

ELEKTUUR

met PC-PLUS:

- Bluetooth - draadloze datacommunicatie •
- experimenteren met de printerpoort •
- Windows-compiler voor PIC16C84 •



luxe LED-klok

actieve
raamantenne

compact 80C537-board

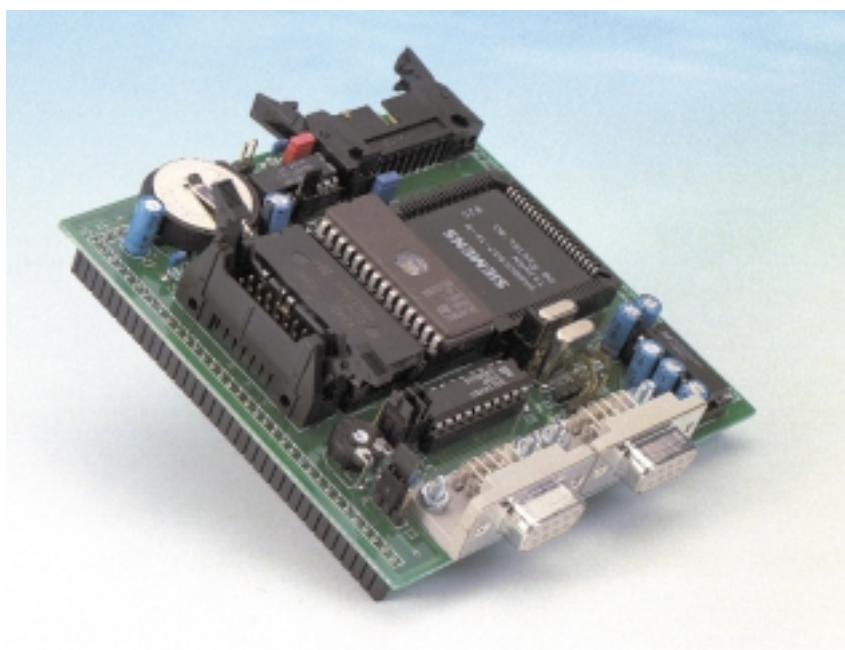
bezoek de
vernieuwde
Elektuur-
website



compact 80C537-board

krachtig en betaalbaar microcontrollersysteem

Een 8-bits olifant noemt Siemens zijn 80C537, een krachtige variant van de 8051. In *Elektuur* is al in juni 1997 een veelzijdig leer- en oefensysteem rond deze controller beschreven. Nu introduceren we een goedkoop en compact 537-board, dat een zeer flexibele en uitbreidbare kern kan vormen voor tal van interessante toepassingen.



Een oppervlakkige blik op het datablad van de 80C537-microcontroller maakt al direct duidelijk dat het om een veelzijdig talent gaat: een 8(10)-bits A/D-omzetter met twaalf ingangen, drie 16-bits timer/counters met compare/capture-functie, mathematische coprocessor, geïntegreerde watchdog, zeven bidirectionele digitale I/O-poorten, twee full-duplex seriële inter-

faces, 14 interruptbronnen en nog heel veel meer. Wilt u meer over deze controller te weten komen, raadpleeg dan de literatuurlijst die aan het einde van het tweede deel wordt gegeven.

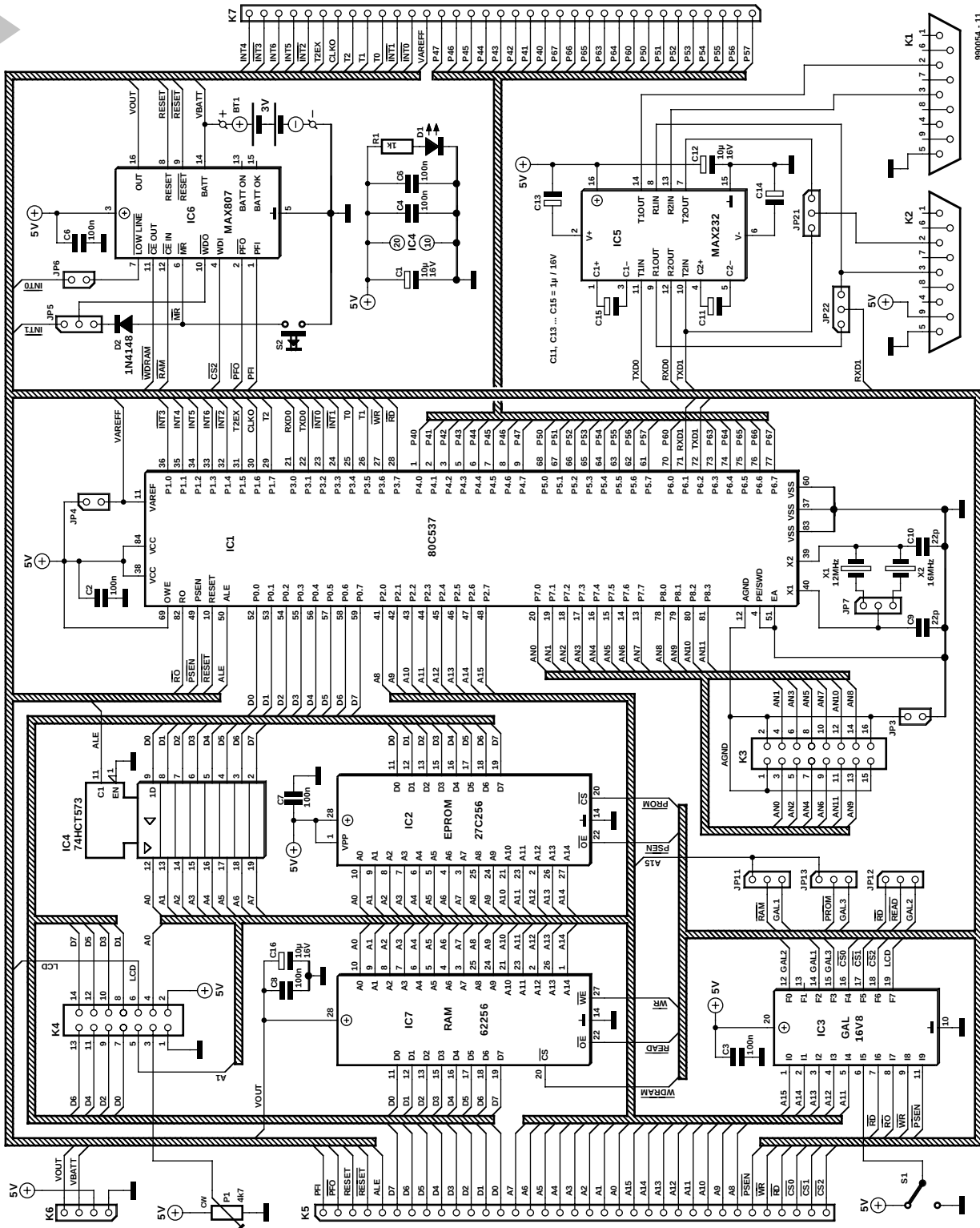
HARDWARE

Het 537-board, met als hart de SAB80C537, is een betaalbaar en universeel inzetbaar microprocessorsys-

Specificaties compact 537-board

- ♦ 80C537-microcontroller, klokfrequentie 12/16 MHz
- ♦ verhoogde betrouwbaarheid door ingebouwde microcontroller-bewaker
- ♦ 32 Kbyte EPROM, 32 Kbyte RAM, extern uit te breiden tot 64 Kbyte
- ♦ RAM-geheugen voorzien van batterijbuffer
- ♦ Vier CSI-adressen zijn vrij ter beschikking (één is gereserveerd voor het LCD)
- ♦ Seriële poort 0 vast ingesteld op RS232-niveaus, seriële poort 1 naar keuze RS232- of TTL-niveaus
- ♦ Interface voor het direct aansluiten van een LC-display met naar keuze 1 x 16 tot 4 x 20 tekens; voorzien van contrastregeling
- ♦ Programmeerbaar met 8051-machinetaal (Intel-Hex-file) of Basic52-tokens
- ♦ Zeer compacte opzet (90 x 100 mm)
- ♦ Voeding 5 V/75 mA (bij 12 MHz), 80 mA bij 16 MHz (zonder LC-display)

ontwerp: B. vom Berg en P. Groppe



Figuur 1. De SAB80C537 is een uitstekende microcontroller die het hart van een krachtig systeem vormt.

teem, dat als een complete eenheid (module) in een applicatie verwerkt kan worden. De kracht van het systeem is opgesomd in het kader. Alle belangrijke controller-aansluitingen zijn via headers of connectoren naar buiten uitgevoerd.

De hardware van de schakeling is in **figuur 1** te vinden. Het schema is onder te verdelen in verschillende groepen:

Controller-schakeling

Deze bestaat in essentie uit de basisop-

zet rond een 8051-processor, met als belangrijkste verschil dat via jumper J7 twee verschillende klokfrequenties voor het board geselecteerd kunnen worden.

Digitale I/O-poorten

Die zijn allemaal op connector K7 te vinden. De ingangen zijn voorzien van een beveiliging, de uitgangen van een driver.

Analoge ingangspoorten

De 80C537 beschikt over twaalf gemultiplexte analoge ingangen (0...5 V, 8(10)-bits resolutie) die op K3 te vinden zijn. Denk bij toepassingen wel aan de noodzakelijke beveiliging en filtering. Via jumpers J3 en J4 kan vastgelegd worden hoe het analogeingangssignaal, GND en het positieve referentiesignaal moeten worden aangesloten.

Figuur 2. De relatief kleine print kan als een soort geïntegreerde schakeling in een grotere applicatie gebruikt worden.

Seriële interfaces

De 80C537 beschikt over twee seriële interfaces (SS0 en SS1), die naar twee sub-D-bussen (K1 en K2) uitgevoerd zijn. SS0 is als een V24-poort geconfigureerd (R232-niveaus dankzij een MAX232-omzetter). Voor SS2 kan met de jumpers J21 en J22 gekozen worden tussen V24- of TTL-niveaus.

Geheugenbanken

De aansluiting van de geheugens (32 Kbyte EPROM IC2, 32 Kbyte RAM IC7) is op de bekende 8051-bouwwijze via poort 0 en poort 2 van de controller met behulp van een adreslatch 74573 (IC4) uitgevoerd.

Decodeerlogica

De noodzakelijke logica voor het coderen en decoderen van de gebruikte controle-signalen is, om plaats te besparen, in een GAL van het type 16V8 (IC3) verwerkt.

Het LC-display

Op connector K4 kan zonder verdere logica een LC-display aangesloten worden. Belangrijk is wel dat het display een Hitachi-controller van het type HD44780 of een daarmee compatibel exemplaar gebruikt. Bij 80% van de displays is dat het geval. Vandaar dat op het compacte 537-board LC-displays met één regel van zestien karakters tot vier regels met elk 20 karakters probleemloos aangesloten kunnen worden. Een contrastregeling is gerealiseerd met instelpotmeter P1.

Microcontroller-bewaker MAX807

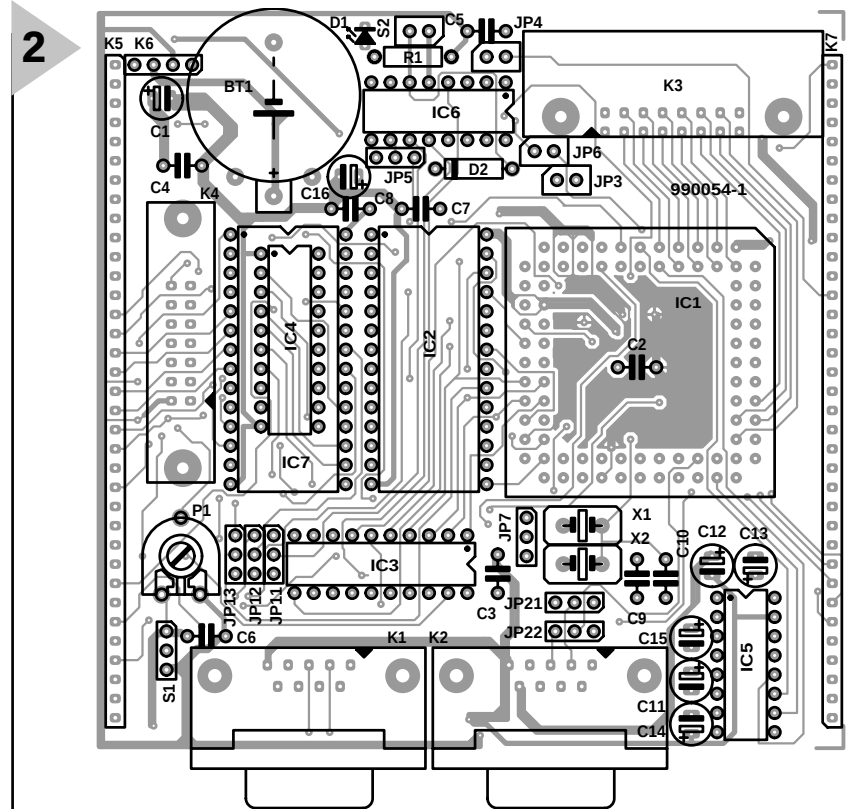
De hoge betrouwbaarheid van dit microcontrollersysteem wordt voor een belangrijk deel bereikt via de MAX807, een speciale processorbewaker. Deze chip bevat alle belangrijke bewakings-, meld- en alarmfuncties die in een microcontrollersysteem aanwezig moeten zijn:

- Automatische opwekking van het reset-sigitaal.
- Handmatige opwekking van een reset via een drukknop.
- Chip-enable-bescherming bij het wegvallen van de voedingsspanning.
- Bewaken van de voedingsspanning.
- Bewaken van de geheugenvoeding.
- Aansluiting en management van de backup-accu.

Een gedetailleerde beschrijving van deze chip is te vinden op de datakaart in deze uitgave.

DE OPBOUW

Bij de opbouw van de print (koper-layout en componentenopstelling zijn in



figuur 2 te vinden) moeten de bekende spelregels in acht worden genomen. Als eerste worden de kleine, daarna de grotere componenten gesoldeerd. Voor de IC's dienen hoogwaardige IC-voetjes gebruikt te worden. Controleer de schakeling na het solderen grondig op fouten. De bufferaccu wordt als laatste gemonteerd, nadat we hebben gecontroleerd of alles goed werkt. Bijzonder is de wijze waarop IC4 en IC7 geplaatst zijn. Om ruimte te besparen zijn ze boven elkaar gemonteerd. Omdat beide IC's van een voetje voorzien zijn, moet de RAM-chip (IC7) via

twee extra aansluitstrippen of een extra 24-polig voetje (waarvan de balkjes in het midden verwijderd zijn) er bovenop worden gemonteerd.

Na de montage wordt de plaatsing van alle componenten nogmaals gecontroleerd. Vervolgens kan de monitor-EPROM (IC2) geplaatst worden. Kies met de jumpers de instelling mode 2, Program-Down-Load.

- Jumper J11, J12 en J13 in de stand 2/3 zetten.
- Jumpers J21 en J22 in stand 1/2 zetten.
- Jumpers J3 en J4 plaatsen.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 1 k
P1 = 4k7 instel

Condensatoren:

C1, C12, C16 = 10 μ /16 V radiaal
C2...C8 = 100 n keramisch
C9, C10 = 22 p keramisch
C11, C13...C15 = 1 μ /16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1 = high-efficiency-LED, 3 mm, rood
D2 = 1N4148
IC1 = SAB 80C537-16-N
IC2 = 27C256 (EPS 996510-1)
IC3 = GAL 16V8 (EPS 996515-1)
IC4 = 74HCT573
IC5 = MAX232
IC6 = MAX807 NCPE
IC7 = 62256, 70 ns

Diversen:

K1, K2 = 9-polige haakse sub-D-bus,

voor printmontage

K3 = 2x8-polige boxheader met vergrendeling

K4 = 2x7-polige boxheader met vergrendeling

K5, K7 = 35-polige SIL-header

K6 = 4-polige SIL-header

JP3, JP4, JP6 = 2-pens jumper

JP5, JP7, JP11...JP13, JP21, JP22 = 3-pens jumper

X1 = kristal 12 MHz

X2 = kristal 16 MHz

S1 = 3-polige header voor het aansluiten van S1

S1 = enkelpolige wisselschakelaar

S2 = druktoets met maakcontact

Bt1 = 3-V-Lithiumcel, diameter 20 mm, plus houder

print EPS 990054-1

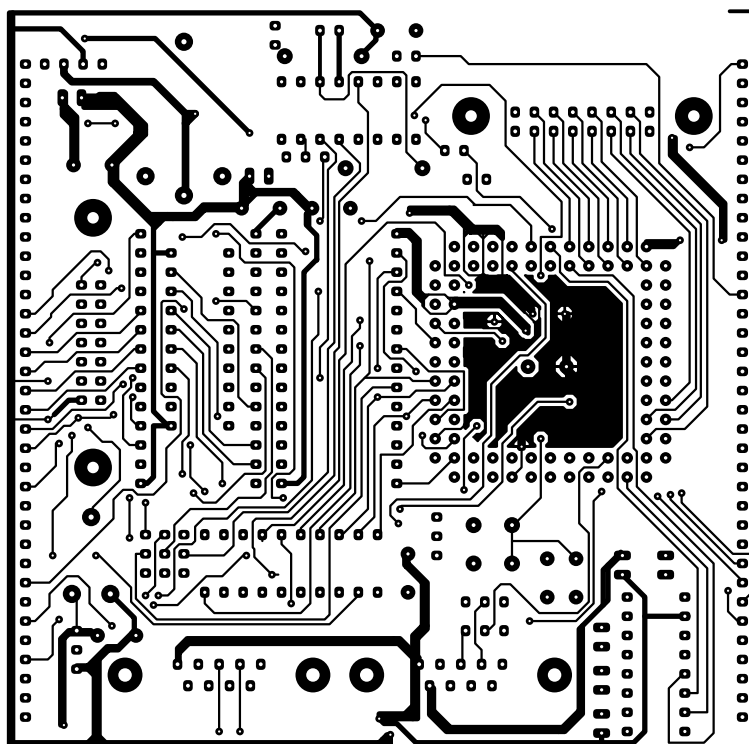
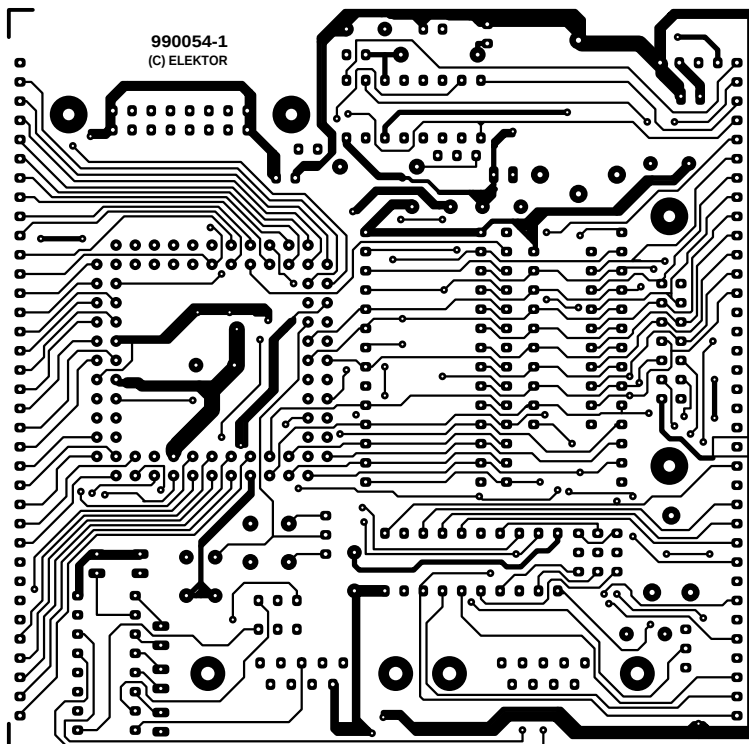
geprogrammeerde GAL

EPS 996515-1

geprogrammeerde EPROM

EPS 996510-1

diskette met uitleg bij monitor-programma EPS 976008-1



- Jumpers J5 en J6 niet plaatsen.
- Jumper J7 in stand 1/2 zetten (klokfrequentie 12 MHz).
- Zet schakelaar S1 in de stand Load RAM (naar massa).

Schakel nu de voedingsspanning in. Een tip: tijdens deze experimentele fase is het niet aan te bevelen de voedingsspanningaansluitingen op K6 te solderen (en daarna weer los te solderen). Geef het board via sub-D-aansluiting K2 (pen 5 = massa en pen 9 = +5 V) voedingsspanning. De voedingsspanning dient exact +5 V te

bedragen. Let op: een verkeerde poling is zeer schadelijk voor de schakeling! De totale stroomopname mag niet meer dan 80 mA bedragen.

Schakel de voeding nu uit en verbind interface SS0 (K1) met een vrije COM-poort van de PC. De daarvoor noodzakelijke kabel is eenvoudig te maken.

K1 (537-Board)	PC (AT)
Sub-D9	Sub-D9
TXD 2	RXD 2
RXD 3	TXD 3
GND 5	GND 5

Moet de schakeling op een oude PC (XT) worden aangesloten, dan dienen de aansluiting RxD en TxD verwisseld te worden. Verder ligt de massa bij deze PC's aan pen 7 van de 25-polige sub-D-aansluiting van de XT.

K1 (537-Board)	PC (XT)
Sub-D 9	Sub-D 25
TXD 2	RXD 3
RXD 3	TXD 2
GND 5	GND 7

Nu kan de voeding van het board weer ingeschakeld worden. De opgenomen stroom moet onder de eerder genoemde maximale waarde blijven. Start op de computer het terminalprogramma *term.exe*, dat op de diskette EPS 976008-1 te vinden is, in een DOS-venster onder Windows of gewoon op DOS-niveau. De eerste keer dat u dit doet, moet u aangeven welke seriële poort gebruikt wordt: *term1* voor COM1 en *term2* voor communicatie via COM2.

Na een copyright-tekst verschijnen 4 menupunten op het scherm, gevolgd door een #. Wordt de reset-knop op het board geactiveerd, dan verschijnt op het scherm de melding *TFH-80C537er-Monitor*. (TFH staat hierbij voor Technische Fachhochschule Georg Agricola in Bochum).

De verbinding tussen de PC en het board is nu tot stand gebracht en het eerste programma kan gedownload worden. Iedere keer als een programma gedownload moet worden, is een reset noodzakelijk. Een programma dat al geladen is, wordt met een reset in de beginstand gebracht en met het commando *g0* geactiveerd.

Voor het downloaden van het programma moet F2 (*Input from file*) ingedrukt worden. Geef vervolgens de bestandsnaam *p1.hex* op en sluit af met een <return>.

Vervolgens verschijnen enige kolommen met getallen op het scherm. Het betreft de inhoud van het Intel-Hex-bestand *p1.hex*. Het einde van het downloaden wordt gemarkeerd door een #.

Na het invoeren van *g0*<return> start het programma vanaf adres 0. Schakelaar S1 staat daarbij in de stand LoadRAM. Het microcontrollerboard zal u nu begroeten.

(990054-1)

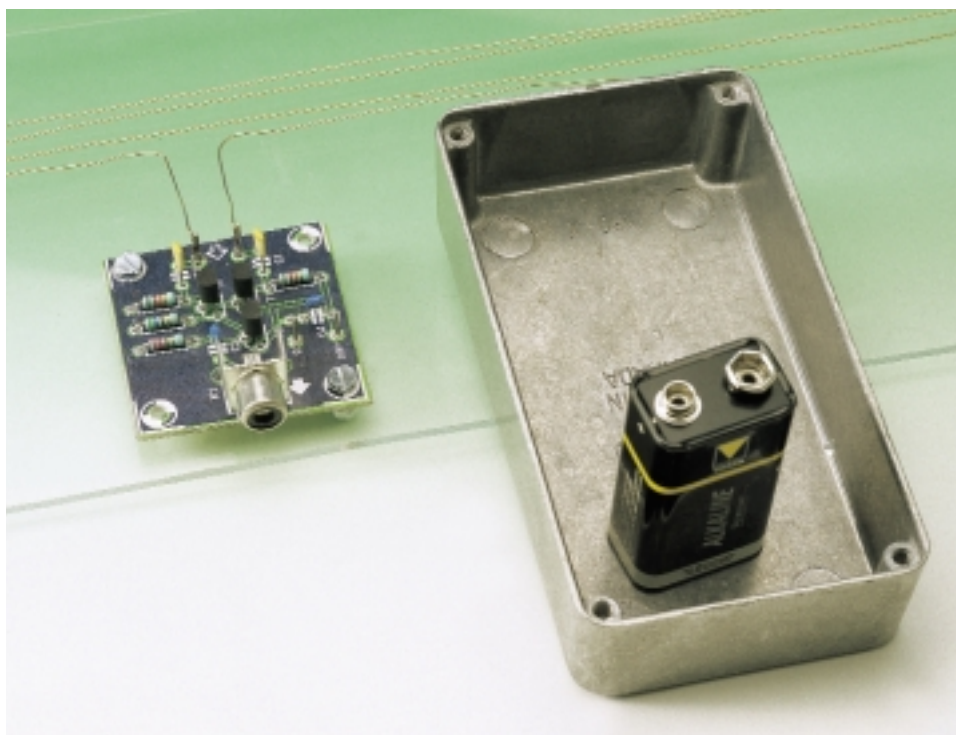
tekst: Rolf Gerstendorf
techniek: Hans Bonekamp

In het tweede artikel dat u in het februari-nummer aantreft, wordt uitvoerig ingegaan op het programmeren van dit 537-board. Verder worden enige uitbreidingsmogelijkheden beschreven, onder andere de verbinding met het eerder beschreven CAN-bus-systeem (Elektuur 9...11/99).

raamantenne

voor wereldontvangers

Voor kortegolfontvangst gaat er niets boven een langdraadantenne, maar helaas heeft daar niet iedereen ruimte voor. In die gevallen vormt de in dit artikel beschreven actieve raamantenne een prima alternatief. De antenne is simpel te bouwen, levert uitstekende prestaties en is ook nog eens heel goedkoop.



Zij die met hun kortegolfontvanger ook nog iets anders willen doen dan op vakantie naar de wereldomroep luisteren, merken al snel dat een simpele telescoopantenne zo zijn beperkingen heeft. Het rendement van zo'n spriet is zeer bescheiden, terwijl hij binnenshuis bovendien vrij veel storing oppikt. Als men zich wat serieuzer gaat bezighouden met lange-afstandsontvangst, ontstaat daarom meestal na korte tijd behoefte aan iets beters.

Maar wat? Er zijn hele boeken volgeschreven over antennetechniek en er bestaan talloze soorten en varianten. Voor men zich in dit woud van mogelijkheden gaat begeven, is het zaak om eerst af te bakenen aan wat voor eisen de antenne in kwestie moet voldoen. Voor een kortegolf- of wereldontvanger is het belangrijk dat de antenne voldoende breedbandig is om het hele frequentiegebied van pakweg 3 MHz tot 30 MHz te bestrijken en binnen dat gebied een redelijk rendement bezit. Wil men het zich hierbij niet al te moeilijk maken, dan is de "oude trouwe" langdraadantenne voor dit doel nog altijd een uitstekende keus. Er zijn

uiteraard nog tal van andere geschikte antenne-varianten, maar die zijn in constructief opzicht meestal stukken bewerklijker.

Wat al die antennes echter gemeen hebben, is dat ze tamelijk volumineus zijn en alleen om die reden al dus typische buitenantennes zijn. Maar wat te doen als de ruimte om zo'n ding te plaatsen te enen male ontbreekt? Toch maar genoeg nemen met de sprietantenne? Of zijn er nog andere betaalbare mogelijkheden?

MEN NEME EEN RAAM

Een goed binnenshuis-alternatief voor een langdraadantenne vormt een raamantenne. Er zijn misschien mensen die bij het horen van het woord "raamantenne" meteen een ietwat stoffige smaak in de mond krijgen, omdat ze menen dat die dingen uitsluitend in het museum thuishoren. Dat is zeer ten onrechte! Volgens dit principe zijn nog altijd zeer bruikbare antennes te construeren, die bovendien het grote voordeel bezitten dat ze zich vanwege hun vorm en hun eigenschappen bij uitstek lenen voor gebruik binnenshuis. Als

men een dergelijke antenne namelijk met behulp van een paar spijkertjes voor een raamkozijn bevestigd, neemt hij nauwelijks plaats in en is hij bovendien nagenoeg onzichtbaar. Daarnaast bezit een raamantenne de prettige eigenschap dat hij uitsluitend reageert op de magnetische component van het zendersignaal, hetgeen maakt dat een heleboel elektrische storing buiten de deur wordt gehouden. Zowel die compactheid als die storingsongevoeligheid zijn voor een binnenantenne niet te onderschatten voordelen.

ACTIEF

Qua effectief oppervlak zou de hier gepresenteerde antenne ongeveer vergeleken kunnen worden met een gemiddelde langdraadantenne; hij bestaat namelijk uit zo'n 10 tot 15 meter draad. Maar door het feit dat de antenne in een raamvorm is gevouwen én doordat hij binnenshuis wordt opgesteld, zijn niet alleen de eigenschappen anders maar is ook het rendement een stuk lager.

Om die reden ontkomt men er eigenlijk niet aan om een dergelijke antenne "actief" uit te voeren, met andere woorden: om hem te voorzien van een geïntegreerde versterker. Dat biedt de mogelijkheid om tegelijk de impedantie van de antenne aan te passen aan de standaard 75 Ω kabelimpedantie. Dat een dergelijke versterker niet verschrikkelijk gecompliceerd hoeft te zijn, bewijst het schema van **figuur 1**. Zoals te zien, wordt de raamantenne verbonden met de ingangen van een verschilversterker welke discreet is opgebouwd met de bekende hoogfrequent-transistor BF494 en het PNP-equivalent BF451. Deze verschiltrap levert een versterking van ca. 10 maal en bezit een bandbreedte van ruim 30 MHz, zodat het hele kortegolfgebied bestreken wordt.

Transistor T3 fungeert als buffer en als impedantie-aanpasser. Via C3 belandt het versterkte antennesignaal bij uitgangconnector K1 en kan het van daaruit met behulp van een coaxkabel naar de ontvanger in kwestie worden geleid.

