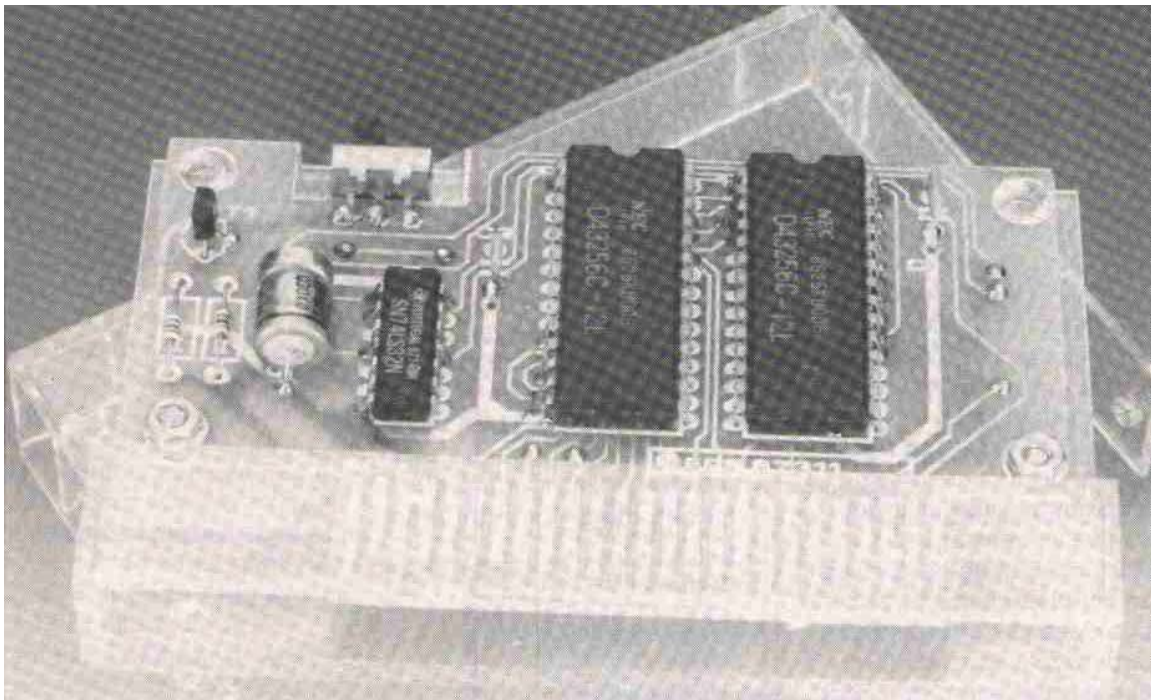


STATISCHE MSX-GEHEUGEN- UITBREIDING

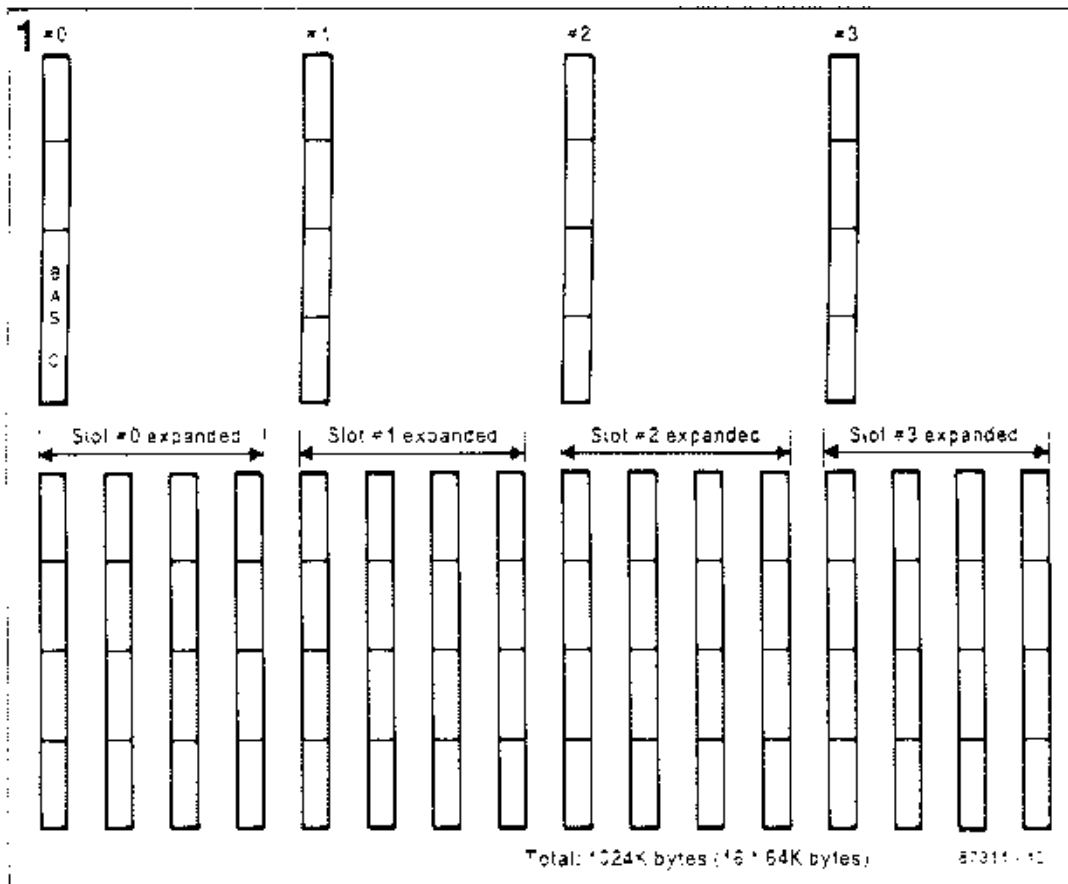
flexibel en in blokken
van 64 Kbyte zonder aan de
computer te solderen

Elektuur juni 1988

Scanned by Hans Oranje, , ocr'ed and converted to PDF by HansO, 2001



Moderne computers worden uitgerust met interne geheugens waarvan we een aantal jaren geleden nog slechts konden dromen. Tien jaar geleden waren we al tevreden met een geheugen van 1 Kbyte, nu zijn er al "home-computers" met een standaard geheugen van 4Mbyte! Om de bezitters van MSX-computers de mogelijkheid te geven hun systeem aan te passen op de moderne normen, presenteren we hier een statische geheugenuitbreiding die de beschikbare hoeveelheid geheugen van een MSX-computer in blokken van 64 Kbyte kan opvoeren. Voor deze geheugenuitbreiding hoeft niet eens aan de computer zelf gesleuteld te worden!



Figuur 1. Schematische opzet van de gestandaardiseerde geheugenindeling van MSX-computers.

Niet iedere bezitter van een MSX-computer zal het zich direkt realiseren, maar de ontwerpers van de MSX-norm hebben bij het ontwikkelen van de MSX-computer rekening gehouden met een maximale hoeveelheid adresseerbaar geheugen van maar liefst 1 Mbyte! Tot op de dag van vandaag echter wordt er niet één MSX-computer aangeboden die ook werkelijk zoveel geheugen onder de kap heeft. Met de statische geheugenuitbreiding die wij in dit artikel aan onze lezers willen voorstellen, kan vrij

