

# MSX2+ uit MSX2: de hardware

MSX Computer Magazine nummer 40 - september 1990

**Read the appendix written by Hans Oranje!**

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

## DE TECHNIEK VAN DE OMBOUW

### Inleiding

Ons eerste wat waarschuwend verhaal omtrent het ombouwen van een MSX2 naar een MSX2+ heeft heel wat losgemaakt in MSX'end Nederland. Onder meer boze reacties, van ombouwers die de impliciete kritiek niet zo geslaagd vonden. Mondige klanten waren die heren blijkbaar niet echt blij mee. Maar ook positieve reacties waren ons deel. Ook uit ombouwers kringen, waar enkele kritische noten werden gekraakt. Kritiek die mogelijk nog wel tot een verder artikel omtrent deze lastige materie zal leiden.

Het meest opvallend was echter het feit dat we van meerdere kanten werden aangevallen op het feit dat we in dit nummer ook de softwarematige ombouw zouden publiceren. We zeiden al, MCM is van zijn geloof afgevallen, want op de MSX2+ ROM's rust wel zeker copyright, daar mag je niet zomaar stukken uit kopiëren. Die negatieve reacties - en de lengte van het artikel - hebben er toe geleid dat we in eerste instantie dat software-verhaal nog even op de plank houden. We willen de redactionele koers in deze nog eens nader bespreken. Vandaar dat in het hier afgedrukte verhaal alleen de hardware aan bod komt. Ook voor niet-ombouwers valt er veel te leren uit dit artikel, zoals de reden waarom een MSX2+ twee manieren van opstarten kent.

Dit verhaal is vrij technisch en vraagt een behoorlijk inzicht van de lezer. Wanneer u niet bekend bent met termen als TTL-IC of SMD montage en u geen soldeerervaring heeft, raden wij u aan om niet zelf te gaan experimenteren. De kleinste fout kan hele vervelende gevolgen hebben, met als eventueel resultaat dat uw MSX computer niet meer werkt. Als u vervolgens ook geen technische manual van uw eigen type MSX computer heeft dan kan het moeilijk worden om de oorzaken - terug - te vinden.

Het is niet de bedoeling om hier alleen kale instructies te geven, maar ook om duidelijk te maken hoe de dames en heren ombouwers te werk gaan - of zouden moeten gaan - om uw MSX2 computer naar een MSX2+ te promoveren. MCM hoopt op deze wijze dat de

lezer in staat zal zijn om de ombouwers en hun prestaties te kunnen beoordelen, zeker als u weet dat deze ombouwers strikt genomen illegaal bezig zijn.

Het hele verhaal is gebaseerd op ombouwervaringen van een groep mensen die ernaar gestreefd hebben om legaal de bestaande MSX2 computers om te bouwen naar MSX2+. De ombouw zelf was al eind 1989 gelukt, het verkrijgen van een reactie c.q. toestemming van ASCII Japan lukte echter niet. Er is dan ook aan niemand officieel toestemming verleend om MSX2 computers naar MSX2+ te modificeren. Zelfs het inschakelen van een advocaat om de rechtspositie te bepalen en talloze faxen naar ASCII Japan hebben niet geholpen. Strikt genomen is elke ombouwer in overtreding wanneer hij dit voor derden uitvoert.