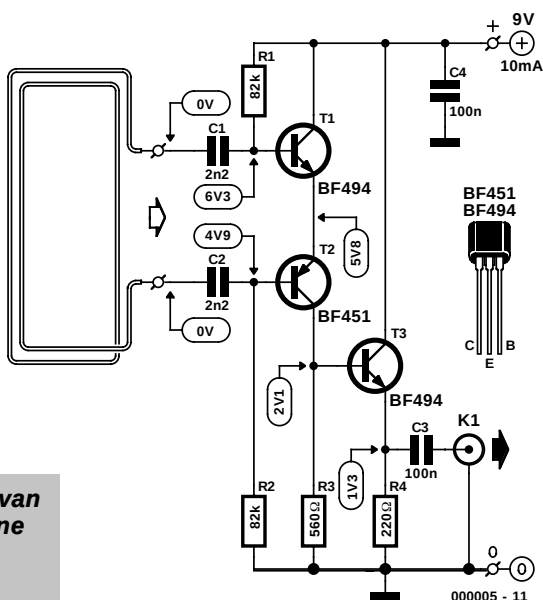
OPBOUW

Voor het actieve deel van de raamantenne is een print ontworpen, waarvan in **figuur 2** de layout en componentenopstelling zijn afgedrukt. Helaas is de print niet in de Elektuur-Service opgenomen, zodat het etsen voor rekening van de nabouwer komt. Gelet op het geringe aantal onderdelen zal het opbouwen van de print daarna echter niet meer dan pakweg een half uurtje in beslag nemen.

De constructie van de spoel is zo mogelijk nog simpeler. Uitgaande van

1

Figuur 1. Het schema van de actieve raamantenne valt vooral op door de eenvoudige opzet.



een raamkozijn van ongeveer 1 × 1,5 meter worden twee à vier windingen geïsoleerde montagedraad over vier op de hoeken gemonteerde spijkertjes gewikkeld. De diameter van de gebruikte draad is niet bijster kritisch. Let er wel op dat de antenne niet op een metalen kozijn wordt bevestigd, want dan werkt hij absoluut niet. Bij het prototype bedroegen de afmetingen van het raamkozijn 82 × 133 cm en hierop werden drie windingen gelegd; dit bleek uitstekend te voldoen. De versterker werd in een klein kastje aan de onderkant van het kozijn bevestigd. Aangezien de schakeling niet meer stroom nodig heeft dan zo'n 10 mA, kan voor de voeding prima met een 9-V-batterij worden volstaan. Maar iedereen is natuurlijk vrij om in plaats hiervan een gestabiliseerde (en goed ontstoorde!) netadapter te gebruiken.

PRESTATIES

Bij een antenne zegt een praktijktest meer dan een hele rij cijfers. De actieve raamantenne werd daarom uitgebreid aan de tand gevoeld in combinatie met

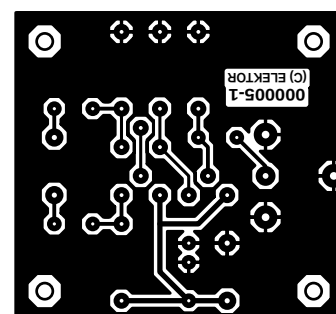
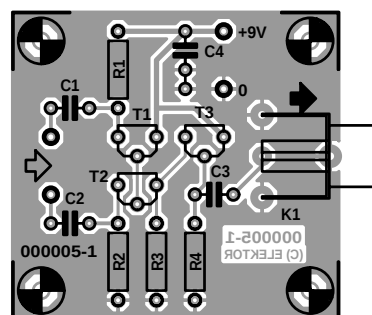
de in januari 1999 gepubliceerde kortegolfontvanger. In een rechtstreekse vergelijking toonde de raamantenne zich hierbij een volstrekt gelijkwaardig alternatief voor een langdraadantenne. Over het complete bereik van deze ontvanger kwamen beide antennes steeds tot nagenoeg dezelfde S-meteruitslag. Een sprietantenne bleek in dit gezelschap duidelijk tekort te schieten; deze bleef steken op ongeveer een derde van de S-meteruitslag.

(000005)

tekst: Sjef van Rooij
techniek: Karel Walraven

2

Figuur 2. De print kan bij zo'n kleine schakeling natuurlijk heerlijk compact blijven.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R2 = 82 k

R3 = 560 Ω

R4 = 220 Ω

Condensatoren:

C1, C2 = 2n2 keramisch, steek 5 mm

C3 = 100 n keramisch, steek 5 mm

C4 = 100 n, steek 5 mm of 7,5 mm

Halfgeleiders:

T1, T3 = BF494

T2 = BF451 (BF450)

Diversen:

K1 = BNC- of tulp-connector

10 à 15 meter montagedraad

audio-DAC 2000

deel 3: praktische zaken

Degenen die deel 1 en deel 2 van deze artikelenserie hebben bestudeerd, weten nu exact hoe onze nieuwe high-end D/A-converter werkt. Het enige dat nog rest is de praktische realisatie van een en ander. Dit is dan ook het hoofdthema van deze derde en laatste aflevering.



Eigenlijk moeten we bij de hierboven staande tekst meteen een kantekening maken, want er is één onderdeel van de audio-DAC waarvan we het schema nog niet besproken hebben: de voeding.

In deel 2 hebben we wel al gezien dat de DAC-IC's zelf met een symmetrische ± 5 -V-spanning gevoed worden, een spanning die met behulp van de stabilisatoren IC13 en IC14 uit de analoge ± 12 -V-hoofdvoeding wordt gedestilleerd. Omdat de voedingsspanningsleidingen naar de DAC-IC's liefst zo kort mogelijk moeten zijn, werden genoemde stabilisatoren op de "DAC-print" zelf ondergebracht.

Voor het voeden van het receivergedeelte en de resterende elektronica op de DAC-print is een asymmetrische spanning nodig van +5 V en een symmetrische ± 12 V. Voor de opwekking daarvan is gebruik gemaakt van standaard spanningsregelaars (IC15...IC17) die samen met de overige voedingscomponenten op een aparte print zijn ondergebracht. **Figuur 5** geeft het schema van dit voedingsgedeelte,

waarbij al meteen duidelijk is dat de digitale +5 V volledig gescheiden is gehouden van de analoge ± 12 V. De massa's van beide voedingen worden tussen digitaal filter en de DAC's op de DAC-print doorverbonden (dat is dus JP3). Zoals te zien, bestaat het voedingsgedeelte niet alleen uit stabilisatoren maar zijn ook de benodigde bruggelijkrichters en afvlakelco's aan dit deel van de schakeling (en print) toegevoegd. Tussen brugcel en afvlakelco's zijn stopweerstandjes geplaatst (R55, R56, R58) om de laadstromen te beperken en daarmee ook de kans op extra storingen te reduceren.

Op K11 en K13 worden de voedingsrafo's aangesloten, respectievelijk een ± 15 V/4VA-exemplaar en een 8V/4VA-exemplaar. In de keuze van het te gebruiken type is men vrij; in de onderdelenlijst zijn enkele geschikte modellen vermeld. Om de montage hiervan voor iedereen zo gemakkelijk mogelijk te maken, hebben we een speciale "trafoprint" ontworpen waar de trafo's samen met twee netfilters, zekeringhouders en kroonstenen op passen.

Vanwege het universele karakter wordt deze print elders in dit nummer als afzonderlijk project gepresenteerd.

DE PRINTEN

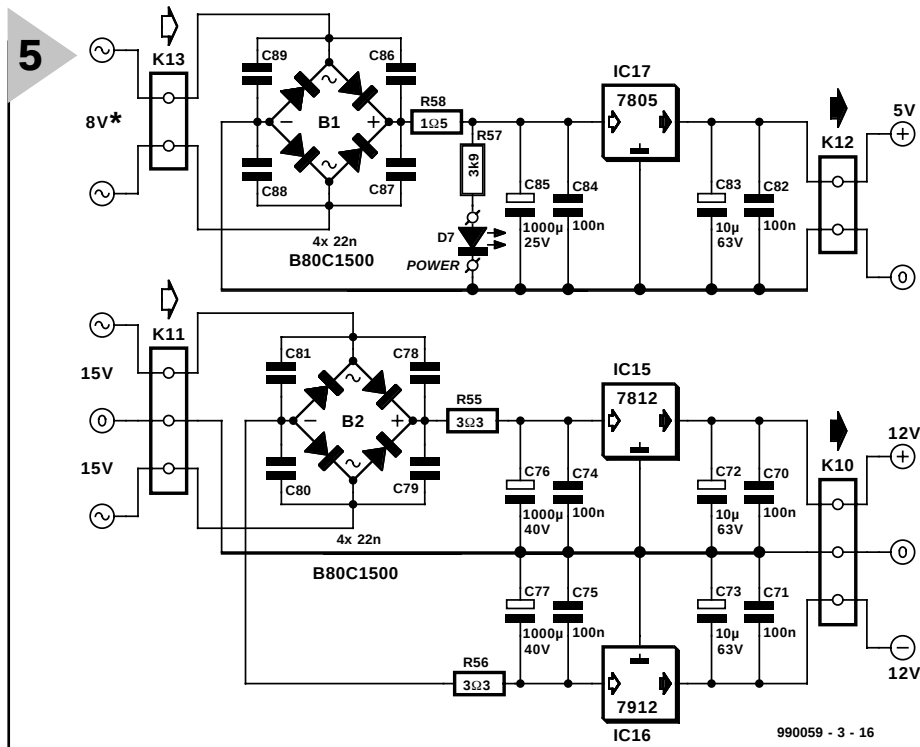
Zoals inmiddels bekend is, valt de audio-DAC 2000 in feite op te splitsen in drie aparte schakelingen: het receiver-deel, het DAC-deel en de voeding. Bij het receiver-deel hoort dan ook nog eens een kleine indicatieschakeling die via twee zeven-segment-displays de sampling-frequentie aangeeft. De in **figuur 6** afgebeelde (dubbelzijdige) print bestaat dus eigenlijk uit vier afzonderlijke printen die via ingefreesde breeklijnen van elkaar kunnen worden gescheiden. Alvorens men de soldeerbout te voorschijn haalt, is het dan ook zaak om de verschillende delen netjes van elkaar los te breken. De print wordt daarvoor met een breeklijn op de rand van de werktafel gelegd, waarna een flinke tik volstaat om het karwei af te maken. Bent u bang dat uw kostbare print op de verkeerde plaats breekt, dan mag u er van ons ook een zaag bij gebruiken.

Bij het opbouwen van de printen geldt (uiteraard!) dat men zich strikt dient te houden aan de printopdruk en de onderdelenlijst. Voorts verdient ook de oriëntatie van de IC's en de polariteit van de elco's alle aandacht, want fouten hierbij hebben al gauw een rampzalige uitwerking.

Alle DIP-switches kunnen het beste direct op de print gesoldeerd worden. S2 is misschien een uitzondering als men naderhand nog een processorbesturing zou willen toepassen. In dat geval kan een 8-polig IC-voetje van goede kwaliteit worden toegepast, maar beter is om naderhand ook de printconnector vast te solderen. Voor alle voedingsaansluitingen is gebruik gemaakt van printkroonstenen, die het bedraden of servicen van de schakeling erg gemakkelijk maken. De +5-V-voeding voor het digitale deel wordt op de DAC-print aangesloten en via de verbinding tussen K5 en K3 krijgt de receiver-print zijn voedingsspanning. Om een zekere bescherming te bieden tegen een te hoge voedingsspanning is D4 aanwezig (op de DAC-print).

Bij het aansluiten van de kleine displayprint wordt de 10-polige flatcable via een 10-polige printconnector permanent verbonden. Aan de andere zijde van de flatcable wordt dan een 10-polige socket aangesloten. Let goed op lengte van de flatcable. De twee displays worden direct op de print gesoldeerd.

Op de receiver-print wordt de CS8414 (IC1) eveneens rechtstreeks op de print gemonteerd. Pas op dat het IC niet door statische lading wordt beschadigd!. Voor IC4 en IC5 kan men voetjes gebruiken. Voor betere ontstoring wordt aanbevolen ook de



Figuur 5. Het schema van het voedingsgedeelte. De digitale +5-V-voeding en de analoge ±12 V zijn ook op de print volledig gescheiden gehouden.

kristaloscillator IC3 op de print te solderen (hij is dan dicht bij het massavlak).

Bij het monteren van de onderdelen op de DAC-print begint men eerst met het solderen van de extreem kleine DF1704 (**figuur 7**). Dit SMD-IC is ondergebracht in een 28-pens SSOP-behuizing, waarbij de aansluitingen op een afstand van slechts 0,65 mm geplaatst zijn! Dit vereist uiterste zorgvuldigheid, een kleine soldeerpunt en misschien ook wel een loep om naderhand het soldeerwerk goed te kunnen controleren of er geen sluitingen zijn. Eventueel met zuiglitze overtollig soldeertin verwijderen, maar daarbij opletten dat het IC niet overmatig heet wordt. Las een paar korte tussenpozen in om de zaak te laten afkoelen.

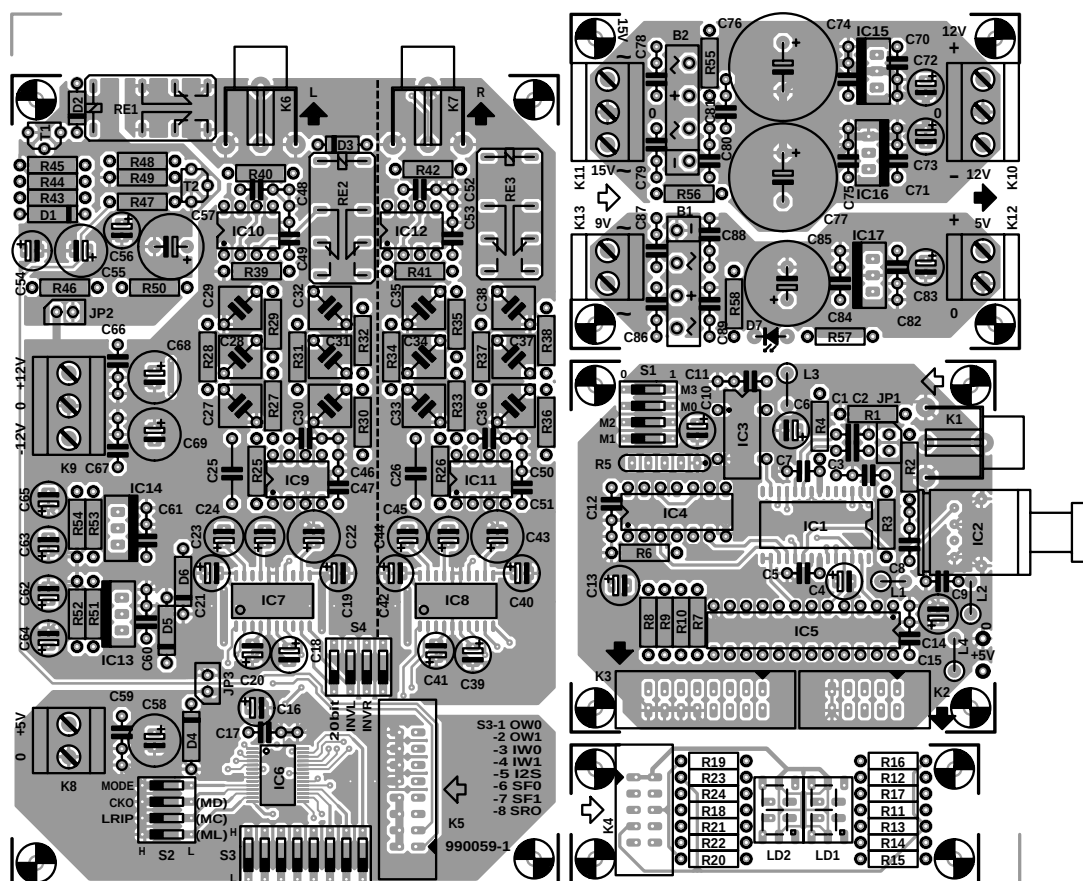
Daarna, als men ervan verzekerd is dat IC6 goed geplaatst is, kunnen de twee DAC's (IC7 en IC8) gemonteerd worden. De PCM1704 is uitgevoerd in een standaard 20-polig SMD-behuizing (SOIC) en laat zich vrij gemakkelijk solderen. De opamps IC9...IC12 kunnen het beste in (kwaliteits-)IC-voetjes worden gemonteerd.

De condensatoren in het analoge filter (C27...C38) zijn 1%-typen van EMZ in een vierkante radiale uitvoering, waarbij de aansluitingen diagonaal op twee hoekpunten geplaatst zijn. De steek is de standaard 7,1 mm en daarom staat het eenieder in principe vrij om hier gewone MKT-condensatoren toe te passen, waarbij men zich echter wel moet realiseren dat de filtercurve en het fasegedrag door de grotere tolerantie behoorlijke afwijkingen kunnen vertonen. De EMZ-condensatoren zijn

voorzien van een merkteken (een streepje) dat aangeeft welke pen met de buitenste laag is doorverbonden. Let er bij de montage op dat deze pen hetzij met massa danwel met de uitgang van een opamp is doorverbonden. Dat maakt het analoge filter minder gevoelig voor storingen. Iets dergelijks geldt ook voor de axiale condensatoren C25 en C26; plaats de ring hiervan aan de uitgangszijde van de opamps IC9 en IC11.

De relais worden ook rechtstreeks op de print gesoldeerd. Vergeet voorts niet de draadbruggen JP2 en JP3 te monteren; dit zijn vaste verbindingen die wat met dikkere draad gemaakt moeten worden.

Nog een niet-onbelangrijk praktisch detail tot slot. Om de kanaalscheiding bij hoge frequenties te verbeteren, is het aan te bevelen om de linker en rechter sectie van het analoge uitgangsfiler af te schermen ten opzichte van elkaar. Dat kan door tussen Re2 en IC12 een blikken schotje te plaatsen van ongeveer 86 mm lang en minimaal 13 mm hoog (hoger is altijd beter, maar erg veel maakt dat niet meer uit). Dat schotje reikt dan van de rand van de print tot aan DIP-switch S4; op de print-layout van **figuur 6** is de plaats ervan met een stippellijn aangegeven. Bij de uiteinden moet er met een scherp mesje wat lak van de print worden weggekrast, zodat het schotje goed contact maakt met het als massa fungerende kopervlak aan de bovenkant van de print (lieftst even vast solderen). Bij



Figuur 6. De dubbelzijdige print (waarvan de componentenopstelling is afgebeeld op 85% van de ware grootte) kan door middel van de aangebrachte breeklijnen in vier afzonderlijke stukken worden verdeeld.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 75 Ω
 R2 = 220 Ω
 R3 = 470 Ω
 R4, R50 = 4k Ω
 R5 = 4x10 k SIL-array
 R6 = 10 k
 R7...R10 = 22 Ω
 R11...R24 = 820 Ω
 R25, R26 = 2k49 1%
 R27, R30, R33, R36 = 3k57 1%
 R28, R34 = 4k12 1%
 R29, R35 = 3k92 1%
 R31, R37 = 3k65 1%
 R32, R38 = 3k32 1%
 R39, R41, R45, R49 = 1 M
 R40, R42 = 100 Ω
 R43, R44, R47, R48 = 150 k
 R46 = 10 Ω
 R51, R53 = 249 Ω 1%
 R52, R54 = 750 Ω 1%
 R55, R56 = 3k Ω
 R57 = 3k9
 R58 = 1k Ω

Condensatoren:

C1, C2 = 10 n keramisch
 C3 = 68 n
 C4, C6, C10, C16, C62...C65, C72, C73, C83 = 10 μ F/63 V radiaal
 C5, C7 = 47 n keramisch
 C8, C9, C11, C12, C15, C17, C46...C53, C59...C61, C66, C67, C70, C71, C74, C75, C82, C84 = 100 n keramisch
 C13, C14, C23, C24, C44, C45, C54 = 47 μ F/25 V radiaal

C18...C21, C39...C42 = 4 μ F/63 V radiaal
 C22, C43, C58, C68, C69 = 100 μ F/25 V radiaal
 C25, C26 = 47 p polystyreen/
 polypropyleen axiaal (EMZ)
 C27, C33 = 2n2 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C28, C34 = 4n7 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C29, C35 = 330 p 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C30, C36 = 1 n 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C31, C37 = 1n5 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C32, C38 = 270 p 1% polystyreen/
 polypropyleen (EMZ)
 C55 = 220 μ F/25 V radiaal
 C56 = 1 μ F/63 V radiaal
 C57 = 470 μ F/25 V radiaal
 C76, C77 = 1000 μ F/40 V radiaal
 C78...C81, C86...C89 = 22 n ker.
 C85 = 1000 μ F/25 V radiaal

Spoelen:

L1...L4 = 47 μ H

Halfgeleiders:

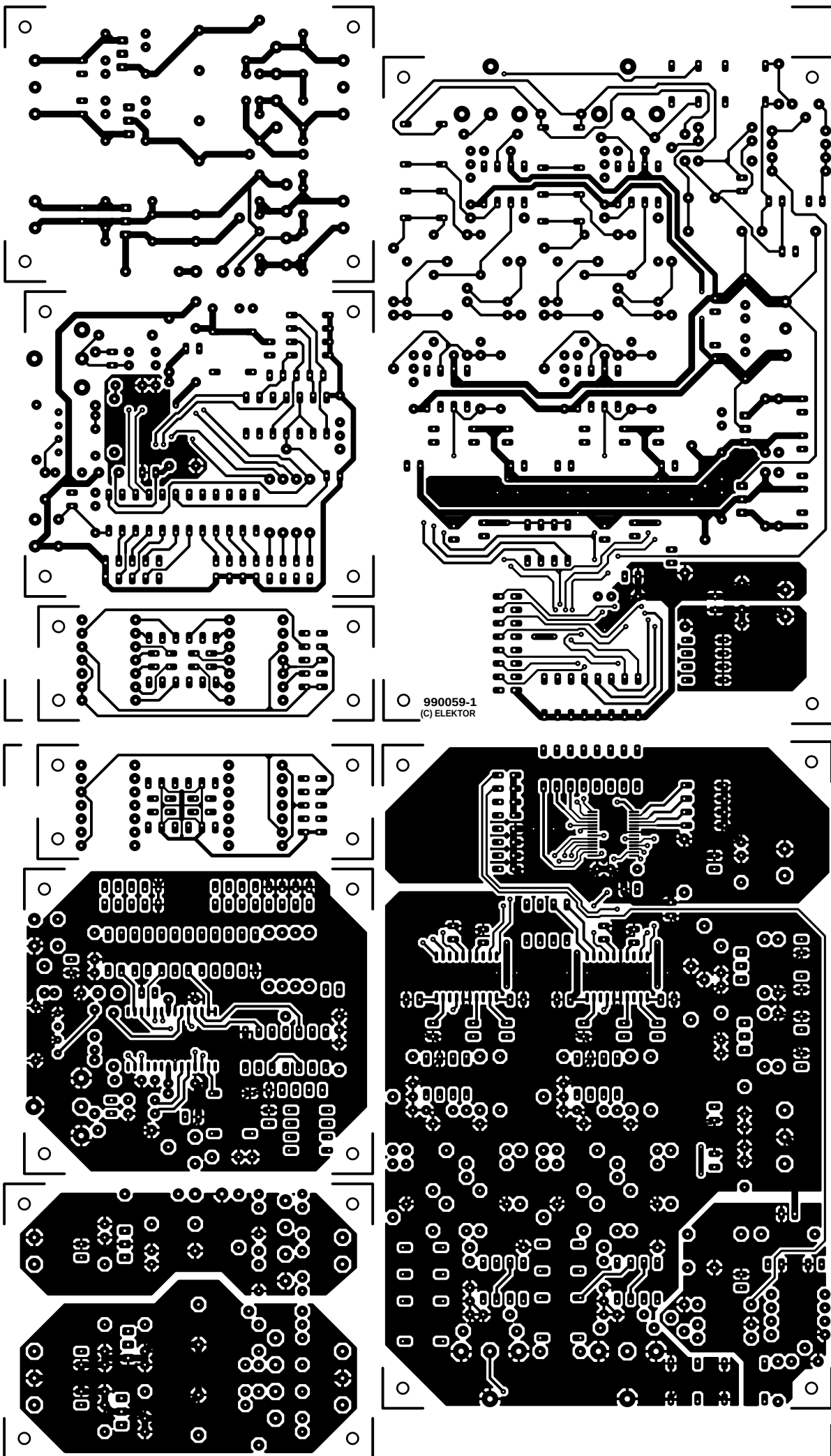
D1 = 1N4001
 D2, D3 = 1N4148
 D4...D6 = 5V6/1W3
 D7 = rode high-efficiency-LED
 LD1, LD2 = HDN10750 (Siemens)
 T1, T2 = BC517
 IC1 = CS8414-CS (Crystal)
 IC2 = TORX173 (Toshiba)
 IC3 = 6.144MHz SG531P (Seiko)

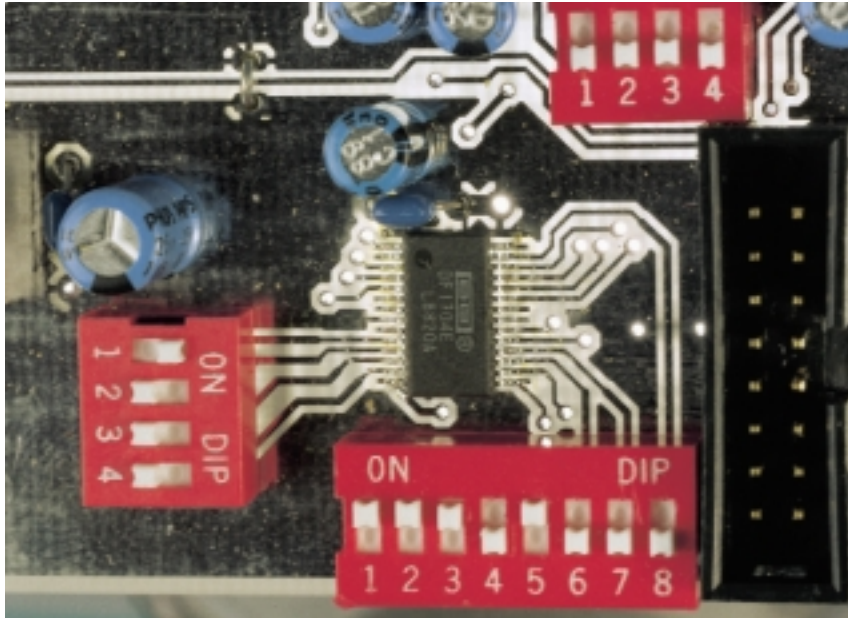
Epson)

IC4 = 74HCT32
 IC5 = GAL22V10B-25LP (EPS: 996530-1 - zie Service-pagina's)
 IC6 = DF1704E (Burr-Brown)
 IC7, IC8 = PCM1704U (Burr-Brown)
 IC9...IC12 = OPA627AP (Burr-Brown)
 IC13 = LM317 (TO220)
 IC14 = LM337 (TO220)
 IC15 = 7812
 IC16 = 7912
 IC17 = 7805

Diversen:

JP1 = 2-polige pinheader + jumper
 JP2, JP3 = draadbrug *
 K1, K6, K7 = cinchbus voor printmontage (bijv. Monacor T-709G)
 K2 = 10-polige boxheader male
 K4 = 10-polige PCB-connector (voor flatcable)
 K3, K5 = 16-polige boxheader male
 K8, K12, K13 = 2-polige printkroonsteen steek 5 mm
 K9...K11 = 3-polige printkroonsteen steek 5 mm
 S1, S2, S4 = 4-polige DIP-switch
 S3 = 8-polige DIP-switch
 B1, B2 = B80C1500 recht
 Re1...Re3 = V23042-A2003-B101, 12 V/600 Ω (Siemens)
 voedingstrofo's: 2x15 V/4 VA (bijv. Block FLD4/15, Hahn BVUI 3020165, Monacor FTR-415), en 2x8(of 9) V/4 VA (bijv. Block FLD4/8, Hahn BVUI 3020161, Monacor FTR-49 - zie trafoprint elders in dit nummer)
 * zie tekst





Figuur 7. De montage van de zeer kleine DF1704 (IC6) vereist een vaste hand en goed gereedschap.

de metingen leverde de toevoeging van dit reepje blik een verbetering in de kanaalschei-

ding op van zo'n 12 dB bij 20 kHz.

INKASTEN

Als de afzonderlijke printen allemaal volgens het boekje zijn opgebouwd en nog eens terdege zijn gecontroleerd op mogelijke opbouw- en soldeerfouten, kunnen ze worden gecombineerd tot een complete DAC en kan er naar een geschikte behuizing worden omgezien. Het meest geschikt is natuurlijk een degelijke metalen behuizing, waarbij het mooi meegenomen is als de kast in kwestie qua formaat zo veel mogelijk bij de rest van de audio-installatie aansluit. Voor ons prototype viel de keus op een behuizing van Monacor, namelijk het type UC251/SW. Deze heeft de bij audio-apparatuur gangbare breedte van 435 mm, de hoogte is slechts 44 mm en de diepte 230 mm. Een vrij compacte kast dus, maar zoals de foto van **figuur 8** laat zien, gaat alles er royaal in en is er plenty ruimte over.

De manier waarop de printen in ons prototype zijn gerangschikt vormt een van de meest gunstige opstellingen en wij zouden aspirant-nabouwers eigenlijk op het hart willen drukken om dit op dezelfde manier te doen: de DAC-print in de ene hoek, de receiverprint ernaast, de voedingsprint daar weer voor en de voedingstrafo's in de andere hoek. Voor het laatste onderdeel is gebruik gemaakt van de speciale trafoprint die elders in dit nummer wordt beschreven.

Op het front van de kast komen alleen de netschakelaar en het display dat de sampling-frequentie aangeeft. U mag er ook nog power-LED D7 aan toevoegen, maar echt nodig is dit niet want

LD1 en LD2 fungeren even goed als aan/uit-indicator.

Ook de bedrading is in **figuur 8** goed te zien. Volledigheidshalve sommen we de benodigde verbindingen nog even op:

- ♦ Van K2 op de receiverprint loopt een 10-aderige flatcable naar K4 op de achter het front gemonteerde displayprint.
- ♦ Van K5 op de DAC-print loopt een 16-aderige flatcable naar K3 op de receiverprint. Deze verbinding zorgt tevens voor de voeding van de receiverprint. Let bij de connectors goed op de oriëntatie van pen 1!
- ♦ Vanuit K12 op de voedingsprint (5 V) lopen twee kabels naar K8 op de

DAC-print.

