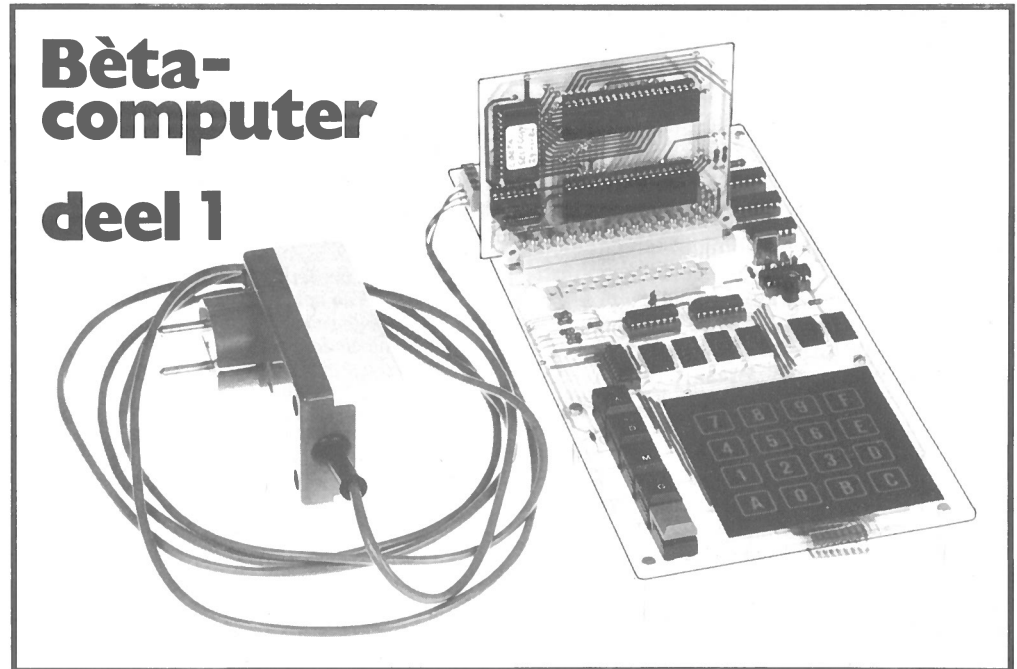


Dit is het eerste van een serie van vier artikelen waarin Bèta een kleine leercomputer voor zelfbouw zal behandelen. Samen met een viertal goed verkrijgbare boeken biedt het project een mogelijkheid om de microprocessor van binnen en van buiten te leren kennen. Deze aflevering gaat over de mogelijkheden van de Bèta-computer en geeft de gebruiksaanwijzing. Volgende maand wordt ingegaan op de bouw. Het derde deel gaat over een praktische toepassing en het laatste deel behandelt de bouw en het gebruik van een geheugenmoduul, handig voor wie zelf toepassingen wil ontwikkelen.

De vier boeken vormen een belangrijk onderdeel van het project; daarom eerst een korte beschrijving van hun inhoud. Boek één is „Programmeren van 6502” door Rodnay Zaks, ISBN 3-88745-101-5. De schrijver start op beginnersniveau: wat is een programma, hoe werken de binaire en hexadecimale talstelsels, hoe zit een microprocessor (in dit geval de 6502) in elkaar, wat is een instructie, hoe werken databus, adresbus en controlebus, hoe wordt het geheugen ingedeeld. Daarna volgen de belangrijkste technieken van het programmeren en een uitvoerige behandeling van de 6502-instructieset (de eigen „taal” van de microprocessor). De tekst is ruim voorzien van voorbeelden, die zich goed lenen voor experimenten met de Bèta-computer. Het laatste hoofdstuk gaat in op de hardware en software (ontwikkelingssystemen en assembleertalen) die nodig zijn om grotere programma's op te bouwen. Het boek is een tikje droog, maar heel zorgvuldig geschreven. De enige hinderlijke fout die we tegenkwamen werd gemaakt bij de behandeling van indirecte adressering, waar wordt gesteld dat het adresveld hierbij in alle gevallen beperkt is tot 8 bits. Dat is niet zo bij de JMP indirect: hier bestaat het adresveld uit de volle 16 bits.

Boek twee is „6502 Applications”, zelfde schrijver, ISBN 0-89588-015-6 (helaas nog niet vertaald). Het onderwerp is de verbinding van een computer met de buitenwereld. Aan de hand van praktische voorbeelden wordt uitgelegd hoe de aansluiting van relais, toetsenborden, luidsprekers, elektromotoren, printers enzovoort in zijn werk gaat. Ook worden „familieleden” van de 6502 (6520, 6522, 6530 en 6532) vrij uitvoerig beschreven. De software bij de voorbeelden is kort genoeg voor gemakkelijke verwerking door de Bèta-computer, als die wordt uitgebreid met de al genoemde geheugenmoduul.

Het derde boek is „Advanced 6502 Programming”, zelfde schrijver, ISBN 0-89588-089-X (nog niet vertaald). Dit boek is geschreven rond een „games board” en gaat wat dieper in op allerlei software-technieken. Ook de langste voorbeelden (Blackjack en Boter-kaas-en-eieren) passen in de geheugenmoduul, maar aanpassingen zijn hier en daar nodig vanwege het beperkte aantal in/uit-lijnen van de Bèta-computer. Het laatste boek is „6502 Systems Program-



ming” door Thomas G. Windeknecht, ISBN 0-316-94563-3 (nog niet vertaald). Dit bijzonder prettig geschreven boek (gegroeid uit notities voor een universitaire cursus) vormt wat software betreft de overgang naar groter werk. Kern van het betoog is de volledig beschreven ontwikkeling van een assembleertaal voor de 6502, „Brevity”, bedoeld om zinvol te draaien op een klein systeem, bijvoorbeeld een 6502-huiscomputer. En dan nu de Bèta-computer zelf. Een deel van de hierna volgende gegevens zal voor de beginner nog weinig betekenis hebben. Sommige zaken die specifiek zijn voor de Bèta-computer worden in de andere artikelen nader toegelicht, maar de meeste aanvullende informatie is te vinden in „Programmeren van de 6502”. Intussen is wel duidelijk dat de Bèta-computer is opgebouwd rond de 6502, een microprocessor die ook wordt toegepast in een aantal succesvolle kleine computers zoals de Apple II, de BBC microcomputer en verschillende machines van Atari en Commodore. De Bèta-computer onderscheidt zich van andere eenvoudige leersystemen, zoals SYM en KIM (6502) en de Micro-professor (Z-80, zie Bèta maart '83) door de standaard aanwezige EPROM-programmer. Een EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) is een geheugen waarin met speciale middelen een programma en/of gegevens worden vastgelegd. Daarna kan de computer het geheugen alleen lezen. De informatie blijft behouden ook als de stroom wordt uitgeschakeld. Wissen is alleen mogelijk door het geheugen bloot te stellen aan ultraviolet licht, waarover later meer. De speciale middelen om een EPROM (type 2716) van informatie te voorzien heeft de Bèta-computer dus aan boord, wat de ontwikkeling van praktische toepassingen een stuk eenvoudiger maakt. De computer is uitge-

voerd als een losse „controller” en een „terminal”. De controller bestaat uit een 6502, een EPROM en een 6532. De laatste is een combinatie van 128 bytes RAM, een timer en 16 in/uit-lijnen. De geheugen-indeling (pag. 40) en de tabel „gegevens I/O en timer” (pag. 42) geven de details. De EPROM bevat het programma Bèta-monitor, dat zorgt voor de besturing van de terminal. In een praktische toepassing wordt de controller van de terminal gescheiden. Een EPROM met het toepassingsprogramma neemt dan de plaats in van de Bèta-monitor, terwijl toepassings-hardware de terminal vervangt. De terminal bestaat voornamelijk uit een numeriek toetsenbord, vijf controletoltsen (adres, data, mem, go en reset), de elektronica voor twee voedingspanningen, een kleine luidspreker, een voet voor een lege EPROM en connectoren voor verbinding met de controller en prototypes van toepassings-elektronica (schema pag. 42).

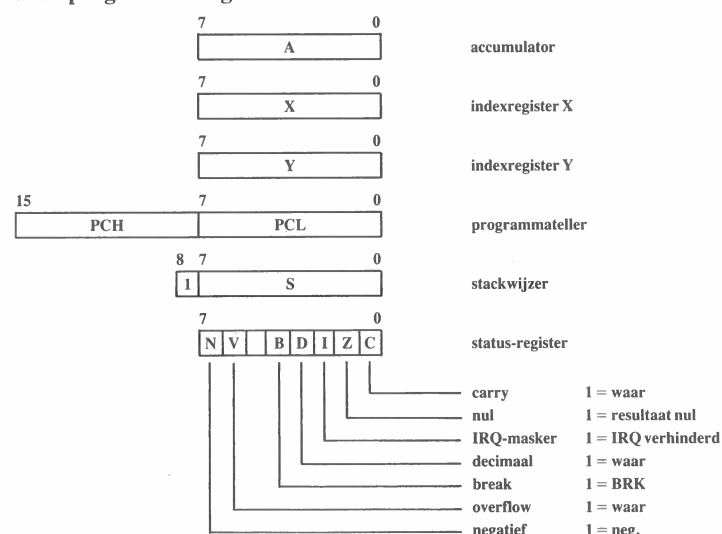
Het gebruik van Bèta-monitor is het beste uit te leggen aan de hand van een voorbeeld: het programma PLUS op pagina 42, dat twee getallen van 16 bits bij elkaar optelt. De rechter kolom is het programma in „mnemonics”. Door assembleren ontstaan de andere twee kolommen. De linker bevat de adressen, de kolom in het midden geeft de instructies in hexadecimale notatie. Invoeren van het programma gaat zo. Schakel de 5-volt-voeding in; op het display verschijnt „beta 84”. Druk op de G-toets en sla 20 aan op het numerieke toetsenbord (een piep uit de luidspreker bevestigt telkens de aanslag). Druk op de data-toets – de LED van de adrestoets gaat uit, die van de data-toets aan – en sla A5 aan op het numerieke toetsenbord. Het adresgedeelte van het display moet nu 0020 vertonen, het datagedeelte A5. Druk op de mem-toets en sla 60

aan op het numerieke toetsenbord. Het display moet nu 0021 60 vertonen. Ga zo verder tot het hele programma is ingevoerd. Druk op de adres-toets, sla 20 aan en controleer al drukkend op de mem-toets of alles klopt. Sla vervolgens adres 60 aan en voer de data FF, 2, 1, 0, 0, 0 in, steeds gescheiden door een druk op de mem-toets. De laatste twee nullen maken de adressen leeg waar het resultaat van de optelling in terecht komt. Sla weer adres 20 aan en druk op de go-toets om het programma te starten. Op het display verschijnt 000B 28, wat aangeeft dat de uitvoering van het programma werd onderbroken door een „breakpoint” op een adres met laag deel 27. Het adres direct volgend op het breakpoint heeft als lage deel 28 (000B is het eerste informatie-register van de breakpoint-routine, zie tabel rechts-onder pag. 42). Druk op de mem-toets en lees de inhoud van de accumulator op het moment van de break. De volgende druk op mem brengt de toestand van de overflow- en carryvlaggen in beeld; de carry is 1, doordat bij het getal FF een 1 werd opgeteld, met als resultaat 00 en 1 onthouden. Sla adres 64 aan en inderdaad, het resultaat van de eerste halve optelling was 00. Na een druk op go gaat het programma nu verder op adres 0028, ondanks het feit dat het display 0064 laat zien.

Zou de gebruiker het programma opnieuw willen starten, dan moet eerst op reset worden gedrukt om de breakpoint-routine te onderbreken. Een druk op go geeft daarna toegang tot de monitor, en nóg een druk op go laat de uitvoering beginnen bij het adres dat op dat moment in beeld is. Het enige verschil tussen de monitor en de breakpoint-routine is de reactie van de computer op de go-toets; het is dus mogelijk om tijdens de breakpoint-routine de inhoud van adressen te wijzigen. Vóór de breakpoint-routine na een druk op go het programma laat verdergaan, wordt de inhoud van informatieregisters 000C, 000E, 000F en 0011 t/m 0014 gelezen en aan de betreffende registers in de 6502 en de 6532 doorgegeven. Wijzigingen die tijdens de onderbreking in die registers worden aangebracht, beïnvloeden dus de voortgang van het programma, wat handig is bij het verbeteren van zelfgemaakte programma's. Aangenomen dat het programma is verdergegaan op adres 28, verschijnt nu op het display 000B 2F. Twee drukken op mem vertellen ons dat het programma stopte met 03 in de accumulator en

Hiernaast: het programmeringsmodel van de 6502 toont de inwendige registers van de processor en de vlaggen in het statusregister. Daaronder: De geheugen-indeling van de Beta-computer. Van het totale adresbereik worden alleen de nul-pagina en het gebied vanaf F 800 tot FFFF benut. Van die laatste 2048 bytes gebruikt de Beta-monitor er 952.

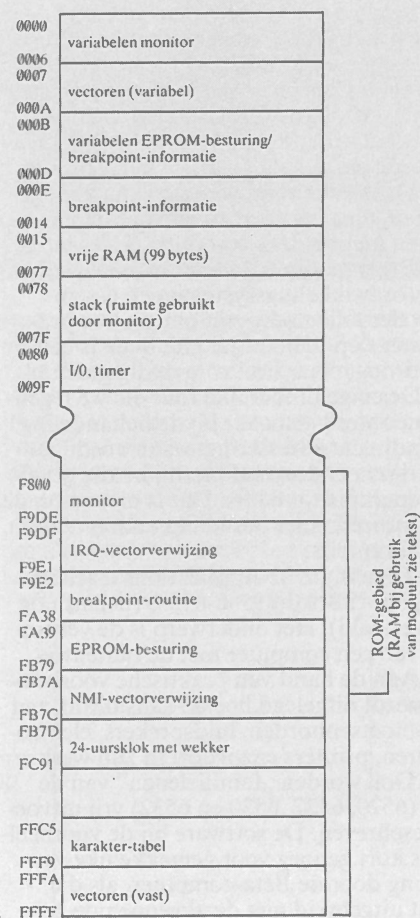
6502-programmeringsmodel



dat overflow en carry allebei nul zijn. Adres 64 is nog steeds 00, maar adres 65 bevat 03; $2FF + 1 = 300$, met andere woorden. Nog een opmerking: als tijdens monitor of breakpoint-routine geprobeerd wordt de inhoud van een adres te wijzigen, dat om welke reden dan ook niet toegankelijk is voor schrijfoperaties, verschijnt „Err” op het display. Een druk op go laat vervolgens het adres weer zien met zijn oorspronkelijke inhoud.