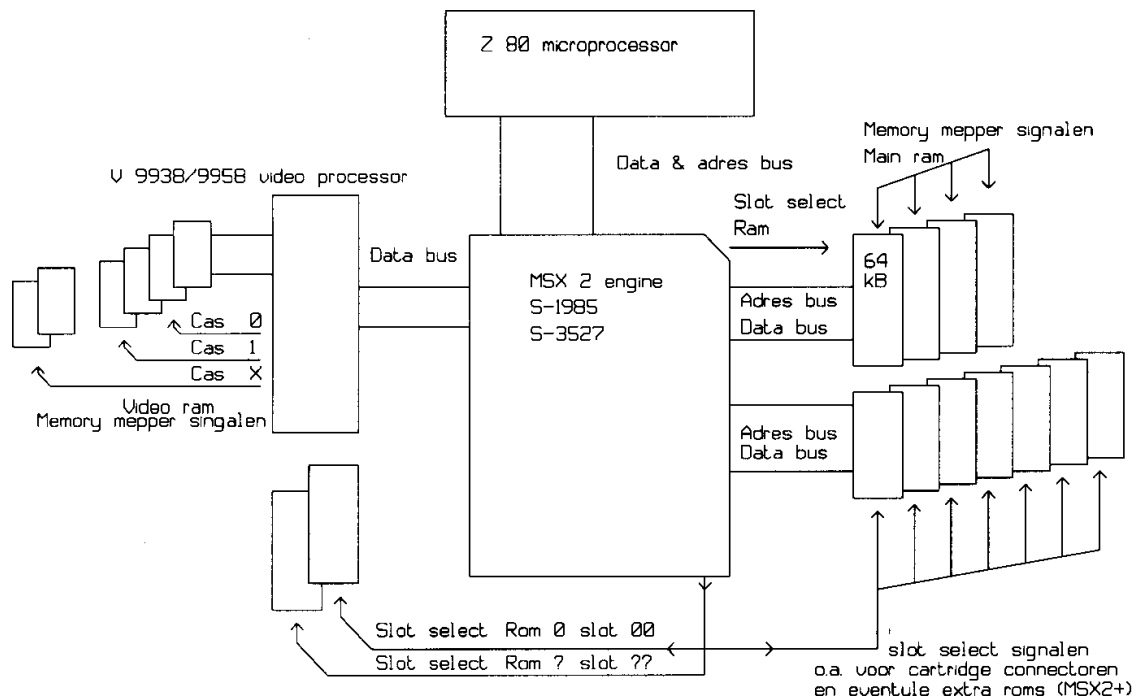
Overigens, MCM is niet verantwoordelijk voor eventuele schade die ontstaat door het ondeskundig toepassen van de hieronder staande gegevens. Elke ombouw of poging tot ombouw geschiedt geheel op eigen risico.

## Hardware

Om het verhaal een duidelijke structuur te geven beginnen we met de algemene opzet van de Sony en Philips MSX computers en een spoedcursus die uitlegt hoe de MSX2 opgebouwd is.

De standaard MSX2 computer bestaat uit de volgende hoofdbestanddelen:

- 1 Een micro-processor (Z80).
- 2 Een stukje statisch geheugen - vaak ROM genoemd.
- 3 Een stukje RAM.
- 4 Een MSX engine.
- 5 Een MSX video processor - met video RAM.
- 6 Cartridge sloten.



Afbeelding 1, blokschema MSX

Zoals afbeelding 1 laat zien verloopt bijna alle schakel-informatie via de MSX-engine. Een uitzondering hierop vormt de benadering van vele I/O-poorten, die direct plaatsvindt. Naast het feit dat alle data- en adreslijnen in verbinding staan met de MSX-engine, communiceren de componenten ook direct met elkaar. Specifieke signalen worden slechts doorgegeven aan dat onderdeel waar het signaal voor bedoeld is.

Hoe wordt een standaard MSX2 machine omgebouwd naar een MSX2+ machine? De basiscomponenten - VDP, Z80 etcetera - vormen samen met enkele TTL-IC's en wat randhardware een MSX2 computer. Door nu de juiste componenten te vervangen, één I/O-poort bij te bouwen en enkele aansluitingen te wijzigen kan men een MSX2 computer - wat de hardware betreft althans - ombouwen naar een MSX2+.

Het gemakkelijkste is het inbouwen van de nieuwe videochip, de beroemde V-9958. Daarnaast moet er een extra register gecreëerd worden dat via I/O- oort &HF4 gelezen en geschreven wordt. Het lastigste is het direct solderen op de MSX-engine. En met dat hart van de MSX beginnen we.

## **De MSX engine**

Van de MSX-engine zijn twee types bekend. In de meeste MSX2- computers (en sommige MSX 1's ook) zit de S-3527, maar de meeste Sony's - behalve de 500p -bezitten de S-1985. Beide MSX-engines hebben 100 aansluitpennen en zijn gebouwd volgens de SMD techniek (Surface Mounted Device), een manier om zeer veel aansluitingen heel erg compact te houden. De MSX-engine zorgt onder andere voor de slotswitching en in bepaalde gevallen voor de geëxpandeerde sloten. De engine is de chip waar -naast de V9958 - alles om draait wat betreft het ombouwen. Om de 92 Kb ROM die een MSX2+ vereist kwijt te kunnen moet men namelijk met extra sloten gaan werken. Dankzij de structuur van de beide MSX-engines kan men gebruik maken van zes cartridgeslot-signalen in de machines die uitgerust zijn met de S-3527 MSX engine en acht in apparaten die de S-1985 bezitten. De gehele aansturing van deze slots is namelijk al in de engine ingebouwd, er zijn al aansluitingen voor 'extra slots' aanwezig. Eén van deze slots kan gebruikt worden voor het extra ROM. Natuurlijk zijn de andere sloten ook te gebruiken voor bijvoorbeeld een EPROM met eigen programmatuur. In principe is het type MSX-engine alleen van belang om te bepalen in welk slot de extra programmatuur kan staan en dan voornamelijk het ROM dat de MSX2+ computer nodig heeft.

