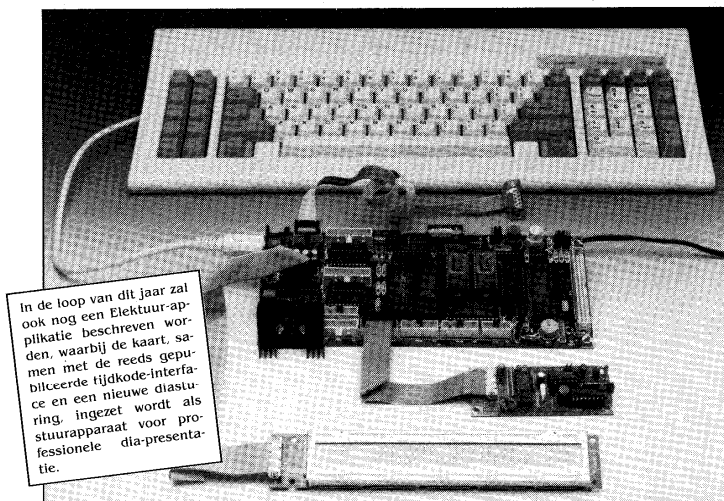


Universele Z80-kaart

Dé Z80-kaart voor de negentiger jaren



Ondanks de niet te stuiten opmars van de microcontrollers, weten we dat we veel Elektuur-lezers een plezier doen met een op de Z80 gebaseerde processorkaart. Zeker wanneer deze gekombineerd wordt met een aantal moderne technieken zoals een liquid crystal display en een infrarood-ontvanger. Verder wordt deze kaart door een zodanige software ondersteund dat de gebruiker zich nauwelijks hoeft bezig te houden met het programmeren c.q. het uitzoeken van de werking van de verschillende I/O-komponenten. Hij kan direct met zijn eigen applicatie aan de slag gaan.

Stelsel omschrijving

Bij de ontwikkeling van deze Z80-kaart is geprobeerd zoveel mogelijk opties te realiseren zonder afbreuk te doen aan het universele karakter. Enerzijds is getracht een solide basis te leggen in de vorm van een aantal specifieke Z80-komponenten, anderzijds zijn er I/O-opties gerealiseerd die voorzien in die zaken waar men bij andere kaarten de soldeerbot moet pakken en deze zelf moet realiseren, om over de hiervoor te schrijven software nog

maar te zwijgen. In de door ons ontwikkelde soft- en hardware is daarbij zoveel mogelijk gezorgd dat niet gebruikte functies geen invloed hebben c.q. omschreven kunnen worden. Wat te denken bijvoorbeeld van een PC/XT-toetsenbord dat naar keuze aangesloten kan worden om als bedieningsorgaan te fungeren.

Blokschema

Zoals te verwachten hoort bij een dergelijke opzet een behoorlijke hoeveelheid elektronica. Opdat

niemand nu al de draad verliest, kijken we eerst naar het blokschema in figuur 1 om een globale indruk van de opzet te krijgen.

Een eerste blik op het blokschema leert ons dat naast de Z80-CPU, twee Z80-PIO's en een Z80-CTC gebruikt zijn. Samen met het geheugen vormen zij het hart van de Z80-kaart. Behalve deze componenten is er natuurlijk een I/O- en een geheugen-adresdekodering nodig. Bij de geheugen-adressering is het ook nog mogelijk om te bankswitchen, zodat tot 128 Kbyte geadresseerd kan worden.

We zien verder dat de kaart rijkelijk voorzien is van I/O. Er is een RS232-, een printer- en een display-aansluiting aanwezig. Om informatie terug te krijgen van de Z80-kaart moeten er natuurlijk ook opdrachten gegeven kunnen worden. Dat kan via de RS232-aansluiting, of in een meer directe vorm via een PC/XT-toetsenbord of een IR-afstandbediening.

Behalve digitale interfaces is er ook een analoge interface in de vorm van een 8-bits AD/DA.

Voor diegene waarvoor de kaart wat I/O betreft nog te beperkt is, zijn de twee universele bussen bedoeld waarop de databus gebufferd naar buiten geleid wordt, samen met een select-sigitaal en twee adreslijnen. Hierop kan iedere I/O-komponent aangesloten worden die niet meer dan vier adressen in het I/O-bereik nodig heeft. Voorbeelden hiervan zijn de relais-kaart uit het novembernummer '91 en de optokaart voor de universele bus, die in een van de komende Elektuur-nummers gepubliceerd zal worden.

De kaart is verder nog voorzien van een watchdog die als taak heeft om bij een eventuele spanningsfout de lopende zaken op te slaan (met behulp van een non-maskable interrupt-NMI) of bij het vastlopen van de kaart deze via een reset te reïncialiseren. De watchdog verzorgt ook het omschakelen van de batterij naar de voeding opdat er geen data verloren gaat.

Dat was het blokschema in vogelvlucht. We zullen nu iets dieper op een aantal onderdelen ingaan.

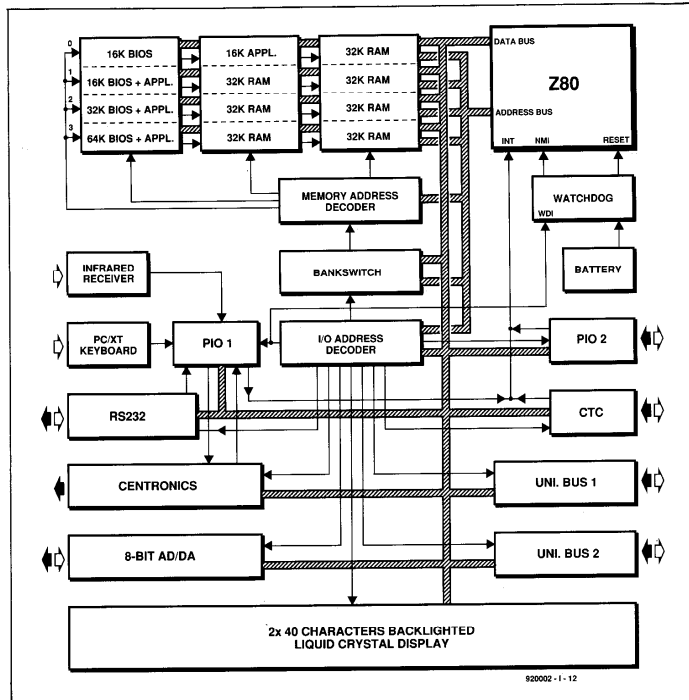
De geheugenindeling

Om een Z80 te laten werken, moet er geheugen aanwezig zijn in de vorm van EPROM- en RAM-geheugen. Zoals in het blokschema te zien is, zijn vier geheugen-konfi-

guraties mogelijk. De basisopzet van de kaart (konfiguratie 0) is zodanig dat er twee EPROM's van 16 Kbyte en een RAM van 32 Kbyte in het systeem aanwezig zijn. Een EPROM is bedoeld voor de gebruikersafhankelijke applicatie en de tweede bevat de BIOS voor de Z80-kaart. De basissoftware biedt de mogelijkheid om een, in de eerste EPROM aanwezig, gebruikersprogramma automatisch op te starten. In de andere geheugen-konfiguraties kan de BIOS gekombineerd worden met gebruikerssoftware in een 27128, 27256 of 27512 met parallel daaraan tot 64 Kbyte RAM. Meer informatie over de exacte geheugenindeling en de bijbehorende adressen per configuratiekeuze kan in figuur 2a en 2b gevonden worden.

De Z80-BIOS

BIOS staat voor Binary Input Output System en is een programmastructuur die in veel computers gebruikt wordt om upgrades van de basis-software en of hardware mogelijk te maken zonder dat daarvoor eerder geschreven software herschreven moet worden. De BIOS is een lijst van startadressen die voor iedere versie dezelfde zijn. Door nu zo'n startadres aan te roepen, kan men te allen tijde een specifieke functie van de kaart aanroepen. Op dit startadres staat namelijk een jump naar het werkelijke beginadres van de benodigde subroutine. Bij een update verandert dan alleen deze jumplist; de uitvoering van eigen applicaties blijft echter hetzelfde. Om dit te verwezenlijken moet de BIOS-gebruiker een aantal zaken weten:



Figuur 1. Dit blokschema geeft duidelijk de indeling van de Z80-kaart weer. Naast de Z80-CPU bevat deze twee Z80-PIO's en een Z80-CTC. Samen met het geheugen vormen zij het hart van de Z80-kaart, die overigens rijkelijk is voorzien van I/O.