- ♦ Van K10 op de voedingsprint (± 12 V) lopen drie kabels naar K9 op de DAC-print.

TOT SLOT

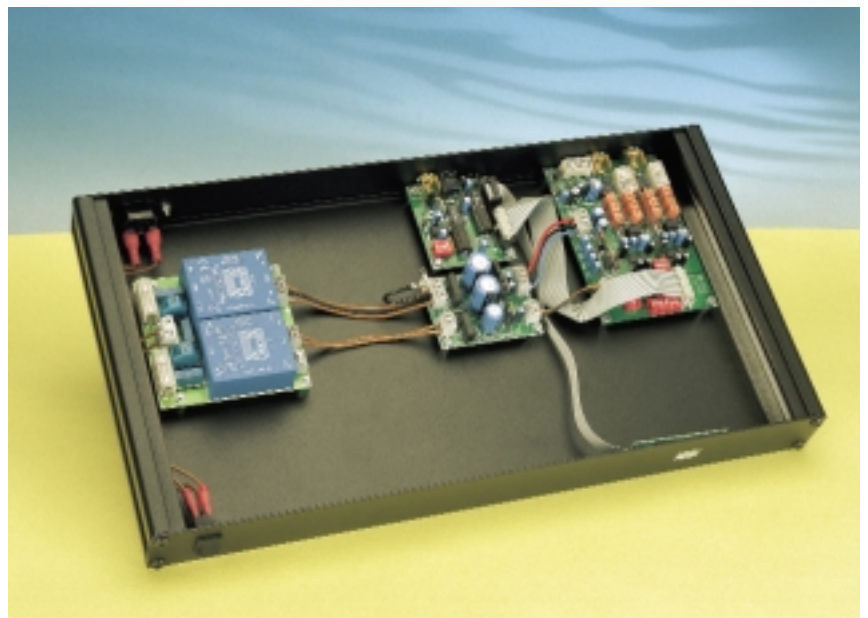
Een gehoormatige beoordeling van zoiets als een A/D-converter is een wat lastige zaak. Dramatische verschillen zoals bijvoorbeeld bij onderlinge vergelijking van luidsprekerboxen, moet men hier niet verwachten. Ten opzichte van de eerder in *Elektuur* gepubliceerde audio-DAC's moeten de verbeteringen eerder in fijne nuances worden gezocht. Wij vonden de nieuwe audio-DAC 2000 duidelijk beter klinken dan alle ons ter beschikking staande versies, waarbij vooral opviel dat het geluid "schoner" was en het stereobeeld fraaier.

Voor een verdere beoordeling van de kwaliteit verwijzen we graag naar de meetresultaten, die in een apart kader bijeen zijn gebracht. Een paar algemene opmerkingen daarover:

De bandbreedte voor de sampling-frequenties 32/44,1/48 kHz is exact gelijk aan de halve sampling-frequentie, omdat bij deze frequenties de bandbreedte van het analoge filter groter is dan die van het (zeer steile) digitale filter. Bij 88,2 en 96 kHz wordt de bandbreedte door het analoge filter bepaald. De THD + N bij een sampling-frequentie van 96 kHz is met een bandbreedte van 22 kHz gemeten, omdat bij de lagere sampling-frequenties het analoge uitgangsfILTER een bandbreedte van 26 kHz heeft. De drie metingen zijn zo beter vergelijkbaar.

(990059-3)

Figuur 8. Kijkje in het opgebouwde prototype. Zoals te zien, biedt de door ons gebruikte kast meer dan genoeg ruimte om de diverse printen op een goede manier op te stellen.



Technische gegevens

Eigenschappen

- 1 coax-ingang en 1 optische ingang
- geschikt voor sampling-frequenties van 32 kHz...96 kHz
- 2-digit-aanduiding voor sampling-frequentie
- 8-voudige oversampling
- 24-bit digitaal filter
- 24-bit D/A-converters
- digitale de-emphasis
- omschakelbaar 3^e-orde analoog uitgangsfILTER
- gescheiden voedingsspanningen voor digitale en analoge deel

Specificaties

nominale ingangsspanning coax-ingang : $0,5 V_{eff}/75 \Omega$
 nominale uitgangsspanning : $2,1 V_{eff}$
 frequentiebereik (-3 dB) : $0 \dots f_s/2$ ($f_s = 32/44,1/48 \text{ kHz}$)
 $0 \dots 42 \text{ kHz}$ ($f_s = 88,2/96 \text{ kHz}$)
 amplitude 20 kHz : $-0,94 \text{ dB}$ ($f_s = 44,1/48 \text{ kHz}$)
 $-0,66 \text{ dB}$ ($f_s = 88,2/96 \text{ kHz}$)
 bandbreedte analoge filters : 26 kHz (Butterworth bij $f_s = 32/44,1/48 \text{ kHz}$)
 42 kHz (Bessel bij $f_s = 88,2/96 \text{ kHz}$)
 uitgangsimpedantie : 100Ω
 signaal/ruis-verhouding : $> 114 \text{ dBA}$
 THD+N (1 kHz, B = 80 kHz) : $0,0016 \%$ (44,1 kHz/16 bit)
 $0,001 \%$ (48 kHz/24 bit)
 $0,0008 \%$ (96 kHz/24 bit, B = 22 kHz)
 IMD (60 Hz/7 kHz, 0 dB) : $0,0035 \%$
 lineariteitsafwijking : $< 0,5 \text{ dB/-90 dB}$ (volgens datasheet)
 $0,2 \text{ dB/-110 dB}$ (gemeten)
 kanaalscheiding (1 kHz) : $> 115 \text{ dB}$
 dynamisch bereik : $> 100 \text{ dB}$

De metingen zijn gedaan bij de volgende DIP-switch-instellingen:

S1	S2	S3	S4
-1 off	-1 on	-1 on	-1 off
-2 off	-2 off	-2 on	-2 off
-3 off	-3 off	-3 on	-3 off
-4 on	-4 off	-4 off	-4 N.C.
		-5 on	
		-6 off	
		-7 off	
		-8 off	

Meetcurves

Volledigheidshalve hebben we naast dit cijferlijstje ook nog een stel meetcurves van de audio-DAC 2000 opgetekend. We zullen ze van een kort commentaar voorzien.

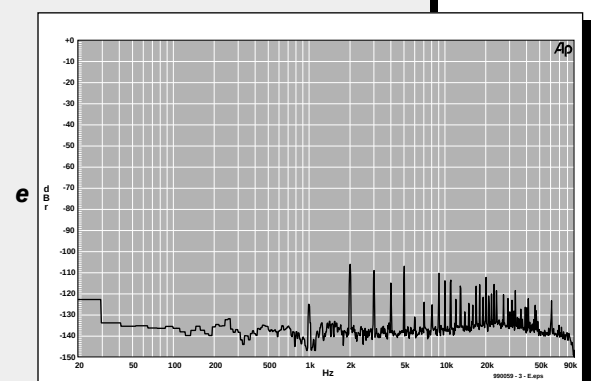
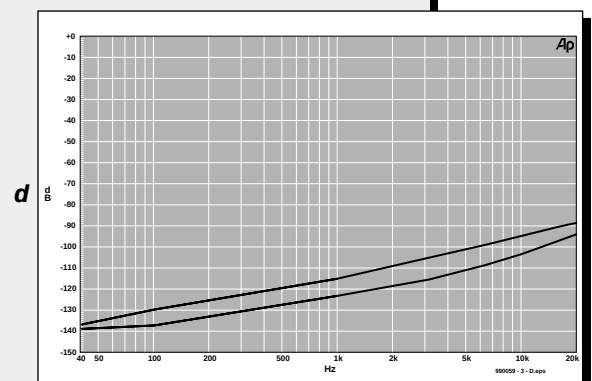
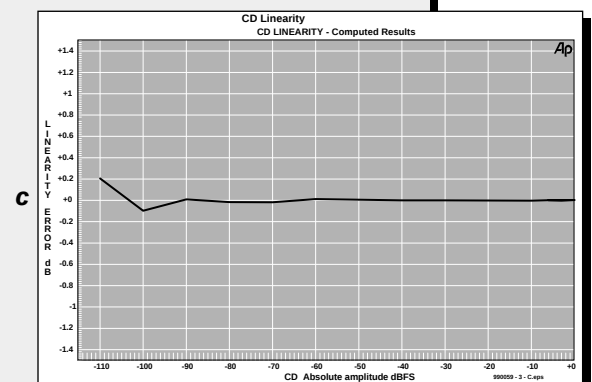
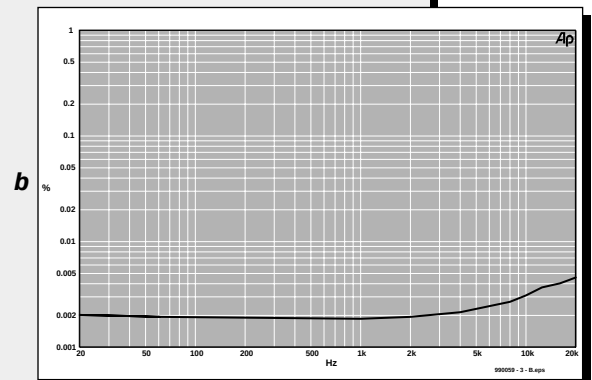
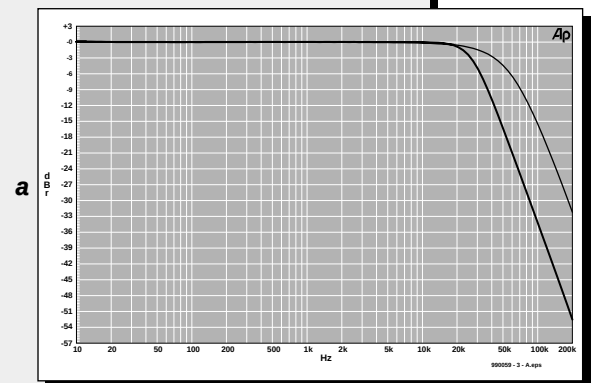
Curve **a** toont de frequentiecarakteristiek van de analoge uitgangsfilters. Deze zijn gemeten door een stroom bij de stroom/spanningsconverters te injecteren, waardoor dus ook de eerste filtering door C25 en C26 in de meting is meegenomen.

Curve **b** laat de THD+N bij volle uitsturing zien. Hierbij is gebruik gemaakt van een praktijksituatie, door de meting met een test-CD uit te voeren (16 bit/44,1 kHz). De vervormingstoename na zo'n 3 kHz is bijzonder gering en blijft tot 20 kHz onder de 0,005 %. Bij de hogere audiofrequenties gaat natuurlijk de snelheid van de DAC's een rol spelen.

Curve **c** illustreert de lineariteit van de DAC's. Hier valt niets op aan te merken. De amplitude-sweep is met test-tonen van 400 Hz uitgevoerd die voorzien waren van dither; anders is deze meting tot -110 dB met 16 bit natuurlijk niet mogelijk.

Curve **d** laat vanaf 40 Hz de kanaalscheiding tussen de twee kanalen zien. Daaronder wordt slechts de ruisbodem gemeten. De kanaalscheiding is uitstekend, zelfs bij 20 kHz bedraagt die in beide gevallen meer dan 88 dB. Dit is gemeten met de in de tekst genoemde afscherming tussen de twee kanalen.

Curve **e** toont tenslotte het frequentiespectrum van 1 kHz bij volle uitsturing en een sampling-frequentie van 48 kHz/24-bit. Zoals te zien, liggen alle harmonischen ver onder de -100 dB.



luxe LED-klok

bijzonder ontwerp met print in torenvorm

De in mei 1998 gepubliceerde alternatieve LED-klok was een DCF-gestuurde elektronische versie van de klok die in Düsseldorf op de Rheinturm is aangebracht. De ontwerper heeft, aangespoord door de vele positieve reacties op zijn ontwerp, de software nog eens onder handen genomen en er nieuwe functionaliteiten in aangebracht. Om het extra fraai te maken, heeft Elektuur er een bijzondere print voor ontworpen in de vorm van de originele toren in Düsseldorf.



Zelf een schakeling bouwen is extra leuk als het resultaat iets exclusiefs is. De lezers die de alternatieve LED-klok hebben nagebouwd, zullen dat in de praktijk beslist ervaren hebben. Toeschouwers die voor de eerste keer met een klok van dit type geconfronteerd worden, zullen zich beslist afvragen wat het is en hoe het functioneert. De klok die in de Düsseldorfse Rheinturm verwerkt is, bestaat uit een reeks

lichtpunten die in een verticale lijn zijn opgesteld. Voor de weergave van de tijd zijn de 39 lampen van de toren bij dit project vervangen door gele LED's. In de schets van **figuur 1** zijn de contouren van de Rheinturm te herkennen. De negen onderste LED's geven de eenheden van de seconden (0...9) weer. Vervolgens zijn er vijf LED's die de tientallen van de seconden weergeven. Op een vergelijkbare manier zijn

ontwerp: Dieter de Mülder

ook de minuten en uren gecodeerd. Tenslotte zijn er nog twee LED's die elk 10 uur vertegenwoordigen. De tekening laat een en ander duidelijk zien. Om 23:59:59 branden alle LED's, waarna exact om middernacht (00:00:00) alle tijd-LED's doven. Direct daarna begint een nieuwe cyclus van 24 uur.

Vergeleken met het eerder gepubliceerde ontwerp zijn de lampen die als baken gebruikt worden nu ook in het model verwerkt. Naast de vier lampen die de windrichtingen (N, O, Z en W) vertegenwoordigen, is er ook nog een baken dat boven op de toren is aangebracht. Zo ontstaat een natuurgetrouwe nabootsing van de Rheinturm(-klok).

Naast deze cosmetische aanpassingen zijn ook een aantal nieuwe functies in de software aangebracht. Zo is het niet langer noodzakelijk (wel eenvoudiger en beter) een DCF-ontvanger te gebruiken. Ook zonder het zendergestuurde tijdsignaal kan deze klok werken, al zal de tijd op de lange termijn uiteraard wel iets minder nauwkeurig worden weergegeven.

Omdat de DCF-ontvanger niet langer noodzakelijk is, zijn er toetsjes aan de klok toegevoegd om ze gelijk te zetten. Verder wordt uit het DCF-signaal nu ook de weekdag herleid (men kan de dag ook via de toetsen invoeren). Dankzij deze extra informatie wordt het mogelijk de klok ook als wekker (die rekening houdt met de dag van de week) te gebruiken. Uiteraard is een elektronische zoemer ingebouwd om een weksignaal te genereren.

Om al deze functies te implementeren, moest wel een iets grotere processor worden ingezet. Dat is de prijs die voor de extra mogelijkheden betaald moet worden.

HOE BITS EN BYTES

LAMPEN LATEN BRANDEN

In **figuur 2** is het schema van de luxe LED-klok te vinden. Grote delen van het schema komen overeen met de schakeling uit mei 1998. Het type microcontroller is hetzelfde gebleven, evenals de geïntegreerde LED-driver en de voeding. Dit is allemaal elektronica die rechttoe-rechtaan opgezet is. Nieuw is de driver rond de piëzo-buzzer. Bij de gekozen dimensionering kan voor Bz1 elke zoemer gebruikt worden die werkt met een spanning van 5 V en een gelijkstroom van maximaal 50 mA. De drie drukknoppen zijn verbonden met processor-ingangen die bij het vorige project ongebruikt gebleven zijn. De extra LED's hebben de eerst nog ongebruikte plekken in de matrix ingenomen.

Ook nu weer kan over JP1 een extra LED geplaatst worden die gaat branden zodra de netspanning aanwezig is. R4 en R5 zijn beschikbaar om te experimenteren met andere displays.

Onder normale omstandigheden zijn deze drie weerstanden niet nodig, vandaar dat R4, R5 en R7 (de weerstand voor JP1) in de meeste gevallen mogen vervallen.

Het lijkt een overbodige mededeling, maar hoewel de hardware nagenoeg identiek is aan het oorspronkelijke ontwerp, is de software in de controller toch behoorlijk aangepast. Om van de nieuwe functies gebruik te maken, moet dus een nieuwe controller aangeschaft worden. Wilt u alleen de nieuwe print gebruiken, dan kan dat ook (de toegevoegde LED's worden in dat geval niet gebruikt).

OPBOUW

De koperlayout met bijbehorende componentenopstelling is te vinden in **figuur 3**. Het valt direct op dat het hier niet om een standaard-layout gaat. De vorm is bijzonder, evenals de afmetingen. Vandaar dat de afdruk in dit blad op 55% van de werkelijke grootte is. Wilt u de print zelf etsen, dan zal de afdruk tot 182% vergroot moeten worden. Mocht u de Internet-site van Elektuur (<http://www.elektuur.nl>) bezoeken, dan kunnen abonnees de layout daar op ware grootte vinden (als pdf-document).

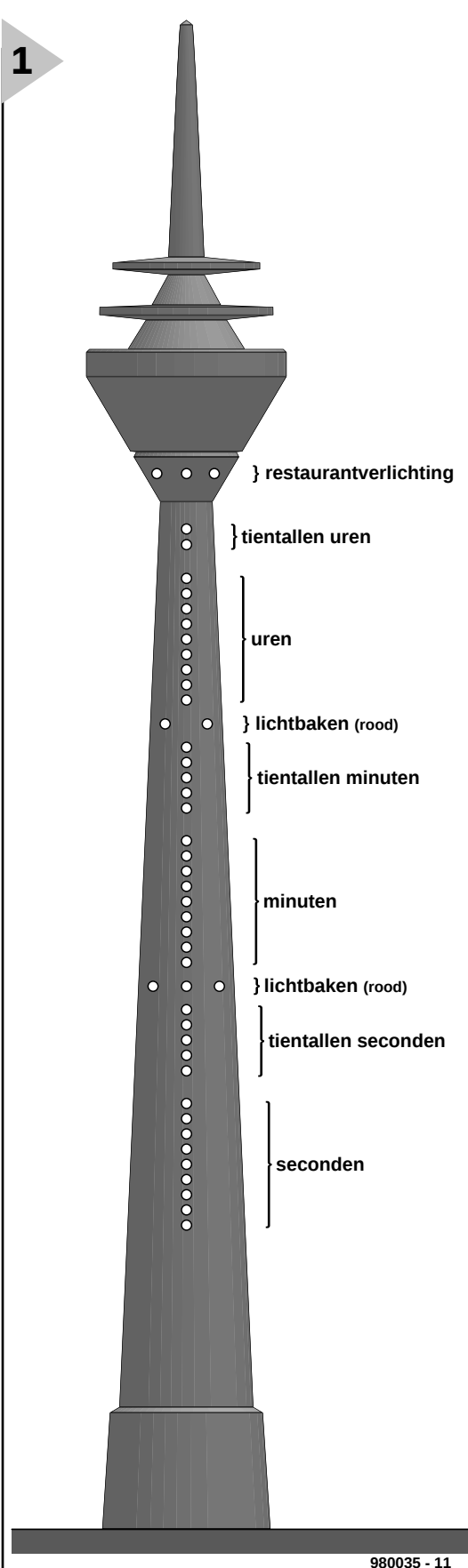
Koopt u de print kant en klaar, dan hoeft u hier uiteraard geen rekening mee te houden. Bovendien heeft de printfabrikant tijdens de productie de contouren van de Rheinturm al in de printplaat gefreesd, zodat u zelf niets meer hoeft uit te zagen. Ets u de print zelf, dan zal de figuurzaag ter hand genomen moeten worden om de print in de juiste vorm te krijgen.

Eventueel kunt u voor het plaatsen van de componenten de componentenzijde van de print met een dun laagje spuitlak (let op dat de gaatjes niet verstopt raken) in een fraaie kleur spuiten.

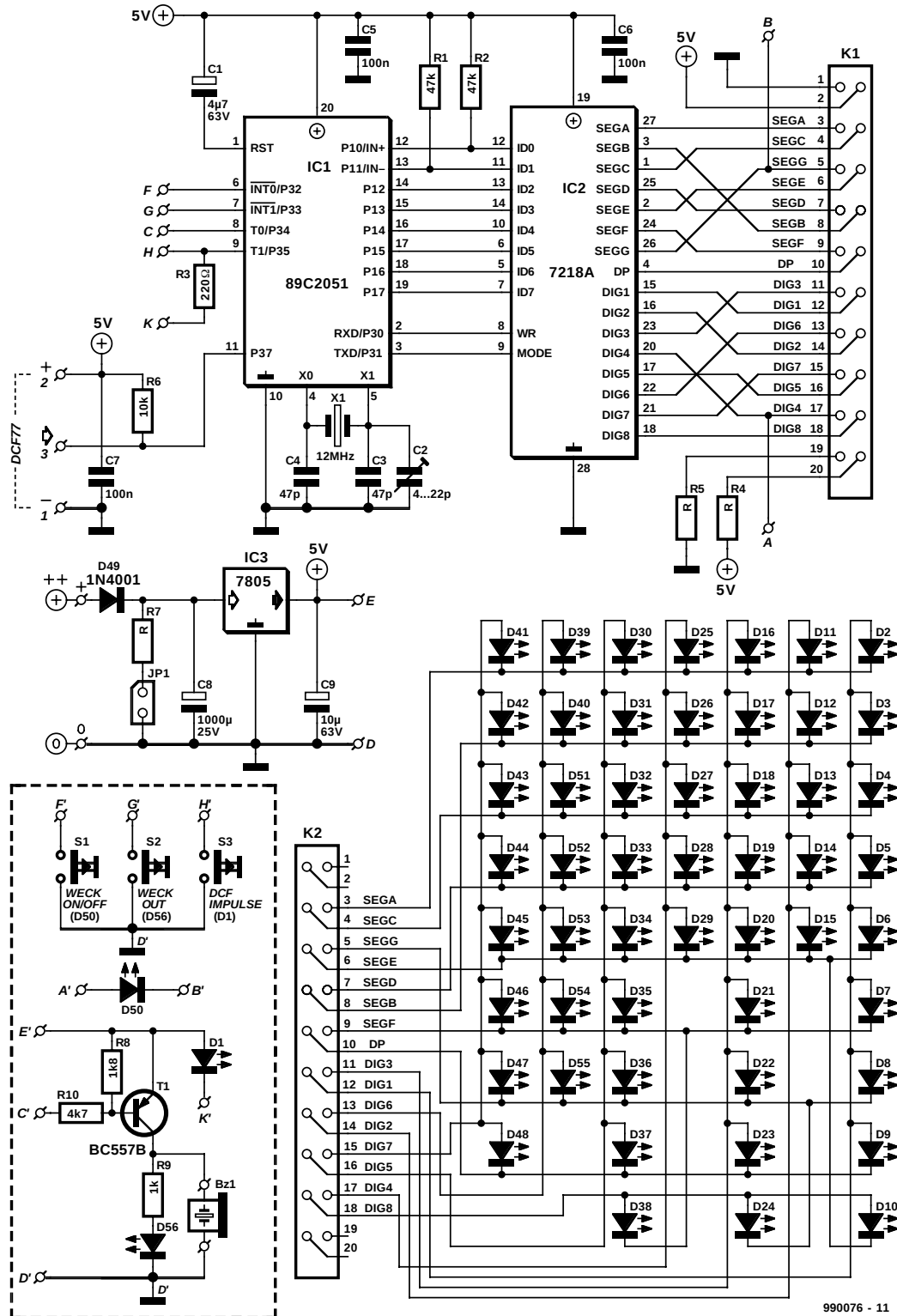
De voet van de toren bevat twee printjes die desgewenst afgebroken kunnen worden. Het onderste printje is dan het toetsenbordprintje, het middelste stuk bevat de processor die de hele schakeling aanstuurt. Ook nu is het weer een kwestie van smaak of u alles aan elkaar laat zitten of in drie losse printjes opdeelt. De keuze is aan de gebruiker en zal mede bepaald worden door de uiteindelijke opstelling.

Aangezien de drie printjes elektrisch van elkaar gescheiden zijn, zal onafhankelijk van de opstelling een aantal verbindingen tussen de printen gemaakt moeten worden.

Breng als eerste draadbruggen aan en plaats de noodzakelijke printpennen. Voor IC1 en IC2 kunnen het beste IC-voetjes worden gebruikt. Let bij het plaatsen van de vele LED's goed op de polariteit. Door het grote aantal is een foutje snel gemaakt.



Figuur 1. Deze tekening toont de opzet van de klok op de Rheinturm in Düsseldorf.



990076 - 11

Figuur 2. Het schema van de schakeling. De overeenkomst met de opzet van de alternatieve LED-klok is duidelijk te zien.

Nadat alle componenten geplaatst zijn, moeten de drie printen, onafhankelijk van de vraag of ze wel of niet gescheiden zijn, via een aantal draadjes en een stukje bandkabel met elkaar verbonden worden. Verbind daartoe A met A', B met B' ... en K met K'. Verder moet een stukje 20-polige bandkabel tussen K1 en K2 worden aangebracht. De optionele DCF-ontvanger wordt verbonden met PC1, PC2 en PC3. Aangezien de CPU stoorsignalen opwekt die de werking van de DCF-ontvanger beïnvloeden, dient deze ontvanger op zo'n 20...30 cm afstand van de CPU te

worden geplaatst. Gebruik een stukje afgeschermde kabel om de verbinding te maken.

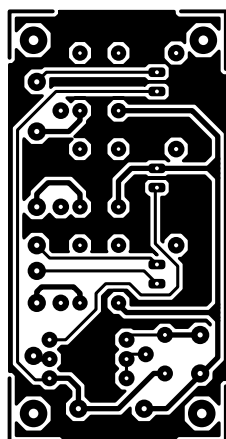
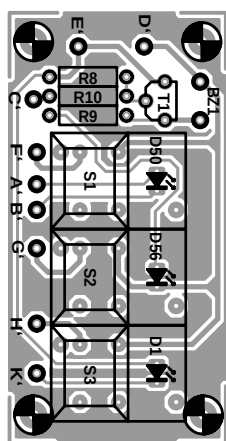
Voor de voeding zorgt een lichtnetadapter die een stroom van circa 250 mA kan leveren bij een gelijkspanning van 8 tot 12 V. Zijn alle verbindingen gelegd en alle componenten geplaatst, dan kan de stekker in de wandcontactdoos worden gestoken. Wordt een DCF-module gebruikt en is de ontvangst naar behoren, dan zal

LED D50 in een secondenritme gaan knipperen. Dat geldt ook voor delen van de bakens. Is de ontvangst goed (dat is te

zien aan het regelmatig knipperen van D50), dan zal na twee tot drie minuten de exacte tijd op het display verschijnen.

Gebruikt u geen DCF-module, dan moet de tijd handmatig worden ingesteld en wordt de mode geïnitieerd waarbij geen DCF-module wordt gebruikt. Druk daartoe S3 in op het

3

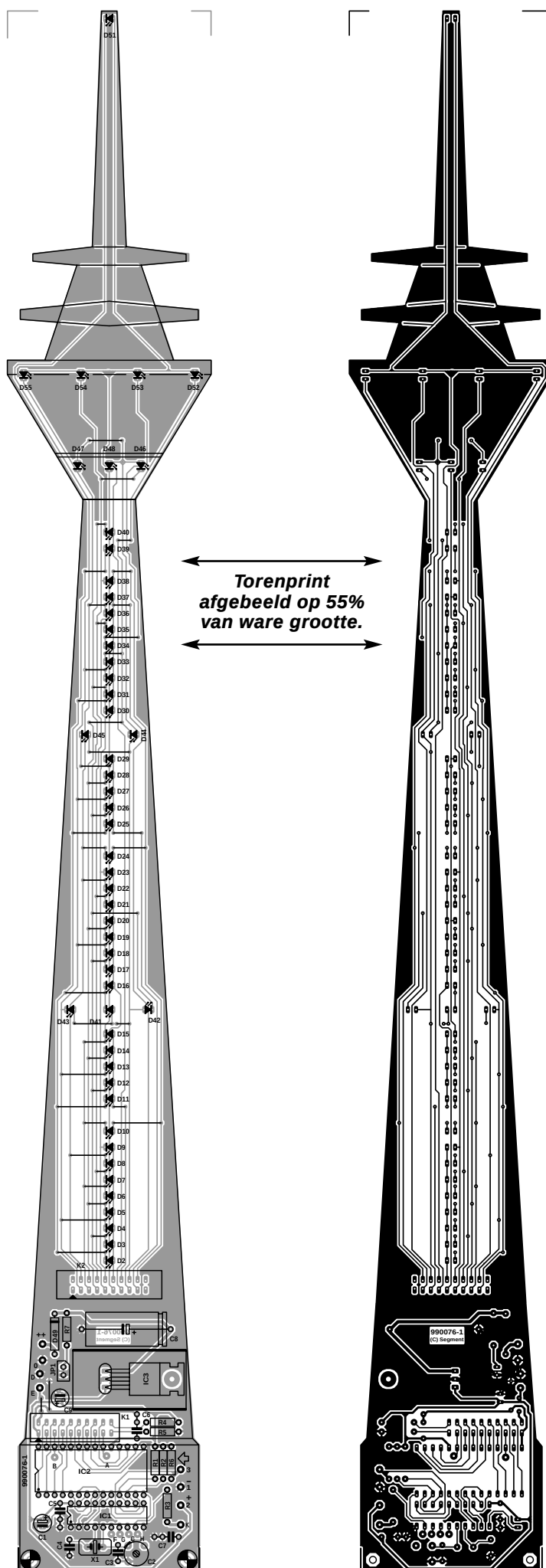


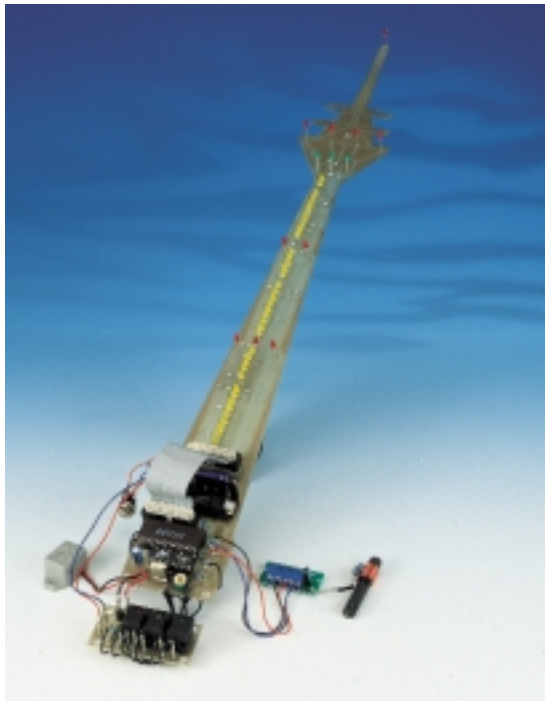
Figuur 3. Dit is misschien niet de grootste maar wel een van de mooiste printen die ooit in de Elektuur-printservice is opgenomen.

moment dat de voedingsspanning wordt ingeschakeld. De restaurantverlichting springt nu aan, alle andere LED's doven. Laat S3 vervolgens los en begin met het instellen van de tijd. Met S1 worden de uren ingesteld. Iedere knopdruk verhoogt de urenteller met 1. Stel vervolgens met S2 de minuten in. Let op: bij het instellen van de minuten vindt er een automatische overloop naar de uren plaats.