eenvoudig de totale hoeveelheid beschikbaar geheugen in blokken van 32 of 64 Kbyte opgevoerd worden, In het blokschema van figuur 1 is te zien hoe de theoretische geheugenindeling bij een MSX-computer opgezet is. In de praktijk zal er niet één computer zijn die ook daadwerkelijk van deze hele indeling gebruik maakt. In iedere MSX-computer kunnen in principe vier primaire slots aanwezig zijn, die ieder weer onderverdeeld zijn in vier blokken van 16 Kbyte. Binnen het adresbereik van het eerste slot (slot 0) zijn de BASIC- en systeem-ROM te vinden. Samen gebruiken zij de helft van het geheugenbereik van dit slot, van adres 0000H tot en met 7FFFH, dus twee blokken oftewel 32 Kbyte. Het werkgeheugen (RAM) zit meestal in een ander slot en in het adresbereik van 8000H tot en met FFFFH. Na een reset gaat het besturingssysteem zelf uitzoeken in welke slots het RAM-geheugen aanwezig is. Zoals ook al in de beschrijving van het blokschema opgemerkt is, kan een slot geëxpandeerd worden. Zo'n expansie (hiervoor is extra hardware nodig) maakt het mogelijk om per slot vier gelijke banken te gebruiken, die net zoals het slot weer opgebouwd zijn uit vier blokken van 16 Kbyte. In de praktijk betekent dit dat een primair slot (een naar buiten uitgevoerd slot) via een slotexpander uitgebreid kan worden tot een adresbereik van 256 Kbyte.

