

Slotexpander eerst begrijpen en dan bouwen

MSX CLUB MAGAZINE 37, 38

Dick Van Oosten

Scanned and converted to PDF by HansO, 2001

In een tweetal grote artikelen wordt de slotexpander voor MSX aan u uitgelegd. In deze eerste aflevering komt de theorie in ruime zin aan bod en in de volgende aflevering komen we aan de (zelf)bouw toe.

MSX-slotschakelsysteem

De Z80 microprocessor heeft een adresbus bestaande uit 16 lijnen genummerd A0 t/m A15. Met een 16 bits "brede" adresbus kunnen 65536 verschillende adressen worden gevormd. In computerjargon spreken we van 64k. Het adresbe-reik van de Z80 is dus 64k. Dit wordt bij MSX opgedeeld in vier blokken van 16k. Elk blok van 16k wordt aangeduid met het Engelse woord page. De vertaling van page is pagina. Het adresbereik bestaat dus uit vier page's genummerd van 0 t/m 3. We krijgen de volgende verdeling van het adresbereik:

pagina adressen		
Page	adres decimaal	adres hexadecimaal
0	0000-16383	0000-3FFF
1	16384-32767	4000-7FFF
2	32768-49151	8000-BFFF
3	49152- 65535	C000-FFFF

Bij MSX kan elke page in een van de vier primaire slots geschakeld worden. Dat geeft 256 verschillende mogelijkheden. Hoe de 4 page's over de 4 primaire slots verdeeld zijn wordt bijgehouden in het slot-register. De primaire slots zijn ook weer genummerd van 0 t/ m 3. Voor de binaire notatie van een slotnummer zijn 2 bits voldoende. In 1 byte (8 bits) passen dus 4 slotnummers. Nu moest nog afgesproken worden welk slotnummer bij welke pagina hoort. De ontwerpers van MSX hebben bepaald dat de 2 minstwaardige bits (meest rechtse bits) bij pagina 0 horen, de 2 bits links daarvan bij pagina 1 enz. Het volgende voorbeeld geeft een verduidelijking van de inhoud van het slotregister. Stel dat de binaire waarde op een bepaald moment als volgt is: 11011000 Door de 4 paren van 2 bits in gedachten iets uit elkaar te schuiven krijgen we: 1101 1000 De meest rechtse twee bits hebben betrekking op page 0. De waarde van deze bits is 0. Page 0 staat dus in slot 0 geschakeld. Een stap naar links staat de binaire waarde 10, dus twee. Page 1 staat dus in slot 2 geschakeld. Nog een stap naar links geeft de informatie dat page 2 in slot 1 staat en de meest linkse 2 bits vertellen ons, dat page 3 in slot 3 staat.

Wijziging page-indeling

Door in het slotregister een andere binaire waarde te schrijven wordt de verdeling van de pages over de primaire slots veranderd. Door het uitlezen van de inhoud van het slotregister kan worden nagegaan hoe de 4 pages geschakeld staan. Dit lezen en schrijven van / naar het slotregister wordt gedaan door de programma's als dit nodig is. Hoe het schakelen van de primaire slots gebeurt overeenkomstig de inhoud van het slotregister is voor ons niet interessant. De hardware van de computer doet dat karwei voor ons. In een MSX-2 zit een controller-chip die wordt aangeduid met MSX-engine. Deze zeer gecompacte chip bevat zoveel schakelingen, dat een handvol TTL-IC's nodig zou zijn om dezelfde functies te realiseren. Aangezien de engine alleen een bepaalde interne slotexpansie (meestal slot 3) ondersteunt, is deze niet bruikbaar voor het ontwerpen van een slotexpander, welke op een uitwendig cartridge-slot kan aangesloten worden. De uitwendige cartridgeslots zijn meestal de primaire slots 1 en 2.

Page indeling

Ook bij slotexpansie moet bekend zijn welke page in welk subslot geschakeld moet worden. Hiervoor wordt hetzelfde systeem gebruikt als voor een primair slot. Voor primaire slots hebben we het slotregister. Dit is de I/O-poort &HA8. Voor de subslots hebben we het subslotregister, hetwelk ondergebracht is in het normale adresbereik n.l. adres #FFFF. Aangezien elk van de primaire slots geëxpandeerd kan worden tot 4 subslots, zouden we ook een viertal subslotregisters kunnen hebben. Er is maar 1 adres #FFFF, doch dat kan in elk slot of subslot liggen. De geheugenplaats #FFFF wordt in werkelijkheid helemaal niet aangesproken als een slot is geëxpandeerd. De eerder genoemde engine kan o.a. 4 slotselectiesignalen (SLTSL) genereren voor resp. de slots 0 t/m 3. Stel dat slot 3 intern is geëxpandeerd, dan zal bij lezen of schrijven naar een adres in een page, die in slot 3 geschakeld moet worden, het signaal SLTSL voor slot 3 laag gemaakt worden door de MSX-engine. Als de Z80 het geheugen wil aanspreken, wordt het controlesignaal MREQ door de Z80 laag gemaakt. Als de signalen SLTSL3 en MREQ beiden laag zijn, dan betekent dit dus, dat een geheugenplaats in slot 3 zal worden aangesproken. Is dat het geval, dan wordt een schakeling geactiveerd, welke controleert of dit geheugenplaats #FFFF is en zo ja, dan wordt een schakeling rond de subslotselectie aangesproken in plaats van het geheugen. Als slot 3 niet geëxpandeerd is vindt deze omschakeling niet plaats omdat de schakeling ontbreekt om te controleren of het adres #FFFF is. In de MSX-engine zijn voornoemde schakelingen aanwezig voor het intern geëxpandeerde slot. De geheugenplaats #FFFF is door dit systeem in feite onbruikbaar. Adres #FFFF is gereserveerd voor subslotregisters en mag derhalve nooit als geheugenlocatie worden gebruikt.

Lezen subslotregister

Er is nog een eigenaardigheid verbonden aan het subslotregister voor een geëxpandeerd slot. Bij het uitlezen wordt niet de werkelijke inhoud van het subslotregister op de databus gezet, doch het complement ervan. De reden daarvoor is dat gecontroleerd moet

kunnen worden of een primair slot al of niet geëxpandeerd is. Door eerst naar adres #FFFF te schrijven en daarna adres #FFFF uit te lezen zal de uitgelezen waarde het complement zijn van de geschreven waarde bij een geëxpandeerd slot. Bij de opstartprocedure wordt op deze wijze o.a. bepaald welke van de vier primaire slots geëxpandeerd zijn. De bijbehorende gegevens worden in de geheugenplaatsen #FCC1 t/m #FCC8 gezet. In deze geheugenplaatsen kan programmatuur, welke pages en/of slots omschakelt de benodigde gegevens vinden.

Eisen voor externe slotexpander

Om een goed werkende slotexpander te ontwerpen is het nodig, dat men beschikt over kennis van de hardware-specificaties voor MSX-computers, en de werking van de Z80 microprocessor naast ervaring met het ontwerpen of bouwen van digitale schakelingen. Daaruit komt het volgende naar voren:

Belastbaarheid voedingsspanningen

Een cartridge-slot van een MSX-computer kent beperkingen t.a.v. de belasting van de door de computer geleverde voedingsspanningen. De +5 Volt voeding mag belast worden met 300 mA. (maximum) bij elk naar buiten uitgevoerd cartridge-slot. Daarnaast mogen de +12 Volt en -12 Volt voedingsspanningen elk belast worden met 50 mA. .. totaal Daarmee wordt bedoeld de totale belasting van alle externe cartridge-slots tezamen. Genoemde belastingen van de voedingsspanningen gelden als voorgeschreven norm voor de fabrikanten van MSX-computers. In werkelijkheid mag b. v. de +12 Volt meestal wel wat zwaarder belast worden bij de meeste MSX-2 computers. Daarop rekenen mag men echter niet als men op zeker wil spelen.

De +12 en -12 Volt voedingsspanningen worden zelden gebruikt en zijn bedoeld voor analoge schakelingen, waarin b. v. operational amplifiers worden gebruikt. Dit komt over het algemeen slechts voor bij analoge schakelingen t.b.v. meten en regelen en vaak bij muziekcartridges. Bij zuiver digitale schakelingen zullen de +12 en -12 Volt zelden gebruikt worden. Als een slotexpander zal worden benut om b.v. een harddisk aan te sluiten en die harddisk heeft geen eigen voeding, dan is in ieder geval een externe gestabiliseerde voeding nodig die een piekstroom van 1.5 a 2 Amp. bij +12 Volt kan leveren. Indien de 4 subslots van de slotexpander zullen worden gebruikt om meerdere muziekmodules en / of nudiinterfaces en/of analoge schakelingen aan te sluiten is het vrijwel zeker dat de +12 Volt overbelast zal worden zonder extra voeding.

