B 3BC
BA58: 8FAEED5B 8DAE2A8B 475
BA60: AEDD2A89 AEFD2A87 49A
BA68: AE18C3C3 0000CD64 37D
BA70: B12A69AE 226CBA3A 374
BA78: 91AEED4B 8FAEED5B 4FC
BA80: 8DAE2A8B AEDD2A89 42E
BA88: AEFD2A87 AEED7B85 4F7
BA90: AE18D8CD 64B12A69 413
BA98: AE2285AE CD64B12A 40F

BAA0: 69AE2287 AECD64B1 450
BAA8: 2A69AE22 89AECD64 3CB
BAB0: B12A69AE 228BAECD 41A
BAB8: 64B12A69 AE228DAE 3B3
BAC0: CD64B12A 69AE228F 3D4
BAC8: AECD5FB1 3A66AE32 40B
BAD0: 91AE3E1E CD7CAFCD 460
BAD8: 7CAFCD7C AFC3F5B9 594
BAE0: CD64B1CD 70B1CD5F 4FC
BAE8: B12A69AE 3A66AE77 3B7
BAF0: 232269AE CDF6B028 3F7
BAF8: F0C3A4AF CD64B1CD 5B5
BB00: 70B1CD7C B12A69AE 45C
BB08: 7E232269 AE2A6DAE 31F
BB10: 7723226D AECDF6B0 44A
BB18: 28EBC3A4 AFCD64B1 50B
BB20: CD70B121 06AF226D 353
BB28: AE3E0032 56AECDAA 399
BB30: B0FE22C2 62BBCDAA 526
BB38: B02A6DAE 77FE22C2 44E
BB40: 47BB3E00 C351BB3A 349
BB48: DDF3FE1E C251BB3E 4F8
BB50: 0023226D AE2156AE 285
BB58: 34FE00C2 36BB35C3 3DD
BB60: 90BBCDB4 B0CD5FB1 559
BB68: 2A6DAE3A 66AE7723 32D
BB70: 226DAE21 56AE34CD 363
BB78: AAB0FE20 C285BB3E 4B8
BB80: 00B7C38D BBCDB4B0 4F3
BB88: 3A56AEFE 08C265BB 426
BB90: 3E063254 AE2106AF 24E
BB98: 226DAE2A 69AE2267 307
BBA0: AE3A56AE 472A67AE 372
BBA8: 7E2A6DAE BECABFBB 4C5
BBB0: 2A69AE23 2269AECD 36A
BBB8: F6B028D9 C3A4AF2A 4E7
BBC0: 67AE2322 67AE2A6D 306
BBC8: AE23226D AE0520D5 308
BBD0: 3A54AE3C 3254AEFE 3AA
BBD8: 07C2EEBB 3E0ACD7C 403
BBE0: AF3E0DCD 7CAFCDA1 460
BBE8: B13E0032 54AEED5B 36B
BBF0: 69AECD68 B02A69AE 43D
BBF8: 232269AE CDF6B0CA 499
BC00: 95BBC3A4 AFCD64B1 548
BC08: 3E0ACD7C AF3E0DCD 358
BC10: 7CAF3E25 CD7CAFED 473
BC18: 5B69AECD 5DB03E24 3AE
BC20: CD7CAFED 5B69AECD 524
BC28: 68B03E23 CD7CAF2A 39B
BC30: 69AECD35 B0C3A4AF 4DF
BC38: 3E083252 AECDAAB0 39F
```

```
BC40: FE30C24A BC0600C3 3BF
BC48: 54BCFE31 CA52BCC3 4DA
BC50: 8CB00601 3A66AECB 35C
BC58: 27B03266 AE2152AE 33E
BC60: 3520DAC9 CD38BC32 3EB
BC68: 6AAECD38 BC3269AE 422
BC70: CDAAB0FE 20C27FB0 536
BC78: C308BC3E 003252AE 2F7
BC80: 21000001 2BB0E5C5 2A7
BC88: CDAAB0FE 30DA92B0 571
BC90: FE3AD292 B0E60F32 473
BC98: 53AEC10A 5F030A57 28F
BCA0: 03E13A53 AEB7CAAE 44E
BCA8: BC193DC2 A9BC3A52 3C5
BCB0: AE3C3252 AEFE0520 33F
BCB8: CD7C326A AE7D3269 3AB
BCC0: AEC9CD7B BCCDAAB0 5A2
BCC8: FE20C27F B0C308BC 496
BCD0: CD64B1CD 70B12A69 463
BCD8: AEED4B6B AE09CDB9 48E
BCE0: BCC308BC CD64B1CD 4F2
BCE8: 70B12A69 AEED4B6B 405
BCF0: AEB7ED42 18E8CD64 4C5
BCF8: B1CD70B1 3A69AE21 411
BD00: 6BAEA65F 3A6AAE21 391
BD08: 6CAEA657 EB18CFCD 4B6
BD10: 64B1CD70 B13A69AE 454
BD18: 216BAEB6 5F3A6AAE 3A1
BD20: 216CAEB6 57EB18B6 401
BD28: CD64B1CD 70B13A69 473
BD30: AE216BAE AE5F3A6A 399
BD38: AE216CAE AE57EBC3 49C
BD40: DEBCCDAA B0FE22C2 5A3
BD48: 8CB02119 AF0600E5 310
BD50: C5CDAAB0 C1E1FE22 5AE
BD58: CA66BD77 23043E11 2DA
BD60: B820ECC3 8CB03E20 421
BD68: 7723043E 12B820F6 2BC
BD70: 3E0077CD AAB0FE20 3FA
BD78: C28CB0C9 ED7B7DAE 55A
BD80: CDF00021 5FAFCD9A 453
BD88: AFC3A4AF C5D5E53E 582
BD90: 00CDEA00 38E6E1D1 487
BD98: C1C9C5D5 E5CDED00 5C3
BDA0: 38DA18F2 C5D5E5CD 568
BDA8: E40038D0 18E8C5D5 486
BDB0: E5CDE100 38C618DE 487
BDB8: 3E003250 AEED737D 34B
BDC0: AECD42BD 3E00321F 309
BDC8: AFCD64B1 CD70B121 4A0
BDD0: 2CAFCD9A AFCD8CBD 507
BDD8: 060A3E80 CD9ABD10 302
BDE0: F92119AF 06067ECD 339
BDE8: 9ABD2310 F9CDF000 440
BDF0: 2A69AEE5 ED5B6BAE 487
BDF8: EBB7ED52 E5226BAE 501
BE00: CD8CBD06 02E17DCD 449
BE08: 9ABD7CCD 9ABD10F5 4FC
BE10: ED5B69AE 2A6BAE1A 3BC
BE18: CD9ABD13 2B7CB5C2 455
BE20: 17BECDF0 00D5ED5B 4AF
BE28: 69AECD68 B0D1CD68 502
BE30: B0C3A4AF 3E003250 386
BE38: AEED737D AECD42BD 505
BE40: 3E003256 AE321FAF 274
BE48: CDAAB0FE 20CA5BBE 528
BE50: CDB4B0CD 64B13E01 452
BE58: 3256AE21 38AFCD9A 3A5
BE60: AF2119AF CD9AAFCD 47B
BE68: AEBD060A CDA4BDFE 4A7
BE70: 80C26ABE 10F62106 397
BE78: AF0606CD A4BD7723 383
BE80: 10F93600 CDE70021 314
BE88: 47AFCD9A AF2106AF 3E2
BE90: CD9AAF11 19AF2106 316
BE98: AF06061A BEC25BBE 36E
BEA0: 132310F7 2152AFCD 32C
BEA8: 9AAFCDAE BD0602CD 456
BEB0: A4BD6FCD A4BD67E5 54A
BEB8: 10F5D13A 56AEB7CA 495
BEC0: C6BEED5B 69AEED53 523
BEC8: 69AEE1CD A4BD1213 44B
BED0: 2B7CB5C2 CBBECDE7 55B
BED8: 00D5ED5B 69AECD68 469
BEE0: B0D1CD68 B0C3A4AF 57C
BEE8: 3E013250 AEC3A4AF 385
BEF0: 3E0018F6 CD64B1CD 3FB
BEF8: 42BD2A69 AE1119AF 319
BF00: 1AB7CA0A BF771323 311
BF08: 18F6226B AEC311B2 3CF
BF10: F5B9C2BC 05BC64BC 50D
BF18: 93BAD0BC E4BCC0B9 5F2
BF20: 8BB917B9 4ABA31B5 3FE
BF28: E0BA1DBB 6EBA1CB2 468
BF30: FCBA43B5 B8BD34BE 515
BF38: E8BEF0BE F6BC0FBD 5D2
BF40: 28BDF4BE 21232425 324
BF48: 2A2B2D3A 3B414344 1BF
BF50: 46484A4D 5458534C 270
BF58: 50512640 2F5700CD 25A
BF60: 9FAFC37F B03E0132 3B1
BF68: 51AECD95 B0CD90AF 51D
BF70: FE2EC25F BFCDAAB0 533
BF78: 572110BF 0144BF0A 255
```

```
BF80: BAC298BF 7E326CBA 4A9     BFC0: AEF3CD6C 00CDCC00 473
BF88: 237E326D BACDAAB0 421     BFC8: CDC3003E 003250AE 2FE
BF90: FE20C27F B0C36BBA 4F7     BFD0: CDF5B93E 013251AE 3EB
BF98: 032323FE 00C27FBF 347     BFD8: 3A51AEFE 01C2E3BF 49C
BFA0: C37FB0ED 7385AEFD 582     BFE0: CD9FAFCD A9AFCD65 572
BFA8: 2287AEDD 2289AE22 3AF     BFE8: BF18EDFF FFFFFFFF 6BF
BFB0: 8BAEED53 8DAEED43 4E4     BFF0: FFFFFFFF FFFFFFFF 7F8
BFB8: 8FAE3291 AE3E2732 345     BFF8: FFFFFF00 FFFFFFFF 6F9
```

23.2 Werken met de HERBYMON

```
10 CLEAR200,&H9FFF:SCREEN0:CLS
20 BLOAD"HERBY.MON"
30 DEFUSR=49059!:KEY1,"M=USR(0)"+CHR$(13)
40 PRINT"F1 - HERBYMON":NEW
```

Laten we aannemen dat het u is gelukt om de HERBYMON op te starten. Waarschijnlijk doet u dit met behulp van een simpele BASIC-loader (listing 23.1) of misschien zelfs meteen met behulp van het 'BLOAD"HERBY.MON", R'-commando. In beide gevallen krijgt u in 40-koloms mode het volgende openingsscherm:

```
HERBYMON (V1.1)
    SP     IY     IX     HL     DE     BC     A
.*  9D17   DE92   F38B   BF96   0007   0300   00
.
```

De hexadecimale waarden kunnen afwijken; daarover straks meer. De uitdrukking 'HERBYMON (V1.1)' snapt u wel, maar waar slaan die letters op? Welnu: die verwijzen naar de inmiddels welbekende interne Z80-registers.

SP: stack pointer (of stapelwijzer)
IY: index-Y register

IX: index-X register
HL: Hl-registerpaar
DE: DE-registerpaar
BC: BC-registerpaar
A: accumulator

De getallen die zich onder dit illustere zevental bevinden, zullen eventueel veranderen onder invloed van uw eigen routines en/of een speciaal HERBYMON-commando. Bedenk dat u deze waarden kunt gebruiken tijdens de beoordeling van routines in de testfase.

U heeft 26 commando's tot uw beschikking. Even in het kort:

A – assembleren
C – subroutine-aanroep, met terugkeer in de HERBYMON
D – disassembleren
F – een geheugengebied met een bepaalde waarde vullen
H – een geheugengebied doorzoeken op de aanwezigheid van een gewenste reeks tekens
J – een sprong vanuit de HERBYMON naar uw eigen programma
L – een HERBYMON-file van cassette laden
M – een memory-dump in bytes en ASCII
P – de printer activeren
Q – de printer deactiveren
S – een stuk geheugen als HERBYMON-file naar cassette saven
T – een stuk geheugen verplaatsen
W – een stuk ASCII-tekst op een gewenste geheugenplaats schrijven
X – verlaten van de HERBYMON
! – te voorschijn halen van de 'interne' registers
– conversie van een decimale waarde
$ – conversie van een hexadecimale waarde
% – conversie van een binaire waarde
& – logische AND op twee waarden
* – invullen van de interne registers
+ – de som van twee waarden berekenen
- – het verschil van twee waarden berekenen
/ – logische XOR op twee waarden
: – bytes plaatsen met memory-dump

; – bytes plaatsen met disassemblering
@ – logische OR op twee waarden

Van de meeste commando's zult u de syntax en het effect waarschijnlijk al vermoeden. Toch krijgt u nog even een nadere uitleg.

A – ASSEMBLEREN

Het per regel assembleren van machinecode. U doet het als volgt:

.A [startadres] [mnemonic] [operand(s)]

Tussen elke parameter staat één spatie en na het indrukken van de RETURN-toets zal de HERBYMON op twee manieren kunnen reageren:

1 De syntax wordt geaccepteerd, omgezet en gedisassembleerd. Het gevolg is dat u vanaf de volgende (logische) geheugenplaats verder kunt gaan.
2 U maakte een foutje! En zie, een vraagteken. (In dit geval heeft u een niet-bestaande instructie bedacht of zit de vergissing in de operand.)

Om goed te kunnen assembleren even de volgende wenken.
Een relatieve sprong geeft u aan met '@....', een index-offset met '&..' en de gewone bytes en words met respectievelijk '$..' en '$....'!

Bijvoorbeeld:

```
.A E000 DJNZ @E000
.A E000 LD (IX+&7F),$FF
.A E000 LD HL,$1234
.A E000 RET
```

TIP: tussen $C000 en $F380 ligt een prima gebied dat u vanuit BASIC beschermt met de opdracht CLEAR200,&hBFFF!)

C – SUBROUTINE

U springt naar een zelfgeschreven machinecode-subroutine en keert als alles goed gaat weer netjes in de HERBYMON terug. Dat gaat als volgt:

.C [startadres]

Bijvoorbeeld:

```
.C 00C0
```

TIP: maak gebruik van dit commando om gewenste of ongewenste effecten te doorgronden. Het is mogelijk om eerst de interne registers te veranderen, dit voor optimaal gemak.

D – DISASSEMBLEREN

U laat een aantal bytes decoderen naar leesbare Z80-instructies. Dit commando is dus het tegenovergestelde van het assembleercommando. Doe het zo:

.D [startadres] of
.D [startadres] [eindadres]

Bijvoorbeeld:

```
.D 1000
.D 1000 2000
```

(TIP: U pauzeert het disassembleren door op de spatiebalk te drukken. U onderbreekt voortijdig met behulp van één van de cursortoetsen.)

F – FILL of 'VOL-POKEN'

U vult een stuk geheugen met een gewenste byte-waarde:

.F [startadres] [eindadres] [byte]

Bijvoorbeeld:

```
.F D000 E000 00
```

Kijk nu maar met het M-commando naar de inhoud van hetzelfde gebied.

TIP: om te weten of uw routines niets verknoeien, kunt u een stuk geheugen vullen en dan na afloop kijken of er iets fout is gegaan.

H – HUNT of ZOEKEN

U onderzoekt een stuk geheugen op de aanwezigheid van een bepaald teken of een bepaalde reeks tekens. Dat kan op twee manieren:

.H [startadres] [eindadres] [byte] ... [byte]
.H [startadres] [eindadres] [string]

Bijvoorbeeld:

```
.H 1000 2000 FF FF
.H 1000 8000
           BASIC
```

TIP: zie de D-tip. Gebruik dit commando om dom zoeken te voorkomen. Handig als u niet meer weet waar uw teksten zijn gebleven!

J – JUMP of 'SPRINGEN'

U springt vanuit de HERBYMON naar uw zelfgeschreven machinetaalprogramma. Vooraf kunt u nog even de interne registers wijzigen; deze worden gekopieerd voordat de sprong in het diepe wordt gemaakt. De syntax:

.J [startadres]

Bijvoorbeeld:

```
.J 0000
```

(TIP: spring vanuit de HERBYMON om zeker te weten dat u 'goed aankomt'... Bekijk vooraf altijd even de interne registers!)

L – LOADEN

Een file in HERBYMON-formaat(!) van cassette laden. Twee mogelijkheden:

.L [file-naam] of
.L [file-naam] [loadadres]

Bijvoorbeeld:

```
.L TEST
.L TEST D880
```

TIP: HERBYMON-formaat is veiligheidshalve afwijkend van het standaard-MSX-formaat. Een file die is opgeslagen vanuit de HERBYMON kunt u ook weer binnenhalen. Een 'vreemde' file leest u in met een BASIC-loader, dus met het BLOAD-commando.

M – MEMORY-DUMP of GEHEUGENDUMP

U kunt een stuk geheugen bekijken in zowel bytes als ASCII. Op twee verschillende manieren:

.M [startadres]
.M [startadres] [eindadres]

Bijvoorbeeld:

```
.M 2000
.M 2000 3000
```

TIP: zie de D-tip. Gebruik dit commando om bijvoorbeeld teksten te kunnen lezen of om gewoon een stuk geheugen te onderzoeken.

P – PRINTER ACTIVEREN

Na het geven van dit commando krijgt u alles zowel op het scherm als op de printer, mits er een MSX-compatible printer wordt gebruikt

.P

TIP: als de printer niet staat aangesloten, komt u 'los' met behulp van CONTROL-STOP.

Q – PRINTER DEACTIVEREN

Printen kost papier. Als u klaar bent met het printen van het gewenste materiaal, schakelt u de simultane printerwerking met dit commando weer uit:

```
.Q
```

S – SAVEN

U bewaart een file in het afwijkende HERBYMON-formaat op cassette:

.S [file-naam] [startadres] [eindadres]

Bijvoorbeeld:

```
.S TEST 1000 2000
```

TIP: als u zich heeft vergist, drukt u op CONTROL-STOP. Als u een file in het standaard MSX-formaat wilt opslaan, gaat u met behulp van het X-commando terug naar BASIC en gebruikt u de 'BSAVE'-instructie.

T – TRANSFER of VERPLAATSEN

U kunt een stuk geheugen verplaatsen naar een nieuw adres:

.T [beginadres] [eindadres] [verplaatsadres]
Bijvoorbeeld:

```
.T A000 C000 D000
```

TIP: gebruik dit commando in combinatie met de 'LAAD OP ADRES'-mogelijkheid, om uw subroutinebibliotheek te linken.

W – WRITE of SCHRIJF

Een commando om teksten met de HERBYMON te kunnen plaatsen. Dit bespaart u erg veel tijd, omdat u anders met een ASCII-tabel en het :-commando moet knoeien. Het gaat zo:

.W [startadres] [string]

Bijvoorbeeld:

```
.W D800 maximaal 16
```

TIP: kies altijd vaste gebieden voor uw teksten, aangezien de combinatie met machinecode anders een grote puinhoop kan worden!

X – EXIT of VERLATEN VAN DE HERBYMON

U gaat weer netjes terug naar BASIC. Om te laden, op te slaan, of om een combinatie BASIC-machinecode te testen. Gewoon:

```
.X
```

! – INTERNE REGISTERS

Als de HERBYMON opstart, worden alle registers intern weggeschreven. Dit gebeurt ook na de terugkeer uit een subroutine. Het !-commando gebruikt u om te kijken hoe het 'met ze gaat':

```
.!
```

TIP: handig VOORDAT u het *-commando gebruikt.

 # – DECIMAAL

U krijgt het binaire en het hexadecimale broertje van een decimale waarde (van maximaal 5 cijfers) te zien:

.# [decimaal word]

Bijvoorbeeld:

```
.# 01234
```

$ – HEXADECIMAAL

Display van het binaire en decimale equivalent van een hexadecimale waarde (lengte maximaal 4 tekens):

.$ [hexadecimaal word]

Bijvoorbeeld:

```
.$ 1234
```

% – BINAIR

Conversie naar decimaal en hexadecimaal van een binaire waarde (lengte maximaal 16 tekens):

.% [binaire waarde]

Bijvoorbeeld:

```
.% 1010101010101010
```

& – AND

De logische AND van twee words:

.& [word] [word]

Bijvoorbeeld:

```
.& 1111 FFFF
```

TIP: met één byte wordt dit bijvoorbeeld: .& 0011 00FF

* – AANPASSEN VAN DE INTERNE REGISTERS

U verandert de interne registers (eerst het !-commando geven):

.* [SP] [IY] [IX] [HL] [DE] [BC] [A]

Bijvoorbeeld:

```
.* 0000 1111 2222 3333 4444 5555 66
```

TIP: een prima mogelijkheid om een subroutine te controleren of om een sprong goed te laten starten.

+ – SOM

U krijgt de som van twee hexadecimale waarden:

.+ [word] [word]

Bijvoorbeeld:

```
.+ 1010 2020
```

– – VERSCHIL

U krijgt het verschil van twee hexadecimale waarden:

.– [word] [word]

Bijvoorbeeld:

```
.– 2020 1010
```

@ – OR

De logische OR van twee words:

.@ [word] [word]

Bijvoorbeeld:

```
.@ FFFF 0F0F
```

/ – XOR

De logische XOR van twee words:

./ [word] [word]

Bijvoorbeeld:

```
./ FFFF 0F0F
```

TIP: de XOR-instructie is een krachtig maar zeer ondoorzichtig wapen. Wat experimenteren is dan ook vereist.

Appendix A
De Z80-instructieset

De instructies staan in alfabetische volgorde en hebben de in HERBYMON gebruikte syntax

[cs]MNEMONIC	HEX	FLAGS S Z H N P C		Leg.	Cycli	TIJD[rm] [*]0,28 [gm]sec
ADC A,(HL)	8E	R R R 0 R R		*	2	7
ADC A,(IX+&oo)	DD 8E oo	R R R 0 R R		*	5	19
ADC A,(IY+&oo)	FD 8E oo	R R R 0 R R		*	5	19
ADC A,A	8F	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,B	88	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,C	89	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,D	8A	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,E	8B	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,H	8C	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,L	8D	R R R 0 R R		*	1	4
ADC A,$bb	CE bb	R R R 0 R R		*	2	7
ADC HL,BC	ED 4A	R R R 0 R R		*	4	15
ADC HL,DE	ED 5A	R R R 0 R R		*	4	15
ADC HL,HL	ED 6A	R R R 0 R R		*	4	15
ADC HL,SP	ED 7A	R R R 0 R R		*	4	15
ADD A,(HL)	86	R R R 0 R R		*	2	7
ADD A,(IX+&oo)	DD 86 oo	R R R 0 R R		*	5	19
ADD A,(IY+&oo)	FD 86 oo	R R R 0 R R		*	5	19
ADD A,A	87	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,B	80	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,C	81	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,D	82	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,E	83	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,H	84	R R R 0 R R		*	1	4
ADD A,L	85	R R R 0 R R		*	1	4

ADD A,$bb	C6 bb	R R R 0 R R	*	2	7
ADD HL,BC	09	- - R 0 - R	*	3	11
ADD HL,DE	19	- - R 0 - R	*	3	11
ADD HL,HL	29	- - R 0 - R	*	3	11
ADD HL,SP	39	- - R 0 - R	*	3	11
ADD IX,BC	DD 09	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IX,DE	DD 19	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IX,IX	DD 29	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IX,SP	DD 39	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IY,BC	FD 09	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IY,DE	FD 19	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IY,IY	FD 29	- - R 0 - R	*	4	15
ADD IY,SP	FD 39	- - R 0 - R	*	4	15
AND (HL)	A6	R R 1 0 R 0	*	2	7
AND (IX+&oo)	DD A6 oo	R R 1 0 R 0	*	5	19
AND (IY+&oo)	FD A6 oo	R R 1 0 R 0	*	5	19
AND A	A7	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND B	A0	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND C	A1	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND D	A2	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND E	A3	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND H	A4	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND L	A5	R R 1 0 R 0	*	1	4
AND $bb	E6 bb	R R 1 0 R 0	*	2	7
BIT 0,(HL)	CB 46	- R 1 0 - -	*	3	12
BIT 0,(IX+&oo)	DD CB oo 46	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 0,(IY+&oo)	FD CB oo 46	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 0,A	CB 47	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,B	CB 40	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,C	CB 41	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,D	CB 42	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,E	CB 43	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,H	CB 44	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 0,L	CB 45	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,(HL)	CB 4E	- R 1 0 - -	*	3	12
BIT 1,(IX+&oo)	DD CB oo 4E	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 1,(IY+&oo)	FD CB oo 4E	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 1,A	CB 4F	- R 1 0 - -	*	2	8

BIT 1,B	CB 48	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,C	CB 49	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,D	CB 4A	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,E	CB 4B	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,H	CB 4C	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 1,L	CB 4D	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,(HL)	CB 56	- R 1 0 - -	*	3	12
BIT 2,(IX+&oo)	DD CB oo 56	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 2,(IY+&oo)	FD CB oo 56	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 2,A	CB 57	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,B	CB 50	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,C	CB 51	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,D	CB 52	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,E	CB 53	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,H	CB 54	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 2,L	CB 55	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,(HL)	CB 5E	- R 1 0 - -	*	3	12
BIT 3,(IX+&oo)	DD CB oo 5E	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 3,(IY+&oo)	FD CB oo 5E	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 3,A	CB 5F	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,B	CB 58	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,C	CB 59	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,D	CB 5A	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,E	CB 5B	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,H	CB 5C	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 3,L	CB 5D	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,(HL)	CB 66	- R 1 0 - -	*	3	12
BIT 4,(IX+&oo)	DD CB oo 66	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 4,(IY+&oo)	FD CB oo 66	- R 1 0 - -	*	5	20
BIT 4,A	CB 67	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,B	CB 60	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,C	CB 61	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,D	CB 62	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,E	CB 63	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,H	CB 64	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 4,L	CB 65	- R 1 0 - -	*	2	8
BIT 5,(HL)	CB 6E	- R 1 0 - -	*	3	12

BIT 5,(IX+&oo)	DD CB oo 6E	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 5,(IY+&oo)	FD CB oo 6E	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 5,A	CB 6F	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,B	CB 68	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,C	CB 69	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,D	CB 6A	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,E	CB 6B	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,H	CB 6C	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 5,L	CB 6D	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,(HL)	CB 76	- R 1 0 - -	*	3	12	
BIT 6,(IX+&oo)	DD CB oo 76	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 6,(IY+&oo)	FD CB oo 76	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 6,A	CB 77	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,B	CB 70	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,C	CB 71	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,D	CB 72	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,E	CB 73	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,H	CB 74	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 6,L	CB 75	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,(HL)	CB 7E	- R 1 0 - -	*	3	12	
BIT 7,(IX+&oo)	DD CB oo 7E	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 7,(IY+&oo)	FD CB oo 7E	- R 1 0 - -	*	5	20	
BIT 7,A	CB 7F	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,B	CB 78	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,C	CB 79	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,D	CB 7A	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,E	CB 7B	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,H	CB 7C	- R 1 0 - -	*	2	8	
BIT 7,L	CB 7D	- R 1 0 - -	*	2	8	
CALL $hhll	CD ll hh	- - - - - -	*	5	17	
CALL C,$hhll	DC ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL M,$hhll	FC ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL NC,$hhll	D4 ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL NZ,$hhll	C4 ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL P,$hhll	F4 ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL PE,$hhll	EC ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL PO,$hhll	E4 ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	
CALL Z,$hhll	CC ll hh	- - - - - -	*	5 (3)	17 (10)	

CCF	3F	- - C 0 - R	*	1	4
CP (HL)	BE	R R R 1 R R	*	2	7
CP (IX+&oo)	DD BE oo	R R R 1 R R	*	5	19
CP (IY+&oo)	FD BE oo	R R R 1 R R	*	5	19
CP A	BF	R R R 1 R R	*	1	4
CP B	B8	R R R 1 R R	*	1	4
CP C	B9	R R R 1 R R	*	1	4
CP D	BA	R R R 1 R R	*	1	4
CP E	BB	R R R 1 R R	*	1	4
CP H	BC	R R R 1 R R	*	1	4
CP L	BD	R R R 1 R R	*	1	4
CP $bb	FE bb	R R R 1 R R	*	2	7
CPD	ED A9	R R R 1 R -	*	4	16
CPDR	ED B9	R R R 1 R -	*	4 (5)	16 (21)
CPI	ED A1	R R R 1 R -	*	4	16
CPIR	ED B1	R R R 1 R -	*	4 (5)	16 (21)
CPL	2F	- - 1 1 - -	*	1	4
DAA	27	R R R - R R	*	1	4
DEC (HL)	35	R R R 1 R -	*	3	11
DEC (IX+&oo)	DD 35 oo	R R R 1 R -	*	6	23
DEC (IY+&oo)	FD 35 oo	R R R 1 R -	*	6	23
DEC A	3D	R R R 1 R -	*	1	4
DEC B	05	R R R 1 R -	*	1	4
DEC BC	0B	- - - - - -	*	1	6
DEC C	0D	R R R 1 R -	*	1	4
DEC D	15	R R R 1 R -	*	1	4
DEC DE	1B	- - - - - -	*	1	6
DEC E	1D	R R R 1 R -	*	1	4
DEC H	25	R R R 1 R -	*	1	4
DEC HL	2B	- - - - - -	*	1	6
DEC IX	DD 2B	- - - - - -	*	2	10
DEC IY	FD 2B	- - - - - -	*	2	10
DEC L	2D	R R R 1 R -	*	1	4

DEC SP	3B	- - - - - - -	*	1	6
DI	F3	- - - - - - -	*	1	4
DJNZ @rrrr	10 rr	- - - - - - -	*	3 (2)	13 (8)
EI	FB	- - - - - - -	*	1	4
EX (SP),HL	E3	- - - - - - -	*	5	19
EX (SP),IX	DD E3	- - - - - - -	*	6	23
EX (SP),IY	FD E3	- - - - - - -	*	6	23
EX AF,AF'	08	R R R R R R	*	1	4
EX DE,HL	EB	- - - - - - -	*	1	4
EXX	D9	- - - - - - -	*	1	4
HALT	76	- - - - - - -	*	1	4
IM 0	ED 46	- - - - - - -	*	2	8
IM 1	ED 56	- - - - - - -	*	2	8
IM 2	ED 5E	- - - - - - -	*	2	8
IN A,(C)	ED 78	R R R 0 R -	*	3	12
IN A,($bb)	DB bb	- - - - - - -	*	3	11
IN B,(C)	ED 40	R R R 0 R -	*	3	12
IN C,(C)	ED 48	R R R 0 R -	*	3	12
IN D,(C)	ED 50	R R R 0 R -	*	3	12
IN E,(C)	ED 58	R R R 0 R -	*	3	12
IN F,(C)	ED 70	R R R 0 R -	*	3	12
IN H,(C)	ED 60	R R R 0 R -	*	3	12
IN L,(C)	ED 68	R R R 0 R -	*	3	12
INC (HL)	34	R R R 0 R -	*	3	11
INC (IX+&oo)	DD 34 oo	R R R 0 R -	*	6	23
INC (IY+&oo)	FD 34 oo	R R R 0 R -	*	6	23
INC A	3C	R R R 0 R -	*	1	4
INC B	04	R R R 0 R -	*	1	4
INC BC	03	- - - - - - -	*	1	6
INC C	0C	R R R 0 R -	*	1	4

INC D	14	R R R 0 R -	*	1	4	
INC DE	13	- - - - - -	*	1	6	
INC E	1C	R R R 0 R -	*	1	4	
INC H	24	R R R 0 R -	*	1	4	
INC HL	23	- - - - - -	*	1	6	
INC IX	DD 23	- - - - - -	*	2	10	
INC IY	FD 23	- - - - - -	*	2	10	
INC L	2C	R R R 0 R -	*	1	4	
INC SP	33	- - - - - -	*	1	6	
IND	ED AA	- R - 1 - -	*	4	16	
INDR	ED BA	- 1 - 1 - -	*	4 (5)	16 (21)	
INI	ED A2	- R - 1 - -	*	4	16	
INIR	ED B2	- 1 - 1 - -	*	4 (5)	16 (21)	
JP (HL)	E9	- - - - - -	*	1	4	
JP (IX)	DD E9	- - - - - -	*	2	8	
JP (IY)	FD E9	- - - - - -	*	2	8	
JP $hhll	C3 ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP C,$hhll	DA ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP M,$hhll	FA ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP NC,$hhll	D2 ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP NZ,$hhll	C2 ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP P,$hhll	F2 ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP PE,$hhll	EA ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP PO,$hhll	E2 ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JP Z,$hhll	CA ll hh	- - - - - -	*	3	10	
JR @rrrr	18 rr	- - - - - -	*	3	12	
JR C,@rrrr	38 rr	- - - - - -	*	3 (2)	12 (7)	
JR NC,@rrrr	30 rr	- - - - - -	*	3 (2)	12 (7)	
JR NZ,@rrrr	20 rr	- - - - - -	*	3 (2)	12 (7)	
JR Z,@rrrr	28 rr	- - - - - -	*	3 (2)	12 (7)	
LD (BC),A	02	- - - - - -	*	2	7	
LD (DE),A	12	- - - - - -	*	2	7	
LD (HL),A	77	- - - - - -	*	2	7	
LD (HL),B	70	- - - - - -	*	2	7	

LD (HL),C	71	- - - - - - -	*	2	7
LD (HL),D	72	- - - - - - -	*	2	7
LD (HL),E	73	- - - - - - -	*	2	7
LD (HL),H	74	- - - - - - -	*	2	7
LD (HL),L	75	- - - - - - -	*	2	7
LD (HL),$bb	36 bb	- - - - - - -	*	3	10
LD (IX+&oo),A	DD 77 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),B	DD 70 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),C	DD 71 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),D	DD 72 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),E	DD 73 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),H	DD 74 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),L	DD 75 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IX+&oo),$bb	DD 36 oo bb	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),A	FD 77 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),B	FD 70 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),C	FD 71 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),D	FD 72 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),E	FD 73 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),H	FD 74 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),L	FD 75 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD (IY+&oo),$bb	FD 36 oo bb	- - - - - - -	*	5	19
