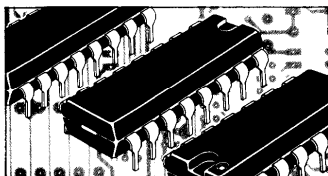


hardware



van de Octopus 65 moeten worden gebouwd. Weliswaar kunt u dat ook terugzoeken in Elektuur, maar om de totale computer-opzet goed te doorgronden willen we hier toch een zo volledig mogelijk beeld geven van het concept. Daarna gaan we verder met de samenbouw, de afregeling en de ingebruikname.

— De Octopus 65 —
De Octopus 65 is een werkelijk volledige microcomputer, bedoeld om zelf te bouwen en om er zelf veel, zeer veel mee te doen.

De delen waaruit de Octopus 65 is samengesteld, werden in de afgelopen jaren ontwikkeld in het Elektuur-laboratorium en in een aantal artikelen in Elektuur gepubliceerd. Brengen we dan niets nieuws? Toch wel, want we tonen u hier het totale concept van een computer, waarvan de verschillende delen inmiddels door vele lezers werden beproefd in enthousiaste nabouw.

We gaan u precies vertellen hoe de delen

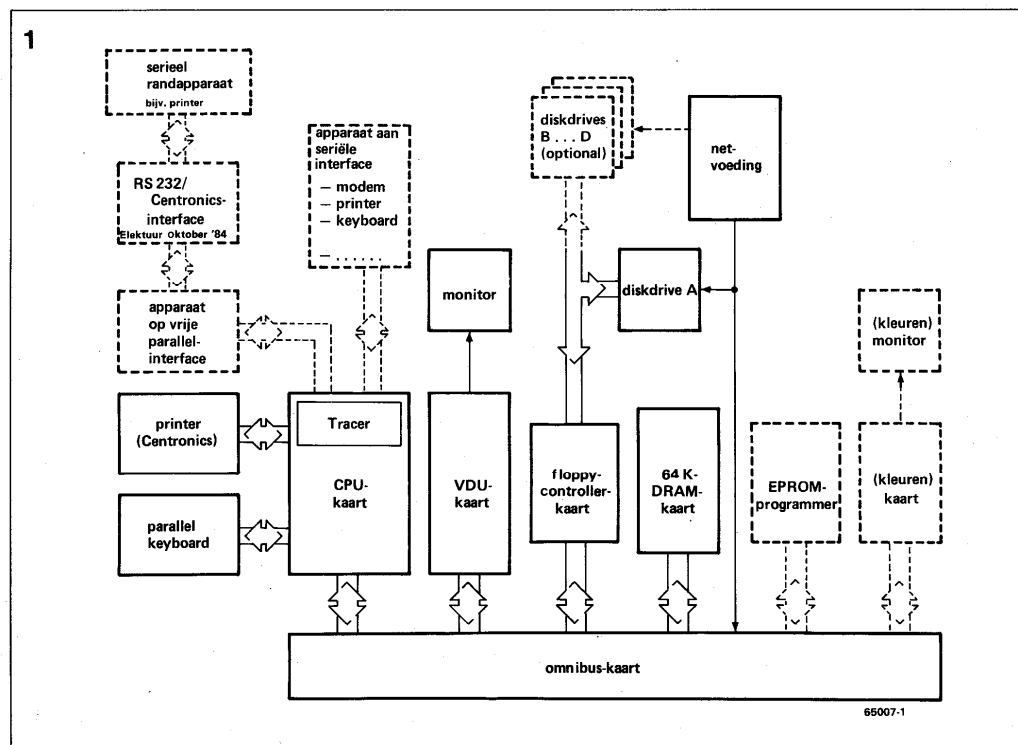
Om u maar meteen met de Octopus 65 vertrouwd te maken, geven we eerst het blokschema in figuur 1.

Zoals u ziet, bestaat de "harde" kern van de Octopus 65 uit vier units die de trouwe lezers van *Elektuur* erg bekend zullen voorkomen, te weten:

1. de CPU-kaart (Central Processing Unit), die is uitgerust met een oude bekende, de 6502-microprocessor (velen van u

zullen nu weer terugdenken aan de junior computer, waar ook alles om een 6502 draaide).

Figuur 1. De Octopus 65 bestaat grofweg gezien uit vier kaarten: CPU-, VDU-, RAM- en FCU-kaart. Ze zijn met elkaar verbonden via de Elektuurbus. Bij de periferie, zoals keyboard, monitor, floppy drives, printer en modem, kan elk welkekleurig apparaat worden genomen, zolang dit maar een standaard-aansluiting bezit en met standaard-nivo's werkt.



Technische gegevens CPU-kaart

- * CPU type 6502 of 65C02
- * 2 VIA's type 6522 of 65C22
- * ACIA type 6551 of 65C51
- * 2-Kbyte- of 8-Kbyte-RAM
- * 2-, 4-, 8- of 16-Kbyte-EPROM
- * volledige adresdekodering
- * volledig gebufferde adresbus
- * volledig gebufferde databus
- * 64-polige Elektuurbus
- * DMA-mogelijkheid
- * klokfrequentie 1, 2 of 4 MHz
- * 4 8-bit-ports
- * 4 16-bit-timers
- * 2 seriële data-ports
- * 8 handshake-lijnen
- * parallel-keyboard-aansluiting (ASCII)
- * Centronics-aansluiting
- * RS232-V24-aansluiting
- * alle I/O-lijnen uitgevoerd op konektor-pennen

2. de VDU-kaart (Video Display Unit), programmeerbaar tot max. 80 x 25 karakters, lichtpenaansluiting, standaard ASCII-karakters.
3. de FDU-kaart (Floppy Disk Unit).

Technische gegevens VDU-kaart

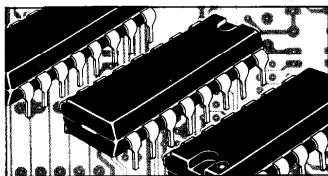
- * CRTC type 6845
- * 2-Kbyte-video-RAM type 6116
- * karaktergenerator-EPROM type 2716
- * keuze tussen kwarts- en LC-oscillator
- * volledig gebufferde databus
- * volledig gebufferde adresbus
- * volledige adresdekodering
- * 64-polige Elektuurbus
- * aansluitmogelijkheid voor lichtpen
- * 75-ohm-monitor-uitgang
- * alle CRTC-registers toegankelijk via systeembus

4. de DRAM-kaart. Deze bevat 64 Kbyte dynamisch RAM-geheugen. In plaats van deze kaart kan men ook een statische RAM-kaart nemen.

Deze vier prints zijn op Eurokaart-formaat en worden simpelweg in de eveneens bekende Elektuurbus geplaatst, die zorgt voor de juiste doorverbindingen. In het blokschema is verder te zien welke rand-apparatuur aan de Octopus 65 kan worden aangesloten en welke uitbreidingen we nog voor ogen hebben. Het zal u duidelijk zijn dat de Octopus 65 bedoeld is

om intensief met floppy disks samen te werken. Daarom besloten we het ontwerp zodanig in te richten, dat één of meer disk drives in de Octopus 65 kunnen worden ingebouwd.

In de hierna volgende hoofdstukken worden de vier reeds genoemde hoofdbestanddelen van de Octopus 65 behandeld. Daarna bespreken we de Elektuurbus, de benodigde voeding, de disk drives, de samenbouw in een kast, de afregeling en de ingebruikname. Tenslotte willen we nog enkele opmerkingen geven over het bij de Octopus 65 te gebruiken keyboard, de monitor, een eventuele printer, enz. In het daarna volgende tweede gedeelte van deze uitgave wordt de software behandeld, waarbij we u volledig gaan inlichten omtrent de gebruiksmogelijkheden van de Octopus 65. Verder geven we u enkele speciaal voor de Octopus 65 ontwikkelde toepassingsprogramma's, alsmede informatie over het verkrijgen van meer programma's. En tenslotte is er nog een literatuur-overzicht.



Octopus' schakelcentrale

Laten we eerst het blokschema van de CPU-kaart (CPU = Central Processing Unit) eens bekijken (zie figuur 1). Alle hoofdbestanddelen die zich op deze kaart bevinden, vinden we hier terug. Het blokschema is eigenlijk zo eenvoudig dat een korte beschrijving al voldoende is om dit schema goed te kunnen begrijpen. Geheel links zien we de 64-polige konektor voor de aansluiting van de kaart op de Elektuurbus. Op deze konektor zijn aangesloten: control bus, gebufferde adres- en databus, +12 V, +5 V en -12 V. Daarnaast de microprocessor, de CPU, het eigenlijke hart van onze Octopus 65 computer. Men kan hier kiezen tussen een "normale" 6502 of een CMOS-low-power-versie, een 65C02. De klokgenerator (links onderaan) levert de frequenties 1, 2 en 4 MHz, waarvan men er eenvoudig één kan kiezen door het leggen van een draadbrug. Alle adreslijnen van de CPU zijn zowel gewoon als geïnverteerd beschikbaar en zijn, evenals de datalijnen, gebufferd. De lijnen van de control bus zijn niet gebufferd, maar dat is ook niet nodig.

Aan de rechterzijde van het blokschema vinden we twee VIA's van het type 6522 (VIA = Versatile Interface Adaptor). Voor nadere bijzonderheden over de opbouw en werking van deze complexe IC's verwijzen we naar het VIA-boek, dat bij uitgeverij Elektuur BV. is verschenen. We

De CPU-kaart

vermelden hier alleen dat elke VIA beschikt over twee bidirectionele poorten A en B, vier handshake-lijnen per poort, twee zestien-bits counters/timers en een acht-bits I/O-schuiфregister. Poort A van de eerste VIA wordt gebruikt voor een parallel-keyboard-aansluiting en poort B voor een Centronics-aansluiting. De poorten A en B van de tweede VIA worden gebruikt voor het programmeren van de ACIA (via kortsluittekkertjes) en het beeldformaat (alleen in combinatie met de VDU-kaart), en nog enkele andere zaken. De ACIA 6551 (ACIA = Asynchronous Communication Interface Adaptor) is eveneens een zeer veelzijdig IC (ook rechts in het blokschema). De ACIA wordt hier toegepast voor de RS 232/V24-interface. De ACIA zorgt voor de baudrate, parallel-serie-omzetting, foutdetectie, enz. De ACIA realiseert dus de seriële data-overdracht tussen de CPU en de buitenwereld. Tussen de ACIA en de RS 232-konektor zijn nog wat poorten opgenomen die zorgen voor de noodzakelijke niveaooanpassingen (RS 232 werkt met een positieve én een negatieve voedingsspanning).

Op de CPU-kaart is verder nog plaats voor één RAM-IC en één EPROM-IC. Voor de Octopus 65 is een RAM-IC van 2-Kbyte-CMOS-geheugen voldoende en een EPROM-IC van 4 Kbyte (2732).

De VIA's en de ACIA hebben een gemeenschappelijke adresdekoder, de geheugen-IC's echter hebben elk een eigen adresdekoder. Verder zijn alle IC's

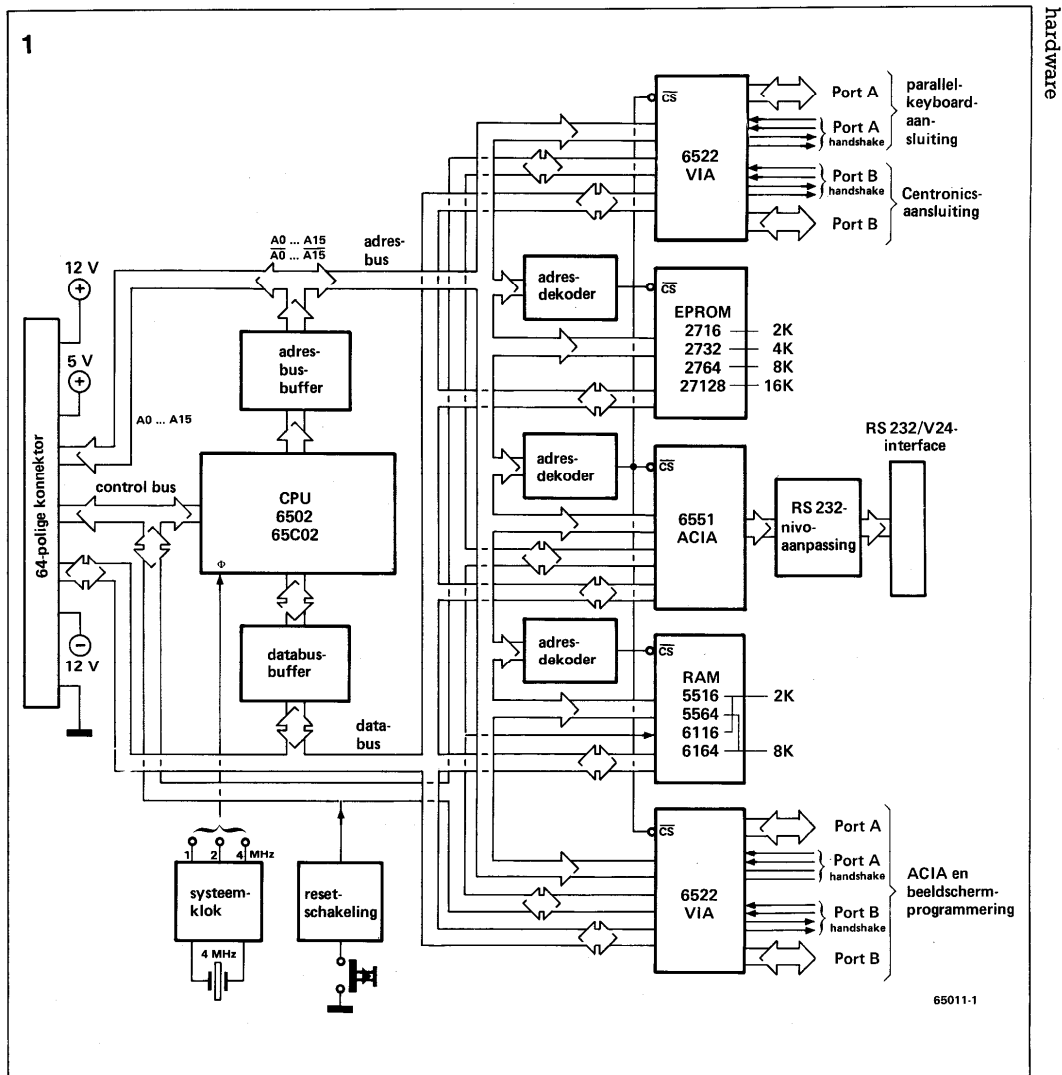
gekoppeld met de adres- en databus en (met uitzondering van de EPROM) ook met de control bus.

De resetschakeling zorgt er voor dat de processor automatisch gereset wordt bij het inschakelen van de voedingsspanning. Door middel van een drukknop kan men ook een reset met de hand bewerkstelligen (manual reset). Het verdient aanbeveling deze mogelijkheid beschikbaar te hebben.

Na de beschrijving van het blokschema zal het echte schema in figuur 2 weinig vragen meer oproepen.

Tussen de CPU (IC1) en de data- en adresbus zijn de buffers IC10...IC14 geschakeld (zie fig. 3). De klokgenerator (weer links onderaan in het schema) levert een basisfrequentie van 4 MHz, waarvan flipflops FF1 en FF2 2 en 1 MHz afleiden. Een van deze drie frequenties kan d.m.v. konektor PL14 worden gekozen en aan de processor worden toegevoerd. Door het doorverbinden van de punten M en N kunnen de flipflops buiten bedrijf worden gesteld, in het geval dat men van een externe klok gebruik wil maken.