Het instellen van de weekdag gebeurt met S3. Hij heeft daartoe een dubbele functie. Wordt de knop kort ingedrukt (0,1 tot 1 seconde), dan wordt de dag van de weekdag ingesteld. Iedere knopdruk schuift de dagteller een dag door. Tijdens het instellen van de weekdag vertegenwoordigt de eerste seconden-LED de maandag, de tweede de dinsdag enz. Na zondag (zeven LED's aan) wordt automatisch weer naar maandag gesprongen (één LED aan).

Nadat alles is ingesteld, kan met S3 de





Figuur 4. Een foto van het opgebouwde prototype van de klok.

klok gestart worden. Wordt deze knop langer dan 1 seconde ingedrukt, dan start de klok met een volle minuut. Druk S3 daarom in de 59^e seconde van een minuut in, zodat exact op de overgang naar een volle minuut de klok gestart wordt.

U zult zien dat de bediening na enkele keren oefenen heel eenvoudig is. Gebruikers van een DCF-module hebben hier geen omkijken naar, want de klok synchroniseert dan helemaal automatisch!

DE WEKTIJD INSTELLEN

Nadat de klok is ingesteld en loopt, kan de wektijd ingesteld worden. Tijdens dit instellen loopt de klok op de achtergrond gewoon door. Wel wordt tijdens het instellen de DCF-module tijdelijk niet gebruikt. Dat is geen bezwaar, gezien het feit dat de klok kwartsgestuurd is en daardoor op zijn eigen kloksignaal al behoorlijk nauwkeurig loopt. (Veel DCF-klokken die met batterijen werken, besparen energie door maar één enkele keer per dag met de DCF-zender te synchroniseren. Dat is gewoonlijk voldoende om de gewenste nauwkeurigheid te kunnen handhaven.)

Om de wektijd in te stellen, moet eerst S3 ingedrukt worden. Alle LED's zullen nu doven of geven de laatst ingestelde wektijd (inclusief de weekdag) aan.

Alle drie de knoppen hebben nu een dubbele functie: kort ingedrukt (tot 0,6 seconde) of lang ingedrukt (langer dan 0,6 seconde). De wektijd wordt in uren

en minuten gedefinieerd. Hierbij hebben de toetsen de navolgende functie:

S1 kort: uren + 1
 S2 kort: minuten + 1
 S3 kort: weekdag + 1
 S1 lang: wekken aan/uit
 S2 lang: weekdag programmeren
 S3 lang: terug naar tijdweergave

Met S1 wordt de wektijd (in uren) na elke keer indrukken met één verhoogd. Met S2 stellen we de minuten op vergelijkbare wijze in en met S3 de dag waarop de wektijd geldt. De eerste keer dat S3 wordt ingedrukt, knippert de LED die bij de maandag hoort. Moet de wekker alleen op deze dag actief worden, dan wordt S2 nu zo lang ingedrukt dat de

knipperende weekdag-LED continu gaat branden. Moeten meerdere dagen in de week geprogrammeerd worden, dan kan nu met S3 de dagteller verhoogd worden en vervolgens met S2 ook deze dag geselecteerd worden. Bij een overloop van zondag naar maandag worden alle geprogrammeerde dagen gewist en dient weer opnieuw begonnen te worden met het selecteren van de dagen. De laatste cursorpositie blijft behouden als de klok weer de tijd gaat weergeven. Hierdoor is het mogelijk om later nog dagen aan het wekprogramma toe te voegen.

Tot slot wordt met het lang indrukken van S1 de wekfunctie geactiveerd. De bijbehorende indicator in S1 gaat branden. Druk ter afsluiting S3 lang in om terug te schakelen naar tijdweergave. Wordt de wekker actief, dan kan hem met S3 het zwijgen worden opgelegd. De wekuitgang zelf is een logische uitgang waarop een schakeltransistor met een gelijkspanningspieper is aangesloten. Desgewenst kan ook een schakeling met een geluidseffectengenerator,

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1,R2 = 47 k
 R3=220 Ω
 R4,R5,R7 = zie tekst
 R6 = 10 k
 R8 = 1k8
 R9 = 1 k
 R10 = 4k7

Condensatoren:

C1 = 4 μ 7/63 V radiaal
 C2 = 4....22 p trimmer
 C3,C4 = 47 p
 C5,C6,C7 = 100 n
 C8 = 1000 μ /25 V
 C9 = 10 μ /25 V radiaal

Halfgeleiders:

D1,D46,D47,D48 = LED high eff. groen
 D2...D40,D56 = LED high eff. geel
 D41...D45,D50...D55 = LED high eff. rood
 D49 = 1N4001
 T1 = BC557B
 IC1 = AT89C2051-12PC (EPS 996519-1)
 IC2 = ICM7218A IJL
 IC3 = 7805

Diversen:

JP1 = 2-voudige jumper
 K1,K2 = 20-polige boxheader
 twee 20-polige sockets met een stukje flatcable
 S1,S2,S3 = Digitast met LED
 X1 = kristal 12 MHz
 Bz1 = gelijkspanningszoemer 5 of 6 V koelplaat voor IC3 (15 K/W, bijv. ICK35)
 print: EPS 990076-1
 Geprogrammeerde controller: EPS 996519-1
 Optioneel DCF-module (Conrad 64 11 38-55)

een relais of een andere schakeling op de uitgang worden aangesloten. In sommige gevallen zal het nodig zijn om een buffer achter de uitgang te schakelen. Er is volop ruimte om te experimenteren met deze bijzondere klok.

(990076-1)

tekst: Hans Steeman

techniek: Karel Walraven

Rheinturm-klok op het Internet

Liefhebbers van de Rheinturm en de daarbij behorende klok kunnen op het Internet tal van interessante zaken hierover vinden.

Op de site: <http://www.duesseldorf.de/tourist/download/index.html> staat een screensaver (Windows-versie) die gebaseerd is op de Rheinturm.

Een site die opgebouwd is rond het thema klokken is te vinden op <http://www.hsp.de/~wiegels/programm/uhren.htm>. Uiteraard is ook op deze site software te vinden die de Rheinturm-klok emuleert.

Wilt u meer weten over de Rheinturm zelf, dan is de site "Hohe Türme" beslist iets voor u. Ga naar <http://www.hsp.de/~wiegels/tuerme/hoch.htm> en verneem alle wetenswaardigheden die over deze (en andere) hoge torens beschikbaar zijn.

DF1704

IC's
Speciale functies, LF



Hardware mode controls				
PIN NAME	PIN NUMBER	DESCRIPTION		
RESV	13	Reserved, Not Used		
LRIP	12	LRCIN Polarity LRIP = H: LRCIN = H = Left Channel, LRCIN = L = Right Channel LRIP = L: LRCIN = L = Left Channel, LRCIN = H = Right Channel		
CKO	11	CLKO Output Frequency CKO = H: CLKO Frequency = XT/2 CKO = L: CLKO Frequency = XT		
MUTE	15	Soft Mute Control: H = Mute Off, L = Mute On		
I ² S IW0 IW1	3 4 5	Input Data Format Controls		
		I ² S	IW1	IW0 INPUT FORMAT
		L	L	L 16-Bit, Standard, MSB-First, Right-Justified
		L	L	H 20-Bit, Standard, MSB-First, Right-Justified
		L	H	L 24-Bit, Standard, MSB-First, Right-Justified
		L	H	H 24-Bit, MSB-First, Left-Justified
		H	L	L 16-Bit, I ² S
		H	L	H 24-Bit, I ² S
SRO	27	Digital Filter Roll-Off: H = Slow, L = Sharp		
OW0 OW1	19 20	Output Data Word Length Controls		
		OW1	OW0	OUTPUT FORMAT
		L	L	16-Bit, MSB-First
		L	H	18-Bit, MSB-First
		H	L	20-Bit, MSB-First
		H	H	24-Bit, MSB-First
SF0 SF1	17 18	Sample Rate Selection for the Digital De-Emphasis Control		
		SF1	SF0	SAMPLING RATE
		L	L	44.1kHz
		L	H	Reserved, Not Used
		H	L	48kHz
		H	H	32kHz
DEM	16	Digital De-Emphasis: H = On, L = Off		

DF1704

IC's
Speciale functies, LF



DF1704

Soundplus™ Stereo, 24-bit,
96 kHz 8× Oversampling Digitaal Interpolatiefilter

Fabrikant

Burr-Brown,



P.O. Box 11400, Tucson, AZ85734,
U.S.A.
Tel.: (520) 746-1111, fax: (520) 889-1510.
Internet: <http://www.burr-brown.com/>

Eigenschappen

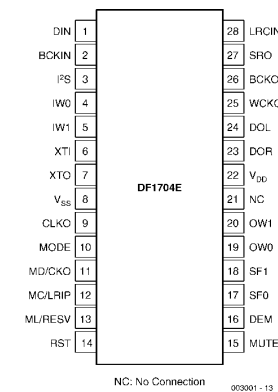
- ◆ Speciaal bedoeld voor combinatie met de 24-bits audio-DAC PCM1704
- ◆ Zeer hoge kwaliteit:
stopband-verzwakking: -115 dB
rimpel: ±0,00005 dB
- ◆ Audio-interface:
ingangs-dataformaten: standaard, left-justified en I²S
ingangs-woordlengte: 16, 20 of 24 bits
uitgangs-woordlengte: 16, 18, 20 of 24 bits
sampling-frequentie: 32...96 kHz
- ◆ Systeemklok: 256fs, 384fs, 512fs, 768fs
- ◆ On-chip kristaloscillator
- ◆ Programmeerbare functies:
hardware of software control-modes
steile of minder steile filterhelling
soft-mute
digitale de-emphasis
onafhankelijke links/rechts digitale verzwakking
- ◆ +5 V asymmetrische voeding
- ◆ Kleine 28-pens SSOP-behuizing

Toepassingsvoorbeeld

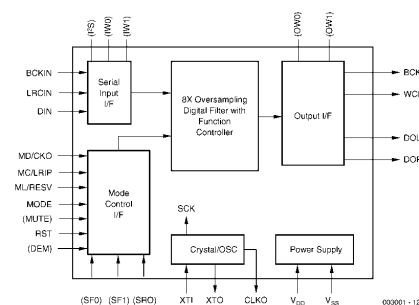
Audio-DAC 2000,
Elektuur november 1999 tot januari 2000

Algemene beschrijving

De DF1704 is een 8× oversampling digitaal interpolatiefilter van zeer hoge kwaliteit, bedoeld voor high-end audio-toepassingen. De in stereo uitgevoerde chip ondersteunt 24-bit/96 kHz en de belangrijkste functies zijn door de gebruiker te programmeren, zoals de filterhelling, de-emphasis, verzwakking en in/uitgangs-dataformaten. De DF1704 leent zich bij uitstek voor combinatie met de 24-bit audio-DAC PCM1704 van Burr-Brown.



Pen-aansluitingen



Blokschema van de DF1704

Programmeerbare functies

De DF1704 is voorzien van een aantal programmeerbare functies, waarvan de meeste hard- of software-

matig toegankelijk zijn. In onderstaande tabel zijn de desbetreffende functies opgesomd.

FUNCTION	SOFTWARE (MODE = H)	HARDWARE (MODE = L)	RESET DEFAULT (Software Mode)
Input Data Format Selection	0	0	Standard Format
Input Word Length Selection	0	0	16 Bits
Output Word Length Selection	0	0	16 Bits
LRCIN Polarity Selection	0	0	Left/Right = High/Low
Digital De-Emphasis	0	0	OFF
Soft Mute	0	0	OFF
Digital Attenuation	0	X	0dB, Independent L/R
Sample Rate for De-Emphasis Function	0	0	44.1 kHz
Filter Roll-Off Selection	0	0	Sharp Roll-Off Selected
CLKO Output Frequency Selection	0	0	Same As XT1 Input

Legend: 0 = User Programmable, X = Not Available.

Hardware Mode Controls

Met MODE = L, kan de DF1704 worden geconfigureerd door middel van een aantal hiervoor bestemde pennen. Hieronder volgt een korte opsomming van de pen-functies. De tabel 'Pin Assignments' geeft meer informatie over de instelling van de hardware-mode-controls.

De pennen I²S, IW0 en IW1 dienen voor de keuze van het audio ingangsformaat en de woordlengte.

De pennen OW0 en OW1 worden gebruikt om de uitgangswoordlengte te kiezen.

Met de DEM-pen kan de digitale de-emphasis worden in- of uitgeschakeld. De-emphasis is alleen mogelijk bij sampling-rates van 32, 44,1 en 48 kHz.

De pennen SF0 en SF1 dienen om de sampling-rate voor de de-emphasis-functie te kiezen.

Met de pen SR0 is keuze tussen twee verschillende filterhellingen mogelijk.

De MUTE-pen wordt gebruikt om de soft-mute-functie te activeren.

De pen CKO wordt gebruikt om de klokfrequentie op pen CLKO te selecteren: ofwel XT1 danwel XT1÷2.

Met LRIP kan de polariteit van de audio-ingangs links/rechts-klok LRCIN worden gekozen.

Pen RESV wordt in de huidige DF1704 niet gebruikt, maar is gereserveerd voor toekomstige functies.

Pin Assignments			
PIN	NAME	I/O	DESCRIPTION
1	DIN	IN	Serial Audio Data Input ⁽³⁾
2	BCKIN	IN	Bit Clock Input for Serial Audio Data ⁽³⁾
3	I ² S	IN	Input Audio Data Format Selection ^(2, 4)
4	IW0	IN	Input Audio Data Word Selection ^(2, 4)
5	IW1	IN	Input Audio Data Word Selection ^(2, 4)
6	XTI	IN	Oscillator Input /External Clock Input
7	XTO	OUT	Oscillator Output
8	VSS	—	Digital Ground
9	CLKO	OUT	Buffered System Clock Output
10	MODE	IN	Mode Control Selection (H: Software, L: Hardware) ⁽¹⁾
11	MD/CKO	IN	Control Data Input/Clock Output Frequency Select ^(1, 5)
12	MC/LRIP	IN	Control Data Clock/Polarity of LRCK Select ^(1, 5)
13	ML/RESV	IN	Control Data Latch/Reserved ^(1, 5)
14	RST	IN	Reset. When this pin is LOW, the digital filter is held in reset. ⁽¹⁾
15	MUTE	IN	Mute Control ^(1, 4)
16	DEM	IN	De-Emphasis Control ^(2, 4)
17	SF0	IN	Sampling Rate Select for De-emphasis ^(2, 4)
18	SF1	IN	Sampling Rate Select for De-emphasis ^(2, 4)
19	OW0	IN	Output Audio Data Word and Format Select ^(2, 4)
20	OW1	IN	Output Audio Data Word and Format Select ^(2, 4)
21	NC	—	No Connection
22	V _{DD}	—	Digital Power, +5V
23	DOR	OUT	Rch, Serial Audio Data Output
24	DOL	OUT	Lch, Serial Audio Data Output
25	WCKO	OUT	Word Clock for Serial Audio Data Output
26	BCKO	OUT	Bit Clock for Serial Audio Data Output
27	SRO	IN	Filter Response Select ^(2, 4)
28	LRCIN	IN	L/R Clock Input (f S) for Serial Audio Data ⁽³⁾

NOTES: ⁽¹⁾ Pins 10-15; Schmitt-Trigger input with pull-up resistor. ⁽²⁾ Pins 3-5, 16-20, 27; Schmitt-Trigger input with pull-down resistor. ⁽³⁾ Pins 1, 2, 28; Schmitt-Trigger input. ⁽⁴⁾ Pins 3-5, 15-20, 27; these pins are invalid when MODE (pin 10) is HIGH. ⁽⁵⁾ Pins 11-13; these pins have different functions corresponding to MODE (pin 10), (HIGH/LOW).

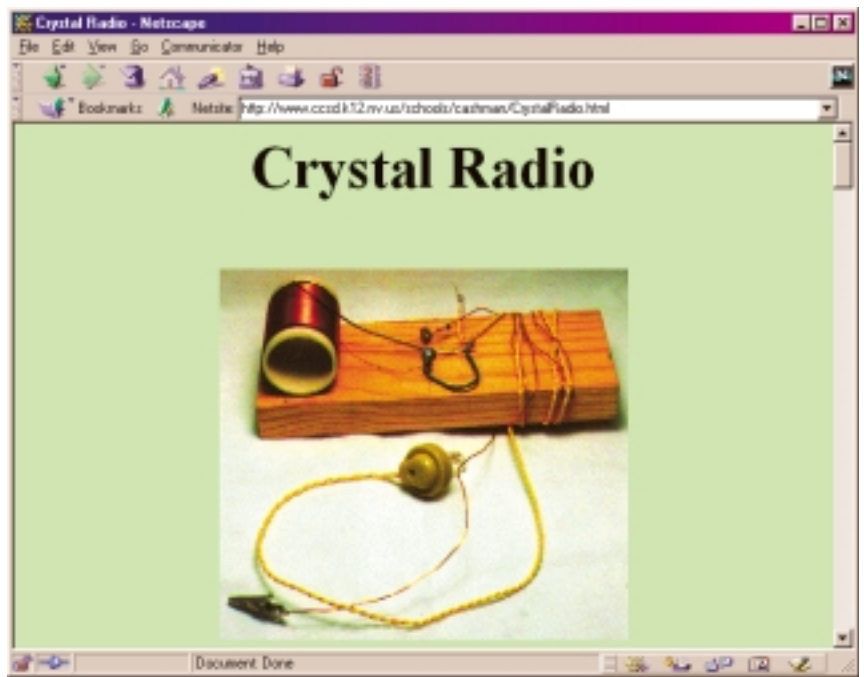
elektronica online

bouw een kristalradio

terug naar de beginjaren

Iedereen met enige kennis van elektronica weet wel wat een kristalradio is: het eerste en allereenvoudigste model van een ontvanger, bestaande uit niet meer dan een diode (het kristal), een antenne, een spoel en een oortelefoon.

Op het Internet zijn veel ontwerpen van kristalradio's te vinden, vaak met uitgebreide bouwbeschrijvingen en fraaie foto's.



In deze hypermoderne high-tech-maatschappij is de toepassing van zeer complexe elektronica in allerlei gebruiktoestellen heel normaal. Toch bestaat die elektronica nog niet zo lang. Veel elektronica-hobbyisten denken waarschijnlijk met weemoed terug aan hun eerste elektronica-experimenten, zoals het bouwen van een eenvoudige radio met slechts één diode als actief element.

Dat het niet alleen blijft bij terugdenken, tonen ons vele sites op het Internet waar het onderwerp "kristalradio" uitgebreid ter sprake komt.

We vinden er ontwerpen van eenvoudige kristalradio's. Vaak zijn dit beschrijvingen die voor scholen zijn gemaakt, maar ook voor hobbyisten is dit dikwijls heel interessante informatie. Enkele adressen:

Building a basic AM broadcast crystal set
(www.midnightscience.com/project.html)

Crystal Radio
(www.ccsd.k12.nv.us/schools/cashman/CrystalRadio.html)

Crystal radio project
(www.datasync.com/~ignatz/electro/crystal/crystal.htm)

De ontwerpen variëren ook qua complexiteit. De echte kristalontvangers bezitten uitsluitend een germaniumdioden als actief element, maar er zijn ook uitgebreidere ontwerpen waarbij zelfs transistoren of IC's worden toegevoegd. Ook hier drie voorbeelden:

High power crystal set
(<http://hibp.ecse.rpi.edu/~john/xtal.html>)

a "convertible" crystal radio
(<http://www.glynn.k12.ga.us/~opool/XTAL/radio.htm>)

short wave radio project

(<http://www.datasync.com/~ignatz/electro/receive/receive.htm>)
Een bijzonder duidelijke beschrijving van de bouw van een kristal-kortegolf-ontvanger is beschikbaar bij Radio Wrinkles. De hier beschreven radio heeft men de benaming "EconOceanic" gegeven. Deze kan de middengolf en de meeste kortegolfbanden tussen 1,7 en 17 MHz ontvangen.

(www.antiqueradio.org/econmain.htm)
Een goed overzicht van verschillende kristalradio-ontwerpen geeft de pagina "Crystal set design". Het begint met een simpele diodedetector en eindigt met een tweekringsontwerp.

(www.webex.net/~skywaves/xtalset102/xtalset102.htm)
Er zijn ook diverse kristalradio-clubs actief op het Internet. We verwijzen hier naar de Xtal Set Society (<http://www.midnightscience.com/>) en de Crystal Set radio club (<http://clubs.yahoo.com/clubs/thecrystalsetradioclub>), die zich beide uitsluitend bezig houden met het bouwen van en experimenteren met eenvoudige radio-ontvangers.

Een voorbeeld van enkele fraaie stukjes handwerk toont ons Al Klase op zijn site. Hij is electronicus van beroep en heeft er veel plezier in om in zijn vrije tijd zowel elektrisch als mechanisch zeer fraai opgezette kristalradio's te bouwen. Kijk maar eens naar de foto's en schema's!

(www.webex.net/~skywaves/HP002/HP-002.htm)
Een mooie verzameling oude kristalradio's is o.a. te zien bij Scott's Crystal Radio's. Dat geeft u een goede indruk hoe u zelfs nog eens zo'n radio kunt opbouwen.
(<http://members.aol.com/scottswim/>)

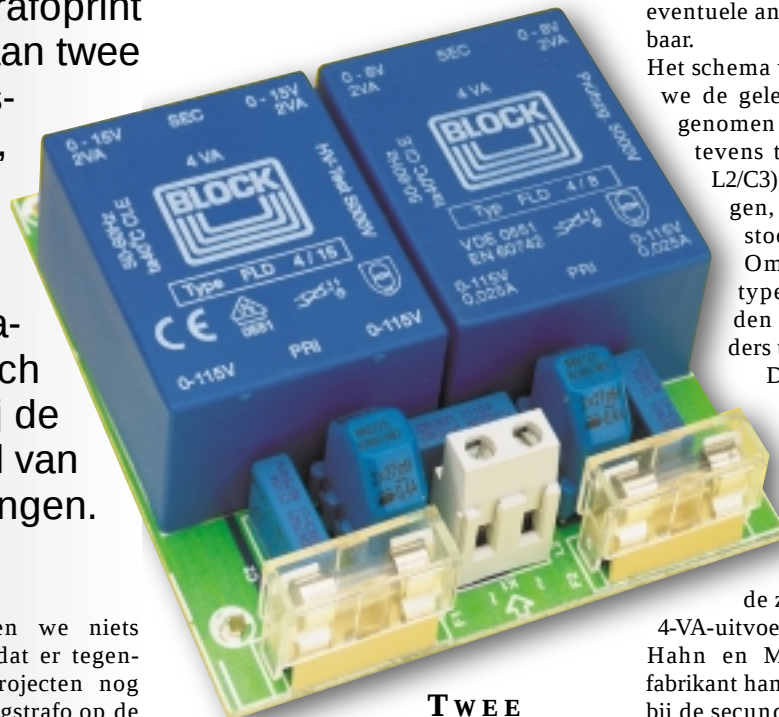
(005005)

tekst: Harry Baggen

trafoprint

voor audio-DAC 2000 (en andere schakelingen)

Deze universele trafoprint biedt ruimte aan twee kleine voedings-transformatoren, twee netfilters en twee zekeringhouders. Ze vormt als zodanig een praktisch hulpmiddel bij de bouw van tal van schakelingen.



TWEE TRAFO'S

Dan blijft men wel met het probleem zitten hoe de trafo gemonteerd moet worden. Maar al te vaak zijn de voorgeschreven voedingstransformatoren namelijk uitsluitend in een printtrafo-uitvoering te krijgen, zonder eigen bevestigingsmogelijkheid.

Om dat probleem van die bevestiging nu eens elegant op te lossen, hebben we een speciale "trafoprint" ontworpen. In eerste instantie is deze bedoeld voor de audio-DAC 2000 (elders in dit nummer), maar de print zal ook bij diverse andere schakelingen ongetwijfeld zijn nut bewijzen.

Zoals veel moderne schakelingen, werkt de audio-DAC met twee voedingsspanningen, een asymmetrische +5 V en een symmetrische ± 12 V. De daarvoor benodigde trafospanningen zijn 8 (of 9) V, respectievelijk ± 15 V. Om de print zo universeel mogelijk te houden, hebben we voor de eerste spanning een trafo van 2 x 8 (of 9) V toegepast en daarvan slechts één wikkeling gebruikt; de andere is dus voor

eventuele andere doeleinden beschikbaar.

Het schema van **figuur 1** laat zien dat we de gelegenheid te baat hebben genomen om naast de beide trafo's tevens twee netfilters (L1/C2 en L2/C3) op de print onder te brengen, alsmede een extra ontstoorcondensator (C1). Omdat voorts niet alle trafo-typen kortsluitvast zijn, werden er ook twee zekeringhouders toegevoegd.

De koper-layout en componentenopstelling van de print zijn afgebeeld in **figuur 2**. Teneinde de print in een zo plat mogelijke behuizing te laten passen, is de layout afgestemd op de zogeheten "vlaktrafo's" in

4-VA-uitvoering van de firma's Block, Hahn en Monacor. Eerstgenoemde fabrikant hanteert een iets andere steek bij de secundaire aansluitpennen dan de andere twee, maar de print is voor beide varianten geschikt. In de onderdelenlijst zijn enkele voor de audio-DAC 2000 geschikte typen opgesomd. Voor hen die de print voor andere toepassingen willen gebruiken, zij vermeld dat Block en Monacor de vlaktrafo's ook in een 6-VA-uitvoering leveren, terwijl Hahn bovendien nog 3-VA-, 10-VA- en 16-VA-versies in zijn programma heeft. Deze typen verschillen weliswaar in hoogte, maar de lengte en breedte zijn identiek en de steek van de aansluitpennen eveneens; ook die passen dus zonder meer op deze print. Nog een paar praktische puntjes tot besluit. De aangegeven zekeringwaarde van 32 mA heeft betrekking op de niet-kortsluitvaste 4-VA-trafo's van Hahn en Monacor. Bij toepassing van grotere trafo's dient men deze waarde daarop aan te passen.

Bij de montage van de print is het zaak om de veiligheidsvoorschriften goed in het oog te houden. Aangezien de netspanningvoerende (!) zekeringhouders zich aan de randen van de print bevin-

Trouwe lezers vertellen we niets nieuws als we stellen dat er tegenwoordig bij Elektuurprojecten nog maar zelden een voedingstrafo op de print wordt ondergebracht. Waarom? Wel, in de eerste plaats is daar het veiligheidsaspect. Werken met netspanning is nu eenmaal een linke zaak en slordige bouwers lopen de kans dat de netspanning ook op plaatsen belandt waar deze niet hoort. We proberen daarom - waar mogelijk - gebruik te maken van losse netadapters.

Maar ook als de benodigde spanning niet door een standaard netadapter geleverd kan worden, vermijden we het liever om nettrafo's op de print van de schakeling in kwestie onder te brengen. Daarvoor kunnen twee redenen worden aangevoerd. De eerste is dat de print er onnodig groot (en duur) door wordt, terwijl er altijd nabouwers zijn die het probleem van de nettrafo toch liever op hun eigen manier oplossen. De tweede en belangrijkste reden is dat het in de meeste gevallen verkiezelijk is om een voedingstransformator zo ver mogelijk van het signaalverwerkende deel van de schakeling verwijderd te houden - zulks om brom- en interferentieproblemen te vermijden.

Figuur 1. Behalve twee trafo's bevat de print ook twee netfilters en twee zekeringen.

den, dienen die randen minimaal 6 mm van de metalen kast verwijderd te blijven (voor klasse 2). Voorts is het omwille van de minimale isolatieafstand tussen de netspanningvoerende kopersporen en massa verplicht om de print op 10 mm hoge kunststof afstandsbussen te monteren.

Het laatste praktische punt betreft de trafospanning voor de 5-V-voeding van de audio-DAC 2000. Wanneer daarvoor geen 2 x 8 V wordt toegepast maar 2 x 9 V, dan krijgt de 7805 (IC17) zo veel meer te dissiperen dat een klein koelplaatje wenselijk is.

(000001)

tekst: Sjef van Rooij

techniek: Ton Giesberts

ELEKTUUR	
230V~	50Hz
No. 000001	
F = 2x 32mA T	

Figuur 2. De print-layout is afgestemd op vlaktrafo's van 4 VA. Maar er passen ook andere typen op.

Onderdelenlijst (voor audio-DAC 2000)

Condensatoren:

C1...C3 = 100 n/275 V_{AC} X2, steek 15 mm

Spoelen:

L1,L2 = 2 x 27mH/0,4 A bijv.
Siemens B82721-K2401-N21

Diversen:

K1 = 2-polige printkroonsteen, steek 7,5 mm

K2 = 3-polige printkroonsteen, steek 5 mm

K3,K4 = 2-polige printkroonsteen, steek 5 mm

F1,F2 = 32 mA/T, met printzekeringhouder

Tr1 = vlaktrafo 2 x 15 V/4 VA, bijv.