LD ($hhll),A	32 ll hh	- - - - - - -	*	4	13
LD ($hhll),BC	ED 43 ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD ($hhll),DE	ED 53 ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD ($hhll),HL	22 ll hh	- - - - - - -	*	5	16
LD ($hhll),IX	DD 22 ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD ($hhll),IY	FD 22 ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD ($hhll),SP	ED 73 ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD A,(BC)	0A	- - - - - - -	*	2	7
LD A,(DE)	1A	- - - - - - -	*	2	7
LD A,(HL)	7E	- - - - - - -	*	2	7
LD A,(IX+&oo)	DD 7E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD A,(IY+&oo)	FD 7E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD A,($hhll)	3A ll hh	- - - - - - -	*	4	13
LD A,A	7F	- - - - - - -	*	1	4
LD A,B	78	- - - - - - -	*	1	4
LD A,C	79	- - - - - - -	*	1	4
LD A,D	7A	- - - - - - -	*	1	4
LD A,E	7B	- - - - - - -	*	1	4
LD A,H	7C	- - - - - - -	*	1	4

LD A,I	ED 57	R R 0 0 R -	*	2	9
LD A,L	7D	- - - - - -	*	1	4
LD A,$bb	3E bb	- - - - - -	*	2	7
LD A,R	ED 5F	R R 0 0 R -	*	2	9
LD B,(HL)	46	- - - - - -	*	2	7
LD B,(IX+&oo)	DD 46 oo	- - - - - -	*	5	19
LD B,(IY+&oo)	FD 46 oo	- - - - - -	*	5	19
LD B,A	47	- - - - - -	*	1	4
LD B,B	40	- - - - - -	*	1	4
LD B,C	41	- - - - - -	*	1	4
LD B,D	42	- - - - - -	*	1	4
LD B,E	43	- - - - - -	*	1	4
LD B,H	44	- - - - - -	*	1	4
LD B,L	45	- - - - - -	*	1	4
LD B,$bb	06 bb	- - - - - -	*	2	7
LD BC,($hhll)	ED 4B ll hh	- - - - - -	*	6	20
LD BC,$hhll	01 ll hh	- - - - - -	*	3	10
LD C,(HL)	4E	- - - - - -	*	2	7
LD C,(IX+&oo)	DD 4E oo	- - - - - -	*	5	19
LD C,(IY+&oo)	FD 4E oo	- - - - - -	*	5	19
LD C,A	4F	- - - - - -	*	1	4
LD C,B	48	- - - - - -	*	1	4
LD C,C	49	- - - - - -	*	1	4
LD C,D	4A	- - - - - -	*	1	4
LD C,E	4B	- - - - - -	*	1	4
LD C,H	4C	- - - - - -	*	1	4
LD C,L	4D	- - - - - -	*	1	4
LD C,$bb	0E bb	- - - - - -	*	2	7
LD D,(HL)	56	- - - - - -	*	2	7
LD D,(IX+&oo)	DD 56 oo	- - - - - -	*	5	19
LD D,(IY+&oo)	FD 56 oo	- - - - - -	*	5	19
LD D,A	57	- - - - - -	*	1	4
LD D,B	50	- - - - - -	*	1	4
LD D,C	51	- - - - - -	*	1	4
LD D,D	52	- - - - - -	*	1	4
LD D,E	53	- - - - - -	*	1	4
LD D,H	54	- - - - - -	*	1	4
LD D,L	55	- - - - - -	*	1	4
LD D,$bb	16 bb	- - - - - -	*	2	7
LD DE,($hhll)	ED 5B ll hh	- - - - - -	*	6	20
LD DE,$hhll	11 ll hh	- - - - - -	*	3	10

LD E,(HL)	5E	- - - - - - -	*	2	7
LD E,(IX+&oo)	DD 5E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD E,(IY+&oo)	FD 5E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD E,A	5F	- - - - - - -	*	1	4
LD E,B	58	- - - - - - -	*	1	4
LD E,C	59	- - - - - - -	*	1	4
LD E,D	5A	- - - - - - -	*	1	4
LD E,E	5B	- - - - - - -	*	1	4
LD E,H	5C	- - - - - - -	*	1	4
LD E,L	5D	- - - - - - -	*	1	4
LD E,$bb	1E bb	- - - - - - -	*	2	7
LD H,(HL)	66	- - - - - - -	*	2	7
LD H,(IX+&oo)	DD 66 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD H,(IY+&oo)	FD 66 oo	- - - - - - -	*	5	19
LD H,A	67	- - - - - - -	*	1	4
LD H,B	60	- - - - - - -	*	1	4
LD H,C	61	- - - - - - -	*	1	4
LD H,D	62	- - - - - - -	*	1	4
LD H,E	63	- - - - - - -	*	1	4
LD H,H	64	- - - - - - -	*	1	4
LD H,L	65	- - - - - - -	*	1	4
LD H,$bb	26 bb	- - - - - - -	*	2	7
LD HL,($hhll)	2A ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD HL,$hhll	21 ll hh	- - - - - - -	*	3	10
LD I,A	ED 47	- - - - - - -	*	2	9
LD IX,($hhll)	DD 2A ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD IX,$hhll	DD 21 ll hh	- - - - - - -	*	4	14
LD IY,($hhll)	FD 2A ll hh	- - - - - - -	*	6	20
LD IY,$hhll	FD 21 ll hh	- - - - - - -	*	4	14
LD L,(HL)	6E	- - - - - - -	*	2	7
LD L,(IX+&oo)	DD 6E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD L,(IY+&oo)	FD 6E oo	- - - - - - -	*	5	19
LD L,A	6F	- - - - - - -	*	1	4
LD L,B	68	- - - - - - -	*	1	4
LD L,C	69	- - - - - - -	*	1	4
LD L,D	6A	- - - - - - -	*	1	4
LD L,E	6B	- - - - - - -	*	1	4
LD L,H	6C	- - - - - - -	*	1	4
LD L,L	6D	- - - - - - -	*	1	4
LD L,$bb	2E bb	- - - - - - -	*	2	7
LD R,A	ED 4F	- - - - - - -	*	2	9

LD SP,($hhll)	ED 7B ll hh	- - - - - -	*	6	20
LD SP,$hhll	31 ll hh	- - - - - -	*	3	10
LD SP,HL	F9	- - - - - -	*	1	6
LD SP,IX	DD F9	- - - - - -	*	2	10
LD SP,IY	FD F9	- - - - - -	*	2	10
LDD	ED A8	- - 0 0 R -	*	4	16
LDDR	ED B8	- - 0 0 R -	*	5 (4)	21 (16)
LDI	ED A0	- - 0 0 R -	*	4	16
LDIR	ED B0	- - 0 0 R -	*	5 (4)	21 (16)
NEG	ED 44	R R R 1 R R	*	2	8
NOP	00	- - - - - -	*	1	4
OR (HL)	B6	R R 0 0 R 0	*	2	7
OR (IX+&oo)	DD B6 oo	R R 0 0 R 0	*	5	19
OR (IY+&oo)	FD B6 oo	R R 0 0 R 0	*	5	19
OR A	B7	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR B	B0	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR C	B1	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR D	B2	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR E	B3	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR H	B4	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR L	B5	R R 0 0 R 0	*	1	4
OR $bb	F6 bb	R R 0 0 R 0	*	2	7
OTDR	ED BB	- 1 - 1 - -	*	4 (5)	16 (21)
OTIR	ED B3	- 1 - 1 - -	*	4 (5)	16 (21)
OUT (C),A	ED 79	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),B	ED 41	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),C	ED 49	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),D	ED 51	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),E	ED 59	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),H	ED 61	- - - - - -	*	3	12
OUT (C),L	ED 69	- - - - - -	*	3	12

OUT (#bb),A	D3 bb	- - - - - -	*	3	11
OUTD	ED AB	- R - 1 - -	*	4	16
OUTI	ED A3	- R - 1 - -	*	4	16
POP AF	F1	R R R R R R	*	3	10
POP BC	C1	- - - - - -	*	3	10
POP DE	D1	- - - - - -	*	3	10
POP HL	E1	- - - - - -	*	3	10
POP IX	DD E1	- - - - - -	*	4	14
POP IY	FD E1	- - - - - -	*	4	14
PUSH AF	F5	- - - - - -	*	3	11
PUSH BC	C5	- - - - - -	*	3	11
PUSH DE	D5	- - - - - -	*	3	11
PUSH HL	E5	- - - - - -	*	3	11
PUSH IX	DD E5	- - - - - -	*	4	15
PUSH IY	FD E5	- - - - - -	*	4	15
RES 0,(HL)	CB 86	- - - - - -	*	4	15
RES 0,(IX+&oo)	DD CB oo 86	- - - - - -	*	6	23
RES 0,(IY+&oo)	FD CB oo 86	- - - - - -	*	6	23
RES 0,A	CB 87	- - - - - -	*	2	8
RES 0,B	CB 80	- - - - - -	*	2	8
RES 0,C	CB 81	- - - - - -	*	2	8
RES 0,D	CB 82	- - - - - -	*	2	8
RES 0,E	CB 83	- - - - - -	*	2	8
RES 0,H	CB 84	- - - - - -	*	2	8
RES 0,L	CB 85	- - - - - -	*	2	8
RES 1,(HL)	CB 8E	- - - - - -	*	4	15
RES 1,(IX+&oo)	DD CB oo 8E	- - - - - -	*	6	23
RES 1,(IY+&oo)	FD CB oo 8E	- - - - - -	*	6	23
RES 1,A	CB 8F	- - - - - -	*	2	8
RES 1,B	CB 88	- - - - - -	*	2	8
RES 1,C	CB 89	- - - - - -	*	2	8
RES 1,D	CB 8A	- - - - - -	*	2	8
RES 1,E	CB 8B	- - - - - -	*	2	8
RES 1,H	CB 8C	- - - - - -	*	2	8
RES 1,L	CB 8D	- - - - - -	*	2	8

RES 2,(HL)	CB 96	- - - - - - -	*	4	15
RES 2,(IX+&oo)	DD CB oo 96	- - - - - - -	*	6	23
RES 2,(IY+&oo)	FD CB oo 96	- - - - - - -	*	6	23
RES 2,A	CB 97	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,B	CB 90	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,C	CB 91	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,D	CB 92	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,E	CB 93	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,H	CB 94	- - - - - - -	*	2	8
RES 2,L	CB 95	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,(HL)	CB 9E	- - - - - - -	*	4	15
RES 3,(IX+&oo)	DD CB oo 9E	- - - - - - -	*	6	23
RES 3,(IY+&oo)	FD CB oo 9E	- - - - - - -	*	6	23
RES 3,A	CB 9F	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,B	CB 98	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,C	CB 99	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,D	CB 9A	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,E	CB 9B	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,H	CB 9C	- - - - - - -	*	2	8
RES 3,L	CB 9D	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,(HL)	CB A6	- - - - - - -	*	4	15
RES 4,(IX+&oo)	DD CB oo A6	- - - - - - -	*	6	23
RES 4,(IY+&oo)	FD CB oo A6	- - - - - - -	*	6	23
RES 4,A	CB A7	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,B	CB A0	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,C	CB A1	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,D	CB A2	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,E	CB A3	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,H	CB A4	- - - - - - -	*	2	8
RES 4,L	CB A5	- - - - - - -	*	2	8
RES 5,(HL)	CB AE	- - - - - - -	*	4	15
RES 5,(IX+&oo)	DD CB oo AE	- - - - - - -	*	6	23
RES 5,(IY+&oo)	FD CB oo AE	- - - - - - -	*	6	23
RES 5,A	CB AF	- - - - - - -	*	2	8
RES 5,B	CB A8	- - - - - - -	*	2	8
RES 5,C	CB A9	- - - - - - -	*	2	8
RES 5,D	CB AA	- - - - - - -	*	2	8
RES 5,E	CB AB	- - - - - - -	*	2	8

RES 5,H	CB AC	- - - - - -	*	2	8	
RES 5,L	CB AD	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,(HL)	CB B6	- - - - - -	*	4	15	
RES 6,(IX+&oo)	DD CB oo B6	- - - - - -	*	6	23	
RES 6,(IY+&oo)	FD CB oo B6	- - - - - -	*	6	23	
RES 6,A	CB B7	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,B	CB B0	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,C	CB B1	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,D	CB B2	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,E	CB B3	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,H	CB B4	- - - - - -	*	2	8	
RES 6,L	CB B5	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,(HL)	CB BE	- - - - - -	*	4	15	
RES 7,(IX+&oo)	DD CB oo BE	- - - - - -	*	6	23	
RES 7,(IY+&oo)	FD CB oo BE	- - - - - -	*	6	23	
RES 7,A	CB BF	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,B	CB B8	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,C	CB B9	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,D	CB BA	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,E	CB BB	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,H	CB BC	- - - - - -	*	2	8	
RES 7,L	CB BD	- - - - - -	*	2	8	
RET	C9	- - - - - -	*	3	10	
RET C	D8	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET M	F8	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET NC	D0	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET NZ	C0	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET P	F0	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET PE	E8	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET PO	E0	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RET Z	C8	- - - - - -	*	3 (1)	11 (5)	
RETI	ED 4D	- - - - - -	*	4	14	
RETN	ED 45	- - - - - -	*	4	14	
RL (HL)	CB 16	R R 0 0 R R	*	4	15	
RL (IX+&oo)	DD CB oo 16	R R 0 0 R R	*	6	23	

RL (IY+&oo)	FD CB oo 16	R R 0 0 R R	*	6	23
RL A	CB 17	R R 0 0 R R	*	2	8
RL B	CB 10	R R 0 0 R R	*	2	8
RL C	CB 11	R R 0 0 R R	*	2	8
RL D	CB 12	R R 0 0 R R	*	2	8
RL E	CB 13	R R 0 0 R R	*	2	8
RL H	CB 14	R R 0 0 R R	*	2	8
RL L	CB 15	R R 0 0 R R	*	2	8
RLA	17	- - 0 0 - R	*	1	4
RLC (HL)	CB 06	R R 0 0 R R	*	4	15
RLC (IX+&oo)	DD CB oo 06	R R 0 0 R R	*	6	23
RLC (IY+&oo)	FD CB oo 06	R R 0 0 R R	*	6	23
RLC A	CB 07	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC B	CB 00	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC C	CB 01	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC D	CB 02	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC E	CB 03	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC H	CB 04	R R 0 0 R R	*	2	8
RLC L	CB 05	R R 0 0 R R	*	2	8
RLCA	07	- - 0 0 - R	*	1	4
RLD	ED 6F	R R 0 0 R R	*	5	18
RR (HL)	CB 1E	R R 0 0 R R	*	4	15
RR (IX+&oo)	DD CB oo 1E	R R 0 0 R R	*	6	23
RR (IY+&oo)	FD CB oo 1E	R R 0 0 R R	*	6	23
RR A	CB 1F	R R 0 0 R R	*	2	8
RR B	CB 18	R R 0 0 R R	*	2	8
RR C	CB 19	R R 0 0 R R	*	2	8
RR D	CB 1A	R R 0 0 R R	*	2	8
RR E	CB 1B	R R 0 0 R R	*	2	8
RR H	CB 1C	R R 0 0 R R	*	2	8
RR L	CB 1D	R R 0 0 R R	*	2	8
RRA	1F	- - 0 0 - R	*	1	4
RRC (HL)	CB 0E	R R 0 0 R R	*	4	15
RRC (IX+&oo)	DD CB oo 0E	R R 0 0 R R	*	6	23
RRC (IY+&oo)	FD CB oo 0E	R R 0 0 R R	*	6	23

RRC A	CB 0F	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC B	CB 08	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC C	CB 09	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC D	CB 0A	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC E	CB 0B	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC H	CB 0C	R R 0 0 R R	*	2	8
RRC L	CB 0D	R R 0 0 R R	*	2	8
RRCA	0F	- - 0 0 - R	*	1	4
RRD	ED 67	R R 0 0 R R	*	5	18
RST 00	C7	- - - - - -	*	3	11
RST 08	CF	- - - - - -	*	3	11
RST 10	D7	- - - - - -	*	3	11
RST 18	DF	- - - - - -	*	3	11
RST 20	E7	- - - - - -	*	3	11
RST 28	EF	- - - - - -	*	3	11
RST 30	F7	- - - - - -	*	3	11
RST 38	FF	- - - - - -	*	3	11
SBC A,(HL)	9E	R R R 1 R R	*	2	7
SBC A,(IX+&oo)	DD 9E oo	R R R 1 R R	*	5	19
SBC A,(IY+&oo)	FD 9E oo	R R R 1 R R	*	5	19
SBC A,A	9F	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,B	98	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,C	99	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,D	9A	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,E	9B	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,H	9C	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,L	9D	R R R 1 R R	*	1	4
SBC A,$bb	DE bb	R R R 1 R R	*	2	7
SBC HL,BC	ED 42	R R R 1 R R	*	4	15
SBC HL,DE	ED 52	R R R 1 R R	*	4	15
SBC HL,HL	ED 62	R R R 1 R R	*	4	15