Slotindeling van MSX computers

MSX1	RAM- SLOT	OPMERKINGEN
AVT Daewoo DPC-200	1	
Canon V20	3	
Goldstar FC 200	2	
JVC HC-7-gb	2	
Mitsubishi MFL-FX1	3-2	Slot 3 64 Kb RAM geëxpandeerd
Mitsubishi MFL-48	0	32 Kb RAM
Mitsubishi MFL-80	1	
Panasonic CF2700	1	
Philips VG8020	3	
Philips VG8010	0	32 Kb RAM slot 2 onbruikbaar
Philips VG8020/20	32	
Sanyo MPC-100	3	
Sony HB201p	3	16 Kb ROM firmware in slot 0
Sony HB75p	2	16 Kb ROM firmware in slot 0
Sony H855p	0	16 Kb RAM 16 Kb ROM firmware in slot 0
Sony HB10p	3	
^		
Sony HB501p	3	

Spectravideo 738	1	Slot 3 geëxpandeerd RS232/Diskrom
Spectravideo 728	1	
Toshiba HX-10	2	
Yamaha CX5M	0	32Kb RAM
Yashica YC-64	?	Slot 1 onbruikbaar
MSX2	RAM- SLOT	OPMERKINGEN
AVT Daewoo CPC-300	0-2	Slot 0 geëxpandeerd.
	\ } {	128 Kb Memory mapper
Sony HB-F500P	b-o 0-2	Slot 0 geëxpandeerd.
Sony HB-F700P	3-3 ;	Slot 3 geëxpandeerd. 256 Kb Memory mapper
Sony HB-F900P	0-0 0 -2	Slot 0 geëxpandeerd. Video digitizer
Sony HB-F9P	3-2	Slot 3 geëxpandeerd. 128 Kb Memory mapper 16 Kb ROM firmware
Philips VG8220	3-2	Slot 3 geëxpandeerd. 16 Kb ROM firmware
Philips VG8230	3-2	Slot 3 geëxpandeerd.
Philips VG8235/8245	3-2	Slot 3 geëxpandeerd 128 Kb Memory mapper.
Philips VG8250/8255	3-2	Slot 3 geëxpandeerd. 128 Kb Memory mapper
Philips VG8280	3-2	Slot 3 geëxpandeerd. 128 Kb Memory mapper Video-digitizer

Tabel 1. Een overzicht van de geheugenindeling van veel MSX-computers. De meest gangbare typen zijn in de tabel opgenomen. Staat uw computer er met in, raadpleeg dan de handleiding.

Tabel 1 laat zien op welke manier de verschillende machines zijn ingedeeld. Bovendien is