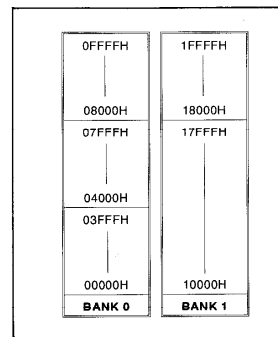
- De functie van de subroutine.
- Het aanroep-adres.
- De benodigde variabelen, d.w.z. welke registers moeten met welke gegevens gevuld worden.
- Hoe zijn de registers beïnvloed bij terugkeer uit de routine.

wordt de BIOS volledig transparant en maakt het niet zoveel uit op welke wijze een functie gerealiseerd wordt. De beschrijving van een routine kan er dan uitzien zoals in figuur 3. Uit deze definitie zijn alle benodigde gegevens te halen om zonder kleerscheuren een functie uit te voeren zonder

Zijn al deze gegevens bekend, dan

CON0	0	1	0	1	
CON1	0	0	1	1	
BANK0	32K ROM	16K ROM	32K ROM	32K ROM	
	32K RAM	32K RAM	32K RAM	32K RAM	
BANK1		32K RAM	32K RAM	32K RAM	
				32K RAM	
IC1	27128	27128			00000H - 03FFFH
			27256		00000H - 07FFFH
IC2				27512 1/2	00000H - 07FFFH
				27512 1/2	18000H - 1FFFFH
IC3	27128				04000H - 07FFFH
		43256	43256	43256	10000H - 17FFFH
	43256	43256	43256	43256	08000H - 0FFFFH

Figuur 2a. Door selectie van de jumpers CON0 en CON1 en de bijbehorende IC's is het mogelijk om uit vier geheugen-konfiguraties te kiezen.



Figuur 2b. Er kan tot 128 Kbyte geheugen geadresseerd worden.

dat we enige kennis hebben hoe de functie exakt uitgevoerd wordt.

Geheugen- en I/O-adres-dekoders

Om de verschillende geheugen-indelingen te kunnen realiseren, moeten de selectiesignalen van de verschillende componenten gedekodeerd worden opdat er geen conflicten plaatsvinden. De geheugenadressering wordt daarbij beïnvloed door de gekozen configuratie en de bankswitching-informatie. De configuratie wordt voor het opstarten gekozen en het bankswitchen gebeurt softwarematig. Er wordt echter hardwarematig voor gezorgd dat er alleen omgeschakeld kan worden indien dat in de gekozen configuratie mogelijk is.

Voor diegenen die niet exakt weten wat bankswitching inhoudt, de volgende toelichting:

Aangezien een Z80 slechts 64 Kbyte geheugen kan adresseren, moeten we speciale voorzieningen treffen wanneer we meer geheugen willen gebruiken. In ons geval willen we 128 Kbyte, opgedeeld in blokken van 32 Kbyte, kunnen adresseren. Dit betekent dat er vier mogelijkheden zijn om in totaal 64 Kbyte geheugen te kiezen. Er zijn dus twee bits nodig om te kunnen bankswitchen. Ieder bit kan dan twee blokken van 32 Kbyte selecteren. Bij het veranderen van zo'n bit moet er natuurlijk wel op gelet worden dat niet het gedeelte geswitched wordt waarin we ons softwarematig bevinden. Vandaar ook dat in de BIOS routines zijn opgenomen die een en ander soepel laten verlopen, zodat het bijvoorbeeld mogelijk is om de RAM, die in configuratie 1 t/m 3 naast de BIOS-EPROM zit, te lezen en te beschrijven.

De bankswitching-informatie wordt opgeslagen in een latch, die via de I/O-adressering beschreven kan worden. De I/O-adressering zorgt verder voor een korrekte verwerking van de overige I/O-componenten.

Parallel-I/O, de PIO's

Op de Z80-kaart bevinden zich twee PIO's. Dit zijn universele I/O-bouwstenen die ieder voorzien in twee 8-bits poorten. Deze PIO's worden op de kaart geïnitieerd als bit-input/output, d.w.z. ieder bit is onafhankelijk van de andere bits te gebruiken als in- of uitgang. PIO1 wordt gedeeltelijk intern gebruikt en PIO2 blijft over

```
0059H
;*****
;name:      ldirmv
;function:  load increment repeat into memory from video
;
;input:    BC=length, DE=ram address
;         HL=display character pointer
;output:   none
;changes:  AF, BC, DE
;*****
```

Figuur 3. Zo wordt iedere BIOS-functie gedocumenteerd, zodat eenieder deze gemakkelijk kan gebruiken.

voor persoonlijk gebruik en wordt als input gedefinieerd (de gebruiker kan dit via de BIOS naar behoefte veranderen).

Van PIO1 wordt een poort gebruikt voor interne signalen en een poort om de codes van de IR-ontvanger te dekoderen. Indien er geen IR-ontvanger gebruikt wordt, staat het de gebruiker vrij om deze poort anders te definiëren. De poort die intern gebruikt wordt, verzorgt o.a. de Centronics-handshaking, de dekodering van het PC/XT-toetsenbord en de detectie van interrupts die door de RS232-interface gegeven worden. Deze poort is natuurlijk niet herdefinieerbaar via de BIOS.

De CTC, vier timers

De CTC biedt de mogelijkheid om drie timers/counters te gebruiken. Timer 3 wordt gebruikt om iedere 10 ms een interrupt te genereren. In deze interrupt kunnen tijdafhankelijke zaken afgehandeld worden. Via een software-hook is deze interrupt-routine uit te breiden met een eigen routine. Een software-hook? Wat is dat nu weer? In de systeemvariabelen is een gebied opgenomen dat na power-up gevuld wordt met return-opdrachten. Een aantal van de BIOS-routines roepen aan het begin van de routine een van deze adressen aan. Normaal gesproken staat daar dan een return en vervolgens de procedure de normale acties. Door nu op de plaats van deze return een call te plaatsen naar een gebruikersroutine, kunnen we de BIOS-routine uitbreiden, c.q. ombuigen (vandaar het Engelse woord hook). Per hook zijn 5 adressen gereserveerd, voldoende om een call en een return te plaatsen. Wordt er hier naar een subroutine gesprongen via een jump-opdracht, dan keert het programma hier niet terug, hetgeen concreet betekent dat de BIOS-routine overgeslagen wordt. Voor wie dit alles een beetje vaag is, zij vermeld dat op de door Elektuur ge-

leverde diskette (ESS1713) een uitgewerkt voorbeeld van zo'n ombuiging te vinden is. De Timer 3 interrupt-routine telt bijvoorbeeld de beep-tijd af van de pieper die op de kaart aanwezig is, zodat hierop niet gewacht hoeft te worden.

Timer 0,1 en 2 zijn vrij voor eigen gebruik te definiëren.

Toetsenbord

Als bedieningsorgaan kan een standaard PC/XT-toetsenbord gebruikt worden of een infraroodzender en -ontvanger voor geavanceerdere toepassingen. Het PC/XT-toetsenbord kan via een 5-polige DIN-plug rechtstreeks op de Z80-kaart aangesloten worden. Bij het opstarten wordt dan gedetecteerd welk formaat er voor de transmissie gebruikt wordt.

De IR-optie wordt ingevuld door de RC5-kode-ontvanger zoals die in het Elektuur december-nummer '91 beschreven werd. Iedere zender die RC5-kode uit geeft kan gebruikt worden. De 1-toets is als ESC gedefinieerd en aan de resterende toetsen wordt de ASCII-waarde 32 + toetskode toegekend. De definitie van deze toetsen is in RAM opgeslagen, zodat iedere gebruiker deze naar eigen keuze kan wijzigen.