Op een slotexpander kunnen 4 cartridge's aangesloten worden, die elk de toegestane 300 mA. bij +5 Volt kunnen vragen. Aangezien de slotexpander zelf ook de nodige stroom consumeert betekent dit, dat er een extra +5 Volt gestabiliseerde voeding nodig zal zijn, welke de $4 \times 300 \text{ mA.} = 1.2 \text{ Amp.}$ voor de 4 subslots kan leveren. De toegestane belasting van 300 mA. van het uit te breiden slot kan dan gebruikt worden voor de oom-voorziening van de slotexpander zelf. Om zeker te zijn, dat geen voedingsproblemen zullen ontstaan is een extra gestabiliseerde voeding nodig, welke +5 Volt bij 1.5 Amp. kan leveren en +12 Volt bij 0.5 Amp. (2 Amp. indien ook een harddisk gevoed moet worden).

Keuze van ic's

Gezien het aantal ICs dat nodig is voor een slotexpander, kan men geen TTL ICs uit de ouderwetse 7400 serie gebruiken. Het totale stroomverbruik komt dan gegarandeerd boven de toegestane 300 mA. Een goed compromis tussen schakelsnelheid en stroomverbruik is te vinden bij de 74LS-serie. Dit type IC's wordt ook veelvuldig gebruikt in MSX-computers. In de 74LS serie is tevens een veel groter aantal typen verkrijgbaar, zodat men daaruit de meest geschikte schakelfuncties kan kiezen om met een zo klein mogelijk aantal ICs een slotexpander te realiseren. Met een verbruik van ca. 200 mA.(+5V) kan een goede slotexpander gebouwd worden. Uit het bovenstaande resulteert het eerste probleem. Diegenen, die met de details van TTL-ICs op de hoogte zijn, weten dat men spanning op de ingangen mag aanleggen, terwijl de voedingsspanning nog ontbreekt. Dit mag echter niet te lang vanwege overlijdensrisico van de ICs. ICs in MOS-technologie verdragen een dergelijke mishandeling meestal niet. Vandaar dat de 7400 serie ICs in C-Mos uitvoering als minder geschikt voor een slotexpander moeten worden beschouwd. Ook bij gebruik van de 74LS-serie IC's moeten we ervoor zorgen, dat de computer en de extra voeding ongeveer tegelijkertijd in- en uitgeschakeld worden.

In/uitschakelen voeding subslots

De beste methode is om de 220 Volt netspanning in de computer af te takken achter de netschakelaar en naar buiten te voeren via een chassis-deel voor een apparaatstekker (veiligheid!). Als de voeding voor de subslots daarop aangesloten wordt, is men er zeker van, dat de netspanning van zowel de computer als de extra voeding tegelijk in- en uitgeschakeld wordt en de voedingsspanningen vrijwel gelijktijdig afgegeven worden aan de verbruikers.

Timing controlesignalen

De juiste timing tussen de z.g. controle signalen en de data- en adresbus moet nauwlettend in de gaten gehouden worden bij het ontwerpen van een expander. Fouten in de timing kunnen ontstaan door de extra schakeltijd van diverse poorten in de ICs. Die moeten binnen het ontwerp of vermeden of gecompenseerd worden, anders zal e.e.a. niet gegarandeerd foutloos functioneren.

Printplaat ontwerp

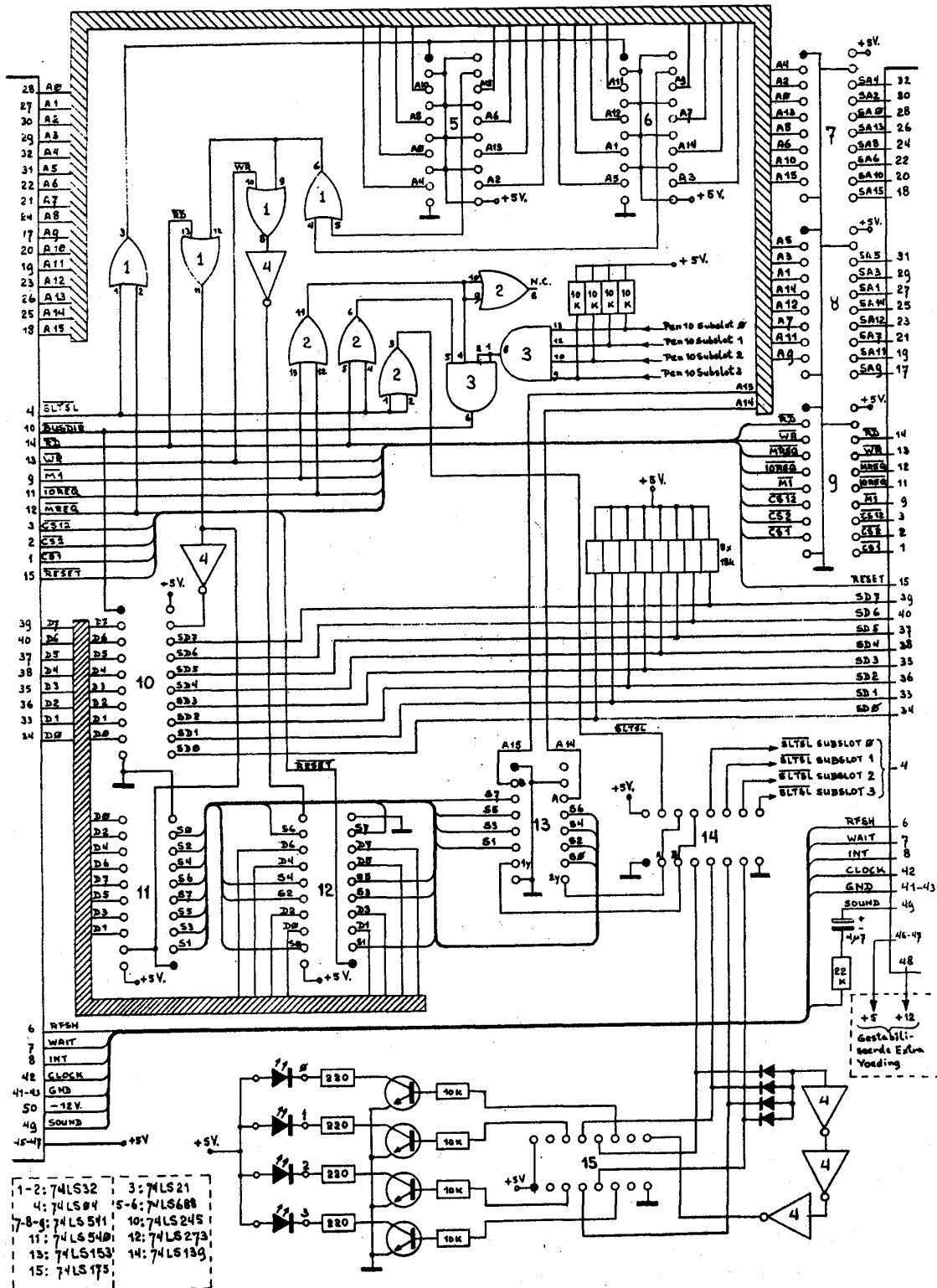
TTL IC's schakelen zeer snel. Bij het maken van een lay-out van een printplaat dient men daarom print-sporen, welke een lus vormen met een kleine diameter te vermijden. Tezamen met altijd aanwezige parasitaire capaciteiten, kan een lus met kleine afmetingen een trillingskring vormen met als gevolg, dat een IC-poort als hoogfrequentoscillator gaat werken. Een dergelijke fout verstoort niet alleen de normale werking, doch is bovendien zonder goede meetinstrumenten (oscillograaf) moeilijk op te sporen. De kans, dat een dergelijke fout optreedt is weliswaar niet erg groot, doch voorkomen is altijd beter dan genezen. Ook z.g. aardlussen moeten angstvallig gemedend worden. Het

omzetten van een complex schema naar een printplaat lay-out is dus geen werk voor pas beginnende electronica-hobbyisten. Men moet de regels van het spel kennen om het met succes mee te kunnen spelen. Gebruik IC-voeten van 1e kwaliteit, b.v. het type met gedraaide contacten. Deze voorkomen contactproblemen in de toekomst. Het direct op de print solderen van de ICs is af te raden. Dit maakt het herstellen van een of ander foutje extra lastig. Alleen bij het reproducen van een reeds getest en beproefd ontwerp is het direct in de print solderen van ICs aan te bevelen. Gebruik metaal-filmweerstand. Deze zijn veel stabielere dan de iets goedkopere koolweerstand. Voor de ontkoppelcondensatoren zijn uitsluitend keramische typen geschikt.

Slotexpander concept

De hiervoor besproken controle-schakelingen voor adres #FFFF zijn het fundament van een slotexpander. Een slotexpander moet bij schrijven naar adres #FFFF de data in het subslotregister zetten en bij lezen van adres #FFFF het complement van de inhoud van het subslotregister op de databus zetten. De gang van zaken is dus fundamenteel anders bij lezen c.q. schrijven naar adres #FFFF. Voor de keuze tussen de te volgen werkwijze worden de controlesignalen RD (lezen) en WR (schrijven) gebruikt afkomstig van de Z80.