De reset-schakeling (rechts van de klokgenerator) zorgt er met de RC-kombinatie R17 en C1 voor dat de reset-ingang van de CPU pas 0,5 sekonde na het inschakelen van de voedingsspanning wordt vrijgegeven. Sluit men de punten P en Q aan op een drukknopschakelaar met verbreek-kontakt, dan kan men daarmee "manual reset" toepassen. Maakt men hiervan geen gebruik, dan moeten P en Q perma-



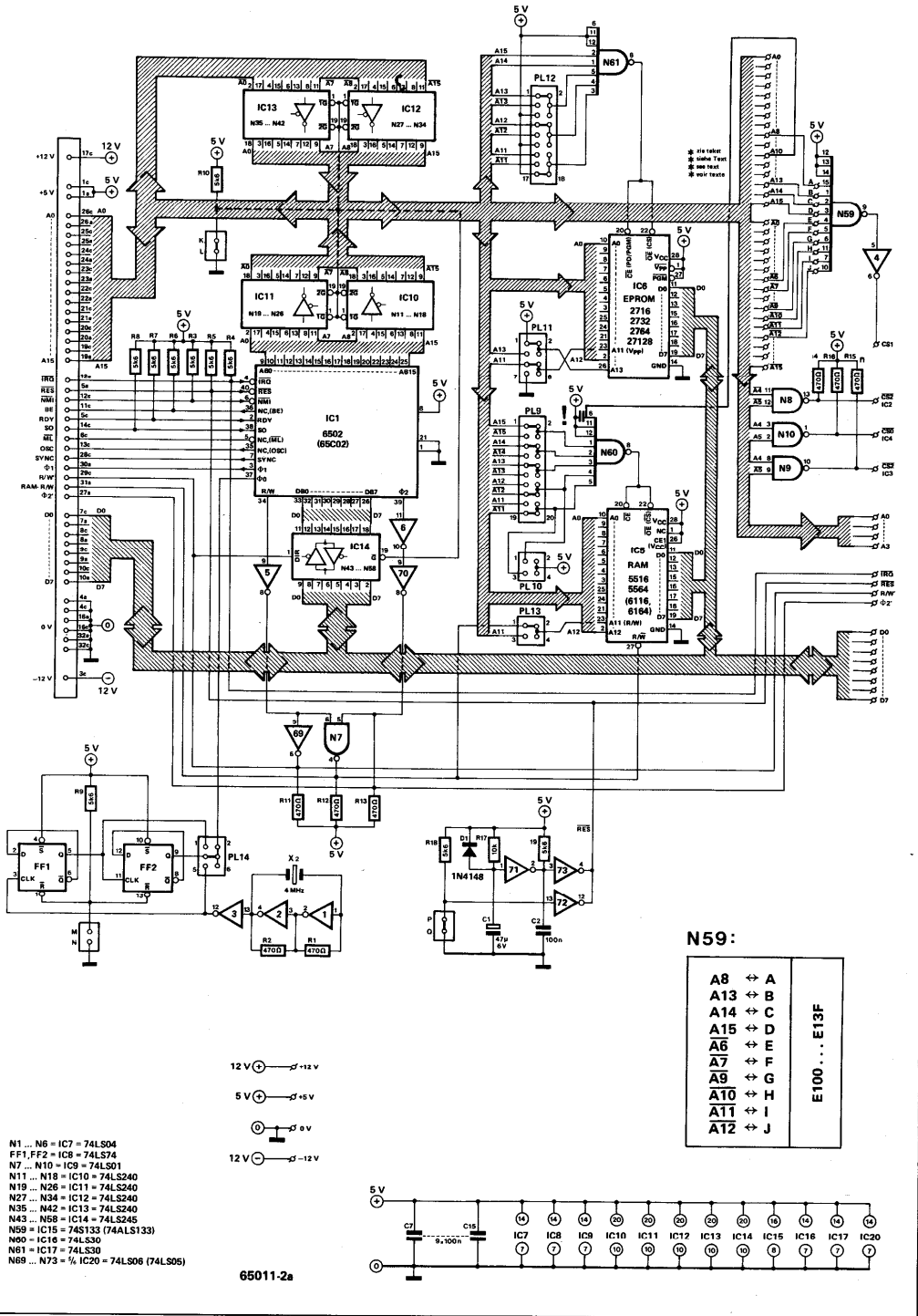
nent worden doorverbonden. Ook de brug K-L (links boven) moet doorverbonden worden, waardoor de adres- en databusversterkers permanent actief zijn. Bij latere uitbreidingen is het mogelijk via aansluiting K de adres- en databus apart te sturen. De adresdekoder voor de VIA's IC2 en IC3 en de ACIA IC4 wordt gevormd door N59. De adresdekoder voor de RAM IC5 is N60 en de dekoder voor de EPROM IC6 is N61. Op de ACIA is een kristal aangesloten dat dient voor het opwekken van de verschillende baudrates. Wie de RS 232-interface niet nodig denkt te hebben, kan de ACIA IC4, samen met de IC's 18 en 19 (nivo-aanpassers) en de bijbehorende onderdelen (figuur 2, geheel rechts) weglaten. De schakeling bevat overigens nog enige konnektoren die onze Octopus 65 op dit moment eigenlijk nog niet nodig heeft, maar die de CPU-

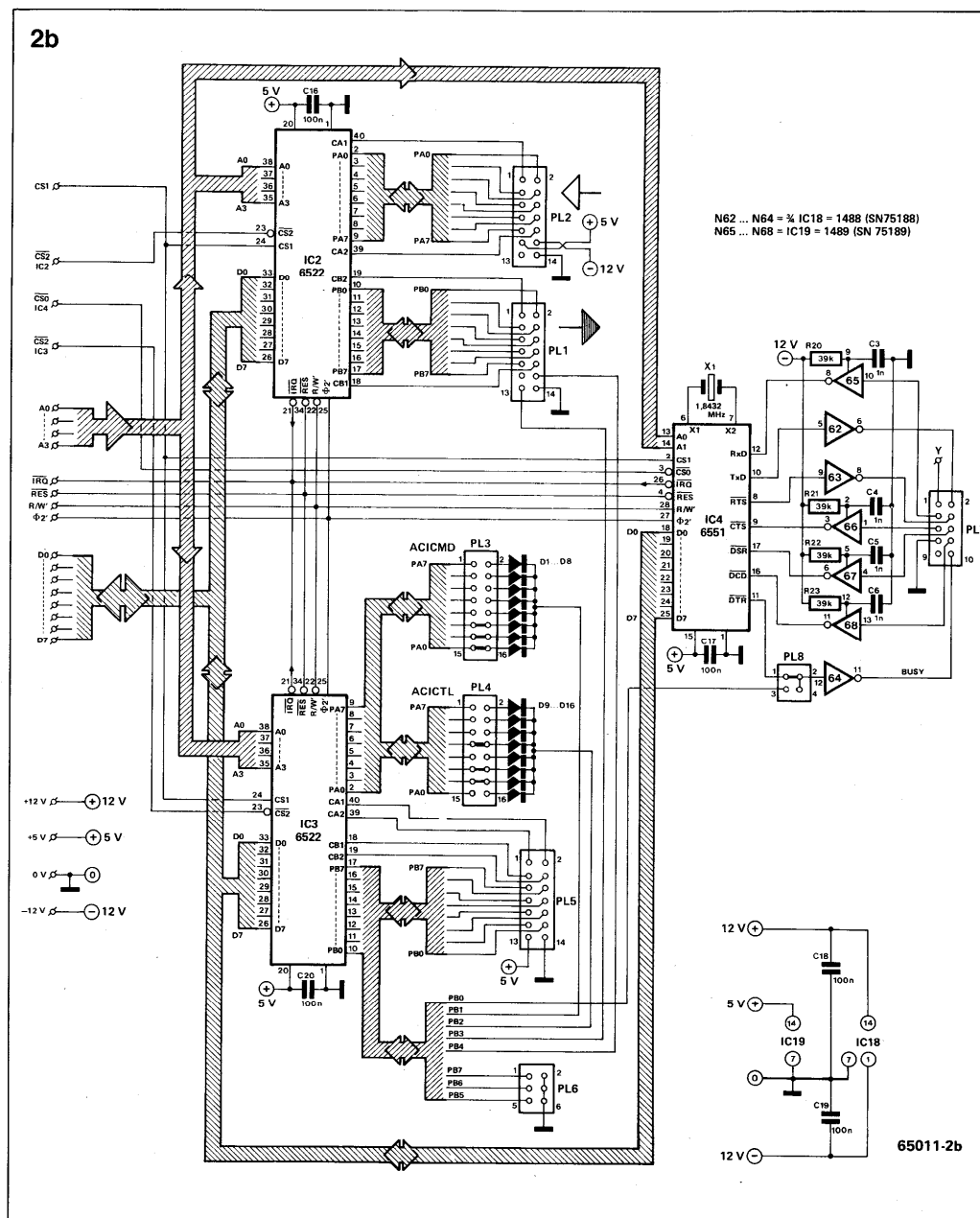
kaart echter reeds voor latere uitbreidingen geschikt maakt. Het stroomverbruik van de CPU-kaart met "normale" IC's is 100 mA bij +12 V en -12 V en 1...1,5 A bij +5 V. Het is ook mogelijk, zoals eerder opgemerkt, een CMOS CPU (type 65C02) toe te passen, terwijl ook voor de perifere delen CMOS-exemplaren kunnen worden gebruikt. De vervangende typenummers staan tussen haakjes aangegeven in de onderdelenlijst. Het totale stroomverbruik wordt daarmee tot 100 mA beperkt, zodat voeding uit batterijen of akku's mogelijk wordt. In figuur 3 zien we de componentenopstelling voor een deel van de CPU-kaart. Door de talrijke konnektoren die zijn toegepast en die de kaart zeer universeel maken, passen helaas niet alle onderdelen van deze kaart op één Eurokaart. Om toch het Euroformaat aan te kunnen hou-

Figuur 1. Het blokschema van de 6502-CPU-kaart. Door de vele aansluitmogelijkheden heeft deze een werkelijk universeel karakter.

den is een sandwichkonstruktie toegepast door op de grote kaart een kleinere te monteren (zie figuur 4). Beide printplaten zijn dubbelzijdig, dus men dient vóór de montage van de onderdelen met een ohmmeter de doorgemetalliseerde gaten te controleren. Is dit geheel in orde bevonden, dan kunnen de onderdelen op de prints worden gesoldeerd. Bij de PL-konnektoren kan men de gewenste doorverbindingen gewoon aan elkaar solderen (met draadbrugjes), of de in de handel verkrijgbare konnektoren met

2a



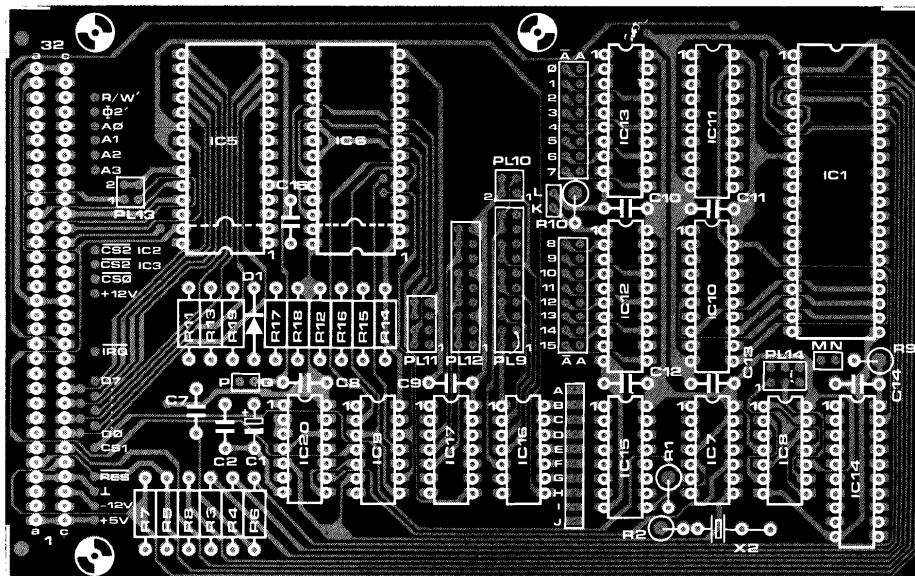
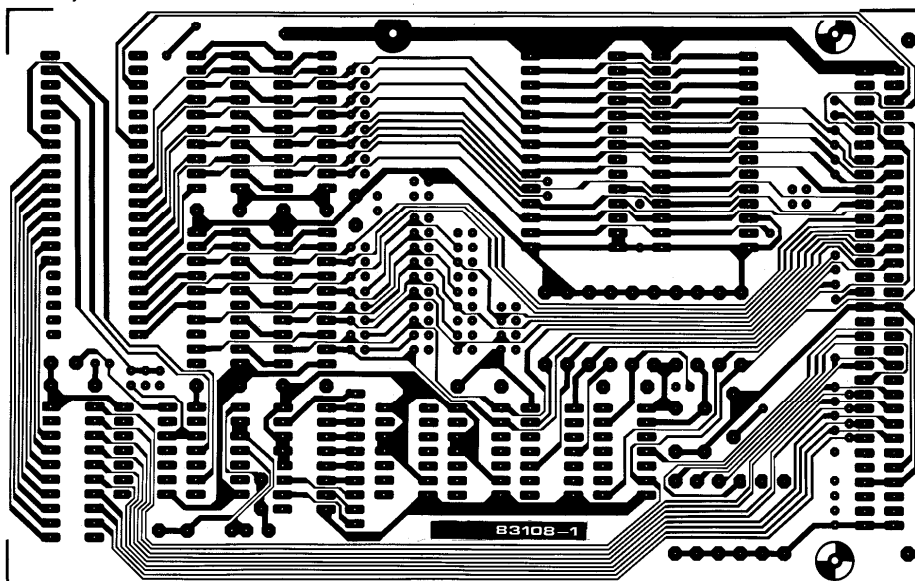


Figuur 2. Als we de blokken van figuur 1 vervangen door de IC's, dan ontstaat al bijna het hier afgebeelde "echte" schema. Door de vele verbindingslijnen lijkt het alleen wat ingewikkelder.

kortsluitbrugjes gebruiken. Dit kan natuurlijk niet voor de I/O-konnektor PL7, waarvoor men in elk geval een echte konnektor dient te gebruiken waarop een bandkabel kan worden aangesloten. Hoe de konnektoren moeten worden doorverbonden, staat in tabel 1 aangegeven. Figuur 5 laat de aansluitingen aan PL1 (Centronics interface) en PL2 (toetsenbord-parallel-ingang) zien, terwijl figuur 6 de aansluitingen van PL7 toont (RS 232-

interface). Door middel van PL3, PL4 en PL8 wordt de ACIA geprogrammeerd ten behoeve van de RS 232-interface. Omdat modems zich momenteel in een grote mate van belangstelling mogen verheugen hebben we in het schema de kortsluitbrugjes voor de aansluiting van een V21-modem aangegeven (full duplex, 300 Bd). Deze seriële interface kan echter voor zeer vele toepassingen worden gebruikt; zie hiervoor de in tabel 2 gegeven

soldeerzijde



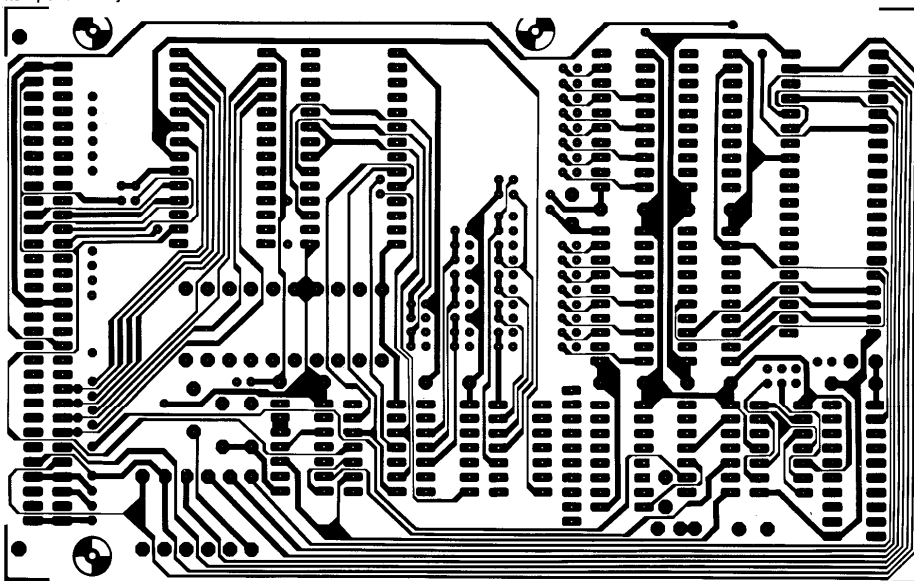
informatie.

De port- en control-lijnen op konnektor PL5 zijn op dit moment (nog) niet in gebruik, zodat men deze naar eigen inzicht kan toepassen. Met behulp van de artikelen in *Elektuur* oktober 1984 ("RS 232-

Centronics interface"), november 1984 ("RS 232/V24 besturingssignalen") en het eerder genoemde VIA-boek kan men hier naar verkiezing nog een extra parallel- of serie-interface realiseren. PL6 dient voor het programmeren van het

beeldformaat van de CPU-kaart. Voor onze Octopus 65 mogen hier géén kortsluitbrugjes geplaatst worden, omdat het beeldformaat na elke inschakeling en elk reset-kommando door het monitorprogramma SAMMON wordt ingesteld. Men

komponentenzijde

**Onderdelenlijst****Weerstanden:**

R1,R2,R11...R16 = 470 Ω
 R3...R10,R18,R19 = 5k6
 R17 = 10 k
 R20...R23 = 39 k

Kondensatoren:

C1 = 47 μ /6 V
 C2,C7...C20 = 100 n
 C3...C6 = 1 n

Halfgeleiders:

D1...D16 = 1N4148
 IC1 = 6502 (65C02)
 IC2,IC3 = 6522 (65C22)
 IC4 = 6551 (65C51)
 IC5 = 5516, 5564 (6116, 6164)
 IC6 = 2716, 2732, 2764, 27128
 IC7 = 74LS04
 IC8 = 74LS74
 IC9 = 74LS01
 IC10...IC13 = 74LS240
 IC14 = 74LS245
 IC15 = 74LS133 (74ALS133)
 IC16,IC17 = 74LS130
 IC18 = 1488 (SN 75188)
 IC19 = 1489 (SN 75189)
 IC20 = 74LS06 (74LS05)

Diversen:

X1 = kristal 1,8432 MHz
 X2 = kristal 4 MHz
 64-polige konektor volgens DIN 41612, male
 konektorstrips (zelf op maat te maken)
 bijvoorbeeld Molex
 2 x 8624A-102 (10-89-1801) (40 x 2 kontakten)
 1 x 8624A-102 (10-83-1321) (16 x 2 kontakten)
 $\pm$ 25 kortsluitstekertjes nummer 7589

Figuur 3. De grote print bevat onder andere CPU, RAM, EPROM, klokgenerator en reset-logika.

Tabel 1. De functie van de verschillende PL-aansluitingen met daarnaast de doorverbindingen die hierop moeten worden aangebracht.