Behalve de monitor en de breakpoint-routine bevat Beta-monitor nog drie routines voor het werken met EPROMs in de programmeervoet. De eerste is uitsluitend voor lezen. Sla startadres FAC9 aan (zie tabel linksonder pag 42) en druk op go. Op het display verschijnt „read”. Nog een druk op go, gevolgd door het aanslaan van een adres brengt de inhoud daarvan in beeld. Deze routine reageert niet op de controletoeets data en go. Een druk op reset, gevolgd door het aanslaan van go, startadres FAE3 en go laat „FF?” op het display verschijnen. Deze routine kijkt of een EPROM leeg is (alle adressen bevatten dan FF), nuttig ter controle van een wisoperatie. Een druk op go start de routine, waarna gedurende 3 seconden een vage 8 links op het display verschijnt, gevolgd door „beta 84”. Was de EPROM niet leeg, dan toont het display „Err”. Een druk op go laat het eerste niet-lege adres in beeld verschijnen (de routine „read” is nu aan het werk). Een druk op reset, gevolgd door het aanslaan van go, startadres FB1B en go brengt

Geheugen-indeling



LN HN	Voorwaartse relatieve sprong-tabel															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
4	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
5	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
6	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
7	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127

LN HN	Achterwaartse relatieve sprong-tabel															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8	128	127	126	125	124	123	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113
9	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97
A	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
B	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65
C	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
D	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
E	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
F	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

„burn” op het display, een routine waarmee een EPROM net als normaal het werkgeheugen adres voor adres kan worden volgeschreven. Een druk op go, gevolgd door het aanslaan van een adres brengt de inhoud daarvan in beeld. Is de locatie leeg (FF), dan kan hij worden gevuld door het aanslaan van de data-toets, het gewenste getal en de mem-toets. Pas de laatste handeling „brandt” de informatie in de EPROM. Slaagt de operatie, dan verschijnt het volgende adres in beeld. Lukt het niet (adres niet leeg om mee te beginnen, 25 volt niet ingeschakeld, EPROM defect), dan toont het display „Err”. Een druk op go toont het weigerachtige adres met de oorspronkelijke of halfgewijzigde inhoud (de routine „burn” is nog steeds aan het werk). Opmerking: Vóór het plaatsen of verwijderen van een

EPROM moeten de voedingsspanningen worden uitgeschakeld. „Inbranden” van informatie lukt alleen bij ingeschakelde 25 volt.

Behalve Bëta-monitor bevat de EPROM op de controller nog een demonstratieprogramma, een 24-uursklok met wekker. Startadres is FBEF. Na aanslaan hiervan (plus go), begint de klok te lopen. Het adresgedeelte van het display toont uren en minuten, het data-gedeelte de seconden. Een druk op mem stopt de zaak voor instelling van uren en minuten via het numerieke toetsenbord. Een druk op go laat de klok weer lopen. Na een druk op de adrestoets kan de alarmtijd worden ingesteld; de klok loopt weer door na een druk op go. Aanslaan van de data-toets schakelt het alarm in, dat weer wordt uitgeschakeld door een druk op go.

Gegevens I/O en timer

I/O-poorten:

Richtingregister poort A	adres 0081	een "1" in het richtingregister maakt van dat bit een uitgang
Dataregister poort A	0080	
Richtingregister poort B	0083	
Dataregister poort B	0082	

Poort A7 flankdetectie:	schrijven naar adres pos. flank neg. flank	
Poort A7 interrupt toegestaan	0087	0086
Poort A7 interrupt verhinderd	0085	0084

Instelling timer:

Lengte interval in T	schrijven naar adres interrupt toegestaan interrupt verhinderd	
1	009C	0094
8	009D	0095
64	009E	0096
1024	009F	0097

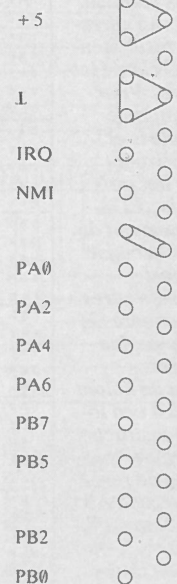
Lees interrupt-vlaggen: (en maak P-A7-vlag "0")	adres
Data-bit 7 is de timervlag	0085
Data-bit 6 is de P-A7-vlag	

functie	display	startadres
Betamonitor	BETA 84	F9BB
Lees EPROM	READ	FAC9
Controleer of EPROM leeg is (alle locaties bevatten dan FF)	FF ?	FAE3
"Brandt" informatie in de EPROM	burn	FB1B
24-uursklok met wekker	—	FBEF
Eventueel te wijzigen informatie:		
	adres	
	lage deel	hoge deel
IRQ variabele vector	0007	0008
NMI variabele vector	0009	000A
Bij gebruik van moduul (zie tekst) ook:		
NMI vaste vector	FFFA	FFFB
Reset vaste vector	FFFC	FFFD
IRQ vaste vector	FFFE	FFFF
Tijdconstante display/geluid	F803	

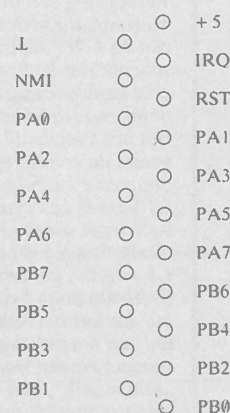
Links: in/uit porten A en B bevindenzich net als de timer in de 6532 op het controller-gedeelte van de Bëta-computer.

Daaronder: de start-adressen van de routines in Bëta-monitor (zie tekst) en de vector-adressen. De 6502 heeft een reset-pin en twee interrupt-pinnen. Laag- en weer hoogmaken van de reset-pin veroorzaakt een sprong naar het adres dat is opgeslagen in FFFC en FFFD, in dit geval het startadres van Bëta-monitor. De interrupt-pinnen werken op soortgelijke wijze, maar hier loopt de vector via een JMP-indirect-instructie, die gebruik maakt van een adres in 0007-8 (IRQ) of 0009-A (NMI). Het eerste adres verwijst normaal naar de breakpoint-routine, het tweede naar Bëta-monitor. De gebruiker kan deze adressen wijzigen; een druk op reset herstelt steeds de oude situatie. Rechts: de terminalconnectors (onderaanzicht). Daaronder: het programma PLUS. Het tabelletje geeft de resultaten van twee voorbeelden (G1 en G2: stand van zaken na de eerste en tweede druk op go). Onderaan: de informatieregisters van de breakpoint-routine.

PLC-connector



connector voor toepassingen



PLUS

0020	A5	60	LDA	L1
0022	18		CLC	
0023	65	62	ADC	L2
0025	85	64	STA	L3
0027	00		BRK	
0028	A5	61	LDA	H1
002A	65	63	ADC	H2
002C	85	65	STA	H3
002E	00		BRK	
002F	4C	20 00	JMP	PLUS

L1 = \$60
L2 = \$62
L3 = \$64
H1 = \$61
H2 = \$63
H3 = \$65

H1/L1	= 0102		H1/L1	= 02FF	
H2/L2	= 1010		H2/L2	= 0001	
	G1	G2		G1	G2
PCL	28	2F	28	2F	
ACC	12	11	00	03	
O/C	00	00	01	00	
0064	12	12	00	00	
0065	00	11	00	03	

Breakpoint informatie

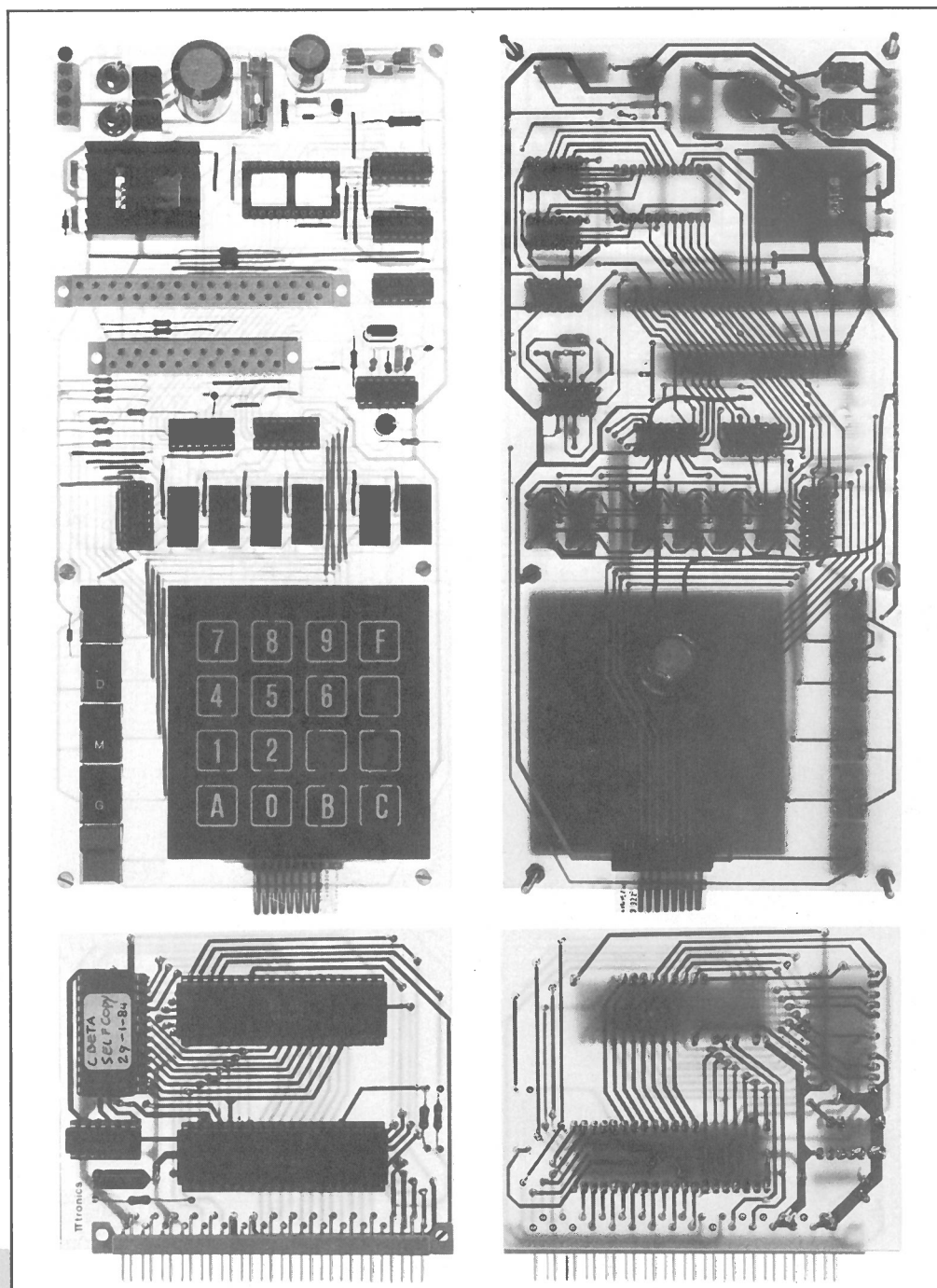
Lage deel programmateller, locatie volgend op breakpoint	000B
Accumulator	000C
Overflow/carry-vlaggen	000D
Register X	000E
Register Y	000F
Stackwijzer	0010
Richtingregister poort A	0011
Dataregister poort A	0012
Richtingregister poort B	0013
Dataregister poort B	0014

Bèta-computer deel 2

De bouw van de Bèta-computer is niet moeilijk, zelfs niet voor een beginnende solderaars. De lijst op pagina 47 geeft op drie na alle benodigde onderdelen. De uitzonderingen zijn de twee „prints” (gedrukte bedradingskaarten) waar de rest van de onderdelen aan wordt vastgesoldeerd en het programma Bèta-monitor, opgeslagen in een EPROM. De prints en de EPROM zijn te bestellen bij Pitronics, Graaf Florislaan 32 Vogelenzang, handelsregister Haarlem nr. 56717, bankrekening nr. 16.13.62.710 De prijzen: (A) terminalprint f 35,-, (B) controllerprint f 15,-, (C) Bèta-monitor f 37,50, (D) fotokopieën van de printlayouts f 2,50 inclusief verzendkosten binnen Nederland. De EPROM gaat vergezeld van een complete assembly-listing van de inhoud, met commentaar. Ervaren hobbyisten kunnen de prints gemakkelijk zelf etsen, vandaar de fotokopieën. Bestellen gaat door overmaken van de nodige guldens op rekening van Pitronics, met vermelding van adres, woonplaats en pakket ABC, CD of elke andere gewenste combinatie. Na ontvangst wordt zo spoedig mogelijk overgegaan tot verzending, maar reken op een week of twee. De prijzen zijn geldig tot eind 1984. Daarna eerst informeren.

Twee prototypes van de Bèta-computer werken al weer een paar maanden probleemloos. Toch blijft het mogelijk om de juiste onderdelen zorgvuldig en netjes aan elkaar te solderen, en ondanks alles te eindigen met een dood apparaat. Een ic kan al bij aanschaf defect zijn geweest, of (waarschijnlijker) een van de talrijke soldeerverbindingen ziet er op het oog goed uit maar maakt slecht contact. Voor de beginnende computer-enthousiast zijn zulke fouten heel moeilijk te vinden. Daarom verzorgt Pitronics eventueel de reparatie als de zaak onverhoopt niet mocht werken. Voorwaarde is dat alle ic's zoals aangegeven in voetjes zijn gemonteerd, dat de EPROM het programma Bèta-monitor bevat en dat aan de schema's (pag. 47) niets is veranderd. Van de onderdelen mogen equivalenten zijn gebruikt en in principe is een andere vormgeving van de prints geen bezwaar, al kan dat de reparatie duurder of onmogelijk maken. Als gebruik is gemaakt van bij Pitronics bestelde prints en de oorzaak van het defect is een etsfout in een ervan, dan is de reparatie uiteraard gratis. In andere gevallen wordt eerst een prijsopgave gedaan. Bèta-computers voor reparatie goed verpakt opzenden naar Pitronics.