Het is beslist nuttig om te weten waaraan men kan zien welke MSX-engine wordt gebruikt. Op de hoofdprintplaat zit een wat groter IC dat rechthoekig van vorm is. Bij de Sony computers is een gat in de hoofdprintplaat aangebracht waar de engine in valt. Op dit IC staat het typenummer, S-1985. Met deze gegevens kan men verder gaan zoeken naar vrije slots.

Het moeilijkste solderen vindt juist rondom de engine plaats. Omdat de MSX-engine een SMD IC is, staan de contactpennen heel dicht bij elkaar en is kortsluiting zo gemaakt. Om deze reden is het aan te bevelen - zacht gezegd - om zo min mogelijk direct op de S-1985 of S-3527 te solderen en zeker niet met een ongeaarde soldeerbout. Tevens dienen de extra verbindingen te worden ondersteund met tape. De penntjes zijn zo klein dat zij heel makkelijk af kunnen breken.

### Type S-3527

Pen nr	SLT/CS *)	select
27	SLT 03/33	
Z8	SLT 01/31	
89	SLT 3/30	
88	SLT 2	
87	SLT 1	
4Z	ROM CS	(ROM Chip Select slot 00)
84	CS1	ROM SH4000-&H7FFF
85	CS2	ROM &H8000-&HBFFF
86	CS12	ROM &H4000-SHBFFF

\*) twee cijfers beduiden achtereenvolgens primair— en secundair slot

### Type S-1985

Pen nr	SLT/CS *)	select
56	SLT 33	
55	SLT 32	
54	SLT 31	
53	SLT 3/30	
5Z	SLT 2	
51	SLT 1	
50	SLT 03/CS01	SLOT 03 of ROM SH0000- aH7FFF
43	SLT 02CSB0	SLOT 02 of ROM &H0000-SH3FFF
48	SLT 02	SLOT 01
47	SLT 0/00	SLOT 0 of SLOT 00
45	CS2	ROM &H8000-SHBFFF
44	CS1	ROM &H4000-SH7FFF
4b	CS12	ROM select &H4000- &HBFFF

\*) twee cijfers beduiden achtereenvolgens primair— en secundair slot

### Schakellogica

De volgende vraag is, hoe de MSX intern schakelt wat betreft het lezen, schrijven en het selecteren van de sloten. Ten eerste dient in slot 0-0 een ROM te zitten. In welk slot de andere programmatuur zit is eigenlijk niet zo heel erg van belang. Als de programmatuur maar correct geschreven is werkt alles naar behoren. Om een slot te selecteren dient minimaal het slotselect (SLT) signaal aanwezig te zijn. Het slotselect signaal werkt samen met de andere signalen, zoals lees- en schrijf-signalen, 'read enable' en 'write enable'. Het extra ROM moet daarom aangestuurd worden door middel van een vrij

slotselect signaal. De MSX-engine heeft er enkele vrij zodat het voor de hand ligt om deze te gebruiken om het extra ROM te selecteren.

Gezien het feit dat de een deel van het MSX2+-ROM - het KANJI-ROM - op adres &H4000 begint, moet van het Chip Select signaal gebruik gemaakt worden. Dit signaal is nodig om onderscheid te maken tussen 32 kB en 16 kB ROM's, zoals cartridges maar ook het KANJI- en diskROM. Het CS signaal kan of direct van de MSX-engine worden afgetakt, of— wat veel verstandiger is - worden doorverbonden vanuit een andere plaats in de computer. De cartridge connector gebruikt dit signaal tenslotte ook. Men moet wel goed controleren waar dit signaal aanwezig is. Vaak kan men voor het CS signaal direct pen 1 (CS1), pen2 (CS2) of pen3 (CS12) van de cartridge connector gebruiken. Dit signaal gaat op pen 20 (CS) van het extra ROM. Op pen 22 (OE) moet men het slotselect signaal -van de MSX-engine - aansluiten. De andere verbindingen zijn gelijk aan die van de reeds aanwezige ROM - van hetzelfde type. Men kan dus het extra ROM van 32 kB bovenop een bestaande EPROM solderen en alleen twee pootje's met behulp van draadbrugjes naar de MSX-engine brengen. Zo kan 32 kB ROM in een extra intern slot geplaatst worden en is tegelijk voor een correcte adressering gezorgd.