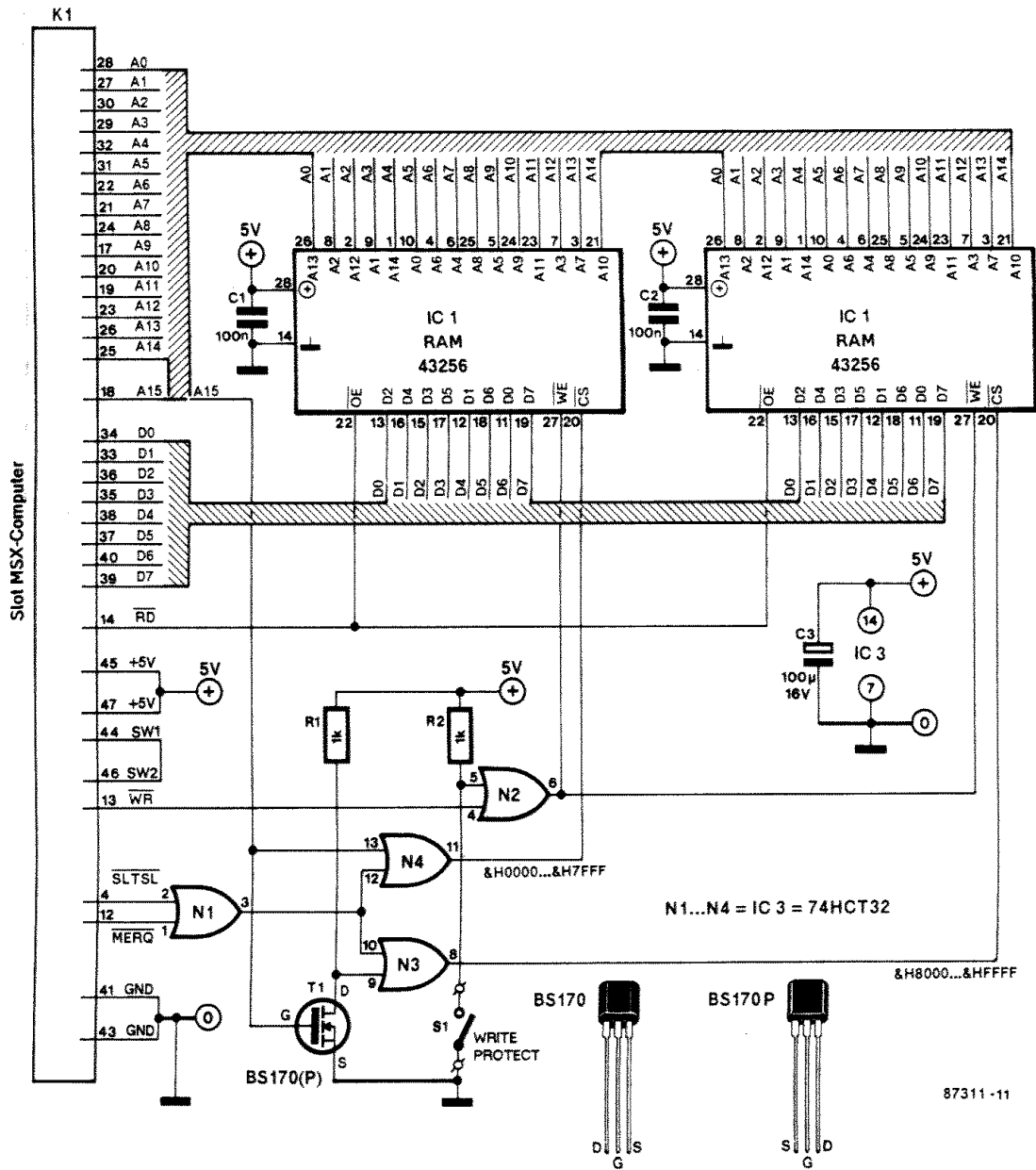
hier te zien welke slots intern geëxpandeerd zijn. Zoals uit de tabel blijkt, speelt bij de geheugenindeling van MSX2 ook nog een zogenaamde memory-mapper een rol. Deze memory-mapper is voor de werking van de statische geheugenuitbreiding niet van belang en komt daarom verder niet meer in deze beschrijving voor. In de praktijk zijn bij de meeste MSX-systemen 1 of 2 ongeëxpandeerde slots beschikbaar, zodat direkt 64 tot 128 Kbyte aan extra geheugen bijgeplaatst kan worden.

Meer geheugen, meer werkruimte?