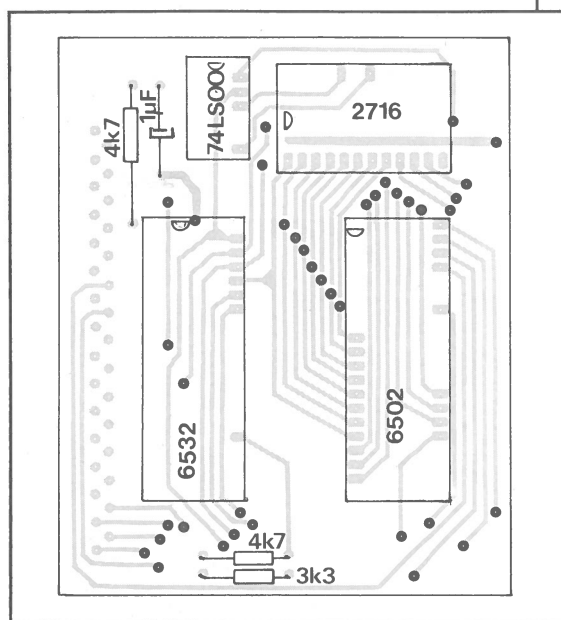
Het project vergt weinig gereedschap: een boormachine, een collectie scherpe boortjes, een figuurzaag of een ijzerzaag, een soldeerbout van 16 watt met een fijne tip, harskernsoldeer, een kleine zijknipper, een tangetje, een schroevendraaier en liefst een universeelmeter. De bouw van de terminal is het eenvoudigst. In de print moeten om te beginnen alle gaten worden geboord. 0,8mm voor de ic's en de meeste kleine onderdelen, 1mm voor uitzonderingen zoals de zekeringhouders en de connectors, 3mm



Boven: Links de bovenzijden van terminal en controller, rechts de onderzijden. Het programma in de EPROM („c-bèta selfcopy”) bevat een routine voor het maken van een kopie van zichzelf, handig bij gebruik van de geheugenmoduul. Deze routine wordt net als de moduul besproken in het laatste artikel.

voor de boutgaten en 6,5mm voor de schakelaars, als het afgebeelde type wordt gebruikt. Een nieuw boortje van 0,8mm zal na één print al aardig bot zijn. Na het boren kan het teveel aan printmateriaal langs de kaderlijnen worden afgezaagd, zodat overblijft wat op de foto's is te zien. Stap twee is

het plaatsen van de draadbruggen (geïsoleerd montage draad), gevolgd door eerst de kleine onderdelen en daarna de ic-voeten, de displays, de controletuizen, de connectors en de 5-volt-stabilisator en zijn koelvin. Bij elk display moeten aan de rechterzijde (de kant van de decimaalpunten) twee pootjes worden afgeknipt. De tekening laat zien welke. Let bij de elektrolytische condensatoren en de diodes op plus en min (aangegeven in de tekening op pag. 46) en bij de ic-voeten op voor- en achterkant. De voorkant is net als bij de ic's zelf meestal gemerkt met een halve-maanvormige uitsparing, zoals ook aangegeven in de tekening.



BOVENAANZICHTEN

1 ● 1	40 ○ RST	1 ● 1	40 ● A
RDY ● 2	39 ○ Ø2	A5 ● 2	39 ○ Ø2
Ø1 ○ 3	38 ○ S.O.	A4 ● 3	38 ○ CS1
IRQ ● 4	37 ○ Ø Ø	A3 ● 4	37 ○ CS2
N.C. ● 5	36 ○ N.C.	A2 ● 5	36 ○ RS
NMI ● 6	35 ○ N.C.	A1 ● 6	35 ○ R/W
sync ● 7	34 ● R/W	A0 ● 7	34 ○ RST
+5 ● 8	33 ● D Ø	PA0 ● 8	33 ● D Ø
A0 ● 9	32 ● D1	PA1 ● 9	32 ● D1
A1 ○ 10	31 ● D2	PA2 ● 10	31 ● D2
A2 ○ 11	30 ● D3	PA3 ● 11	30 ● D3
A3 ○ 12	29 ● D4	PA4 ● 12	29 ● D4
A4 ○ 13	28 ● D5	PA5 ● 13	28 ● D5
A5 ○ 14	27 ● D6	PA6 ● 14	27 ● D6
A6 ○ 15	26 ● D7	PA7 ● 15	26 ● D7
A7 ○ 16	25 ○ A15	PB7 ● 16	25 ○ IRQ
A8 ○ 17	24 ○ A14	PB6 ● 17	24 ○ PB Ø
A9 ○ 18	23 ○ A13	PB5 ● 18	23 ○ PB1
A10 ○ 19	22 ○ A12	PB4 ● 19	22 ○ PB2
A11 ○ 20	21 ● 1	+5 ● 20	21 ● PB3

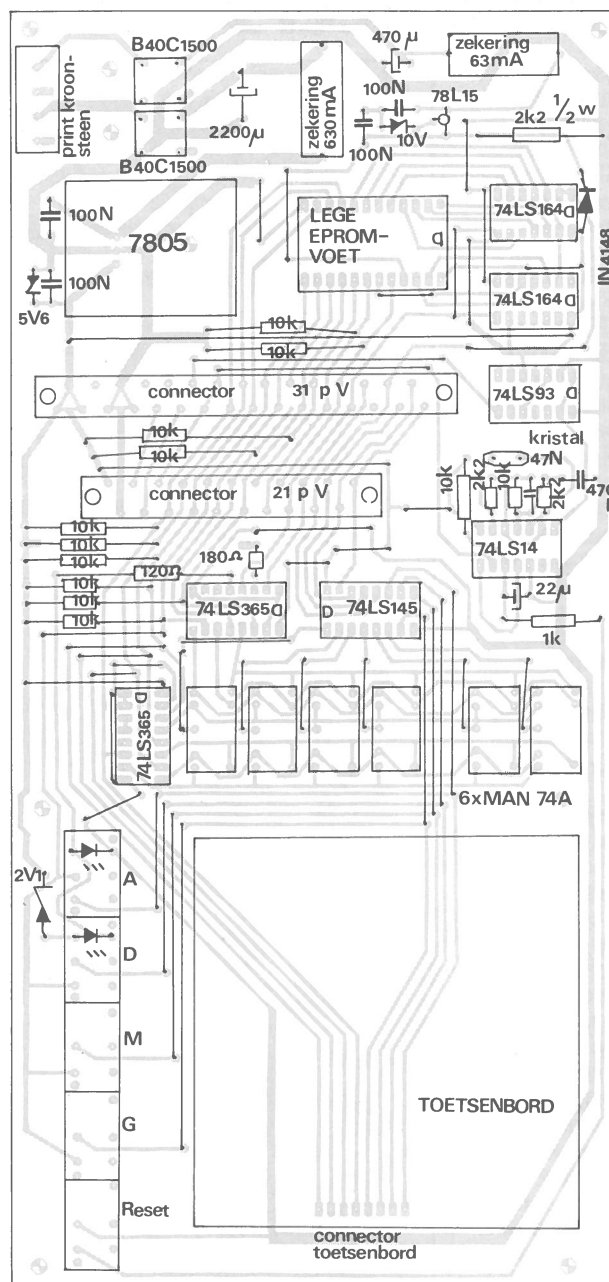
A7 ○ 1	24 ● +5	11 ● 1	14 ● +5
A6 ○ 2	23 ● A8	12 ● 2	13 ○ 15
A5 ○ 3	22 ● A9	01 ● 3	12 ○ 16
A4 ○ 4	21 ● VPP	13 ● 4	11 ○ 03
A3 ○ 5	20 ○ OE	14 ● 5	10 ● 17
A2 ○ 6	19 ● A1 Ø	02 ● 6	9 ● 18
A1 ○ 7	18 ○ CE	1 ● 7	8 ○ 04
A0 ● 8	17 ● D7		
D0 ● 9	16 ● D6		
D1 ○ 10	15 ● D5		
D2 ○ 11	14 ● D4		
1 ○ 12	13 ● D3		

détail bus
soldeervoet



De kapjes van de controletoeetsen worden los bijgeleverd. De witte letters erop zijn wrijfletters (niet beslist nodig maar wel zo netjes), die het beste kunnen worden geplakt vóór de kapjes op hun plaats worden geklikt. Wrijfletters zijn niet slijtvast. Ze moeten worden gefixeerd met een heldere lak, bijvoorbeeld Kontakt Plastic-Spray 70. Tot slot worden de schakelaars, het membraantoetsenbord, de poten (wij gebruiken kale boutjes m3 x 20) en het luidsprekertje gemonteerd. Het membraantoetsenbord is een Nederlands product (b.v. De Naamplaat) en werkt uitstekend, al is een „piep”

ter bevestiging van een toetsaanslag onmisbaar. Montage is heel simpel. Trek het beschermvel van de achterkant en wrijf het toetsenbord als een sticker op zijn plaats. Een connector wordt bijgeleverd; plak deze met twee-componentenlijm onder de print en soldeer hem daarna vast. De foto van de onderzijde laat zien waar. Ook het luidsprekertje is een kwestie van lijm. Iets moeilijker is de bouw van de controller. Ook hier worden eerst alle gaten geboord, *vanaf de onderzijde*. Niet alle aansluitpennen van de ic's steken namelijk door de print heen. In het schema links op pagina 46 zijn de pennen die dat wél doen gemerkt met een zwarte stip. De bus-soldeervoeten zijn speciaal voor het werken op dubbelzijdige print voorzien van pennen met een dik bovendeel en een dun onderdeel. Alleen het



Uiterst links: De controller-print van boven gezien. De doorverbindingen tussen boven- en onderzijde zijn getekend als zwarte stippen. Daaronder: Bovenanzichten van de ic's. Als een cirkeltje getekende pennen steken niet door de print heen. Links: De terminalprint. Rechts: de onderdelenlijst. De prijzen (per stuk) zijn zoals wij ze betaalden in de winkel. Tussen haakjes staan de laagste in advertenties gesignaleerde prijzen. Als EPROM-voet in het vulstation kan een bus-soldeervoet worden gebruikt; een gewone voet wordt vrij snel „uitgewoond”. Wie het vulstation veel denkt te gebruiken kan ook een echte testvoet monteren, met een hendeltje om de contactdruk te lossen bij plaatsen of verwijderen van een EPROM. Bij gebruik van een bus-soldeervoet is het plaatsen van een EPROM niet veel moeilijker, maar verwijderen vergt het voorzichtig hanteren van een schroevendraaier. Uiterst rechts: 1) het schema van toetsenbord, display en EPROM-vulstation; 2) en 3) het opwekken van de klok- en resetsignalen; 4) en 5) gelijkrichting en stabilisatie van de twee voedingsspanningen; 6) de controller. Poorten A en B, de 16 programmeerbare in/uit-lijnen van de 6532 bedienen onder controle van Bèta-monitor 6 displays, 20 toetsen, een luidsprekertje en 2 LEDs. Bovendien verzorgen ze de data-, adres- en controlesignalen naar de EPROM, of besturen ze in plaats daarvan via de 2e connector toepassings-elektronica. Hierover in het volgende artikel meer.

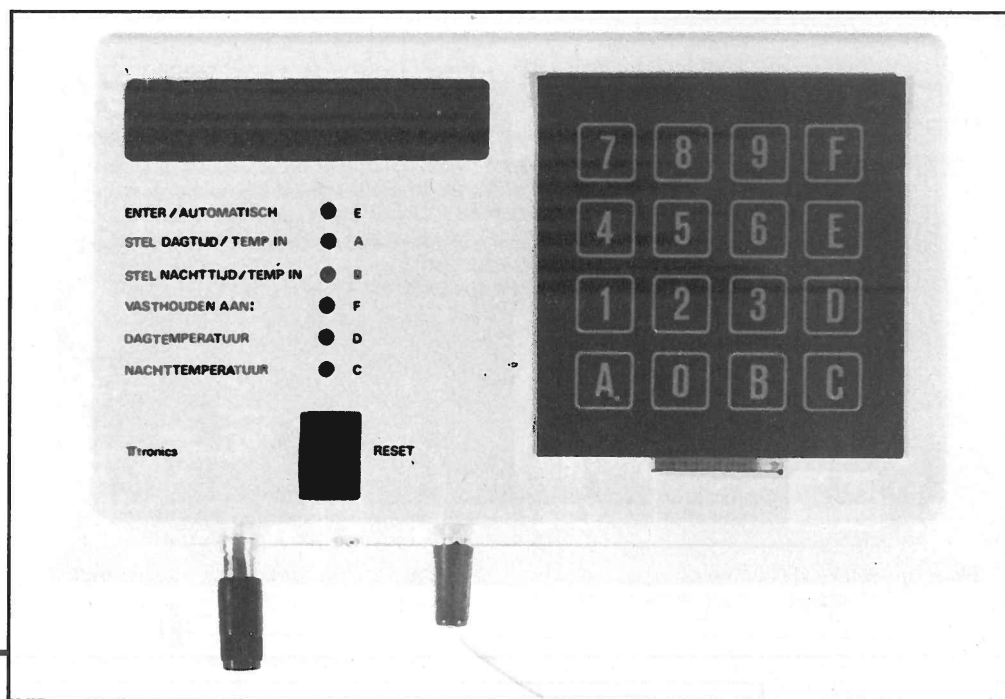
onderdeel steekt door de print heen en moet dus bij de met een cirkel gemerkte pennen worden afgeknipt. Nauwkeurig werken en goed naar de foto's en tekeningen kijken is hier geboden. De montage-volgorde die het gemakkelijkst werkt en de minste kans geeft op vergissingen is als volgt: eerst de drie weerstanden en de condensator, dan de doorverbindingen tussen boven- en onderzijde, aangegeven door zwarte stippen in de tekening op pagina 46 linksboven. Hiervoor zijn „trackpins” in de handel, maar met een stukje blank montagedraad gaat het ook. Na de doorverbindingen kunnen de bijge-

Bèta-computer deel 3

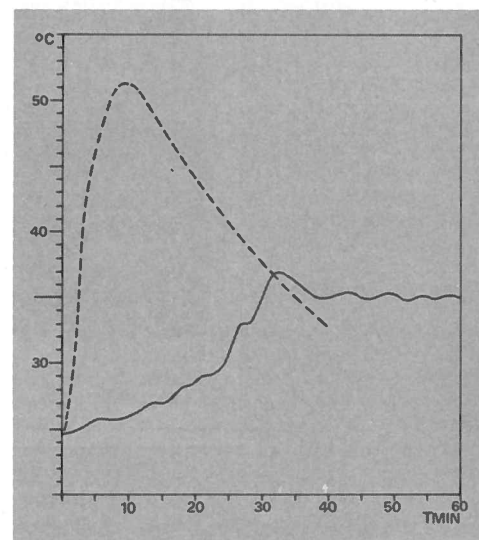
Om te beginnen een tegenvallend bericht uit de boekhandel: „Programmeren van de 6502” door Rodney Zaks is uitverkocht, zo meldde een lezer. Natuurlijk geldt dat niet voor de Engelse versie, maar om de vertaling ging het ons juist. Gelukkig is er een uitstekend alternatief: „Microcomputers van A tot Z” door M. B. Immerzeel, uitgegeven door De Muiderkring b.v. (ISBN 90 6082 182 3). De titel klinkt heel algemeen, maar toch is het boek opgebouwd rond de 6502 microprocessor en net als dat van Zaks gericht op de beginner. Alle programma-voorbeelden zijn voor de 6502 geschreven en passen op één na in de standaard Bèta-computer. Het boek behandelt uitvoerig de verschillende binaire rekencodes en de 6502-instructieset. In de laatste hoofdstukken wordt ter vergelijking nog een korte beschrijving gegeven van twee andere processors, de 6800 en de 8080. De prijs is ongeveer gelijk aan die van het uitverkochte boek. Verder ziet het er naar uit dat 1984 geen al te best chip-jaar wordt. De vraag overtreft hier en daar nogal het aanbod, zodat zelfs de heel gangbare ic's waaruit de Bèta-computer is opgebouwd niet altijd op voorraad zijn. Verschillende elektronica-waarenhuizen afbellen wil nog weleens helpen en geeft ook een beter inzicht in de prijsontwikkelingen. Adressen en telefoonnummers zijn te vinden op de advertentie-pagina's van elektronica-bladen zoals Elektuur en Radio Bulletin. Tot slot nog een tip voor computerbouwers op zoek naar geestverwanten. De KIM-gebruikersclub Nederland (Voorburgpad 10, 6843 EM Arnhem, tel. 085-816935) houdt zich bezig met alle machines waarin de 6502 en zijn familieleden worden toegepast. Er is veel kennis in huis en nieuwe leden zijn altijd welkom.