Het juiste type ROM is afhankelijk van de wijze van modificeren. Meestal gebruikt men een 27256 - een 32 kB EPROM. In andere MSX-computers worden deze ROM's ook gebruikt. Als het extra ROM bovenop een ROM van hetzelfde type wordt gesoldeerd zijn alle pennen compatible. Men kan natuurlijk ook met een hulpprint gaan werken waar meteen de I/O-poort op kan komen, iets waar we straks nog op terugkomen.

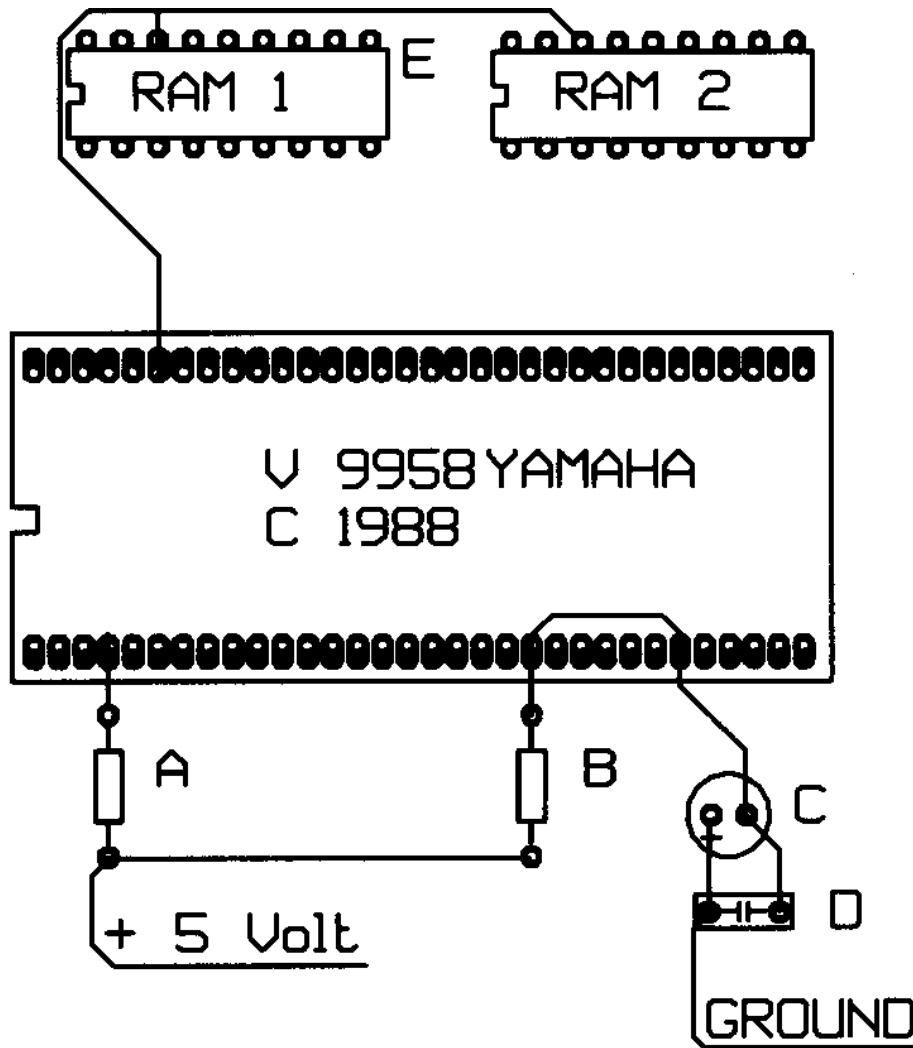
### De aansluitingen die gewijzigd zijn

Pen nummer	V9958 Signaal	V9938 Signaal
4	VRESET	VDS ( vervangen)
5	HSYNC	HSYNC (GeModificeerd)
B	CSYNC	CSYNC (GeModificeerd)
6	CPUCLK/VDS	CPUCLK (VDS is naar pen 4)
21	VDD/DAC	VIDEO (vervangen)
26	WAIT	LPS (vervangen)
27	HRESET	LPD (vervangen)

