



# ZELFBOUW: DISPLAY-AANSTURING

**EINDELIJK IS HET DAN ZOVER! HET EERSTE ECHE HARDWARE PROJECT IN ONS TIJDSCHRIFT. IN HET NULNUMMER -EN OOK ELDERS IN DIT NUMMER- HEBBEN WE AL INLEIDENDE HARDWARE-VERHALEN GEPUBLICEERD. DEZE ARTIKELEN WAREN SPECIAAL BEDOELD VOOR MENSEN MET NOG WEINIG ERVARING EN GINGEN DAN OOK DIEP IN OP ALLERLEI FUNDAMENTELE BEGRIPPEN DIE NODIG ZIJN OM ZICH TOCH ENIGZINS VOORBEREID OP HET BOEIENDE PAD VAN DE ELEKTRONICA TE KUNNEN BEGEVEN! IK REALISEER ME TERDEGE DAT VOOR EEN AANTAL MENSEN DEZE VERHALEN GEEN NIEUWE WETENSWAARDIGEHEDEN OPLEVERDEN. ZE WAREN DAN OOK PRIMAIR BEDOELD OM ALLERLEI NOG KOMENDE HARDWARE-PROJECTEN VOOR EEN GROTERE GROEP MENSEN INTERESSANT TE MAKEN. AAN DE SLAG NU!**

We zullen ons eerste project niet meteen al te groot beginnen. Toch bevat de schakeling die we hier gaan beschrijven een aantal leuke aspecten. Ten eerste is hij klein en makkelijk aan te sluiten, zijn er weinig verbindingen met de computer nodig, is hij modulair uitbreidbaar, en -uiteraard met de juiste software- kan-ie zijn praktisch nut zeker bewijzen! We zullen in dit verhaal het project helemaal afronden, dus compleet met een programma. Dit programma is echter alleen bedoeld om het geheel te testen. Een zeer functioneel programma zullen we de volgende keer publiceren. Ik nodig u echter uit om ook zelf programma's voor onze schakeling te schrijven. Al u inzendingen zijn van harte welkom!

## HET IDEE

Laten we er niet langer meer omheen draaien. Met de schakeling van deze keer kan een zeven segments display aangestuurd worden. De vraag is dan, wat heb je daar aan (afgezien van het feit dat het gewoon leuk is om zo'n ding te hebben)? De computer is toch al uitgerust met een groot beeldscherm, waar wel honderden tekens op kunnen! Om dit duidelijk te maken, zal ik alvast een tipje van de sluier oplichten omtrent het programma dat we de volgende keer

willen plaatsen. Dat programma zal zich resident in het geheugen van de computer nestelen, dus blijft permanent in het geheugen, en vervult op de 'achtergrond' zijn taak. Dit betekent dat u dus gewoon met willekeurige software kunt werken, terwijl tegelijkertijd 't programma op de achtergrond ook zijn werk uitvoert. Aangezien ons programma geen gebruik mag maken van het beeldscherm - omdat deze gereserveerd is voor het hoofprogramma- kunnen wij nu dus dankbaar gebruik maken van het display! Wat het genoemde programma nu precies doet, dat houden we nog geheim tot de volgende keer...

## SERIEEL

Om ons display aan te sturen, zouden we gebruik kunnen maken van de printerpoort, een MSX-slot, of een joystick connector. De printerpoort zou het makkelijkste zijn, maar dan is de printer niet meer bruikbaar. Ook het MSX-slot is niet praktisch, want hier hebben we toch al zo'n tekort aan. Bovendien zouden we een print moeten maken met een brede slotcon-

necter (dubbelzijdig), voor een relatief simpele schakeling. Nee, ons oog is gevallen op de bescheiden joystick aansluiting. We kunnen deze poort namelijk niet alleen gebruiken als ingang, maar ook als uitgang (zie het artikel "Inleiding in de hardware, slot" elders in dit blad). We kunnen echter niet iedere aansluitpin ('lijntje') gebruiken als uitgang, maar slechts drie per joystickpoort. Zelfs al zouden we alletwee de joystick poorten gebruiken, dan nog hebben we maar zes uitgangen. Bovendien is alletwee de poorten gebruiken ook onpraktisch (tegelijkertijd nog een muis of een joystick aansluiten is dan niet meer mogelijk). We hebben dus maar drie uitgangen tot onze beschikking. Als we dan aan een 7-segments display denken, dan hebben we dus eigenlijk 7 uitgangen nodig (nog afgezien van de punt op het display). Hoe moeten we dit oplossen? Er is maar een