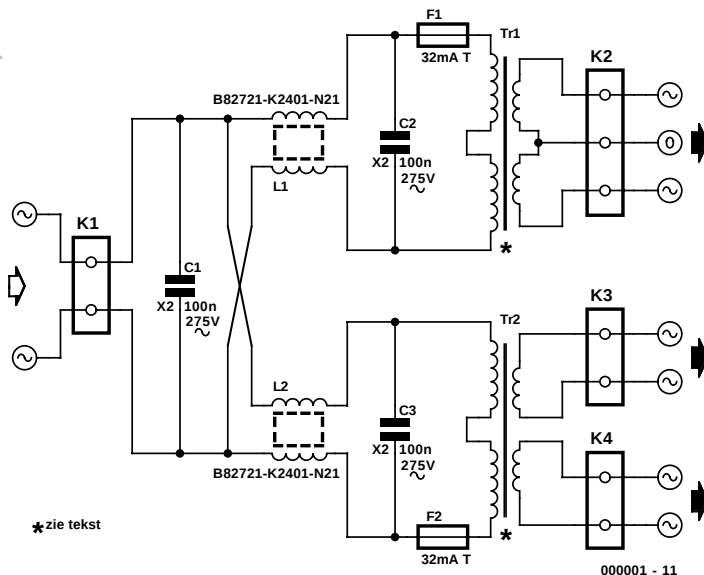
Block FLD4/15, Hahn BV UI 302 0165, Monacor FRT-415 *

Tr2 = vlaktrafo 2 x 8 (of 9)V/4 VA, bijv. Block FLD4/8 of FLD4/9, Hahn BV UI 302 0161, Monacor FTR-49

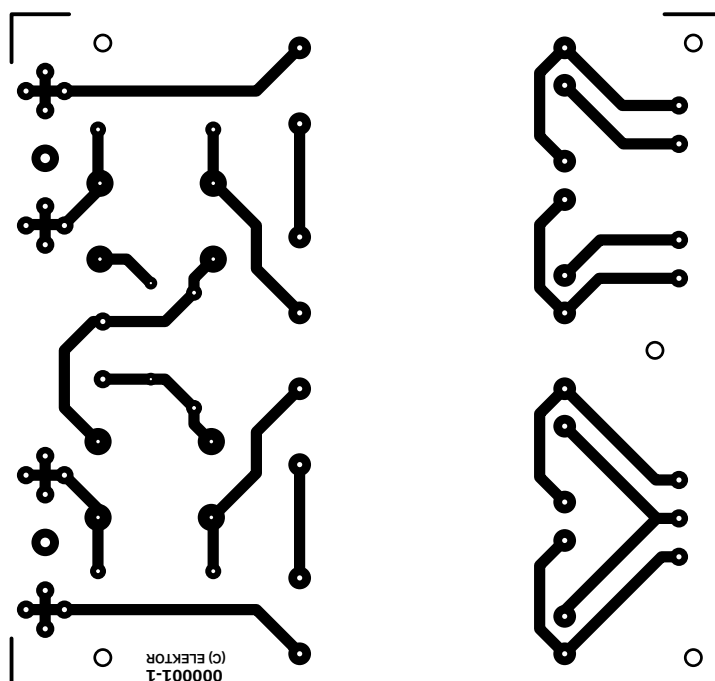
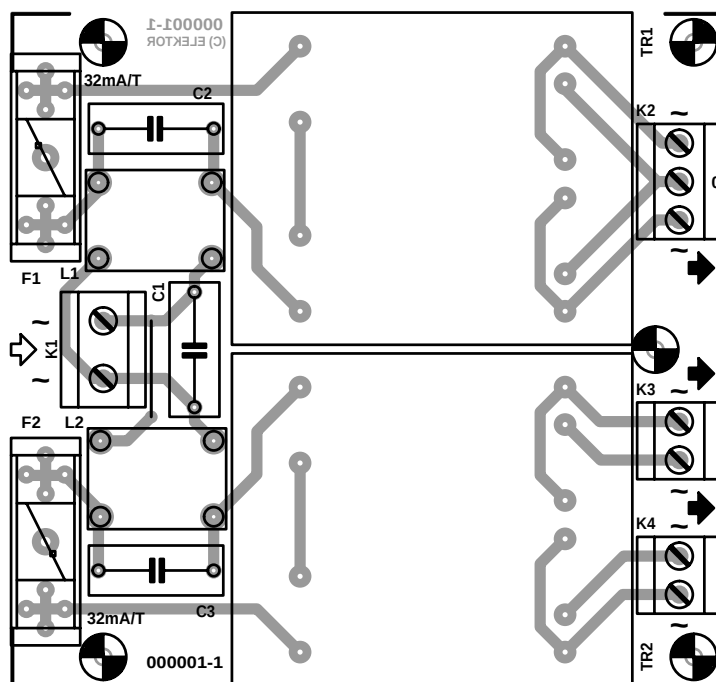
print: EPS 000001-1(zie servicepagina's)

*) De series van Hahn en Monacor zijn niet kortsluitvast, de serie van Block wel.

1



2



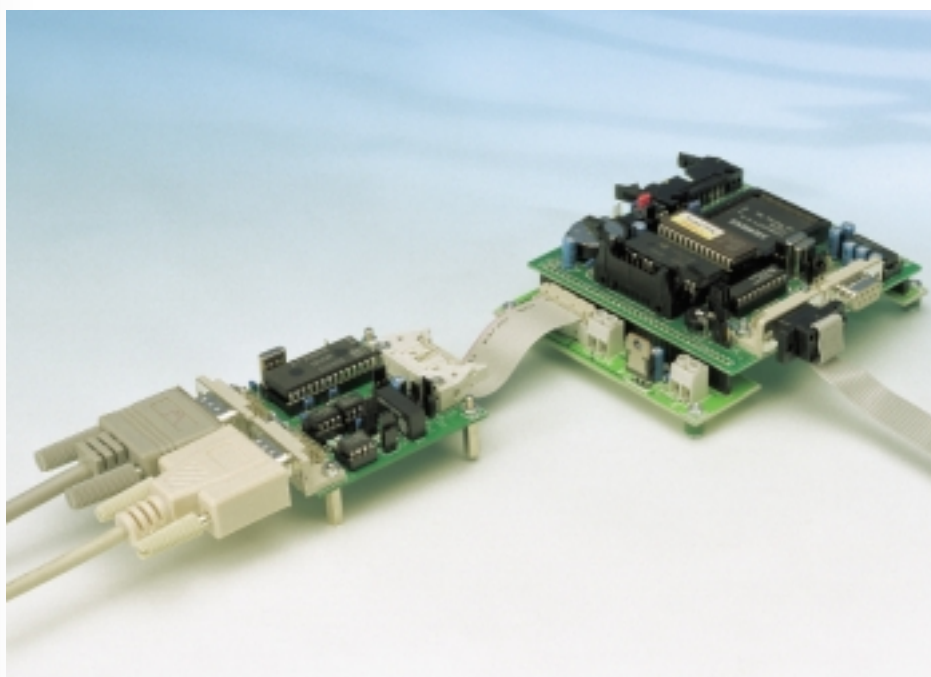
de CAN-bus

deel 5

een reëel systeem met BASIC537

Gaat u voor de eerste keer met de CAN-bus werken, dan moeten een aantal zaken geregeld worden, voordat resultaten zichtbaar zijn. Zo moeten minimaal twee microcontrollersystemen op de juiste

wijze met de controller verbonden worden en moet ook de daarbij passende software ingezet worden. Als eenmaal de eerste data over de bus flitsen, dan is de rest vrij eenvoudig. Dit artikel beschrijft hoe in de praktijk de eerste stappen eenvoudig gezet kunnen worden.



De in de Elektuur november 1999 voorgestelde CAN-bus-interface, kan probleemloos via BASIC537 aangestuurd worden. BASIC537 is een op de 80C537 aangepaste en uitgebreide variant van de EPROM-versie van Intels MCS51-BASIC. Veel Elektuurlezers zullen hiermee vertrouwd zijn. De oorspronkelijke BASIC-interpret is ontwikkeld voor de (inmiddels niet meer in productie zijnde) BASIC-microcontroller 8052AH-BASIC. In combinatie met een externe ROM is deze software ook te gebruiken voor andere processoren uit de 80xx-familie (zie ook 80C32-BASIC-stuurcomputer

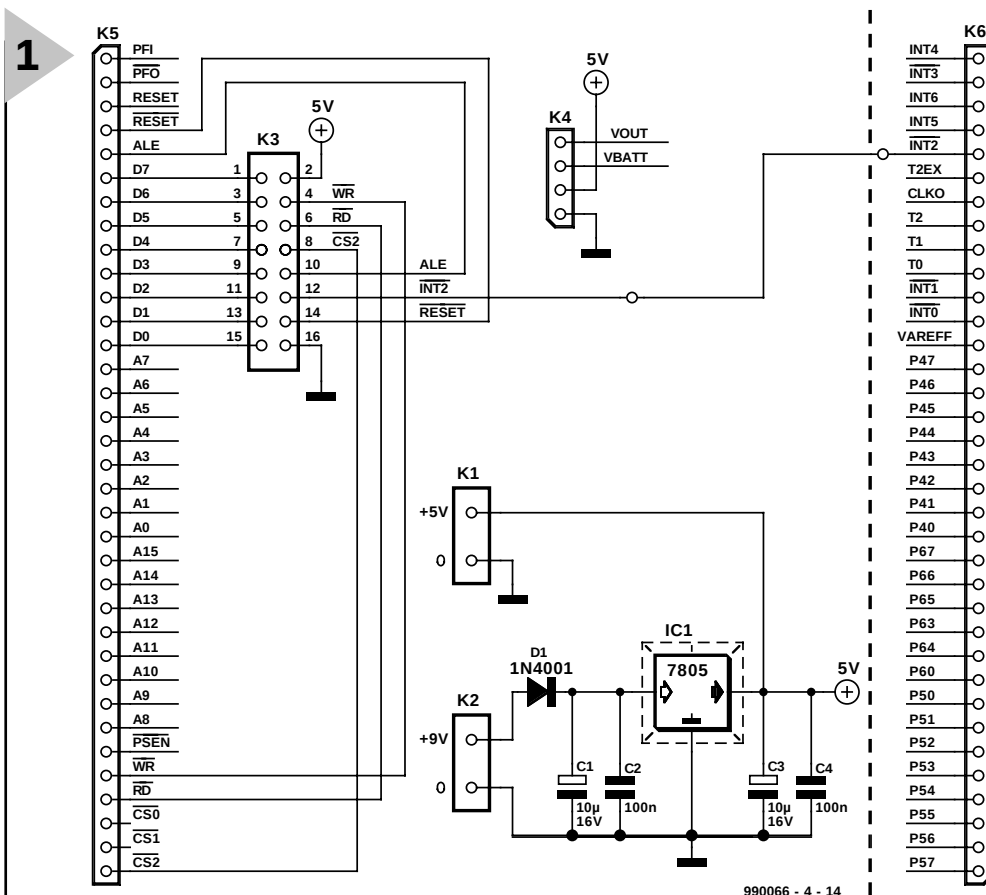
in Elektuur februari en maart 1998). In een volgende uitgave van dit blad wordt uitvoerig ingegaan op een nieuwe BASIC-variant die geoptimaliseerd is voor gebruik in combinatie met de 80C535 en 80C537. Een single-board-computer (SBC) met daarop een microcontroller van het type 80C537, is onder de naam '80C537-Compuboard' reeds in Elektuur juni 1997 gepubliceerd. Voor de praktische toepassing in combinatie met de CAN-bus-interface wordt in dit artikel het wezenlijk compactere en goedkopere 537-board gebruikt, dat ook in deze uitgave beschreven is.

Om een eenvoudige verbinding tussen het van een BASIC537-EPROM voorzien compacte 537-board en de CAN-bus-interface mogelijk te maken, is een speciale adapter ontwikkeld. In **figuur 1** is het schema te vinden, in **figuur 2** staan de koper-layout en componentenopstelling. Zoals op de foto aan het begin van dit artikel te zien is, kan het 537-board direct op een adapterprint gemonteerd worden. De verbinding met de CAN-bus-interface vindt plaats met een stukje vlakbandkabel.

Een eenvoudige ongestabiliseerde netadapter met een uitgangsspanning van 9...12 V/300 mA moet op K2 aangesloten worden. Staat een gestabiliseerde spanning van 5 V reeds ter beschikking, dan kunnen IC1, D1, C1 en C2 vervallen en kan de gestabiliseerde spanning direct op K1 worden aangeboden.

AANSTUREN IN BASIC

Voor de aansturing van de CAN-bus-interface is een programma noodzakelijk. Feitelijk hoeft dit alleen rekening te houden met een aantal registers in de



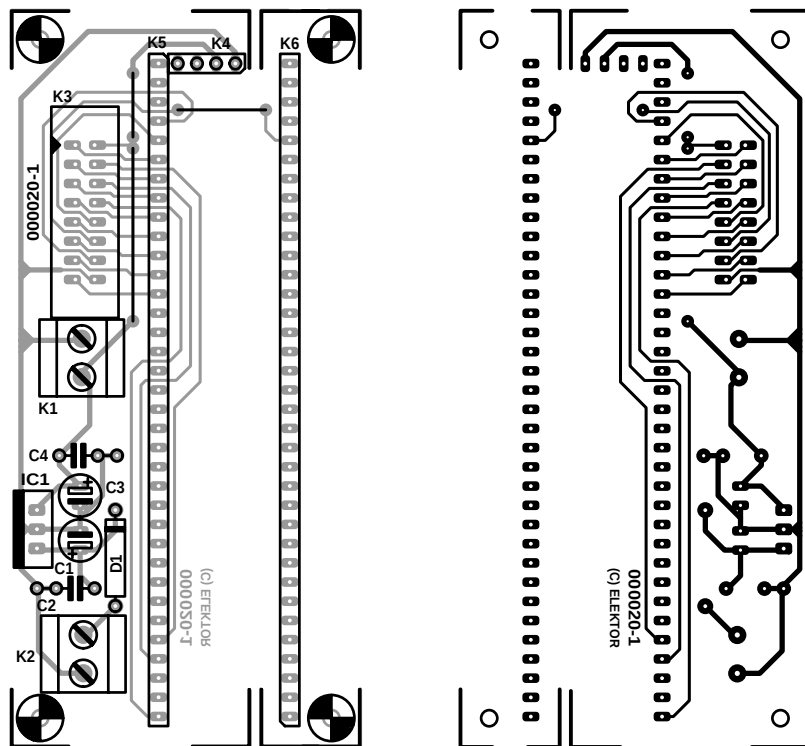
Figuur 1. Het schema van de adapterprint die voor de eenvoudige verbinding tussen het compacte 537-board en de CAN-bus-interface zorgt.

Om de start eenvoudig te houden, hoeft alleen een simpele data-verbinding tussen twee 80C537-systemen gemaakt te worden. De initialisatie (configuratie) wordt door middel van het programma gerealiseerd. De overdracht gebeurt met 20 Kbit/s. Berichten worden zonder RTR-bit verzonden, dit betekent dat geen terugmelding wordt gevraagd. De twee systemen moeten de navolgende klus kladen:

Systeem 1 stuurt regelmatig berichten met de identificatie 300. Hiermee moeten 8 bits verzonden worden. De data zijn afkomstig van de eerste acht kanalen van de A/D-omzetter. Er worden

Figuur 3 toont blokschematisch de opzet van het systeem. Voor de verbinding tussen de twee systemen is geen speciale kabel nodig. Bij de eerste experimenten op de laboratoriumtafel (dit betekent in de praktijk bij verbindingen korter dan 1 meter) is een tweeaderige verbinding voldoende die de aansluitingen 4 en 8 van de CAN-bus-interface één-op-één met elkaar verbindt. Het is bij deze korte verbinding niet relevant of de afsluitweerstand al dan niet aangesloten zijn.

In **listing 1** is het zendprogramma voor controller 1 te vinden. De CAN-con-



Figuur 2. Layout en componentenopstelling van de adapterprint.

Onderdelenlijst

Condensatoren:
C1, C3 = 10 μ /16 V (radiaal)
C2, C4 = 100 n keramisch

Halfgeleiders:
D1 = 1N4001
IC1 = 7805

Diversen:
K1, K2 = 2-polige printkroonsteen, steek 5 mm
K3 = 2x8-polige boxheader
K4 = enkelpolige 4-pens header
K5, K6 = enkelpolige 35-pens header

tot regel 200 uit te voeren. Een eerste controle is mogelijk met het blokvormige signaal op de testpen van de controllerprint. Voor de initialisatie staat hier een frequentie van 8 MHz, na de initialisatie 2 MHz. Is dit het geval, dan

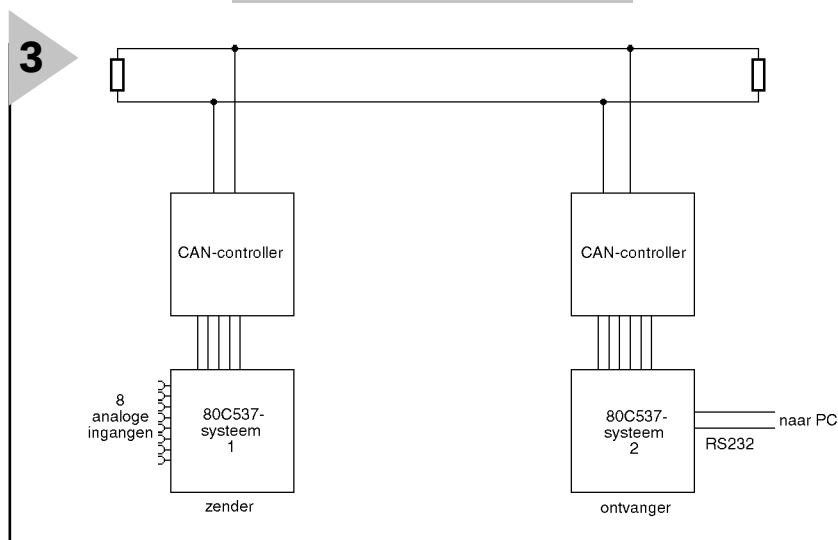
troller SJA1000 wordt door het 537-systeem vanaf basisadres 0F000H geadresseerd. Regel 95 legt het adresbereik vast (BA=0F000H). Bij de andere systemen hoeft alleen de variabele BA aangepast te worden. De initialisering zelf is in een eerder artikel over de CAN-bus-hardware al beschreven. In de regels 110 en 200 wordt het resultaat van de instelling van de registers getest. Het programma wacht hierbij

op de status van specifieke vlaggen in een register. Indien de controller niet op de bus gevonden wordt of niet correct werkt, blijft het programma op dit punt hangen. Werkt alles naar behoren, dan verschijnt de melding:

Reset OK
Init OK

Het is nu voldoende om de initialisatie

Figuur 3. Het blokschema van de CAN-bus-verbinding tussen de in BASIC geprogrammeerde 80C537-systemen.



kunt u er bijna zeker van zijn dat de controller op correcte wijze geïnitieerd is.

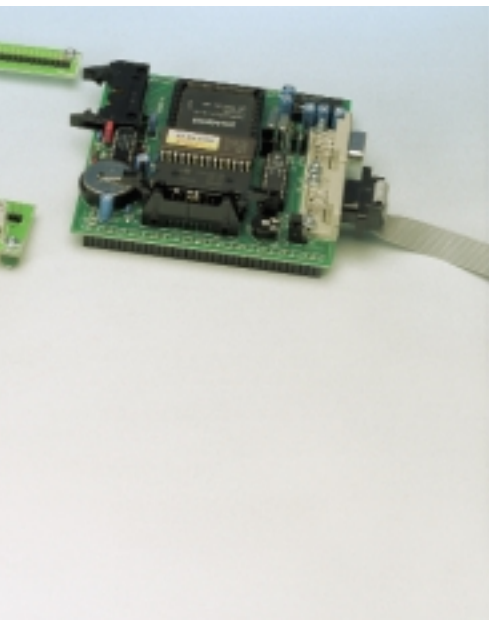
Vervolgens kan het complete programma geladen en gestart worden. De ervaren elektronicus wil natuurlijk direct naar zijn oscilloscoop grijpen en de data op de bus analyseren. Nog voordat een verbinding tussen twee systemen tot stand is gebracht, staat er op de leidingen reeds een signaal. Na een hardware-reset (en zonder dat een initialisatie heeft plaatsgevonden) is op beide lijnen een rustniveau van 2,5 V te meten. Zodra het zendprogramma gestart wordt, zijn de data te herkennen aan een blokvormig signaal met een amplitude van 1 V. De kortste niveaus duren 50 μ s, waaruit de overdrachtssnelheid van 20 Kbit/seconde te herleiden is. Het signaal is herken-

baar als een door korte pauzes van 2 ms onderbroken datastroom, concrete datapakketten zijn niet te zien. Maakt u zich daarover geen zorgen, dit is de normale toestand waarin de controller staat zo lang zich nog geen apparaat op de bus gemeld heeft. Het is niet voldoende om nu een tweede apparaat met de bus te verbinden, dit moet ook geïnitieerd worden. De zoeksignalen die de controller op de bus zet, zullen ook blijven verschijnen als het BASIC-programma in het aangesloten apparaat wordt afgebroken.

HET

ONTVANGPROGRAMMA

Nu komt het in **listing 2** beschreven ontvangprogramma in actie. Zoals in de listing duidelijk te zien is, is de initialisatie identiek aan de procedure in het zendprogramma. Zodra het ontvangerboard aangesloten en gestart is, verschijnt op het beeldscherm de mel-



ding 'Init OK'. Ook de zendende controller komt nu op gang. Vanaf nu verschijnen daadwerkelijk korte datapakketjes met een lengte van circa 5 ms op de bus. Eindelijk werkt de CAN-bus zoals de geïnteresseerde lezer dat verwacht! Datapakketten vliegen over de bus, zonder in ogenschouw te nemen of iemand ze daadwerkelijk leest.

Het feitelijke ontvangprogramma begint vanaf regel 500 en wacht op de ontvangst van een bericht. De controller kondigt dit aan met bit nul in het statusregister. Zodra een datapakket ontdekt is, kan het programma in totaal tien bytes uit de controller ophalen. De twee eerste bytes bevatten de Message-ID. Deze wordt in regel 570 uit twee bytes herleid en weergegeven. Zoals te verwachten was, verschijnt hier ID 300, een waarde die in het

Zendprogramma CAN1.BAS (listing 1)

```

90 REM Init CAN Controller
95 BA=0F000H
100 XBY(BA+00H)=01H : REM Reset Mode
110 IF (XBY(BA+00H).AND.1)<>1 THEN GOTO 110
111 PRINT "Reset OK"
120 XBY(BA+1FH)=43H : REM CDR, 2 MHz
130 XBY(BA+04H)=0 : REM ACR
140 XBY(BA+05H)=0FFH : REM AMR, Acceptance Mask, all
150 XBY(BA+06H)=53H : REM BTR0, 20 Kbit/s*
160 XBY(BA+07H)=2FH : REM BTR1
170 XBY(BA+08H)=1AH : REM OCR;
180 XBY(BA+01H)=0EH : REM CMR, end sleep mode
190 XBY(BA+00H)=0 : REM CR, end reset mode
200 IF (XBY(BA+00H).AND.1)>0 THEN GOTO 200
201 PRINT "init ok"
500 REM ***** Main Loop *****
501 REM Send 8 Bytes of AD-Data in message 300
510 FOR N=0 TO 7
520 XBY(BA+0CH+N)=AD(N) : REM fill TB1..TB8
530 NEXT N
540 ID=300 : REM Message Identifier
550 DFL=8 : REM 8 Bytes
560 GOSUB 1000 : REM Send Message
570 FOR T=1 TO 1000 : NEXT T
580 GOTO 500
1000 REM ***** Send CAN Telegram *****
1010 IF (XBY(BA+02H).AND.4)=0 THEN GOTO 1010 : REM SR
1020 XBY(BA+0AH)=INT(ID/8) : REM IDT1
1030 XBY(BA+0BH)=(ID-8*INT(ID/8))*32+DFL : REM IDT2
1040 XBY(BA+01H)=0DH : REM CMR, start transmission
1050 RETURN

```

Ontvangprogramma CAN2.BAS (listing 2)

```

90 REM Init CAN Controller
95 BA=0F000H
100 XBY(BA+00H)=01H : REM Reset Mode
110 IF (XBY(BA+00H).AND.1)<>1 THEN GOTO 110
111 PRINT "Reset OK"
120 XBY(BA+1FH)=43H : REM CDR, 2 MHz
130 XBY(BA+04H)=0 : REM ACR
140 XBY(BA+05H)=0FFH : REM AMR, Acceptance Mask, all
150 XBY(BA+06H)=53H : REM BTR0, 20 Kbit/s*
160 XBY(BA+07H)=2FH : REM BTR1
170 XBY(BA+08H)=1AH : REM OCR;
180 XBY(BA+01H)=0EH : REM CMR, end sleep mode
190 XBY(BA+00H)=0 : REM CR, end reset mode
200 IF (XBY(BA+00H).AND.1)>0 THEN GOTO 200
201 PRINT "Init OK"
500 REM ***** Receiver Main Loop *****
510 SR=XBY(BA+02H) : REM Status Register
520 REM Error Detection and Clear Data Overrun
530 if (SR .AND. 2) = 2 then XBY(BA+01H)=8 : Goto 510
540 REM Get Receive Status
550 if (SR .AND. 1) =0 then goto 510
560 REM Read received message
570 ID=XBY(BA+14H)*8+INT(XBY(BA+15H)/32) : PRINT ID
580 DFL=XBY(BA+15H).AND.15 : rem Data Length
590 RTR=(XBY(0FE15H).AND.16)/16 : REM RTR not used
600 FOR N=0 TO 7
610 PRINT N ,XBY(BA+16H+N)
620 NEXT N
630 XBY(BA+01H)=0CH : REM Release Receive Buffer
640 GOTO 510

```

Ontvang- en zendprogramma zonder initialisatie CAN3.BAS (listing 3)

```

500 REM ***** Main Loop *****
505 REM ***** Receiver *****
510 SR=XBY(BA+02H) : REM Status Register
520 REM Error Detection and Clear Data Overrun
530 IF (SR.AND.2)=2 THEN XBY(BA+01H)=8 : GOTO 510
550 IF (SR.AND.1)=0 THEN GOTO 510
560 REM Read received message
570 ID=XBY(BA+14H)*8+INT(XBY(BA+15H)/32) : Print ID
580 DFL=XBY(BA+15H).AND.15 : REM Data Length
590 RTR=(XBY(0FE15H).AND.16)/16 : REM RTR not used
600 IF ID<>300 THEN GOTO 660
610 PORT=0
620 IF XBY(BA+16H+0)>100 THEN PORT=PORT+1
630 IF XBY(BA+16H+1)>100 THEN PORT=PORT+2

640 IF XBY(BA+16H+2)>100 THEN PORT=PORT+4
650 WRSFR 0E8H,PORT : REM Port 4 Output
660 XBY(BA+01H)=0CH : REM Release Receive Buffer
800 REM ***** Send AD-Data *****
810 FOR N=0 TO 7
820 XBY(BA+0CH+N)=AD(N) : REM fill TB1..TB8
830 NEXT N
840 ID=500 : REM Message Identifier
850 DFL=8 : REM 8 Bytes
860 GOSUB 1000 : REM Send Message
870 FOR T=1 TO 1000 : NEXT T
880 GOTO 500
1000 REM ***** Send CAN Telegram *****
1010 IF (XBY(BA+02H).AND.4)=0 THEN GOTO 1010 : REM SR
1020 XBY(BA+0AH)=INT(ID/8) : REM IDT1
1030 XBY(BA+0BH)=(ID-8*INT(ID/8))*32+DFL : REM IDT2
1040 XBY(BA+01H)=0DH : REM CMR, Start Transmission
1050 RETURN

```

Figuur 4. De ontvangen data verschijnen in het terminalvenster van BASIC537.

zendprogramma vastgelegd is.

De echte gebruikersinformatie wordt in een lus gelezen en in regel 610 weergegeven. Hier verschijnen eindelijk de meetwaarden van de acht analoge ingangen die de eerste controller gebruikt. **Figuur 4** toont de ontvangen data in een terminalvenster.

TOT SLOT: DRIE OP DE BUS

De resultaten die tot nu toe bereikt zijn, zouden ook met een eenvoudige RS232-interface bereikt kunnen worden. De CAN-bus komt pas tot zijn recht als meer dan twee gebruikers op de bus aangesloten zijn. Dat is een reden om de eenzaamheid te verbreken en een derde gebruiker aan te sluiten. Het programma CAN3.BAS (listing 3, zonder initialisatie) voert de navolgende functies uit: Het ontvangt alle berichten en selecteert daaruit de berichten met Message-ID 300. De eerste drie meetwaarden die binnenkomen, worden vergeleken met referentiewaarden en schakelen drie lijnen van port P4. Deze worden actief zodra de bijbehorende grenswaarde wordt overschreden. Na het uitwerken van de meetresultaten wordt een bericht met ID 500 teruggezonden. Hierbij worden wederom alle A/D-kanalen gemeten en de resultaten overgezonden. Zodra het derde systeem met de bus verbonden is, verschijnen op de terminal van systeem 2 ook de berichten met ID 500 (zie **figuur 5**).

(990066-4)

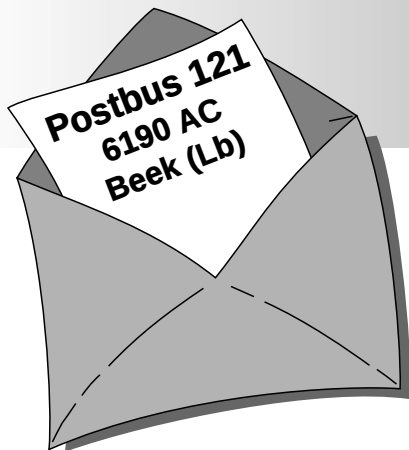
Figuur 5. De berichten met identificatie 300 en 500.

The screenshot shows the BASIC-REMOTE interface. The main window displays the program code for CAN3.BAS. A smaller window titled 'Remote Basic' is open on the right, showing a list of received data values. The values are as follows:

Line	Value
1	127
2	135
3	0
4	55
5	102
6	120
7	127
8	67
300	
1	133
2	127
3	0
4	55
5	102
6	121
7	131
8	67
300	
1	120
2	125
3	0
4	56
5	97
6	114
7	124

The screenshot shows the BASIC-REMOTE interface. The main window displays the program code for CAN3.BAS. A smaller window titled 'Remote Basic' is open on the right, showing a list of received data values. The values are as follows:

Line	Value
1	131
2	120
3	0
4	55
5	101
6	120
7	128
8	67
500	
1	136
2	123
3	132
4	126
5	134
6	131
7	124
8	67
300	
1	135
2	125
3	0
4	55
5	102
6	121
7	130



Alleen vragen of opmerkingen die voor meerdere lezers interessant zijn en die betrekking hebben op Elektuur-publicaties niet ouder dan 2 jaar, komen voor beantwoording in aanmerking. Gezien de hoeveelheid kunnen helaas niet alle brieven beantwoord worden en kan niet ingegaan worden op persoonlijke wensen en verzoeken om aanpassingen van of aanvullende informatie over Elektuur-projecten.