Tabel 1

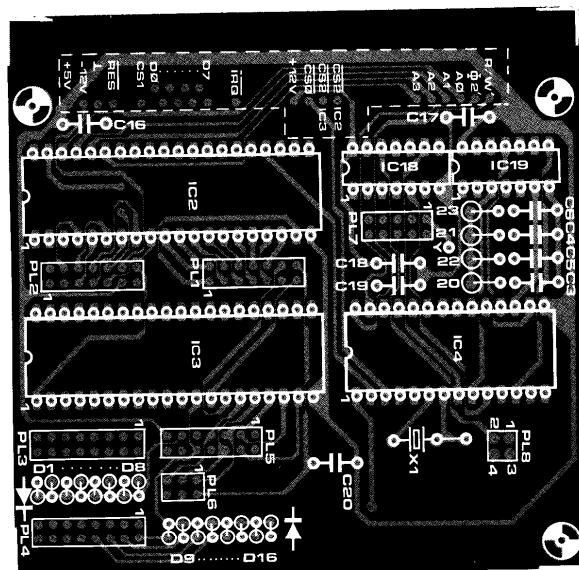
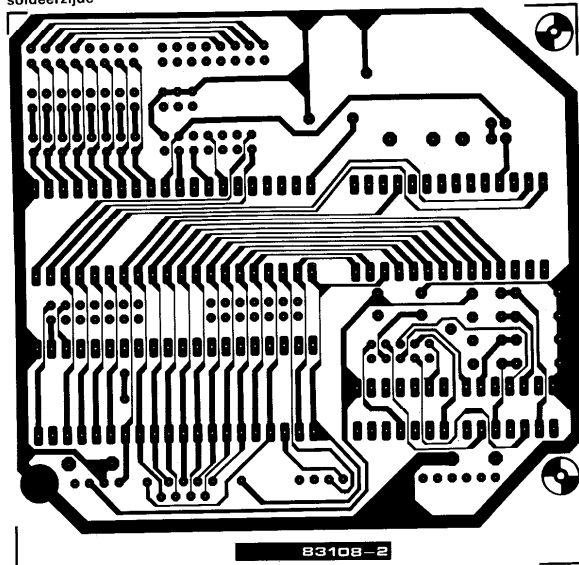
Konnektor	Verbindingen
	0 = open, 1 = gesloten
PL1	geen, Centronics-aansluiting
PL2	geen, parallel-keyboard-aansluiting
PL3	ACIA-programmering, zie tabel 2
PL4	ACIA-programmering, zie tabel 2
PL5	geen, port- en stuurlijnen
PL6	beeldschermformaat, geen verbinding voor Octopus 65
PL7	geen, RS232-aansluiting
PL8	ACIA-programmering, zie tabel 2
PL9	1-2, 5-6, 9-10, 15-16, 19-20 = 1 alle andere = 0
PL10	geen
PL11	1-2, 5-6 = 1 alle andere = 0
PL12	1-2, 7-8, 17-18 = 1 alle andere = 0
PL13	1-2 = 1 3-4 = 0 3-4 = 1
PL14	alle andere = 0

kan het beeldformaat met een BASIC-programma wijzigen, zie daartoe Elektoer oktober 1984 ("De 6845 geprogrammeerd"). PL9...PL13 dienen voor het adresseren van de RAM en de monitor-EPROM op deze CPU-kaart. De benodigde kortsluitbrugges zijn zowel in het principeschema als in tabel 1 aangegeven. Tenslotte moet men nog een kleine wijziging doorvoeren: pen 6 van IC16 moet vóór het insteken van het IC in de voet (of, als men geen voet toepast, vóór het insolderen van het IC) omgebogen worden, zodat die pen géén contact maakt met de voet (of met de printplaat) en dus vrij blijft. Met een stukje kabel wordt deze pen nu met adresbusaansluiting A10 verbonden, zoals in het schema is getekend. Deze konstruktie lijkt niet zo fraai, maar we hebben er wél 4 Kbyte werkgeheugen mee bespaard!

De adresdekoder N59 dient voor de adressering van de VIA's en de ACIA. De aansluitingen A...J, die niet met +5 V zijn verbonden, worden elk met één van de adresbusaansluitingen A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14 en A15 verbonden en wel zodanig dat steeds de dichtstbijzijnde, dus meest praktische mogelijkheid wordt gekozen. De volgorde van deze doorverbindingen is onbelangrijk, als elk van de aansluitingen A...J maar met één van de genoemde adresbusaansluitingen wordt doorverbonden. Let daartoe maar niet op het principeschema, want daár zijn de verbindingen zó gemaakt zoals het onze tekenaar het beste uitkwam!

Dan nog een belangrijke opmerking: in de opdruk van de grote print is een on-

4 soldeerzijde



duidelijkheid geslopen. Het kader dat om dat adresbuslijnen is gedrukt boven IC12, heeft het negatiestreepje boven de bovenste A doen verdwijnen. Houdt men de print zoals die hier is afgedrukt, dan bevat de bovenste rij de geïnverteerde adresbuslijnen A8...A15. Op de tekening hier in deze Special hebben we dat nog kunnen corrigeren, maar voor de printop-

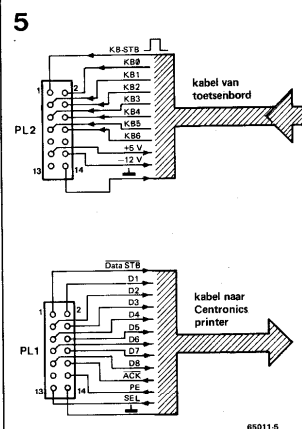
druk was het al te laat. Met PL14 wordt de klokfrekwentie op 1 MHz ingesteld (brug 3-4). Het kan best zijn dat dit later nog eens gaat veranderen. Men kan voor de CPU, de VIA's en de ACIA de 2-MHz-CMOS-versies toepassen als men deze onderdelen toch nog moet aanschaffen. Maar houd er rekening mee dat die ook op 1 MHz moeten draaien, zolang de soft-

Figuur 4. De kleine print wordt boven op de grote print gemonteerd en bevat onder andere de twee VIA's en de ACIA.

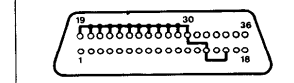
Figuur 5. De aansluitgegevens voor de connectoren PL1 (Centronics-aansluiting) en PL2 (parallel-keyboard-ingang).

Figuur 6. De aansluitgegevens voor de seriële in/uitgang (PL7).

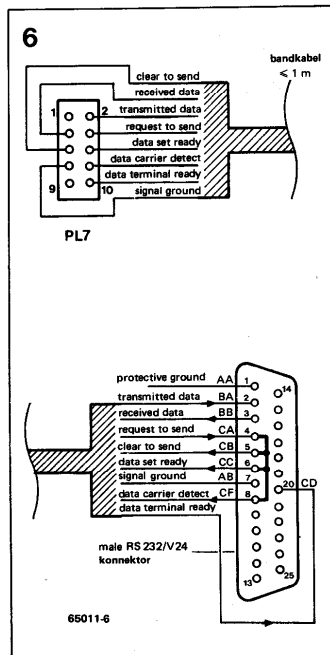
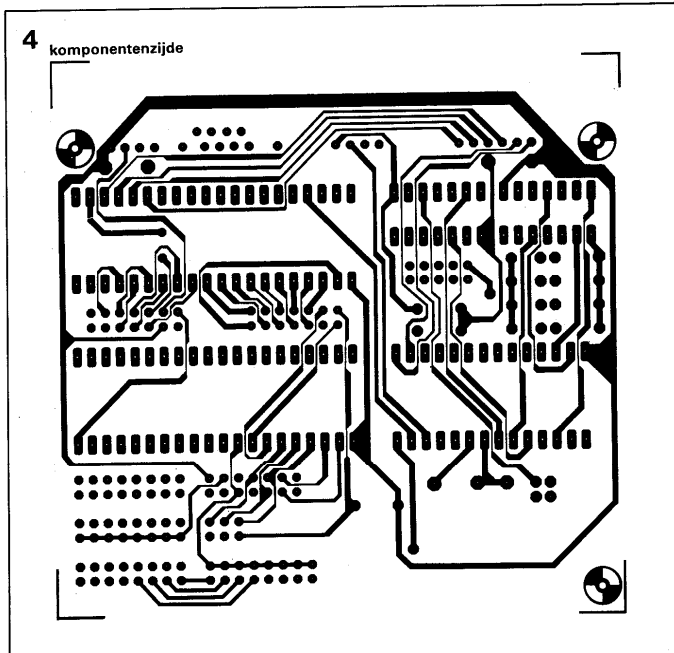
Tabel 2. Alle informatie voor de programmering van de seriële aansluiting (ACIA).



Pin No.	Signal Name	Pin No.	Signal Name
1	DATA STB	19	TWISTED PAIR GND (PIN 11)
2	DATA 1	20	TWISTED PAIR GND (PIN 22)
3	DATA 2	21	TWISTED PAIR GND (PIN 31)
4	DATA 3	22	TWISTED PAIR GND (PIN 41)
5	DATA 4	23	TWISTED PAIR GND (PIN 51)
6	DATA 5	24	TWISTED PAIR GND (PIN 61)
7	DATA 6	25	TWISTED PAIR GND (PIN 71)
8	DATA 7	26	TWISTED PAIR GND (PIN 81)
9	DATA 8	27	TWISTED PAIR GND (PIN 91)
10	ACK	28	TWISTED PAIR GND (PIN 101)
11	INPUT BUSY	29	TWISTED PAIR GND (PIN 111)
12	PE	30	TWISTED PAIR GND (PIN 311)
13	SELECT	31	INPUT PRIME
14	0 V	32	FAULT
15	NC	33	0 V
16	0 V	34	NC
17	CHASSIS GND	35	NC
18	+5 V DC	36	INPUT-BUSY



ware nog niet hierop aangepast is. Voor de IC's kan men het beste voetjes gebruiken. Neem wel voetjes van zeer goede kwaliteit, dan gaat ook alles nog goed bij hogere klokfrekwenties. IC5 en IC6 steekt men zó in het voetje dat de pennen 1 en 2 en ook 27 en 28 vrij blijven. Men kan natuurlijk ook twee 24-pens voetjes gebruiken in plaats van 28-pens,



hardware

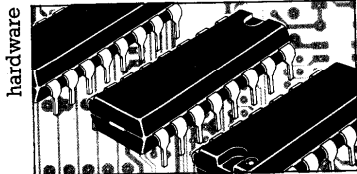
Tabel 2.

konnektor PL3		konnektor PL4		konnektor PL8	
verbinding	funktie	verbinding	funktie	verbinding	funktie
1-2 3-4 5-6 X X 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1	pariteitsbit: geen (X = don't care) odd even mark space	1-2 0 (= open) 1 (= gesloten)	aantal stopbits: 1 stopbit 2 stopbits (1.5 bij 5 bits woordlengte)	1-2 3-4	low-speed modem high speed VT-52-terminal
7-8 0 1	mode: normal echo	3-4 5-6 0 0 0 1 1 0 1 1	woordlengte: 8 bits 7 bits 6 bits 5 bits		
9-10 11-12 0 0	transmitter-controls transmitter interrupt disabled RTS-level high, transmit. off transmit. int. enabled RTS-level low, transmit. on transmit. int. disabled RTS-level low, transmit on transmit. int. disabled RTS-level low, transmit break	7-8 0 1	baudrate-generator: extern intern		
0 1 1 0 1 1		9-10 11-12 13-14 15-16 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0	baudrate: 50 baud 75 baud 109,92 baud 134,58 baud 150 baud 300 baud 600 baud 1200 baud 1800 baud 2400 baud 3600 baud 4800 baud 7200 baud 9600 baud 19200 baud 16x externe klok		
13-14 0 1	IRQ-interrupt enabled disabled				
15-16 0 1	receiver + interrupts: disable enable				

maar monteer ze dan zoveel mogelijk naar de rand van de print. Een en ander is op de printtekening duidelijk aangegeven door middel van een stippellijn. Voordat men de kleine print op de grote monteert (hiervoor 3 afstandsbusjes ge-

bruiken), moeten eerst de benodigde verbindingen tussen de beide printplaten worden aangebracht. Deze verbindingen liggen precies onder elkaar, zodat ze met korte stukken bandkabel kunnen worden gemaakt. In figuur 4 hebben we die aan-

sluitpunten met een gestippeld kader aangegeven. Deze aanduiding staat echter niet op de print! Let vooral op de juiste positie van de twee printen ten opzichte van elkaar.



hardware

De VDU-kaart

Octopus' optiek

Ook van de VDU-kaart (VDU = Video Display Unit) bekijken we eerst het blokschema (figuur 1), omdat daardoor het bespreken van het eigenlijke schema aanmerkelijk eenvoudiger wordt. Geheel links zien we weer de 64-polige konnektor voor de verbinding van de kaart met de Elektuurbus en de andere Octopus-kaarten. Daarnaast zit de adresbusbuffer die niet alleen de adreslijnen buffert, maar ook de adressignalen inverteert, zodat deze zowel geïnverteerd als niet-geïnverteerd ter beschikking staan. Dat doen de databus-buffers (onderaan in het blokschema) echter niet. De controlbus-lijnen zijn niet gebufferd, omdat dat nu eenmaal niet nodig is. Rechts van de adresbus-buffer zien we twee adresdekoders. De bovenste decodeert de video-RAM-adressen, de onderste de CRTC. Op de adresdekodering komen we verderop nog terug. Het IC van het type 6845 (rechts naast de adresdekoders) is de CRTC (= Cathode

Ray Tube Controller). Deze regelt het "digitale verkeer" op de VDU-kaart en heeft de volgende taken:

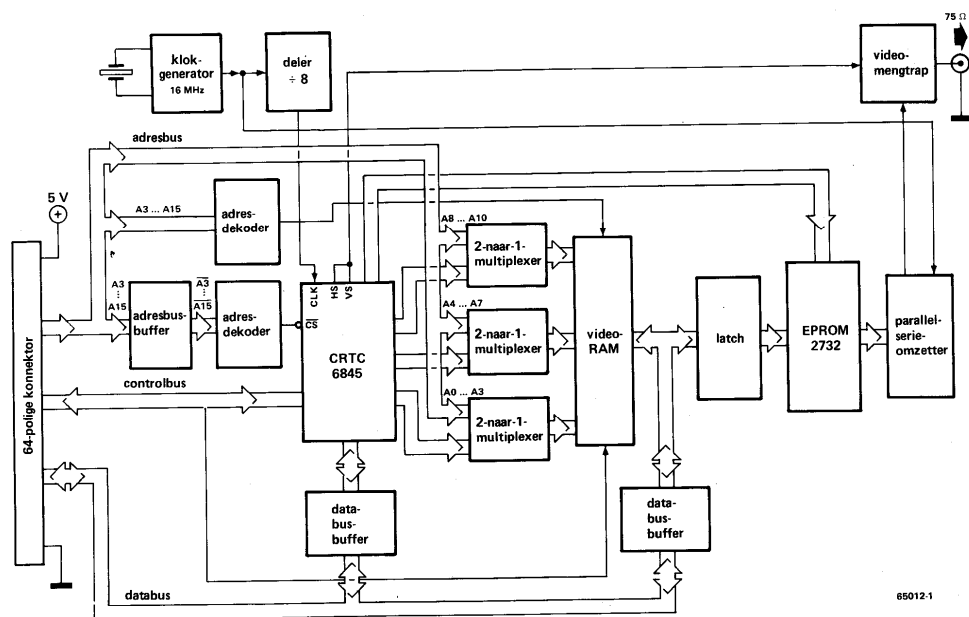
- * het opzoeken van het adres van het karakter dat op de monitor moet worden gezet.
- * het omzetten van dat karakter in de bijbehorende puntenmatrix.
- * het opwekken van de horizontale en verticale beeldsynchronisatiepulsen op het juiste moment.
- * het verzorgen van de licht-donkersturing van de beeldpunten op elke beeldlijn aan de video-ingang van de monitor.

Het IC is eigenlijk nog tot veel meer in staat, maar dat is voor het functioneren van de VDU-kaart overbodig. Wie meer wil weten over dit IC en zijn registerorganisatie, kan hierover het een en ander vinden in de uitgave "Paperware 3". Het IC ontvangt zijn werkfrequentie van de klokgenerator via een 8-deeler (zie rechtsboven in het blokschema). De drie rechts van de CRTC getekende 2-naar-1-multiplexers horen nog bij de adresdeko-

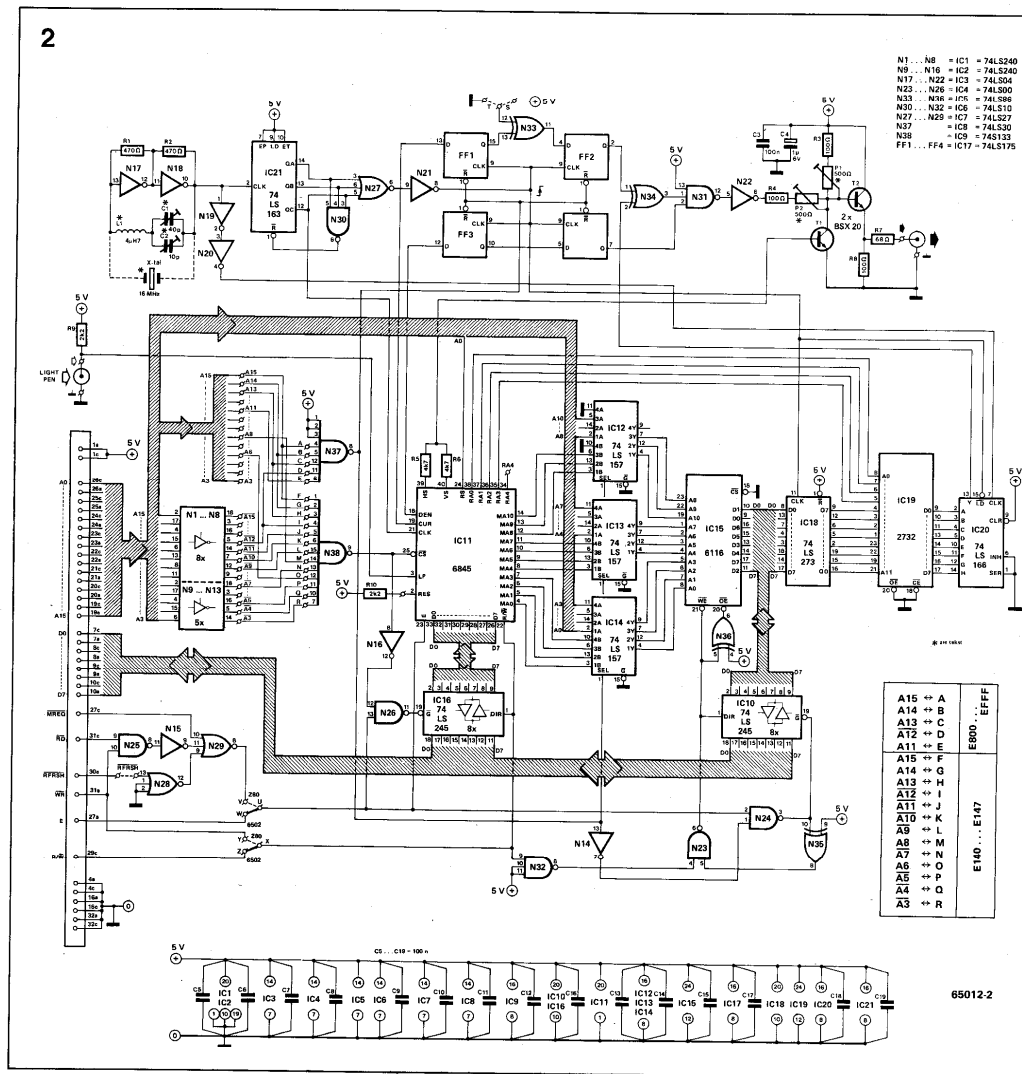
dering van de video-RAM die weer rechts daarvan is getekend. In de video-RAM worden alle karakters opgeslagen die op het beeldscherm moeten worden geschreven. Voor 80×24 karakters zijn 1920 geheugenplaatsen nodig, zodat een 2-Kbyte-RAM voor de opslag daarvan voldoende is.