### Aansluiten

In de tabellen 1 en 2 staat een overzichtje van de aansluitingen die op de MSX-engine gebruikt kunnen worden om het extra ROM aan te sturen. Afhankelijk van het type computer zijn enkele slot-selectsignalen niet aangesloten. De niet aangesloten pennen kunnen gebruikt worden voor het extra ROM. Hééééél voorzichtig wordt er een draadje gesoldeerd tussen de desbetreffende pen van de MSX-engine en het extra ROM. Let er goed op dat de gemaakte verbindingen niet kunnen gaan bewegen omdat anders zowel het draadje zelf als - erger nog - het pennetje aan de MSX-engine kunnen afbreken. Met alle vervelende gevolgen vandien. Een EPROM kan zoals gezegd bovenop een andere

EPROM van het zelfde type -bijvoorbeeld een 27256 op een 27256 -gesoldeerd worden, maar men moet wel eerst de pennen 20 (CS) en 22 (OE) van de nieuw te plaatsen chip omhoog buigen. Op pen nummer 22 (OE) van de EPROM komt het slotsselect signaal te staan en op pen 20 (CS) komt CS1, CS2 of CS12 -afhankelijk van adresgebied - signaal te staan. Door deze twee verbindingen te maken is 32 kB in een - tot nu toe - vrij slot geïnstalleerd. Er zijn ook andere manieren denkbaar, zoals we straks nog zullen zien, als we het over de extra MSX2+ I/O-poort hebben. Op deze wijze kan men natuurlijk alle slotsselect signalen die intern nog niet in gebruik zijn benutten. Teveel ROM's op elkaar plaatsen is echter niet aan te raden, daar deze componenten warmte ontwikkelen en deze dan niet meer kwijt kunnen.



*Afbeelding 2, schakeling van MSX2+ en Videoprocessor*

### **De video processor**

De nieuwe MSX2+ video processor van Yamaha - de V9958 - is in de basis pen-compatible met het zijn voorganger, de V9938. Enkele aansluitingen zijn echter

veranderd en de video processor is iets gevoeliger geworden voor 'vervuiling' in de voedingsspanning. In tabel 3 staat een overzicht van de gewijzigde aansluitingen, alle andere aansluitingen zijn gelijk gebleven.

Wanneer de video chip gewoon in de plaats van de oude V9938 wordt geplaatst is men er helaas nog niet. Gezien de gevoeligheid van de nieuwe videochip moeten er de nodige voorzorgsmaatregelen genomen worden om een langere tijd van het nieuwe beeld te kunnen genieten. In afbeelding 2 hebben we één en ander schematisch weergegeven. Om te beginnen mag pen 4 - een output pen - niet direct aan de plus of de min gezet worden. Door een weerstand (A) van 100 KOhm te plaatsen tussen pen 4 en de +5 volt, wordt deze pen gestabiliseerd. Doe je dit niet en plaats je pen 4 direct aan de massa of de +5 volt dan loopt er een te hoge spanning door de video chip. Dit heeft oververhitting tot gevolg. Zeker wanneer de computer mooi in een kast is weggebouwd en daardoor de warmte niet al te best kwijt kan. Ten tweede dient men pen 21 aan de +5 volt aan te sluiten maar wel met het spoeltje (B) van 330 mH ertussen. Dit dient om de hoogfrequente storingssignalen te filteren. Vanaf pen 21 gaat men direct naar pen 27. Na pen 27 volgt een Elko 470 uF 16 volt (C) en een condensator van 100 uF (D) die beide parallel aan de massa staan. Hiermee worden de laagfrequente storingssignalen gefilterd. Op deze wijze ontstaat er een gefilterde voeding over pen 21 en 27. Deze aansluitingen hebben dan geen last meer van vervuiling en het beeld blijft stabiel. Wanneer dit niet gebeurt kan het zijn dat alles goed werkt bij de ombouwer, terwijl wanneer u thuis komt de computer rare beelden geeft. De meeste voedingen geven namelijk een vervuilde spanning af. De spanning wordt dan gestoord door een ander IC of, of door huishoudelijke apparaten die ineens om vermogen gaan vragen. Hierdoor zakt of stijgt de spanning met een schokje. Van deze wisselingen kan de V9958 last hebben, met alle vreemde gevolgen van dien.

Of het soldeerwerk kwalitatief goed is, is lastiger te beoordelen. Zwarte en dikke klonten wijst op slecht en slordig werk, maar mooi uitziend soldeerwerk dat geen goed contact maakt is heel moeilijk te vinden. De VDP gaat niet zo snel kapot, maar bij een regelrechte kortsluiting kan het toch wel eens het geval zijn.