Verder zijn nog een aantal buffers nodig, welke verzekeren, dat de belasting van de adresbus en de controlebus binnen de toegestane fdrout van de computer blijft. Ook moet de richting van de data-stroom via de databus worden bestuurd, n.l. van Z80 naar het geheugen of I/O poorten of andersom (bij resp. schrijven of lezen). Sommige ontwerpen laten enige buffers achterwege in de aanname, dat die wel in de aan te sluiten cartridge's zullen zitten. Aangezien dit lang niet altijd het geval is, zal een slotexpander zonder deze buffers niet gegarandeerd onder alle omstandigheden goed werken. Het gebruik van buffers speelt ook een rol bij het in orde houden van de onderlinge timing tussen alle signalen. Zonder buffers ontstaat onherroepelijk een verandering in de juiste timing, welke onder kritische omstandigheden tot schakelfouten kan leiden. Zuinigheid of het streven naar een eenvoudiger ontwerp is derhalve ongewenst t.a.v. goede resultaten. Een gestabiliseerde voeding voor de stroomvoorziening van de sub-slotkonnektors is absoluut noodzakelijk voor de +5 Volt. Voor +12 Volt dient eveneens een extra gestabiliseerde voeding gebruikt te worden, indien men andere dan pure digitale cartridge's aan wil kunnen sluiten. Perfectionisten kunnen als extra zekerheid ook de -12 Volt aan de extra voeding toevoegen. Bij het concept is dit niet gedaan.



Algemene opzet

Links is het primaire slot getekend met de nummers van de connector-pennen. Aan de rechterzijde is n van de 4 subslots getekend, ook weer met de pennummers van de

connector. Alle aansluitingen aan de rechterzijde moeten naar de overige 3 subslots worden doorge-lust via zo kort mogelijke bedrading. De condensator + weerstand aan pen 49 komen in werkelijkheid 4 x voor en dienen bij de bijbehorende subslotconnector gemonteerd te worden. De condensator moet met de + draad aan connec-torpin 49 liggen van elke subslotconnector. De weerstand ligt aan de minzijde van de condensator en het andere einde van de 4 weerstanden komen aan elkaar om verbonden te worden met connector-pin 49 van de slotconnector. Indien men zeker weet, dat aan een bepaald subslot geen soundsig-naal zal worden aangeboden, dan kan men de condensator en de weerstand weglaten en pen 49 van dat subslot open laten. De pennen 4 en 10 hebben voor elk subslot een eigen aansluitpunt in het schema terwijl de pennen 45/47 en 48 resp. met de +5 en +12 Volt van de extra voeding verbonden moeten worden. Indien men heeft gekozen om ook de -12 Volt uit een extra voeding te betrekken, dan geldt dit ook voor pen 50. De ground aansluiting van de extra voeding wordt vanaf een centraal punt van de voeding verbonden met de pennen 41 en 43 van de 4 subslots. Vanaf hetzelfde centrale punt dient een dikke draad gelegd te worden naar de pennen 41 en 43 van het primaire slot. Dit laatste ter voorkoming van een z.g. aardlus, welke stoorsignalen op zou kunnen pikken. Deze aansluitwij-ze voor ground staat niet in het schema getekend. Ten behoeve van de overzichtelijkheid zijn de data-, adres- en controlelijnen als draadboom getekend. Het onderste deel ven het schema (rond IC15) is een luxe uitbreiding, welke niet noodzakelijk is voor het functioneren van de slotexpander en desgewenst weggelaten mag worden vanaf de 4 lijnen welke deze schakeling met IC14 verbinden. Deze luxe uitbreiding is echter bijzonder handig bij het uittesten na het bouwen van de slotexpander. De poortschakelin-gen (IC1 t/m IC4) zijn symbolisch getekend en de overige IC's zijn getekend als bovenaanzicht met pennummer l als een zwart rondje. Daardoor behoeften de pen-nummers niet in het schema bijgeschreven te worden.

Aanspreken geheugenadres #FFFF

Poort 1A controleert of het geheugen van het primaire slot, waar de expander op aangesloten is, door de Z80 aangevraagd wordt en zo ja dan wordt de uitgang van 1A laag en activeert de 2 comparators IC5 en IC6. Deze beide IC's controleren of alle 16 adreslijnen hoog zijn (adres #FFFF) en zo ja dan worden hun uitgangen (pen 19) laag. Daardoor wordt de uitgang van poort 1B eveneens laag, hetgeen betekent, dat geheugen-plaats #FFFF aangesproken wordt in het slot, waarop de expander is aangesloten.

Schrijven naar adres #FFFF (subslotregister)

Indien er naar adres #FFFF wordt geschreven wordt de uitgang van poort 1D laag en de uitgang van poort 4A hoog. Daardoor wordt de octal latch IC12 geklokt zodat de data op de databus (D0 t/m D7) opgeslagen wordt in IC12 en aan de uitgangen verschijnt als S0 t/m S7. IC12 is het subslotregister. De inhoud van het subslotregister staat nu ook op de ingangen van IC11 en IC13 (S0 t/m S7) klaar voor verder gebruik De resetlijn aan pen l van IC12 zorgt ervoor, dat bij het inschakelen van de computer of bij een reset de inhoud van het subslotregister wordt gewist. Alle uitgangen worden dan laag (S0 t/m S7).

Lezen van adres #FFFF (subslotregister)

Indien adres #FFFF wordt gelezen, wordt de uitgang van poort IC laag en de uitgang van

poort 4B hoog. Dit laatste blokkeert de octal transceiver IC10, waardoor het normale data verkeer van/naar de databus van de subslots stilgelegd wordt. Het laag geworden signaal van de poort IC activeert de octal inverterende buffer IC11. Op de ingangen daarvan staat de inhoud van het subslotregister (S0 t/m S7) zodat op de uitgangen (D0 t/m D7) het complement verschijnt van de inhoud van het subslotregister. Op de databus van het primaire slot staat nu dus de geïnverteerde inhoud van het subslotregister en die wordt door de Z80 gelezen.

Databus direction

De MSX-norm schrijft voor, dat cartridge's die met de Z80 communiceren moeten zorgen voor het besturen van het busdirectionsignaal. Pen 10 van elk van de 4 subslots is voor dat doel verbonden met een van de ingangen van poort 3A. Als er geen cartridge in een subslot zit, zorgen de 4 pull-up weerstanden ervoor, dat de bijbehorende ingangen hoog gehouden worden. Zodra een van de 4 ingangen van poort 3A laag gemaakt wordt (door een aangesloten cartridge) wordt de uitgang van poort 3A laag en daardoor ook de uitgang van poort 36, welke de controlelijn Busdir stuurt. Deze lijn schakelt de richting van de databus in de computer om voor dataverkeer van de buitenwereld richting Z80. Tegelijk wordt ook de richting van het dataverkeer via IC10 omgekeerd als IC10 niet geblokkeerd is. We hebben hiervoor reeds gezien, dat IC10 uitsluitend geblokkeerd wordt indien er uit adres #FFFF wordt gelezen (uitgang poort 46 aan per 19 van IC10). Het voorgaande was de gang van zaken indien data uit een subslot gelezen wordt. Als er gelezen wordt uit het primaire slot en er is geen bus-direction signaal op een van de 4 ingangen van poort 3A, dan zorgt poort 2A ervoor dat de uitgang van poort 36 laag wordt en de busdirection omschakelt. Indien er in een subslot een cartridge met alleen een programma-ROM zit en de logica voor managing van het busdirectionsignaal ontbreekt, wordt toch de data op de databus van de subslots gelezen. Hierdoor zullen in feite incomplete cartridge's toch gebruikt kunnen worden. Een IC, hetwelk aan de databus van een subslot is verbonden, kan een type zijn dat in de z.g. tri-state staat, als dit niet wordt aangesproken. De uitgangen van zo'n IC zijn dan hoogohmig en de datalijnen zouden een ongedefinieerde spanning voeren (zweven). Om dit te voorkomen worden de datalijnen van de subslots door de 8 pull-up weerstanden hoog gehouden als die niet aangestuurd worden.

Randapparaat in een subslot

Een randapparaat, hetwelk op een subslot is aangesloten kan een of meerdere schakelingen bevatten, welke met de Z80 willen communiceren. Het daarbij behorende programma zal de interrupt mode van de Z80 omschakelen van mode 1 (standaard voor MSX) naar mode 0. In deze mode wordt een interruptaanvraag van het randapparaat door de Z80 beantwoord met het gelijktijdig laag maken van de controlelijnen IOREQ en MI. Dit is voor het randapparaat het teken, dat de Z80 microprocessor de interruptvector op de databus verwacht, waarop het randapparaat reageert door de interruptvector op de databus te zetten. Poort 28 zorgt er in dit geval voor, dat het busdirectionsignaal via poort 3B laag gemaakt wordt om de bijbehorende richting voor het datatransport (van randapparaat naar Z80) in te stellen.