Bijna geheel rechts vinden we een EPROM dat als karaktergenerator werkt. Hier is de puntopbouw van alle beschikbare karakters vastgelegd, (hoofd- en kleine letters, getallen, leestekens en grafische tekens). De parallel-serie-omzetter (in het blokschema geheel rechts) zet de parallelle punt-informatie om in een serieel signaal en voert dat toe aan de videomengtrap (rechts bovenaan). Links van de karaktergenerator vinden we nog een latch. Deze ontvangt de continue door de video-RAM geproduceerde data en slaat die tijdelijk op. De latch wordt pas "geklod" als de data van de RAM stabiel is, waarna deze informatie als adres voor de karaktergenerator wordt doorgegeven.

1



65012-1



Figuur 1. Het blokschema toont kwa opzet een sterke gelijkenis met het echte schema, zodat men de verschillende delen gemakkelijk kan herkennen in figuur 2.

Figuur 2. Het schema van de VDU-kaart, waarbij alles draait rond de CRTC die uitvoerig is beschreven in Paperware 3. In deze Paperware-uitgave vindt men ook de nodige informatie over de block-graphics van de VDU-kaart.

Het schema in figuur 2 is weer op gelijke wijze als het blokschema opgebouwd, zodat de werking gemakkelijker in detail is te volgen. De adresbus-buffers liggen weer tussen de 64-polige konnektor en de CRTC IC11. IC10 en IC16 zijn de databus-buffers. IC16 is alleen nodig als men een lichtpen wil toepassen. Is dat niet het geval, dan kan dit IC dus vervallen en door 8 draadbrugjes worden vervangen. De adreslijnen A0...A10 zijn aangesloten op de A-ingangen van de 2-naar-1-multiplexers IC12...IC14. Door N1...N13 worden de adreslijnen A3...A15 geïnverteerd. De positie van de aansluitpunten A3...A15 en A3...A15 in het prinsipschema is overeenkomstig de opstelling op de printplaat getekend. Deze aansluitpunten worden met de ingangen A...R van de dekoders N37 en N38 verbonden. In het schema zijn de verbindingen nog eens rechts afgedrukt, en

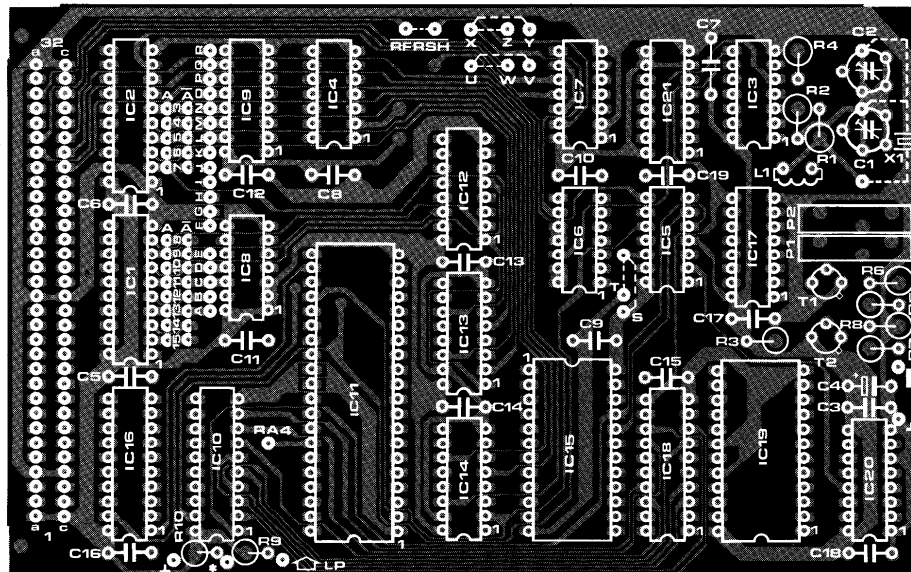
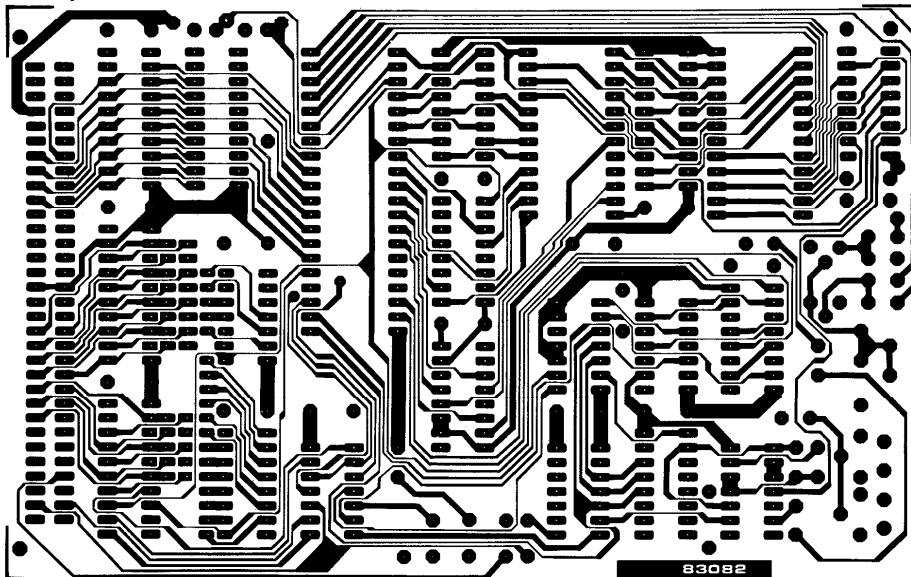
bovendien zijn ze ook in tabel 7 vermeld. N37 dekodeert de adressen voor de video-RAM IC15 en N38 doet hetzelfde voor de CRTC.

De videomengtrap bestaat uit N34, N31, N22 en de schakeling rond de transistoren T1 en T2. Hier wordt het Y-sigitaal van IC20 (de seriële punt-informatie) met de lijn- en beeldsynchronisatiepulsen (pin 39 en 40 van IC11) gemengd. De IC's 11, 12...14, 15 en 18...20 veroorzaken een tijdvertraging van enige honderden nanosekonden. Om alle signalen op het juiste tijdstip bij de videomengtrap te laten arriveren, vertragen de flipflops FF1...FF4 de signalen DEN en CUR van IC11 twee karaktertijden. Daarmee is alles weer "op tijd".

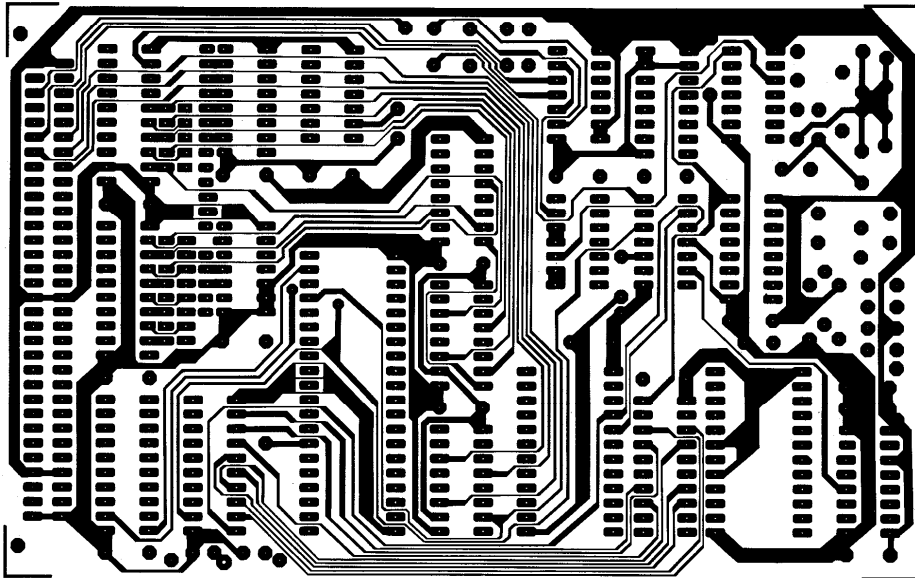
Nog iets over de draadbrugjes. Met de draadbrug bij N33 kan het beeld worden geïnverteerd. In positie T krijgt men het normale beeld, dus lichte karakters op

3

soldeerzijde



komponentenzijde



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R2 = 470 Ω
 R3, R4, R8 = 100 Ω
 R5, R6 = 4k7
 R7 = 68 Ω
 R9, R10 = 2k2

Kondensatoren:

C1 = 40 p trimmer
 C2 = 10 p trimmer
 C3, C5... C19 = 100 n
 C4 = 1 μ /6 V

Halfgeleiders:

T1, T2 = BSX 20 (of BC 547B)
 IC1, IC2 = 74LS240
 IC3 = 74LS04
 IC4 = 74LS00
 IC5 = 74LS86
 IC6 = 74LS10
 IC7 = 74LS27
 IC8 = 74LS30
 IC9 = 74LS133
 IC10, IC16 = 74LS245
 IC11 = 6545 of 6845
 IC12, IC13, IC14 = 74LS157
 IC15 = 6116
 IC17 = 74LS175
 IC18 = 74LS273
 IC19 = 2732
 IC20 = 74LS166
 IC21 = 74LS163

Diversen:

X1 = Xtal 16 MHz (bij een display-configuratie van 80 x 24 karakters; bij gebruik van kristal vervallen C1, C2 en L1)
 L1 = 4 μ 7
 Konnektor volgens DIN 41612, 64-polig male, A- en C-rijen bezet

Figuur 3. De print voor de VDU-schakeling. Let extra goed op bij het leggen van de verbindingen bij de adresdekoder.

Tabel 1. Zo moeten de aansluitpunten van de adreslijnen worden verbonden met de ingangen van de poorten N37 en N38.

Tabel 1. Adresdekodering Octopus 65.

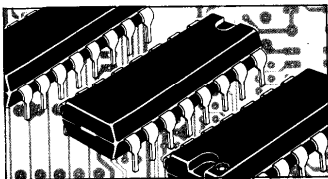
	aansluiting	adreslijn
poort N37	A	A15
	B	A14
	C	A13
	D	A12
	E	A11
poort N38	F	A15
	G	A14
	H	A13
	I	A12
	J	A11
	K	A10
	L	A9
	M	A8
	N	A7
	O	A6
	P	A5
	Q	A4
	R	A3

donkere ondergrond, terwijl positie S donkere karakters op lichte ondergrond oplevert. Omdat de Octopus 65 met de 6502-CPU-kaart werkt, moeten de brugges U-W en X-Z worden aangebracht. De brug RFRSH bij N28 vervalt. Als men de klok-generator voorziet van een kwarskristal (het beeld is dan stabiel) vervallen L1, C1 en C2. Voor de transistoren T1 en T2 wordt in de onderdelenlijst het type BSX20 opgegeven, maar men kan ook het type BC547B toepassen.

De schakeling heeft een voedingsspanning van 5 V nodig, waarbij ca. 450 mA wordt opgenomen.

Figuur 3 laat de print zien voor de VDU-schakeling. Hier gelden dezelfde aanwijzingen voor de bouw als bij de CPU-kaart. Met de instelpotmeters P1 en P2 kunnen de helderheid en het contrast worden ingesteld (dit hangt ook af van de gebruikte monitor). De beide potmeters worden eerst in de middenstand gezet. Daarna zoekt men een instelling waarbij een duidelijk beeld ontstaat. Denk er aan dat de potmeters elkaar beïnvloeden.

Met de trimmers C1 en C2 kan de oscillatortrefkrentie worden afgeregeld (groot en fijnregeling). Bij toepassing van een 16-MHz-kristal is die afregeling natuurlijk overbodig.



Octopus' vluchtige geheugen

Er is in de redactie nogal wat gediskussieerd over de vraag of we de bestaande dynamische geheugenkaart zouden blijven gebruiken, of dat een nieuwe kaart moest worden ontworpen. Hoewel een nieuwe kaart er mooier en beter zou kunnen uitzien, hebben we toch besloten dat niet te doen, omdat vele lezers reeds over de bestaande DRAM-kaart beschikken en een groot aantal daarvan de uitbreiding van 16 K naar 64 K reeds zal hebben uitgevoerd. Bovendien biedt deze kaart een goedkope mogelijkheid voor het opbouwen van een 64-K-geheugenkaart. Men moet dan wel een beetje extra werk voor de aanpassingen voor lief nemen.

Wie nog een 16-Kbyte-geheugenkaart bezit, doet er verstandig aan deze voorlopig onveranderd te laten en de ombouw naar 64 K later, na de ingebruikname van de Octopus 65, te realiseren. Zie hiertoe ook het hoofdstuk "De Octopus 65 wordt operationeel". De Octopus aksepteert eigenlijk elke samenstelling van RAM-kaarten, mits ze maar op de juiste wijze worden geadresseerd (geén dubbele adressering) en bij de dynamische types rekening wordt gehouden met de "refresh". Men mag ook Elektuur-vreemde geheu-

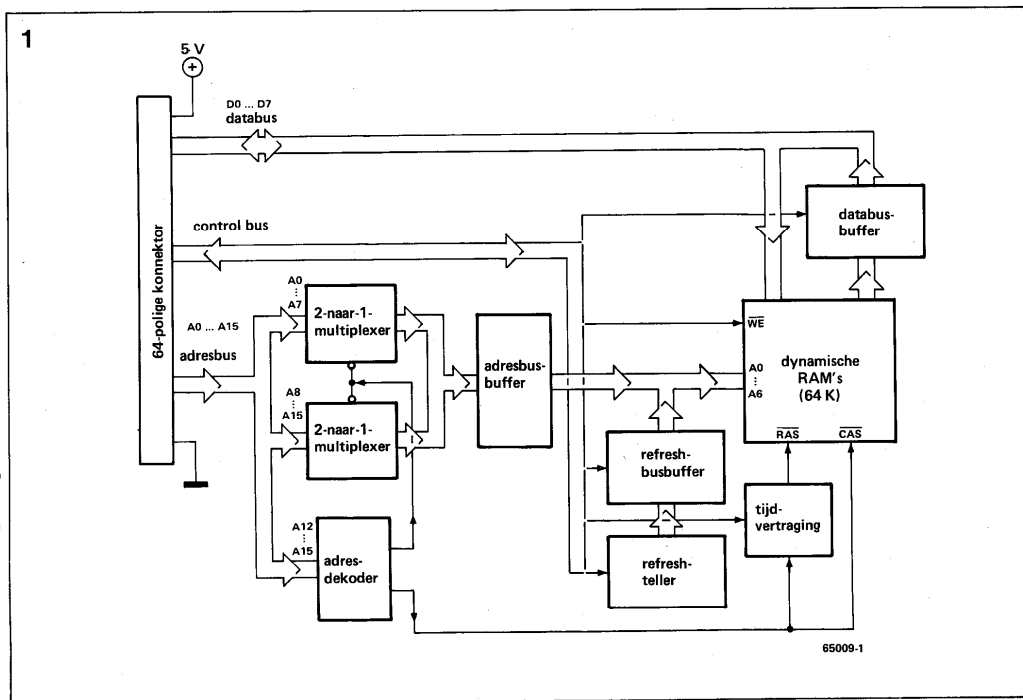
De DRAM-kaart

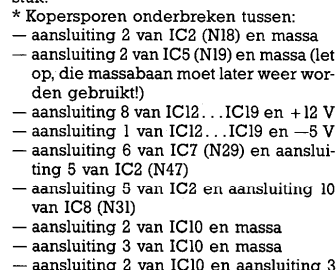
genkaarten toepassen, mits deze maar aan de Elekturbus zijn aangepast.