RS232 en Centronics interface

De Z80-kaart is voorzien van een RS232- en een Centronics-interface, zodat de kaart op afstand bestuurd kan worden en eventuele data kan uitprinten. De RS232-interface maakt het mogelijk om een full-duplex-verbinding (gelijktijdig zenden en ontvangen) te maken met een terminal of ander serieel systeem. Deze interface gedraagt zich daarbij als DCE (data communication equipment). Dit betekent o.a. dat de Z80-kaart alleen op aanvraag iets via de RS232-interface zal doen. In de

software zijn o.a. aanspreek-routines opgenomen waarmee delen van het geheugen gelezen c.q. beschreven kunnen worden. Ook is het mogelijk de baudrate en het transmissieformaat aan te passen. De RS232-interface kan bijvoorbeeld ingesteld worden op alle gangbare baudrates van 50 tot 38.400 Bd.

Watchdog en battery-backup

De watch-dog heeft een aantal functies op deze Z80-kaart. Zo zorgt deze er voor dat bij het inschakelen van de kaart een minimale reset-puls aan de processor gegeven wordt. Verder worden de voedingsspanningen (de inkomende en de gestabiliseerde) in het oog gehouden en wordt het omschakelen van battery-backup naar de 5-V-voedingsspanning geregeld. Tevens bezit de watchdog een ingang die voortdurend controleert of de kaart niet vastgelopen is. Is dat wel het geval, dan reset de watchdog de kaart en start deze opnieuw op. Dit laatste is vooral zinvol in die toepassingen waarbij zaken geregeld c.q. bestuurd moeten worden zonder dat iemand aanwezig is. Bij een eventuele vastloper, bijvoorbeeld als gevolg van een spanningspiek op het lichtnet, start de kaart opnieuw en kan het proces verder bestuurd worden.

Liquid crystal display

De kaart biedt de mogelijkheid om een intelligent LC-display, eventueel met verlichting, aan te sluiten, zodat er ook gegevens en instellingen weergegeven kunnen worden. De kaart ondersteunt displays tot en met 80 karakters. De voorkeur gaat daarbij uit naar een display van 2 x 40 karakters. Maar ook eenregelige of vierregelige displays kunnen aangesloten worden zolang het totale aantal karakters niet de 80 overschrijdt. Deze intelligente displays maken nagenoeg altijd gebruik van de Hitachi HD44780 display-controller en de aansluitingen van het totale display zijn vaak hetzelfde, ook al is soms de nummering anders.

Het schema

Zo langzamerhand wordt het tijd om ook het schema te bekijken en te zien hoe de diverse functies gerealiseerd zijn. In figuur 4 is het schema gete-

SHORTFORM

HARDWARE:

- Z80B-processor als hart van deze systeem kaart
- 32 I/O-lijnen, waarvan er minimaal acht en maximaal 16 intern gebruikt worden
- Drie timers
- Tot 64 Kbyte RAM en 64 Kbyte ROM
- 8-bits AD/DA-converter
- Gestandaardiseerde RS232 seriële interface
- Parallele printer-interface
- Twee aansluitingen volgens de universele bus
- On-board watchdog
- Bediening mogelijk via een standaard PC/XT-toetsenbord of via een dedicated infrarood-afstandbediening
- LC-display tot twee maal 40 karakters
- On-board battery-backup

SOFTWARE:

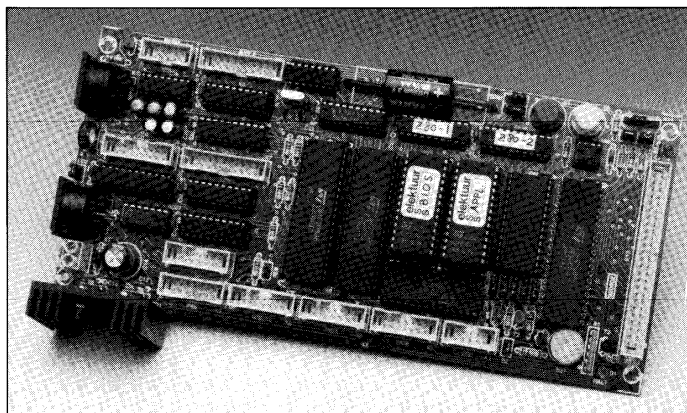
- BIOS verkrijgbaar, waarmee al de functies op de Z80-kaart te bedienen en testen zijn
- Extra interessant voor de MSX-Z80-programmeur: MSX-kompatible BIOS
- Ingebouwde testroutines

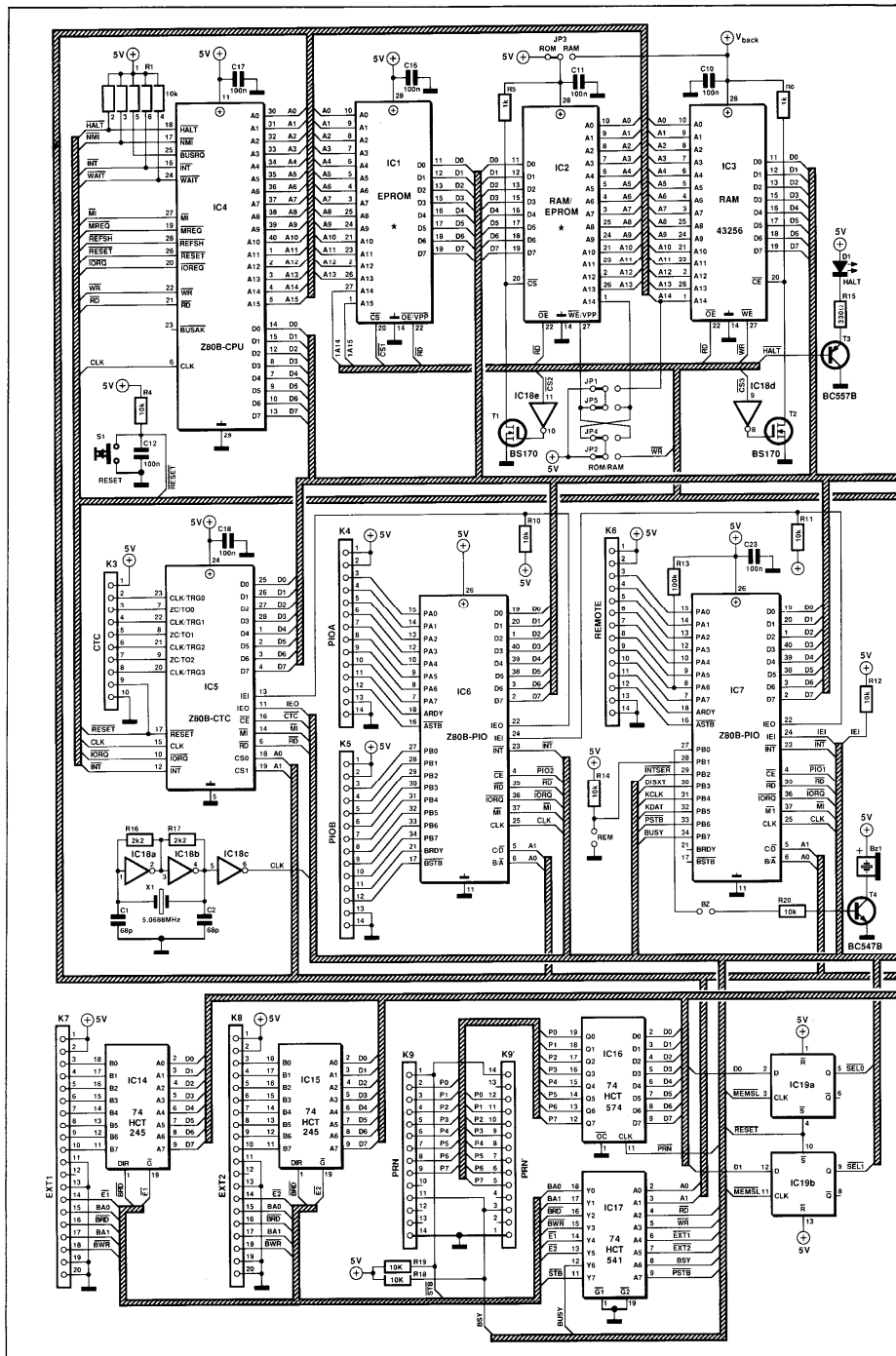
kend. In de linker bovenhoek vinden we de Z80 terug. In ons geval een Z80B, d.w.z. een 6-MHz-type. Dit type is nodig omdat de systeemfrequentie 5,0688 MHz bedraagt. Uit deze frequentie leidt de seriële interface de diverse baudrates af.