**HET IS NU MOGELIJK OM OP EEN HEEL GEMAKKE-LIJKE MANIER MEER-DERE DISPLAYS AAN TE SLUITEN. DE SCHAKE-LING HOUDT HIER DAN OOK REKENING MEE!!**

(1) manier, en dat is seriele aansturing. Dat houdt in dat alle zeven de segmenten niet door zeven lijntjes worden aangestuurd (parallel),

maar slechts door een lijn! Over deze lijn worden de signaaltes voor de verschillende segmenten achter elkaar verstuurd (serieel dus). De overige twee lijntjes kunnen we dan mooi gebruiken voor de benodigde kloksignalen. Deze seriele manier van aansturen heeft bovendien nog twee voordelen. Ten eerste hoeven we niet zoveel draden met de computer te verbinden als nodig was bij de parallelle aansturing. Ten tweede is het nu mogelijk om op een heel gemakkelijke manier meerdere displays aan te sluiten. De schakeling houdt hier dan ook rekening mee, en het is dus mogelijk om op een modulaire manier,



in principe oneindig veel displays aan te sluiten op 1 joystick connector! Let wel op, dat iedere display-module ongeveer 50 mA opslukt. Aangezien we nu onze voeding van de computer afnemen, moeten we opletten dat we niet teveel stroom opnemen! Als men twee of meer displays aan wil sluiten, is het dan ook nodig om van een externe voeding gebruik te maken. De grens voor het aantal displays hangt dan af van deze voeding. De seriële manier van aansturen heeft slechts een nadeel: het duurt iets langer voordat de data is verzonden. Omdat we maar zo weinig hoeven te versturen (slechts 8 bits), en omdat er gebruik gemaakt wordt van een machinetaal routine, is deze tijd verwaarloosbaar klein. Verder is nog een aspect vermeldenswaard. De schakeling kan niet alleen de cijfers 0 t/m 9 aansturen, maar ieder segment kan onafhankelijk worden gebruikt. Dus er zijn in beperkte mate ook letters mogelijk (A,B,C,D,E,F,..)! U ziet dat de schakeling ondanks z'n eenvoud toch een aantal leuke mogelijkheden biedt.

**DE JOYSTICKPOORT**

De joystickpoorten worden aangestuurd door twee registers die zich in de soundchip bevinden. Een uitgebreid verhaal over hoe de geluidsbesturings registers van deze chip in elkaar zitten leest u elders in dit blad. En als u het verhaal "Inleiding in de hardware, slot" gelezen heeft, dan

wet u hoe de twee registers voor de joystick-besturing kunnen worden gebruikt. U hoeft hier alleen maar te weten dat we drie uitgangen kunnen gebruiken.

**DE SCHAKELING**

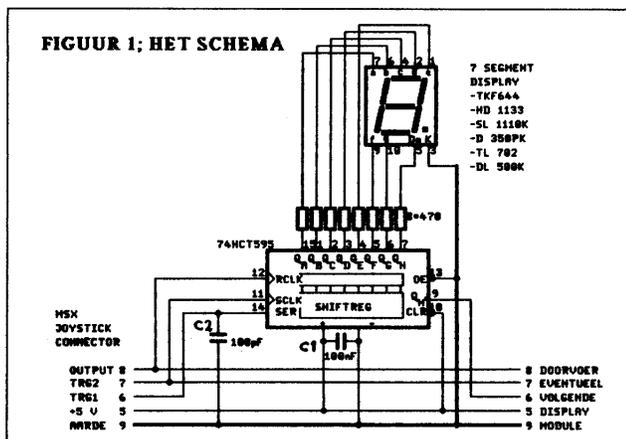
U ziet de schakeling getekend in figuur 1. We gebruiken de voeding van de computer middels aansluitpinnen 5 (+5 Volt) en 9 (Aarde). De drie uitgangen bevinden zich op de pinnummers 6, 7 en 8. Zie figuur 2 voor de pinnummering van de MSX joystickpoorten. Omdat de data serieel aangeboden wordt, moeten we gebruik maken van een zogenaamde seriële-parallel omzetter. We bieden bij dit IC op de seriële ingang de seriële data aan. Ons programma moet nu de eerste databit op deze lijn zetten. Vervolgens moet er een zogenaamde shiftklok aangeboden worden. Als deze shiftklok van 0 volt naar 5 volt gaat, spreken we over een "positieve flank". Het IC zal vervolgens de waarde welke op de seriële lijn staat "inklokken". Bit 0 wordt dan opgeslagen in het IC. Vervolgens bieden we de tweede bit aan, en weer een shiftklok. In het IC bevinden zich