Titan 2000

Binnenkort wil ik de eindversterker 'Titan 2000' (febr. t/m mei '99) gaan bouwen. Ik zou graag willen weten of er een probleem mee geweest is en of hierover iets vermeld is in Elektuur. Nog een vraag: kan ik de printen via jullie Internet-site bestellen en laten leveren in België? Wat kost dit extra?

Erik Aerts

Voor zover ons bekend, zijn er bij de Titan 2000 geen bijzondere problemen te verwachten. Wel is het zo dat een goede koeling (koellichamen, geleidende pasta, ventilatoren) van groot belang is in verband met de thermische stabiliteit.

De printen kunnen gewoon via Internet worden besteld en geleverd in België; dit kost niets extra.

(redactie)

EDiTS Pro, superlocdecoder

Met grote interesse heb ik het artikel over de nieuwe locdecoder gelezen in het oktobernummer. Ik heb begrepen dat de decoder kan worden gecodeerd door middel van worden dioden. Ik heb echter nog een vraag. Is het ook mogelijk om de decoder software-matig te coderen met bijv. software van Ulenbrock of Märklin, of is daarvoor de in uw Product Service genoemde PIC 996523-1 nodig.

J. Oudesluijs

Zonder de genoemde geprogrammeerde controller lukt het helaas niet. Programmeren is alleen mogelijk met onze software en niet met software van andere herkomst.

(redactie)

Nogmaals EDiTS Pro

Ik moet voor mijn studie dit jaar een eindopdracht maken en daarvoor is mijn keuze op EDiTS Pro gevallen. Ik moet dan zelf echter bepaalde aanpassingen maken. Daarom wil ik bij deze de source-code van de microcontroller bestellen. Wat wordt er

eigenlijk bedoeld met de source-code; is dit een hex-file of een assembly-file?

Roel Heijser

Van het EDiTS-Pro-systeem zijn alleen geprogrammeerde controllers verkrijgbaar en de gecompileerde versie van het bijbehorende PC-programma. Dus géén source-code, in welke vorm dan ook, aangezien deze auteursrechtelijk beschermd is. Wel zal er te zijner tijd nog een artikel in Elektuur verschijnen over het besturingsprotocol tussen PC en controller.

Onder 'source-code' verstaan we overigens gewoonlijk de assembler-file.

(redactie)

En nogmaals EDiTS Pro

Graag zou ik in contact komen met de ontwerpers van EDiTS Pro, in verband met de nieuwe ontwikkelingen van het modelbaan-besturingssysteem. Zou ik een email-adres kunnen krijgen en eventueel een Internet-adres?

Bart Vercoutter

We hebben het al eerder vermeld, maar voor alle geïnteresseerden herhalen we het nog een keer:

email-adres: editspro@gironet.nl

en Internetadres:

www.gironet.nl/home/editspro/

Op de nieuwe website van Elektuur is overigens een link naar de site van EDiTS Pro aanwezig.

(redactie)

Impulssturing

Ik zoek een beschrijving van het sturen van modeltreinen via impulssturing; een blokspanning die al naar gelang de lengte van de blok de snelheid van de zich in een baanvak bevindende trein sneller of langzamer doet rijden. In Elektuur zou daarover een artikel hebben bestaan.

Eric van Capelleveen

Wat u bedoelt heet 'pulsbreedtere-geling' en dit is beslist niet specifiek voor treinen alleen. We raden u de volgende Elektuur-artikelen ter lezing aan: "PWM-regeling", juli/aug. '92 en '93; "universele pulsbreedtere-geling", juli/aug. '91; en "pulsbreedte-motorsturing", okt. '91.

(redactie)

Downloaden software

Is het mogelijk om Elektuur-software te downloaden, in plaats van deze via de post op diskette te ontvangen?

Wat is hiervoor de procedure?

Lorenzo Vandavelde

Vanaf 24 november is dit op de nieuwe Elektuur-website voor bepaalde software inderdaad mogelijk. De procedure wijst zich zelf.

(redactie)

LCD-aansturing

Mijn zoon heeft op school als project het aansturen van een 2x16 lijnen LCD-scherm, via de parallelle poort van de PC. Is er bij jullie ooit iets verschenen op dit gebied? Het zou voor hem een grote hulp zijn. Het is zijn eerste elektronica-project en het kost hem liters zweet om er iets van te maken.

Remi Libbrecht

Raad uw zoon eens aan om het artikel "intelligent LC-display" aandachtig door te lezen. Dit is gepubliceerd in Elektuur sept. '95. De benodigde software is onder bestelnummer EPS 9462056-1 nog leverbaar.

Overigens zijn oude Elektuur-publicaties gemakkelijk op te sporen met behulp van de 'Elektuur Item Tracer' (zie Service-pagina's in het blad).

(redactie)

Componenten

Veel vragen die ons bereiken, gaan over de verkrijgbaarheid van onderdelen. Daarom is het voor zowel onze lezers als voor ons goed nieuws dat Dick Meijaard uit

Middelburg onlangs is gestart met een speciale website voor onderdelen. Verzoeken om specifieke componenten worden op een prikbord gezet, waar leveranciers op kunnen kijken. Hebben zij het bewuste onderdeel in voorraad, dan kunnen ze hun email-adres en telefoonnummer opgeven. Voor klanten is het gebruik van deze service gratis, leveranciers betalen voor een abonnement een kleine vergoeding van f50,- per jaar.

Het adres van de onderdelen-site is: www.Realtime2000.net

Vier pootjes te weinig

Ik ben twee jaar geabonneerd op jullie blad en heb al verschillende dingen nagebouwd. Ik wil nu aan de in sept. '97 gepubliceerde PC-gestuurde relaiskaart beginnen. De onderdelen heb ik al in huis, maar nu kom ik tot de ontdekking dat mijn IC1 vier pootjes minder heeft dan het door jullie gebruikte IC. Mijn IC heeft de opdruk CD74HCT237E en telt 16 pennen, terwijl jullie de 74HCT237 voorschrijven met 20 pennen. Hoe is dat mogelijk?

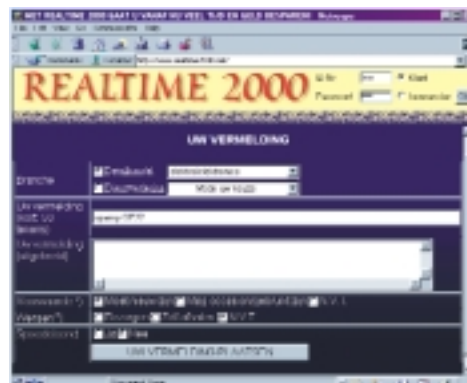
Martijn de Gouw

De verklaring is simpel. Wij hebben niet de 74HCT237 voorgeschreven maar de 74HCT273. Als u die gebruikt, zijn de ontbrekende pootjes terecht.

(redactie)

Gerucht

Ik ken jullie blad nog pas kort, maar ik moet zeggen dat het me tot nu toe heel erg bevalt. Er is al wel een vraag die ik wil stellen. Ik heb pas een gerucht gehoord over



een chip die je in een CD-speler kunt zetten, waardoor je CD's vol met MP3'tjes kunt afspelen. Als zo'n chip bestaat, lijkt me dit heel interessant. Misschien is het allemaal wel ver gezocht, maar ik ben toch nieuwsgierig of meer mensen hiervan gehoord hebben.

D. Lumkeman

Wij hebben, net als u, recentelijk hetzelfde gerucht gehoord. We zijn intussen bezig dit te onderzoeken en het is dus niet onmogelijk dat u binnen afzienbare tijd hierover een bijdrage in Elektuur zult aantreffen.

(redactie)

Spierstimulator

Enige tijd geleden heeft er een artikel in uw blad gestaan waarin een spierstimulator beschreven werd. Ik kan dit echter niet op uw website terugvinden. Kunt u mij wellicht vertellen welk nummer dit geweest is?

Sitan van Sluis

Dit even vernuftige als heilzame ontwerp is beschreven in de halfgeleidergids (juli/aug.-nummer) van 1998, op pag. 122.

(redactie)

Hartslagmeter

Voor ons project zijn wij op zoek naar informatie over een hartslagmeter. Nu heeft er enige jaren geleden een artikel in Elektuur gestaan over zo'n instrument, maar helaas weten wij de jaargang niet meer. Heeft u meer informatie voor ons? Bijvoorbeeld het jaargangnummer of het desbetreffende artikel?

Michiel Siemerink

Volgens onze onvolprezen Item Tracer hebben we in juli '86 al eens een hartslagmonitor gepubliceerd. We weten niet of u die bedoelt. De meest recente hartslagmeter stamt uit juni '96.

(redactie)

Motional Feedback

Ik ben op zoek naar onderdelen/informatie/liefhebbers van Philips MFB-speakers. Ook heb ik gehoord dat er eens een alternatief voor dat elementje in de woofer in jullie blad heeft gestaan. Dat was iets met een piëzo-elementje aan de buitenkant van de speaker. Kunnen jullie mij verder helpen?

Pim

Dit is echt iets uit de oude doos. Informatie over motional feedback is te vinden in de Elektuuruitgave van september '73. Over de Elektuur-versie, de "elektronische luidspreker", is onder andere geschreven in februari van datzelfde jaar.

(redactie)

Accu-conditioner

In een oud juli/augustusnummer van Elektuur (1993) vond ik een zogeheten 'accu-conditioner'. Ik krijg hem helaas niet naar behoren aan het werken, want de schakeling blijft laden als de LED gedooft is. Graag zou ik willen weten of er een fout in de schakeling zit.

Marc Croes

We hebben de schakeling nog eens bekeken, maar we hebben er geen fout in kunnen ontdekken. Uw probleem wijst in de richting van een defecte thyristor. Maar ook de optocoupler zou de schuldige kunnen zijn. Als u R6 even losneemt en de laadstroom valt weg, is de lekstroom van IC1 kennelijk te groot en moet de optocoupler door een ander exemplaar worden vervangen.

(redactie)

GPS en GSM

Een kort vraagje: Heeft Elektuur op enig moment aandacht geschonken aan de onderwerpen GPS en GSM? Zo ja, in welke nummers?

Freek Bos

Over GPS (Global Positioning System) hebben we in het verleden ooit uitvoerig geschreven in een speciale uitgave. Dat nummer is helaas niet meer verkrijgbaar en de informatie is inmiddels zowiezo enigszins gedateerd. Het wordt dus tijd dat we daaraan eens een nieuw artikel wijden.

Over het onderwerp GSM kunnen we u verwijzen naar het artikel "mobiele communicatie" in april '97.

(redactie)

Live! player/value

Is de door u, in het artikel over digitale in/uitgangen in Elektuur nr. 434 van december, gebruikte geluidskaart nu een Soundblaster Live! Player of Live! Value? Wat is precies het verschil hiertussen?

Frans van Schie

Marketing-technisch (?) wordt door de fabrikant in het ene land de kreet "Player" en in het andere land de

term "Value" gebezigd. Het gaat om exact hetzelfde ding.

(redactie)

GSM-Yagi

In Elektuur april '99 stond een beschrijving van een Yagi-antenne voor GSM in gebieden met slechte dekking. Ik heb deze antenne gebouwd maar stuit op het probleem dat ik niet aan een stukje lintlijn van 60 Ω kan komen om de balun mee te wikkelen. Aangezien het hierbij slechts gaat om twee gelijke smoorspoelen, vraag ik me af of hiervoor ook niet een stukje lintlijn van een andere impedantie gebruikt kan worden.

J. van Heesch

We denken niet dat het in de praktijk veel verschil zal uitmaken als u voor de balun een stukje 75 Ω -kabel gebruikt.

(redactie)

μ P-gestuurd mengpaneel

Ik heb dit in maart en april van '97 gepubliceerde mengpaneel gebouwd. De schakeling werkt, maar de regelaars reageren slechts vanaf een bepaald punt. Eerst gebeurt er een hele tijd niets en pas dan begint het volume op te komen. Ik moet er wel bij zeggen dat ik 22-k Ω -potmeters heb gebruikt in plaats van 25 k Ω zoals voorgeschreven.

Koen Logghe

Of u 22-k Ω - of 25-k Ω -potmeters gebruikt, maakt niet zo veel uit. Belangrijk is echter dat het lineaire potmeters zijn. Het door u beschreven regelgedrag doet vermoeden dat u logaritmische exemplaren hebt gebruikt.

(redactie)

Nachtlampje

Ik heb twee van de in april '95 beschreven nachtlampjes gemaakt als navigatieverlichting in onze tamelijk donkere hal. De LED's lichten echter continu op, ongeacht de stand van potmeter P1. Wat moet er aan gewijzigd worden om ze alleen bij grote duisternis te laten oplichten?

Marnicq De Schrijver

Mits u de schakeling verder correct hebt opgebouwd, is eigenlijk de enige voorstelbare reden voor het door u geschetste probleem, dat u fototransistor T1 (BPW40) niet goed hebt aangesloten. De collector is de draad die zich het dichtst bij het platte vlakje bevindt.

Het zou natuurlijk ook kunnen dat uw hal gewoon te donker is. In dat geval kunt u eens proberen de waarde van P1 een factor 2 te vergroten.

(redactie)

Blauw

Mijn monitor heeft een afwijking: hij geeft alles te blauw weer. Nu hoorde ik van iemand dat er in Elektuur een of ander apparaatje is beschreven dat dit hardwarematig kan oplossen door het aan te sluiten tussen computer en monitor. Ik heb er al naar gezocht maar ik kan het niet vinden. Kunt u mij zeggen of u inderdaad zoiets gepubliceerd hebt?

D. Moernoo

Helaas, zo'n wonderapparaatje hebben we niet voor u. We weten niet hoe oud de monitor is, maar in uw plaats zouden we er snel mee teruggaan naar de leverancier.

(redactie)

HET LEK VAN ELEKTUUR

Ontwikkelingsysteem voor 80C166 (maart/april '99)

In de onderdelenlijst staat bij C18/C19 tussen haakjes '100 MHz kristal'. Dit moet 40 MHz zijn. Bij IC3 staat de toevoeging 'I/O'; hier had 'battery-backup' moeten staan. Sommige 40-MHz-kristallen willen alleen op hun grondtoon van 13,33 MHz oscilleren. Men kan dan met de waarde van C18/C19 expe-

rimenteren, maar de beste remedie is om een kant-en-klaar oscillator-blokje te gebruiken.

Uit het schema is niet goed op te maken hoe de seriële aansluiting via D9 tot stand komt. De pennen 2 resp. 3 van deze connector moeten niet met TxD1 resp. RxD1 worden verbonden, maar met de andere (de RS232-)kant van de MAX232. Dus pen 2 wordt via K1 verbonden met pen 2BC en pen 3 met 3BC.

een chip die je in een CD-speler kunt zetten, waardoor je CD's vol met MP3'tjes kunt afspelen. Als zo'n chip bestaat, lijkt me dit heel interessant. Misschien is het allemaal wel ver gezocht, maar ik ben toch nieuwsgierig of meer mensen hiervan gehoord hebben.

D. Lumkeman

Wij hebben, net als u, recentelijk hetzelfde gerucht gehoord. We zijn intussen bezig dit te onderzoeken en het is dus niet onmogelijk dat u binnen afzienbare tijd hierover een bijdrage in Elektuur zult aantreffen.

(redactie)

Spierstimulator

Enige tijd geleden heeft er een artikel in uw blad gestaan waarin een spierstimulator beschreven werd. Ik kan dit echter niet op uw website terugvinden. Kunt u mij wellicht vertellen welk nummer dit geweest is?

Sitan van Sluis

Dit even vernuftige als heilzame ontwerp is beschreven in de halfgeleidergids (juli/aug.-nummer) van 1998, op pag. 122.

(redactie)

Hartslagmeter

Voor ons project zijn wij op zoek naar informatie over een hartslagmeter. Nu heeft er enige jaren geleden een artikel in Elektuur gestaan over zo'n instrument, maar helaas weten wij de jaargang niet meer. Heeft u meer informatie voor ons? Bijvoorbeeld het jaargangnummer of het desbetreffende artikel?

Michiel Siemerink

Volgens onze onvolprezen Item Tracer hebben we in juli '86 al eens een hartslagmonitor gepubliceerd. We weten niet of u die bedoelt. De meest recente hartslagmeter stamt uit juni '96.

(redactie)

Motional Feedback

Ik ben op zoek naar onderdelen/informatie/liefhebbers van Philips MFB-speakers. Ook heb ik gehoord dat er eens een alternatief voor dat elementje in de woofer in jullie blad heeft gestaan. Dat was iets met een piëzo-elementje aan de buitenkant van de speaker. Kunnen jullie mij verder helpen?

Pim

Dit is echt iets uit de oude doos. Informatie over motional feedback is te vinden in de Elektuuruitgave van september '73. Over de Elektuur-versie, de "elektronische luidspreker", is onder andere geschreven in februari van datzelfde jaar.

(redactie)

Accu-conditioner

In een oud juli/augustusnummer van Elektuur (1993) vond ik een zogeheten 'accu-conditioner'. Ik krijg hem helaas niet naar behoren aan het werken, want de schakeling blijft laden als de LED gedooft is. Graag zou ik willen weten of er een fout in de schakeling zit.

Marc Croes

We hebben de schakeling nog eens bekeken, maar we hebben er geen fout in kunnen ontdekken. Uw probleem wijst in de richting van een defecte thyristor. Maar ook de optocoupler zou de schuldige kunnen zijn. Als u R6 even losneemt en de laadstroom valt weg, is de lekstroom van IC1 kennelijk te groot en moet de optocoupler door een ander exemplaar worden vervangen.

(redactie)

GPS en GSM

Een kort vraagje: Heeft Elektuur op enig moment aandacht geschonken aan de onderwerpen GPS en GSM? Zo ja, in welke nummers?

Freek Bos

Over GPS (Global Positioning System) hebben we in het verleden ooit uitvoerig geschreven in een speciale uitgave. Dat nummer is helaas niet meer verkrijgbaar en de informatie is inmiddels zowiezo enigszins gedateerd. Het wordt dus tijd dat we daaraan eens een nieuw artikel wijden.

Over het onderwerp GSM kunnen we u verwijzen naar het artikel "mobiele communicatie" in april '97.

(redactie)

Live! player/value

Is de door u, in het artikel over digitale in/uitgangen in Elektuur nr. 434 van december, gebruikte geluidskaart nu een Soundblaster Live! Player of Live! Value? Wat is precies het verschil hiertussen?

Frans van Schie

Marketing-technisch (?) wordt door de fabrikant in het ene land de kreet "Player" en in het andere land de

term "Value" gebezigd. Het gaat om exact hetzelfde ding.

(redactie)

GSM-Yagi

In Elektuur april '99 stond een beschrijving van een Yagi-antenne voor GSM in gebieden met slechte dekking. Ik heb deze antenne gebouwd maar stuit op het probleem dat ik niet aan een stukje lintlijn van 60 Ω kan komen om de balun mee te wikkelen. Aangezien het hierbij slechts gaat om twee gelijke smoorspoelen, vraag ik me af of hiervoor ook niet een stukje lintlijn van een andere impedantie gebruikt kan worden.

J. van Heesch

We denken niet dat het in de praktijk veel verschil zal uitmaken als u voor de balun een stukje 75 Ω -kabel gebruikt.

(redactie)

μ P-gestuurd mengpaneel

Ik heb dit in maart en april van '97 gepubliceerde mengpaneel gebouwd. De schakeling werkt, maar de regelaars reageren slechts vanaf een bepaald punt. Eerst gebeurt er een hele tijd niets en pas dan begint het volume op te komen. Ik moet er wel bij zeggen dat ik 22-k Ω -potmeters heb gebruikt in plaats van 25 k Ω zoals voorgeschreven.

Koen Logghe

Of u 22-k Ω - of 25-k Ω -potmeters gebruikt, maakt niet zo veel uit. Belangrijk is echter dat het lineaire potmeters zijn. Het door u beschreven regelgedrag doet vermoeden dat u logaritmische exemplaren hebt gebruikt.

(redactie)

Nachtlampje

Ik heb twee van de in april '95 beschreven nachtlampjes gemaakt als navigatieverlichting in onze tamelijk donkere hal. De LED's lichten echter continu op, ongeacht de stand van potmeter P1. Wat moet er aan gewijzigd worden om ze alleen bij grote duisternis te laten oplichten?

Marnicq De Schrijver

Mits u de schakeling verder correct hebt opgebouwd, is eigenlijk de enige voorstelbare reden voor het door u geschetste probleem, dat u fototransistor T1 (BPW40) niet goed hebt aangesloten. De collector is de draad die zich het dichtst bij het platte vlakje bevindt.

Het zou natuurlijk ook kunnen dat uw hal gewoon te donker is. In dat geval kunt u eens proberen de waarde van P1 een factor 2 te vergroten.

(redactie)

Blauw

Mijn monitor heeft een afwijking: hij geeft alles te blauw weer. Nu hoorde ik van iemand dat er in Elektuur een of ander apparaatje is beschreven dat dit hardwarematig kan oplossen door het aan te sluiten tussen computer en monitor. Ik heb er al naar gezocht maar ik kan het niet vinden. Kunt u mij zeggen of u inderdaad zoiets gepubliceerd hebt?

D. Moernoo

Helaas, zo'n wonderapparaatje hebben we niet voor u. We weten niet hoe oud de monitor is, maar in uw plaats zouden we er snel mee teruggaan naar de leverancier.

(redactie)

HET LEK VAN ELEKTUUR

Ontwikkelingssysteem voor 80C166 (maart/april '99)

In de onderdelenlijst staat bij C18/C19 tussen haakjes '100 MHz kristal'. Dit moet 40 MHz zijn. Bij IC3 staat de toevoeging 'I/O'; hier had 'battery-backup' moeten staan. Sommige 40-MHz-kristallen willen alleen op hun grondtoon van 13,33 MHz oscilleren. Men kan dan met de waarde van C18/C19 expe-

rimenteren, maar de beste remedie is om een kant-en-klaar oscillator-blokje te gebruiken.

Uit het schema is niet goed op te maken hoe de seriële aansluiting via D9 tot stand komt. De pennen 2 resp. 3 van deze connector moeten niet met TxD1 resp. RxD1 worden verbonden, maar met de andere (de RS232-)kant van de MAX232. Dus pen 2 wordt via K1 verbonden met pen 2BC en pen 3 met 3BC.

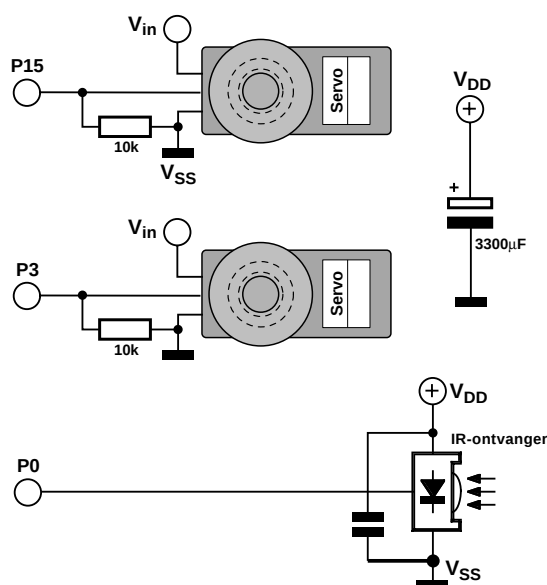
BASIC Stamp programmeercursus

deel 5: besturing op afstand

Deze maand gaan we onderzoeken, hoe we de robot kunnen laten reageren op commando's van een infrarood-afstandsbediening.

Al Williams

20



990050 - 5 - 11

Figuur 20. Schema van de afstandsbestuurde robot. Er wordt hierbij alleen een IR-ontvanger gebruikt (Panasonic type 4602).

Hoeveel afstandsbedieningen heeft u eigenlijk? Als u net als ik bent, kon dat wel eens een verbazingwekkend aantal zijn. Ieder elektronisch apparaat schijnt tegenwoordig zijn eigen afstandsbediening te hebben. Als een afstandsbediening kapot gaat of zoek raakt, moet je een universele vervanger kopen. Helaas schijnen die nooit alle functies van het desbetreffende apparaat te kunnen bedienen.

Vorige maand hebben we laten zien hoe we onze robot met infrarood-sensoren kunnen uitrusten om voorwerpen te detecteren. Infrarood-componenten zijn er in overvloed omdat bijna alle afstandbedieningen hiervan gebruik maken om de commando's naar het apparaat in kwestie te sturen. Waarom zouden we dan infrarood-

detector op de robot monteren om commando's van een afstandsbediening op te vangen? Als we op afstand kunnen communiceren met de robot, hoeven we niet uit onze stoel op te staan om toch de robot te laten doen wat wij willen! Al doende wordt ook verteld hoe de BASIC Stamp pulstijden meet en met arrays omgaat.

DETAILS

De schakeling voor de robot is heel eenvoudig (zie **figuur 20**). Het is eigenlijk dezelfde schakeling als die van vorige maand, alleen nu met één sensor en geen LED's. De LED's zitten in de afstandsbediening. Met wat experimenteren kan waarschijnlijk iedere afstandsbediening aan de gang worden gekregen. Bij onze experimenten is er

een van Sony gebruikt, omdat het SIRCS (Serial Infra Red Control Signal, ook wel Control S genoemd) protocol goed is gedocumenteerd op Internet. Als u geen Sony afstandsbediening hebt, koop dan een goedkoop universeel knoppendoosje en programmeer het voor het bedienen van een Sony TV. Er zijn een paar vrij algemene protocollen voor afstandsbediening (kijk eens op www.hut.fi/Misc/Electronics/docs/ir/ircodes.html om een idee te krijgen). Meestal wordt gebruik gemaakt van pulsbreedte-modulatie. Voor het Sony-protocol stuurt de afstandsbediening eerst een tamelijk lang startbit (langer dan 2 ms, dit bit wordt vaak de AGC-puls genoemd). Dit maakt het voor de ontvanger mogelijk hierop te synchroniseren en zijn automatische

sterkteregeling (AGC: Automatic Gain Control) in te stellen (dit gebeurt inwendig in de IR-ontvanger). Na het startbit volgt een serie pulsen. Een 600- μ s-puls is een '0' en een 1200- μ s-puls een '1'. Tussen de pulsen zit een pauze van 600 μ s. Diverse factoren kunnen op deze timing invloed hebben; beschouw de genoemde waarden als een goed gemiddelde.

PULSMETINGEN

De Stamp is heel goed in het meten van pulsen (met het **PULSIN**-commando). **PULSIN** heeft drie parameters nodig. De eerste geeft aan van welke pen de puls moet worden gemeten. De BASIC Stamp schakelt deze pen als ingang - als dat al niet het geval is. De volgende parameter geeft aan of moet worden gekeken naar een opgaande flank (1) of een neergaande (0). De laatste parameter is een variabele van het type 'word' om de pulsduur in op te slaan. De BASIC Stamp gebruikt een tijdbasis van 2 μ s, dus als de variabele bijvoorbeeld 100 bevat, was de pulsduur 200 μ s. Het commando loopt na 131 ms af (time-out). Als in die tijd geen puls komt, wordt de variabele met 0 geladen. De langste pulsduur die kan worden gemeten is $65535 \times 2 \mu\text{s} = 131 \text{ ms}$.

Het **PULSIN**-commando meet alleen pulsen als het de juiste flank vindt. Stel dat u wilt weten hoe lang iemand een knop indrukt. Bij indrukken maakt de knop de ingangspen laag. Als het **PULSIN**-commando wordt uitgevoerd, nadat de knop is ingedrukt, zal er nooit een pulstijd worden gemeten. Het **PULSIN** commando moet worden gestart voordat de desbetreffende flank eraan komt. Eigenlijk is dit heel logisch, want het voorkomt onjuiste meetresultaten. Het commando meet altijd een volledige puls. Als de pulstijden nooit langer zijn dan 510 μ s, is het mogelijk om een byte-variabele te gebruiken. Bedenk wel, dat als de pulstijd door een toevallige omstandigheid langer is, het meetresultaat fout is en geen waarschuwing wordt gegeven. Inwendig gebruikt het commando een 16-bits timer en door een byte-variabele te gebruiken wordt de time-out-waarde niet veranderd. Met onze IR sensor gaan we pulsen meten die langer kunnen duren dan 2 ms, dus in alle programma's in dit artikel worden variabelen van het type 'word' gebruikt.

Aannemende dat de IR-sensor op pen 0 is aangesloten, is het heel makkelijk om de duur van een IR-puls te meten:

```
IRREAD:
  PULSIN 0,0,W1
  IF W1=0 THEN IRREAD
    ' geen puls
  DEBUG ?W1
  GOTO IRREAD
```

U kunt dit programmaatje gebruiken om te zien of u verschillende tijden krijgt bij het indrukken van knoppen op de afstandsbediening. Omdat we de afzonderlijk bits nog niet meten, hebben de meetresultaten geen bepaalde betekenis.

De Sony afstandsbediening verstuurt 12 databits (13 als het startbit wordt meegeteld). De eerste zeven bits bevatten de functiecode (minst significante bit eerst) en de vijf volgende bits bevatten de 'device ID' (apparaatcode). Omdat we alleen zijn geïnteresseerd in de functietoetsen, hoeven we ons niet te bekommeren om de device-ID. In principe zouden we bits als volgt kunnen lezen:

```
IRREAD:
  B0=0 ' in te lezen byte
  B1=1 ' bit masker
  PULSIN 0,0,W5
  IF W5<1200 then IRREAD
    ' geen startbit
  FOR B2 = 1 to 7
    PULSIN 0,0,W5
    IF W5<800 THEN READZERO
    B0=B0+B1 ' set 1 bit
  READZERO:
    B1=B1*2
    ' verschuif masker
  NEXT
```

Dit ziet er uit als een prima stukje code, maar het werkt niet. Het principe is echter wel goed. De eerste **PULSIN** leest het startbit en gooit ieder bit weg dat niet de juiste tijdsduur heeft. Dan volgt een lus waarin achtereenvolgens ieder bit wordt gelezen en het corresponderende bit in B0 wordt gezet als de duur van de puls langer (of gelijk aan) is dan 800 μ s (dat is veel langer dan een 0 van 600 μ s; aangezien een '1' nominaal 1200 μ s is, zou geen enkele één zo kort mogen zijn als 800 μ s).