Het geheugenbereik van (hex)0000 tot DFFF kan worden gebruikt voor RAM-geheugen. Daarbij is het gemakkelijk wanneer het gedeelte van D000 tot DFFF met een schakelaar kan worden afgeschakeld, zoals we dat verderop zullen beschrijven. Dit is zelfs noodzakelijk als men de Octopus ook als ontwikkelings-systeem wil gaan gebruiken en EPROMs wil programmeren. De RAM moet vanaf 0000 als één blok in het adresbereik liggen, waarbij de grootte er in eerste instantie niet toe doet. We zijn van mening dat 32 Kbyte wel de minimale geheugen capaciteit is om zinvol met de Octopus te kunnen werken. Beter is 48 K, maar 56 Kbyte is optimaal, waarbij we natuurlijk niet het voor speciale doeleinden gereserveerde 2-Kbyte-IC op de CPU-kaart en de 2-K-video-RAM op de VDU-kaart meerekenen. Zo werken alle tot nu toe (bij ons) gebouwde Octopussen met de 64-K-kaart die we nu nader zullen bespreken. We beginnen weer met het blokschema (zie figuur 1). Links weer de 64-polige konektor voor aansluiting van de DRAM-kaart op de Elekturbus. De adreslijnen A0...A15 zijn in drie blokken onderverdeeld. De groepen A0...A7 en A8...A15

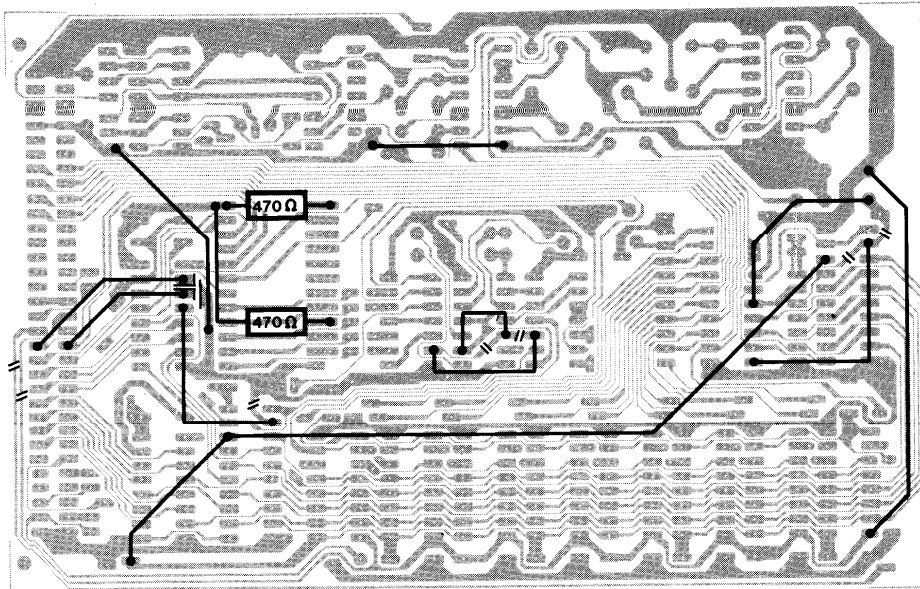
zijn elk op een 2-naar-1-multiplexer aangesloten die de in totaal 16 adreslijnen tot 8 reduceren. De multiplexers worden zodanig gestuurd door de control-logika van de kaart, dat steeds op het juiste moment het rij-adres of het kolom-adres via de databusbuffer aan de adres-ingangen van de RAM verschijnt. Een derde adresblok bevat nogmaals de lijnen A12...A15. Dit is op de adresdekoder aangesloten, waarmee de kaart wordt geactiveerd. Deze dekoder geeft de mogelijkheid om met behulp van draadbrugjes willekeurige 4-Kbyte-blokken te selecteren. Via een tweede busbuffer worden, eveneens onder controle van de control-logika, de van de refresh-teller afkomstige adressen naar de adres-ingangen van de RAM's gevoerd.

Voor het schrijven van data naar de RAM's is geen buffertrap nodig, wel echter bijlezen uit het geheugen. Hiervoor is een databus-buffer aanwezig, die door een control-bus-sigitaal wordt geactiveerd. Ook het schema (zie figuur 2) is weer hetzelfde als het blokschema opgezet. De IC's 12...19 vormen het eigenlijke geheugen: 64 K x 8 bit. De tri-state-poorten N35...N42 vormen de databusbuffers voor de data-uitgangen. De 2-naar-1-multiplexers IC9 en IC10 reduceren de





3



65009-3

van IC10.

Test nu met een ohmmeter of de sporen werkelijk onderbroken zijn!

* Nieuwe doorverbindingen leggen tussen:

- aansluiting 8 van IC12...IC19 en de aansluitingen 1a/1c van de 64-polige konektor (voedingsspanning +5 V)
- aansluiting 6 van IC7 (N29) en aansluiting 10 van IC8 (N31)
- aansluiting 8 van IC8 (N31) en aansluiting 5 van IC2 (N47)
- aansluiting 8 van IC6 en aansluiting 2 van IC5 (N19)
- aansluiting 4 van IC10 en aansluiting 2 van IC4 (N18)
- aansluiting 2 van IC10 en aansluiting 19c van de konektor (adreslijn A14)
- aansluiting 3 van IC10 en aansluiting 19a van de konektor (adreslijn A15)
- aansluiting 18 van IC4, aansluiting 18 van IC5 en aansluiting 9 van IC12...IC19 (adreslijn A7)
- aansluiting 9 en 10 van IC7 (V/W)
- aansluiting 12 en 13 van IC7 (X/Y)
- aansluiting 9 en 10 van IC7, via een weerstand van 470 Ohm naar +5 V
- aansluiting 12 en 13 van IC7, via een weerstand van 470 Ohm naar +5 V
- twee nieuwe massalijnen leggen (zoals aangegeven in figuur 3), uitgaande van de massalijn van de aansluitingen 4a en 4c van de 64-polige konektor.

Als alle wijzigingen op de soldeerzijde van de print zijn aangebracht, beginnen we met de montage van de onderdelen. De tekening van figuur 4 laat de oorspronkelijke 16-K-versie zien. Maar u laat eenvoudig alles weg wat niet in de onderdelenlijst is opgenomen. Let op: de draadbrug die naast IC9 ligt en gestippeld is aangegeven, mag beslist **niet** worden aangebracht!

Figuur 3. Er moeten enige modificaties worden uitgevoerd om de oorspronkelijke 16-K-kaart om te bouwen tot een 64-K-kaart.

Figuur 4. Print-Layout en componentenopstelling van de DRAM-kaart. Let bij de montage van de onderdelen goed op de aanwijzingen in de tekst.

Figuur 5. Zo ziet de geheugen-indeling er uit van de Octopus 65.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1...R3 = 270 Ω
R4, R5 = 2k2
R6 = 390 Ω

Kondensatoren:

C1 = 80 p (trimmer)
C2 = 100 p
C4 = 470 p
C5 = 120 p
C6...C11, C16...C18, C21 = 1 μ/16 V tantaal

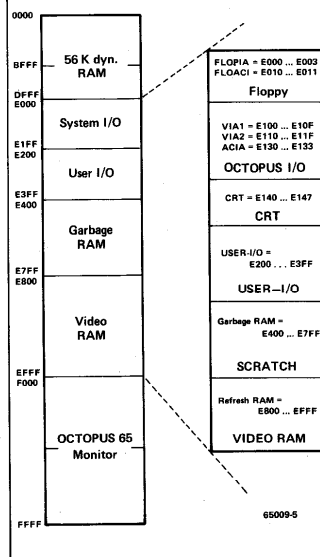
Halfgeleiders:

IC1, IC2 = 74LS14
IC3 = 74LS221
IC4, IC5, IC20 = 74LS244
IC6 = 74LS393
IC7 = 74LS08
IC8 = 74LS32
IC9, IC10 = 74LS157
IC11 = 74159
IC12...IC19 = 4164
IC21 = 74LS15

Diversen:

konektor volgens DIN 41612, 64-polig, a- en c-rijen bezet
2 weerstanden van 470 Ω

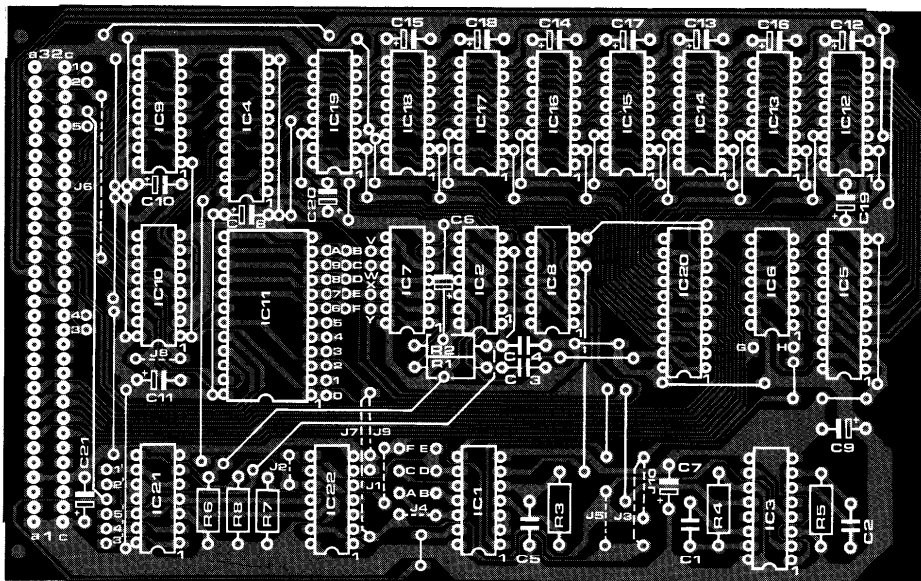
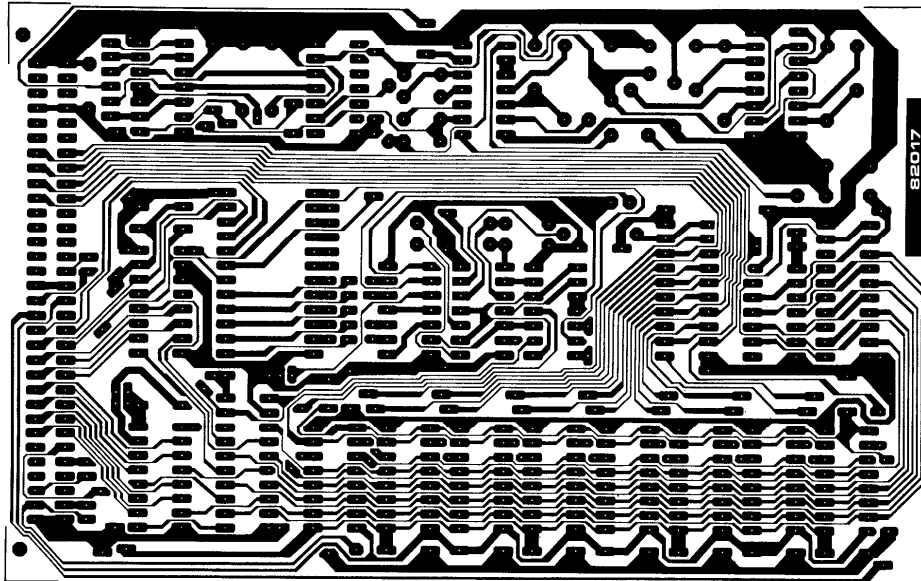
5



Let verder op de volgende punten:

1. Monteer C7 vóórdat u trimmer C1 op de print zet, want deze laatste steekt over het gat voor de plus-aansluiting van C7 heen.
2. Voor de Octopus moeten de volgende draadbrugjes worden gemonteerd: 1-1'; A-B; C-D; E-F; G-H; J8 en J9. Verder alle doorverbindingen (behalve die bij IC9!) die niet nader zijn aangeduid, maar met

4



doorgetrokken lijnen zijn aangegeven.

3. De adressering van de geheugenblokken hangt alleen en uitsluitend af van de verbindingen 0...F (uitgangen van IC11) en van de aansluitingen V/W en X/Y. Octopus reserveert de bovenste 8 K voor het monitorprogramma, de memory-mapped-I/O en de 2-Kbyte-RAM op de CPU-kaart. Er blijven dus 56 Kbyte over voor het werkgeheugen. Voor de adresse-

ring worden bij IC11 de uitgangen 0...5 en 6...D met elkaar doorverbonden. Daardoor ontstaat een 24-K-blok (0...5) en een 32-K-blok (6...D). Legt men nu de 24 K aan X/Y en de 32 K aan V/W, dan staan ons 56 K ter beschikking.

Tenslotte nog een opmerking; wie van deze 56 K een blok van 4 K wil kunnen uitschakelen (bijv. voor het aansluiten van een EPROM-programmer) kan hiervoor

blok D van de 56 K gebruiken, zodat nog 52 K overblijft. Men verbindt dan bij IC11 niet de uitgangen 6...D met elkaar maar 6...C; dat wordt dus een 28-K-blok. Met die 4 K van D kan men dan iets anders doen. Men kan het zelfs mooi maken door blok D met een schakelaartje bij of af te schakelen.

64 K op een
eurokaart

universele geheugenkaart

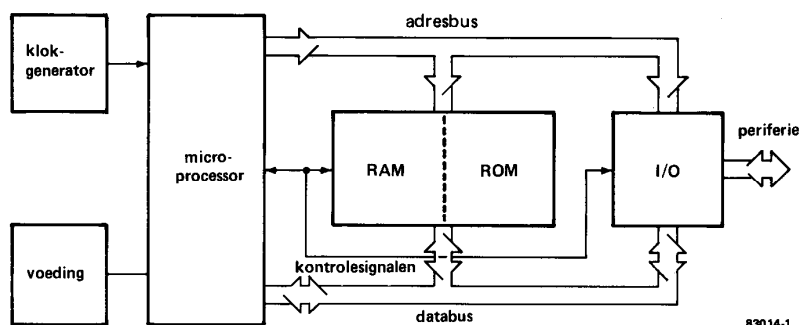
Door de ontwikkeling van steeds krachtigere geheugen-IC's is het nu mogelijk een opvolger van de RAM/EPROM-kaart te presenteren met een veel grotere geheugenkapaciteit op zelfde printoppervlakte. De nieuwe universele geheugenkaart is geschikt voor diverse microprocessorsystemen met een 8 bits "brede" databus en kan maximaal 64 Kbyte RAM of EPROM bevatten. Een combinatie van beide geheugentypen is ook mogelijk. Bij toepassing van CMOS-RAM's is het zelfs mogelijk de geheugeninhoud gedurende langere tijd te bewaren met behulp van een batterijvoeding, zodat de opgeslagen data na het uitschakelen van de computer niet verloren gaat.

universele geheugenkaart
elektuur maart 1983

Wie sinds het prille begin met het SC/MP-systeem of met de junior computer heeft gewerkt, weet hoe snel de hele voorraad aan geheugen is "verbruikt" bij het basissysteem. Om aan de behoefte naar meer geheugenruimte te voldoen kwamen dan ook de 4-K-RAM-kaart, de RAM-EPROM-kaart en de dynamische RAM-kaart. Door de ontwikkeling van IC's met steeds grotere geheugenkapaciteit was het mogelijk steeds meer geheugen op dezelfde printoppervlakte (en tegen lage prijzen) onder te brengen. Laten we eens gaan kijken naar figuur 1, waarin te zien is welke plaats het geheugen bij een microprocessorsysteem inneemt. Zo'n systeem bestaat uit een microprocessor (met zijn diverse registers, de program

counter en de ALU), een klokgenerator, geheugen, I/O en een voeding. De klokgenerator is bij sommige microprocessors ingebouwd. Voor het opslaan van data is de RAM aanwezig, terwijl de (EP)ROM gezegd de "werkenwijzingen" voor de processor bevat. Meestal bevindt zich in de ROM het zogenaamde monitorprogramma voor de computer. Als de computer als ontwikkelingssysteem wordt gebruikt is ook nog de mogelijkheid aanwezig om data met de bijbehorende adressen in te geven en de programmaresultaten uit te geven — als stuursignalen voor externe apparaten (periferie) of als informatie op een uitlezing. De voeding zorgt tenslotte voor de noodzakelijke energie voor het hele systeem.

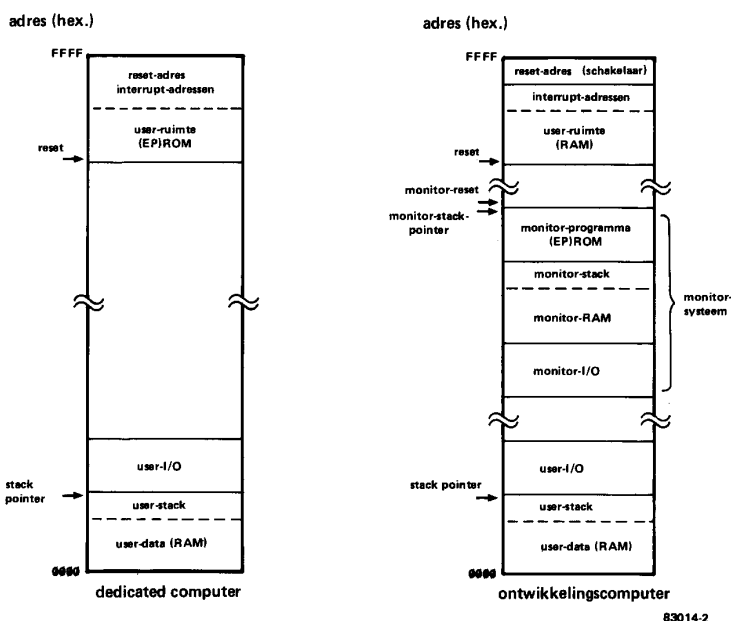
1



universele geheugenkaart
elektuur maart 1983

Figuur 1. Een microprocessorsysteem bestaat in het algemeen uit een microprocessor met geheugen en I/O. De microprocessor verricht al het "rekenwerk", waarbij data in de RAM kan worden opgeslagen en weer uitgelezen. De ROM bevat de "monitor" voor de microprocessor. Het blok I/O verzorgt de communicatie tussen computer en "buitenwereld".

2



Figuur 2. Bij een ontwikkelingssysteem, zoals de junior of de SC/MP, is een gedeelte van het geheugenbereik uitgerust met RAM's. Een groot deel van het totale adresseerbare geheugenbereik wordt in beslag genomen door het monitorprogramma. Dit programma bevat hoofdzakelijk zogenaamde routines voor het in- en uitvoeren van data. Bij een "dedicated" systeem, zoals intellect, tijdseinprocessor en dokacomputer ontbreekt het zogenaamde monitorprogramma.

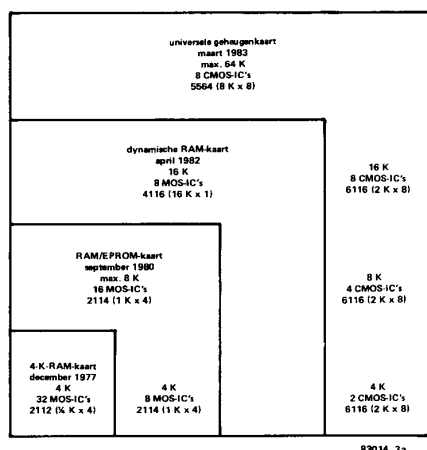
De adressen, data en kontrolesignalen die de computer verwerkt en uitvoert lopen via de adresbus, de databus en de controlebus. Op verdere bijzonderheden en details zullen we op deze plaats niet ingaan. Alleen het blok geheugen wordt wat nader bekeken.