acht 'kamertjes'. Bit 0 die net in het eerste kamertje was gezet, wordt doorgeschoven naar het tweede kamertje, en de nieuwe bit komt nu in kamertje een. Als we dit proces acht keer uitvoeren, worden alle acht de kamertjes gevuld met de 8 data-

bits, die we over de seriële lijn versturen. In het door ons gebruikte IC zitten niet alleen deze acht kamertjes, (het 8-bits shiftregister genaamd) maar ook nog een tweede set van acht kamertjes.

Deze tweede set fungeert niet als een shiftregister (kan dus geen bits naar een aanliggende kamer doorsturen), maar alleen als een geheugen. We kunnen nu middels een registerklok signaal -hier gebruiken we onze derde uitgang voor- de inhoud van het shiftregister overnemen in dit geheugen (gewoon 'register' genoemd). Alle 8 bits uit het shiftregister worden dan naar het andere register gekopieerd. Het IC bevat tevens acht uitgangspinnetjes, waarop zich de signalen van dit register bevinden (we spreken nu dus over een zogenaamd output register). Op deze acht pinnetjes kunnen we nu de zeven segmenten van ons display en diens punt aansluiten. Wel moeten we weerstanden in deze leidingen opnemen om de stromen te begrenzen. We hebben nu dus de seriële lijn omgezet naar acht parallelle uitgangen. Kort samengevat: Om een teken uit de computer naar het display te sturen dienen we het teken z'n acht afzonderlijke bits uiteen te rafelen, en deze een voor een op de seriële lijn aan te bieden, waarbij we op het juiste moment een shiftklok geven. Dit doen we voor alle acht bits. Het display bevat nu nog echter een oude waarde. D.m.v de registerklok wordt het teken zichtbaar op het display. Zie figuur 3 voor het tijdsdiagram. Als we nu een nieuw teken sturen, wordt het oude teken er aan de achterkant uitgeschoven, en vervangen door de nieuwe.

**DE JOYSTICKPOORTEN WORDEN AANGESTUURD DOOR TWEE REGISTERS DIE ZICH IN DE SOUNDCHIP BEVINDEN. EEN UITGEBREID VERHAAL OVER HOE DE GELUIDSBESTURINGS REGISTERS VAN DEZE CHIP IN ELKAAR ZITTEN LEEST U ELDERS IN DIT BLAD.**





We kunnen nu deze uitgang gebruiken om door te koppelen naar een tweede display module. U ziet in het schema (figuur 1) dan ook aan de linkerkant vijf ingangspinnen die op de MSX joystickpoort dienen te worden aangeloten. Aan de rechterkant zitten vijf uitgangspinnen. Deze kunnen worden gebruikt om op een volgende display module aan te sluiten. De pinnummers komen overeen met de ingang van de volgende display module. Het is mogelijk om zo een hele keten te creëren. U ziet in het schema dat alle signalen eigenlijk gewoon worden doorgeleest, alleen het seriele lijntje loopt 'door' het shiftregister heen. Als we bijvoorbeeld drie displaymodules hebben aangesloten, dan sturen we dus 3\*8=24 bits over de seriele lijn, geven een registerklok en alle displays zijn voorzien van hun nieuwe data. Tot slot nog een opmerking over het gebruikte display. U ziet in het schema naast het display een rijtje met de te gebruiken displays. Deze zijn allemaal onderling uitwisselbaar.