SBC HL,SP	ED 72	R R R 1 R R	*	4	15
SCF	37	- - 0 0 - 1	*	1	4
SET 0,(HL)	CB C6	- - - - - -	*	4	15
SET 0,(IX+&oo)	DD CB oo C6	- - - - - -	*	6	23

SET 0,(IY+&oo)	FD CB oo C6	- - - - - - -	*	6	23
SET 0,A	CB C7	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,B	CB C0	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,C	CB C1	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,D	CB C2	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,E	CB C3	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,H	CB C4	- - - - - - -	*	2	8
SET 0,L	CB C5	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,(HL)	CB CE	- - - - - - -	*	4	15
SET 1,(IX+&oo)	DD CB oo CE	- - - - - - -	*	6	23
SET 1,(IY+&oo)	FD CB oo CE	- - - - - - -	*	6	23
SET 1,A	CB CF	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,B	CB C8	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,C	CB C9	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,D	CB CA	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,E	CB CB	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,H	CB CC	- - - - - - -	*	2	8
SET 1,L	CB CD	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,(HL)	CB D6	- - - - - - -	*	4	15
SET 2,(IX+&oo)	DD CB oo D6	- - - - - - -	*	6	23
SET 2,(IY+&oo)	FD CB oo D6	- - - - - - -	*	6	23
SET 2,A	CB D7	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,B	CB D0	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,C	CB D1	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,D	CB D2	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,E	CB D3	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,H	CB D4	- - - - - - -	*	2	8
SET 2,L	CB D5	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,(HL)	CB DE	- - - - - - -	*	4	15
SET 3,(IX+&oo)	DD CB oo DE	- - - - - - -	*	6	23
SET 3,(IY+&oo)	FD CB oo DE	- - - - - - -	*	6	23
SET 3,A	CB DF	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,B	CB D8	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,C	CB D9	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,D	CB DA	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,E	CB DB	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,H	CB DC	- - - - - - -	*	2	8
SET 3,L	CB DD	- - - - - - -	*	2	8

SET 4,(HL)	CB E6	- - - - - - -	*	4	15
SET 4,(IX+&oo)	DD CB oo E6	- - - - - - -	*	6	23
SET 4,(IY+&oo)	FD CB oo E6	- - - - - - -	*	6	23
SET 4,A	CB E7	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,B	CB E0	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,C	CB E1	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,D	CB E2	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,E	CB E3	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,H	CB E4	- - - - - - -	*	2	8
SET 4,L	CB E5	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,(HL)	CB EE	- - - - - - -	*	4	15
SET 5,(IX+&oo)	DD CB oo EE	- - - - - - -	*	6	23
SET 5,(IY+&oo)	FD CB oo EE	- - - - - - -	*	6	23
SET 5,A	CB EF	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,B	CB E8	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,C	CB E9	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,D	CB EA	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,E	CB EB	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,H	CB EC	- - - - - - -	*	2	8
SET 5,L	CB ED	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,(HL)	CB F6	- - - - - - -	*	4	15
SET 6,(IX+&oo)	DD CB oo F6	- - - - - - -	*	6	23
SET 6,(IY+&oo)	FD CB oo F6	- - - - - - -	*	6	23
SET 6,A	CB F7	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,B	CB F0	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,C	CB F1	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,D	CB F2	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,E	CB F3	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,H	CB F4	- - - - - - -	*	2	8
SET 6,L	CB F5	- - - - - - -	*	2	8
SET 7,(HL)	CB FE	- - - - - - -	*	4	15
SET 7,(IX+&oo)	DD CB oo FE	- - - - - - -	*	6	23
SET 7,(IY+&oo)	FD CB oo FE	- - - - - - -	*	6	23
SET 7,A	CB FF	- - - - - - -	*	2	8
SET 7,B	CB F8	- - - - - - -	*	2	8
SET 7,C	CB F9	- - - - - - -	*	2	8
SET 7,D	CB FA	- - - - - - -	*	2	8
SET 7,E	CB FB	- - - - - - -	*	2	8

SET 7,H	CB FC	- - - - - -	*	2	8
SET 7,L	CB FD	- - - - - -	*	2	8
SLA (HL)	CB 26	R R 0 0 R R	*	4	15
SLA (IX+&oo)	DD CB oo 26	R R 0 0 R R	*	6	23
SLA (IY+&oo)	FD CB oo 26	R R 0 0 R R	*	6	23
SLA A	CB 27	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA B	CB 20	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA C	CB 21	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA D	CB 22	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA E	CB 23	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA H	CB 24	R R 0 0 R R	*	2	8
SLA L	CB 25	R R 0 0 R R	*	2	8
SLI (HL)	CB 36	R R 0 0 R R	?	4	15
SLI (IX+&oo)	DD CB oo 36	R R 0 0 R R	?	6	23
SLI (IY+&oo)	FD CB oo 36	R R 0 0 R R	?	6	23
SLI A	CB 37	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI B	CB 30	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI C	CB 31	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI D	CB 32	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI E	CB 33	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI H	CB 34	R R 0 0 R R	?	2	8
SLI L	CB 35	R R 0 0 R R	?	2	8
SRA (HL)	CB 2E	R R 0 0 R R	*	4	15
SRA (IX+&oo)	DD CB oo 2E	R R 0 0 R R	*	6	23
SRA (IY+&oo)	FD CB oo 2E	R R 0 0 R R	*	6	23
SRA A	CB 2F	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA B	CB 28	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA C	CB 29	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA D	CB 2A	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA E	CB 2B	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA H	CB 2C	R R 0 0 R R	*	2	8
SRA L	CB 2D	R R 0 0 R R	*	2	8
SRL (HL)	CB 3E	R R 0 0 R R	*	4	15
SRL (IX+&oo)	DD CB oo 3E	R R 0 0 R R	*	6	23
SRL (IY+&oo)	FD CB oo 3E	R R 0 0 R R	*	6	23
SRL A	CB 3F	R R 0 0 R R	*	2	8
SRL B	CB 38	R R 0 0 R R	*	2	8

SRL C	CB 39	R	R	0	0	R	R	*	2	8
SRL D	CB 3A	R	R	0	0	R	R	*	2	8
SRL E	CB 3B	R	R	0	0	R	R	*	2	8
SRL H	CB 3C	R	R	0	0	R	R	*	2	8
SRL L	CB 3D	R	R	0	0	R	R	*	2	8
SUB (HL)	96	R	R	R	1	R	R	*	2	7
SUB (IX+&oo)	DD 96 oo	R	R	R	1	R	R	*	5	19
SUB (IY+&oo)	FD 96 oo	R	R	R	1	R	R	*	5	19
SUB A	97	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB B	90	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB C	91	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB D	92	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB E	93	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB H	94	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB L	95	R	R	R	1	R	R	*	1	4
SUB $bb	D6 bb	R	R	R	1	R	R	*	2	7
XOR (HL)	AE	R	R	R	1	R	R	*	2	7
XOR (IX+&oo)	DD AE oo	R	R	R	1	R	R	*	5	19
XOR (IY+&oo)	FD AE oo	R	R	R	1	R	R	*	5	19
XOR A	AF	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR B	A8	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR C	A9	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR D	AA	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR E	AB	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR H	AC	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR L	AD	R	R	R	1	R	R	*	1	4
XOR $bb	EE bb	R	R	R	1	R	R	*	2	7

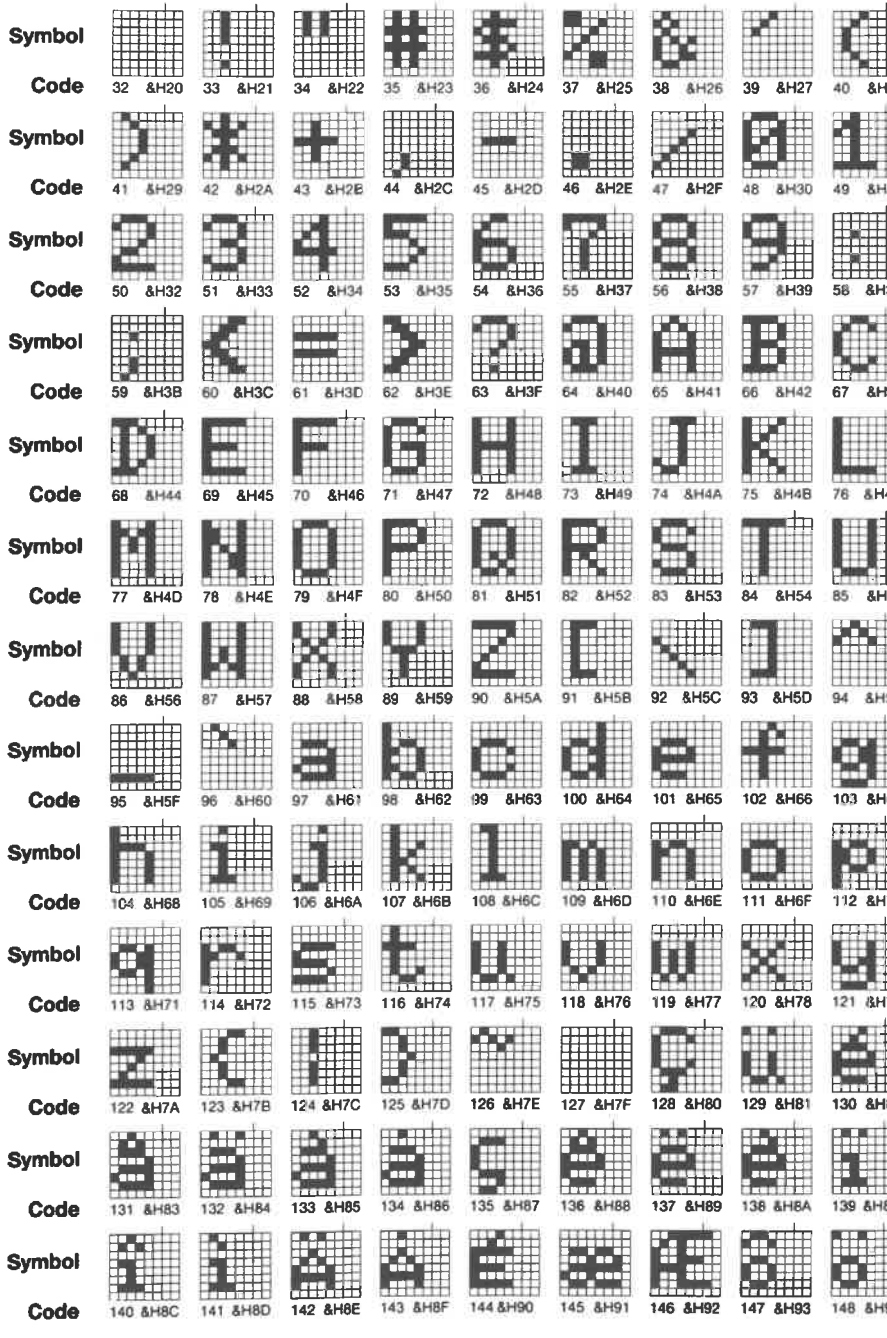
[cs]Verklaring van de vreemde tekens:[rm]
0 : flag wordt op nul gezet
1 : flag wordt op één gezet
- : flag wordt niet veranderd
C : carry wordt gekopieerd
R : flag wordt afhankelijk van het bewerkingsresultaat veranderd
* : legale Z80-instructie
? : illegale Z80-instructie (Wel gebruikt binnen de HERBYMON!)

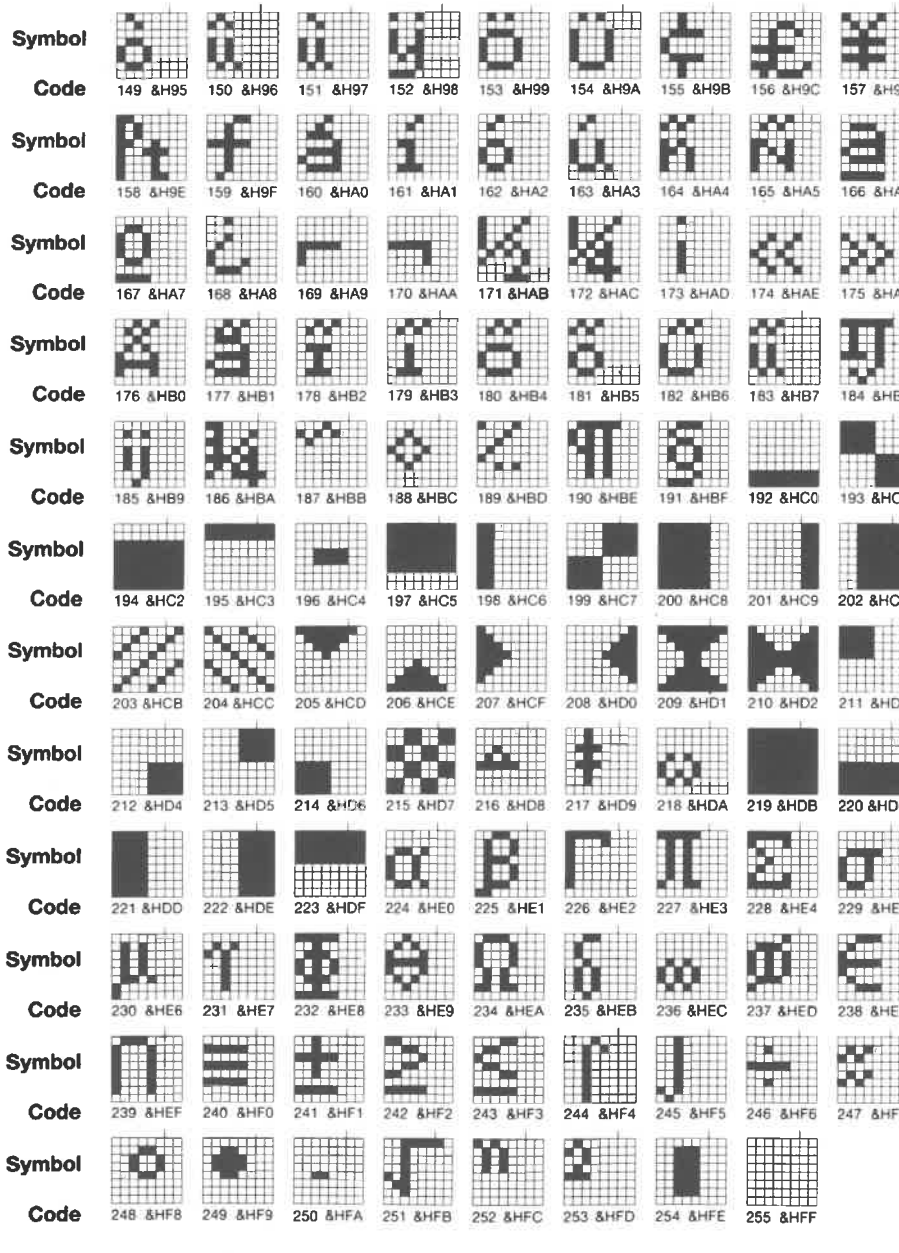
$bb : byte-waarde
&oo : index/offset-waarde
@rrrr : byte-waarde die een relatieve sprongcalculatie oplevert
$hhll : word-waarde ('hh' is high-byte / 'll' is low-byte)

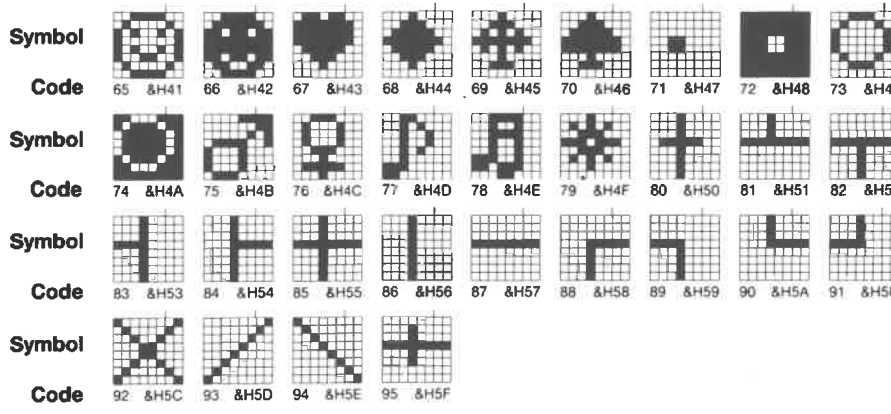
Appendix B
Karaktercodes

Decimaal	Hex	ASCII-code	RESULTAAT ('ChPut')	ESCAPE-code
0	00	NUL	'niets'	
1	01	SOH		
2	02	STX		
3	03	ETX		
4	04	EOT		
5	05	ENQ		
6	06	ACK		
7	07	BEL	doe 'BEEP'	
8	08	BS	cursor naar links	
9	09	HT	volgende TAB-positie	
10	0A	LF	cursor omlaag	
11	0B	VT		
12	0C	FF	scherm schoon en cursor HOME	
13	0D	CR	cursor zover mogelijk naar links	
14	0E	SO		
15	0F	SI		
16	10	DLE		
17	11	DC1		
18	12	DC2		
19	13	DC3		
20	14	DC4		
21	15	NAK		
22	16	SYN		
23	17	ETB		
24	18	CAN		
25	19	EM		
26	1A	SUB		
27	1B	ESC	naar ESCAPE-groep	
28	1C	FS	cursor naar rechts	
29	1D	GS	cursor naar links	
30	1E	RS	cursor omhoog	
31	1F	US	cursor omlaag	
32	20	SP	spatie	
65	41			cursor omhoog
66	42			cursor omlaag

67	43			cursor naar rechts
68	44			cursor naar links
69	45			wis scherm en cursor HOME
72	48			cursor HOME
74	4A			wis tot einde van scherm
75	4B			wis tot einde van regel
76	4C			voeg regel tussen
77	4D			wis regel
89	59			geef cursor-coördinaten
106	6A			wis scherm en cursor HOME
108	6C			wis regel
120	78			verander cursor
121	79			verander cursor
127	7F	DEL	karakter wissen	


Symbol
Code
32 &H20
33 &H21
34 &H22
35 &H23
36 &H24
37 &H25
38 &H26
39 &H27
40 &H28
41 &H29
42 &H2A
43 &H2B
44 &H2C
45 &H2D
46 &H2E
47 &H2F
48 &H30
49 &H31
50 &H32
51 &H33
52 &H34
53 &H35
54 &H36
55 &H37
56 &H38
57 &H39
58 &H3A
59 &H3B
60 &H3C
61 &H3D
62 &H3E
63 &H3F
64 &H40
65 &H41
66 &H42
67 &H43
68 &H44
69 &H45
70 &H46
71 &H47
72 &H48
73 &H49
74 &H4A
75 &H4B
76 &H4C
77 &H4D
78 &H4E
79 &H4F
80 &H50
81 &H51
82 &H52
83 &H53
84 &H54
85 &H55
86 &H56
87 &H57
88 &H58
89 &H59
90 &H5A
91 &H5B
92 &H5C
93 &H5D
94 &H5E
95 &H5F
96 &H60
97 &H61
98 &H62
99 &H63
100 &H64
101 &H65
102 &H66
103 &H67
104 &H68
105 &H69
106 &H6A
107 &H6B
108 &H6C
109 &H6D
110 &H6E
111 &H6F
112 &H70
113 &H71
114 &H72
115 &H73
116 &H74
117 &H75
118 &H76
119 &H77
120 &H78
121 &H79
122 &H7A
123 &H7B
124 &H7C
125 &H7D
126 &H7E
127 &H7F
128 &H80
129 &H81
130 &H82
131 &H83
132 &H84
133 &H85
134 &H86
135 &H87
136 &H88
137 &H89
138 &H8A
139 &H8B
140 &H8C
141 &H8D
142 &H8E
143 &H8F
144 &H90
145 &H91
146 &H92
147 &H93
148 &H94

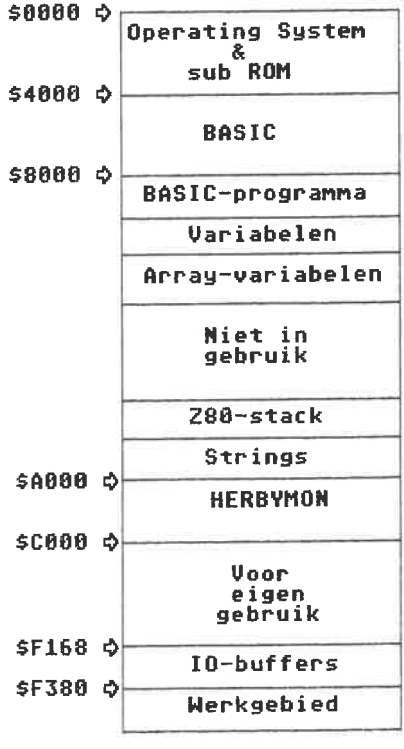

Symbol
Code
149 &H95
150 &H96
151 &H97
152 &H98
153 &H99
154 &H9A
155 &H9B
156 &H9C
157 &H9D
158 &H9E
159 &H9F
160 &HA0
161 &HA1
162 &HA2
163 &HA3
164 &HA4
165 &HA5
166 &HA6
167 &HA7
168 &HA8
169 &HA9
170 &HAA
171 &HAB
172 &HAC
173 &HAD
174 &HAE
175 &HAF
176 &HB0
177 &HB1
178 &HB2
179 &HB3
180 &HB4
181 &HB5
182 &HB6
183 &HB7
184 &HB8
185 &HB9
186 &HBA
187 &HBB
188 &HBC
189 &HBD
190 &HBE
191 &HBF
192 &HC0
193 &HC1
194 &HC2
195 &HC3
196 &HC4
197 &HC5
198 &HC6
199 &HC7
200 &HC8
201 &HC9
202 &HCA
203 &HCB
204 &HCC
205 &HCD
206 &HCE
207 &HCF
208 &HD0
209 &HD1
210 &HD2
211 &HD3
212 &HD4
213 &HD5
214 &HD6
215 &HD7
216 &HD8
217 &HD9
218 &HDA
219 &HDB
220 &HDC
221 &HDD
222 &HDE
223 &HDF
224 &HE0
225 &HE1
226 &HE2
227 &HE3
228 &HE4
229 &HE5
230 &HE6
231 &HE7
232 &HE8
233 &HE9
234 &HEA
235 &HEB
236 &HEC
237 &HED
238 &HEE
239 &HEF
240 &HF0
241 &HF1
242 &HF2
243 &HF3
244 &HF4
245 &HF5
246 &HF6
247 &HF7
248 &HF8
249 &HF9
250 &HFA
251 &HFB
252 &HFC
253 &HFD
254 &HFE
255 &HFF

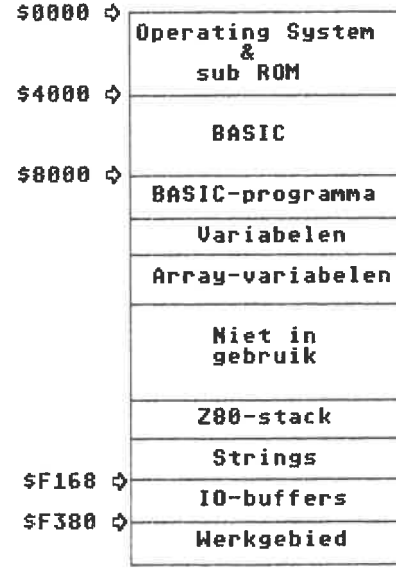

Symbol
Code
65 &H41
66 &H42
67 &H43
68 &H44
69 &H45
70 &H46
71 &H47
72 &H48
73 &H49
Symbol
Code
74 &H4A
75 &H4B
76 &H4C
77 &H4D
78 &H4E
79 &H4F
80 &H50
81 &H51
82 &H52
Symbol
Code
83 &H53
84 &H54
85 &H55
86 &H56
87 &H57
88 &H58
89 &H59
90 &H5A
91 &H5B
Symbol
Code
92 &H5C
93 &H5D
94 &H5E
95 &H5F

Appendix C
De memory-map

De memory-map

De memory-map onder HERBYMON, na CLEAR 200, &H9FF





Appendix D
Kleurentabel

Nummer	Nybble-patroon	Kleur
0	0000	transparant
1	0001	zwart
2	0010	groen
3	0011	lichtgroen
4	0100	donkerblauw
5	0101	lichtblauw
6	0110	donkerrood
7	0111	hemelsblauw
8	1000	rood
9	1001	lichtrood
10	1010	donkergeel
11	1011	lichtgeel
12	1100	donkergroen
13	1101	magenta
14	1110	grijs
15	1111	wit

Appendix E
Video-RAM-tabel

	Tekst (40x24)	Tekst (32x24)	High-Res	Multi-Color
Schermtabel	$0000	$1800	$1800	$0800
Patroontabel	$0800	$0000	$0000	$0000
Kleurentabel	n.v.t.	$2000	$2000	n.v.t.
Sprite-attributentabel	n.v.t.	$1B00	$1B00	$1B00
Sprite-patroontabel	n.v.t.	$3800	$3800	$3800

Appendix F
VDP-registers

Naam	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
VDP-statusregister	Frame-F	Sprite-F	Coind-F	Nummer van de 'Bde' sprite				
Mode-register 0	0	0	0	0	0	0	Mode3	Ext Video
Mode-register 1	4/16K	Aan/Uit	IE	Mode1	Mode2	0	Sprt-ptn	Sprt-maat
Mode-register 2	0	0	0	0	Bits 2 t/m 5 voor LSB-namentabel			
Mode-register 3	Basis voor kleurentabel							
Mode-register 4	0	0	0	0	0	Bits 3-5 voor LSB-karakterset		
Mode-register 5	0	Bit 7-MSB en bit 0 t/m 5 van LSB voor sprite-attributen						
Mode-register 6	0	0	0	0	0	Bits 3-5 voor LSB-sprite-vorm		
Mode-register 7	tekstkleur screen mode 0				border-kleur (transparant)			

L = lees gegevens
S = schrijf gegevens

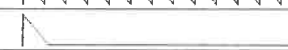
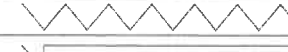
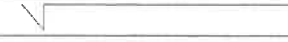
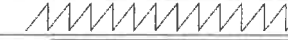
Overige IO-adresgebieden:

$00-$7F - niet gedefinieerd
$B0-$CF - systeem
$D0-D7 - floppy disk-controller
$D8-$FF - niet gedefinieerd

Appendix G
PSG-registers

Naam	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Register 0	Frequentie kanaal A - LSB							
Register 1	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	Frequentie kanaal A - MSB			
Register 2	Frequentie kanaal B - LSB							
Register 3	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	Frequentie kanaal B - MSB			
Register 4	Frequentie kanaal C - LSB							
Register 5	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	Frequentie kanaal C - MSB			
Register 6	n.g.	n.g.	n.g.	Ruisfrequentie				
Register 7	IO-port A	IO-port B	Ruis C	Ruis B	Ruis A	Toon C	Toon B	Toon A
Register 8	n.g.	n.g.	n.g.	Mode A	Amplitude kanaal A			
Register 9	n.g.	n.g.	n.g.	Mode B	Amplitude kanaal B			
Register 10	n.g.	n.g.	n.g.	Mode C	Amplitude kanaal C			
Register 11	Envelope-frequentie LSB							
Register 12	Envelope-frequentie MSB							
Register 13	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	Vorm van envelope			
Register 14	Cass-inp	Keyboard	Trigger B	Trigger A	Right-joy	Left-joy	Down-joy	Up-joy
Register 15	Kana-LED	Joystick	Puls B	Puls A	(1)	(1)	(1)	(1)

De PSG-registers

3	2	1	0	Envelope
0	0	X	X	
0	1	X	X	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Golfvormen

Appendix H
IO-adressen

Device	Adres	Gebruik	Omschrijving	Opmerkingen
RS232C	$80 $81 $81	L/S L S	Data Status Mode	8251A (USART)
Printer	$90 $90 $91	S S S	Strobe Status Data	Centronics
VDP	$98 $99 $99	L/S S L	Data Command/ Address set Status	TMS9129NL
PSG	$A0 $A1 $A2	S S L	Address Latch Data Data	AY-3-8910
PPI	$A8 $A9 $AA $AB	L/S L/S L/S S	Data-Port A Data-Port B Data-Port C Mode set	8255A

Appendix I
De BIOS-sprongtabel

Adres	Naam	Functie		Invoer	Uitvoer
$0000	ChkRam	Controleert het RAM en selecteert slots	(*)		n.v.t.,n.v.t.
$0008	SynChr	Controleert een BASIC-karakter		HL=adres van karakter	A=karakter / HL=volgend
$000C	RdSlt	Leest RAM uit opgegeven slot		A=slot ID / HL=adres	A=byte
$0010	ChrGtr	Verzorgt een volgend BASIC-karakter of -token		HL=adres van karakter	A=karakter / HL=volgend
$0014	WrSlt	Schrijft door in RAM in opgegeven slot		A=slot ID / HL=adres / E=byte	n.v.t.
$0018	OutDo	Verzorgt uitvoer naar het huidige device		A=karakter	n.v.t.
$001C	CalSlt	Springt naar een subroutine in opgegeven slot	(*)	IY=slot ID / IX-adres	routine-afhankelijk
$0020	DCompR	Vergelijkt de registerparen HL en DE		HL / DE	flags eventueel updated
$0024	EnaSlt	Schakelt een geselecteerd slot permanent in		A=slot ID / HL=adres	n.v.t.
$0028	GetYpR	Geeft het type van een BASIC-operand		n.v.t.	AF=type
$0030	CallF	Springt naar een subroutine in een 'afgelegen' slot		RST 30 / ID-byte / adres-word	routine-afhankelijk
$0038	KeyInt	Hardware-interrupt en keyboard-scan	(*)	n.v.t.	n.v.t
$003b	InitIO	Initialiseert IO-devices	(*)	n.v.t.	n.v.t
$003e	IniFnK	Initialiseert functietoetsen	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$0041	DisScr	Zet het scherm 'uit'		n.v.t.	n.v.t.
$0044	EnaScr	Zet het scherm 'aan'		n.v.t.	n.v.t.
$0047	WrtVDP	Schrijft in een VDP-register	(*)	B=byte / C-VDP register	n.v.t.
$004A	RdVrm	Haalt een byte uit het video-RAM		HL=adres	A=byte
$004D	WrtVrm	Schrijft een byte naar het video-RAM		HL=adres / A=byte	n.v.t.
$0050	SetRd	Initialiseert de VDP voor een leesopdracht		HL=adres	n.v.t.
$0053	SetWrt	Initialiseert de VDP voor een schrijfopdracht		HL=adres	n.v.t.
$0056	FilVrm	Vult een stuk videogeheugen met een gegeven waarde		HL=adres / BC-lengte / A=byte	n.v.t.
$0059	LDirMV	Kopieert een stuk videogeheugen naar RAM		HL=bron / DE=object / BC-lengte	n.v.t.
$005C	LDirVM	Kopieert een stuk RAM naar het videogeheugen		HL=bron / DE=object / BC-lengte	n.v.t.
$005F	ChgMod	Verzorgt de inschakeling van een gewenste VDP-mode		A=schera-mode	n.v.t.
$0062	ChgClr	Verandert de VDP-kleuren	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$0066	NMI	Verzorgt een Non Maskable Interrupt		n.v.t.	n.v.t.
$0069	ClrSpr	Initialiseert alle sprites		n.v.t.	n.v.t.
$006C	IniTxt	Initialiseert de VDP voor tekst-mode 40[*]24	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$006F	Init32	Initialiseert de VDP voor tekst-mode 32[*]24	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$0072	IniGrp	Initialiseert de VDP voor high resolution-mode	n.v.t.		n.v.t.
$0075	IniMlt	Initialiseert de VPD voor multicolor-mode		n.v.t.	n.v.t.
$0078	SetTxt	Stelt de VDP in op tekstmode 40[*]24		n.v.t.	n.v.t.
$007B	Set32	Stelt de VDP in op tekstmode 40[*]32		n.v.t.	n.v.t.
$007E	SetGrp	Stelt de VDP in op high resolution-mode		n.v.t.	n.v.t.
$0081	SetMlt	Stelt de VDP in op multicolor-mode		n.v.t.	n.v.t.
$0084	CalPat	Geeft het adres van een sprite-patroon	(*)	A=sprite ID	HL=adres
$0087	CalAtr	Geeft het adres van de sprite-attributen	(*)	A=sprite ID	HL=adres
$008A	GSpSiz	Geeft de huidige sprite-grootte		n.v.t.	A=grootte
$008D	GrpPrt	Plaatst een karakter op het grafische scherm	(*)	A=karakter	n.v.t.
$0090	GicIni	Initialiseert de PSG	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$0093	WrtPSG	Schrijft in een PSG-register		A=PSG register / E=byte	n.v.t.
$0096	RdPSG	Leest een PSG-register uit		A=PSG register	A=byte
$0099	StrtMs	Start het uitlezen van de muziek	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$009C	ChsNS	Geeft de status van de keyboard-buffer		n.v.t.	zero updated
$009F	ChSet	Wacht op het invoeren van een karakter	(*)	n.v.t.	A=karakter (code)
$00A2	ChPut	Voert een karakter uit naar het schera	(*)	A=karakter (code)	n.v.t.
$00A5	LptOut	Voert een karakter uit naar de printer		A=karakter (code)	carry updated
$00A8	LptStt	Controleert de printer		n.v.t.	A en zero updated
$00AB	CnvChr	Zet karakter met 'grafische header' om		A=karakter	carry en zero updated

$00AE	PinLin	Leest een bewerkte regel in		n.v.t.	HL=adres / carry updated
$00B1	InLin	Leest een bewerkte regel in	(*)	n.v.t.	HL=adres / carry updated
$00B4	QinLin	Zet '? ' op het scherm en springt naar INLIN		n.v.t.	HL=adres / carry updated
$00B7	BreakX	Controleert op CTRL-STOP		n.v.t.	carry updated
$00BA	IsCntc	Controleert op SHIFT-STOP		n.v.t.	n.v.t.
$00BD	CkCntc	IsCntc, maar nu door BASIC		n.v.t.	n.v.t.
$00C0	Beep	Verzorgt een BEEP		n.v.t.	n.v.t.
$00C3	Cls	Maakt het scherm schoon		zero	n.v.t.
$00C6	PosIt	Zet de cursor op een bepaalde plaats	(*)	H=kolom / L=regel	n.v.t.
$00C9	FnkSb	Kijkt of de tekst-functietoetsen 'aan' staan		n.v.t.	n.v.t.
$00CC	EraFnk	Haalt de tekst-functietoetsen van het scherm		n.v.t.	n.v.t.
$00CF	DspFnk	Zet de tekst-functietoetsen op het scherm		n.v.t.	n.v.t.
$00D2	ToText	Zet het scherm in tekst-mode		n.v.t.	n.v.t.
$00D5	GtStck	Leest de joystick-stand uit		A=joystick ID	A=richting
$00D8	GtTrig	Leest de vuurknop-stand uit		A=vuurknop ID	A=vuur (0=niet)
$00DB	GtPad	Leest de touch tablet-stand uit		A=tablet ID	A=waarde
$00DE	GtPdl	Leest de paddle-stand uit		A=paddle ID	A=waarde
$00E1	TapIon	Zet cassette-invoer aan en leest header		n.v.t.	carry updated
$00E4	TapIn	Leest cassettesignaal in		n.v.t.	A=byte / carry updated
$00E7	TapIof	Zet cassette-invoer uit		n.v.t.	n.v.t.
$00EA	TapOon	Zet cassette-uitvoer aan en schrijft header		A=header type (0=kort)	carry updated
$00ED	TapOut	Schrijft cassettesignaal		A=byte	carry updated
$00F0	TapOof	Zet cassette-uitvoer uit		n.v.t.	n.v.t.
$00F3	StMotr	Zet cassettemotor aan/uit		A=actie (0=stop / 1=start)	n.v.t.
$00F6	LitQ	Geeft de ruimte in de muziekstring	(*)	A=array-nummer	HL=ruimte
$00F9	PutQ	Plaatst een byte in de muziekstring	(*)	A=array-nummer / E=byte	zero updated
$00FC	RightC	Beweegt 1 pixel naar rechts		n.v.t.	n.v.t.
$00FF	LeftC	Beweegt 1 pixel naar links		n.v.t.	n.v.t.
$0102	UpC	Beweegt 1 pixel omhoog		n.v.t.	n.v.t.
$0105	TUpC	UPC indien mogelijk		n.v.t.	carry updated
$0108	DownC	Beweegt 1 pixel omlaag		n.v.t.	n.v.t.
$010B	TDownC	DOWNC indien mogelijk		n.v.t.	carry updated
$010E	ScalXY	Zet de grafische coördinaten op schaal		BC X-coörd. / DE Y-coörd.	carry updated
$0111	MapXYc	Berekent adres van grafische coördinaat		BC X-coörd. / DE Y-coörd.	HL=adres / A=patroon
$0114	FetchC	Geeft het adres en maskerpatroon		n.v.t.	HL=adres / A=patroon
$0117	StoreC	Plaatst het adres en maskerpatroon		A=masker / HL=adres	n.v.t.
$011A	SetAtr	Vult het attribuut-byte in		A=kleur	carry updated
$011D	ReadC	Leest het attribuut-byte van een pixel		n.v.t.	A=kleur
$0120	SetC	Vult het attribuut-byte van een pixel in		n.v.t.	n.v.t.
$0123	NSetCX	Vult een aantal pixels horizontaal		HL=teller	n.v.t.
$0126	GtAspc	Berekent een cirkelverhouding	(*)	n.v.t.DE=AspCt1 / HL=AspCt2	
$0129	PntIni	Initialiseert de PAINT-routine	(*)	A=kleur	n.v.t.
$012C	ScanR	Zoekt pixels naar rechts		B-flag / DE=teller	DE=teller / C-flag
$012F	ScanL	Zoekt pixels naar links		B-flag / DE=teller	DE=teller / C-flag
$0132	ChgCap	Verandert de status van de CAP-indicator	(*)	A=aan/uit (0=uit)	n.v.t.
$0135	ChgSnd	Wijzigt de key click	(*)	A=aan/uit (0=uit)	n.v.t.
$0138	RSlReg	Leest het primaire slot-register		n.v.t.	A=byte
$013B	WSlReg	Schrijft naar het primaire slot-register		A=byte	n.v.t.
$013E	RdVDP	Leest het VDP-statusregister		n.v.t.	A=status
$0141	SnsMat	Leest een rij van de keyboard-matrix		A=regel	A=status
$0144	PhyDIO	Bestuurt de eventueel aanwezige diskdrive		IO-afhankelijk	IO-afhankelijk
$0147	Format	Initialiseert de eventueel aanwezige diskdrive		IO-afhankelijk	IO-afhankelijk
$014A	IsFlIO	Bekijkt het eventuele optreden van device-IO		n.v.t.	F=type IO
$014D	OutDlp	Verzorgt geformatteerde uitvoer naar de printer	(*)	A=karakter (code)	n.v.t.
$0150	GetVCP	Geeft de pointer van de muziek-string	(*)	A=kanaal	HL=adres
$0153	GetVc2	Geeft de pointer van een gewenste muziekvariabele		L=byte	HL=pointer
$0156	KilBuf	Initialiseert de keyboard-buffer	(*)	n.v.t.	n.v.t.
$0159	CalBAS	Springt naar de BASIC-interpreter		IX-adres	BASIC-afhankelijk

(*): de functie informeert en/of verandert het (variabelen)werkgebied

Appendix J
Het werkgebied

Adres	Naam	Type	Functie
$F380	RdPrim	R	Slot-schakeling en uitlezen (primair)
$F385	WrPrim	R	Slot-schakeling en wegschrijven (primair)
$F38C	CllPrim	R	Slot-schakeling voor CALSLT
$F39A	Usr0	A	Adres Usr0 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F39C	Usr1	A	Adres Usr1 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F39E	Usr2	A	Adres Usr2 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3A0	Usr3	A	Adres Usr3 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3A2	Usr4	A	Adres Usr4 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3A4	Usr5	A	Adres Usr5 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3A6	Usr6	A	Adres Usr6 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3A8	Usr7	A	Adres Usr7 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3AA	Usr8	A	Adres Usr8 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3AC	Usr9	A	Adres Usr9 (default 'ILLEGAL FUNCTION CALL')
$F3AE	LinL40	V	Schermbreedte in 40*24 tekst-mode (default 37)
$F3AF	LinL32	V	Schermbreedte in 32*24 tekst-mode (default 29)
$F3B0	LinLen	V	Actuele schermbreedte (wordt tijdens scherm-inschakeling gekopieerd)
$F3B1			
$F3B2	ClmLst	V	Ruimte voor PRINT-functie (default 14)
$F3B3	TxtNam	A	Namentabel (40*24) (default $0000)
$F3B5	TxtCol	A	Kleurentabel (40*24) (default $0000)
$F3B7	TxtCgp	A	Karakterset (40*24) (default $0800)
$F3B9	TxtAtr	A	Sprite-attributen (40*24) (default $0000)
$F3BB	TxtPat	A	Sprite-patronen (40*24) (default $0000)
$F3BD	T32Nam	A	Namentabel (32*24) (default $1800)
$F3BF	T32Col	A	Kleurentabel (32*24) (default $2000)
$F3C1	T32Cgp	A	Karakterset (32*24) (default $0000)
$F3C3	T32Atr	A	Sprite-attributen (32*24) (default $1B00)
$F3C5	T32Pat	A	Sprite-patronen (32*24) (default $3800)
$F3C7	GrpNam	A	Namentabel (hires) (default $1800)
$F3C9	GrpCol	A	Kleurentabel (hires) (default $2000)
$F3CB	GrpCgp	A	Karakterset (hires) (default $0000)
$F3CD	GrpAtr	A	Sprite-attributen (hires) (default $1B00)
$F3CF	GrpPat	A	Sprite-patronen (high res) (default $3B00)
$F3D1	MltNam	A	NamenTabel (multicolor) (default $0800)
$F3D3	MltCol	A	KleurenTabel (multicolor) (default $0000)
$F3D5	MltCgp	A	Karakterset (multicolor) (default $0000)
$F3D7	MltAtr	A	Sprite-attributen (multicolor) (default $1B00)

$F3D9	MltPat	A	Sprite-patronen (multicolor) (default $3800)
$F3DB	ClikSw	V	'Klik' bij druk op toets
$F3DC	CsrY	V	Verticaalcoördinaat van de cursor
$F3DD	CsrX	V	Horizontaalcoördinaat van de cursor
$F3DE	CnsDfg	V	Functietoetsen op het scherm? (0=niet)
$F3DF	Rg0Sav	V	Kopie VDP-register 0 (default $00)
$F3E0	Rg1Sav	V	Kopie VDP-register 1 (default $F0)
$F3E1	Rg2Sav	V	Kopie VDP-register 2 (default $00)
$F3E2	Rg3Sav	V	Kopie VDP-register 3 (default $00)
$F3E3	Rg4Sav	V	Kopie VDP-register 4 (default $01)
$F3E4	Rg5Sav	V	Kopie VDP-register 5 (default $00)
$F3E5	Rg6Sav	V	Kopie VDP-register 6 (default $00)