Subslotselectie

Als adreslijn A15 laag is, ligt het adres in page 0 of 1 en als A15 hoog is in page 2 of 3. Als A14 laag is, ligt het adres in page 0 of 2 en als A14 hoog is in page 1 of 3. A15 en A14 vormen dus tezamen een 2 bits code, welke het page nummer vormt. Deze adresbits worden daarom als inputselect signalen gebruikt bij de dual multiplexer IC13. De inhoud van het subslotre-gister (S0 t/m S7) staat continue op de overige ingangen van IC13 in een zodanige configuratie, dat op de uitgangen 1Y en 2Y (als 2 bits code) het subslotnummer staat waarin de page geschakeld moet worden. Deze 2-bits code gaat naar de inputs A en 8 van de dual decoder IC14. Zodra het slotselect-sig-naal voor het primaire slot (waarop de slotexpander is aangesloten) laag wordt, wordt de gate van n helft van IC14 (pen 15) laag en activeert die helft van de decoder. Een van de 4 uitgangen Pen 9 t/m 12 wordt nu laag (afhankelijk van het nummer van het subslot, dat op de inputs A en 6 staat) en levert het selectsignaal, hetwelk het juiste subslot activeert. De 2e helft van IC14 is benut voor de luxe uitbreiding. De outputsigna-len (pen 4 t/m 7) kunnen ongebruikt blijven indien de luxe uitbreiding niet aangebracht wordt. Omdat pen 1 altijd laag is, werkt deze helft onafhankelijk van het slotselect signaal voor het primaire slot. Als na een verandering van de subslotselectie een geheugenadres wordt aangesproken (door lezen of schrijven naar dat subslot) zorgen de signalen A14 en A15 (op IC13) ervoor dat de signalen A en B op pen 2 en 3 van IC14 veranderen en de bijbehorende output (pen 4,5,6 of 7) laag worden IC15 wordt geklokt Een van de LED's licht dus altijd op als bijbehorende page wordt aangesproken; ook als het subslot niet geselecteerd wordt. Deze afwijkende functie van de 2e helft van IC14 is tijdelijk en houdt verband met het te gebruiken testprogramma. Zie voor verdere informatie aldaar (verderop).

Overige poorten

Poort 2C buffert het slotselect signaal en vertraagt dit tevens, zodat de timing van de signalen op de pennen 13,14 en 15 van IC14 correct blijft. Poort 2D blijft ongebruikt. Aangezien de inputs van TIL ICs niet open mogen blijven zijn deze inputs doorverbonden met de output van poort 2B. Van de 6 inverters in IC4 waren maar 2 poorten nodig n.l. 4A en 4B. Van de overgebleven 4 poorten zijn er 3 benut voor de luxe uitbreiding. De 6e inverter wordt niet gebruikt. Zijn input moet aan de +5 Volt gelegd worden of aan een uitgang een van de overige inverters.

Buffers

IC7 en IC8 bufferen de adresbus. De belangrijke controlesignalen worden door IC9 gebufferd. De da-tabus is reeds gebufferd door IC10 welke tevens de richting van de datasignalen bepaalt. Alle signalen op de subslotconnectors behouden daardoor hun onderlinge timing. De ongebruikte poort 2D zou eventueel door perfectionisten gebruikt kunnen worden om het signaal CLK of RFSH te bufferen. Nodig is dit echter niet, omdat deze signalen in MSX-2 maar 1 maal gebruikt worden door de MSX-Engine chip. Er is dus voldoende fan-out over om de 4 subslots te kunnen sturen als die allen bezet zouden zijn met een schakeling die deze signalen gebruikt.

Luxe uitbreiding

De 4 slotselect signalen afkomstig van pen 4 t/m 7 van IC14 zijn aan de D-inputs gelegd van de quad d-flipflop IC15. Als 1 van de slotselect signalen laag wordt zorgt de OR-poort, gevormd door de 4 sili-ciumdiodes ervoor, dat de input van poort 4C laag wordt. Normaal neemt de input van 4C een "hoog" niveau aan zonder sturing. Een slotselect signaal trekt de input van poort 4C naar "laag", waardoor zijn output "hoog" wordt. De poorten 4D en 4E geven een extra vertraging. Het outputsignaal van poort 4E bereikt dus iets later de clock-input van IC15 dan het slotselect signaal, dat het clocksignaal opwekte en dat tevens op een van de 4 inputs staat. De toestand van de 4 slotselect signalen wordt in de latches van IC15 opgeslagen en via 1 van de vier NPN transistors + LED's wordt getoond welk subslot het laatst werd aangesproken. Het reeds genoemde testprogramma schakelt achtereenvolgens elk van de 4 page's in 1 van de 4 subslots via een toetsdruk. Het testprogramma en de oplichtende LED's geven tezamen een controle op de correcte werking van de slotexpander, zonder dat speciale meetapparatuur nodig is. Gezien de geringe meerkosten van de luxe uitbreiding en het gemak ervan bij het testen van de gebouwde slotexpander, verdient het aanbeveling om deze uitbreiding in de layout van de printplaat te integreren (of apart te bouwen en tijdens het testen aan te sluiten). De uitbreiding is na de test eigenlijk niet meer nodig, doch het in een frontpaneel plaatsen van de vier LED's geeft een levendig effect, omdat steeds getoond wordt welk subslot het laatst aangesproken is geweest. Dit kan bovendien zeer nuttig zijn om de goede werking te checken van programma's, welke de diverse subslots van de expander schakelen.

Ontkoppeling voeding van ic's

Terwille van de overzichtelijkheid zijn in het schema de ontkoppel-condensatoren weggelaten. Bij het maken van een printlayout moet bij elk IC een keramische ontkoppelcondensator van 100 nF geplaatst worden met zo kort mogelijke verbindingen naar de +5 Volt en de GND aansluitpennen van elk IC. Eenvoudige IC's, zoals de poorten (IC1 t/m IC4) kunnen volstaan met een gezamenlijke ontkoppel-condensator indien die IC's dicht bij elkaar geplaatst worden. Dit geldt ook voor IC5 en IC6.

Verwisselen IC aansluitingen

De gekozen aansluitingen voor IC1 t/m IC12 pasten het beste in de layout van een volgens dit ontwerp gebouwde en geteste slotexpander. Elektronisch goed onderlegde bouwers kunnen de bij elkaar behorende in- en outputs paarsgezide verwisselen indien dit bij het maken van de printlay-out gunstiger uitkomt. Dit mag echter beslist niet bij IC14 en IC15, waar de subslotselectie wordt gekozen. Daar mogen alleen de aansluitingen voor 1 helft (van een IC met een dubbelfunctie) gezamenlijk verwisseld worden voor die van de andere helft ervan.

Slotexpander deel 2

MSX CLUB MAGAZINE 38

In de vorige aflevering kwam de theorie eerst aan bod. Nu gaan we stap voor stap de BOUWAANWIJZINGEN geven zodat u zelf een slotexpander kunt maken.

De slotexpander is groot

De slotexpander past beslist niet in een normale cartridge behuizing. Als het met een gecompliceerde uit twee printen bestaande layout zou lukken om een dikke cartridge te maken is toch nog een gestabiliseerde voeding in een aparte behuizing nodig, die met een meer-aderige kabel met de cartridge verbonden zou moeten worden. Ook voor de vier subslotconnectors is geen plaats. De beste en netste oplossing is het bouwen van de expander met gestabiliseerde voeding in een aparte kast. De vier subslotconnectors met bijbehorende cartridge sleuven kunnen dan ook netjes ingebouwd worden in de kastwand(en).

Maten voor cartridge

De MSX-norm schrijft de maten van een cartridge voor als 16.8 mm. dik en 109 mm. breed. Het gedeelte dat in de cartridgesleuf gestoken moet kunnen worden moet tenminste 44 mm. lang zijn, bij de gegeven dikte en breedte. D.W.Z. dat de subslotconnector niet te diep verzonken achter de slotsleuf mag zitten. De connector moet zo geplaatst worden, dat een cartridge maximaal 44 mm. in de sleuf steekt als hij zo diep mogelijk in de connector geplaatst is. Deze norm houdt verband met het kunnen plaatsen van z.g. dikke cartridges. Het dunne gedeelte daarvan is altijd minimaal 44 mm. lang. Voor de maat van de cartridgesleuven moet met enige speling tussen cartridge en sleuf gerekend worden. Als maten voor de sleuf wordt 109.5 X 17.5 mm. aanbevolen. Er is dan voldoende speling, zonder dat een cartridge in de sleuf zwabberen kan. Het simpelweg naast de computer leggen en aansluiten van een slotexpander bestaande uit een losse printplaat zonder beschermende onthulling kan zeer ongezond uitpakken voor zowel de expander als de computer. Als er b.v. per ongeluk contact gemaakt wordt tussen de -12 of +12 Volt voerende delen van de print en enig ander punt van de print worden gegarandeerd een aantal IC's in de computer en/of van de expander opgeblazen. Het herstellen van de schade kan veel geld gaan kosten als b.v. de video processor of de MSX-engine komt te overlijden. Er is maar een veilige oplossing n.l. inbouwen in een kast.