MSX-computers hebben in BASIC relatief weinig geheugen vrij; in de praktijk is dat circa 23 Kbyte. Het plaatsen van 128 Kbyte aan extra geheugen verandert hier helaas niets aan, aangezien vanuit BASIC deze geheugenruimte niet benut kan worden. Het lijkt er in eerste instantie dan ook op dat deze uitbreiding zinloos is. Niets is minder waar, anders zouden we deze schakeling natuurlijk ook niet gemaakt hebben. Er zijn wel degelijk programma's die gebruik kunnen maken van deze extra hoeveelheid geheugen. Sterker nog, sommige programma's lopen alleen maar in zo'n groot geheugenblok. Machinetaalprogramma's kunnen namelijk probleemloos gebruik maken van zo'n stuk extra geheugen. Bij machinetaal speelt dus de beperking zoals die bij BASIC aanwezig is geen rol. Deze uitbreidingsprint zorgt er bij een aantal oudere programma's voor dat deze ook op de wat nieuwere computers kunnen werken. Bij de wat oudere software is hier en daar verondersteld dat de 64 Kbyte niet verdeeld is over meerdere slots. Dit is echter volgens de MSX-norm niet strikt noodzakelijk. Bij deze uitbreiding is dat uiteraard wel het geval. Ook in BASIC-gebruik zorgt de uitbreidingsprint voor een belangrijke extra mogelijkheid. Het geheugen kan namelijk read only gemaakt worden. Op deze manier kan getest worden of een programma (in BASIC of machinetaal) ook in EPROM kan werken. Een zelf geschreven programma dat in EPROM bewaard moet worden, bijvoorbeeld met behulp van de EPROM-programmer uit het Elektuur februari- en maartnummer van 1987, kan dus in RAM getest worden. Dit bespaart een hoop werk omdat niet steeds een EPROM geprogrammeerd en gewist hoeft te worden tijdens het ontwikkelen van de software.

Doordat het interne geheugen vrijwel altijd in een hoog slot zit, bijvoorbeeld slot #3, vindt het besturingssysteem dit stuk geheugen pas als alle andere slots getest zijn op de aanwezigheid van RAM. Het besturingssysteem gebruikt de eerste RAM-bank die gevonden wordt. Dit testen gebeurt steeds per blok van 16 Kbyte; dus het bereik van C000H tot en met FFFFH en het blok van 8000H tot en met BFFFH. De 32 Kbyte RAM mag dus over twee verschillende slots verdeeld zijn.

Kiest men een lager slot, dan kan men er voor zorgen dat een nieuwe geheugenbank, deze uitbreidingsprint dus, de voorkeur krijgt boven het interne geheugen. Zit het interne geheugen in bank 3, dan kan de uitbreidingsprint gebruikt worden in de slots 0, 1 en 2. Waar het interne geheugen zit, staat soms in de handleiding vermeld, maar de inhoud van tabel I kan in een groot aantal gevallen uitsluitel geven, want de meest bekende computers komen wel in deze lijst voor. Wanneer de interne RAM in slot #0 of #1 zit, dan wordt altijd de interne RAM geselecteerd,



Figuur 2. Het complete schema van de geheugenuitbreiding. Wat opvalt is de eenvoud van de hele schakeling.