## **Expansion RAM**

Men kan - zoals ook bij de 'oude' V9938 - bij de V-9958 een extra blok RAM plaatsen. Via bepaalde machinetaal routines is dit extra RAM bereikbaar; in de literatuur over de V9938/V9958 wordt deze extra mogelijkheid expansion RAM genoemd. Snellere acties op uw beeld zijn mogelijk dankzij deze extra 64 kB videoRAM. Om die reden is deze optie in dit verhaal opgenomen. Deze 64 KB wordt aangesloten door pen 16 van de RAM IC's om te buigen en de chips bovenop één blok van 64 kB te solderen - dit is afhankelijk van de machine, dus goed controleren! De beide pennen worden met elkaar verbonden en aan pen 59 (CASX of CAS2) van de video processor gesoldeerd. Het extra RAM wordt dus op de videoRAM geplaatst en niet bovenop het gewone RAM. Bij de Sony HB-F700P zijn dit de chips met nummer 305 en 303, maar bij de Philips NMS 8250/8255 zijn de nummers 102 en 103. Wat betreft de MSX computers die kunnen digitaliseren komen nog wat andere problemen om de hoek kijken. Tot nu toe is alleen over digitale schakeltechniek gesproken. Daar een behoorlijke hoeveelheid analoge



signalen wordt gebruikt tijdens het digitaliseren dient men bepaalde waarden te veranderen. Bij een Sony HB-F900P bijvoorbeeld kwam het voor dat bij het digitaliseren van een plaatje de computer problemen had met de horizontale synchronisatie. Dit is op te lossen, maar men moet de gehele videogroep opnieuw af stellen en soms enkele spoeltje's en weerstanden vervangen. Dit is een klus die bijna geen enkele hobbyist zonder scoop kan klaren. Men kan dan nog steeds niet in scherm 12 digitaliseren. Misschien is dit in de toekomst op te lossen met specifieke software, maar dat moet nog worden uitgezocht. Gezien de grote pencompatibiliteit van de V9938 en de V9958 moet de oplossing te vinden zijn.

### **De extra I/O-poorten**

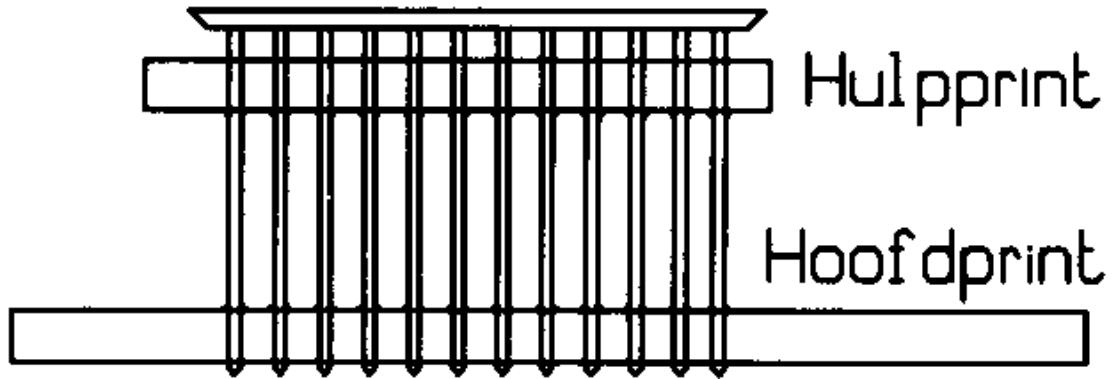
In de MSX2+ standaard zit een aardigheidje wat betreft het opstarten. Tijdens een hardware reset zorgt de MSX2+ dat bepaalde poorten hardwarematig laag worden gezet. Eén van deze poorten is &HF4, die wordt gebruikt als aansturing van een 1-bits geheugen. Wanneer dit bit nul is komt het opstartscherm gewoon te voorschijn. Nadat dit gebeurd is, wordt het bit op 1 gezet. Als nu een softwarematige reset - door een programma bijvoorbeeld - gegeven wordt, dan wordt de opstartroutine dankzij dat bitje overgeslagen. De reden hiervoor is dat naast het verschijnen van het MSX-logo ook het geheugen geteld wordt tijdens de koude start. Dit wordt gedaan door een waarde weg te schrijven naar elke pagina. Als nu een programma een zachte reset geeft voordat het definitief opstart, zal - als er toch een koude start plaatsvindt - het programma zelf verminkt kunnen worden. Het is dus niet slim deze specifieke MSX2+-truuk maar over te slaan. De I/O-poort &HF4 met dat ene bit geheugen moet extra in de computer worden ingebouwd. Dit is vrij simpel te realiseren als er een speciaal printje wordt gemaakt met twee stuks aansluitingen voor een EPROM, gelijk zoals die de computer zitten. Op dit printje kan de poort &HF4 geplaatst worden. Het uiteindelijke doorverbinden gebeurt met een 'brug', zie afbeelding 5. Men desoldeert één ROM-chip en soldeert op het printje een wirewrap voetje voor de gedesoldeerde ROM-chip. Dit wirewrap voetje wordt helemaal door het hulpprintje heen gestoken. De uiteinden van de pennen worden nu in de moederprint gesoldeerd. Op deze wijze heeft men een extra etage gemaakt boven de plaats waar de originele ROM-chip zat, met de mogelijkheid om solide een extra printje in de computer te plaatsen. Wanneer men nu bij het ontwerp van dit printje niet alleen de I/O-poort realiseert maar meteen ook een extra ROM heeft opgenomen en alle verbindingen - op pen 20 en 22 na - heeft doorverbonden, dan heeft men gelijk de extra ruimte om de MSX2 ROM erbij te plaatsen. Pen 20 en 22 worden met een draadje doorgelust naar een plek waar de juiste signalen op te pikken zijn. Zo heeft men, zonder IC's op elkaar te plaatsen, op professionele wijze de uitbreiding in de computer geplaatst.