Applikatie- en ontwikkelingssystemen

De computersystemen kunnen grofweg worden verdeeld in twee soorten: de applikatie- (z.g. dedicated) en ontwikkelingssystemen. Die verdeling komt hier even ter sprake omdat de geheugenopbouw bij elke soort verschilt. Dat is te zien in figuur 2. Bij de zogenaamde hobbycomputers (SC/MP, junior enz.) hebben we te maken met ontwikkelingssystemen. Deze hebben dan ook

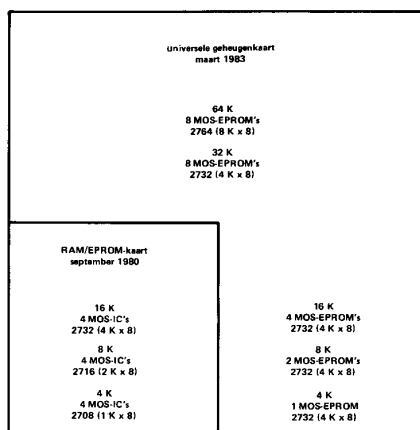
een geheugenopbouw volgens figuur 2b. Voor het programmeergeheugen worden RAM's toegepast. In de bovenste geheugens is het reset-adres opgeslagen. Dit adres wordt meestal aangeroepen door middel van een schakelaar (reset-toets). Een groot gedeelte van het totale adresseerbare geheugenbereik wordt ingenomen door het monitorprogramma. Dit bestaat uit een (EP)ROM dat de bedieningskommando's bevat, een RAM voor de opslag van tussentijdse gegevens en een input/output-programma. Het monitorprogramma bevat voornamelijk programma's (routines) voor het in- en uitvoeren van data, zoals een input-routine, een output-routine, uitlezen van het geheugen, inlezen van het geheugen.

3a



83014 3a

b



83014 3b

universele geheugenkaart
elektuur maart 1983

Een applicatiesysteem is een computer die ontworpen is voor een specifieke toepassing, zoals intelekt, tijdseinprocessor en doka-computer. Het programmeergeheugen bestaat hier uit een (EP)ROM, terwijl een monitorprogramma niet nodig is. We hebben dus gezien dat de geheugenindeling bij de twee verschillende soorten systemen sterk verschilt. Bij de hobby-computers en personal computers gaat het echter altijd om ontwikkelingssystemen, waarbij dus wel RAM nodig is in een flinke hoeveelheid. Een "gewone" computer heeft een 16 bits "brede" adresbus, zodat het totale adresseerbare geheugenbereik $2^{16} = 65536$ plaatsen bedraagt, 64 K in vaktaal ($2^{10} = 1024 = 1 \text{ K}$, $2^{16} = 2^6 \cdot 1 \text{ K} = 64 \text{ K}$). Hier rijst dan natuurlijk de vraag: waarom bouw je in zo'n computer niet meteen 64 K geheugen, dan is dat probleem opgelost? Nou, zo eenvoudig gaat dan ook weer niet, zoals uit het navolgende stuk zal blijken.

De geheugenontwikkeling bij Elektuur

Figuur 3 toont de ontwikkeling van de geheugenkaarten bij Elektuur. Het begon in december 1977 met de 4-K-RAM-kaart voor het SC/MP-systeem. In die tijd waren alleen nog MOS-IC's met een "organisatie" van 256×4 bit verkrijgbaar, zodat er in totaal 32 IC's nodig waren voor een 4-K-geheugen. Tegenwoordig kan men hetzelfde bereiken met twee IC's van het type 6116. Bovendien zijn die laatste CMOS-IC's, zodat met behulp van een akku of batterij de geheugeninhoud gedurende zeer lange tijd kan worden bewaard. In de nabije toekomst zullen er 8 K x 8 bit geheugens op de markt komen, zodat met de nieuwe, hier gepresenteerde universele geheugenkaart een capaciteit van 64 Kbyte kan worden gehaald. Dat is nog eens een verschil met die 4 Kbyte uit 1977. Bij de PROM's en EPROM's is men al veel verder. Zo kan bijvoorbeeld een programma van 65536 bytes in 8 MOS-EPROM's op de universele geheugenkaart worden ondergebracht. Er zijn trouwens al 32 K x 8 bit CMOS-EPROM's verkrijgbaar... Twee van die IC's zouden dus samen een programma van 64 Kbyte kunnen bevatten (er is één

maar: die IC's kunnen niet op de universele geheugenkaart, en in verband met de huidige prijs zijn ze voorlopig toch niet interessant). Voor de hobbyist betekent de ontwikkeling van steeds grotere geheugen-IC's dat men tegenwoordig op een eurokaart 16 maal zoveel geheugen kan onderbrengen als 5 jaar geleden, terwijl de prijs per geheugenplaats stukken goedkoper is geworden. Vijf jaar geleden kostte 4 K RAM ongeveer 400 gulden – tegenwoordig 50 gulden! Voor programmeurs die bijvoorbeeld met CP/M® of PASCAL willen werken is dat heel interessant, aangezien voor het werken met een dergelijk systeem meestal 64 K geheugen nodig is.

De universele geheugenkaart

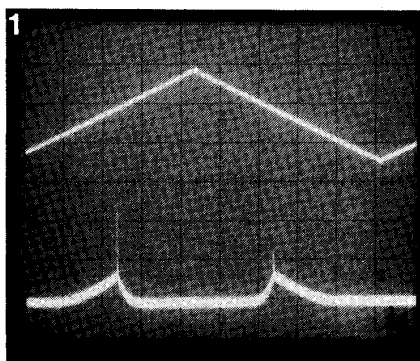
In figuur 4 is het schema van de universele geheugenkaart afgebeeld. Zo op het eerste gezicht niets bijzonders voor doorgewinterde geheugenkaarten-bouwers. De kaart is zo opgezet dat het mogelijk is 2 K-(2716), 4 K-(2732) of 8 K-(2764) EPROM's en 2 K-(6116) of 8 K-(5564) RAM's toe te passen. De tussen haakjes aangegeven typen zijn geheugen-IC's met allemaal dezelfde organisatie en pen-aansluitingen.

De geheugenkaart kan in twee versies worden gebouwd: één (CMOS-versie) met en één (MOS-versie) zonder "battery back-up". Met behulp van twee knooppellen is het namelijk mogelijk de CMOS-RAM's op de geheugenkaart te bufferen. Een "gemengde" inzet (CMOS- en MOS-IC's) is niet mogelijk, maar zou ook niet zinvol zijn. De stroom die de schakeling dan trekt is zo groot dat deze niet door een paar kleine batterijen geleverd kan worden.

In de CMOS-versie trekt de hele schakeling in bedrijf zo'n 200 mA. Weliswaar wordt er altijd maar één RAM (die een stroomopname van 35 mA heeft) tegelijk "aangesproken", maar de rest van de schakeling trekt ook nog 165 mA. De gemiddelde stroomopname van een RAM is minder dan 35 mA; dat hangt er van af hoe vaak in de RAM gelezen en geschreven wordt. In rust ($\overline{CE} = "1"$) trekt de RAM slechts enkele mikro-ampères. Nog een belangrijke op-

Figuur 3. De ontwikkeling van RAM- en/of EPROM-kaarten bij Elektuur. De 4 K RAM-kaart uit 1977 heeft in 1983 plaats gemaakt voor een 64 K RAM-kaart. Bij de EPROM's is de zaak uitgegroeid van 16 K in 1980 tot 64 K in 1983. En dat bij gelijkgebleven printoppervlakte. Bij de universele geheugenkaart kan men ook 2 K EPROM's van het type 2716 toepassen.

Daarmee is nog niet verklaard waarvoor de pull-down-weerstand dienen bij sommige CMOS-RAM's. Kijk maar eens naar foto 1. Boven is de spanning op een adreslijn van een 6116-CMOS-RAM van Hitachi te zien met daaronder de stroomopname (zonder pull-up- en pull-down-weerstanden). Bij ongeveer de helft van de voedingsspanning (in dit geval de helft van 2,4 V) neemt de stroom sterk toe (tot circa 200 μ A). Deze situatie geldt voor alle adreslijnen. Dat

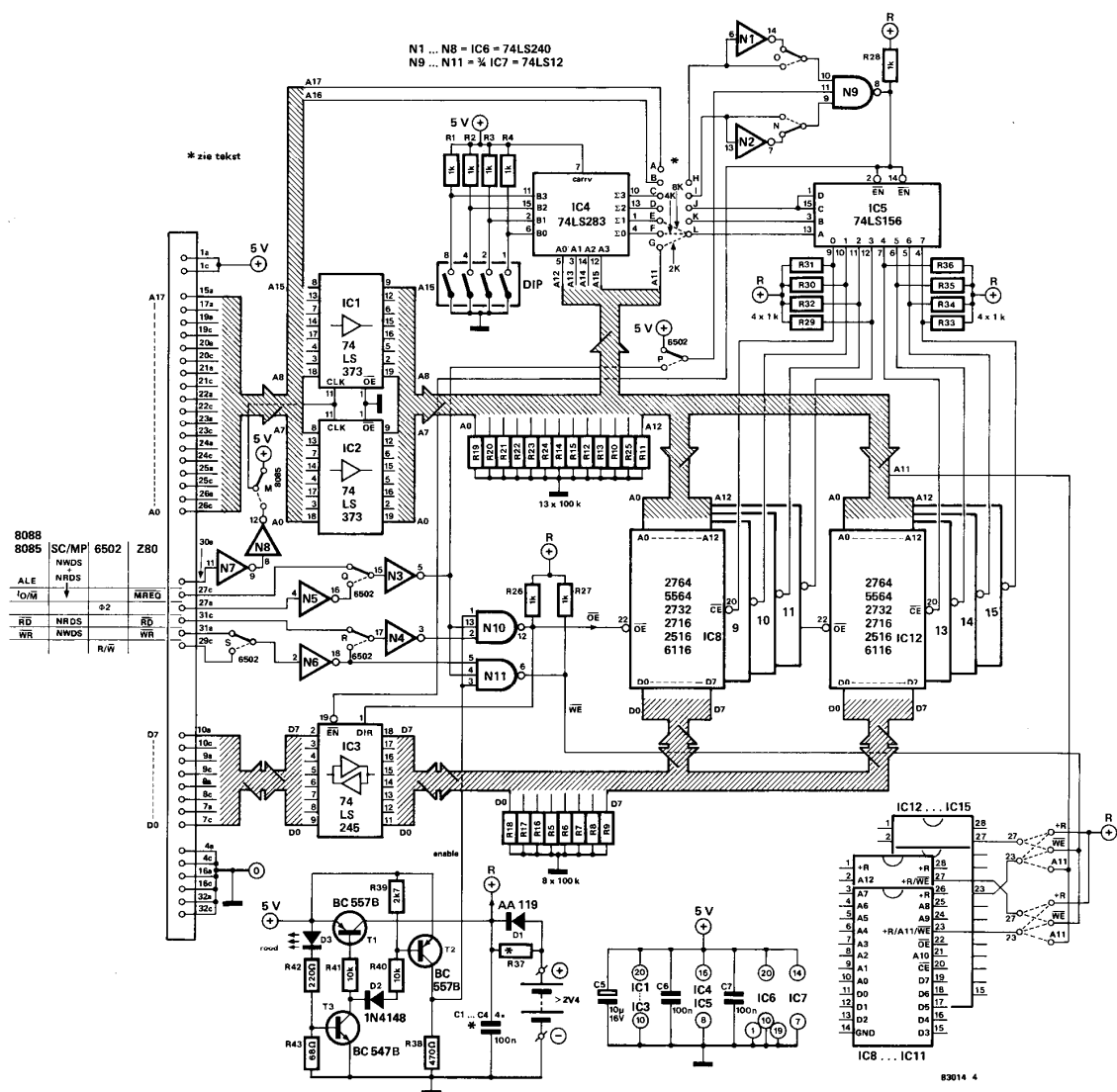


universele geheugenkaart
elektuur maart 1983

Figuur 4. De twee versies van de universele geheugenkaart in één schema. De MOS-versie is het goedkoopste en bevat veel minder onderdelen dan de CMOS-versie. Zo vervallen bij deze versie T1 ... T3, D1 ... D3 en alle toestanden met uitzondering van R1 ... R4.

Bij de CMOS-versie kan de informatie in het geheugen worden bewaard als de netvoeding wordt uitgeschakeld. Dit is mogelijk door de "power down"-schakeling rond T1 ... T3 in combinatie met NiCd-akku's of batterijen.

4



Rekenvoorbeeld voor het
vormen van het twee-
komplement van een
binair getal:
B = 1001
 $\bar{B} = 0110$
1 +
0111 twee-komple-
ment van B
som van B + zijn twee-
komplement is:
1001
0111 +

(1)0000
↑
carry

Figuur 5. Hier is een over-
zicht gegeven van de op de
geheugenkaart toe te
passen RAM's en EPROM's.
Verdere informatie, vooral
over ekwivalente typen, is
te vinden op de infokaar-
ten 75...79. Bij de TI-
EPROM's 2532 en 2564
is een adapter in de vorm
van een "tussenvoetje"
nodig in verband met
de afwijkende pen-aan-
sluitingen.

Deze ongewenste stroomtoename wordt
veroorzaakt door het feit dat bij een "zwe-
vend" nivo aan de ingang van de adreslijn
beide CMOS-transistoren aan de uitgang
gaan geleiden. Het is echter niet zo dat
overal weerstanden moeten worden gebruikt.
Bij de 6116 zijn bijvoorbeeld geen weer-
standen nodig bij de datalijnen. Bij IC's van
andere fabrikanten kan de situatie weer
anders zijn. Men kan daarom beter het
zekere voor het onzekere nemen en de
weerstand altijd op de print zetten.
Kwaad kan het nooit!

Bij de MOS-versie is de stroomopname al in
de rusttoestand (als geen adres wordt aange-
boden) aanzienlijk groter dan bij de CMOS-
versie. Het voordeel van het toepassen van
MOS-RAM's en -EPROM's zit in de prijs.
Deze IC's kosten slechts de helft van hun
CMOS-ekwivalenten. Maar daarvoor wordt
de stroomrekening wel wat hoger: elke
2716-EPROM trekt in rust (!) ongeveer
35 mA. Acht van die IC's hebben samen dan
280 mA nodig. Tel daarbij nog eens 165 mA
voor de rest van de schakeling, en we komen
op een niet onaanzienlijk ruststroomver-
bruik van 445 mA. Bij de MOS-versie zijn
geen open-kollektor-IC's nodig, kunnen alle
weerstand (behalve R1...R4) vervallen
en kunnen ook de transistoren T1...T3
worden weggelaten. Tussen de kollektor- en
emitter-aansluiting van T1 en T2 wordt een
draadbrugje op de print gelegd.

De adres- en datalijnen van de geheugenkaart
zijn, met uitzondering van A16 en A17,
allemaal volledig gebufferd. De lijnen A16 en
A17 worden maar zelden gebruikt (alleen

bij processoren die meer dan 64 K kunnen
adresseren).

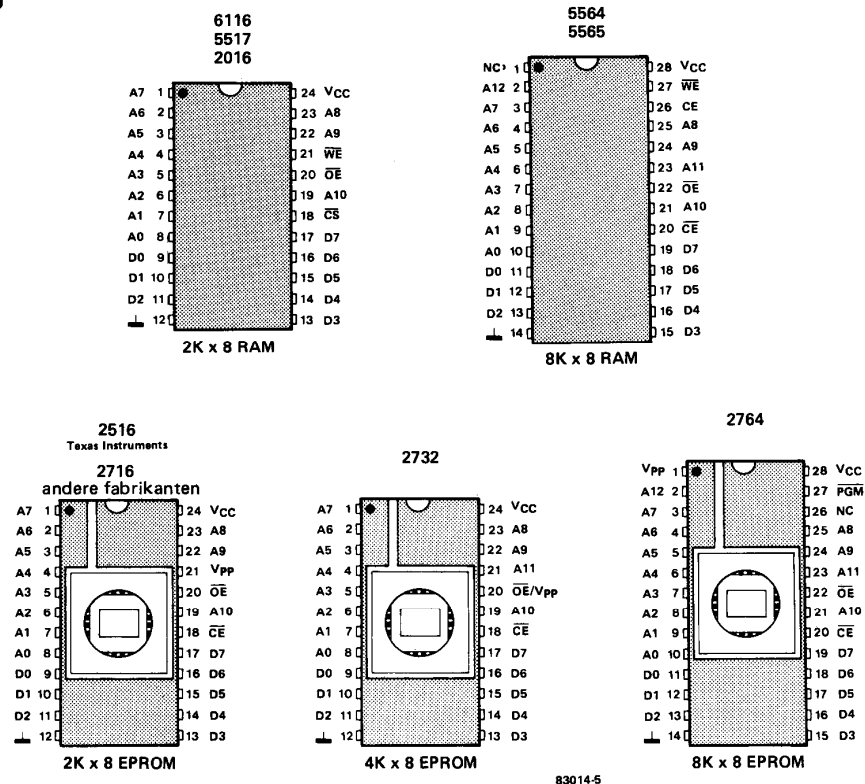
Wat het aantal geheugens op de kaart be-
treft: natuurlijk hoeft men niet de hele
hoeveelheid geheugens op de kaart te zetten.
Ook met een enkele EPROM of RAM werkt
alles goed.