Vormgeving van prototype

De behoefte aan een slotexpander ontstaat als men meer dan twee cartridge's blijvend of tegelijk aan wil kunnen sluiten. Bij de ontwerper was dit DOS 2.20, een harddisk interface, een telecom-module en een eprom-module. Tevens werd een opbergplaats

gewenst voor een tot nu toe losse 2e diskdrive met bekabeling. De oplossingen die daarvoor werden bedacht vormen wellicht welkome suggesties voor andere bouwers. Daarom volgt een korte beschrijving van het prototype:

De expanderkast is 70 mm. hoog en heeft dezelfde breedte en diepte als de MSX2-computer (SONY HB-F700P), zodat die a.h.w. één geheel vormt met de computer waarop de expanderkast geplaatst is. Bodem en zijkanten zijn uit één stuk U-vormig gebogen 1.5 mm. dik hard aluminiumplaat vervaardigd. Dit deel doet dienst als chassis, waaraan met verzonken boutjes alle inwendige delen en montagematerialen zijn vastgeschroefd inclusief de achterwand en de frontplaat. De bovenzijde van de kast is vervaardigd uit 0.8 mm. dik roestvast staalplaat, hetwelk eveneens in een U-vorm is gebogen. De zijkanten van deze U-vorm vallen over de zijkanten van het aluminium chassis en dekken alle (verzonken) montageschroeven af zodat er een net gaaf geheel ontstaat. Deze kap is met vier schroeven aan de zijkanten van het chassis bevestigd. Onder de kast zitten vier voetdopjes van 10 mm. hoog, zodat de kastbodemplaat de ventilatieopeningen van de computer niet afdekt. De voedingstransformator is een ringkerntrafo, primair 220 Volt en secundair 6 V/3 Amp. en 15 V/3 Amp. De trafo is rechts achterin geplaatst en magnetisch afgeschermd d.m.v. een haaks plaatstalen schot vóór en boven de trafo. De netspanning is achter de net-schakelaar van de computer afgetakt en naar een chassisdeel voor een apparaatstekker gevoerd, welke in de achterwand van de computer is ingebouwd. Via een apparaatstekker en een kort netsnoer wordt de netspanning de expanderkast ingevoerd via een trekontlasting. De netspanning is aangesloten op een klein printje, waarop de zekering en het netfilter met smoorspoeltje zijn gemonteerd. Dit laatste om spanningspieken uit het lichtnet onschadelijk te maken. Een dergelijk netfilter is een noodzaak bij de voeding van computerapparatuur om het geruisloos overlijden van IC's met doorgedrongen netpieken te voorkomen. De primaire van de trafo is op de uitgang van het netfilter aangesloten.

De 6 Volt gelijkrichter met afvlakking en de 5 Volt spanningsregelaar met connectors zitten op een apart (liggend) printje gemonteerd met staande daarop een koellichaam van royale afmetingen. Print met koellichaam zijn geïsoleerd links achter in de kast gemonteerd. Een soortgelijke print voor de +12 Volt voeding is tussen de +5 Volt voeding en de trafo gemonteerd. De bodem onder de voedingsprinten is geperforeerd (aantal boorgaten) om koellucht toe te laten en de achterwand is eveneens van geperforeerd materiaal om de doorstroming van de koellucht te waarborgen. De 2e diskdrive is rechts voorin de kast geplaatst. Die zit dan precies boven de diskdrive van de computer. Tussen 2e drive en trafo is voldoende ruimte voor een kroonsteenstrip voor het aansluiten van de +5 Volt en +12 Volt voedingsspanningen voor de B-drive. De flatcable voor de sturing van de drive, met aan het eind een persconnector, loopt over het afscherm-schot boven de trafo door de achterwand ca. 10 cm. naar buiten (precies boven de header van de computer voor een 2e drive) om langs de kortste weg in de computer gestoken te kunnen worden.

De verbinding tussen het primaire slot en de slotexpander bestaat uit een 50 aderig stukje flatcable met aan het ene uiteinde een persconnector, welke in een header op de printplaat past en aan het andere uiteinde een stukje printplaat (passend in de primaire slotconnector) met 2 x 25 vertinde koperbanen waaraan de flatcable is gesoldeerd. Het einde met het printplaatje werd in een doosje gemonteerd met de maten van een cartridge en een lengte van 45 mm. De flatcable is in het doosje vastgelijmd en via een sleuf naar

buiten gevoerd. Het einde van het doosje waar de flatcable eruit komt is voorzien van een handgreepvormige lijst om de cartridgevormige slotsteker gemakkelijk uit het slot te kunnen trekken.

Plaats slotsleuven

Bij de SONY F700P zitten de twee slotsleuven resp. links en midden in het front. Op de expanderprint-plaat, welke op de bodem van de kast is gemonteerd (tussen linker-wand en 2e diskdrive) zit op de voorrand een haakse 50-poh'ge header in een zodanige positie, dat de header in een sleuf in de onderzijde van het front van de kast ligt en zijdelings gezien in dezelfde positie doch boven de connector zit van de cartridge-sleuf in het midden van het voorpaneel van de computer. De flatcable met pers-connector en slotsteker verbinden de computer met de expander, waarbij de flatcable slechts (via een kleine bocht) een hoogteverschil van ca 6 cm. hoeft te overbruggen.

De vier subslotconnectors zijn op een aparte printplaat gemonteerd, welke even lang is als de inwendige breedte van het chassis. Deze printplaat heeft rechts/onder een uitsparing voor de B-drive en is staand gemonteerd enige cm. achter de frontplaat. De bovenrand ervan zit op dezelfde hoogte als de top van de chassiszijanten en de onderrand laat zoveel speling boven de chassisbodem, dat de expanderprintplaat er nog onder past. Links boven en midden boven zitten naar voren wijzende subslot connectors voor twee uitwendige cartridgeslots. Een uit kunststof vervaardigde cartridge-geleider is rond de twee connectors op de print gelijmd en geschroefd en overbrugt de afstand tussen de printplaat en de twee cartridge sleuven in de frontplaat. Onder de midden/boven-connector zit een naar achteren wijzende 3e subslot connector, waarin de harddiskinterface is geplaatst.

Rechts (boven de uitsparing voor de B-drive) zit een naar achteren wijzende 4e subslotconnector, waarin de DOS 2.20 cartridge zit.

De ruimte tussen de +5 Volt stabilisator en de connector voor het linker cartridgeslot is gebruikt om de harddisk in schokdempers te monteren, vlak boven de op de bodem bevestigde printplaat. De overblijvende ruimte boven de harddiskinterface biedt voldoende plaats voor de haaks gevouwen flatcable, welke de interface met de harddisk verbindt.

De twee cartridgesleuven in de frontplaat zijn netjes opgevuld met twee scharnierende klepjes. Deze klepjes en de frontplaat zelf zijn voorzien van opschriften, welke erin gefreesd zijn door een leverancier van naamplaatjes als witte karakters in een zwarte ondergrond. Aangezien dit naamplaatmateriaal vrij dun is, is dit op 4 mm. dik acrylglas (onbreekbaar perspex) gelijmd om de nodige stevigheid te verkrijgen. In de front-plaat zijn de LED's van de "uitbreiding" en de LED voor de harddisk benevens 2 LED's voor controle van de beide voedingsspanningen aangebracht in daarvoor in de frontplaat gemaakte zuiver passende gaatjes. Tezamen met de opschriften geeft de frontplaat een professioneel aanzien aan het geheel.

Testprogramma

Het testen van de slotexpander-print dient te geschieden, met alleen de print aangesloten op slot 2 van de computer. Er mag nog niets op de subslots zijn aangesloten. Het testen

geschiedt derhalve op de kale print, voordat b.v. de bedrading naar de subslots is gelegd en de gestabiliseerde extra voeding is aangesloten. Alleen de vier LED's moeten aangesloten zijn. Als er via het testprogramma een fout wordt ontdekt, hoeft er dus ook niets verwijderd te worden om de fout op te sporen. Na het testen zal de slotexpander uiteraard in elk ander slot dan slot 2 goed functioneren.

Het testprogramma is in machinetaal geschreven. Het schakelt page 0 in subslot 2.0 t/m 2.3 en doet daarna hetzelfde met de page's 1, 2 en 3. Na elke omschakeling wordt het resultaat op het scherm getoond en gewacht op een toets-druk voordat de volgende omschakeling wordt uitgevoerd. Deze 16 verschillende instellingen zijn voldoende om er zeker van te zijn dat alle 256 mogelijke combinaties van page- en subslotnummers goed zullen functioneren als deze 16 dit ook doen. Na de 16e toetsdruk begint het testprogramma weer opnieuw bij het begin, zodat dit niet steeds opnieuw gestart hoeft te worden. Men kan het programma afbreken door drukken van de toetscombinatie CTRL-C of CTRL-STOP.

In het principeschema ligt de gate (pen 1 van IC14) voor de luxe uitbreiding aan ground. Daardoor wordt IC15 altijd geklokt, ook als het slotsselectsignaal ontbreekt. Het zeer kort wisselen tussen page's is daardoor nog te zien door het zeer kort oplichten van een andere LED, dan die voor het gekozen subslot. Het testprogramma is zo geschreven, dat dit inderdaad gebeurt. Daarmee is er tevens een controle op het ook snel genoeg kunnen schakelen van de expander.

Zodra de test positief is verlopen dient pen 1 van IC14 losge-nomen te worden van ground en doorverbonden te worden aan pen 15 van IC14.

Testen expanderprint

1 Controleer zorgvuldig de print op zichtbare fouten en kortsluitingen tussen sporen en IC-pennen.

2 Controleer met een universeel-meter of de weerstand tussen naast elkaar liggende pennen van de IC-voeten oneindig hoog is (als deze niet volgens het schema met elkaar verbonden zijn).

3 Controleer alle soldeerverbindingen door met een universeel-meter de weerstand te meten

tussen begin- en eindpunt van elk printspoor volgens het schema. Dit is tevens een check op de juiste verbindingen. Als Uw lay-out afwijkingen van het schema bevat komen die hierdoor aan het licht.