Het enige probleem met deze code is, dat de tijdsruimte tussen de binnenkomende bits slechts 600 μ s is. Dat is weinig tijd voor de Stamp om het **PULSIN** commando uit te voeren. Voor het uitvoeren van een IF statement heeft de BASIC Stamp minstens 470 μ s nodig (de gemiddelde tijd om een commando uit te voeren is circa 330 μ s - sommige commando's duren langer, andere korter). Zelfs de snelste commando's duren langer dan 100 μ s. Door de commando's tussen de achtereenvolgende aanroepen van **PULSIN** mist de BASIC Stamp enkele bits.

Een oplossing zou kunnen zijn om een BASIC Stamp IISX te gebruiken, die veel sneller is dan de gewone BASIC Stamp. Maar door een beetje slim te programmeren, kan ook de gewone Stamp de snelle IR-pulsen lezen.

DE OPLOSSING

Om het genoemde probleem op te lossen, dient het aantal instructies tussen

de **PULSIN**-commando's te worden verminderd. In feite moeten alle instructies tussen de opvolgende **PULSIN**-commando's worden geëlimineerd om een goede werking te verzekeren. Maar hoe is dat mogelijk? Wel, sla de ruwe **PULSIN**-waarden meteen op en bewerk ze later als er meer tijd beschikbaar is! De vraag is echter, waar bergen we ze op? We zouden variabelen kunnen gebruiken, maar dan zouden minstens acht variabelen van het type 'word' nodig zijn (een voor het startbit en zeven voor de databits). De resulterende code zou niet bepaald elegant zijn. Maar als u bekend bent met andere programmeertalen, zou u op het idee kunnen komen om arrays te gebruiken om de resultaten in op te slaan. Dat is een prima idee en gelukkig worden arrays door de BASIC Stamp ondersteund.

ARRAYS

Een array is een methode om gelijksoortige variabelen te groeperen door ze dezelfde variabelennaam te geven, met een indexnummer om ze te onderscheiden. Stel dat u met oneven getallen wilt werken, dan zou u kunnen schrijven:

```
oddnms var byte (5)
oddnms(0) = 1
oddnms(1) = 3
oddnms(2) = 5
oddnms(3) = 7
oddnms(4) = 9
```

Nu verwijst `oddnms(2)` naar het derde oneven getal (denk eraan dat de index met 0 begint). Als u ruimte reserveert voor 5 elementen, dan gebruikt u 0 t/m 4 voor de index. Als u - per ongeluk - een ander nummer gebruikt, dan wordt in geheugen geschreven dat door een ander deel van het programma wordt gebruikt.

Arrays zijn nuttig omdat ze gebruikt kunnen worden in lussen. Om bijvoorbeeld alle oneven getallen te printen, kunnen we schrijven:

```
I var byte
for I = 0 to 4
  Debug ?oddnms(I)
next
```

U moet bij dit alles natuurlijk wel het beperkte geheugen van de BASIC Stamp in de gaten houden. Arrays maken het geheugen niet groter, maar ze maken wel een beter gebruik ervan mogelijk.

IR LEZEN

Om de IR-datastroom met succes te lezen, zijn reeksen van 13 **PULSIN**-commando's nodig (of 8, als de extra bits genegeerd kunnen worden). Alleen de eerste acht pulstijden hoeven

Listing 8.
Software voor de afstandsbestuurde robot.

```
' Remote Rover by Al Williams
irsense con 0
irinput var in0
irthreshold con 450
irstartlow con 1100
irstarthi con 1300

value var byte      ' result

raw var word(7)
start var word
dummy var word

right_servo con 3 ' right servo motor
left_servo con 15 ' left servo motor
delay var byte    ' motor cycle time
center con 750
speed var word
i var byte

delay=10
speed=100

top:
  gosub read_ir
  if value=1 then forward
  if value=3 then left
  if value=5 then right
  if value=7 then back
  goto top

forward:
  for i=1 to delay*2
    pulsout left_servo,center-speed
    pulsout right_servo,center+speed
    pause 20
  next
  goto top

back:
  for i=1 to delay
    pulsout left_servo,center+speed
    pulsout right_servo,center-speed
    pause 20
  next
  goto top

left:
  for i=1 to delay
    pulsout left_servo,center-speed
    pulsout right_servo,center-speed
    pause 20
  next
  goto top

right:
  for i=1 to delay
    pulsout left_servo,center+speed
    pulsout right_servo,center+speed
    pause 20
  next
  goto top

read_ir:
' The problem here is that the gap between bits
' is about 500µS and the Stamp may miss bits
unless
' you read everything in one swoop. So you
can't
' read this in a loop or even test the start
bit
' until you are finished.
if irinput=0 then noir
' Already in the middle of a pulse so skip it
pulsin irsense,0,start
pulsin irsense,0,raw(0)
pulsin irsense,0,raw(1)
pulsin irsense,0,raw(2)
pulsin irsense,0,raw(3)
pulsin irsense,0,raw(4)
pulsin irsense,0,raw(5)
pulsin irsense,0,raw(6)
' Could comment these out
pulsin irsense,0,dummy
pulsin irsense,0,dummy
pulsin irsense,0,dummy
pulsin irsense,0,dummy
' test for good start bit
if (start<irstartlow) or (start>irstarthi)
then noir
value=0
for dummy=6 to 0
value=value*2
if raw(dummy)<irthreshold then ir0
value=value+1
ir0:
next

return
noir:
value=-1
return
```

opgeslagen te worden. Onze code zou er dus als volgt uit kunnen zien:

```
irsense con 0
irstartlow con 1100
' minimum duur startbit
irstarthi con 1300
' maximum duur startbit
raw var word(7)
dummy var word
start var word

read_ir:
pulsin irsense,0,start
' lees mogelijk startbit
pulsin irsense,0,raw(0)
pulsin irsense,0,raw(1)
```

```
pulsin irsense,0,raw(2)
pulsin irsense,0,raw(3)
pulsin irsense,0,raw(4)
pulsin irsense,0,raw(5)
pulsin irsense,0,raw(6)
pulsin irsense,0,dummy
' dummy, device ID - negeer
pulsin irsense,0,dummy
' dummy, device ID - negeer
pulsin irsense,0,dummy
' dummy, device ID - negeer
pulsin irsense,0,dummy
' dummy, device ID - negeer
pulsin irsense,0,dummy
' dummy, device ID - negeer
```

Nu moeten alleen de ruwe data nog

worden bewerkt. Het is goed mogelijk dat het eerste bit dat werd gelezen geen startbit was. Een eenvoudige test voorkomt dat ergens halverwege een datapakket met lezen wordt begonnen:

```
if start<irstartlow or
start>irstarthi then noir
```

Het is jammer dat deze test niet direct na het inlezen van het startbit kan worden gedaan - het hele pakket moet worden gelezen, daarna kan pas worden beslist of het wel of niet goed was. De volgende taak is het converteren van de ruwe data naar een binair getal.

Hierbij is snelheid niet zo belangrijk meer:

```
value var byte
value=0
for dummy=6 to 0
  value=value * 2
  if raw(dummy)<irthreshold
then ir0
  value=value+1
ir0:
next
return
```

Hierbij wordt simpelweg iedere waarde getest (in omgekeerde volgorde). Als de ruwe waarde groter is dan de drempel (threshold), wordt '1' bij het resultaat (value) opgeteld. Wel wordt het resultaat bij iedere lus-doorgang met 2 vermenigvuldigd (een 'shift left'). De BASIC Stamp heeft een shift-left-commando, dus in plaats van te vermenigvuldigen zou dit gebruikt kunnen worden:

```
value = value << 1
```

Zo, nu kunnen de toetsen van de afstandbediening makkelijk worden ingelezen. De toetsen hebben een repeteerfunctie en het is nuttig om daar bij het schrijven van het programma rekening mee te houden.

BESTURING OP AFSTAND

Nu we zijn gewapend met de IR-sensor-routines, is het niet moeilijk meer om de robot te voorzien van afstandsbesturing. We moeten echter wel weten welke waarden de toetsen op de afstandsbediening afgeven. Daar is gemakkelijk achter te komen door de IR-routine op te roepen en met behulp van debug de waarden op het scherm te laten zetten.

De Sony-afstandsbediening gaf de volgende waarden: toets 1 '0', toets 2 '1' enz. Toets 0 gaf '10'. Er werd besloten om toets 2 voor vooruit te gebruiken, toets 8 voor achteruit, toets 4 voor links en toets 6 voor rechts. De plaats van de toetsen op de afstandsbediening maakt dit een logische keuze. Wat nu nog dient te gebeuren, is het testen van de waarden en de bijbehorende commando's naar de servo's te sturen (net als de andere bewegingscommando's in eerdere afleveringen). De complete listing voor onze 'afstandsbestuurde robot' is te vinden in **Listing 8**.

Toen er een tijdje met de robot was gespeeld, ontstond het volgende idee: Door eenmaal de '2'-toets in te drukken, moest de robot vooruit blijven gaan. Door een andere commando-toets of de '5' in te drukken, moest de robot weer stoppen. Dit bleek echter een probleem.

Het is makkelijk genoeg om een vlag te

Internet

<http://www.parallaxinc.com> - BASIC Stamp Manual Version 1.9, BASIC Stamp DOS en Windows Editor, programmavoorbeelden. Adressen van distributeurs.

<http://www.stampsinclass.com> - documentatie van robot (oorspronkelijke naam: BoE-Bot), robotcursus, robottekeningen in dxf-en dwg-formaat, discussiegroep voor educatief gebruik van de BASIC Stamp.

chucks@turbonet.com - ontwerper van de robot en een van de auteurs van deze serie. Technische assistentie.

kgracey@parallaxinc.com - mede-auteur van deze aflevering. Technische assistentie en vragen over het educatieve programma.

<http://www.antratek.nl> - Nederlandse distributeur van Parallax BASIC Stamps en het robot-chassis.

zetten voor vooruit bewegen. Het probleem is, dat als we proberen het signaal van de afstandsbediening te lezen, we bij ieder PULSIN-commando moeten wachten tot het afloopt (time-out) voordat we weer in de hoofdloop terugkomen. Met 13 commando's die ieder aflopen na 131 ms geeft dit een dode tijd van bijna 2 seconden tussen de bewegings-commando's. De robot gaat daardoor heel stoterig bewegen. Bij de oorspronkelijke opzet was dat niet zo'n probleem, omdat door het repeteren van een ingedrukte toets het PULSIN-commando direct na het inlezen van de pulstijd terugkeert zonder time-out. Het probleem kan worden vermindert door de device-ID-codes niet te lezen. Dit vermindert het aantal time-outs, maar verhoogt het aantal keren dat het startbit wordt gemist en het dus langer duurt om te synchroniseren. Uiteindelijk besloten we om de code maar zo te laten als hij was.

Een andere manier om de zaak sneller te maken, is om eerst de sensor op 0 te testen alvorens een hele pulsreeks te willen 'vangen'. Als de sensor '0' is, wordt er een pakket verzonden en is het onmogelijk om dat nog te lezen, dus waarom zouden we dat proberen? In de code van listing 8 is deze test opgenomen.

INSPIRERENDE IDEEËN

Er zijn talloze aanvullingen en wijzigingen mogelijk voor het programma in listing 8. Zo zouden de knoppen voor volume en kanaalkeuze kunnen worden geprogrammeerd om de snelheids(speed)- en vertraging(delay)-variabelen te veranderen. Probeer het eens.

Nu we de codes van de afstandsbedie-



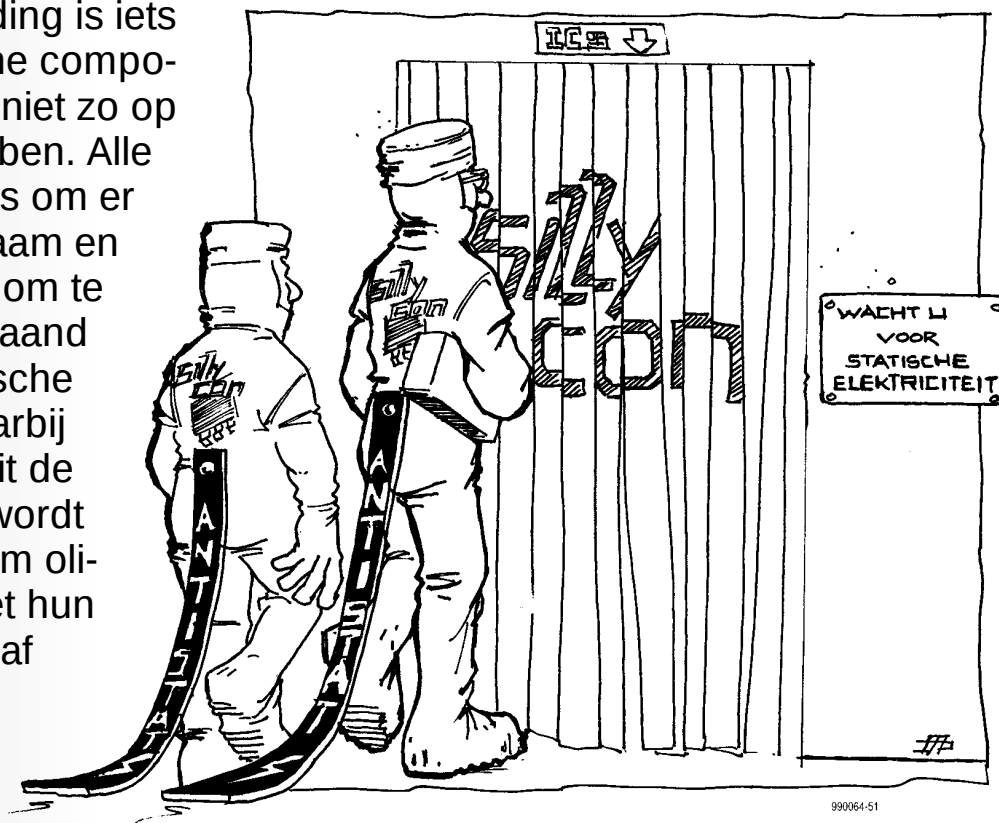
ning weten, is het eenvoudig om de robot van geavanceerde eigenschappen te voorzien. Zo is het bijvoorbeeld echt niet moeilijk om onder bepaalde toetswaarden vooraf bepaalde reeksen van uit te voeren stappen te zetten. Nog geavanceerder zou het zijn om met de afstandsbediening een commandoreeks te programmeren, die in EEPROM op te bergen en deze op een later tijdstip op te roepen (als een soort macro). Als we het protocol van de afstandsbediening eenmaal weten, zouden we een aantal commando's voor de TV naar de robot kunnen sturen, die naar een andere kamer laten gaan en daar - als hij de TV in zicht krijgt - deze commando's te laten herhalen. Met deze techniek zou het zelfs mogelijk zijn om twee robots met elkaar te laten communiceren, vooropgesteld dat de afstand niet te groot is. Hoewel een infrarood-afstandsbediening heel snelle pulsen geeft, kan de BASIC Stamp ze correct verwerken, mits de software goed is geschreven. Met het PULSIN-commando is het meten van de pulstijden eenvoudig en nauwkeurig mogelijk. En, hoewel niet beslist noodzakelijk, maakt het gebruik van arrays de taak een stuk eenvoudiger. Met een beetje vernuft is er praktisch geen grens aan datgene wat de BASIC Stamp kan doen.

(990050-5)

statische lading

de schokkende feiten op een rij

Statische lading is iets waar elektronische componenten het niet zo op begrepen hebben. Alle reden dus om er behoedzaam en respectvol mee om te gaan. Onderstaand een paar praktische tips hierover, waarbij en passant uit de doeken wordt gedaan waarom olifanten beter met hun slurf van IC's af kunnen blijven.



990064-51

Over statische lading bestaan nogal wat misverstanden die veel overeenkomst vertonen met wat men dacht bij de opkomst van de eerste (stoom)treinen in de vorige eeuw. Veel mensen, waaronder beroemde wetenschappers, waren in die tijd van mening dat bij snelheden van 100 km per uur en meer het menselijk lichaam spontaan zou desintegreren. Ondertussen weten we wel beter. Het is niet de snelheid waar het op aankomt, maar de verandering van snelheid. Rij je 100 km per uur in een auto, dan is er niets aan de hand. Rij je met dezelfde 100 km tegen een muur, dan verandert de snelheid zeer snel van 100 naar nul en heb je wel degelijk een groot probleem...

Zo is het ook met elektriciteit. We hebben ons allemaal wel eens statisch opgeladen als we de poes aaiden of over een kunststoffen vloerbedekking liepen. Dat opladen gaat geleidelijk. Je merkt er niets van. Pas op het moment dat je de deurknop of een ander per-

soon aanraakt die tot een andere spanning is opgeladen, springt er letterlijk een vonkje over. Hierdoor verandert de lading snel, met een pijnlijk schokje als gevolg. Wat we dan voelen is niet het potentiaalverschil maar het ontladestroompje dat er gaat lopen. Hoe groter deze stroom, hoe pijnlijker het is. U kunt de ontladestroom overigens klein houden door een weerstandje van 10 k of 100 k in de hand te nemen en met de andere kant van het weerstandje eerst contact te maken. Door dit trucje voelt u gegarandeerd niets, terwijl het spanningsverschil toch vereffend wordt (het duurt alleen wat langer).

KWETSBARE COMPONENTEN

Elektronische componenten zijn nog gevoeliger voor statische (ont)lading dan wij mensen. De meeste zijn zo teer dat ze onherstelbaar beschadigd kunnen raken tijdens het vereffenen van

spanningsverschillen.

We weten inmiddels dat het niet uitmaakt of er 1000 volt of meer op een component staat, zolang die spanning ook maar op de omgeving van die component staat en er dus geen spanningsverschil is. Zijn er wel spanningsverschillen, dan kan binnenin de component isolatie beschadigd worden (doorslag optreden) of er gaat een stroom lopen die de ladingsverschillen vereffent. En die stroom kan de component ook stuk maken.

Dit eenmaal wetende kunnen we een soort gedragscode opstellen voor een veilige omgang met elektronische componenten. Waar het allemaal om draait, is dat - voordat we een component vastpakken - we er altijd voor moeten zorgen dat er tussen onszelf en de component geen spanningsverschil is. Een voorbeeld: u hebt nieuwe geheugenmodules voor de PC gekocht en wilt die nu in de PC plaatsen. Het zakje met geheugenmodules in uw tas

kan iedere potentiaal hebben. Dit zakje behoort van geleidende kunststof te zijn, zodat er tussen de modules onderling en tussen de modules en het zakje alvast geen potentiaalverschil mogelijk is en de IC's beschermd zijn. Maar ook uzelf hebt uiteraard ten opzichte van het zakje een willekeurige potentiaal en daarom is het aller-eerst dus zaak ervoor zorgen dat het spanningsverschil tussen het zakje en uzelf verdwijnt. Als u niet bang bent voor een (klein) schokje, is dit heel eenvoudig: pak het zakje (maar niet de inhoud) gewoon met uw vingers vast. Pas nu kunt u zonder enig risico een module uit het zakje halen. Omdat er toch geen potentiaalverschil is, kunt u de modules met een gerust hart aanraken. Het is zelfs goed om dat te doen, want door het aanraken is er een geleidende verbinding met uzelf en kan er dus geen nieuw potentiaalverschil worden opgebouwd. Nogmaals en voor alle duidelijkheid: *het is dus beter de modules met de blote handen uit het zakje te nemen dan met een geïsoleerd tangetje!*

De volgende stap is het plaatsen van de modules in de PC. Ook die PC kan wederom een willekeurige potentiaal ten opzichte van uzelf hebben. Raak daarom met uw andere hand (niet met de modules) de omhulling van de PC aan op een plek die geleidt, bijvoorbeeld een blank schroefje (dus geen kunststof of geverfd deel van de kast). Dit kan even een klein schokje opleveren, maar het resultaat is wel dat tussen het zakje met de modules en de PC nu geen spanningsverschil meer aanwezig is. Uw lichaam doet namelijk dienst als geleider en heeft het potentiaalverschil weggewerkt. Blijf met de ene hand contact houden met de PC en zet met de andere hand de geheugenmodule in de connector op het moederbord.

AARDE?

En hoe zit het nu met de aarde? Is het niet veel beter de modules eerst met de aarde in contact te brengen? De aarde is toch nul, dan zou er toch zeker niets moeten gebeuren. Dat zit als volgt in elkaar:

Net zo goed als u zich volkomen prettig kunt voelen boven op de Eiffeltoren (zolang u maar niet naar beneden springt of valt), maakt het voor een component niet uit of hij zich op een *stabiel* potentiaal van nul (= aarde) of een andere (hoge) waarde bevindt. Dus het aardpotentiaal is feitelijk helemaal niet belangrijk, maar wel handig. Wanneer de PC al vooraf op aardpotentiaal ligt en de modules in het zakje ook, dan weet u zonder dat er gemeten hoeft te worden en zonder andere moeilijke toestanden dat er geen potentiaalverschil en dus geen gevaar is.



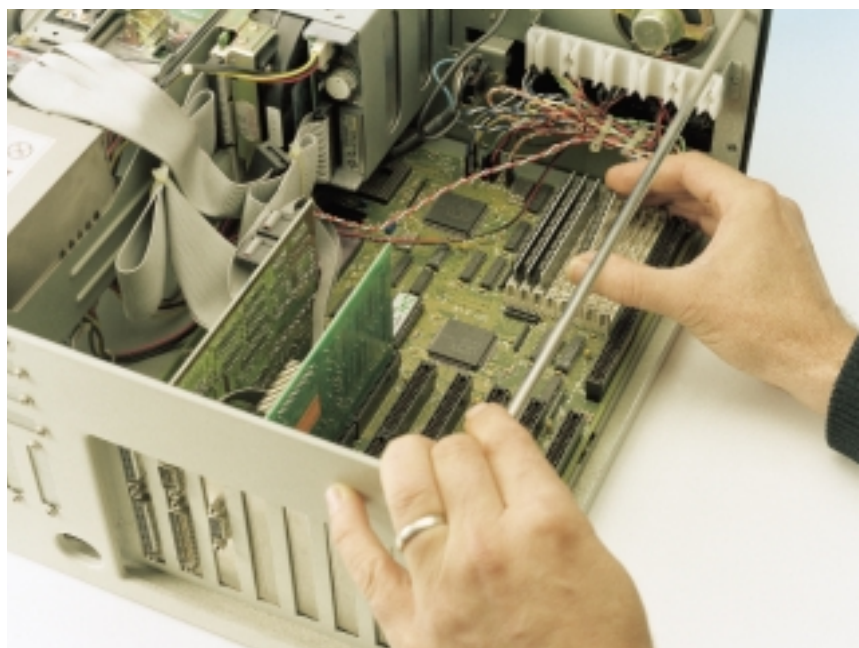
EEN MENS IS GEEN OLIFANT

Wat kan een IC nu zo verdragen? Laten we de moderne logica-families maar eens nemen. De fabrikanten hebben gemerkt dat mensen slordig zijn. Ondanks de waarschuwingen worden veel IC's toch beschadigd, omdat ze in de praktijk gewoon worden vastgepakt zonder speciale maatregelen. Daarom hebben ze de IC's voorzien van beveiligingen die een "gemiddelde" statische ontlading van een menselijk lichaam kunnen doorstaan. Om u een idee te geven: een logica-IC uit de HC(T) familie kan spanningen tot 2000 volt(!) verdragen. Als vuistregel kunnen we er van uitgaan dat het menselijk lichaam een capaciteit heeft van ongeveer 100 tot 150pF ten opzichte van de omgeving. Deze capa-

citeit ontladst zich bij aanraking via het IC. Zou een olifant (die een groter lichaam heeft en dus ook meer lading in zijn lijf heeft) het IC vastpakken, dan gaat het IC stuk. Ook wanneer u boven de 2000 volt bent opgeladen, zal het IC een aanraking niet overleven. In de praktijk is echter gebleken dat met bovenstaande waarden goed te werken valt. De stromen die bij de ontlading lopen zijn niet mis, we spreken hier toch over enkele honderden mA's gedurende enkele μ s!

(990064)

tekst: Karel Walraven



In dit artikel wordt beschreven hoe machinetaalprogramma's voor de PIC 16C84 geschreven kunnen worden met behulp van een compiler voor Windows 95/98. Deze PIC-compiler maakt het mogelijk om programma's in een hogere taal te schrijven, waarna ze vertaald wordt in machinetaal. De code kan veranderd, geassembleerd of gesimuleerd worden met de (gratis) Microchip MPLAB-software.

Roger Thomas

compiler voor PIC16C84

met code-optimalisatie

Eigenschappen van de compiler

- ♦ Uitgebreide documentatie (56 pagina's) op diskette
- ♦ Drie uitgewerkte voorbeelden op diskette
- ♦ Syntax identiek aan Visual BASIC en Pascal
- ♦ Windows 95/98 compatibel, er zijn geen DDL's vereist
- ♦ Genereert assemblercode voor Microchip MLAP (freeware)
- ♦ Variabelen: Booleaans, byte, word
- ♦ Rekenkundige instructies: +, -, /, *, mod
- ♦ Numerieke formaten: decimaal, hexadecimaal, binair, char
- ♦ Booleaanse functies: =, >, <, >=, <=, <>
- ♦ Booleaanse operatoren: AND, OR, XOR
- ♦ Compiler-commando's: *if...then...else, select/case, while...loop, table, read, write/read, EEPROM, procedure, directive, ASM directive, input, output, alias, pin-name, RTTC, prescaler, wait, picfuse*
- ♦ Equation-handler
- ♦ Code-optimiser
- ♦ Foutmeldingen
- ♦ Interrupt-handling

Het gebruik van een compiler heeft grote voordelen. Het schrijven van een PIC-programma met behulp van Engelstalige commando's is aanzienlijk eenvoudiger dan het gebruik van machinetaal. Ook de tijd die nodig is om de software te schrijven en testen is met een compiler gewoonlijk aanzienlijk korter. Het bewijs daarvan is de Windows PIC-compiler die zelf ook met behulp van een compiler gemaakt is. **De PIC-compiler is niet gebaseerd op één van de high-level-talen, maar bevat elementen van zowel Pascal als Visual BASIC.** Verder is de compiler flexibel en maakt hij verschillende syntaxen mogelijk. De compiler is spe-

ciaal voor Windows-omgevingen geschreven, waardoor hij eenvoudig te gebruiken is. Aangezien alle PIC-code door de compiler wordt gedefinieerd, is het gebruik van een speciale setup en/of externe headers niet nodig.

De compiler genereert de machinetaal direct vanuit de hogere programmeertaal, zodat de gebruiker op geen enkele wijze rekening hoeft te houden met de eigenaardigheden die horen bij het programmeren in machinetaal. Het kan zeer leerzaam zijn voor diegenen die machinetaal aan het leren zijn. Zij kunnen volgen hoe begrijpbare commando's uit een hogere taal worden

omgezet in een equivalent in PIC-code. De door de compiler gegenereerde code bevat naast de machinetaal, die klaar is voor assembling, ook de oorspronkelijke hogere commando's (als commentaar). De Microchip MPLAB-software (versie 4.12 of hoger) kan met dit bestand direct aan de slag gaan. Het ter beschikking hebben van de broncode en de assemblerlisting kan een grote hulp zijn bij het debuggen van de software. Het schrijven in een hogere taal via de compiler stelt geen speciale eisen aan de structuur van het programma, mits tenminste gebruik wordt gemaakt van de MPLAB-software. Deze software is gratis te downloaden via de website van Microchip:

<http://www.microchip.com>.

De prijs die gewoonlijk moet worden betaald voor het werken met een compiler is het feit dat de gegenereerde machinecode vaak iets minder snel en minder efficiënt is dan wanneer direct in machinetaal geprogrammeerd zou worden.

Bij de PIC-compiler is dit niet het geval, in de meeste gevallen is de gegenereerde code ook de snelste code. De compiler genereert weinig overhead in de machinetaal, omdat maar weinig extra variabelen of instructies worden gebruikt. De enige toevoeging is de ondersteuning voor Booleaanse en rekenkundige commando's. Rekenkundige ondersteuning is er voor 8 bit (unsigned) of 16 bit (unsigned). De compiler vereist hiertoe wel een paar extra bytes voor het bewaren van rekenkundige resultaten. Deze zijn als `_STACKxx` in het gegenereerde assem-

bler-bestand te herkennen.

De compiler compileert het bronprogramma twee keer. In de eerste compileerslag wordt een lijst met proceduredeclaraties aangemaakt zoals die in de listing te vinden zijn. Bij de tweede slag worden deze verwijzingen in de aangeroepen procedures verwerkt. De compilercode maakt geen verschil tussen grote en kleine letters, vandaar dat alle procedurenamen in grote letters in de gegenereerde listing verschijnen.

Om er voor de zorgen dat de compiler met tal van processorvarianten kan worden gebruikt, zijn geen beperkingen ingebouwd. De MPLAB-assembler zal de omvang van het programma controleren aan de hand van een cross-reference list en kan daarmee op eenvoudige wijze rekening houden met de bij de gekozen processor beschikbare geheugenruimte.

Het gebruik van de compiler

Met behulp van een simpele tekstverwerker (zoals Notepad, Wordpad of de MPLAB-editor) kan het bronprogramma in de hogere programmeertaal worden geschreven. Sla het bestand op met de extensie .psf (PIC Source File). Let er bovendien op dat het bestand een zuiver tekstbestand is, dus zonder opmaakinstructies.