**HET PRINTONTWERP BIEDT DE MOGELIJKHEID OM ANDERE DISPLAYS DAN DE DOOR ONS AANGEGEVEN TYPES AAN TE SLUITEN. ALS U ECHTER GEWOON EEN DISPLAY GEBRUIKT UIT HET VOLGENDE RIJTJE, DAN IS ALLES HEEL SIMPEL: TKF644 = HD 1133 = SL 1110K = D 350PK = TL 702 = DL 500K.**

**NOGMAALS WIL DE REDAKTIE U EROP WIJZEN, DAT EEN JOYSTICKPOORT MAXIMAAL 50 mA MAG LEVEREN. AANSLUITEN VAN MEERDERE MODULES KAN SLECHT ZIJN VOOR UW VOEDING EN GESCHIEDT, NET ZOALS HET BOUWEN EN AANSLUITEN VAN DIT PROJECT, OP EIGEN RISICO.**

**HET ADDERTJE**

In het schema zien we nog twee condensators. Met condensator C1 (100nF) ontkoppelen we de voedingsspanning. Aangezien we een Cmos IC gebruiken is dit noodzakelijk. Condensator C2 (100pF) heeft echter een speciale reden. We dienen hiervoor het verzenden van 1 bit wat

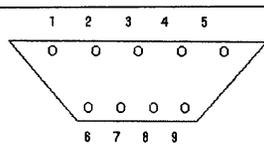
nauwkeuriger onder de loep te nemen. We bieden eerst de bit aan op de seriele lijn. De shiftklok is nog laag. We moeten nu de shiftklok 'hoog' maken waardoor er een opgaande flank ontstaat waarmee de data wordt 'ingeklokt'. Aangezien de shiftklok en de seriele lijn echter door hetzelfde outputregister worden bestuurd (in

de MSX computer), betekent dat, dat we als we het shiftklok lijntje 'hoog' willen maken, we ook de databit nog een keer opnieuw moeten schrijven (uiteraard met de originele bitwaarde). Er is dus een heel kort moment waarop de seriele lijn even ongedefinieerd is, net op het moment dat de shiftklok wordt opgewekt! Aangezien er in de MSX computer op deze lijn een 'pull-up' weerstand is aangesloten, zal deze in een ongedefinieerde toestand altijd naar +5 Volt willen. In figuur 4 zien we het probleem uitgetekend. We hebben dus kans dat ons shiftregister in plaats van het aangeboden 'laag' niveau toch een 'hoog' niveau ziet (door de spike). Hier geeft condensator C2 de oplossing. Deze zit geschakeld tussen de seriele lijn en de aarde.

Als de seriele lijn dus naar 'hoog' wil (tijdens de spike), dan zal eerst de condensator worden opgeladen. Deze condensator is uiteraard erg klein, omdat een normale 'laag-hoog' overgang niet te veel mag worden vertraagd, maar de gewraakte spikes zijn dusdanig kort, dat deze keurig door de condensator worden weggewerkt.

**HET PRINTONTWERP**

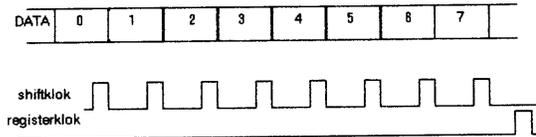
In figuur 5 is de componentenzijde van het printje getekend. Let bij de plaatsing van het IC (74HCT595) op pinnummer 1 voor de juiste plaatsing. Bij de acht weerstanden van 470 Ohm, bevinden zich aan de kant van het display twee aansluitpinnen per weerstand. Dit is gedaan om bij gebruik van een ander display dan de door ons aangegeven types, de mogelijkheid te laten om met draadbruggetjes het display anders aan te sluiten. Als u echter gewoon een display gebruikt uit het rijtje bij figuur 1 is alles heel simpel. U dient de weerstanden dan aan te sluiten op de rij gaatjes het dichtstbij het display. Tevens dient u dan een draadbruggetje te leggen tussen de twee gaatjes onder de tekst 'display ground'. In figuur 6 ziet u het printontwerp. U ziet de onderzijde van de print, welke overgetekend kan worden op uw eigen print, of eventueel d.m.v. van een kopie fotografisch aangemaakt kan worden. Het ontwerp is op ware grote weergegeven.