$F3E6	Rg7Sav	V	Kopie VDP-register 7 (default $F4)
$F3E7	StatFl	V	VDP-statusregister (default $CA)
$F3E8	TrgFlg	V	Status van alle vuurknoppen
$F3E9	ForClr	V	Huidige voorgrondkleur (default 15)
$F3EA	BakClr	V	Huidige achtergrondkleur (default 4)
$F3EB	BorClr	V	Huidige borderkleur (default 4)
$F3EC	MaxUpd	S	Sprong voor LINE-routine
$F3EF	MinUpd	S	Sprong voor LINE-routine
$F3F2	AtrByt	V	Penkleur voor grafische routines
$F3F3	Queues	A	Controleblokken voor de drie muziek-arrays
$F3F5	FrcNew	V	Flag voor CLOAD (onderscheid tussen CLOAD en CLOAD?, 0=CLOAD)
$F3F6	ScnCnt	V	Frequentie keyboard-scanning
$F3F7	RepCnt	V	Snelheid keyboard-repetering
$F3F8	PutPnt	A	Adres van de volgende 'plaats'-positie in de keyboard-buffer
$F3FA	GetPnt	A	Adres van de volgende 'haal'-positie in de keyboard-buffer
$F3FC	Cs1200	P	Parameters voor 1200 baud-cassette
$F401	Cs2400	P	Parameters voor 2400 baud-cassette
$F406	Low	V	LAAG-cyclus
$F408	High	V	HOOG-cyclus
$F40A	Header	V	Cycli in aanloopblok
$F40B	AspCt1	V	Verhouding stralen van CIRCLE
$F40D	AspCt2	V	Verhouding stralen van CIRCLE (default)
$F40F	EndPrg	R	Lege BASIC-regel (voor 'ON ERROR...')
$F414	ErrFlg	V	Nummer van de opgetreden fout
$F415	LptPos	V	Positie van de printer-kop
$F416	PrtFlg	V	Uitvoer naar scherm of printer? (0=scherm / 1=printer)
$F417	NtMSXP	V	Hoe wordt de printer grafisch aangestuurd?
$F418	RawPrt	V	Hoe worden de grafische karakters naar de printer gestuurd?
$F419	VlzAdr	A	Adres van karakter voor VAL-functie
$F41B	VlzDat	V	Waarde van karakter voor VAL-functie
$F41C	CurLin	V	Het regelnummer dat nu wordt verwerkt door de interpreter
$F41F	KBuf	B	Gecodeerde vorm van een ingetypte regel
$F55E	Buf	B	Tekst die INLIN heeft ingelezen
$F661	TtyPos	V	Positie op het scherm voor PRINT
$F662	DimFlg	V	Zoekroutine voor array-variabelen

$F663	ValTyp	V	Type van de variabele in DAC
$F664	DoRes	V	Flag voor het scannen van een DATA-regel
$F665	DoNum	V	Flag voor omzetten van regelnummer
$F666	ConTxt	A	Adres voor eerstvolgende karakter NA een numerieke constante
$F668	ConSav	V	Token-opslag van een numerieke constante
$F669	ConTyp	V	Type-opslag van een numerieke constante
$F66A	ConLo	B	Opslagruimte voor numerieke constanten
$F672	MemSiz	A	Top van het stringgeheugen (wijzigen met CLEAR of MAXFILES)
$F674	StkTop	A	Top van de stapel (wijzigen met CLEAR of MAXFILES)
$F676	TxtTab	A	Bodem van het programmageheugen (default $8001)
$F678	TempPt	A	Eerstvolgende vrije ruimte in TEMPST
$F67A	TempSt	B	Stringstapel
$F698	DscTmp	B	String-signalementbuffer
$F69B	FreTop	A	Eerstvolgende vrije ruimte in het stringgeheugen
$F69D	Temp3	V	Interpreter-ruimte (algemeen gebruik)
$F69F	Temp8	V	Interpreter-ruimte (algemeen gebruik)
$F6A1	EndFor	A	FOR...NEXT-werkpointer
$F6A3	DatLin	A	Regelnummer van huidig DATA-statement
$F6A5	SubFlg	V	Variabelenindex
$F6A6	FlgInp	V	Flag voor verschil tussen INPUT en READ (0=INPUT)
$F6A7	Temp	V	Interpreter-ruimte (algemeen gebruik)
$F6A9	PtrFlg	V	Flag regelnummeradres
$F6AA	AutFlg	V	Flag voor AUTO (0=geen AUTO)
$F6AB	AutLin	V	Huidige regelnummer tijdens uitvoering van AUTO
$F6AD	AutInc	V	Regelverhoging tijdens AUTO
$F6AF	SavTxt	A	Adreswijzer van interpreter
$F6B1	SavStk	A	Adreswijzer van de stapel
$F6B3	ErrLin	V	Regelnummer indien er een fout optreedt
$F6B5	Dot	V	Nummer van de laatst behandelde regel
$F3B7	ErrTxt	B	Buffer voor SAVTXT
$F6B9	OnELin	A	Adres voor ON...ERROR
$F6BB	OnEFlg	V	Flag voor ON...ERROR (1=error opgetreden)
$F6BC	Temp2	V	Interpreter-ruimte (algemeen gebruik)
$F6BE	OldLin	V	Regelbuffer voor programma-onderbreking
$F6C0	OldTxt	A	Statement-buffer voor programma-onderbreking
$F6C2	VarTab	A	Eerste byte in het variabelengeheugen
$F6C4	AryTab	A	Eerste byte in het array-geheugen
$F6C6	StrEnd	A	Einde array-geheugen
$F6C8	DatPtr	A	Adres van huidige DATA-statement
$F6CA	DefTbl	V	Type van elke groep BASIC-variabelen (A...Z)
$F6E4	PrmStk	A	Startadres van FN-parameters
$F6E6	PrmLen	V	Lengte van het FN-blok dat in PARM1 staat
$F6E8	Parm1	B	Lokale variabelen van een geevalueerde FN-functie
$F74C	PrmPrv	A	Adres van FN-blok
$F74E	PrmLn2	V	Lengte van het FN-blok dat in PARM2 staat
$F750	Parm2	B	Variabelenconstructie voor FN-functie
$F7B4	PrmFlg	V	Flag voor onderscheid tussen globale en lokale variabelen

$F7B5	AryTa2	A	Eindadres van het thans doorzochte variabelengeheugen
$F7B7	NoFuns	V	Signalering van lokale variabelen
$F7B8	Temp9	V	Interpreter-ruimte (algemeen gebruik)
$F7BA	FunAct	V	Het aantal FN-functies thans in gebruik
$F7BC	SwpTmp	B	Buffer voor SWAP-statement
$F7C4	TrcFlg	V	Flag voor de TRACE-functie (0=geen TRACE)
$F7C5	FBuffr	B	Buffer voor numerieke output
$F7F0	DecTmp	V	Tijdelijke opslagruimte voor deelroutine
$F7F2	DecTm2	V	Tijdelijke opslagruimte voor deelroutine
$F7F4	DecCnt	V	Teller voor deelroutine
$F7F6	Dac	B	Primaire buffer voor expressie-evaluatie in de interpreter
$F806	Hold8	B	Buffer voor vermenigvuldigingsroutine
$F847	Arg	B	Secundaire buffer voor expressie-evaluatie in de interpreter
$F857	RndX	B	Buffer voor huidige random-waarde
$F85F	MaxFil	V	Aantal mogelijke IO-buffers
$F860	FilTab	A	Adres van pointer-tabel voor file-controleblokken
$F862	NulBuf	A	Adres van het eerste byte van de databuffer van IO-buffer 0
$F864	PrtFil	A	Adres van het file-controleblok van de huidige IO-buffer
$F866	FilNam	B	Buffer voor bestandsnaam
$F871	FilNm2	B	Buffer voor ingelezen bestandsnaam
$F87C	NioNly	V	Status voor IO-buffers tijdens LOAD
$F87D	SavEnd	A	Adres voor het laatste byte tijdens BSAVE
$F87F	FnkStr	B	Buffer voor functietoetsen-strings
$F91F	CgPnt	P	Slot en adres voor de te kopiëren karakterset
$F922	NamBas	A	Startadres van de huidige namentabel voor de VDP
$F924	CgpBas	A	Startadres van de huidige karaktertabel voor de VDP
$F926	PatBas	A	Startadres van de huidige sprite-patronentabel voor de VDP
$F928	AtrBas	A	Startadres van de huidige sprite-attributentabel voor de VDP
$F92A	Cloc	V	Positie van de laatst verwerkte pixel
$F92C	CMAsk	V	Masker gebruikt tijdens de laatste pixel-operatie
$F92D	MinDel	V	Minimaal verschil voor LINE-routine
$F92F	MaxDel	V	Maximaal verschil voor LINE-routine
$F931	Aspect	V	Stralenverhouding tijdens CIRCLE
$F933	CenCnt	V	Teller voor plot-routine tijdens CIRCLE
$F935	CLineF	V	Flag voor CIRCLE-routine
$F936	CnPnts	V	Aantal segment-punten voor CIRCLE
$F938	CplotF	V	Flag voor CIRCLE-routine
$F939	CpCnt	V	Y-coördinaat tijdens CIRCLE
$F93B	CpCntB	V	Aantal punten thans geplot tijdens CIRCLE
$F93D	CrcSum	V	Teller voor CIRCLE
$F93F	CstCnt	V	Aantal punten binnen starthoek tijdens CIRCLE
$F941	CsClXY	V	Afplattings-flag voor CIRCLE
$F942	CSaveA	V	Tijdelijke ruimte voor SCANR
$F944	CSaveM	V	Tijdelijke ruimte voor SCANR
$F945	CXOff	V	Tijdelijke opslagruimte voor CIRCLE
$F947	CYOff	V	Tijdelijke opslagruimte voor CIRCLE
$F949	LohMsk	V	Tijdelijke opslagruimte voor PAINT

$F94A	LohDir	V	Nieuwe scan-richting tijdens PAINT
$F94B	LohAdr	A	Adres van meest linkse uitstulping tijdens PAINT
$F94D	LohCnt	V	Grootte van linker uitstulping
$F94F	SkpCnt	V	Aantal pixels over te slaan tijdens PAINT
$F951	MovCnt	V	Aantal bewegingen tijdens PAINT
$F953	PdiRec	V	Huidige richting tijdens PAINT
$F954	LfProg	V	Flag voor beweging naar links tijdens PAINT
$F955			
$F956	MclTab	A	Adres voor macro-ontledertabel (DRAW of PLAY)
$F958	MclFlg	V	Flag voor macro-ontledergebruik (DRAW of PLAY)
$F959	QueTab	P	Parameters voor afspelen van muziek (4*6)
$F971	QueBak	V	Grootte van de muziek-arrays (4*1)
$F975	VoicAQ	B	Muziek-array kanaal A
$F9F5	VoicBQ	B	Muziek-array kanaal B
$FA75	VoicCQ	B	Muziek-array kanaal C
$FAF5	Rs2IQ	B	Rij voor het RS232-kanaal
$FB35	PrsCnt	V	Teller voor de PLAY-routine
$FB36	SavSp	A	Opslag van de Z80-stapelwijzer tijdens PLAY
$FB38	VoiceN	V	Nummer van het thans gebruikte kanaal tijdens PLAY
$FB39	SavVol	V	Opslag van het volume tijdens een R-verwerking
$FB3B	MclLen	V	Lengte van de huidige macro-ontlede string
$FB3C	MclPtr	A	Adres van de huidige macro-ontlede string
$FB3E	QueueN	V	Het nummer van de thans verwerkte muziek-array
$FB3F	MusicF	V	Flags voor te verwerken muziek-array(s)
$FB40	PlyCnt	V	Aantal opeenvolgende PLAY-statements
$FB41	VcbA	P	Parameters voor PLAY-routine, kanaal A
$FB66	VcbB	P	Parameters voor PLAY-routine, kanaal B
$FB8B	VcbC	P	Parameters voor PLAY-routine, kanaal C
$FBB0	EnStop	V	Flag voor warme start tijdens interrupt (0=geen warme start)
$FBB1	BasRom	V	Flag voor CTRL/STOP-reactie (0=geen 'reactie)
$FBB2	LinTtb	V	Flags voor het 'overlopen' van een schermregel (24*)
$FBCA	FstPos	V	De coördinaten van de cursors i.v.m. terugrekening bij 'overloop'
$FBCC	CurSav	V	Opslag van het karakter dat werd vervangen door de cursor
$FBCD	FnkSwi	V	Bijhouden welke groep functietoetsen wordt afgebeeld
$FBCE	FnkFlg	V	Flags of functietoetsen in werking (10*)
$FBD8	OnGsbf	V	Aantal interrupts bijhouden (bijv. intussen opgetreden IO e.d.)
$FBD9	ClikFl	V	Flag om te zorgen dat er maar één 'klik' tegelijk wordt gegeven
$FBDA	OldKey	B	Buffer voor het opslaan van de 'vorige' keyboard-matrix
$FBE5	NewKey	B	Buffer voor het opslaan van de 'huidige' keyboard-matrix
$FBF0	KeyBuf	B	Keyboard-buffer
$FC18	LinWrk	B	BIOS-buffer om een hele schermregel op te kunnen slaan
$FC40	PatWrk	B	BIOS-buffer voor het opslaan van een 8[*]8 pixel-patroon
$FC48	Bottom	A	Laagste RAM-adres (default $8000)
$FC4A	HiMem	A	Hoogste RAM-adres (default $F380)
$FC4C	TrpTbl		Interrupt-veroorzakers
$FC4C		V/A	Key 0
$FC4F		V/A	Key 1

$FC52		V/A	Key 2
$FC55		V/A	Key 3
$FC58		V/A	Key 4
$FC5B		V/A	Key 5
$FC5E		V/A	Key 6
$FC61		V/A	Key 7
$FC64		V/A	Key 8
$FC67		V/A	Key 9
$FC6A		V/A	STOP
$FC6D		V/A	Sprite
$FC70		V/A	Strig 0
$FC73		V/A	Strig 1
$FC76		V/A	Strig 2
$FC79		V/A	Strig 3
$FC7C		V/A	Strig 4
$FC7F		V/A	Interval
$FC82			n.g.
$FC85			n.g.
$FC88			n.g.
$FC8B			n.g.
$FC8E			n.g.
$FC91			n.g.
$FC94			n.g.
$FC97			n.g.
$FC9B	IntFlg	V	(CTRL/)STOP-detectie
$FC9C	PadY	V	Y-positie touch tablet
$FC9D	PadX	V	X-positie touch tablet
$FC9E	Jiffy	V	Timer
$FCA0	IntVal	V	Tijdsduur voor ON...INTERVAL
$FCA2	IntCnt	V	Aftelling i.s.m. ON...INTERVAL
$FCA4	LowLim	V	Duur van startbit bij lezen van cassette
$FCA5	WinWid	V	Tijdsduur hoog/laag-cyclus bij lezen van cassette
$FCA6	GrpHed	V	Flag voor grafische header (0=geen grafische header)
$FCA7	EscCnt	V	Flag voor ESC-verwerking (0=geen escape-code)
$FCA8	InsFlg	V	Flag voor INSERT-mode (0=geen INSERT)
$FCA9	CsRSr	V	Flag voor 'cursor in beeld' (0=geen cursor)
$FCAA	CStyle	V	Flag voor cursor-type (0=blok / anders=8[*]4)
$FCAB	CapSt	V	Flag voor 'Caps Lock' (0=geen 'Caps Lock')
$FCAC	KanaSt	V	Flag voor 'Kana Lock' (Op Japanse machines)
$FCAD	KanaMd	V	Keyboard-mode op Japanse machines
$FCAE	FlbMem	V	Flag voor onderdrukking IO-foutmeldingen
$FCAF	ScrMod	V	Huidige scherm-mode
$FCB0	OldScr	V	Vorige scherm-mode
$FCB1	CasPrv	V	Vorig opgeslagen karakter voor cassette
$FCB2	BrdAtr	V	Randkleur voor PAINT-routine
$FCB3	GXPos	A	Opslag High-Res X-positie
$FCB5	GYPos	A	Opslag High-Res Y-positie

$FCB7	GrpAcX	A	Huidige X-positie voor GRPPRT
$FCB9	GrpAcY	A	Huidige Y-positie voor GRPPRT
$FCBB	DrwFlg	V	Flag voor DRAW-routine
$FCBC	DrwScl	V	'Scale factor' voor DRAW
$FCBD	DrwAng	V	Gebruikte hoek bij DRAW
$FCBE	RunBnf	V	Flag voor BLAOD met R-parameter (0=geen auto RUN)
$FCBF	SavEnt	A	Adres voor BSAVE (en BLOAD)
$FCC1	ExpTbl	V	Flags voor expanded slots
$FCC5	SltTbl	V	Huidige toestanden van de expanded slot-registers
$FCC9	SltAtr	P	Parameters voor uitbreidings-ROMS's
$FD09	SltWrk	B	Mogelijk werkgebied voor uitbreidings-ROM's
$FD89	ProcNm	B	Naam van een statement of apparaat i.v.m. uitbreidings-ROM's
$FD99	Device	V	Device-ID voor een uitbreidings-ROM-adres

B: buffer
P: parameters
R: routine
S: sprong
V: variabele

Appendix K
HOOKS

Adres	Naam	Functie
$FD9A		
$FD9F	H.TimI	Interrupt, voornamelijk timer-gestuurd
$FDA4	H.ChPu	Standaard CHPUT
$FDA9	H.DspC	Plaats cursor
$FDAE	H.EraC	Verwijder cursor
$FDB3	H.DspF	Standaard DSPFNK
$FDB8	H.EraF	Standaard ERAFNK
$FDBD	H.ToTe	Standaard TOTEXT
$FDC2	H.ChGe	Standaard CHGET
$FDC7	H.IniP	Kopieer karakterset naar VDP
$FDCC	H.KeyC	Keyboard decoder
$FDD1	H.KeyA	Keyboard decoder (snel)
$FDD6	H.NMI	Standaard NMI
$FDDB	H.PinL	Standaard PINLIN
$FDE0	H.QinL	Standaard QINLIN
$FDE5	H.InLi	Standaard INLIN
$FDEA	H.OnGo	ON device GOTO procedure
$FDEF	H.DskO	Disk Output (DSKO$)
$FDF4	H.Sets	SET
$FDF9	H.Name	RENAME
$FDFE	H.Kill	KILL
$FE03	H.Ipl	Initial Program Load (IPL)
$FE08	H.Copy	COPY
$FE0D	H.Cmd	CMD
$FE12	H.DskF	Disk Free (DSKF)
$FE17	H.DskI	Disk Input (DSKI$)
$FE1C	H.Attr	ATTR$
$FE21	H.Lset	Left Set (LSET)
$FE26	H.Rset	Right Set (RSET)
$FE2B	H.Fiel	FIELD
$FE30	H.Mki$	Make Int (MKI$)
$FE35	H.Mki$	Make Single (MKI$)
$FE3A	H.Mkd$	Make Double (MKD$)
$FE3F	H.Cvi	Convert Int (CVI)
$FE44	H.Cvs	Convert Single (CVS)
$FE49	H.Cvd	Convert Double (CVD)
$FE4E	H.GetP	Standaard GETPTR (get file pointer)