### **JIS**

In de MSX2+-computers zit de al bekende JIS-ROM; JIS staat voor Japanese Industrial Standard en deze ROM bevat verscheidene karaktersets. De aansturing van deze JIS gebeurt door verschillende I/O-poorten. Deze aansturing is vrij complex en tot nu toe niet volledig geanalyseerd. De JIS behoort voor zover bekend niet tot de MSX2+ standaard. Het wordt nog onderzocht, maar mocht iemand onder van de lezers weten hoe

dit - eenvoudig - opgelost kan worden dan zullen wij hier in de toekomst zeker aandacht aan besteden. Voorlopig laten wij de JIS buiten beschouwing.

## Wire wrap voetje



### Bronvermelding

Sony Nederland, dat de MSX markt niet meer ondersteund wat betreft het leveren van MSX2 of MSX2+ computers heeft ons toestemming gegeven om volledig gebruik te maken van de manuals en specifieke Sony informatie dat ons ter beschikking stond c.q. staat, doch alleen voor dit project. Alle technische informatie betreffende de MSX engine's en andere hardware hebben wij uit de technische manuals van Sony Nederland B.V.

## **Gebruikte termen**

**SMD**, Surface Mounted Device: Dit staat voor zeer compacte onderdelen, eigenlijk alleen geschikt voor robotmontage.

**ROM**: Read Only Memory, geheugen dat alleen te lezen is.

**EPROM**; Eraseable Programmable Read Only .memory. Geheugen dat in de computer alleen te lezen is maar alleéri met behulp van speciale apparatuur gewist en opnieuw beschreven kan worden.

**RAM**: Random Acces Memory, Geheugen dat zowel te lezen als te schrijven is,  
Wire wrap voetje: Een IC-voetje met extra lange pennen, "Van origine worden deze pennen gebruikt om er draad omheen te draaien. Daardoor hoeft meestal niet gesoldeerd te worden, in dit geval worden de pennen gebruikt om op enige afstand van de hoofdprint een klein hulpprintje vast te zetten. Tevens dienen de pennen als elektrische verbinding tussen de onderdelen op het hulpprintje en de hoofdprint.

**I/O-poort**: een input/output-poort zoals &HF4 of de memory mapper poorten. Poorten kunnen gebruikt worden orn een register of geheugentje aan te sturen. Hierin kan een bepaalde waarde geheel onafhankelijk van het normale geheugen in worden opgeslagen. Het aansturen gebeurt door OUT &HF4,? en het lezen gebeurt door PRINT INP &HF4. Dóór nu dit geheugen of register door te koppelen naar andere hardware kan men deze onafhankelijk van de rest van het systeem besturen. Dit gebeurt al bij de memoimapper of een modern. Maar het biedt ook extra mogelijkheden voor ombouwers, bijvoorbeeld een softwarematige omschakeling van de klokfrequentie.