Rechts en onder de Z80 vinden we resp. het geheugen en de Z80-I/O-komponenten. De I/O-komponenten zijn natuurlijk ook van het B-type vanwege de gebruikte frequentie. Een van de voordelen bij het gebruik van specifieke Z80-komponenten is de eenvoud waarmee deze componenten aangesloten kunnen worden. Verbinden we alle systemen en datalijnen van de diverse componenten met elkaar, dan blijven alleen de selektielijnen over om

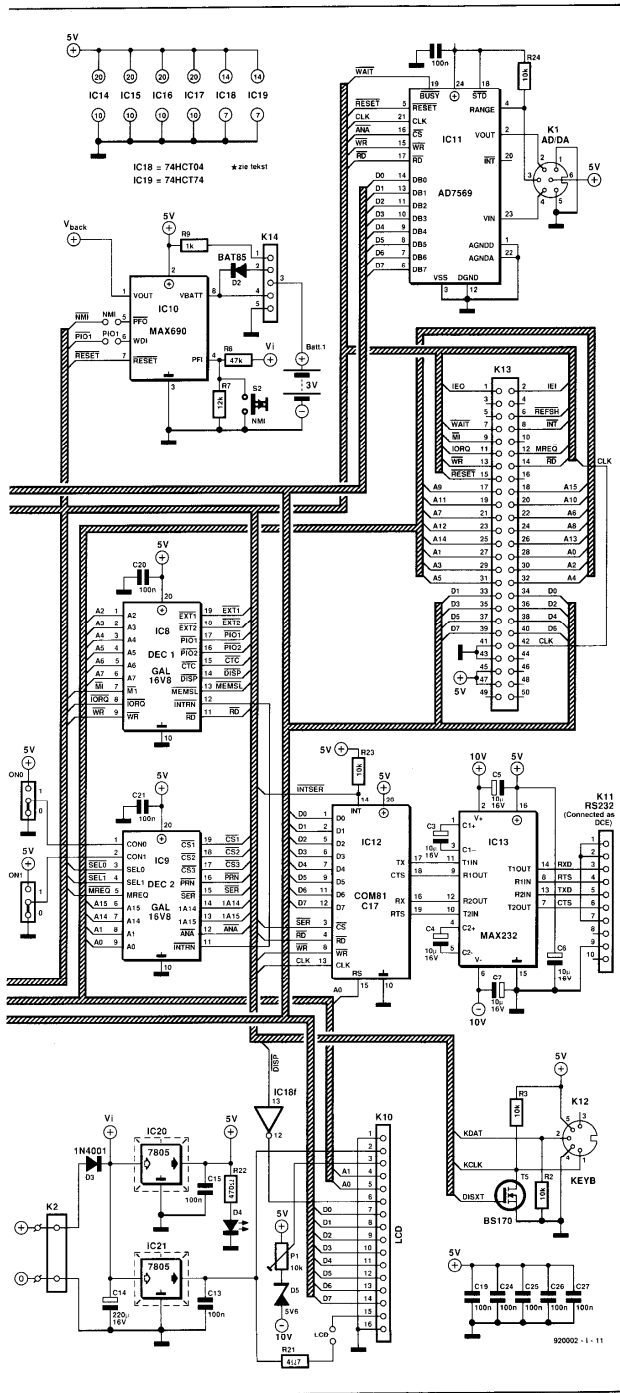
aangesloten te worden. Verder moet nog de prioriteit bepaald worden bij het afhandelen van interrupts. Dit gebeurt via de IEO (Interrupt Enable Output)- en de IEI (Interrupt Enable Input)-aansluitingen. De gekozen prioriteitsvolgorde is IC7 (PIO1 voor intern gebruik), IC6 (PIO2 voor extern gebruik) en IC5 (CTC).

In de basis-software genereren alleen PIO1 en de CTC interrupts. Bij de PIO zijn dit interrupts veroorzaakt door de RS232-poort en/of het PC/XT-toetsenbord. De CTC genereert iedere 10 ms een interrupt waarbij onder andere het IR-toetsenbord gecontroleerd wordt. Vandaar de pull-up-weerstand op pen 8. Indien deze niet aanwezig zou zijn, dan zou de toetsenbord-buffer vollopen met willekeurige





Figuur 4. Het complete schema. Een van de voordelen bij het gebruik van specifieke Z80-komponenten is de eenvoud waarmee deze componenten aangesloten kunnen worden.



toetsaanslagen en zo de werking verstoren. R23 bij IC12 heeft een zelfde oorsprong en verhindert ongewenste interrupts indien IC12 niet geplaatst is.

Omdat er verschillende geheugenconfiguraties mogelijk zijn, is de aansluiting van de EPROM(s) en RAM(s) niet geheel rechttoe rechtaan. In de IC-voet voor IC2 kan zich zowel een EPROM als een RAM bevinden. Afhankelijk hiervan moeten de jumpers JP1 t/m JP5 aan de ROM- dan wel aan de RAM-zijde ingestoken worden. In het schema staat de situatie getekend indien er een EPROM aanwezig is (geheugen-configuratie 0).

Op de plaats van IC1 zijn drie types EPROM mogelijk: een 27128, een 27256 of een 27512. Vandaar dat de adreslijnen A14 en A15 afhankelijk van het type gewijzigd moeten kunnen worden.

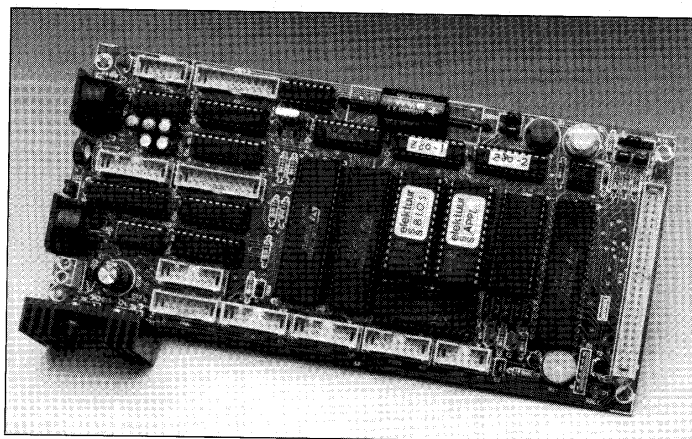
De besturing van deze adreslijnen wordt gedaan via de geheugen-adres-decodering die zich in IC9, een GAL16V8, bevindt en wordt indirect bepaald door de instelling van de konnectoren CON0 en CON1. Deze konnectoren zijn vooraf ingesteld op een geheugen-configuratie zoals beschreven in figuur 2a en afhankelijk daarvan worden de adreslijnen A14 en/of A15 wel of niet door gelaten. Deze GAL verzorgt ook de selectie van de drie geheugencomponenten, die behalve van A14 en A15 ook nog gedeeltelijk afhankelijk is van de gekozen geheugenconfiguratie en de SELO- en SEL1-lijnen komende van IC19. SEL0 en SEL1 maken het mogelijk om in blokken van 32 Kbyte tussen BANK0 en BANK1 om te schakelen (zie figuur 5).

De transistoren T1 en T2 samen met R5 en R6 zorgen er bij power-down voor dat de RAM's niet geselecteerd zijn, zodat bij power-on de gegevens behouden blijven. De voedingsaansluitingen van IC2 en IC3 zijn verbonden met pen 1 van IC10 die de battery-backup-omschakeling waarneemt.