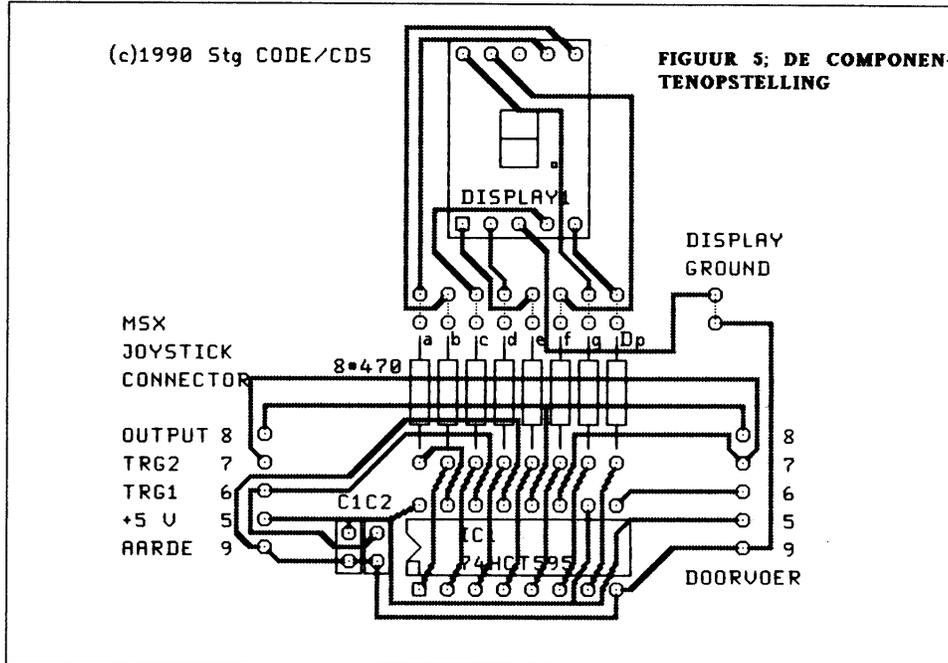
**FIGUUR 2; JOYSTICK PENNUMMERING**



**FIGUUR 4; DE 'SPIKE'**



**FIGUUR 3; HET TIJDS-DIAGRAM**

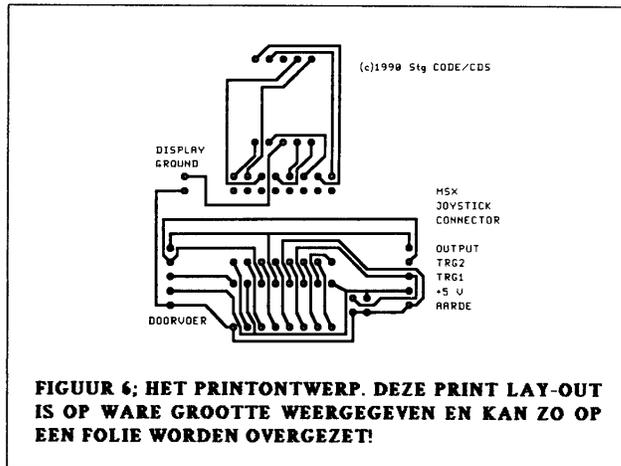


**HET TESTPROGRAMMA**

Hebt u alles goed doorlopen, dan is het nu tijd voor een testprogramma. In figuur 7 ziet u de listing. Met dit programma kunt u de cijfers 0 t/m 9 op het display schrijven. Ook is het mogelijk om ieder willekeurig segment aan te sturen middels een getal tussen 0 en 255 (de acht bits voor zeven segmenten en punt). U dient daarvoor de schakeling op joystick poort 1 aan te sluiten.

**UITLEG**

Hier volgt een korte uitleg van de gebruikte machinetaal-routine. In regel 1340 wordt het register 7 van de soundchip bewaard, om ervoor te zorgen dat het geluid niet wordt aangetast door deze routine. Op het eind -in regel 1520- wordt dit weer hersteld. In regel 1350 worden de joystickpoorten aangezet (voor het geval dat dat nog niet was). Voor een preciezere werking over deze registers verwijs ik nogmaals naar het hardwareverhaal in dit blad... In regel 1370 wordt in register b van de Z80 microprocessor de waarde 8 geladen, omdat er acht bits te versturen zijn.