De adresdekodering

De adresdekodering van de universele
geheugenkaart is nogal ongebruikelijk. Hier-
bij wordt gebruik gemaakt van de twee-
komplement-kode. Het twee-komplement
van een binair getal wordt gevonden door
het oorspronkelijke getal te invertieren
(alle nullen worden vervangen door enen en
alle enen door nullen) en daarbij 1 op te
tellen. Nu is de som van een getal en zijn
twee-komplement altijd nul (met een carry,
maar die wordt hier verder niet gebruikt).
Als het met de DIP-schakelaars ingestelde
(geïnverteerde) adres dus gelijk is aan het
aangeboden adres, dan is de som van die
twee nul (door IC4 wordt van het geïnverte-
erde ingestelde adres eerst een twee-
komplement gemaakt voordat wordt opge-
teld). Vanaf dat ingestelde adres wordt dan
de eigenlijke adresdekoder IC5, die door
N9 wordt vrijgegeven, geactiveerd. Deze
levert het CE-sigitaal voor de betreffende
RAM of EPROM, zodat deze geactiveerd
wordt.

Even een voorbeeld. Men stelt met de DIP-
schakelaars het adres 8000 hex in. In ver-
band met het vormen van het twee-komple-
ment betekent dit dat met de DIP-schakelaars
0111 moet worden ingesteld. Alleen schake-
laar "8" wordt dus gesloten. Het twee-

5



komplement wordt dan door IC4 gevormd door bij de ingestelde kode een "1" op te tellen (doordat de C-ingang van IC4, pen 7, aan de plus ligt). Als op de A-ingangen nu 1000 komt te staan verschijnt aan de uitgangen van IC4 0000. Stel dat we de draadbruggen hebben gelegd voor 2 K RAM's of EPROM's, dan staat bij het aangeboden adres aan de ingangen A, B en C van IC5 000. Bij adres 8000 is adreslijn A11 ook "0". Bovendien staat op de enable-ingangen van IC5 (pen 2 en 14) het aktiveringssignaal "0". De adresdekoder is dan ingeschakeld en geeft aan zijn uitgang "0" een CE-sig-naal voor IC8, zodat deze RAM of EPROM wordt "ingeschakeld". Staat op de adresbus 8800, dan staat op adreslijn A11 een "1". De uitgangen van IC4 zijn dan ook 0000 en de adresdekoder aktiveert de tweede RAM of EPROM. Zo kan men alle lijnen voor de geheugens nalopen. Dit voorbeeld laat tevens zien dat het niet mogelijk is zonder meer IC's van verschillende geheugengroottes door elkaar te gebruiken.

Als het geheugenbereik in 8 K blokken wordt verdeeld, dan worden alle mogelijke adressen van de totale 64 K "aangesproken" (ook als niet alle IC-voetjes bezet zijn). Als bijvoorbeeld adres 8000 is ingesteld gaat het geheugen na het bereiken van het hoogste adres FFFF verder bij 0000 en loopt dan op tot 7FFF. Als de monitor ergens in dat bereik zit gaat er natuurlijk iets mis in dat geval. Er is hiervoor een oplossing. Men kan bepaalde bereiken van het geheugen blokkeren met behulp van de adreslijnen A16 en A17. Welke blokken dat zijn kan men zelf nagaan op dezelfde manier als we in het zojuist behandelde voorbeeld hebben gedaan. Daarbij moet men er van uit gaan dat IC5 "ge-enabled" wordt als alle ingangen van N9 logisch 1 zijn. Afhankelijk van de draadbruggen bij de punten N en O worden de signalen op de adreslijnen A16 en A17 wel of niet geïnverteerd.

Bij de processoren die "slechts" met 64 K kunnen werken worden de adreslijnen A16 en A17 niet gebruikt. De aansluitingen 9 en 10 van N9 moeten dan aan +5 V worden gelegd (bij de getekende draadbruggen bij N en O is het dus voldoende de ingangen van N1 en N2 aan nul te leggen).

De stuursignalen

De door de diverse processoren geleverde stuursignalen zijn niet allemaal aan elkaar gelijk. De geheugenkaart kan aan een specifieke processor worden aangepast door middel van enkele draadbruggen, zoals in nevenstaande tabel is aangegeven. Let er op dat de databusbuffer alleen data uitgeeft als een RD-sig-naal aanwezig is.

De 8085-processor kan niet zonder meer op de geheugenkaart worden aangesloten, aangezien deze zijn data en adressen multiplext. De data en adressen moeten eerst gescheiden worden voordat deze worden aangeboden aan de geheugenkaart.

De geheugenkaart kan ook bij de Sinclair ZX 81 worden gebruikt als 16 K RAM-kaart. Daartoe worden A0...A14 en D0...D7 van de geheugenkaart verbonden met de computer en de draadbruggen voor de stuursignalen gelegd zoals aangegeven voor De Z 80. A15 op de geheugenkaart moet aan nul worden gelegd. Het adres wordt nu met de DIP-schakelaars ingesteld op 4000hex (alleen schakelaar "4" sluiten). Volgens moet de interne RAM van de ZX 81 worden uitgeschakeld door ingang RAM CS (aansluiting 2a) aan +5 V te leggen.

Ook de TV-spielcomputer, die werkt met een 2650, kan draaien met deze geheugenkaart. In het draadbruggenlijstje worden daartoe de draadbruggen voor de 6502 aangehouden. Opreq van de 2650 wordt verbonden met de $\Phi 2$ -aansluiting voor de 6502. $\bar{R}/W$ van de 2650 wordt geïnverteerd en aan aansluiting $R/\bar{W}$ voor de 6502 gelegd. Bij de TV-spielcomputer is het $R/\bar{W}$ -signaal

Verbindingen die gelegd moeten worden voor de toegepaste IC's:

Voor 2 K RAM's en EPROM's:

G - L
F - K
E - J
D - I
C - H

Voor 4 K EPROM's:

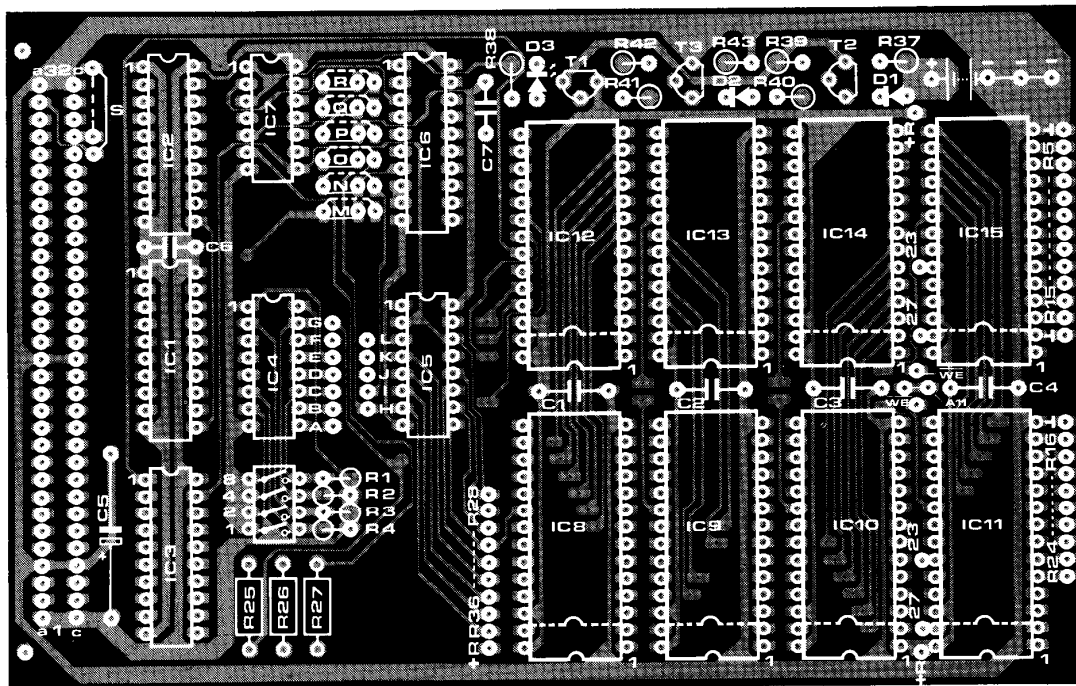
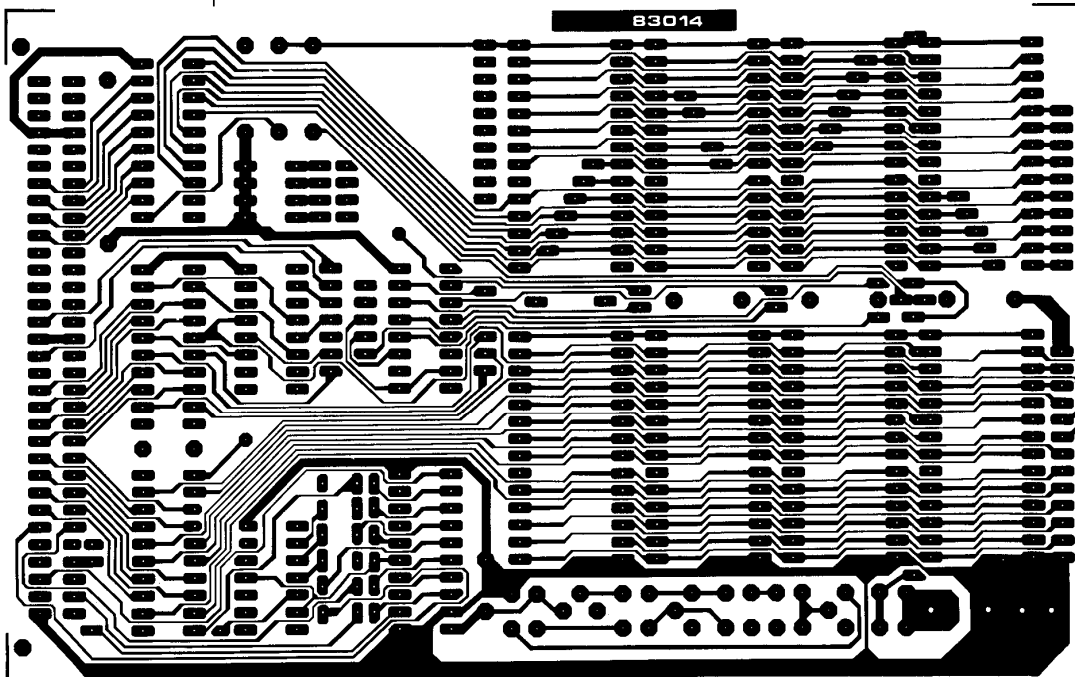
F - L
E - K
D - J
C - I
B - H

Voor 8 K RAM's en EPROM's:

E - L
D - K
C - J
B - I
A - H

Draadbruggen voor aanpassing aan diverse processoren.

	8088	8085	SC/MP	6502	Z80
M	---	---	---	---	---
N)	gewoonlijk	---	---	---	---
O)	(zie adres-dekodering)	---	---	---	---
P	---	---	---	---	---
Q	---	---	---	---	---
R	---	---	---	---	---
S	---	---	---	---	---



beschikbaar aan pin 17. Verder worden de adres- en datalijnen aangesloten. De lijn M/I/O blijft open, maar dat is niet erg, aangezien bij de meeste speelcomputersystemen toch geen I/O wordt gebruikt. Is dat wel het geval, dan dient men extern M/I/O met Opreq te verbinden.

Bij de combinatie van universele geheugenkaart en SC/MP-systeem moet men oppassen bij de buslijn 27a. Hierop is namelijk de ingang van de oscillator aangesloten. Als

poort N5 van de geheugenkaart op deze lijn komt te hangen bestaat de kans dat de oscillator van de SC/MP ophoudt met oscilleren. Dit probleem kan men verhelpen door het printspoor naar de ingang van N5 te onderbreken of door op de CPU-kaart van de SC/MP de andere aansluiting van de oscillator te gebruiken.

"Power down" en "battery back-up"

De "power down"-schakeling bestaat uit het

spanning op de schakeling wordt gezet en vlak daarna via N10 en N11 de geheugens worden ge"enabled".

De "battery back-up" kan men realiseren met droge batterijen of met akku's. Bij gebruik van batterijen moet weerstand R37 worden weggelaten. Deze dient namelijk voor het opladen van de akku's. Bij gebruik van akku's wordt de grootte van deze weerstand berekend met de vuistregel:
 $R = 2,5 \text{ vermenigvuldigd met } 20 \text{ maal de akkukapaciteit } (\Omega; \text{Ah}).$

RAM's en EPROM's

De onderdelenlijsten voor de MOS- en CMOS-versie van de universele geheugenkaart bevatten natuurlijk niet alle typen die kunnen worden toegepast. De vermelde typen vormen een soort verzameling van IC's met dezelfde functie, organisatie en meestal ook pen-aansluitingen. In figuur 5 zijn de pen-aansluitingen gegeven voor verschillende RAM's en EPROM's. Verdere informatie over ekwivalente typen is te vinden op de infokaarten 75 ... 79. Let wel op bij de Texas-Instruments-EPROM's 2532 en 2564. Die kan men alleen gebruiken als hun pen-aansluitingen door middel van een "tussenvoetje" worden aangepast aan die van de andere geheugen-IC's met dezelfde functie.

Het toe te passen RAM- of EPROM-type wordt, afhankelijk van zijn grootte en functie, door middel van draadbruggen aan de pennen 23 en 27 aangepast aan de geheugenkaart. Elke aanpassing geldt steeds voor 4 IC's tegelijk (IC8 ... IC11 en IC12 ... IC15). Een verdere onderverdeling is alleen mogelijk door het onderbreken van de betreffende printsporen, zodat de aansluitingen voor elk IC apart kunnen worden gemaakt.

Timing

Het kan in sommige gevallen voorkomen dat bij gebruik van de geheugenkaart bij enkele processoren timing-problemen ontstaan. Deze problemen treden alleen op bij de "snellere" CPU-versies en dan ook maar alleen aan de zijde van de EPROM's. De RAM's zijn gewoonlijk snel genoeg. De nevenstaande tabel laat zien welke RAM's en EPROM's (wat betreft toegangstijd) nodig zijn bij diverse klokfrekwenties. In dit verband zijn ook de vertragingstijden van de stuursignalen van belang. Het MREQ-sigitaal komt via N3 (10 ns), N9 (10 ns), IC5 (20 ns) en IC3 (10 ns) met 50 ns (typical) vertraging als CE-sigitaal bij de RAM's en EPROM's aan. Voor het $\Phi 2$ -sigitaal geldt de volgende vertraging: N5 (10 ns) - N3 (10 ns) - N10 (10 ns), samen 30 ns "typical" voordat het als OE of WE aankomt. Het CE-sigitaal wordt uit de adressen gedestilleerd. De door de databus-buffers veroorzaakte vertraging bedraagt 10 ns. Bij deze berekeningen zijn we er van uit gegaan dat de adressen reeds aanwezig zijn en hun weg door de buffers en de adresdekoders al afgelegd hebben. Anders komt hier nog eens een vertraging bij van zo'n 37 ns.

Opbouw

Na zoveel informatie kunnen we dan beginnen met het bouwen van de universele geheugenkaart. Vóór het solderen wordt eerst de print (figuur 6) gecontroleerd op kortsluitingen, niet goed doorgemetalliseerde gaten en onderbrekingen. Dit kan men doen met een ohmmeter of iets dergelijks. Die controle is belangrijk (vooral bij de doorgemetalliseerde gaten!), want als er iets mis zou zijn met de print is dat na de opbouw heel moeilijk na te gaan. In het algemeen kan men er van uit gaan dat de door Elektuur geleverde printen in orde zijn.

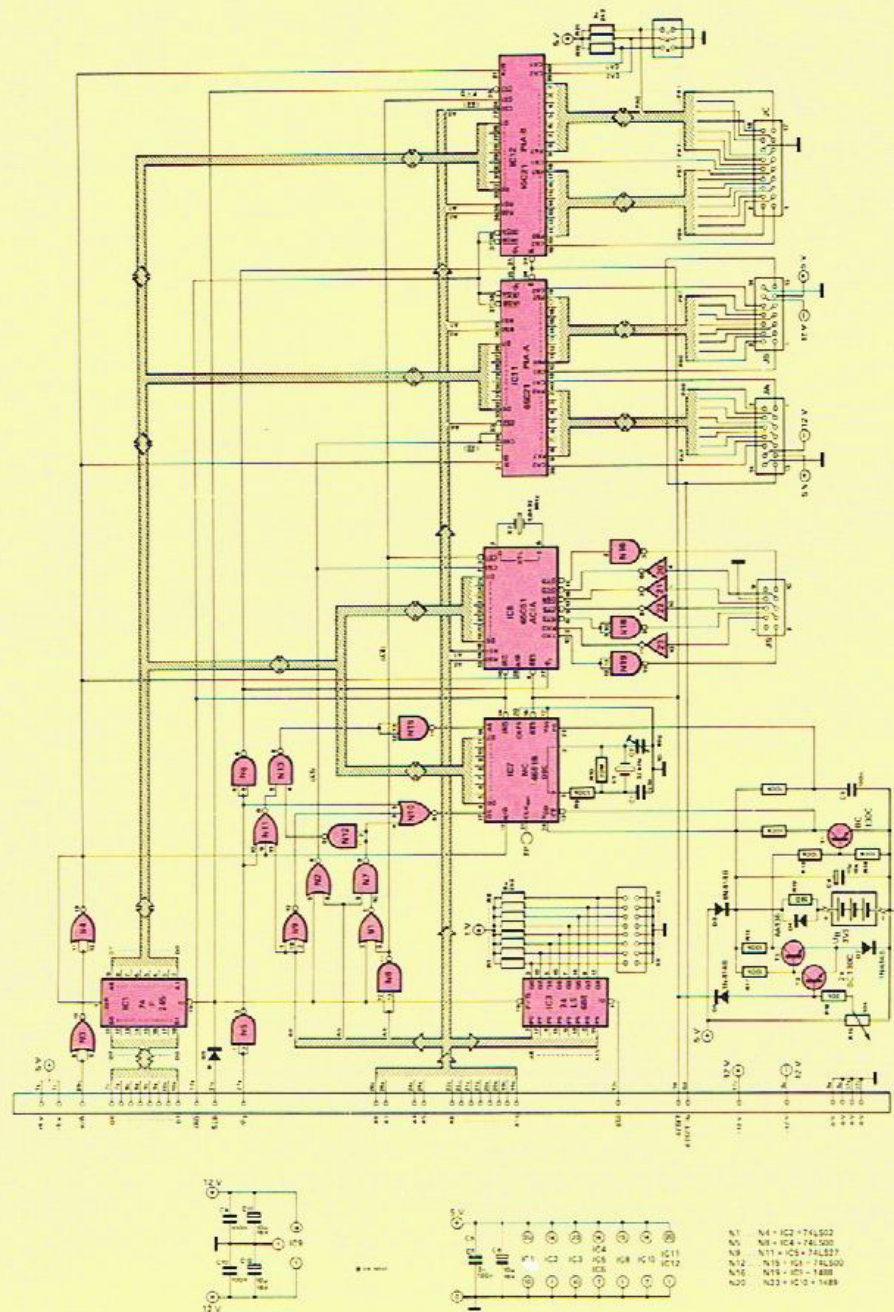
Dan kan worden begonnen met het leggen van alle draadbruggen die voor een bepaalde processor nodig zijn. Daarna volgen de IC-voeten (goede kwaliteit gebruiken!) en de weerstanden (alleen nodig bij de CMOS-versie). Als men geen weerstandsnetwerk, zoals in de onderdelenlijst is aangegeven, kan krijgen, kunnen ook "gewone" weerstanden worden gebruikt. Die worden recht op gemonteerd, waarna de overblijvende aansluitingen van de weerstanden door middel van een stuk draad met elkaar worden verbonden en aangesloten op de gemeenschappelijke aansluiting op de print. Vervolgens kunnen de overige componenten op de print worden gesoldeerd. Let op dat IC5 en IC7 niet hetzelfde zijn bij de MOS- en CMOS-versie.