De MAX690, een watchdog-IC, schakelt tussen de 5 V en de batterij om zodra de spanning op pen 2 beneden (-50 mV) of boven (+70 mV) de batterijspanning komt. Verder zal de watchdog een reset genereren indien de voedingsspanning beneden de 4.65 V zakt; dit geldt voor de MAX690 en de MAX694. Wie iets meer ruimte wil hebben kan de MAX692 gebruiken, die pas bij 4.4 V een reset geeft. Bij power-up geeft IC10 ook een gedefinieerde reset-puls (50 ms bij de MAX690 en MAX692

Universele Z80-kaart

deel 2



In het vorige artikel over deze op de Z80 gebaseerde processorkaart is de systeemopbouw en elektronica beschreven. In dit tweede en tevens laatste deel gaan we ons bezig houden met het bouwen en testen van deze universeel inzetbare Z80-kaart.

Elektuur software-producten universele Z80-kaart (zie ook pag. 6):

- ESS 6115: twee GAL's voor de adres- en geheugenadressering.
- ESS 6125: de BIOS voor deze Z80-kaart in een 27128 EPROM programmeren.
- ESS 1713: 5 1/4"-diskette (Engelstalig) voor MS-DOS-computers, met de volgende bestanden:
 - beschrijving BIOS-calls met een voorbeeld indien de moeilijkheidsgraad van de routine dit vereist;
 - voorbeeld hoe het BIOS-bestand gebruikt kan worden in een eigen bronkode-bestand;
 - beschrijving van de systeemvariabelen;
 - EPROM-listing van de BIOS in binair en hexadecimaal formaat;
 - assembly-voorbeelden:
 - van een hook-ombuiging,
 - om een tweede EPROM te definiëren voor een eigen applicatie.
 - beschrijving hoe de inhoud van twee EPROM's samengevoegd kunnen worden in een 27256-EPROM, opdat 64 Kbyte RAM gebruikt kan worden;
 - Pascal-bronkode-listing met routines om de seriële poort te besturen;
 - beschrijving van de seriële kommandoset.

De testroutines

Voor het testen zijn in de BIOS een aantal routines opgenomen die automatisch aangeroepen worden wanneer alleen de BIOS aanwezig is. De routines zijn echter altijd bereikbaar bij het opstarten. Ook indien een applicatie-programma uitgevoerd wordt bij het opstarten van de kaart kunnen deze routines geactiveerd worden. Houd daartoe een willekeurige toets ingedrukt tijdens het opstarten en de eerste testprocedure zal doorlopen worden. Dit biedt, door de organisatie van de applicatie-aanroep, zelfs de mogelijkheid om de I/O-routines enigszins voor eigen gebruik aan te passen. Er worden tijdens het opstarten namelijk twee routines in de applicatie-EPROM aangeroepen: de eerste voordat de testprocedures gestart kunnen worden en de tweede routine wordt aangeroepen na de testroutines. In de eerste routine kan dan bijvoorbeeld een eigen definitie van de konversietabel voor de IR-ontvanger gegeven worden, die dan via de toetsenbord-testroutine geverifieerd kan worden. De tweede routine bevat de eigenlijke applicatie.

Software-ondersteuning

Degene voor wie het voorgaande nog iets te vaag is, vindt op diskette ESS 1713 (via de Elektuur Software Service verkrijgbaar, zie pag. 6) voorbeelden die een aantal specifieke zaken demonstreren. Er is een voorbeeld dat aangeeft hoe een EPROM gedefinieerd moet worden opdat deze door de BIOS gezien wordt, zoals hiervoor beschreven is. Een tweede voorbeeld laat zien hoe we via een hook-ombuiging een eigen routine aan de 10 ms interrupt van timer 3 kunnen toevoegen.

Ook zijn er basisprocedures in Turbo Pascal opgenomen die de basisfuncties van de RS232-interface bedienen. De baud-rate wordt na het inschakelen van de voedingsspanning automatisch ingesteld op 2400 Bd (no parity, 1 stopbit, 8 bits).

Aangezien degene die met deze kaart wil gaan werken over een EPROM-programmer moet beschikken, bevat deze diskette ook het bestand waarmee de BIOS in een EPROM gezet kan worden. Wie geen programmer heeft kan deze EPROM via de ESS bestellen (ESS 6125). Deze bestanden zijn ook nodig indien men 64 Kbyte RAM gebruiken wil, want dan moet de-

ze BIOS samen met de eigen applicatie in een 27256 EPROM geprogrammeerd worden. Ook dit wordt op de diskette uit de doeken gedaan.

Het zij nogmaals duidelijk gezegd dat er op de diskette geen bestand met bron-kodes te vinden is van de BIOS, maar alleen een lijst met de aanroepadressen en een gebruiksaanwijzing.

De verbindingen naar de buitenwereld

Algemeen

Zelf ontwikkelde hardware kan via flatcables verbonden worden met de moederprint. Let hierbij goed op de polariteit van zowel de flatcable-konnektoren als de boxheaders. Zowel op de boxheaders als op de konnektoren is pen 1 door middel van een pijl duidelijk aangegeven. Zorg bij het maken van de flatcable-verbindingen dat pen 1 van de ene konnektor met pen 1 van de andere konnektor in verbinding staat. Veel problemen kunnen zo voorkomen worden.

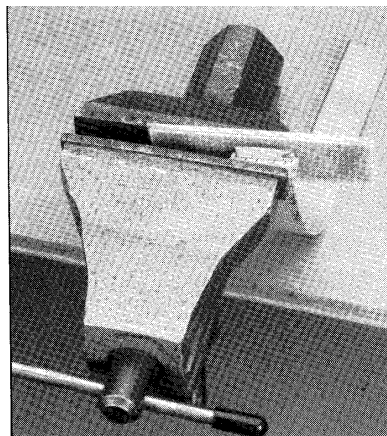
Om kosten te besparen kan men aan een zijde van de flatcable een flatcable-konnektor voor printmontage klemmen. Hierdoor bespaart men een boxheader. Doe dit echter maar aan één zijde (bij voorkeur niet aan de Z80-kaart-zijde). Zo heeft men de moederprint als basis en de applicatie is dan altijd verwijderbaar indien dit nodig mocht zijn. Maak voor het vastklemmen van de flatcable in de konnektoren gebruik van een bankschroef. Steek de print-konnektoren in een aantal stukjes gaatjesprint (zie figuur 7), voordat ze in de bankschroef geklemd worden.

In de onderdelenlijst zijn alle konnektoren en een stuk flatcable opgenomen die nodig zijn voor de al gerealiseerde applicaties op de print. Uit het stuk flatcable kunnen de verschillende losse stukjes gemaakt worden. De benodigde kabeltjes worden in de nu volgende tekst beschreven.

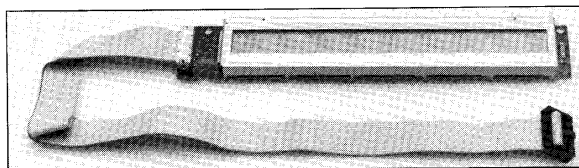
Liquid Crystal Display

De print-aansluiting voor het LCD voorziet ook in een voeding voor backlight displays. Het LCD-type dat in de onderdelenlijst vermeld is, kan rechtstreeks aangesloten worden. Daartoe wordt een kort stukje 16-aderige flatcable voorzien van een gewone flatcable-konnektor en een voor printmontage (figuur 8). Behalve het voorgeschreven type display kan men nagenoeg elk één- of

tweeregelig display met maximaal twee maal 40 karakters met of zonder achtergrondverlichting gebruiken. Let op: de aansluitingen zitten meestal in dezelfde volgorde maar de nummering wil wel eens omgedraaid zijn. De achtergrondverlichting moet een LED-type zijn (er zijn ook systemen met een hogere spanning). Afhankelijk of er stroom- of spanningssturing nodig is moet R21 respectievelijk gedimensioneerd worden op de benodigde stroom of kortgesloten worden. Wanneer de achtergrondverlichting niet via de konnektor maar via twee aparte aansluitingen gevoed moet worden, dan kan men de aders 15 en 16 van de flatcable afsplitsen en direkt op deze aansluitingen solderen (15 = BL = anode-aansluiting; 16 = massa = kathode-aansluiting). Voor de duidelijkheid zijn in figuur 9 de aansluitingen op een rijtje gezet.