4 Controleer of de weerstand tussen +5 Volt en ground oneindig hoog is. (defecte condensatoren en/af kortsluitingen.) Idem voor +12 Volt en -12 Volt ten opzichte van ground.

5 Plaats de IC's in hun voetjes en controleer daarna nogmaals of elk IC niet verkeerd om in zijn voetje steekt en of elk IC in het juiste voetje zit.

Een hier gemaakt foutje kan grote en dure gevolgen hebben!!!

6 Schakel de computer uit en sluit de expanderprint aan op slot 2.

7 Zorg dat de expanderprint op een geïsoleerde ondergrond ligt en blijft.

8 Schakel de computer in en meet de +5 Volt aansluiting t.o.v. ground. Een te lage spanning duidt op IC-defecten.

9 Controleer alle IC's op warmte-ontwikkeling. Geen enkel IC mag na enige minuten

meer dan hand-warm worden als alles in orde is.
10 Als alles tot nu toe in orde lijkt start dan het testprogramma.

Testprogramma's

Voor het testen van de slotexpanderprint bestaan er twee programma's. De twee slotconnectors van MSX-computers waar de slotexpander op kan worden aangesloten zijn bijna altijd de slots 1 en 2. Één als slot 1 wordt geëxpandeerd en één als slot 2 wordt geëxpandeerd. Voor diegenen die met machinetaal bekend zijn, staan ook de bijbehorende assemblerlistings op de disk met de namen: "EXP1TEST.GEN" en "EXP2TEST.GEN" De gebruiksklare testprogramma's dragen de namen "EXP1TEST.BIN" en "EXP2TEST.BIN" voor resp. slot 1 en slot 2. Het testprogramma wordt vanuit basic geladen en gestart met de opdracht:

```
BLOAD"EXP1TEST.BIN",R of BLOAD"EXP2TEST.BIN",R
```

Op het scherm verschijnen de eerste 2 van 32 regels informatie. Bij elke toetsdruk verschijnen de twee volgende regels op het scherm. Na 32 regels begint het testprogramma weer opnieuw met de eerste twee regels enz., enz., totdat men het programma afbreekt met 'CTRL-STOP'.

Het testprogramma schakelt eerst page 0 in subslot 0, 1, 2 en 3 en leest na elke omschakeling het subslotregister uit en het laagste adres van page 0. Vervolgens wordt hetzelfde gedaan met de page's 1, 2 en 3. Tegelijk met het omschakelen zal op het scherm de inhoud van het subslotregister in hexadecimale- en binaire- notatie worden getoond op elke oneven regel en de inhoud van het laagste adres van de page op elke even regel daaronder. Tegelijkertijd zal één van de vier LED's van de luxe uitbreiding oplichten als visuele controle op de juiste werking van de subslotselectie door IC 13 en IC 14.

Resultaten met testprogramma

Op het beeldscherm verschijnen twee regels informatie, welke na elke toetsdruk worden uitgebreid met twee regels meer. Onderstaand volgt een lijst met alles wat er op het beeldscherm komt als de expanderprint goed werkt. Tussen haakjes is aangegeven welke LED er na het verschijnen van twee regels ononderbroken op moet lichten. Als de informatie op uw beeldscherm exact hetzelfde is als de lijst hieronder werkt in ieder geval het slotsselectie gedeelte van de print correct. (IC1, IC4, IC5, IC6, IC10, IC11, IC12, IC13, IC14 en IC15)

Indien op elke tweede regel niet de waarde #FF staat worden de 8 datalijnen niet allen "hoog" gehouden door de 8 pull-up weerstanden van 18k aan de datalijnen welke verbonden moeten worden met de pennen 33 t/m 40 van de sub-slots (In het schema als SD0 t/m SD7 gemerkt). Het is ook mogelijk, dat IC10 defect is of poort 4B of poort IC niet werkt. Ook een bedradingsfout aan IC1, IC4 of IC10 kan een afwijking veroorzaken (Fout in printsporen).

Niet werken IC11 of IC12

Indien de inhoud van het subslotregister #FFFF op alle regels de waarde #00 geeft, werkt IC11 of IC12 niet. Dit kan verschillende oorzaken hebben.

1 IC5 en/of IC6 werken niet goed.

2 Een (of meer) van de 16 adreslijnen is onderbroken tussen de slotconnector en de bijbehorende pennen van IC5 en IC6.

3 Een of meer adreslijnen liggen niet aan de juiste inputs van IC5 of IC6.

4 Een van de 16 adreslijnen maakt sluiting met ground of een ander printspoor, hetwelk een "laag" signaal voert.

5 Een van de 4 poorten in IC1 werkt niet goed door een defect aan het IC of er is een kortsluiting tussen een printspoor naar I van de in- of outputs en een ander printspoor.

6 IC1, IC5, IC6, IC11 of IC12 defect.

Indien de inhoud van het subslotregister #FFFF afwijkt van de waarde in de tabel hierboven dan zit er hoogstwaarschijnlijk een bedradingsfout bij IC11, IC12 of IC13. In dat geval alle lijnen genummerd met D0 t/m D7 en S0 t/m S7, welke naar en tussen genoemde IC's lopen controleren op juiste aansluiting aan de IC-pennen en op sluiting met andere printsporen.

Indien het binaire patroon voor de inhoud van #FFFF door de hele tabel heen een regelmatige afwijking vertoont kan de fout zitten in een verwisseling van de lijnen A14 en A15 aan IC13 of er is een verkeerde adreslijn (niet A14 of A15) op IC 13 aangesloten.

Indien de waarden van de tabel goed zijn en het oplichten van LED's bij elke 4 achtereenvolgende tests een zelfde afwijking vertoont, zit er of een fout in de lijnen A en B van IC14 naar IC15 of een bedradingsfout rond IC15. Ook is het mogelijk, dat een of meer LED's niet aan het juiste connectiepunt van de print verbonden zijn (verwisseld).

Indien een of meerdere LED's niet oplichten kan dit te wijten zijn aan een van de 4 diodes, welke aan de input van poort 4C liggen (defect of verkeerd om aangesloten). Ook een verkeerd om aangesloten LED zal niet oplichten. Een defecte NPN transistor kan eveneens de oorzaak zijn voor het niet oplichten van een bepaalde LED.

Indien een LED weigert te doven dan is de bijbehorende transistor defect of maakt zijn collectorsluiting met ground.

Einde test

Ter afsluiting van de test dient men met een universeelmeter te controleren of de 4 aansluitingen voor het SLTSL-sigitaal, welke komen van de pennen 9 t/m 12 van IC14 "laag" zijn als de bijbehorende LED oplicht en "hoog" zijn als de bijbehorende LED gedoofd is. Indien de SLTSL signalen allen niet "laag" worden, dan is poort C van IC2 defect of de bedrading daarvan niet in orde. Andere afwijkingen moeten gezocht worden in de bedrading van de pennen 9 t/m 14 van IC14.

De werking van IC10 kan gecontroleerd worden door achtereenvolgens de 8 uitgaande datalijnen SD0 t/m SD7 een voor een tijdelijk met ground te verbinden en vervolgens het testprogramma te doorlopen. De binaire notatie van de uitgelezen adressen (elke 2e regel) laat dan zien of het juiste bit inderdaad "laag" wordt.

Als ook deze laatste test positief is verlopen, is men er zeker van, dat de slotexpanderprint goed werkt. Daarna moet men bij IC14 pen I losmaken van 'GROUND'

en daarna doorverbinden met pen 15 (SLTSL-sigtaal). Na deze verandering zullen de LED's van de luxe uitbreiding steeds aangeven welk subslot het laatst werd aangesproken in het via de expanderprint geëxpandeerde slot.