```
$FE53   H.SetF   Standaard SETFIL (set file pointer)
$FE58   H.NoFo   Standaard NOFOR (no for clause) t.b.v. OPEN
$FE5D   H.NuLo   Standaard NULOPN (null open file) t.b.v. OPEN
$FE62   H.NtFl   Standaard NTFLO (not file number 0) t.b.v. CLOSE IO-buffer 0
$FE67   H.Merg   MERGE
$FE6C   H.Save   SAVE
$FE71   H.BinS   SAVE (binair)
$FE76   H.BinL   LOAD (binair)
$FE7B   H.File   FILES
$FE80   H.DGet   DGET
$FE85   H.FilO   Standaard FILOUT (seq. uitvoer)
$FE8A   H.InDs   Standaard INDSKC (seq. invoer)
$FE8F   H.RslF   Herselectie oude drive (INPUT$)
$FE94   H.SavD   Save huidige drive
$FE99   H.Loc    LOC (lokatie-functie)
$FE9E   H.Lof    LOF (lengte van file-functie)
$FEA3   H.Eof    EOF (einde file-functie)
$FEA8   H.FPos   FPOS (file positie-functie)
$FEAD   H.BakU   Standaard BAKUPT (back up-routine)
$FEB2   H.ParD   Standaard PARDEV (pass device name)
$FEB7   H.NoDe   Standaard NODEVN (no device name)
$FEBC   H.PosD   Standaard POSDSK (possible disk)
$FEC1   H.DevN   Standaard DEVNAM (device name)
$FEC6   H.GenD   Standaard GENDSP (general dispatcher)
$FECB   H.RunC   Standaard RUNC (run-clear)
$FED0   H.Clea   CLEAR
$FED5   H.LopD   Standaard LOPDFT (loop and set default)
$FEDA   H.StkE   Standaard STKERR (Z80-stack error )
$FEDF   H.IsFl   Standaard ISFLIO (file IO)
$FFE4   H.OutD   Standaard OUTDO
$FFE9   H.CrDo   Standaard CRLF (CR+linefeed naar OUTDO)
$FEEE   H.DskC   Standaard DSKCHI (disk character input)
$FEF3   H.DoGr   Standaard DOGRPH
$FEF8   H.PrgE   Standaard PRGEND (einde van programma)
$FEFD   H.ErrP   Standaard ERRPRT (error uitvoer)
$FF02   H.ErrF   Error verwerking
$FF07   H.Read   'Alles OK'-gedeelte van de 'MAIN loop'
$FF0C   H.Main   Standaard MAIN (hoofdlus)
$FF11   H.DirD   Standaard DIRDO (direct statement)
$FF16   H.FinI   Einde hoofdlus-invoer
$FF1B   H.FinE   Einde hoofdlus-error (onjuist regelnummer)
$FF20   H.Crun   (De)coderen BASIC-regels
$FF25   H.Crus   (De)coderen BASIC-regels
$FF2A   H.IsRe   (De)coderen BASIC-regels
$FF2F   H.NtFn   (De)coderen BASIC-regels
$FF34   H.SnGf   FOR
$FF39   H.NewS   Nieuw statement verwerken (zelfde regel)
```

$FF3E	H.Bone	Signalering uitvoerpunt in statement-verwerking
$FF43	H.ChrG	Standaard CHGET
$FF48	H.Retu	RETURN
$FF4D	H.PrtF	PRINT
$FF52	H.Comp	PRINT (zoeken naar exclusieve tekens)
$FF57	H.FinP	PRINT (einde)
$FF5C	H.TrMn	Invoer-error
$FF61	H.FrMe	Expressie-evaluatie
$FF66	H.NtpL	Expressie-evaluatie
$FF6B	H.Eval	Factor-evaluatie
$FF70	H.OkNo	Factor-evaluatie
$FF75	H.FinG	Factor-evaluatie
$FF7A	H.Ismi	Signalering uitvoerpunt in statement-verwerking
$FF7F	H.Widt	WIDTH
$FF84	H.List	LIST
$FF8E	H.BufL	Standaard BUFLIN (buffer line) voor (de)coderen BASIC-regels
$FF93	H.FrqI	Standaard FRQINT (integer-omrekening)
$FF98	H.ScnE	Omzetting van regelnummer naar adres
$FF9D	H.Fret	Standaard FRETM (free up to temporaries)
$FFA2	H.Ptrg	Standaard PTRGET (pointer get voor variabelen)
$FFA7	H.PhyD	Standaard PHYDIO (physical disk IO)
$FFAC	H.Form	Standaard FORMAT
$FFB1	H.Erro	ERROR-behandeling...
$FFB6	H.Lpto	Standaard LPTOUT
$FFBB	H.Lpts	Standaard LPTSTT
$FFC0	H.Scre	SCREEN
$FFC5	H.Play	PLAY

Index

Bezitters van MSX-computers weten dat hun machine over grandioze mogelijkheden beschikt. Helaas is BASIC, de ingebouwde programmeertaal van deze computers, vaak te langzaam om alles uit de computer te kunnen halen.
Enthousiaste MSX-bezitters zijn dan ook geneigd om te experimenteren met machinetaal, een taal die veel dichter bij de computer staat dan BASIC. Het is echter zeer moeilijk om zonder deskundige begeleiding in machinetaal thuis te raken.

Dit boek zorgt voor die deskundige begeleiding. Het is geschreven voor de MSX-bezitter die zich wil verdiepen in de geheimen van machinetaal. Enige BASIC-voorkennis is vereist.
Met dit boek komt u al zeer snel tot spectaculaire resultaten. Dankzij de gratis machinetaalmonitor, als programma-listing opgenomen, kunt u meteen met de vele voorbeelden experimenteren. Tegelijkertijd leert u spelenderwijs omgaan met de vele machinetaalinstructies die de MSX-computer kent. De vele overzichtelijke tabellen en tekeningen zult u steeds weer willen raadplegen.

John Vanderaart geniet grote bekendheid als programmeur en als auteur van vele artikelen. In dit boek bewijst hij op een prettig leesbare manier dat iedereen in machinetaal kan leren programmeren.

ISBN 90 201 1999 0