Figuur 7. Maak voor het vastklemmen van de flatcable in de konnektoren gebruik van een bankschroef. Steek de print-konnektoren in een aantal stukjes gaatjesprint, voordat ze in de bankschroef geklemd worden.



Figuur 8. Het LCD-type dat in de onderdelenlijst vermeld is, kan rechtstreeks op de processorkaart aangesloten worden met een kort stukje 16-aderige flatcable, voorzien van een gewone flatcable-konnektor en een voor printmontage

RS232-kabel

Let op bij de RS232-kabel. De nummering van de printkonnektor komt *niet* overeen met de nummering van een 9-polige RS232 female D-konnektor. Dat heeft namelijk het voordeel dat op eenvoudige wijze een D-konnektor aan te sluiten is. Dat kan door aan de ene zijde van een 9-polige flatcable (lengte naar keuze) een 10-polige female flatcable-konnektor te bevestigen (pen 10 niet gebruikt) en aan de andere zijde een 9-polige female D-konnektor voor flatcable-montage. Dit is de eenvoudigste methode. Voor degenen die de D-konnektor zelf wil solderen, zijn in figuur 10 de aansluitingen terug te vinden.

Bij inbouw gebruiken we slechts een kort stukje flatcable, want dan kan de D-konnektor in de kast op de achterzijde worden gemonteerd en kunnen we een standaard

LCD CONNECTIONS		
	K10	Display
1	GND	VSS
2	+5V	VDD
3	CONTRAST	V _o
4	A1	RS
5	A0	R/W
6	DISP	E
7	D0	DB0
8	D1	DB1
9	D2	DB2
10	D3	DB3
11	D4	DB4
12	D5	DB5
13	D6	DB6
14	D7	DB7
15	BL	A(node)
16	GND	C(athode)

Figuur 9. Aansluitpennen van konnektor K10 en het LCD. Wanneer de achtergrondverlichting niet via de konnektor maar via twee aparte aansluitingen gevoed moet worden, dan kan men de aders 15 en 16 van de flatcable afsplitsen en direkt op deze aansluitingen solderen (15 = BL = anode-aansluiting; 16 = massa = kathode-aansluiting).

één-op-één 9-polige male-female RS232-kabel gebruiken. We kunnen die eventueel zelf maken met twee flatcable-konnectoren (zie figuur 11). Voor de seriële verbinding met bijvoorbeeld een PC scheiden we van een stuk flatcable 9 anders af en bevestigen aan de ene zijde een female en aan de andere zijde een male 9-polige D-konnecter (let op: pen 1 naar pen 1)

RS232 CONNECTIONS	
K11	D9-Connector (female)
1	1
2	6
3	2
4	7
5	3
6	8
7	4
8	9
9	5
10	

Figuur 10. Degene die de D9-konnecter voor de RS232-interface zelf wil solderen, vindt hier een overzicht van de aansluitingen.

IR-afstandsbediening

Op de print van de infrarood-ontvanger wordt in deze toepassing de 14-polige aansluiting gebruikt, bestaande uit een kort stukje (afhankelijk van toepassing en inbouw) 14-aderige flatcable met aan de ene zijde een 14-polige female flatcable-konnecter en aan de andere zijde een flatcable-konnecter voor printmontage (zie figuren 12 en 13). Wil men de infrarood-ontvanger samen met het display op een frontpaneel monteren, dan kan men van een klein stukje aluminium een montageplaatje maken waarmee de ontvanger achterop het LCD gemonteerd kan worden. De aansluitingen voor de LED en de IR-diode worden dan verlengd, zodat deze componenten op het front geplaatst kunnen worden (zie figuur 13).

De printer-aansluiting

De printer-aansluiting is dubbel uitgevoerd; PRN' is bedoeld voor een specifieke applicatie. De PRN-aansluiting is iets logischer geordend gezien de te maken verbindingen naar een 25-polige female D-konnecter (voor IBM-printerkabel). De benodigde verbindingen zijn in figuur 14 weergegeven (zie ook figuur 15).

Battery backup

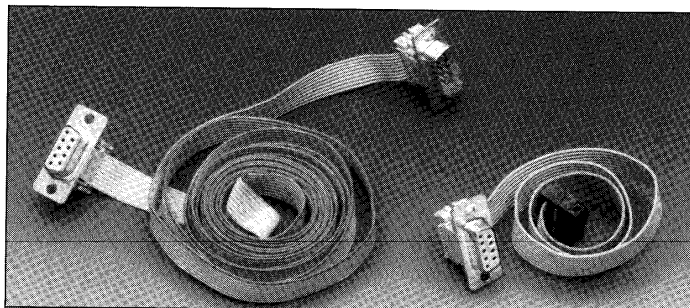
Op de plaats van de backup-batterij kan men een normale, een oplaadbare of een lithium-batterij aansluiten. Afhankelijk van het gebruikte type moeten dan één of twee jumpers geplaatst worden (zie figuur 16).

Let op dat de correcte jumpers geplaatst worden, want gewone batterijen en zeker lithium-cellen mogen niet opgeladen worden. Verder mag de spanning van de gebruikte batterijen maximaal 4 V zijn en moet ze minimaal 2 V bedragen. De stroom bij uitgeschakelde voeding bedraagt, afhankelijk van het gebruikte aantal RAM-IC's, 2 à 4 μ A.

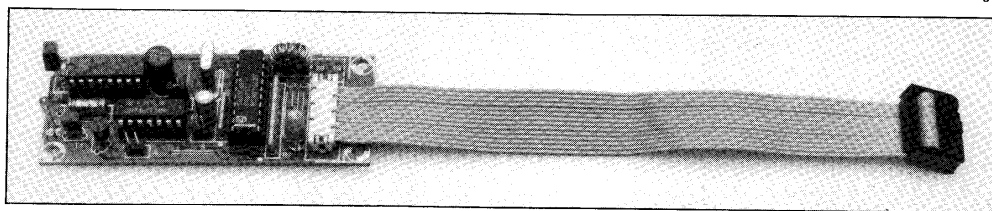
In de praktijk is gebleken dat de in de onderdelenlijst vermelde lithiumcel zich, ondanks een niet te meten lekstroom bij een resolutie van 0,1 μ A, oplaadt. Door parallel aan de lithiumcel een weerstand van 3M Ω te solderen, introduceren we een minimale belasting van 1 μ A, zodat eventuele lekstromen gekompenseerd worden. Deze weerstand kan het eenvoudigste aan de achterzijde van de print gemonteerd worden.

Bouw en test

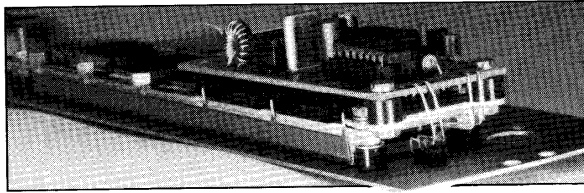
Voor deze schakeling is een zeer compacte print (figuur 17) ontworpen die in een Retex-kast nummer RE.4 past. Vanwege de vele doormetalliseringen op deze print en de grote dichtheid van componenten, is het niet aan te raden om deze print zelf te maken. Voordat met de print-opbouw begonnen wordt, moet eerst bij konnecter K2 een klein hoekje weggevlind worden, waardoor later de voedingsdraden gemakkelijker weggebogen kunnen worden. Bij de opbouw worden eerst alle componenten gemonteerd behalve de IC's. De twee spanningsregelaars worden natuurlijk wel geplaatst. Gebruik voor de konnectoren echte boxheaders. Dit zijn



Figuur 11. Een standaard één-op-één 9-polige male-female RS232-kabel kunnen we zelf maken met twee flatcable-konnectoren.