Over tot de orde van de dag: een toepassing van de Bèta-computer. Als voorbeeld hebben we gekozen een „slimme” klokthermostaat voor de centrale verwarming. Waarom? Ten eerste omdat CV een aardig en niet te ingewikkeld voorbeeld is van meet- en regeltechniek. Ten tweede omdat werken aan een klokthermostaat het voordeel heeft dat de huisgenoten kunnen zien waar je mee bezig bent. En het is een eerbaar doel; terugdringen van de stookkosten, comfortabeler maken van de woning. Dat klinkt beter dan het streven naar nog snellere „Space Invaders”, nietwaar?

De eerste stap bij het ontwerpen van elke computertoepassing is een verkenning van het probleem. Uitgaan van de computer is daarbij niet de beste methode. Zonder twijfel kan micro-elektronica de elektromechanische klokthermostaat vervangen. Maar het moet ook zin hebben. En dat is alleen zo als de nieuwe oplossing goedkoper is of aanmerkelijk beter werkt. Elektromechanische thermostaten zitten zo simpel in elkaar dat aan de prijskant waarschijnlijk geen winst valt te boeken. Voor zijn bestaansrecht zal een computerthermostaat dus beter moeten werken. Om te bepalen of dat kan, moeten we een duik nemen in de ver-



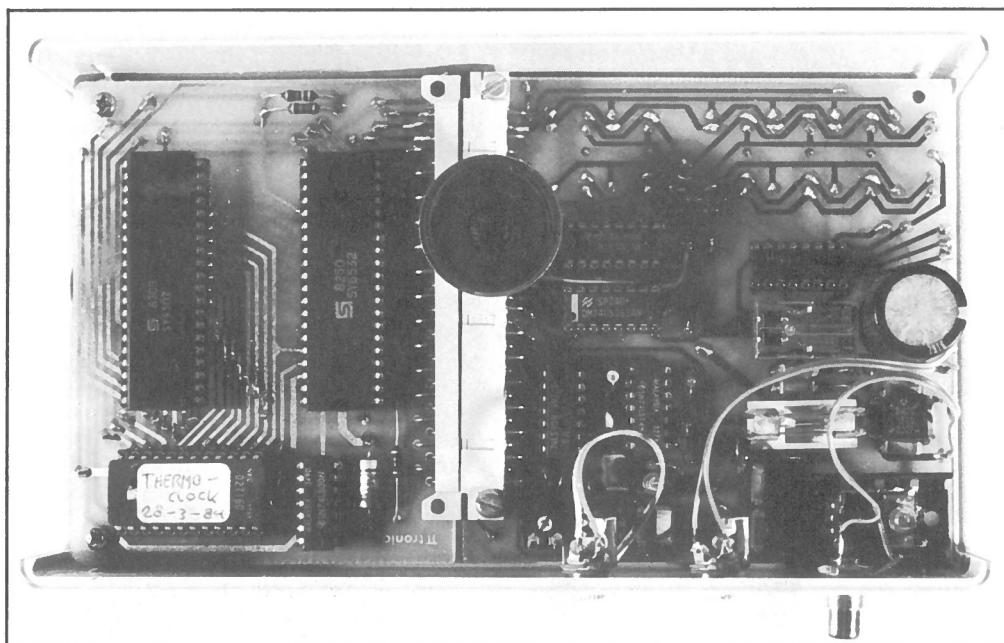
Boven: Wie de thermostaat (of de Bèta-computer plus uitbreiding) voorziet van ons programma krijgt te maken met de volgende gebruiksaanwijzing. Klok gelijkzetten: Toets de juiste tijd in. Bij aantikken van het eerste cijfer valt het temperatuursdisplay weg ter bevestiging. Herstel tikfouten door gewoon verder te toetsen tot de juiste tijd op het display staat. Na aantikken van de E-toets begint de klok te lopen met de interne secondenwijzer op nul. **Dagtijd/temperatuur instellen:** Toets A, gevolgd door de tijd waarop het apparaat moet overschakelen naar dagtemperatuur. Direct na het aantikken van A dooft het temperatuursdisplay ter bevestiging, net als de E-LED. De A-LED gaat aan. Toets E als de gewenste schakeltijd op het display staat; het tijdsdisplay valt weg, het temperatuursdisplay gaat aan. Tik de gewenste dagtemperatuur, gevolgd door een E. Alleen wijzigen van de temperatuur: toets A, toets E, toets temperatuur, toets E. Alleen wijzigen van de tijd: toets A, toets tijd, toets E, toets E. **Nachttijd/temperatuur instellen:** Via toets B, verder als dagtijd/temperatuur. **Uitschakelen dag/nacht-automaat:** Toets F. De E-LED dooft, de F-LED gaat aan. Kiezen tussen dag- en nachttemperatuur gaat door het aantikken van D of C. De temperatuur blijft op de gekozen waarde tot de volgende opdracht. Terug naar automaat: toets E. LED's D en C geven in beide gevallen aan welke temperatuur wordt nagestreefd. **Hiernaast: Metingen aan een „model”** (een afgesloten glas op een elektrische kookplaat, met daarin de temperatuursensor van de thermostaat). De gestippelde lijn laat zien hoe de temperatuur varieert als de verwarming wordt geschakeld alleen op basis van de temperatuur in het glas. De bedoeling is te stijgen van 25° naar 35°.



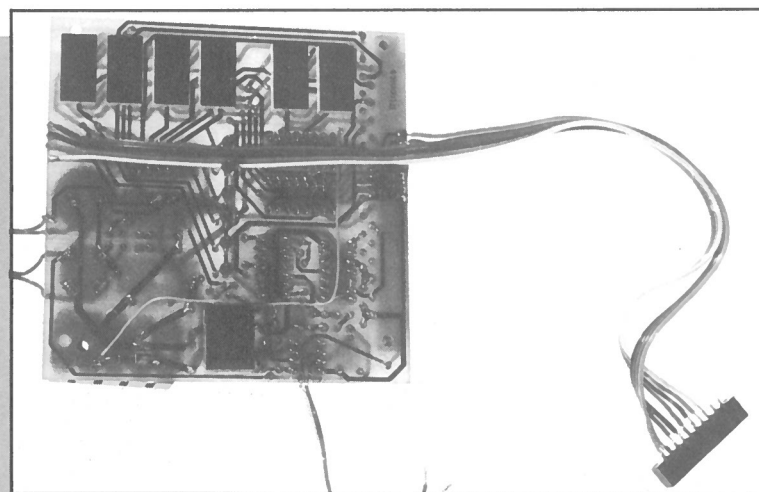
Door de grote traagheid van het systeem schiet de temperatuur na uitschakelen bij 35° nog ver door; de totale brandduur is 150 seconden. De ononderbroken lijn toont het gedrag van de „slimme” thermostaat. In totaal zes brandpulsen (de eerste vier van 10 sec., de laatste twee, omdat de stijging te langzaam ging van 20 sec.) verzorgen de gewenste stijging met minder „overshoot” en een lagere kookplaattemperatuur. Natuurlijk is een huis met CV geen glas op een kookplaat, maar de grafiek geeft toch een indruk van het principe.

warmingstechniek. Doel van een verwarming is het verstoken van brandstof om daardoor het huis te verwarmen. Een stabiele situatie ontstaat als het totale warmteverlies gelijk is aan de geproduceerde warmte. Het warmteverlies bestaat uit twee delen: de warmte die de woonkamers afstaan aan de buitenlucht (via muren, ramen en

door ventilatie) en de warmte die de installatie zelf verliest via de schoorsteen en eventueel door het ongewenst verhitten van het stookhok in plaats van de radiatoren. Vooral het eerste soort verlies is voornamelijk een kwestie van betere isolatie, maar een thermostaat die nauwkeurig regelt en bovendien de temperatuur aanpast aan de



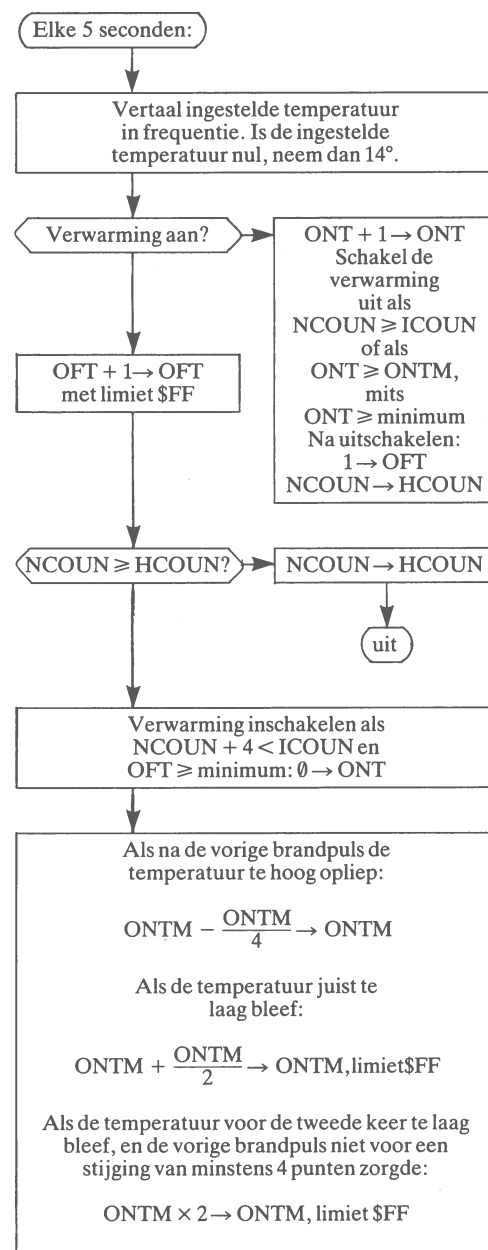
Boven: De thermostaat is ondergebracht in een standaardkastje (Vero nr. 65.2522, 188 x 110 x 60 mm). De bouw is een klus voor de enigszins gevorderde hobbyist. Echte beginners die ermee willen experimenteren kunnen het beste hun Bèta-computer uitbreiden met een thermometer en een 10 Hz-bron (zie tekst en deel 4). De drie plugjes onderaan zorgen voor verbinding met de voedingstransformator, de NTC en de CV-installatie. De laatste gebruikt dezelfde twee draden als de gewone thermostaat (het HB-relais verbindt ze om



de branders te starten; er is uitgegaan van 24-volts-installatie). Een stukje rood acrylglas verbetert de leesbaarheid van het display.

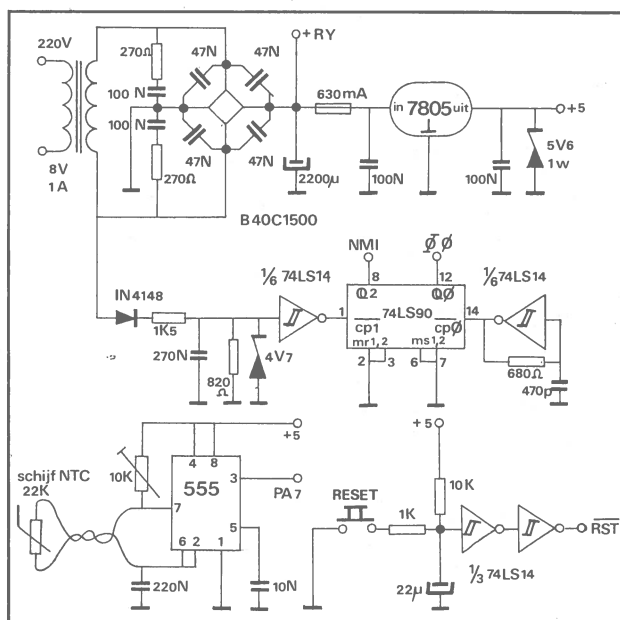
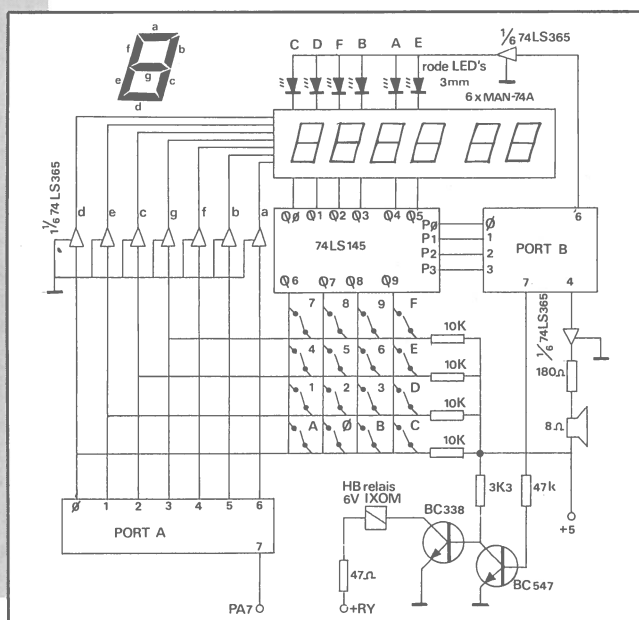
tijd van de dag kan zeker besparend werken. Dat heeft onder andere te maken met ons subjectieve temperatuurgevoel. Als een thermostaat de temperatuur in een ruimte merkbaar rond de ingestelde waarde laat slingeren, krijgen we het al gauw koud. Mensen zijn gevoeliger voor temperatuurvariaties dan voor absolute temperatuur, en vooral in de winter zijn we geneigd te kiezen voor warm. De reactie op een variërende temperatuur is dus vaak het hoger draaien van de thermostaat. De verkeerde combinatie van temperatuur en tijd werkt net zo; als we 's avonds de verwarming besparend hebben teruggedraaid en de volgende morgen opstaan in een steenkoud huis, is de eerste reactie de thermostaat wijd open draaien. Terwijl we 's morgens in feite minder behoefte hebben aan warmte dan 's avonds, want 's morgens zit er

nog beweging in en 's avonds zitten we stil. Gedraai aan de thermostaat verstoort de stabiliteit van het systeem, wat brandstof kost. De best denkbare verwarmingsregeling zou dus onze wensen voorkomen door de temperatuur volgens een van te voren bepaald schema aan te passen aan de tijd van de dag, en verder door de temperatuur zo constant mogelijk te houden. Dat alles natuurlijk bij een minimum aan stookkosten. In de meeste centraal verwarmde woonhuizen bestaat de installatie uit een stel branders, een ketel, een pomp en een netwerk van buizen en radiatoren. De keteltemperatuur wordt begrensd door de ketelthermostaat, de pomp draait in principe continu en de branders worden normaal gestuurd door de kamerthermostaat (de variant waarbij wordt uitgegaan van een constante keteltemperatuur en thermostaatkranen blijft



even buiten beschouwing). Nemen we aan dat de doelmatigheid van de ketel niet wordt beïnvloed door de vlamhoogte, dan zou in theorie de vlamhoogte aangepast kunnen worden aan het totale warmteverlies, zodat de temperatuur zowel in de ketel als daarbuiten constant blijft. De gebruikelijke systemen werken echter anders: de branders zijn aan of uit. Hoe hard de installatie moet werken is te zien aan de verhouding tussen aantijd en uittijd („duty cycle”). De traagheid van de grote thermische massa zorgt voor een „integrerend” effect, zodat de radiatoren ondanks het ja/nee-karakter van de branders een vrijwel constante temperatuur houden, als de thermostaat goed werkt. De traagheid van het hele systeem zorgt er namelijk ook voor dat de temperatuur na het inschakelen van de thermostaat nog even blijft dalen, en na het uitschakelen