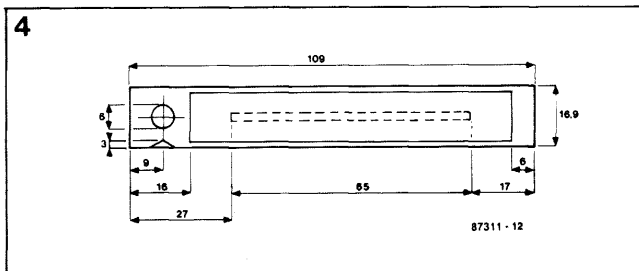
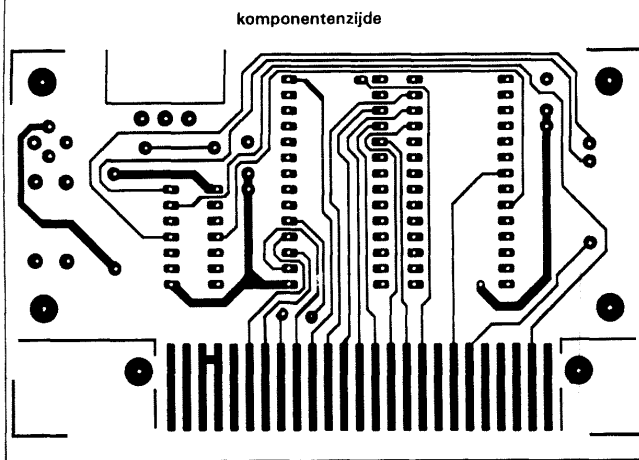
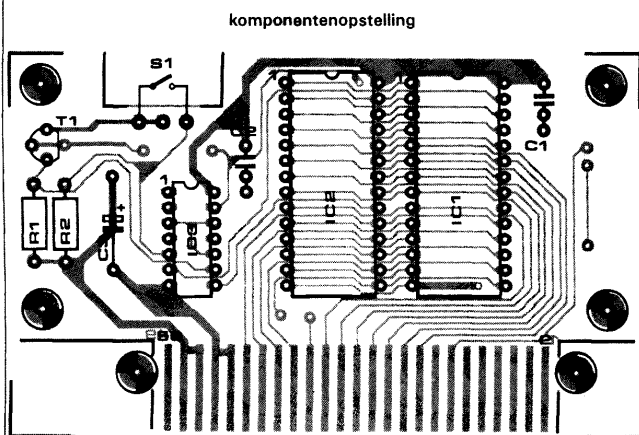
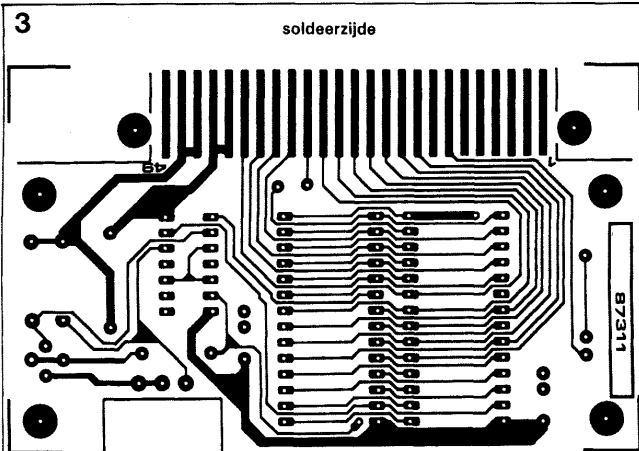
De schakeling

Eigenlijk hoeven we over de schakeling zelf niet veel te vertellen, want eenvoudiger kan het gewoonweg niet. In figuur 2 zien we twee geheugens van ieder 32 Kbyte en één CMOS-schakelingetje, die samen met twee weerstanden, drie condensatoren en een FET de hele schakeling vormen. De konnektor die de schakeling met de computer-bus verbindt, is op de dubbelzijdige en doorge-metalliseerde print geïntegreerd. Poort N1 combineert de signalen SLTSL en MERQ, zodat de geheugens geadresseerd kunnen

worden. Omdat het signaal SLTSL bedoeld is moet dit bereik in twee blokken verdeeld worden. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van A15. Deze adreslijn en het geïnverteerde nivo daarvan (A15) zorgen ervoor dat met behulp van N3 en N4 twee adres-blokken van 32 Kbyte ontstaan. De write-protect-schakelaar S1 blokkeert het WR-signaal voor beide geheugens via poort N2, zodat de inhoud daarvan niet meer veranderd kan worden. Indien gewenst mag men één van beide geheugens, IC1 of IC2, laten vervallen. Ze werken onafhankelijk van elkaar en daarom kan, indien maar 32 Kbyte aan extra geheugen nodig is of indien het budget even wat kleiner is, rustig een IC achterwege gelaten worden.

Figuur 3. De koper-layout van de dubbelzijdige print. De komponenten-tenopdruk geeft de juiste montage van de BS170 aan. De aansluitgegevens voor de eveneens bruikbare BS170P staan in figuur 2 vermeld.