Deze worden in regel 1390 naar buiten geschoven. In regel 1430 wordt de data verstuurd, en in 1440 geven we de shiftklok puls. In regel 1460 staat een spronginstructie die dit proces nog zeven maal laat herhalen. In regel 1480-1490 geven we de registerklok. In regel 1510 komt alles tot rust, waarna in 1520 de al reeds genoemde herstelling van register 7 plaatsvindt. Ik wens u veel succes met het bouwen van de schakeling. Volgende keer zullen we met een functioneel programma komen, welke op zeer leuke wijze gebruik maakt van de display schakeling. Tot dan!

**AvZ**



```
1000 'AUTEUR: A. van Zuylen
1010 'TITEL : DISPLAY.BAS
1020 'Copyright (C)1990 Stg. CODE
1030 '
1040 CLS:PRINT"Display aanstuur programma"
1050 CLEAR 10000,&HC000
1060 DIM DA(10)
1070 MT=&HC000:DEFUSRO=MT
1080 GOSUB 1230 'vul array en MC code
1090 '
1100 'invoer
1110 PRINT"Gewenste cijfer (0-9): ";
1120 GE$=INPUT$(1):PRINTGE$
1130 KE=INSTR("1234567890",GE$)
1140 IF KE<>0 THEN 1190
1150 PRINT"Direkte display aansturing"
1160 INPUT"Geef getal (0-255): ";GE$
1170 DA(0)=VAL(GE$)
1180 IF DA(0)>255 OR DA(0)<0 THEN 1160
1190 POKE &HC100,DA(KE)
1200 DUM=USR(0):PRINT:GOTO 1110
1210 '
1220 'vul array en machinetaal
1230 FOR I=1 TO 10
1240 READ DA(I):NEXT I
1250 TL=MT
1260 READ B$:IF B$="END"THEN RETURN
1270 POKE TL,VAL("&h"+B$)
1280 TL=TL+1:GOTO 1260
1290 '
1300 'Cijfers 1 t/m 9 en 0
1310 DATA 12,182,158,204,218,250,14,254,222,126
1320 '
1330 'Machinetaal data
1340 DATA 3e,07,cd,96,00,f5:'lees reg 7 en bewaar
1350 DATA 3e,07,1e,c0,cd,93,00:'init reg 7
1360 DATA 3a,00,c1:'ld a,(c100)
1370 DATA 06,08,f5:'b=8 (8 bits)
1380 DATA f1
1390 DATA 17,f5: 'rla
1400 DATA 1e,00:'e=0
1410 DATA cb,13:'rl e
1420 DATA 3e,0f:'select reg 15
1430 DATA f5,c5,d5,e5,cd,93,00,e1,d1,c1,f1
1440 DATA cb,cb:'set 1,e klok omhoog
1450 DATA f5,c5,d5,e5,cd,93,00,e1,d1,c1,f1
1460 DATA 10,dd
1470 DATA f1
1480 DATA 3e,0f,1e,10:'geef eindklok
1490 DATA f5,c5,d5,e5,cd,93,00,e1,d1,c1,f1
1500 DATA 1e,00
1510 DATA f5,c5,d5,e5,cd,93,00,e1,d1,c1,f1
1520 DATA 3e,07,f1,5f,cd,93,00:'herstel reg 7
1530 DATA c9
1540 DATA END
```

## GEEN LASERPRINTER DIT KEER!

Okee, de letter is wat 'rafelig', zoals iemand opmerkte, maar verder kan de kwaliteit er best mee door. Aan enkele mensen hebben we verteld, dat we dit nummer waarschijnlijk op een laserprinter zouden gaan uitdraaien.

Zoals altijd; Daar was geen tijd meer voor. We hebben niet zelf zo'n ding en moeten dus met het blad op een diskette op pad. het enige wat we nu kunnen zeggen is, dat de volgende keer de letters van het blad er 'WEL-LICHT' mooier en minder rafelig uitzien.

Voorlopig moet u het hier mee doen, maar u zult met ons eens zijn, dat de kwaliteit van de INHOUD van de teksten belangrijker is dan het uiterlijk.

We hebben hard gewerkt om dit resultaat te verkrijgen en we hopen dat u tevreden bent met dit nummer van New MSX.

Trouwens, zien we u eens op onze stand op een beurs?  
Leuk!

Groeten van uw redactie.