Het stroomdiagram links beschrijft het laatste deel van het programma, waarin beslist wordt of de branders geschakeld moeten worden. De listing hieronder komt overeen met de onderste „box” van het stroomdiagram. De termen die eindigen op „coun” maken gebruik van de puls-frequentie zoals afgegeven door de thermometer. De vertaling naar graden en omgekeerd is alleen ten behoeve van het display. Op de gebruikte software-technieken wordt nader ingegaan in deel 4.



Illustraties Hilbert Bolland

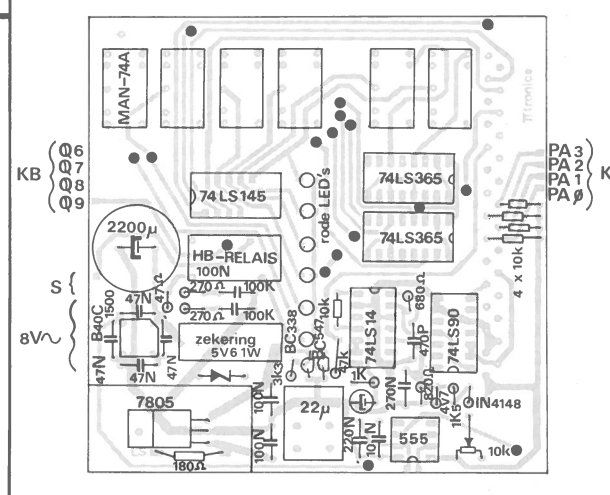
NCOUN - \$3B laatst gemeten temp.
 HCOUN - \$C hoogst gemeten temp.
 ICOUN - \$D ingestelde temp.
 STCOUN - \$E starttemp. brandpuls
 ONT - \$10 lengte brandpuls
 OFT - \$11 lengte brandpauze
 ONTM - \$12 max. lengte brandpuls
 USF - \$A "undershoot"-vlag

BETASTAAT

A50C LDA HCOUN hcoun < icoun?
 C50D CMP ICOUN spring dan naar
 9011 BCC USHOT label ushot
 A512 LDA ONTM
 4612 LSR ONTM ontm - ontm/4
 4612 LSR ONTM opslaan in ontm
 38 SEC
 E512 SBC ONTM
 8512 STA ONTM
 CLUSF A900 LDA#\$0 maak usf nul
 850A STA USF
 F02F BEQ OUTS geforceerde sprong
 18 CLC naar label outs
 A50C LDA HCOUN

STOTM

6904 ADC#\$4 hcoun + 4 ≥ icoun?
 C50D CMP ICOUN spring dan naar
 B0F1 BCS CLUSF label clusf
 A50A LDA USF
 D011 BNE USFSE usf niet nul?spring
 A512 LDA ONTM dan naar label usfse
 4612 LSR ONTM
 18 CLC
 6512 ADC ONTM opslaan in ontm
 9002 BCC STOTM is het resultaat
 A9FF LDA#\$FF > \$FF, maak ontm
 8512 STA ONTM dan \$FF
 D011 BNE OUTS nul en spring naar
 18 CLC label outs
 A50E LDA STCOUN
 6906 ADC#\$4 stcoun + 4 < ncoun?
 C53B CMP NCOUN spring dan naar
 9008 BCC OUTS label outs
 0612 ASL ONTM
 9004 BCC OUTS ontm x 2 opslaan in
 A9FF LDA#\$FF ontm; maak ontm \$FF
 8512 STA ONTM als het resultaat
 A53B LDA NCOUN groter is
 850E STA STCOUN
 60 RTS ncoun opslaan in
 stcoun



Boven: De schema's van de hardware en de positie van de onderdelen op de dubbelzijdige print. Gebruik bij voorkeur helderrode LED's. De luidsprekerweerstand kan eventueel worden verkleind tot 47 Ohm voor een groter „piep”-volume.

nog een tijdje blijft stijgen. De ontwerpers van de elektromechanische thermostaat realiseerden zich al dat de traagheid van huis en installatie gewoonlijk te groot is om het moment van uitschakelen door de kamertemperatuur alleen te laten bepalen. Ter vermindering van de slingerbeweging rond de ingestelde temperatuur bedachten zij de „versneller”, of het „instelbare warmte-anticipatie-element”, zoals de firma Honeywell het betitelt. Dit geheimzinnige apparaat is niets anders dan een kleine weerstand in serie met de thermostatschakelaar. Na het inschakelen gaat er een stroom door het weerstand, zodat het warm wordt. De thermometer zit vlak in de buurt en zal dus stijgen. Hierdoor schakelt de thermostaat uit als de branders een zekere tijd hun best hebben gedaan, ook als de ingestelde kamertemperatuur nog niet is bereikt. Een-

maal uitgeschakeld koelen weerstand en thermometer weer af, waarna een nieuwe brandpuls kan volgen. Zolang het gaat om het handhaven van één bepaalde temperatuur is deze regeling behoorlijk effectief - aangenomen dat de versneller correct is aangepast aan de thermische traagheid van huis en installatie. Maar de omschakeling van nacht- naar dagtemperatuur verloopt minder gunstig. Bovendien zou de boel in principe steeds als er iets aan het huis of aan het weer verandert opnieuw moeten worden afgesteld. Dat is niet praktisch en daarom verdient een thermostaat die zichzelf afregelt de voorkeur. Zo'n „slimme” thermostaat zou altijd een ideale brandpuls afleveren, niet te kort (om condensatie bij de branders tegen te gaan, en ook om te frequent schakelen te voorkomen; bij elke branderstart wordt immers een beetje gas

verspeeld) en niet langer dan strikt nodig is. Zo blijft de keteltemperatuur minimaal. Dat is gunstig, want de ketelverliezen nemen af met de temperatuur.

Technisch gezien is dat zelfregelen in ieder geval voorlopig voldoende aanleiding voor toepassing van een microprocessor. Die kan immers gemakkelijk zowel de klok- als de thermostaatfunctie voor zijn rekening nemen en wat belangrijker is: het karakter van het apparaat kan vrijwel volledig door software worden bepaald, wat in het experimentele stadium heel aantrekkelijk is. De schema's en foto's laten zien hoe de hardware is opgezet. Aan de controller van de Bètacomputer zijn een toetsenbord, een display, zes LED's en een thermometer toegevoegd. Verder wordt de 50Hz van het lichtnet door 5 gedeeld om de software-klok van een 10 Hz-tijdbasis te voorzien. Delen door



Met toestemming overgenomen uit Uniepost (Technische Unie)

5 is niet absoluut nodig – het kan ook in software – maar het vermindert de interrupt-frequentie en dat is altijd zinvol. Bovendien moest er toch al een deler-ic aan boord komen om het $\varnothing/\varnothing$ -signaal op te poetsen. De 24-uursklok draait hier dus niet op kristal-tijdbasis, maar wordt net als een gewone elektrische klok in de pas gehouden door de lichtnetfrequentie. Normaal gesproken wordt die centraal geregeld vanuit Zwitserland, dus dat moet goed zitten. In elk geval is de fout op een willekeurig lange termijn volgens de SEP (Samenwerkende Elektriciteits-Producenten) vrijwel nooit groter dan 1 minuut. Gebruik van de lichtnetfrequentie maakt afregeling van de klok overbodig; verder hoeft $\varnothing/\varnothing$ daardoor in deze toepassing niet kristal-stabiel te zijn. We hebben daarom geldbesparend gebruik gemaakt van een simpele RC-generator. Ook de thermometer is de eenvoud zelf. Vijf onderdelen is genoeg, en het temperatuurgevoelig element (een schijf-NTC van 22K, nominale temperatuur 25°C, B-waarde 4300, onderdeel nr. 51.41.22K in de catalogus van Display Elektronica) is daarvan met f 2,- het duurste. De werking is als volgt. Samen met de instelpotmeter, de condensator van 220n en de NTC vormt de 555 een oscillator waarvan de frequentie sterk temperatuur-afhankelijk is. Gebruikmakend van PA7 als „edge-detecting interrupt” telt de controller oscillatorpulsen. Elke seconde wordt het totaal vergeleken met het totaal van de vorige seconde. Zijn de twee totalen onelijk, dan vervangt hij nieuwe totaal het oude in een bepaalde register, verder gebeurt er niets. Zijn de twee totalen gelijk, dan wordt de bij het totaal behorende temperatuur opgezocht in een tabel en doorgegeven aan het display. De vergelijking van de twee seconde-totalen werkt als een filter, zodat korte stoorpulsen op het lichtnet de thermometerstand niet kunnen beïnvloeden. Ook wordt nerveus geflikker van het display (en voortijdig inschakelen

Boven: De „Dataterm Optimizer” is een door TNO ontwikkeld intelligente kamerthermostaat. Het apparaat streeft naar een optimale duur van de brandpuls en kiest bovendien de schakelmomenten tussen verschillende geprogrammeerde temperaturen zo, dat de nieuwe temperatuur wordt bereikt op de ingestelde tijd. (Bij gebruik van de geteste software gedraagt de Bèta-thermostaat zich wat dommer; op de ingestelde tijd wordt met omschakelen begonnen. Maar het is een interessante uitbreiding.) Een ander kenmerk is het enorme aantal in te voeren tijden en temperaturen: er zijn niet minder dan 42 schakelpunten mogelijk, ofwel 7 per dag in een programma verspreid over 7 dagen. Dat lijkt wat fors. Onze ervaring is dat in de meeste woonhuizen niet voldoende regelmatig wordt geleefd om profijt te trekken van zo'n gedetailleerd weekschema. Volgens TNO kan met de Optimizer 10 à 15 procent op de stookkosten worden bespaard, ten opzichte van een goed afgestelde gewone thermostaat. De besparing door nachtverlaging is hierbij niet inbegrepen.

van de branders) voorkomen als de thermometer op de rand tussen twee tabelwaarden balanceert. Een neveneffect is dat de thermometer na inschakelen een tijd lang nul graden blijft aanwijzen, tot het circuit voldoende is gestabiliseerd. Daarna vertoont het display in een keer de juiste temperatuur. Een probleem van dit soort schakelingen is natuurlijk ijking en nauwkeurigheid. De oscillatorfrequentie loopt van 48 Hz bij 0,5°C tot 253 Hz bij 40,5°C. In het onderste gebied varieert de frequentie 2 Hz per graad, oplopend tot 5 Hz bij 20° en 8 Hz bij 40°, het eind van het meetbereik. Bij kamertemperatuur wordt dus een temperatuurverschil kleiner dan 0,2° niet gesignaleerd, maar dat is in deze toepassing ook nergens voor nodig (de software van het prototype regelt de temperatuur binnen 3 à 4 frequentiepunten; grotere precisie betekent vaker dan gunstig schakelen van de brander). Wat de stabiliteit op lange termijn betreft, er is geen reden waarom die zou tegenvallen. In elk geval werkt het prototype sinds januari