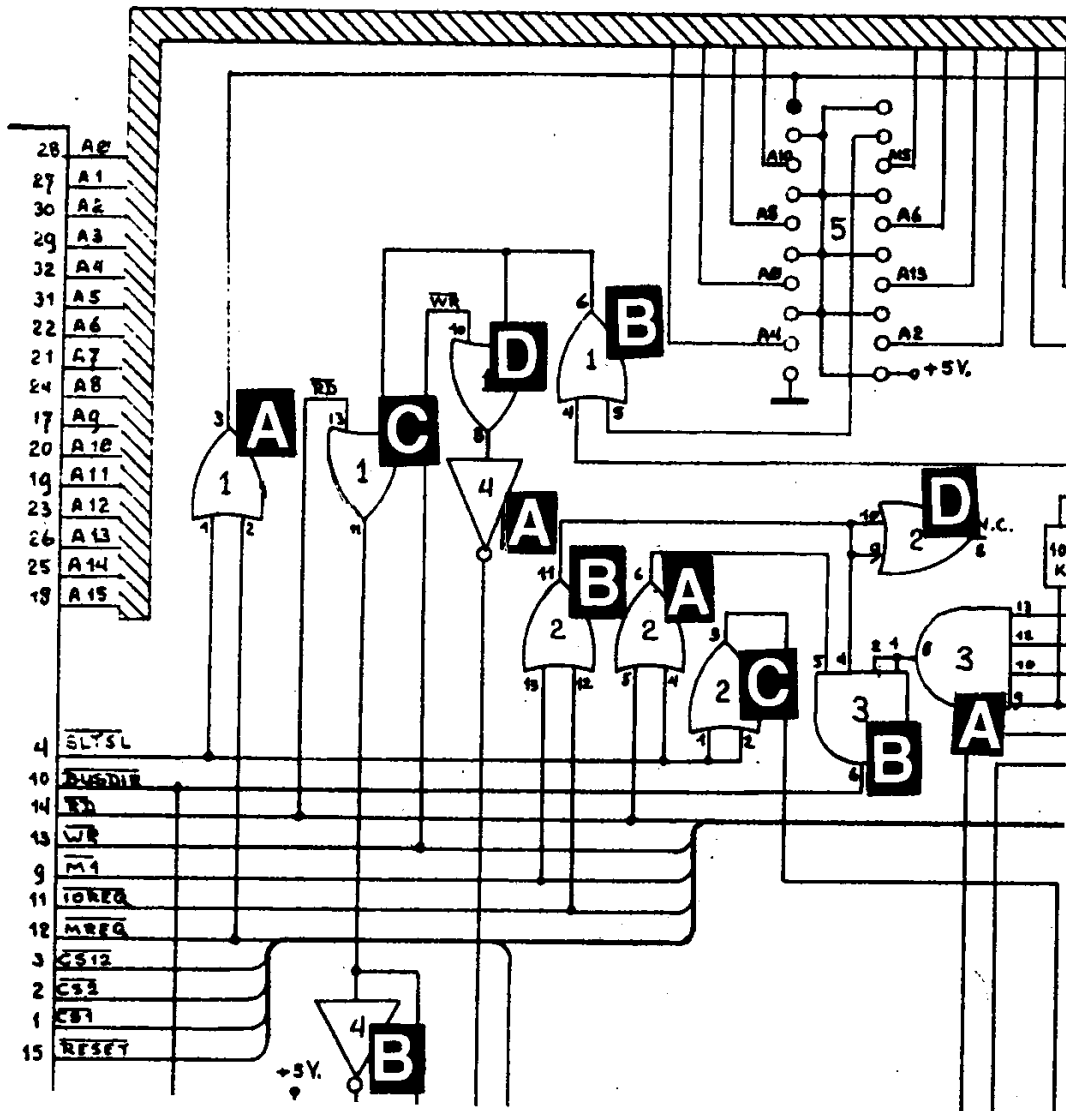
Overige tests aan de expanderprint

Alleen de goede werking van IC2, IC3, IC7 en IC8 is nu nog niet getest. Daarvoor is het testprogramma niet toereikend. Als men ook deze IC's en hun verbindingen wil testen, moet men de expanderprint los van de computer aansluiten op een +5 Volt voeding. Omdat we al weten, dat de adreslijnen naar IC5 en IC6 in orde zijn en die IC'S goed werken, is de makkelijkste methode het uit hun voetjes verwijderen van IC2, IC5, IC6 en IC10. De gestabiliseerde voeding, welke op de subslots moet worden aangesloten kan men benutten door die tijdelijk aan de sluiten op de expanderprint. Met 2 dunne draadjes verbinden we de +5 Volt met pen 20 van het nu lege voetje van IC10 en ground met pen 10 ervan. Vervolgens nemen we een weerstand van 10 20k om achtereenvolgens bij de voetjes van IC5 en IC6 de 16 adreslijnen welke op de voetjes aanwezig zijn (zie schema) via de weerstand aan ground (pen 10) en daarna via de weerstand aan +5 Volt (pen 2,4,6,8, 11,13,15,17 of 20) te leggen. Door tegelijkertijd te meten op de 16 aansluitpunten voor SA0 t/m SA15 kan gecontroleerd worden of IC7 en IC8 en hun bedrading in orde zijn. Het gebruik van een weerstand voor het maken van een verbinding tussen de +5 volt of ground en de adreslijnen geeft een extra beveiliging tegen mogelijke schade als men per ongelijk een niet bedoelde aansluiting mocht raken. Zgn. uitglijders kunnen dan nooit schade veroorzaken.

IC3 wordt als volgt getest. Eerst wordt gemeten of pen 1 van het voetje voor IC10 "hoog" is (meer dan +3.5 Volt). Zo nee, dan met de weerstand bij het voetje voor IC2 de pennen 6 en 11 even met pen 14 verbinden. Meestal zal daardoor de spanning op het meetpunt "hoog" worden, omdat de in-puts van IC3-B omgeklapt zijn. (pen 4 en 5 van IC3 zijn verbonden met pen 6 en 11 van het voetje voor IC2.) Mocht dit niet het geval zijn, dan dienen twee extra weerstanden tijdelijk te worden gebruikt om het vereiste "hoog" niveau te verzekeren aan de pennen 6 en 11 van IC2-voetje. Pen 1 van het IC10-voetje moet nu hoog zijn als IC3 in orde is. Vervolgens worden de aansluitpunten voor pin 10 van de subslots, welke aan de vier inputs van IC3-A liggen (zie schema) een voor een via de weerstand aan ground gelegd. Zodra het contact gemaakt wordt op elk van de genoemde punten, moet de spanning op pen 1 van het IC10-voetje "laag" worden. Tenslotte worden de eventueel op het IC2 voetje aangebrachte weerstanden verwijderd en de pennen 6 en 11 via de weerstand verbonden met pen 7 (ground). Zodra een van de pennen 6 en 11 "laag" wordt gemaakt, moet eveneens de spanning op pen 1 van het IC10-voetje "laag" worden. Als de voorgaande tests het genoemde resultaat hebben is IC3 en de bedrading ervan in orde.

Voor het testen van IC2 moet eerst de +5 Volt worden uitgeschakeld, IC2 in zijn voetje worden geplaatst en daarna de +5 Volt weer worden ingeschakeld. Poort C is al in orde bevonden via het testprogramma en poort D wordt niet gebruikt. Rest het testen van de poorten A en B. Als de spanning op de beide inputs (pen 4 en 5) van poort A gemeten wordt zal die waarschijnlijk spontaan hoog zijn. Zodra beide inputs laag gemaakt worden via een weerstand naar pen 7 moet de output op pen 6 laag worden. Hetzelfde geldt voor de beide inputs voor poort B (pen 12 en 13) t.a.v. de bijbehorende output op pen 11.

Hiermede is het testen van de actieve componenten en de bedrading ervan gereed. Als punt 3 aan het begin van de testprocedure zorgvuldig werd uitgevoerd, is men er zeker van dat de expanderprint 100% in orde is. Rest nog de nodige zorgvuldigheid bij het leggen van de bedrading naar de subslots en de voeding en daarna het doormeten ervan. Een extra controle of dit laatste geheel overeen-stemd met het schema is aan te bevelen. Het later opsporen van een verkeerde verbinding of een kortsluiting vraagt veelal meer tijd dan een extra controle vooraf. Dit laatste pakt waarschijnlijk ook gezonder uit voor de computer als e.e.a. gereed is en definitief wordt aangesloten voor gebruik.



Ter verduidelijking

Hoewel we de schakeling reeds volledig plaatsten in de vorige aflevering, wordt hij hier voor een deel nogmaals opgenomen. De auteur wenste ter verduidelijking nog wat letters toe te voegen. Het betreft slechts een deel van het ontwerp, aan de linker bovenkant van het schema dat in MSX Club Magazine nummer 37 op pagina 12 stond dienen enige letters (A, B, C en D) te worden bijgeschreven.

Voor het ontwerp van Nico Coesel op de andere pagina is het ook beter dit schema er