Figuur 4. Op deze manier past de print in het oude doosje van de compact-cassette. voor een bereik van 64 Kbyte (één slot) en de geheugens slechts 32 Kbyte per stuk zijn,



Maak er een compacte module van

De opbouw zal voor weinig problemen zorgen. In figuur 3 is de koper-layout van de beide printzijden te zien. Met een figuurzaag worden de aangegeven hoeken naast de konnektor uit de print verwijderd, evenals het stukje print achter S1. Alle componenten kunnen direkt op de print gemonteerd worden, zoals in figuur 4 te zien is. Het is zinvol om IC1 en IC2, die best prijzig zijn, te monteren in een IC-voetje. Is dit klusje met succes geklaard, dan kan de print getest en in een behuizing ingebouwd worden. Over de opbouw nog twee kleine opmerkingen. Het beste kan voor S1 een schuifschakelaar genomen worden; deze kan stevig en compact op de print bevestigd worden. Een probleempje doet zich voor bij MOSFET T1. De BS170 blijkt namelijk ook leverbaar te zijn in een afwijkende behuizing. Het verschil tussen de bekende en de nieuwe behuizing is te zien aan de extra aanduiding P, m.a.w. het typenummer van de transistor is dan BS170P. Deze P-versie heeft naast een afwijkende vorm

(plat in plaats van rond) ook een ander aansluitschema. De source en drain zijn namelijk van plaats verwisseld. Op de print kunnen beide typen gebruikt worden en in het schema (figuur 2) staan ook de behuizingen en aansluitingen van beide typen nog eens overzichtelijk naast elkaar. De komponentenopstelling in figuur 3 geeft trouwens de goede oriëntering aan voor de BS170. Even opletten dus!

Zoals al eerder vermeld, moet de print eerst getest worden voordat hij in de behuizing geplaatst wordt. De test wordt uitgevoerd met behulp van het programma uit listing 1. Dit testprogramma is in machinetaal geschreven. Het test de hele 64 Kbyte. Klopt alles, dan verschijnt tijdens het runnen van het programma in de linkerbovenhoek van het beeld de tekst MEMORY OK. Is er iets fout, dan verschijnt de tekst MEMORY ERROR in diezelfde beeldhoek. Voor het draaien van het programma moet echter in de listing in regel 130 het nummer van het gebruikte slot ingevuld te worden.

Hoewel het programma in machinetaal geschreven is, wordt het ingevoerd via BASIC. Het eigenlijke programma zit namelijk in de data-regels verscholen. Voor het uitvoeren van de test moet men het systeem opstarten met de 64-K-kaart als ROM (dus write-protect-schakelaar aan) en daarna pas omschakelen naar RAM (write-protect-schakelaar uit). Het voordeel van kant-en-klare apparaten en modules die her en der te koop worden aangeboden, is dat ze compleet en mooi afgewerkt worden geleverd. Vandaar dat het ook bij eigen fabrikaat van belang is dat er een keurige behuizing rond de print wordt aangebracht; het oog wil immers ook wat. Een mooie compacte behuizing voor de RAM-uitbreiding is een (oud) doosje van de alom bekende compact-cassette. De print past namelijk exakt in deze transparante kunststoffen behuizing. In figuur 5 staat aangegeven hoe de

print in het doosje bevestigd wordt. Nadat de onderkant uit het kastje verwijderd is, wordt de print met vier boutjes en dito afstandsbusjes bevestigd.