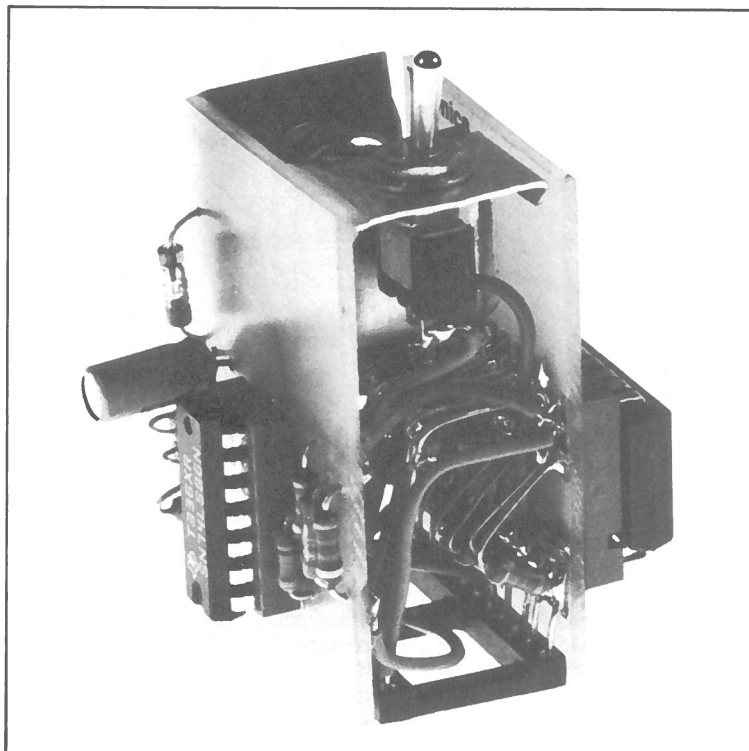
zonder verloop. Ondanks eenvoud en lage prijs is de thermometer dus prima op z'n taak berekend, als we hem tenminste behoorlijk kunnen ijken. Op dit probleem wordt in de volgende Bèta nader ingegaan. Een interessante eigenschap van de beschreven hardware is de „software-compatibiliteit” met de Bètacomputer. Toetsenbord en display zijn identiek (op de weggelaten controletasten na), zodat elk thermostaat-programma ook kan draaien op de Bètacomputer, mits die via de toepassingsconnector 10 Hz aan NMI krijgt toegevoerd, plus een thermometer-sigitaal aan PA7. Via een extra 74LS145 kunnen de zes LED's ook nog worden aangesloten, maar dat is niet eens nodig. Weglaten scheelt alleen bedieningsgemak. Experimenteren met de klokthermostaat is dus mogelijk door alleen de thermometer, de 10 Hz-bron en de relastrap te bouwen. Het voornaamste verschil is dan de voeding. De hier beschreven versie heeft wat filters meegekregen tegen pulsformige lichtnetstoringen. Wat de software betreft; het is natuurlijk mogelijk om uitgaande van eigen ideeën zelfstandig iets te ontwikkelen. De CV-installatie zal er niet gauw onder lijden, aangenomen dat de experimentele thermostaat net als het beschreven model de taak overneemt van een tweedraads kamerthermostaat, die een wisselspanning van 24 volt schakelt (we moeten de beginner afraden zich met hogere spanningen bezig te houden – sommige installaties werken met de netspanning, dus eerst meten – en bovendien kan het HB-relais in het schema geen 220 schakelen). Uitgaan van onze prototype-software is echter een stuk gemakkelijker. Het afgebeelde prototype (hardware en software) is intussen een paar maanden getest in het kantoor van Creative Music Productions BV te Aerdenhout (waarvoor dank). De bewoners stonden er aanvankelijk tegenover als sceptische proefkonijnen, maar overwegen nu het ding te kopen zoals het is. Ze houden vol dat de verwarming merkbaar minder hard hoeft te werken, hoewel dat in onze opinie niet is vast te stellen zonder een uitgebreide serie vergelijkende metingen (waarvoor nog geen tijd is geweest). Toch een bemoedigend resultaat. Een kopie van de programma-listing is op de in de vorige aflevering beschreven wijze te bestellen bij Pitronics als pakket E (f 7,50). Pakket F (27,50) is een EPROM met het programma als inhoud. Pakket G (17,50) is tenslotte de dubbelzijdige, ongeboorde printplaat (tekening pagina 45). Met nadruk zij opgemerkt dat de software zeer waarschijnlijk nog niet het onderste uit de kan haalt. Maar er is ruimte genoeg voor verdere ontwikkeling; het programma verbruikt iets meer dan de helft van de ROM en minder dan de helft van de RAM aan boord van de controller. Volgende maand wordt de bouw van de geheugenmodule beschreven, en gaan we in op het gebruik van de Bètacomputer voor ontwikkeling van toepassingen, met de klokthermostaat als voorbeeld.

Bèta-computer deel 4

Project Bèta-computer verloopt in bijna alle opzichten voorspoedig. Prototypes van hardware en software werken feilloos, en ook het zetduiveltje laat ons tot nu toe met rust. Eigenlijk gaat er maar één ding mis; de bestelling van printplaten en andere onderdelen. Daarom nog wat commentaar bij de in deel 2 vermelde bestelwijze. Veel lezers vergeten hun *adres* te vermelden (samen met de pakketletters onder „omschrijving” op het bankgiroformulier). Zonder adres is verzending niet mogelijk en moet Pitronics het geld dus terugstorten. Mensen die alleen een girorekening hebben kunnen bij gebrek aan een eigen bankkantoor het beste met het bedrag in contanten naar een vestiging van de Rabobank stappen (waar de Pitronics-rekening loopt) om daar de overschrijving te doen. De weg van postgiro naar bank geeft praktische problemen vanwege de beperkte plaats die een girokaart biedt aan alle mededelingen die in dat geval nodig zijn. Achteraf bezien had Pitronics beter speciaal voor dit doel een girorekening kunnen openen. Maar Pitronics is gewend aan samenwerking met kleine industriële partners; dit project is de eerste ervaring met postorders. Er is gewoon niet aan gedacht. Onze excuses voor eventueel ongemak. Verder nog een uitnodiging van de ook al in deel 3 vermelde KIM-gebruikersclub Nederland (tel. 085-816935). Alle „6502-kenners” kunnen zich op zaterdag 15 september '84 vervoegen in het speeltuingebouw Beeklust/Ossenkoppelerhoek, Jan Steenstraat 69 Almelo, tel. 05490-19443. Het gaat om een landelijke bijeenkomst van 9.30 tot 17.00 met als hoofdonderwerp een „koppelsessie”, waarbij men verschillende computers met elkaar wil verbinden voor centrale besturing. Er is ook een informeel gedeelte (markt). De toegangsprijs is f 10,- en consumpties zijn tegen vergoeding verkrijgbaar. Over tot de orde van de dag: uitbreiding van de Bèta-computer. In zijn basisuitvoering is onze machine een effectief en goedkoop middel voor een eerste intieme kennismaking met de microprocessor. Veel ruimte voor de ontwikkeling van praktische toepassingen is er echter niet aan boord. Het is mogelijk om een lege EPROM in het vulstation te plaatsen en daar direkt met de hand een experimenteel programma in te schrijven. Maar dat betekent veelvuldig wissen van de gebruikte EPROMS (waarover straks meer). Dat kost tijd en op den duur ook EPROMS. Het zou veel handiger zijn als de resterende ruimte in de monitor-EPROM op de controller als RAM kon worden benut, en als er bovendien een „kopiërmachine” bestond die geteste programma's in een handeling van de controller-RAM naar een EPROM in het vulstation zou verplaatsen. De afgebeelde moduul vervult al die wensen. Via het vulstation kan „blokverplaatsing” (volgende pagina's) er een kopie van de monitor inschrijven. Daarna neemt de moduul de plaats in van de monitor-EPROM, een schakelaar aan de zijkant van de controller wordt van „ROM”

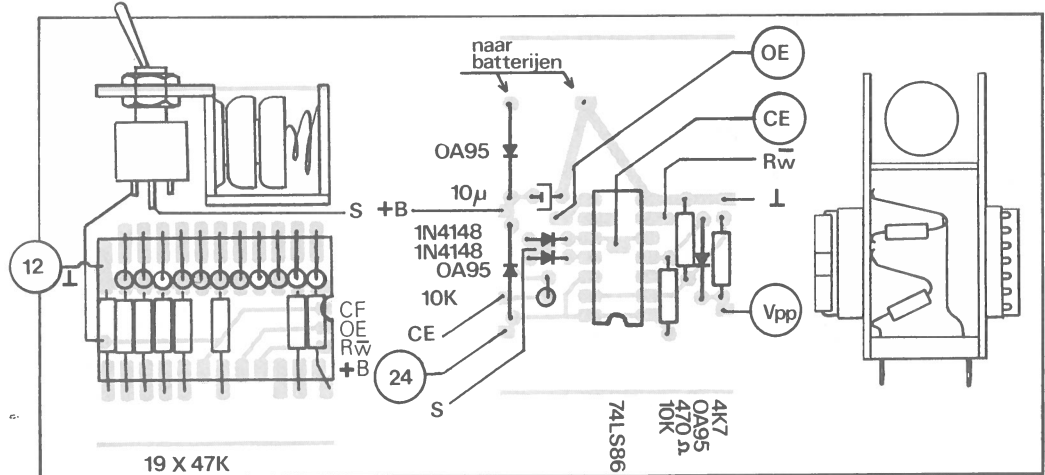
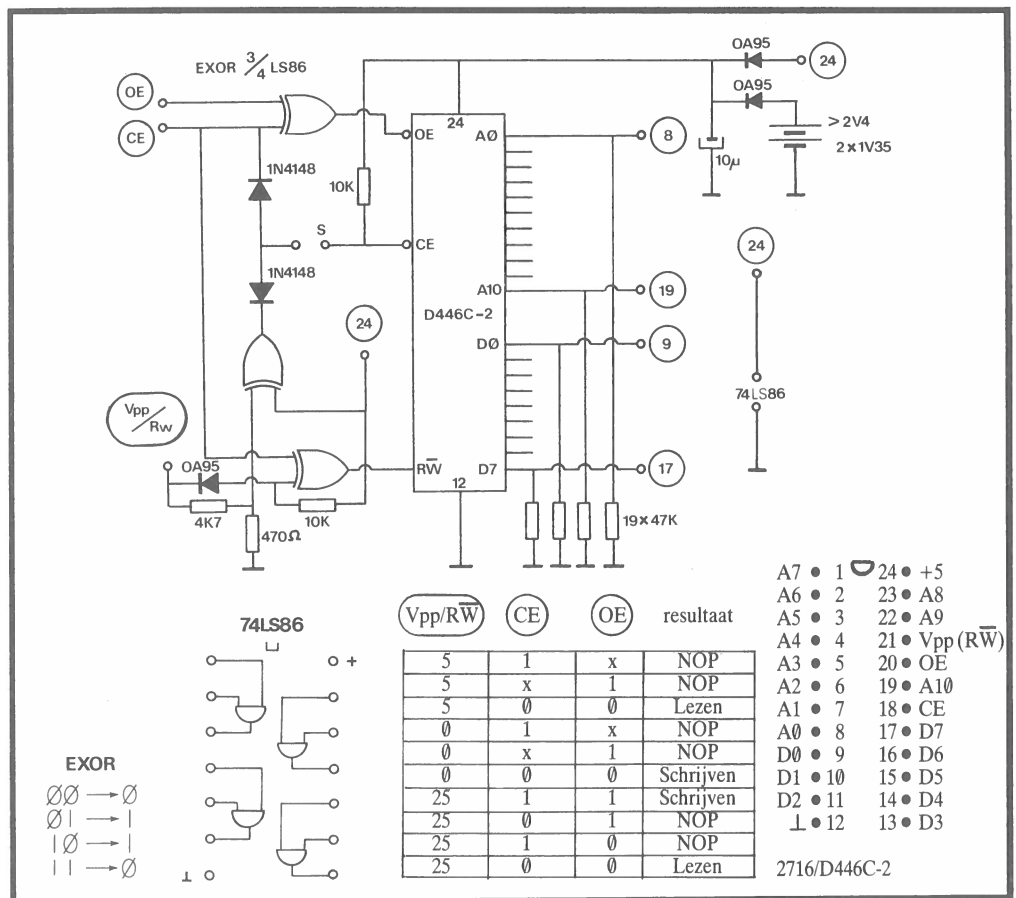
op „RAM” gezet en presto: alle geheugenruimte aan boord van de controller is plotseling RAM. Ideaal voor experimenten, nietwaar? Bovendien blijft alle informatie in de moduul behouden als de stroom wordt uitgeschakeld. Met de schakelaar van de moduul op „standby” worden de knooppellen in het ding belast met slechts 2 à 3 micro-ampère, wat een levensduur van enkele jaren betekent. De bouw van de moduul is niet zo heel erg moeilijk, zolang de juiste volgorde wordt aangehouden. Als basis kunnen twee enkelzijdige printjes dienen (pakket H, f 6,50). Dat is het makkelijkst, maar een opzet op geperforeerd board is ook heel goed mogelijk. Uitgaande van de prints begint de bouw met het boren van gaten (0,8 mm) voor de ic's en andere onderdelen, en het op maat zagen van de printjes. Zorg dat de kaderlijnen aan de zij-kanten geheel verdwijnen; eventueel bijvullen. Voor de 19 weerstanden van 47K worden *geen* gaten geboord. Operatie nummer twee is het vast solderen van de twee gewone ic-voeten en alle kleine onderdelen, behalve de weerstanden van 47K. Knip en vouw uit dun aluminium of blik (0,5 mm) een batterijvak en monteer de schakelaar in het uitstekende paneel. Zorg dat het vak niet te diep steekt; het mag na montage de soldeer-verbindingen op de prints niet raken. Het eigenlijke vakje moeten worden gevoerd met isolerend materiaal, bijvoorbeeld papier. Een stukje blik vormt het steunpunt aan de minzijde, een veertje (eventueel uit een penlite-batterijhouder) drukt tegen de pluskant van de knooppellen. Zie tekeningen voor correcte montage en verbindingen. Bevestig het vak met twee-componentenlijm aan de print met de kleine onderdelen. Leg

opzij om te drogen. Buig de 8 weerstanden van 47K op de onderste rij van het tweede printje in vorm, knip ze aan de bovenzijde op maat en soldeer ze op hun plaats. Gebruik weinig soldeer! Knip de draden aan de onderzijde af op circa 7 millimeter van de soldeerverbindingen. De einden dienen straks als pinnen voor contact met de bus-soldeervoet, waarvan de pootjes op hun beurt de pinnen van de moduul vormen. Buig de 11 weerstanden van de bovenste rij in vorm, knip ze op maat en soldeer ze op hun plaats. Pak de bussoldeervoet en druk de 8 uitstekende draden van de onderste weerstanden in hun contacten. De halve-maan-vormige uitsparing van de voet moet aan de kant van de batterijen zitten. Van een rol stug montage draad (kernddoorsnee 0,5 mm) worden vervolgens drie stukken van 5 cm en een stuk van 2,5 cm afgeknipt. Strip de uiteinden en steek het korte stuk in contact 24 van de bussoldeervoet. De andere drie worden verdeeld over contacten 18, 20 en 21 (de omcirkelde OE, CE en Vpp/RW). Maak daarna 11 stukjes montage draad op maat (circa 2,5 cm) voor de verbinding tussen de bovenste 47K-weerstanden en de andere zijde van de bussoldeervoet. Druk ze een voor een op hun plaats in de voet en soldeer ze vast aan hun weerstanden. Zorg dat de draden aan CE, OE en Vpp/RW in de voet op de juiste plaatsen (tegenover hun contactpunten op het andere printje) door het zo opgebouwde gordijn steken. Breng als laatste een iets langere draad aan tussen de contacten 12 van gewone voet en bussoldeervoet. De in de bussoldeervoet gestoken draden houden deze nu voldoende stevig op zijn plaats. Er hoeft verder geen lijn of soldeer aan te pas