Figuur 12. Op de print van de infrarood-ontvanger wordt in deze toepassing de 14-polige aansluiting gebruikt, bestaande uit een kort stukje 14-aderige flatcable met aan de ene zijde een 14-polige female flatcable-konnecter en aan de andere zijde een flatcable-konnecter voor printmontage.



Figuur 13. Wil men de infrarood-ontvanger samen met het display op een frontpaneel monteren, dan kan men van een klein stukje aluminium een montageplaatje maken waarmee de ontvanger achterop het LCD gemonteerd kan worden. De aansluitingen voor de LED en de IR-diode worden dan verlengd, zodat deze componenten op het front geplaatst kunnen worden.

konnectoren met een kleine plastic omhulling en een niet-omkeerbare polariteit (zie foto's in dit en vorig artikel). Dat laatste voorkomt dat de konnectoren verkeerd om ingestoken worden. In eerste instantie worden er nog geen jumpers geplaatst. Indien het in de onderdelenlijst vermelde display gebruikt wordt, dan moet in plaats van weerstand R21 een draadbrug gemonteerd worden.

Allereerst sluiten we de Z80-kaart op een voeding aan en controleren of er geen extreme stromen lopen (maximaal enkele mA's). Vervolgens doorlopen we de volgende stappen, waarbij steeds bij het inschakelen de stroomopname in de gaten gehouden wordt als zijnde een eerste foutindicatie. Het totale stroomverbruik van de print ligt in de buurt van 300 mA (zonder achtergrondverlichting ca. 150 mA, en zonder PC/XT-toetsenbord ca. 100 mA). Vergeet echter niet tussen de verschillende stappen de voeding uit te zetten. Indien de schakeling zich niet zo gedraagt als beschreven, controleer dan op fouten rondom de als laatste ingebrachte componenten.

1) Monteer IC18 en controleer met een oscilloscoop of de oscillator werkt (pen 6).

2) Plaats de volgende IC's en jumpers: IC4 (Z80B-CPU), IC8 en IC9 (Z80-dekoder 1 en Z80-dekoder 2, zie ESS 6113), IC19 (bankswit-ching), JP1...JP5 aan de ROM-select-zijde, en de geheugen-konfiguratie wordt ingesteld op 0 (con0-jumper 0 en con1-jumper 0).

3) Plaats IC1 (EPROM ESS 6123 type 27128) en het LCD. Voordat de voeding ingeschakeld wordt, verbinden we de kathode van D5 tij-

delijk met massa en P1 wordt in de middenstand geplaatst.

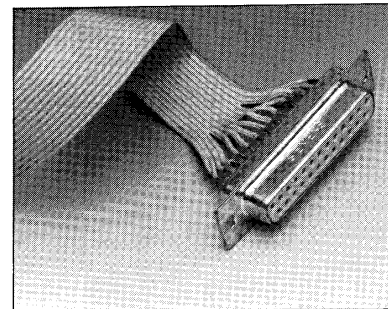
Wanneer nu de voeding aangezet wordt, voert de Z80 een RAM-test uit die, omdat er nog geen RAM inzit, negatief uitvalt. Als gevolg hiervan wordt de processor in de halt-status gezet. Omdat er nog geen interrupts geïntialiseerd zijn, zal de processor in de halt-modus blijven. Als alles goed is moet nu, na het inschakelen van de voeding, de halt-LED oplichten. Het display wordt nog niet geïntialiseerd en moet nu een blanko en een zwarte regel te zien geven ten teken dat het display goed is aangesloten. Indien niets waargenomen wordt, dan kan men proberen door verdraaien van P1 (contrast) beeld te krijgen. Lukt dit niet, dan moeten de aansluitingen gecontroleerd worden. Indien een backlight display gebruikt wordt, meten we via de jumper-aansluitingen LCD de stroom die naar de verlichtings-LED gaat. Die stroom bedraagt ca. 100 à 150 mA. Pas in het geval van stroomsturing weerstand R21 aan, zodat een korrekte stroom door de display-verlichting loopt. Plaats hierna de jumper LCD indien u de verlichting permanent ingeschakeld wilt hebben.

4) Plaats IC3 (43256, 32kbyte RAM), IC7 (Z80B-PIO), IC5 (Z80B-CTC), jumper BZ, IC10 (MAX690), jumper over pen 4 en 5 van K14. IR-ontvanger en/of XT-toetsenbord. Is alles in orde, dan zal na het inschakelen de halt-LED niet kontinu oplichten, ten teken dat de hoogste adressen (08000H-0FFFFH) van het aanwezige RAM goed bevonden zijn (de RAM-test is trouwens zodanig ingericht dat de oorspronkelijke inhoud bewaard blijft). Wanneer dit gedeelte van de RAM-test goed doorlopen is, dan wordt er een copyright-boodschap op het scherm ge-

PRINTER CONNECTIONS

K9	D25-Connector (female)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	18 - 25

Figuur 14. De aansluitingen van de printer-kabel.



Figuur 15. De verbindingkabel voor het aansluiten van een printer. Hierop kan een IBM-kompatibele standaard-printerkabel aangesloten worden voor de besturing van de printer.

BATTERY JUMPER CONNECTIONS

Pin number (K14)	1	2	3	4	5
no battery				4	5
normal battery			3	4	
Lithium battery		2	3		
NiCd battery	1	2	3	4	

Figuur 16. Op de plaats van de backup-batterij kan men een normale, een oplaadbare of een lithium-batterij aansluiten. Afhankelijke van het gebruikte type moeten dan één of twee jumpers geplaatst worden.

nereerd met de mededeling dat er 32 Kbyte geheugen gevonden is, en er klinkt een piepje ten teken dat de I/O geïnitieerd is. Hierna volgt een tweede RAM-test die controleert of er zich parallel aan de EPROM (10000H-17FFFH) ook RAM bevindt. Na deze test wordt het totale geheugen weergegeven. Indien er geen extra geheugen gevonden werd, licht de halt-LED even op. Is dat wel het geval, dan klinkt er nog een extra piepje. Alleen in de configuraties 1, 2 en 3 is RAM naast de EPROM (10000H-17FFFH) toegestaan, zodat er nu bij deze test geen RAM gevonden wordt. Er wordt dus 32 Kbyte aangegeven, de halt-LED licht even op en er klinkt maar één piepje.

De Z80-kaart bevindt zich nu in een wachtcyclus, die verlaten wordt indien een toets op het toetsbord ingedrukt wordt. Het scherm wordt gewist en de Z80-kaart bevindt zich nu in de display- en toetsbord-testprocedure.

Telkens als er een toets gedetecteerd wordt, dan wordt deze naar een displaylokatie geschreven. Hierna wordt deze weer teruggelezen en op dezelfde positie van de andere regel geschreven. Dit schrijven en lezen wordt herhaald tot het display vol is. Daarna wordt het een korte tijd gewist. Gevolg: het display knippert, terwijl op alle lokaties de laatst gedetecteerde toets weergegeven wordt. Op deze wijze wordt het lezen en schrijven van en naar het display getest.

Wanneer men op de ESC-toets (kanaal 1 op de RC5 IR-zender) drukt, dan wordt naar de volgende test-routine overgestapt. Hierbij wordt onder begeleiding van een piepje iedere toetsaanslag sekventieel op het display geplaatst. In deze test kan men zien of alle toetsen goed reageren en de gewenste code genereren.