**Pin compatible**: dit houdt in dat dé signalen op de pennen van het ene onderdeel gelijk zijn aan de signalen op de pennen van het andere onderdeel, Het is wel mogelijk dat dé waarde van de signalen veranderd is. Het soort signaal of commando blijft gelijk.

**Laag actief**: hiermee wordt bedoeld dat wanneer er geen signaal is (0 volt) er gereageerd moet wórden 'op het niet .aanwezige-signaal. Dat kun je je zo voorstellen: als je de lichtschakelaar op uit zet dan moet het licht aan gaan.

**Hoog actief**: Hiermee wordt bedoeld dat wanneer hét signaal 5 volt is dat er op gereageerd moet worden. Oftewel, wanneer je de andere lichtschakeiaar op aan zet dan moet het licht aan gaan; Alle signalen waar in de technische manuals een streepje boven staat zijn laag actief. Dus wanneer dit signaal niet werkt dan staat er 5 volt op (ongeveer) en wanneer het wel werkt dan staat er minder dan 2,5 volt op,

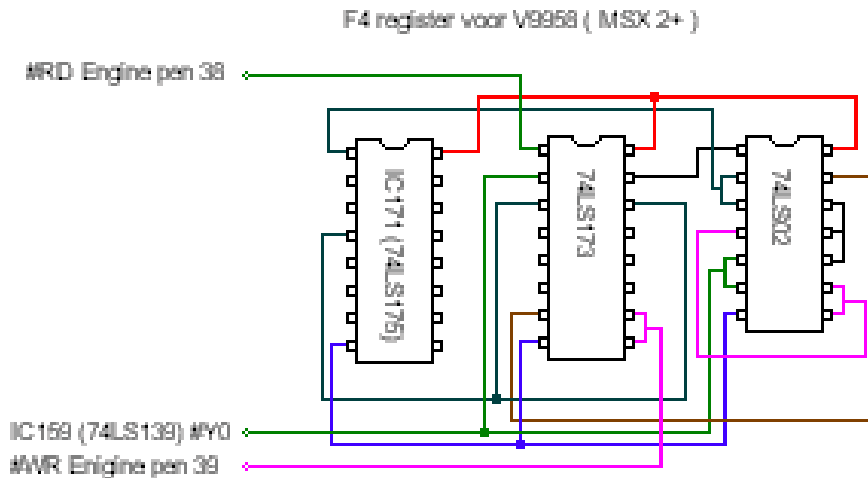
**CS**:.De CS 'signalen zijn Chip "Select signalen. Deze worden. gebruikt om een chip - in principe alleen ROM - te-selecteren;; De opzet is zodanig dat deze signalen een beginadres hebben; meegekregen. Op deze wijze 'weet' de Z80 op welk adres de informatie komt.

**OE:**-Het output Enable signaal, geeft aan een IC. - RAM of ROM het sein dat er data gegeven moet worden.

**Read Enable:** Een signaal dat aangeeft dat een component informatie moet afgeven, oftewel de Z80 wil de data gaan lezen

**Write Enable:** Een signaal dat aangeeft dat het component informatie moet opnemen, oftewel de Z80 wil data gaan schrijven.

## Aanvulling door Hans Oranje



Het bovenstaande schema bevat 2 IC's welke boven op IC 171 ( 74LS175) gesoldeerd worden. Dit schema is bedoeld voor het zogenaamde F4 register welke van toepassing is in de BASIC 3.0 ROM die toch op z'n minst aanwezig moet zijn als je de V9958 VDP gebruikt in een MSX 2 computer. Het #Y0 signaal (&HF4) wordt betrokken uit pen 4 van IC 158 ( 74LS139 ) Voor wat betreft de V9958 ten opzichte van een V9938 zit er in de aansluitingen niet zoveel verschil in. Na het wat lastig desolderen van de V9938 en hiervoor een shranked-dip 64 polige gedraaide IC-voet er weer in gesoldeerd te hebben, hoeft alleen de pennen 4 en 21 (van de V9958) aan de +5Volt gemonteerd te worden. Er wordt gesuggereerd dat er een diode van pen 26 (V9958) aan de #wait-lijn van de Z80 gemonteerd moet worden. Echter blijkt dit in de praktijk niet nodig te zijn. Tot zo ver wat betreft de ombouw naar een V9958 in een NMS 8250/55.

# Inbouw in een NMS8280