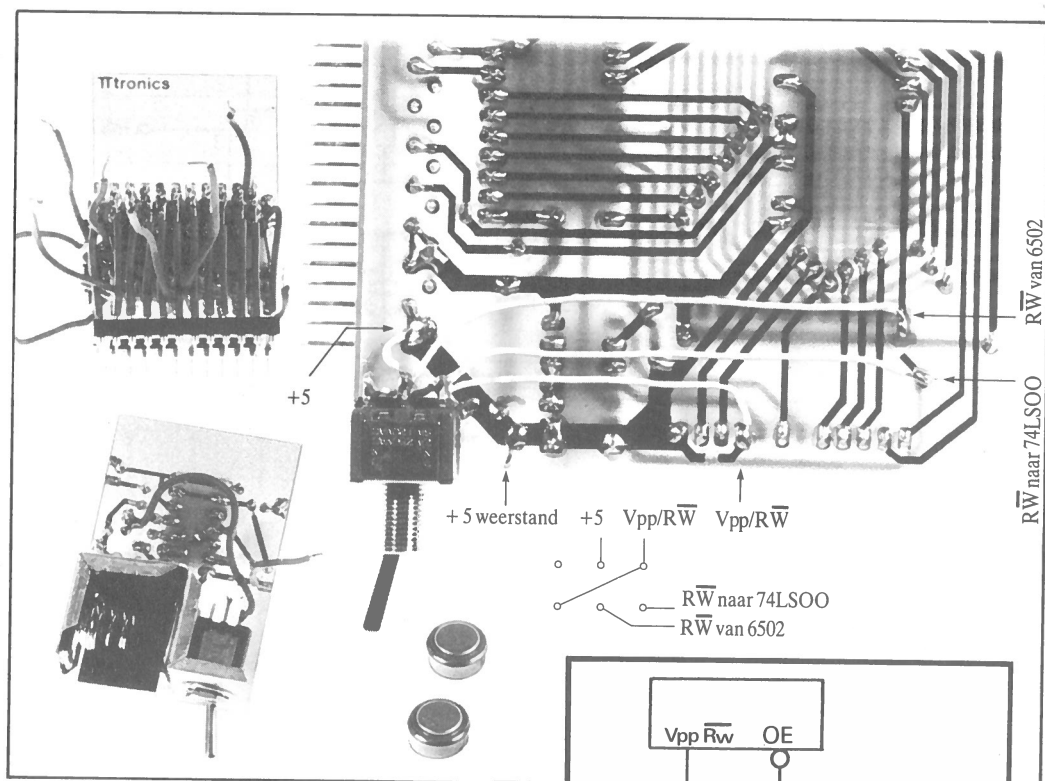
De moduul verandert het hele adresbereik op de controller in RAM – de monitor zelf kan dus ook in RAM draaien – en speelt voor gemakkelijk en onbeperkt wissbare EPROM. Twee knooppellen zorgen ook als de moduul los van de computer is opgeslagen voor behoud van aanwezige informatie gedurende enkele dagen.

te komen. Leg de verbinding tussen schakelaar en punt S op het tweede printje. Soldeer aan de andere schakelaarpoort een draadje van ongeveer 3 cm. Soldeer draden van respectievelijk 2,5 cm, 3 cm en 5 cm aan de punten CE, OE en RW. Soldeer de uit de bussoldeervoet stekende draden aan hun contacten, en werk de rest van de loshangende draden af. De kunst is daarbij het geheel netjes in elkaar te vouwen. Neem er de tijd voor. Resten nog de verbindingen tussen punt + B en contact 24 van de gewone DIL24-voet, en die tussen punt 1 en contact 12 van dezelfde voet. Met die laatste twee kunnen de printjes enigszins op hun plaats worden getrokken. Controleer alles grondig. Plaats dan eerst de ic's en daarna de batterijen. De schakelaar moet op standby staan (open). Alvorens het printje met de D446C-2 ook aan het batterijvak te lijmen, moet de moduul worden getest. Plaats hem voorzichtig in het vulstation (de bussoldeervoet zelf aandrukken). Denk om de juiste oriëntatie; de schakelaar moet zich links bevinden. Schakel eerst de 5 volt in, dan de moduul en tenslotte de 25 volt. Controleer met routine „burn” (deel 1) of de moduul zich laat lezen en schrijven. Lukt het niet, dan is dat waarschijnlijk te wijten aan bedradingsfouten of verkeerd om geplaatste ic's. Wie er niet uitkomt kan eventueel gebruik maken van de Pitronics-reparatieservice (zie deel 2). Werkt het wel, schakel dan de 25 volt uit gevolgd door moduul en 5 volt. Trek de controller uit de terminal en lijm een tuimelschakelaar (2 x om) tegen de onderkant, zoals aangegeven op de foto (pag. 45). Als de lijm droog is, kunnen de printbanen van Vpp aan +5 en RW aan 74LS00 worden onderbroken. Een paar millimeter wegsteken met een mesje gaat het snelst. Maak dan de verbindingen met de schakelaar, en plaats het weerstandje van 10 K. Als alles zit zoals op de foto staat de schakelaar op „ROM” als de tuimelaar naar beneden wijst. Dat is de aangewezen stand als de controller wordt bestuurd door een EPROM. Zowel ROM- als RAMstand zijn mogelijk als de moduul het werk doet. Bij schrijven naar de moduul moet de schakelaar uiteraard op RAM staan, maar de ROMstand is aanbevolen bij het testen van een programma, zodat „crashes” het programma niet kunnen wissen. Het bijschrift op pagina 44 geeft de gebruiksaanwijzing van het programma „blokverplaatsing”, waarmee elke gewenste combinatie van programma's en blokverplaatsing zelf in de moduul of in een EPROM gekopieerd kan worden. Hou er rekening mee dat blokverplaatsing gebruik maakt van bepaalde routines in de monitor. Wat het schema van de moduul betreft; prototypes zijn getest bij klokfrequenties tussen 300 kHz en 2 MHz. Met de aangegeven onderdelen zijn er geen problemen en is de bouw niet kritisch. Maar equivalenten van de D446C-2 blijken niet altijd bruikbaar. NEC is in Nederland echter goed vertegenwoordigd, zodat bestellen van precies dit ic geen onoverkomelijke



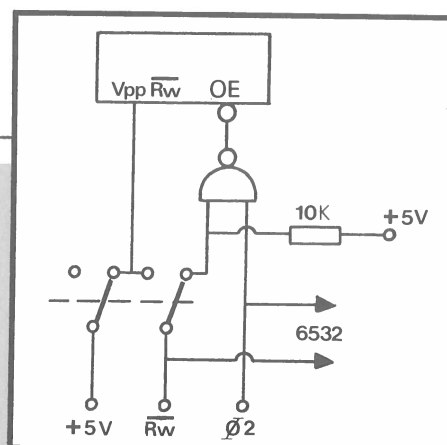
moeilijkheden mag geven. Informatie wordt door de moduul betrouwbaar vastgehouden, ook bij het in en uit voeten wippen, zolang de schakelaars maar in de juiste volgorde worden bediend. Druk niet op reset met de 25 volt ingeschakeld; daardoor kan in de moduul informatie worden gewijzigd. Zolang het gaat om de standaardcomputer plus moduul en/of EPROM is er maar één schakelaarstand die nadelige gevolgen heeft voor de hardware: 25 volt aan, 5 volt uit. Een EPROM in het vulstation kan daar niet tegen. Bij andere fouten wordt er hooguit per ongeluk een programma gewist. De moduul is wat dat betreft natuurlijk vluchtiger

dan een EPROM. Het wissen van de laatste is een kwestie van ultraviolet licht. Gewoon TL-licht doet het in een jaar of drie. Vandaar dat elke geprogrammeerde EPROM door Pitronics wordt voorzien van een plakertje op het venster. Bij afgedekt venster garanderen de meeste fabrikanten de informatie voor minstens 10 jaar; anderen gaan wat verder en geven een houddtijd op van 10.000 jaar. Een prima EPROM-wisser is te maken door een Philips TUV 6W ultravioletlamp (normale schroeffitting, voor een gulden of dertig te bestellen via een lampenwinkel) te monteren in een houten of kunststof kastje van circa 26 x 11 x 8 cm. Niet



Illustraties: John Derksen

Linksboven: Het schema van de moduul, plus waarheidstabellen en pinbezettingen. Daaronder het bedradingsschema en de opbouw. Boven: een voor de foto gesloopte moduul met zijn knooppellen, en een foto plus schema van de verbouwing aan de controller. Rechtsboven: De onderdelenlijst van de moduul. Als voorbeeld bij programma „blokverplaatsing” rechts nemen we het kopiëren van de monitor naar de moduul, met toevoeging van de kopieermachine zelf (die zich overal in het geheugen mag bevinden) op de plaats van de 24-uursklok. Plaats de moduul in het vulstation. Schakel de 5 volt in, daarna de moduul. Voer „blokverplaatsing” in, beginnend op adres \$0015 en eindigend op adres \$6C. Controleer op fouten. Voer op de adressen \$D tot en met \$12 achter-eenvolgens in 00, F8, 00, 00, 00, F8. \$F800 is het eerste adres van de monitor in zowel EPROM als moduul. \$0000 is het laatste adres + 1 van de karakter- en vectorkabel. Controleer op fouten. Toets adres \$15, schakel de 25 volt in en druk op de G-toets. Het display zal doven, de data-LED brandt continu en de adres-LED flakkert. Na ongeveer 105 seconden verschijnt „Beta 84” op het display. Schakel de 25 volt uit, druk op de G-toets en voer op de adressen \$D tot en met \$12 in 15, 00, 6D, 00, 7D, FB. \$0015 is het eerste adres van



blokverplaatsing, \$00D6D het laatste adres + 1; \$FB7D is het eerste adres in de moduul, aangenomen dat we de kopieermachine direct achter de monitor willen plaatsen. Het laatste adres zal dan vallen op \$FBD4, zodat een vrij geheugen van 1008 bytes overblijft. Toets weer adres \$15, schakel de 25 volt in en druk op de G-toets. „Beta 84” verschijnt nu aanmerkelijk sneller. Schakel de 25 volt uit, dan de moduul en tenslotte de 5 volt. Zet de moduul op de controller in plaats van de monitor-EPROM. Druk de resetknop in en hou hem ingedrukt terwijl eerst de 5 volt wordt ingeschakeld, gevolgd door de moduul. Laat reset los. „Beta 84” verschijnt op het display. De RAM/ROM-schakelaar kan van tevoren of met reset ingedrukt in elke gewenste stand worden gezet.

kleiner, anders wordt de boel te heet. Een halfrond gebogen stukje aluminium of blik kan dienst doen als reflector. De afstand tussen de lamp en de te wissen EPROMs (maximaal een stuk of drie) moet ongeveer 1 cm bedragen. Van essentieel belang zijn drie zaken. 1) KIJK NOOIT NAAR DE LAMP ALS DEZE BRANDT. Ook de huid mag niet te lang aan het licht worden blootgesteld. Het kastje moet dus lichtdicht zijn,

en de lamp moet liefst automatisch (micro-switch) worden uitgeschakeld als het kastje opengaat. 2) De pinnen van de EPROMs moeten tijdens het wisproces zijn kortgesloten. Een stuk geleidend schuimrubber, of beter nog een paar kortgesloten ic-voeten kunnen dat werk doen. 3) De wistijd. Om zeker te zijn van de houdbaarheid van nieuwe informatie moet die driemaal zo lang zijn als nodig is om het traagste bit net

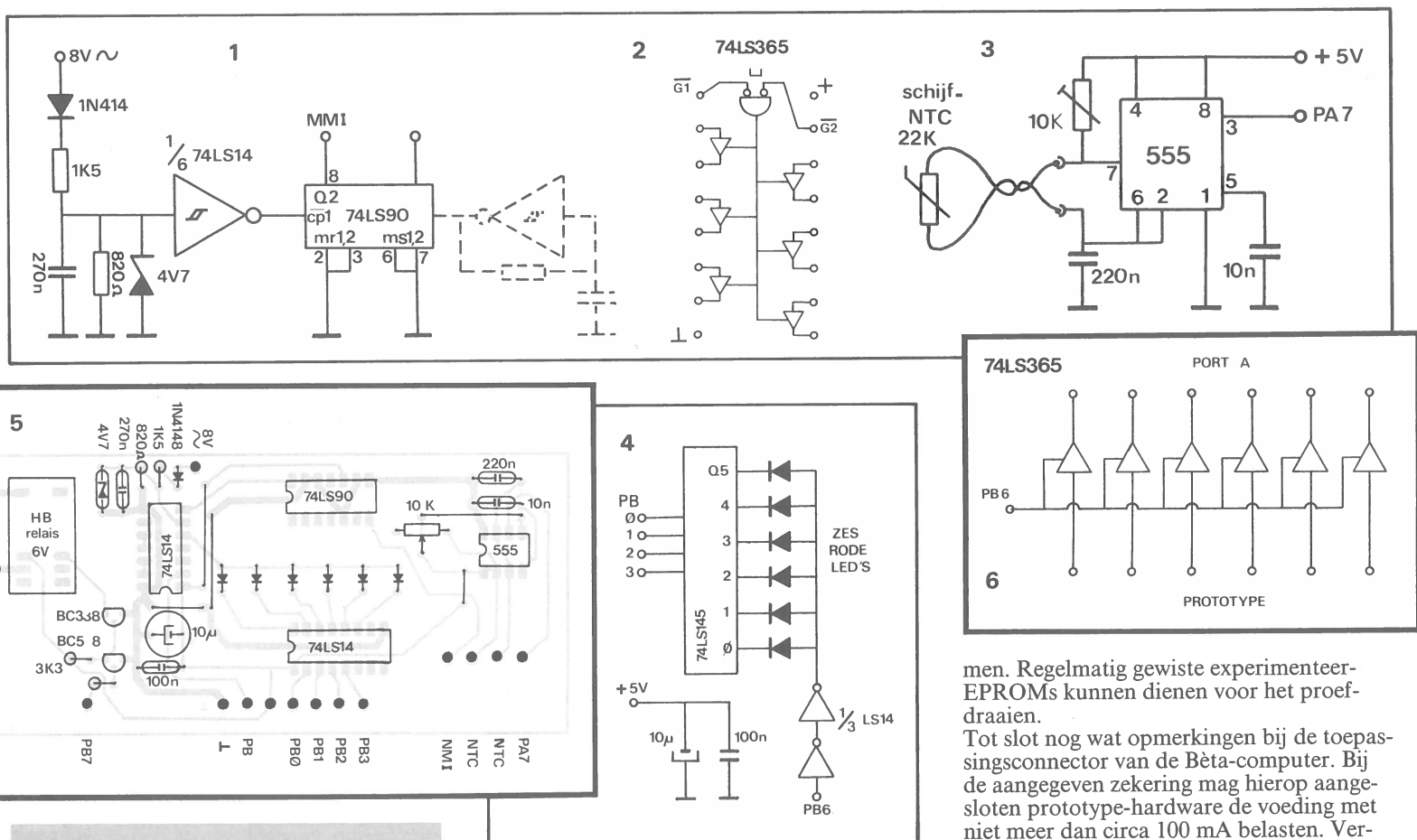
Onderdelenlijst moduul

NECD446C-2	f 35,00
74LS86	f 1,50
3x OA95	f 0,70
2x 1N4148	f 0,15
2x 10K 1/4W	f 0,10
19x 47K 1/4W	f 0,10
4K7 1/4W	f 0,10
470E 1/4W	f 0,10
IC-voet DIL-14	f 0,85
IC-voet DIL-24	f 1,60
IC-voet DIL-24 Cambion bus-soldeer	f 3,35
C&K tuimelschakelaar enkel-om miniatuur	f 2,95
10uF 16V radiaal	f 0,45
2x knoopcel (V675HP of iets dergelijks)	f 4,70