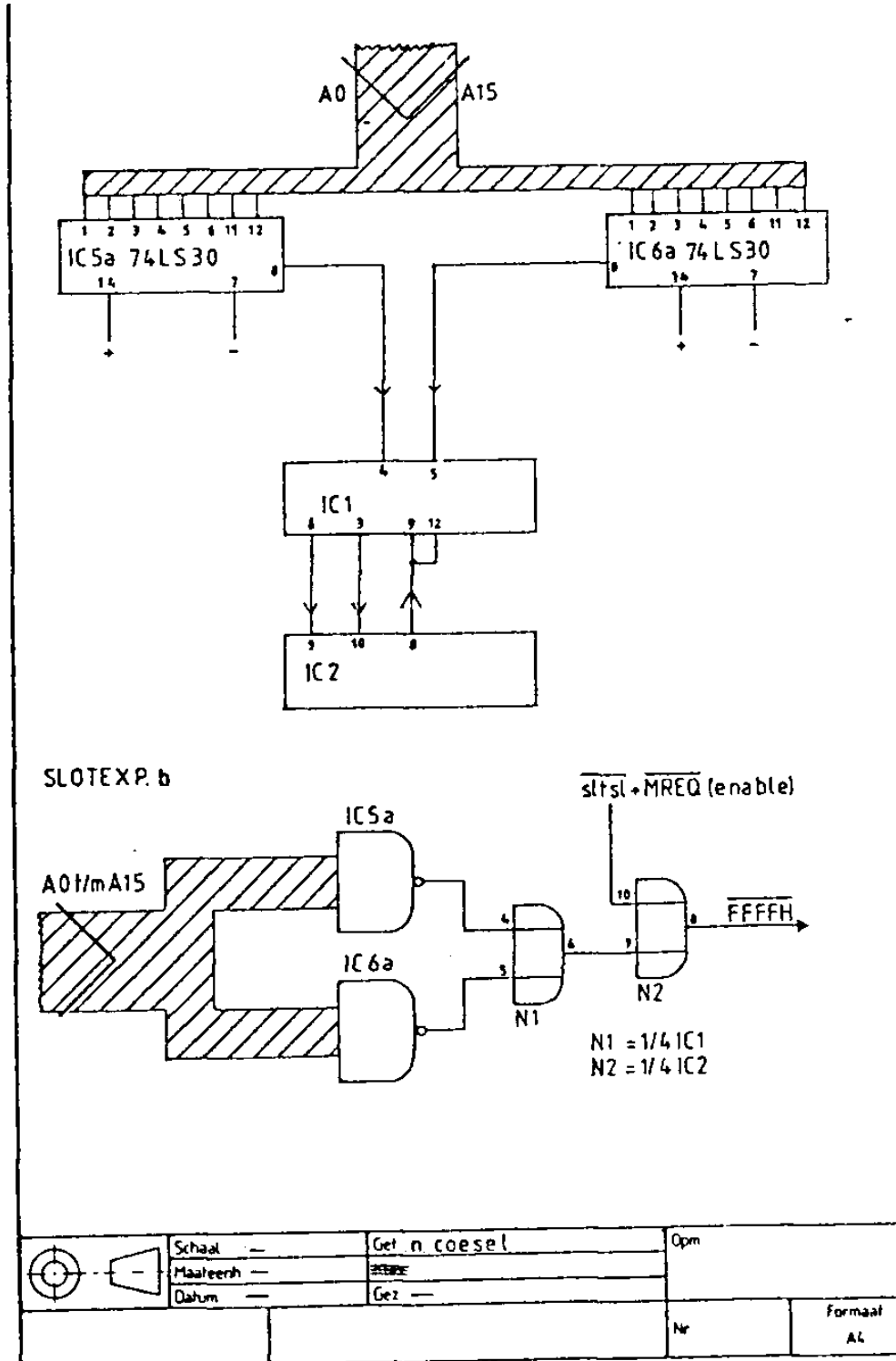
naast te leggen.

Slotexpander kritiek of aanvulling

Van onze gewaardeerde medewerker Nico Coesel ontvingen wij een reactie op de eerste aflevering een extra bijdrage. Wel logisch voor iemand waarbij de chips zelfs in zijn naam doordrongen.

Voorkennis

Ik was al voor de publikatie van de slotexpander op de hoogte gesteld van dit project. Het schema had ik alleen in een flits gezien. Nu het schema is gepubliceerd heb ik het wat beter kunnen bestuderen, en stuitte op iets opmerkelijks; de decoding van het subslot register FFFFH. Voor de decoding waren IC's van het type 74LS688 gebruikt. Dit kan echter veel simpeler: Als je FFFFH in binaire code schrijft dan krijg je : 11111111 11111111B. Wat valt je op ? Juist, allemaal eentjes. Met één 16 input-N AND-poort kan je het hele spulletje in een keer decoderen. Alleen; één probleem, deze chip bestaat niet, dus twee 8 input-NANDpoorten gebruiken. Dan nog de enable.... Ook geen probleem, er was namelijk nog een ongebruikt OR-poortje over dus gebruiken we dat om de enable met het uitgangssignaal te combineren. Dit moet dan worden veranderd: knoop IC1-6 aan IC2-9, IC1-6 aan IC2-10, IC2-8 aan IC1-9 en IC2-12, IC2-11 aan IC3-4, IC5a-8 aan IC1-4, IC6a-8 aan IC1-5. /enable komt van IC1-3, A0t/mA15 is de adres bus. Uit IC2-8 komt tenslotte het signaal dat wordt gecombineerd met /RD en /WR zodat er respectievelijk een lees- en schrijfsignaal ontstaat. In het bijgaande schema staat het een en ander weergegeven ter verduidelijking.



Dan nog het waarom.

De reden van deze aanpassing is puur financieel. Een 74LS688 kost ongeveer 5x zoveel als een 74LS30. Daar komt nog bij dat een 14pins IC-voetje goedkoper is dan een 20 pins IC-voetje. (Bouw er maar eens 5 a 10 dan merk je dit kleine prijsverschil wel !) Wat ik

ook met dit artikel wil laten zien is dit: Let op dit soort situaties, maar staar je er niet blind op. Maak eerst een ruw schema, geef delen die je nog niet hebt uitgewerkt aan met blokken, en geef deze blokken een naam. Maak van delen van het schema die je wel al hebt uitgewerkt ook blokken met een naam. Je houdt dan een (klein) deel over waar je op dat moment mee bezig bent. Als alle blokken dan klaar zijn, kun je een totaal schema maken. Eventuele foutjes komen dan ook boven water. Dan kun je, als laatste ontwerpfase, het schema optimaliseren. Ook het experimenteel opbouwen en testen van blokken tijdens de ontwerpfase is aan te raden.

Nico Coesel

Commentaar van Dick op commentaar van Nico.

Dhr. Coesel heeft inderdaad gelijk, als hij opmerkt, dat het op een andere manier goedkoper zou kunnen. Uit digitaal oogpunt gezien is zijn voorstel tot wijzigingen in orde. Bij het ontwerpen van schakelingen voor computeruitbreidingen spelen echter nog andere overwegingen een rol, dan alleen de prijs van de benodigde onderdelen, n.l. betrouwbaarheid, stroomverbruik, levensduur en storingskansen.

Waar het bij digitale schakelingen met TTL-IC's om draait is het feit, dat de twee outputtransistoren van elke output bij het omschakelen van High naar Low en omgekeerd een heel kort moment beide in geleiding zijn en gedurende dat moment in feite een kortsluiting vormen tussen de +5 Volt en Ground. De ontkoppelcondensatoren welke bij bijna elk IC te vinden zijn, zijn een absolute noodzaak

om de spanningspieken, welke genoemde kortsluitstromen veroorzaken, zodanig af te vlakken, dat die elders geen schakelfouten kunnen veroorzaken. De energie die door al die kortsluitstromen tezamen verbruikt wordt, moet echter wel door de +5 Volt voeding geleverd worden en resulteert zowel bij de IC's als bij de spanningsregelaar van de voeding in warmte-ontwikkeling. Het stroomverbruik en de warmteontwikkeling van een TTL-IC wordt daardoor voor een flink deel bepaald door het aantal omschakelingen tussen High en Low per tijdseenheid. En aangezien de factor warmteontwikkeling in elektronische schakelingen de natuurlijke vijand t.a.v. betrouwbaarheid, levensduur en storingskansen is, is het mede de taak van een ontwerper om zodanige keuze's te maken, dat het aantal omschakelingen van IC's reeds bij het concept van het ontwerp zoveel mogelijk wordt beperkt. De fabrikanten van IC's bieden daarbij de helpende hand, door het op de markt brengen van een aantal typen IC's met een z.g. GATE-INPUT, waarmee het IC grotendeels op non-actief kan worden gesteld, zolang zijn functies niet benodigd zijn. De ontwerper moet ervoor zorgen, dat schakelfuncties, welke slechts onder bepaalde omstandigheden benodigd zijn, zo mogelijk alleen dan actief worden, teneinde het aantal schakelacties zoveel mogelijk te beperken.

Het controleren of geheugenadres #FFFF wordt aangesproken is alleen nodig, indien het slot wordt aangesproken, waarop de slotexpander is aangesloten. Zolang dat niet het geval is doen IC5 en IC6 niet mee en reageren dus niet op de vele (miljoenen) veranderingen van de status van de 16 adreslijnen als het ge-expandeerde slot niet wordt aangesproken. De poort 1 A tezamen met de twee 74LS688 als IC5 en IC6 is een zeer bewuste keuze als de meest optimale oplossing om het aantal schakelacties drastisch te beperken en daarmee het stroomverbruik en de warmteontwikkeling van de slotexpander

te optimaliseren en daarmee de betrouwbaarheid en de levensduur-verwachting. Zo'n benadering is zeker op zijn plaats bij een ontwerp, hetwelk wordt gepubliceerd als na te bouwen schakeling. Daar is de kwaliteit van het ontwerp belangrijker dan een mogelijke besparing van enkele rijksdaalders op onderdelen. Er zijn reeds veel te vaak car-tridges verkocht, welke onder bepaalde omstandigheden of in een bepaalde MSX-machine niet goed bleken te werken, door kostprijsbe-perkende trucjes in het ontwerp, welke verkeerd uitpakten. Ik heb mijn best gedaan om dergelijke teleurstellingen bij voorbaat te voorkomen. Het nu gepubliceerde ontwerp is inmiddels meer dan twaalf maanden in gebruik en heeft tot op heden storingsvrij gefunctioneerd. Het staat echter een ieder vrij om zelf te bepalen of en waar concessies worden gedaan welke het oorspronkelijke ontwerp iets goedkoper of eenvoudiger zouden maken. Een verandering aan een geoptimaliseerd en uitgetest ontwerp is en blijft een persoonlijke keuze gebaseerd op het stellen van andere prioriteiten.