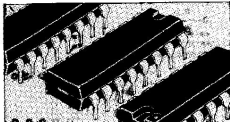
Bij het gebruik van NiCd-akku's voor de buffering van de CMOS-versie kan men het beste twee knooppellen nemen met soldeerstrips, zodat men ze rechtstreeks op de print kan solderen. Batterijen en akku's zonder soldeerstrips mogen niet gesoldeerd worden, daarvoor zal men een houdertje (eventueel zelfgemaakt met twee klemmetjes) moeten gebruiken.

Als alles dan op de print is gemonteerd kunnen de IC's in hun voetjes worden geplaatst en kan men de geheugenkaart op het computersysteem aansluiten. Denk er aan dat de kaart is ontworpen voor gebruik op de Elektuur-bus. Voor gebruik bij andere "bussen" is een (zelfgemaakte) adapter nodig.

Met deze universele geheugenkaart zal de geheugenbehoefte van uw computer voor de (naaste) toekomst zeker gedekt zijn! ■

EC-65K: PSIO-RTC-kaart





EC-65K: PSIO-RTC-kaart een I/O- en realtime-klok-kaart, niet alleen voor de EC-65K

P. Treytel

Net als de CPU-kaart biedt ook de parallel/serieel-input/output-kaart met real-time-klok een veelvoud van toepassingen. Natuurlijk als eenheid van de EC-65K, maar ook andere 6502-systemen die met de Elektuur-bus uitgebreid zijn, kunnen met deze kaart als wapenbroeder overweg. Behalve aanwijzingen voor de bouw, geeft dit artikel ook enkele aanwijzingen over het gebruik van deze kaart met de EC-65K.

Het concept

Figuur 1 toont het blokschema van de PSIO-RTC-kaart. De real-time-klok bestaat uit de min of meer bekende MC146818 die, in geval de computer in ruste en dus de voeding uitgeschakeld is, door een batterij op gang wordt gehouden. Dit IC is

reeds eerder in Elektuur uitvoerig beschreven, we gaan er hier dan ook niet dieper op in.

Voor aansturing van de seriële RS232C/V24-poort wordt een ACIA (6555/CS1) gebruikt. Nivo-aanpassing van de uitgaande en inkomende lijnen wordt door twee extra IC's uitgevoerd.

Voor de parallelle poorten kunnen IC's van het type 6820, 6821, 6520, 6521 of hun equivalente CMOS-soortenoten ingezet worden. De eerste PIA geeft de aansluitmogelijkheid voor een ASCII-toetsenbord. De tweede poort van deze PIA is gereserveerd voor de gebruiker (user-port), 8 bits breed met handshake-lijnen. De tweede PIA is volledig in gebruik als Centronics-interface. Apparaten met een dergelijke aansluiting, waaronder de meeste printers, kunnen hierop worden aangesloten.

Omdat de hier beschreven bouwstenen de adresbus slechts nauwelijks belasten

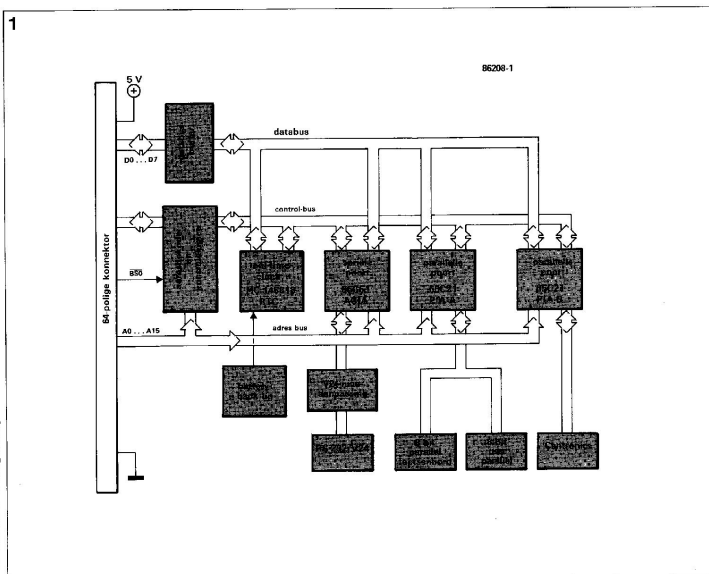
is deze bus, in tegenstelling tot de databus, niet gebufferd.

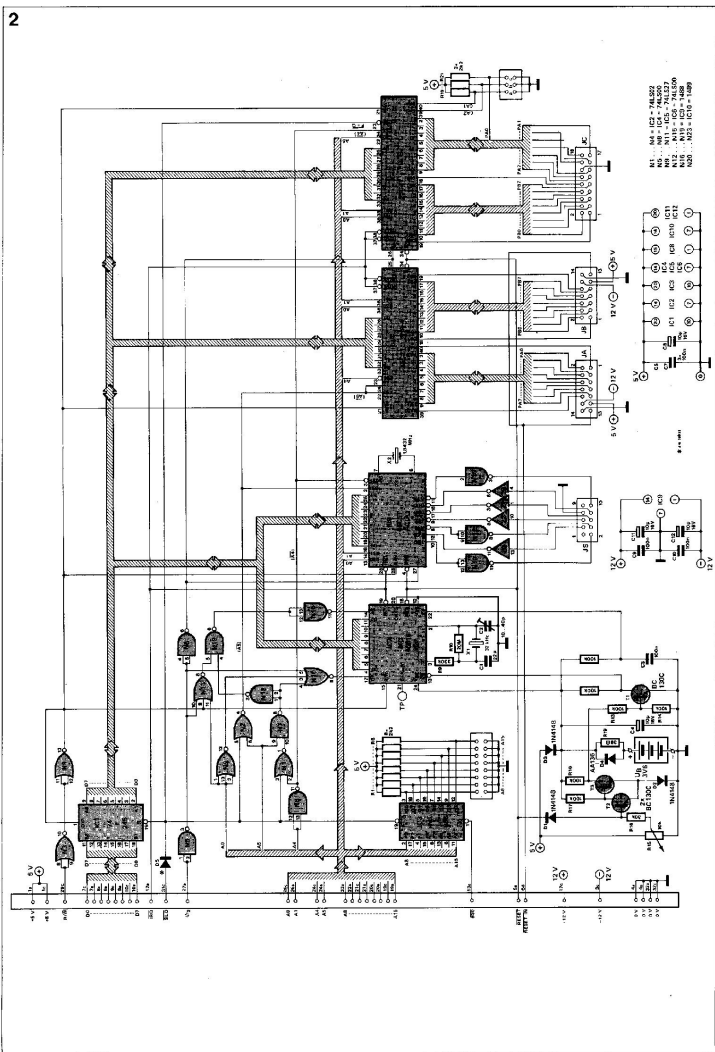
De kaart kan in stappen van 256 bit (1 page) in het totale adresbereik van de EC-65K aangesproken worden, waarbij de kaart in bank 0 geplaatst is.

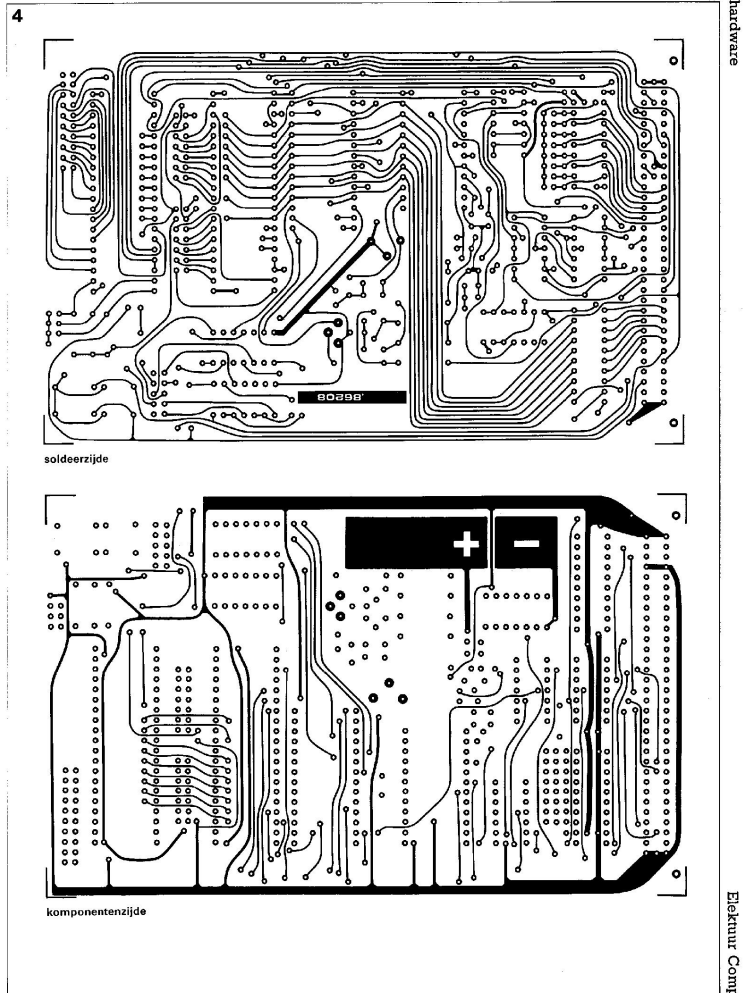
Schema

Een gedetailleerd schema van de schakeling geeft figuur 2. Voor de duidelijkheid is de positie van de diverse onderdelen gelijk aan de functies uit het blokschema die deze componenten voor hun rekening nemen. De kaart wordt via adresdecoder IC3, in afhankelijkheid van het BS0-sigitaal en 8 jumpers, geselecteerd.

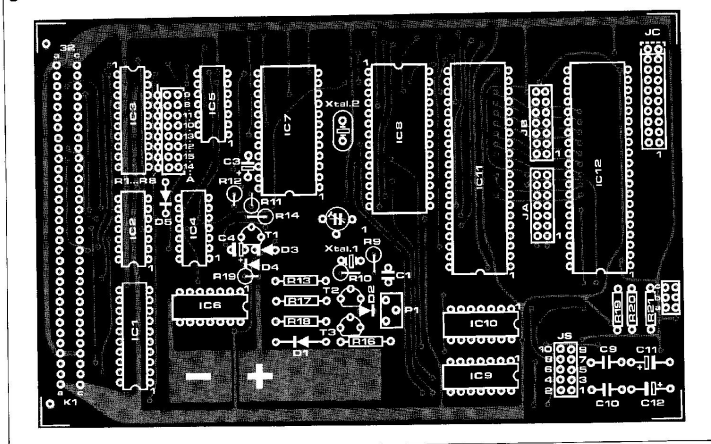
Figuur 1. DE PSIO-RTC-kaart bevat naast een seriële poort een Centronics-uitgang, een 8-bits poort voor het toetsenbord en een 8-bits user-poort. Bovendien staat een batterij-gebufferde real-time-klok ter beschikking.







Figuur 4. Koper-layout van de dubbelzijdige doorgemetalliseerde print.



Figuur 2. Het schema van de PSIO-RTC-kaart. In wezen is dit schema een samenvoegsel van het I/O-gedeeftede van de eerder in Elektuur gepubliceerde CPU-kaart en de eveneens eerder gepubliceerde real-time-klok-kaart.

Figuur 3. Komponentenoopdruk van de print. Wordt deze nauwkeurig aangehouden, dan kan er bij het bouwen eigenlijk niets fout gaan.

Het select-sigitaal op pen 19 van IC3 wordt bovendien gebruikt om via een schotky-diode (D3) met de slow-down-lijn de klok te reduceren tot een frequentie die maximaal 2 MHz mag zijn in het I/O-bereik. Een hogere klokfrequentie is bij de hier toegepaste schakeling van de real-time-klok niet mogelijk.

Voor het selecteren van de verschillende periferie-IC's op deze kaart dienen N1...N18. Tevens bufferen deze poorten de R/W-lijn en het kloksigitaal.

De schakeling rond het klok-IC heeft nog iets bijzonders. Om de stroomopname, met het oog op de batterijvoeding, zoveel mogelijk te beperken, wordt een 32-kHz-kristal gebruikt. R9 voorkomt oversturing van het kristal en maakt de schakeling ongevoeliger voor variaties in de voedingspanning.

Microprocessoren hebben de onaangename eigenschap dat hun gedrag, zodra de voedingspanning onder zo'n 4,5 V komt, nogal onvoorspelbaar wordt. Om te voorkomen dat de processor tijdens het uitschakelen nog data naar de klok schrijft, worden voedings- en reset-lijn door een schmitt-trigger bewaakt. Met R15 kan de schakeldrempel ingesteld worden. T2, T3 en D2 vormen de eigenlijke schmitt-trigger-schakeling en met T1

wordt de real-time-klok bijtijds van de bus losgekoppeld als de voedingspanning wegvalt. D3 en D4 zorgen voor de automatische omschakeling van de netvoeding naar de batterijvoeding. Met name D4 moet een type zijn met een lage doorlaatspanning om de klok niet teveel van zijn voeding te ontnemen.

De schakeling van de seriële poort hebben we reeds eerder gepubliceerd in Elektuur. De poorten N16...N23 zorgen voor de nivo-aanpassing tussen de V24-aansluiting en IC8.

De PIAs (IC11 en IC12) worden direct naar konnektors gevoerd die de Centronics-aansluiting, toetsenbordaansluiting en de userport vormen. Drie nog vrije lijnen zijn naar konnektor S geleid, alwaar ze ter beschikking staan als een minipoort, maar ook bijvoorbeeld afhankelijk van de jumperplaatsing gebruikt kunnen worden voor de detectie van een bepaalde systeemconfiguratie.

Een punt dat nog niet aan de orde is geweest maar wellicht bij een aantal lezers al vragen heeft opgeroepen, is waarom op deze kaart niet de meer universele VIAs in plaats van PIAs toegepast worden. De reden daarvan is, dat de twee timers in een VIA een vaste klokfrequentie nodig hebben. De CPU-kaart in de EC-65K heeft echter een klok waarvan de klokfrequentie instelbaar is om toepassing met zoveel mogelijk verschillende typen processoren te kunnen realiseren, en kent bovendien een slow-down-mogelijkheid (met een factor 3 of 4) zodat die kaart gekombineerd kan worden met trage geheugenkaarten en periferie. Daarbij komt dat een 6821 (PIA) voor een gulden of vijf op de plank ligt, terwijl voor een 68C22 (VIA) toch al gauw het zesvoudige op moet brengen. Dus waarom geld

Onderdelentijst

Weerstanden:

R1...R18 = 2k2 (evt. weerstandsnetwerk)
R9 = 530 k
R10 = 20 M
R11...R14, R17, R18 = 100 k
R15 = 10 k instelpotmeter
R16 = 27 k
R19...R21 = 2k2

Kondensatoren:

C1 = 22 p keramisch
C2 = trimmer 10...40 p
C3, C5, C6, C7, C9, C10 = 100 n
C4, C8, C11, C12 = 10 µ/16 V tant.

Halfgeleiders:

D1...D3 = 1N4148
D4 = AA136
D5 = HSCH 1001 (HP)
T1...T3 = BC 130C
IC1 = 74F245
IC2 = 74LS02
IC3 = 74LS88
IC4, IC6 = 74LS00
IC5 = 74LS27
IC7 = MC146818
IC8 = 6551 of 65C51 (ACIA)
IC9 = 1488
IC10 = 1489
IC11, IC12 = 6821, 68C21 of 6821 (PIA)

Diversen:

X1 = kristal 32.268 kHz
X2 = kristal 1.8432 MHz
K1 = 64-polige konnektor volgens DIN 41612, male, rijen a, b, c bezet
kontaktpennen (voor jumpers), twee-rij, 1 x 36-polig, 3 x 14-polig, 1 x 6-polig, 1 x 16-polig
jumpers (kortsluitkettjes)
NiCd-akku, 3,6 V/100 mAh



338 Elektur Computing

38 Elektu

als
por-

ding kan deze afregeling uitgevoerd worden. Het ruststroomverbruik van de PSIO-RTC-kaart bedraagt, indien CMOS-komponenten gebruikt worden, ongeveer 170 mA.