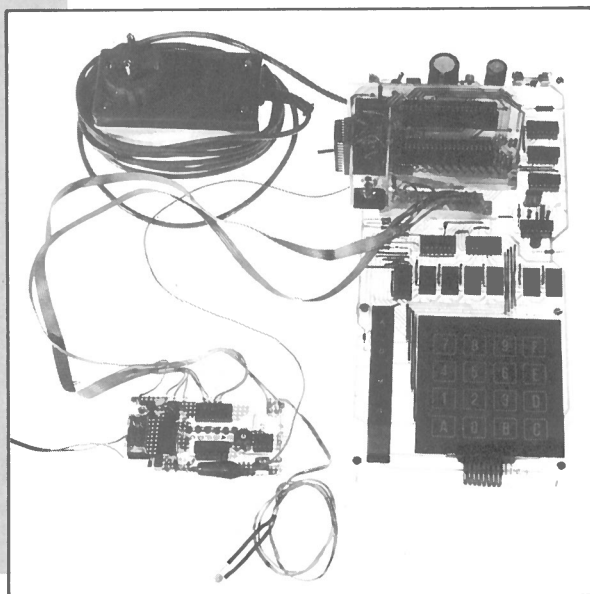
BLOK-VERPLAATSING

A511	LDA STRLO	kopie startadres
8502	STA ADLO	voor gebruik
A512	LDA STRHI	"shift"-routine
8503	STA ADHI	
NDAT A000	LDY #\$0	haal data uit
B10D	LDA (CADLO),Y	geheugen
8501	STA DATA	
2039FA	JSR SHIFT	adres in
A501	LDA DATA	schuifregister
8513	STA TEBU	data naar controle-
8580	STA DRA	register en poort A
A9FF	LDA #\$FF	poort A = output
8581	STA DDRA	
A9DF	LDA #\$DF	begin programmapuls
8582	STA DRB	
A932	LDA #\$32	vertragslus van
CTLP A206	LDX #\$C6	50 milliseconden
CNYT CA	DEX	voor correct
D0FD	BNE CNYT	programmeren van
38	SEC	EPROM type 2716
E901	SBC #\$1	
D0F6	BNE CTLP	
A97F	LDA #\$7F	einde programmapuls
8582	STA DRB	
207CFA	JSR REPRM	controleer of data
A501	LDA DATA	goed is aangekomen
C513	CMP TEBU	niet goed, dan "Err"
F003	BEQ NERR	op display, verder
4CFDFA	JMP \$FADF	in routine "READ"
NERR 2008F9	JSR INCAD	wel goed, verhoog
18	CLC	dan adrestellers
A50D	LDA CADLO	
6901	ADC #\$1	
850D	STA CADLO	
A50E	LDA CADHI	
6900	ADC #\$0	
850E	STA CADHI	
C510	CMP ENDHI	vergelijk met
D0B9	BNE NDAT	laatste adres + 1
A50D	LDA CADLO	en spring terug
C50F	CMP ENDLO	naar de monitor
D0B3	BNE NDAT	als de verplaatsing
4CBBF9	JMP BMON	is uitgevoerd

CADLO	= \$D	startadres in
CADHI	= \$E	controllergeheugen
ADLO	= \$2	
ADHI	= \$3	
ENDLO	= \$F	laatste adres + 1 in
ENDHI	= \$10	controllergeheugen
STRLO	= \$11	startadres in
STRHI	= \$12	EPROM/moduul
DRB	= \$82	
DRA	= \$80	
DDRA	= \$81	
DATA	= \$1	
SHIFT	= \$FA39	
TEBU	= \$13	
REPRM	= \$FA7C	
INCAD	= \$F908	
BMON	= \$F9BB	



1 en 3: Schema's voor klokpulsvorming en temperatuurmeting, samen voldoende om een Bëta-computer het klokthermostaat uit de vorige aflevering te laten nabootsen. Mooier werkt het als ook de zes rode LEDs worden toegevoegd (4). Schema 5 laat zien hoe het experimentele printje kan worden uitgevoerd. Het geheel wordt verbonden met de toepassingsconnector (pinbezetting zie aflevering 1) en de 8 à 9 volt wisselspanning waarmee de computer wordt gevoed. 2 en 6: Voorbeeld van een adresseerbare buffer. Als G1 en G2 samen zijn verbonden met PB6 houdt de monitor de buffers gesloten, maar kan poort A door een toepassingsprogramma worden verbonden met externe hardware (hier om informatie te lezen; de buffers kunnen natuurlijk ook worden omgedraaid). De beloofde ijking van de thermometer is wegens plaatsgebrek verschoven naar de software-lis-ting (pakket E, f 7,50).

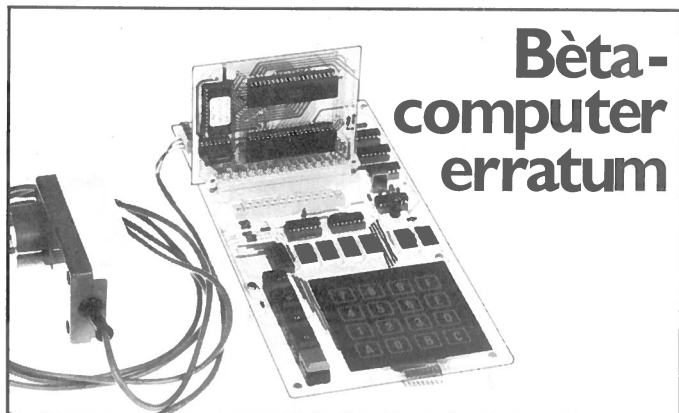


„1” te maken. IJken is niet zo moeilijk. Neem een EPROM, laat de Bëta-computer alle bits op nul zetten en begin met wissen. Controleer met intervallen van 10 minuten of het ding leeg is (routine FF?) en neem als wistijd anderhalf maal het drievoudige. Een complicatie is dat elk fabrikaat EPROM weer zijn eigen wistijd heeft; in feite heeft elke individuele EPROM zo zijn eigen

ideeën. Zonder „slimme” EPROMwiser (het artikel „Bytegum” in Elektuur april 1984 is hieraan gewijd) zijn verrassingen dus nooit helemaal uitgesloten, ook al door- dat de intensiteit van een UV-lamp afneemt met de levensduur. Een economische oplossing is om voor een programma dat getest is en betrouwbaar moet worden opgeslagen gewoon een splinternieuwe EPROM te ne-

men. Regelmatig gewiste experimenteer-EPROMs kunnen dienen voor het proefdraaien.

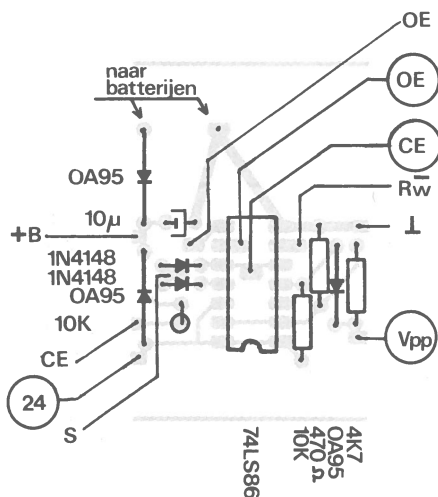
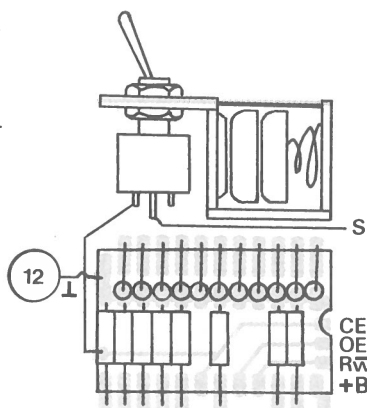
Tot slot nog wat opmerkingen bij de toepassingsconnector van de Bëta-computer. Bij de aangegeven zekering mag hierop aangesloten prototype-hardware de voeding met niet meer dan circa 100 mA belasten. Verzwaring van de zekering is niet echt aan te raden. Moet er dus veel aanhangen, dan is een extra voeding nodig; verbindt de +5 daarvan niet door met die van de Bëta-computer. Voor ont koppeling van de voedingslijnen op de print van het prototype zijn twee condensatoren van 10 uF en 100N meestal voldoende. Een tweede punt is de mogelijkheid van busconflicten. Poorten A en B worden ook gebruikt voor toetsenbord en display. Zoals het vulstation laat zien kan dat best samengaan met meer taken, maar situaties waarin een toetsenbordlijn van de 74LS145 „0” is terwijl poort A als output is geschakeld dient men te vermijden (de 145 is opencollector, dus een „1” doet er niet toe). Aanraken van een toets kan dan immers een soort kortsluiting geven. Schade wordt niet gauw veroorzaakt, maar de signalen van poort A worden er wél onleesbaar door. Een ander probleem is het beperkte aantal poortlijnen. Vaak is dat op te lossen door de beschikbare tijd handig te verdelen en door gebruik te maken van adresseerbare buffers (schema 6 op deze pagina). Via een DIL-steker in de vulstationvoet zijn bijvoorbeeld gemakkelijk 11 buffergroepen (A0 t/m A10) aan te sturen, en nog veel meer als een adresdecoder wordt tussenge-schakeld. Overigens vergen de meeste kleine experimenten maar weinig poortlijnen, zoals het klokthermostaat laat zien. Wie in verband met de Bëta-computer specifieke vragen heeft, kan schrijven naar Bëta.



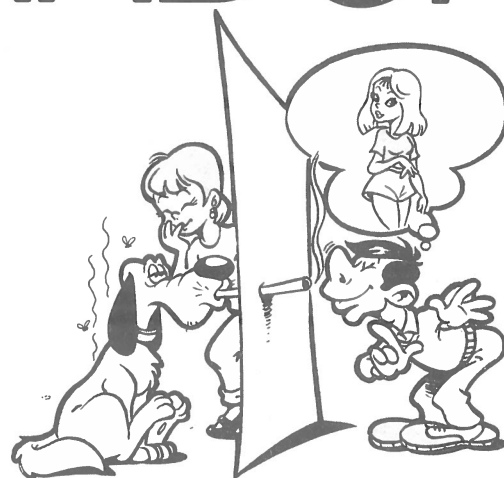
Bèta-computer erratum

Tot het laatste artikel over Bèta's elektronische projecten is het goed gegaan. Jammer genoeg niet tot en met. Een attente lezer wees ons op fouten die zijn geslopen in twee tekeningen op pagina 44 van Bèta augustus. De gecorrigeerde plaatjes zijn hieronder afgebeeld. Het gaat om de positie van een van de 19 weerstanden van 47K (die per vergissing was aangesloten tussen de en +B) en om de aansluitingen van OE en OE omcirkeld in de andere tekening. Bovendien stond bij een aansluiting onder de misplaatste weerstand CF in plaats van CE. Excuses voor de eventueel gestichte verwarring. Dan nog een mededeling van de KIM-gebruikersclub Nederland: Het secretariaat van de club is bezig van adres te veranderen. Voor informatie over lidmaatschap en dergelijke kan men voorlopig terecht bij de redactie van het club-blad „De 6502 Kenner” p/a Willem L. van Pelt, Jacob Jordaensstraat 15,

2923 CK Krimpen aan de IJssel, na zeven uur 's avonds telefonisch te bereiken op 01807-19881. Tot slot – letterlijk – Pitronics stopt eind deze maand (oktober) met de levering van onderdelen voor de Bèta-computer en daarmee samenhangende projecten. Wie nog wat wil bestellen moet dus haast maken. De reparatie-service voor degenen die problemen hebben bij de bouw blijft doorlopen tot voorjaar 1985.



Snuif!



Neuzen blijven populair in de wetenschap. Stelt u zich het volgende tafereel voor. In een groot, goed geventileerd vertrek staat een scherm opgesteld. Aan de ene kant van dit scherm bevinden zich 19 vrouwelijke en 14 mannelijke studenten, die vijf dagen hun tanden niet hebben gepoetst. Aan de andere kant wachten, de neuzen gespitst, vijf mannen en vijf vrouwen: de jury. Op een teken van de wetenschappelijke onderzoeker blazen de proefpersonen via een buisje in het scherm hun onfrisse adem in het gezicht van de juryleden. Deze moeten nu bepalen of de geur afkomstig is van een man of een vrouw. Uitkomst: de juryleden scoorden 95 procent goed. Vrouwelijke juryleden herkenden beter mannelijke adem en mannelijke juryleden waren iets beter in het herkennen van vrouwelijke adem. Voorts was de jury het erover eens dat vrouwen lekkerder ruiken dan mannen. (Bron: Omni mei 1983)

Het staat niet in de sterren

Het eerste dat veel mensen in een tijdschrift opzoeken is hun horoscoop voor de komende week of maand. Niet dat ze hun leven er naar inrichten, maar het is toch spannend om te lezen dat de komende dagen gunstig zijn voor de liefde. Astronomen vinden het maar onzin. Ze hebben dat ook meermalen aangetoond. Zo ook de Fransman Michel Gauquelin. Hij bood per advertentie gratis een persoonlijke horoscoop aan. De 150 mensen die reageerden stuurde hij allemaal dezelfde horoscoop en vroeg of ze hem wilden laten weten of hij klopte. Ongeveer 94 procent antwoordde dat zij zich zelf goed in de horoscoop herkenden.

Het was de horoscoop van de massamoordenaar dr. Marcel Petiot. (Bron: Science 84, juni)

Riant uitzicht

Van sommige wetenschappelijke onderzoeken kan men zich afvragen waarom er zoveel tijd en energie aan wordt besteed. Het resultaat van veel rekenwerk, statistieken en tabellen kan elke leek soms op zijn klompen aanvoelen. Dat varkens liever op stro liggen dan op een kale betonnen vloer ligt voor de hand, maar het is toch nog eens wetenschappelijke bewezen. Een onderzoeker van de universiteit van Delaware (V. S.) is er na langdurige studie achter gekomen dat een ziekenhuispatiënt in een kamer met uitzicht op een landschap met veel groen sneller geneest dan een arme drommel die de hele dag tegen een blinde muur op moet kijken. En een onderzoekteam van de universiteit van Ohio (V. S.) heeft uitgevonden dat trimmen mét een walkman langer is vol te houden dan trimmen zonder opwekkende muziek.

(Bron: Science 27 april 1984)