5) Plaats IC12 (COM81C17) en IC13 (MAX232). Voor het inschakelen wordt de draadbrug van de kathode van D5 naar massa verwijderd en P1 in de middenstand gezet. Om de RS232-interface te testen wordt deze op zichzelf aangesloten: RXD wordt met TXD en RTS met CTS verbonden. Dit kan op eenvoudige wijze door met behulp van twee kortsluit-jumpers de pennen 3 en 5, resp. 4 en 6 door te verbinden in de 10-polige boxheader op de print. Na het inschakelen regelen we P1 opnieuw af, waarna we de eerste

Onderdelentijst:

Weerstanden:

R1 = 10 k 5-voudig weerstands-array
R2...R4,R10...R12,R14,R18...
R20,R23,R24 = 10 k
R5,R6,R9 = 1 k
R7 = 12 k
R8 = 47 k
R13 = 100 k
R15 = 330 Ω
R16,R17 = 2k2
R21 = 4,7 Ω/0,5 W
R22 = 470 Ω
P1 = 10-k-instelpotm., staand

Kondensatoren:

C1,C2 = 68 p
C3...C7 = 10 μ/16 V, radiaal
C10...C13,C15...C27 = 100 n
C14 = 220 μ/16 V, radiaal

Halfgeleiders:

D1,D4 = LED, rood 3mm
D2 = BAT85
D3 = 1N4001
D5 = 5V6
T1,T2,T5 = BS170
T3 = BC557B
T4 = BC547B
IC1 = 27128 EPROM, evt. geprogrammeerde versie ESS 6123 (zie tekst); of 27256 voor eigen applicatie
IC2 = 27128 EPROM of 43256 RAM (afhankelijk van eigen applicatie)
IC3 = 43256 RAM
IC4 = Z80B CPU
IC5 = Z80B CTC
IC6,IC7 = Z80B PIO
IC8 = GAL16V8, Z80-dekoder 1
IC9 = GAL16V8, Z80-dekoder 2 (ESS 6113 voor beide GAL's IC8 en IC9)
IC10 = MAX690
IC11 = AD7569
IC12 = COM81C17
IC13 = MAX232
IC14,IC15 = 74HCT245
IC16 = 74HCT574
IC17 = 74HCT541
IC18 = 74HCT04
IC19 = 74HCT74
IC20,IC21 = 7805

Diversen:

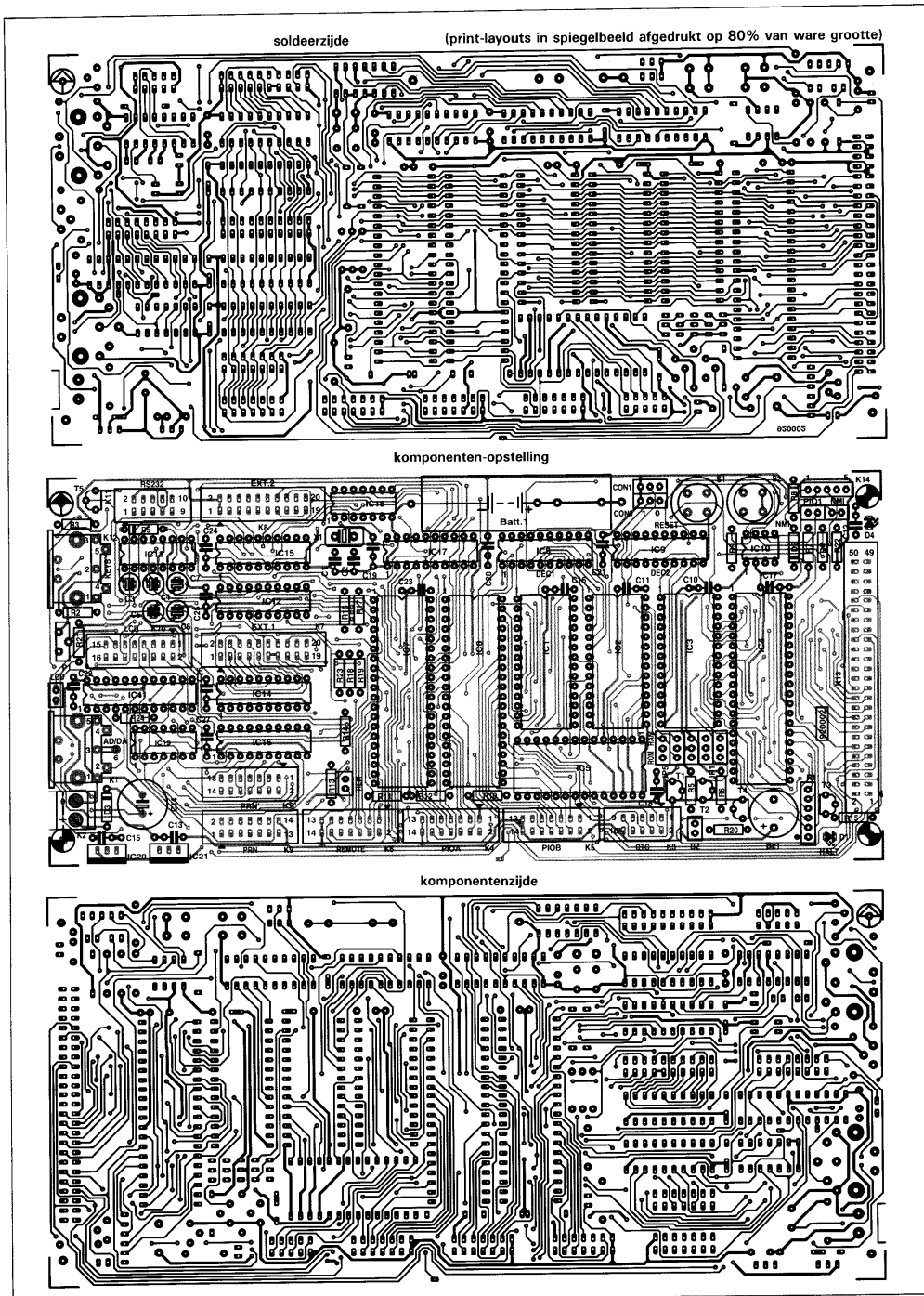
K1 = 6-polige female DIN-konnektor voor printmontage (240°)

K2 = 2-polige printkroonsteen, steek 5 mm
K3,K11 = 10-polige male boxheader voor printmontage
K4...K6,K9,K9' = 14-polige male boxheader voor printmontage
K7,K8 = 20-polige male boxheader voor printmontage
K10 = 16-polige male boxheader voor printmontage
K12 = 5-polige female DIN-konnektor voor printmontage (180°)
K13 = 50-polige male boxheader voor printmontage
K14 = 5-polige SIL header
S1,S2 = drukknop, printmontage
Batt1 = 3-V-lithiumbatterij met aansluitdraden, bijv. Varta CR 1/2 AA 950 mAh (nr. 6127) of VARTA CR 1/4 AA 360 mAh (nr. 6147)
X1 = 5,0688 Mhz
Bz1 = buzzer 5 V
50-polige 1-rijige afbreek-header voor jumpers
15 kortsluitjumper
Koellichaam voor IC20 en IC21, bijv. SK59/37.5 SA
Diskette met BIOS-listing best.nr. ESS 1713
LCD met 2 x 40 karakters en achtergrondverlichting (bijv. Hitachi LM 092LN)
1 kastje, bijv. Retex RE.4 (incl. metalen bevestigingsbeugels)
2,5 meter flatcable met minimaal 30 aders
10-polige flatcable konnektor (RS232)
2 x 9-polige female D-flatcable-konnektor (RS232)
1 x 9-polige male D-flatcable-konnektor (RS232)
16-polige flatcable-konnektor voor printmontage (LCD)
16-polige flatcable-konnektor (LCD)
25-polige female chassis D-konnektor (PRN)
2 x 14-polige female flatcable-konnektor (PRN en Remote)
14-polige flatcable-konnektor voor printmontage (Remote)
printplaat best.nr. EPS 920002
IR-ontvanger voor RC5-kode (Elektuur-project 910137, december 1991)
IR-zender, bijv. fabriikaat Policom IRC301
XT-toetsbord
Adapter 9...15V/1A

twee testen overslaan door drie-maal op ESC te drukken. We komen nu in de RS232-testroutine die gelijk is aan de keyboard-testroutine met dien verstande dat nu de ingetoetste codes via de RS232-interface uitgezonden en teruggelezen worden. Zijn de jum-

pers niet geplaatst, dan horen we alleen het piepje en verschijnen er geen karakters op het display.

6) Plaats IC11 (AD7569) en sluit op K1 een potentiometer van 10 kΩ, een weerstand van 10 kΩ en een multimeter aan volgens figuur 18.



Figuur 17. De koper-layout en de componenten-opstelling van de dubbelzijdige print voor de universele Z80-kaart.