Eventueel kan het doosje met wat spuitlak in een mooie egale kleur gespoten worden. De schakeling is nu klaar voor gebruik..

```

10 ' ..... 64k memorycheck
20 '
30 ' This program first writes &H00 to each memory location from &H0000 to
40 ' &HFFFF. It then checks each location, starting at &H0000, and if the
50 ' contents is &H00, &HFF is written to that location.
60 ' After that, each location is checked again, now starting at &HFFFF,
70 ' and &H00 is written if the byte returned reads &HFF.
80 ' The current memory location is displayed in the top line of the screen
90 ' The program is halted whenever an error is detected.
100 ' By pressing the buttons [CTRL].[SHIFT].[GRAPH] and [CODE] simultaneously
110 ' the machine code program can be halted while running.
120 '
130 CLEAR 200,&HB000: POKE &HB170,1 ' ..... select primary slotnumber
140 POKE &HFBB0,1: ' ..... enable stop by pressing ctrl-shift-graph-code
150 CLS: LOCATE 7,0: PRINT Busy
160 GOSUB 200
170 LOCATE 5,1
180 END
200 RESTORE 330
210 FOR I=0 TO &H16
220   C=0
230   FOR K=0 TO &HF
240     READ A$:B=VAL(&H+A$)
250     POKE&HB000+I*16+K,B
260     C = C + B
270     NEXT K
280     READ A$:IF C=VAL(&H+A$)THEN 300
290     PRINT DATA ERROR IN LINE;330+I*10: END
300 NEXT I
310 DEFUSR0=&HB000: A=USR(0)
320 RETURN
330 DATA 21,0 ,0 ,39,EB,21,0 ,BA,F9,D5,21,0 ,0 ,11,0 ,0 , 420
340 DATA CD,31,B1,3A,70,B1,CD,14,0 ,2C,20,F1,24,7C,FE,C0 , 786
350 DATA 20,EB,CD,31,B1,DB,A8,F5,E6,3F,47,3A,70,B1,CB,F , 8D3
360 DATA CB,F ,B0,F3,D3,A8,3E,0 ,77,F1,D3,A8,FB,2C,20,E2 , 942
370 DATA 24,7C,FE,0 ,20,DC,21,0 ,0 ,3A,70,B1,CD,31,B1,CD , 692
380 DATA C ,0 ,FE,0 ,20,3A,11,FF,0 ,3A,70,B1,CD,14,0 ,2C , 4DC
390 DATA 20,E7,24,7C,32,FD,AF,FE,C0,20,DE,CD,31,B1,DB,A8 , 973
400 DATA F5,E6,3F,47,3A,70,B1,CB,F ,CB,F ,B0,F3,D3,A8,7E , 90C
410 DATA FE,0 ,20,78,3E,FF,77,F1,D3,A8,FB,2C,20,DD,18,2 , 7F4
420 DATA 18,71,24,7C,FE,0 ,20,D3,21,FF,FF,CD,31,B1,DB,A8 , 86B
430 DATA F5,E6,3F,47,3A,70,B1,CB,F ,CB,F ,B0,F3,D3,A8,7E , 90C
440 DATA FE,FF,20,48,3E,0 ,77,F1,D3,A8,FB,2D,20,DD,25,7C , 84C
450 DATA FE,BF,20,D7,21,FF,BF,3A,70,B1,CD,31,B1,CD,C ,0 , 876
460 DATA FE,FF,20,2F,11,0 ,0 ,3A,70,B1,CD,14,0 ,2D,7D,FE , 641
470 DATA FF,20,E4,25,7C,FE,FF,20,DE,11,26,B1,21,7 ,0 ,6 , 6B5
480 DATA 9 ,1A,CD,4D,0 ,23,13,5 ,20,F7,18,1A,32,FC,AF,F1 , 58F
490 DATA D3,A8,FB,11,19,B1,21,7 ,0 ,6 ,D ,1A,CD,4D,0 ,23 , 4E3
500 DATA 13,5 ,20,F7,18,0 ,E1,F9,C9,4D,45,4D,4F,52,59,20 , 5E3
510 DATA 4E,4F,54,20,4F,4B,4D,45,4D,4F,52,59,20,4F,4B,0 , 43E
520 DATA 0 ,C5,D5,E5,F5,22,2F,B1,21,2F,B1,11,5 ,0 ,3E,0 , 5CB
530 DATA 6 ,1 ,E ,1 ,ED,67,F5,FE,A ,38,2 ,C6,7 ,C6,30,EB , 64F
540 DATA CD,4D,0 ,EB,F1,1B,5 ,28,EB,ED,67,23,6 ,1 ,D ,28 , 5DC
550 DATA E3,F1,E1,D1,C1,C9,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 ,0 , 510

```

Figuur 5. Het testprogramma voor de geheugenuitbreiding.