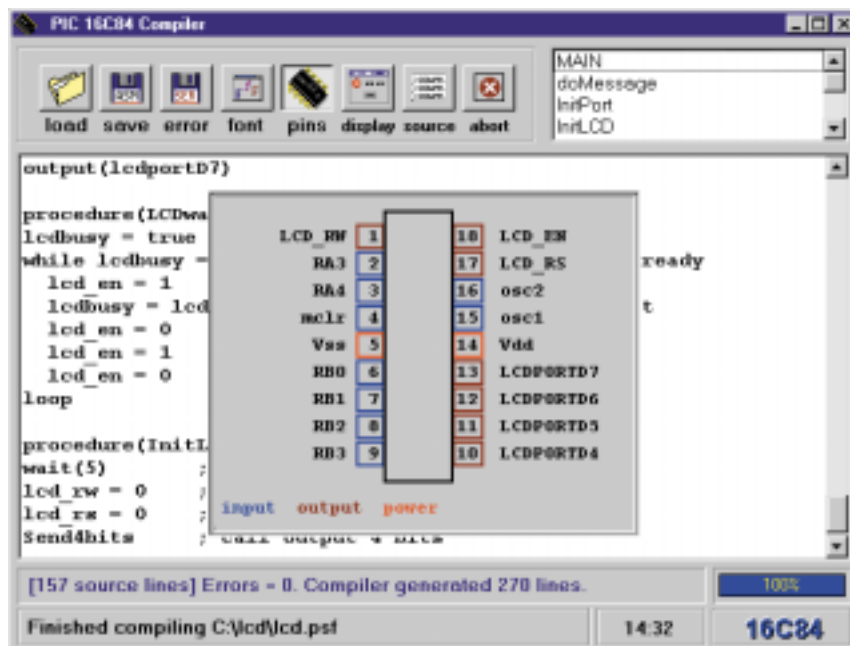
In tegenstelling tot een assemblerprogramma waarbij de layout strak vast ligt (labels, mnemonics, operanden, commentaar), kan in een hogere programmeertaal vrij met spaties worden gewerkt. Spaties hebben geen invloed op het programma en worden door de compiler genegeerd. Het gebruik van spaties maakt het lezen en debuggen van een programma een stuk eenvoudiger.

Gebruikersinterface

De Windows PIC-compiler is eenvoudig in het gebruik. Met uitzondering van het inlezen en opslaan van de bestanden zorgt het programma voor alles. Zoals in **figuur 1** te zien is, verschijnen op de taakbalk enkele iconen.

load

Na het drukken op de load-knop wordt een dialoogvenster met alle bronbestanden (filename.psf) geopend. Selecteer en laad nu het gewenste bestand. De compiler zal standaard de laatst gebruikte map openen. Wordt het programma voor het eerst gebruikt, dan is dit de map waarin het programma zelf staat.



Figuur 1. Het compiler-venster. Hier is ook te zien dat de penindeling van de PIC-processor eenvoudig te raadplegen is.

save

Na het succesvol compileren van de broncode naar machinetaal wordt de code opgeslagen (dezelfde bestandsnaam, maar nu met het achtervoegsel .asm). Het bestand zal in dezelfde map als het bronbestand worden opgeslagen. Het assembler-bestand bevat reeds de (noodzakelijke) extra PIC-code die de compiler toevoegt.

error

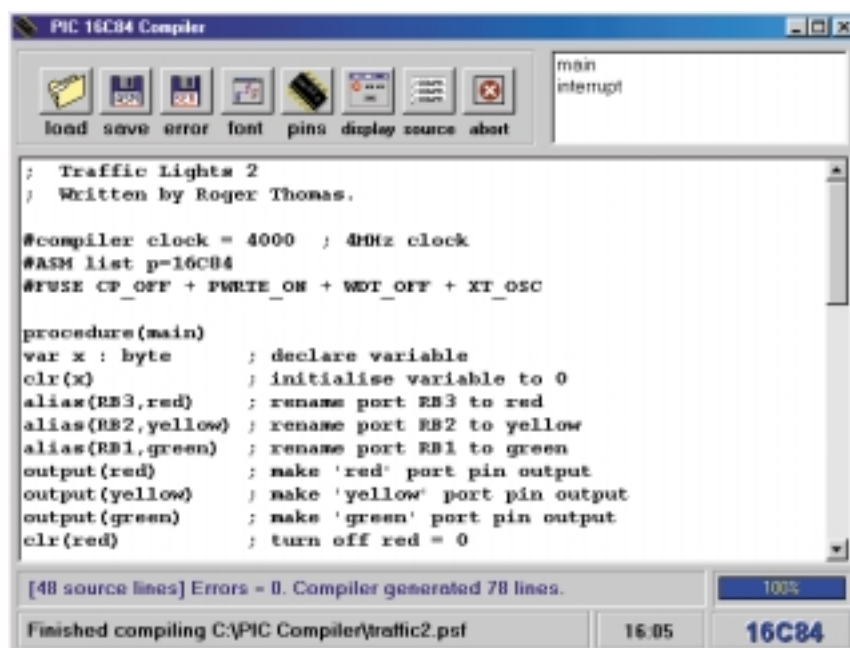
Hiermee wordt een listing met fouten als een tekstbestand in dezelfde werk-

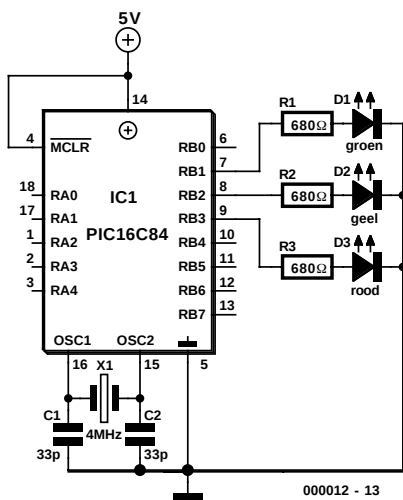
map opgeslagen. Het bestand heeft de extensie .ser (source error). Het bevat alle foutmeldingen (inclusief het regelnummer uit het bronbestand), maar geen bron- of machinetaalcode.

font

Om de lettergrootte die door het programma op het scherm gebruikt wordt aan te passen, moet deze knop geactiveerd worden. Een dialoogvenster wordt geopend, waarna het gewenste font en de korpsgrootte geselecteerd kunnen worden.

Figuur 2. Een ander voorbeeld van de PIC-compiler in actie. Hier wordt een verkeerslicht geschreven. Merk op dat de procedurenaam rechtsboven in een venster verschijnt.





Figuur 3. De hardware die hoort bij het voorbeeldprogramma Traffic Lights.

pins

Deze knop toont de namen van de PIC-pennen, waarbij in kleur de input- en output-pennen verschijnen.

display

Indien de compiler fouten detecteert, worden deze in het assembler-bestand verwerkt. Optioneel kan de compiler stoppen en een foutmelding in een dialoogvenster zichtbaar maken (default is dit de foutmelding). In de eerste slag (pass) zal elke foutmelding, onafhankelijk van deze instelling worden getoond.

source

Hiermee bepaalt men of de source-regel al dan niet in het assemblerbestand wordt vermeld (default is dat het geval). Source-regels die alleen commentaar bevatten, worden altijd in het bestand opgenomen.

abort

Dit breekt het compilatieproces af.

Naast de acht knoppen is een lijst te vinden met de namen van alle procedures die in het programma gebruikt worden. Om een specifieke procedure te zoeken en weer te geven, dient ze in de lijst geselecteerd te worden (de naam is dan gemarkeerd). Daarna wordt er met de rechter muisknop op geklikt. Het scherm moet nu gaan scrollen, waarna de geselecteerde procedure zichtbaar wordt gemaakt (figuur 2).

De hoofdprocedure van een PIC-programma heet 'main'. Het uitvoeren van een programma begint met het starten van deze procedure. Ook na een reset wordt deze procedure gestart. Het PIC-programma wordt na een start en na

de initialisatie gewoonlijk in een eindeloze lus gehouden. Vanuit deze positie wordt gewacht op de dingen die gaan gebeuren. Het is voor een PIC heel bijzonder als een programma maar één keer wordt doorlopen.

Optimalisatie van de compilercode

Nadat de compiler met succes een hoeveelheid broncode gecompileerd heeft, zal de 'code optimiser' de gegenereerde assemblercode controleren op redundante code. Redundante code treedt meestal op in de vorm van het onnodig zetten en resetten van de verschillende statusvlaggen van de PIC. In het voorbeeld wordt een deel van een programma voor de besturing van verkeerslichten getoond. De compiler genereert onderstaande machinecode.

(deel van originele broncode)

```
green = 0 ; turn green off
yellow = 0 ; turn yellow off
red = 1 ; turn on red

; code not optimised
; green = 0 ; turn green off
MOVLWH'00'
BTFSS STATUS, _Z
BSF PORTB, GREEN
BTFSC STATUS, _Z
BCF PORTB, GREEN
; yellow = 0 ; turn yellow off
MOVLWH'00'
BTFSS STATUS, _Z
BSF PORTB, YELLOW
BTFSC STATUS, _Z
BCF PORTB, YELLOW
; red = 1 ; turn on red
MOVLWH'01'
BTFSS STATUS, _Z
BSF PORTB, RED
BTFSC STATUS, _Z
BCF PORTB, RED
```

Indien de code niet geoptimaliseerd is, moet de compiler iedere vergelijking achter het is-gelijk-teken berekenen en vervolgens de vlag overeenkomstig instellen: nul of één. De code-optimisator heeft dan al lang gezien dat de voorwaarden constanten zijn en dus niet opnieuw berekend hoeven te worden. De berekeningen kunnen vervallen.

```
; code optimised
; green = 0 ; turn green off
BCF PORTB, GREEN
; yellow = 0 ; turn yellow off
BCF PORTB, YELLOW
; red = 1 ; turn on red
BSF PORTB, RED
```

PIC-interrupts

Zodra een interrupt optreedt, wordt de programmateller geladen met de inhoud van adreslocatie 4. Hier staat de code waarmee de status van het programma wordt bewaard, waarna de afhandeling van de interrupt wordt gestart. Nadat de interrupt-procedure is afgehandeld, zal de PIC-processor een retfie-instructie (return from interrupt) uitvoeren. Het is in het bronprogramma niet noodzakelijk om de global interrupts opnieuw vrij te geven, omdat de retfie-instructie hiervoor zorg draagt. De routine waarin de interrupts worden afgehandeld, dient altijd de naam 'interrupt' te hebben.

Het gebruik van interrupts zorgt er voor dat het PIC-programma efficiënter wordt, omdat het alternatief het continu afvragen (pollen) van vlaggen is. Ook op deze wijze kan worden geconstateerd dat een bepaalde gebeurtenis heeft plaatsgevonden.

Er zijn vier interruptbronnen waarmee de interrupt-handler van de PIC 16C84 aan de slag kan gaan:

1. externe interrupts op pen RB0
2. interrupts als gevolg van veranderingen op de pennen RB4...RB7
3. overflow van de RTCC-timer
4. het einde van een EEPROM-schrijfo opdracht

De interrupt die hoort bij het schrijven naar de EEPROM wordt afgehandeld door de writeEEPROM-functie.

Interrupts worden vrijgegeven met de instructie `irq_enable = true`. De verschillende interrupt-bronnen moeten geselecteerd worden, voordat deze instructie wordt gebruikt.

Om de interrupts uit te zetten, dient de opdracht `irq_enable = false` gebruikt te worden.

Het commando werkt globaal en gebruikt de vlag Global Interrupt Enable (GIE), in plaats van de verschillende vlaggen van de respectievelijke interruptbronnen.

De interrupt-handler gebruikt een paar bytes voor de tijdelijke opslag van data. De interruptroutine dient haar eigen werkgeheugen voor de opslag van variabelen te gebruiken, aangezien het niet mogelijk is deze ruimte te delen met het hoofdprogramma.

Omdat een interrupt op een willekeurig moment kan optreden, is het mogelijk dat dit gebeurt midden in een 16-bits rekenkundige berekening. Het toekennen van een 16-bits waarde aan een 16-bits variabele vereist het schuiven met de hoge en lage bytes. Treedt een interrupt halverwege deze proces-

dure op, dan zou het kunnen gebeuren dat een deel van de 16-bits variabele (low byte) nog oud is. Om dit te voorkomen zal de compiler interrupts blokkeren tijdens de afhandeling van 16-bits rekenkundige bewerkingen. Indien slechts één interruptbron vrijgegeven is, is het niet nodig om de verschillende interruptvlaggen af te vragen. In het algemeen is het altijd het beste om de interruptafhandeling zo snel, kort en compact mogelijk te houden. Hierbij moeten we nog opmerken dat andere procedures niet door de interrupt-handler (procedure) aangeroepen kunnen worden. Het is veel beter om een kopie van de gewenste procedure in de interrupt-handler op te nemen. Verwijzen naar een variabele die door de interrupt-handler zelf wordt gebruikt, kan onvoorspelbare gevolgen hebben. Een voorbeeld: Indien x door de interrupt-handler wordt aangepast, kan navolgend programma soms niet op de gewenste manier functioneren. De variabele x kan namelijk veranderd zijn tussen de twee vergelijkingen die in de procedure afgehandeld worden. In dat geval kan het dus gebeuren dat geen enkel statement wordt uitgevoerd.

```
var x : byte
procedure(main)
if x >=6 and x <= 10 then
    ; x = 4
begin
    statement
end ; interrupt occurs here
if x >= 0 and x <=5 then
    ; x changes to 6
begin
    statement
end
```

Indien een byte-variabele door de interrupt-handler verhoogd, verlaagd of op nul gezet moet kunnen worden, dient u de instructies inc(x), dec(x) of clr(x) te gebruiken. Zij worden door de compiler omgezet in instructies met een lengte van één byte.

Programmavoorbeelden

Om de voordelen van het gebruik van een compiler duidelijk te maken en inzicht te geven in de gebruikte syntax, bevat het bestand met de documentatie een aantal voorbeelden waarmee de verschillende compiler-instructies verduidelijkt worden. Aangezien de programma's met een didactische achtergrond geschreven zijn, is het niet uitgesloten dat een veel efficiëntere oplossing mogelijk is. We merken nog op dat sommige regels met commen-

taar verwijderd zijn en de listing met machinetaal geoptimaliseerd is voor publicatie.

Alle labels die door de compiler gegenereerd zijn, worden vooraf gegaan

door een underscore. Hierdoor zijn ze goed te onderscheiden van labels die de programmeur in het bronprogramma gebruikt heeft.

De eenvoudigste manier om een ver-

```
; Traffic Lights 1
; Written by Roger Thomas.

#compiler clock = 4000 ; 4MHz clock
#ASM list p=16C84
#FUSE CP_OFF + PWRTE_ON + WDT_OFF + XT_OSC

var x : word ; create 16 bit variable
var y : byte ; create 8 bit variable

procedure(main)
alias(RB3,red) ; rename port RB3 to red
alias(RB2,yellow) ; rename port RB2 to yellow
alias(RB1,green) ; rename port RB1 to green
output(red) ; make 'red' port pin output
output(yellow) ; make 'yellow' port pin output
output(green) ; make 'green' port pin output
clr(red) ; turn off red = 0
clr(yellow) ; turn off yellow = 0
clr(green) ; turn off green = 0

clr(x) ; initialise = 0
clr(y) ; initialise = 0

while true
inc(x) ; x = x + 1
if x = 1500 then
begin
inc(y) ; y = y + 1
clr(x) ; x = 0
end
else
begin
if (y >= 0) AND (y<= 49) then
begin
red = 1 ; turn on red
yellow = 0 ; turn off yellow
green = 0 ; turn off green
end

if (y >= 50) AND (y<= 75) then
begin
red = 1 ; turn on red
yellow = 1 ; turn on yellow
green = 0 ; turn off green
end

if (y >= 76) AND (y<= 110) then
begin
red = 0 ; turn off red
yellow = 0 ; turn off yellow
green = 1 ; turn on green
end

if (y >= 111) AND (y<= 130) then
begin
red = 0 ; turn off red
yellow = 1 ; turn on yellow
green = 0 ; turn off green
end

if y = 131 then
begin
clr(x)
clr(y)
end
end
loop
```

Listing 1. Traffic Lights (1), bronprogramma

```

;                                     16C84
;      RA2  1  | i  i  | 18  RA1
;      RA3  2  | i  i  | 17  RA0
;      RA4  3  | i  i  | 16  osc2
;      mclr  4  | i  i  | 15  osc1
;      Vss   5  | p  p  | 14  Vdd
;      RB0   6  | i  i  | 13  RB7
;      GREEN 7  | o  i  | 12  RB6
;      YELLOW 8 | o  i  | 11  RB5
;      RED   9  | o  i  | 10  RB4

_PCL EQU H'02'
_STATUS EQU H'03'
_C EQU H'00'
_Z EQU H'02'
_RP0 EQU H'05'
PORTB EQU H'06'
_PCLATH EQU H'0A'
_INTCON EQU H'0B'
IRQ_ENABLE EQU H'07'
_STACK0 EQU H'0C'
_STACK1 EQU H'0D'
_STACK2 EQU H'0E'
_STACK3 EQU H'0F'
_STACK4 EQU H'10'
_STACK5 EQU H'11'
_STACK6 EQU H'12'
_STACK7 EQU H'13'
_STACK8 EQU H'14'
_STACK9 EQU H'15'
X EQU H'16'
XH EQU H'17'
Y EQU H'18'
RED EQU H'03'
YELLOW EQU H'02'
GREEN EQU H'01'

ORG 0

goto MAIN

; Traffic Lights 1
; Written by Roger Thomas.

list p=16C84
__config H'3FF9'

; var x : word ; create 16 bit variable
; var y : byte ; create 8 bit variable

MAIN
; alias(RB3,red) ; rename port RB3 to red
; alias(RB2,yellow) ; rename port RB2 to yellow
; alias(RB1,green) ; rename port RB1 to green
; output(red) ; make 'red' port pin output
BSF _STATUS,_RP0
BCF PORTB,RED
; output(yellow) ; make 'yellow' port pin out-
put
BCF PORTB,YELLOW
; output(green) ; make 'green' port pin output
BCF PORTB,GREEN
; clr(red) ; turn off red = 0
BCF _STATUS,_RP0
BCF PORTB,RED
; clr(yellow) ; turn off yellow = 0
BCF PORTB,YELLOW
; clr(green) ; turn off green = 0
BCF PORTB,GREEN

; clr(x) ; initialise = 0
CLRF X
CLRF XH
; clr(y) ; initialise = 0
CLRF Y

; while true

```

```

_WHILE0
; inc(x) ; x = x + 1
INCF X,F
BTFSC _STATUS,_Z
INCF XH,F
; if x = 1500 then
_IF1
MOVF X,W
MOVWF _STACK0
MOVF XH,W
MOVWF _STACK1
MOVLW H'FF'
MOVWF _STACK2
MOVLW H'DC'
SUBWF _STACK0,F
BTFSS _STATUS,_Z
CLRF _STACK2
MOVLW H'05'
SUBWF _STACK1,F
BTFSS _STATUS,_Z
CLRF _STACK2
MOVF _STACK2,W
MOVWF _STACK0
MOVWF _STACK1
BTFSC _STATUS,_Z
GOTO _ELSE1
; begin
; inc(y) ; y = y + 1
INCF Y,F
; clr(x) ; x = 0
CLRF X
CLRF XH
; end
; else
GOTO _END1
_ELSE1
; begin
; if (y >= 0) AND (y<= 49) then
_IF2
MOVF Y,W
MOVWF _STACK0
MOVLW H'00'
SUBWF _STACK0,W
CLRW
BTFSC _STATUS,_C
ADDLW H'FF'
MOVWF _STACK4
MOVF Y,W
SUBLW H'31'
CLRW
BTFSC _STATUS,_C
ADDLW H'FF'
ANDWF _STACK4,W
BTFSC _STATUS,_Z
GOTO _ELSE2
; begin
; red = 1 ; turn on red
BSF PORTB,RED
; yellow = 0 ; turn off yellow
BCF PORTB,YELLOW
; green = 0 ; turn off green
BCF PORTB,GREEN
; end
; if (y >= 50) AND (y<= 75) then
_ELSE2
_IF3
MOVF Y,W
MOVWF _STACK0
MOVLW H'32'
SUBWF _STACK0,W
CLRW
BTFSC _STATUS,_C
ADDLW H'FF'
MOVWF _STACK4
MOVF Y,W
SUBLW H'4B'
CLRW

```

```

    BTFSC      _STATUS,_C
    ADDLW      H'FF'
    ANDWF      _STACK4,W
    BTFSC      _STATUS,_Z
    GOTO _ELSE3
;    begin
;    red = 1      ; turn on red
    BSF  PORTB,RED
;    yellow = 1   ; turn on yellow
    BSF  PORTB,YELLOW
;    green = 0    ; turn off green
    BCF  PORTB,GREEN
;    end

;    if (y >= 76) AND (y<= 110) then
_ELSE3
_IF4
    MOVF Y,W
    MOVWF _STACK0
    MOVLW H'4C'
    SUBWF _STACK0,W
    CLRW
    BTFSC _STATUS,_C
    ADDLW H'FF'
    MOVWF _STACK4
    MOVF Y,W
    SUBLW H'6E'
    CLRW
    BTFSC _STATUS,_C
    ADDLW H'FF'
    ANDWF _STACK4,W
    BTFSC _STATUS,_Z
    GOTO _ELSE4
;    begin
;    red = 0      ; turn off red
    BCF  PORTB,RED
;    yellow = 0   ; turn off yellow
    BCF  PORTB,YELLOW
;    green = 1    ; turn on green
    BSF  PORTB,GREEN
;    end

;    if (y >= 111) AND (y<= 130) then
_ELSE4
_IF5
    MOVF Y,W
    MOVWF _STACK0
    MOVLW H'6F'

    SUBWF _STACK0,W
    CLRW
    BTFSC _STATUS,_C
    ADDLW H'FF'
    MOVWF _STACK4
    MOVF Y,W
    SUBLW H'82'
    CLRW
    BTFSC _STATUS,_C
    ADDLW H'FF'
    ANDWF _STACK4,W
    BTFSC _STATUS,_Z
    GOTO _ELSE5
;    begin
;    red = 0      ; turn off red
    BCF  PORTB,RED
;    yellow = 1   ; turn on yellow
    BSF  PORTB,YELLOW
;    green = 0    ; turn off green
    BCF  PORTB,GREEN
;    end

;    if y = 131 then
_ELSE5
_IF6
    MOVF Y,W
    SUBLW H'83'
    MOVLW H'00'
    BTFSC _STATUS,_Z
    ADDLW H'FF'
    ANDLW H'FF'
    BTFSC _STATUS,_Z
    GOTO _ELSE6
;    begin
;    clr(x)
    CLRF X
    CLRF XH
;    clr(y)
    CLRF Y
;    end
;    end
_ELSE6
_END1
; loop
    GOTO _WHILE0
END

```

Listing 2. Traffic Lights (1), assembler-programma

keerslichtprogramma te bouwen, is gebruik te maken van wait-instructies, nadat een licht (LED) in- of uitgeschakeld is.

```

green = 0 ; turn green off
yellow = 0 ; turn yellow off
red = 1 ; turn on red
wait(3000) ; wait for 3 seconds

```

Indien u van plan bent een schakeling zoals beschreven in **figuur 3** te bouwen, let dan op de beperkingen van de uitgangsstromen die een PIC kan leveren. De maximale stroom die poort B in zijn geheel kan leveren, is 100 mA. Voor elke individuele pen geldt een maximum van 20 mA. Schakel daarom een weerstand (R) in serie met de LED (met een waarde van 470 Ω tot 1 kΩ, afhankelijk van de gebruikte LED). In het voorbeeld is een waarde van 680 Ω gebruikt.

Het voorbeeldprogramma blijft eindeloos doorgaan totdat de voeding van de PIC uitgeschakeld wordt.

De broncode van het programma is te vinden in **listing 1**. De variabele 'x' wordt in iedere lus met één verhoogd. Nadat een bepaalde grenswaarde bereikt is, wordt de variabele 'y' verhoogd. Deze aanpak is noodzakelijk om de afhandeling iets te vertragen. Zou alleen de variabele x gebruikt zijn, dan schakelen de lampen veel te snel. De haakjes die de variabele y scheiden van de rest van de code, zijn voor de compiler niet noodzakelijk maar maken de code beter leesbaar. De resulterende machinetaal is te vinden in **listing 2**.

Andere programmavoorbeelden die in het documentatiebestand gebruikt zijn, zijn *Traffic Lights (2)* en *LCD Display Driver*. Zowel de broncode als de resulterende

machinetaal (assemblercode) van deze programma's is in de documentatie te vinden.

Syntax en beschrijving van de commando's

Een volledige beschrijving van alle beschikbare commando's alsmede de syntax van de compiler, is te vinden in een tekstbestand dat uit maar liefst 56 pagina's omvat. Het bestand is in MS-Word-formaat en is samen met de compiler te vinden op diskette EPS 996033-1 (zie service-pagina's). Op de diskette staan ook enkele bronbestanden (.psf). Het bestand readme.txt beschrijft de (eenvoudige) installatie van de software.

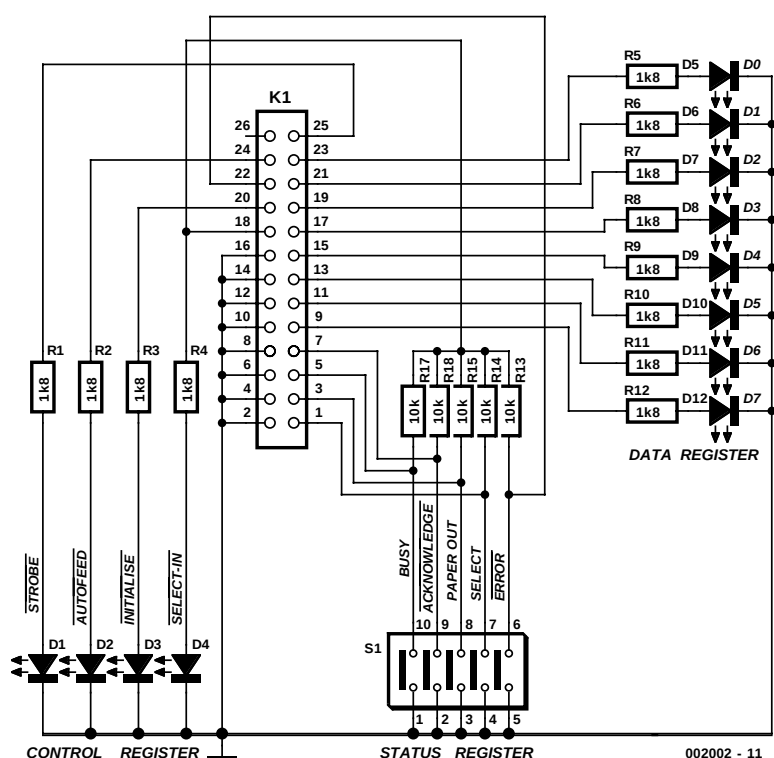
(000012-1)

De hier beschreven print is speciaal bedoeld als ontwikkelhulp voor bouwers die hun eigen uitbreidingsprinten voor de parallelle printerpoort willen maken. Het prototype heeft onder andere nuttige diensten bewezen bij het experimenteren met D/A-converters en LC-displays.

ontwerp: Adrian Grace

LPT-experimenteerbord

toegangsweg tot de parallelle poort



Figuur 1. Schema van het LPT-board.

De experimenteerprint waarvan **figuur 1** het schema geeft, wordt door middel van een 25-aderige flatcable verbonden met de standaard 25-polige sub-D-connector van de parallelle poort, en wordt op de print aangesloten met behulp van een persconnector. Het ontwerp zelf bestaat uit drie delen, één voor elk van de bij de parallelle printerpoort behorende registers (Data-register, Status-register en Control-register).

Registers

Eerst een paar woorden over de registers. Het Data-register is een 8-bits uit-

gangslatch die gewoonlijk wordt gebruikt voor data-overdracht naar de printer. Het Status-register heeft 5 ingangen en wordt door de computer gebruikt om de status van de printer voortdurend te controleren. Het Control-register heeft 4 uitgangen en wordt standaard gebruikt om de diverse functies van de printer te besturen.

Data-register

De 8 uitgangen van het data-register zijn verbonden met evenzovele LED's (D5...D12); dit gebeurt via voorschakelweerstanden (R5...R12) om de stroom te beperken. Voor de LED's zijn recht-

hoekige typen gebruikt van 5 x 2 mm, die prima in het gebruikelijke printer van 2,54 mm passen.

Status-register

Het status-register heeft vijf ingangen die met een DIP-switch worden gesimuleerd. De ingangen zijn als volgt:

D7	D6	D5	D4
Busy	Acknowledge	Paper out	Select
D3	D2	D1	D0
Error	Unused	Unused	Unused

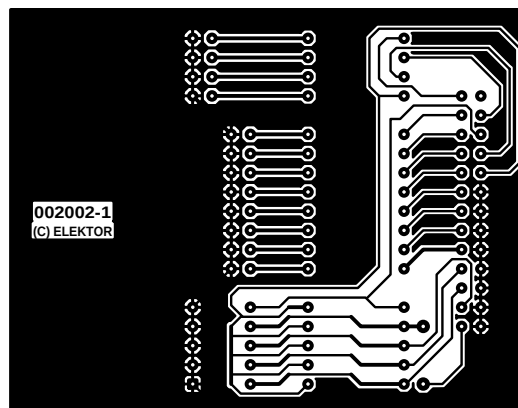
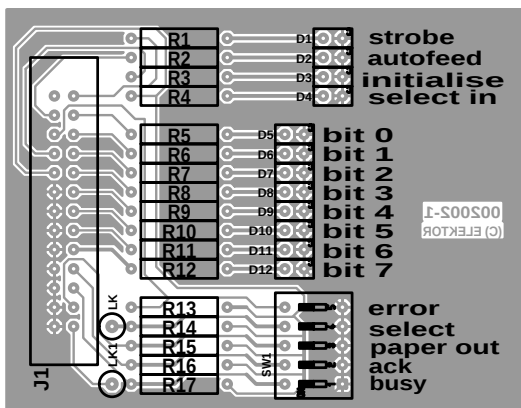
De schakelcontacten zijn voorzien van pull-up-weerstanden (R13...R17) en hun status kan worden gelezen op voorwaarde dat SELECT IN, bit D3 van het control-register, logisch hoog is. Hierdoor kan de print voor zijn eigen stroomvoorziening zorgen en is er geen batterij nodig.

Control-register

Dit register is 4 bits breed. Elke uitgang is verbonden met een LED met voorschakelweerstand, op dezelfde manier als bij de dataregister-uitgangen. Het is wel aan te bevelen om hier een andere kleur LED's te gebruiken. De functie van elk bit is hieronder weergegeven:

D7	D6	D5	D4
Unused	Unused	Direction	IRQ
D3	D2	D1	D0
Select In	Initialise	Autofeed	Strobe

LED D4 heeft een dubbele functie. Wanneer deze is geactiveerd, zorgt de verbinding naar R13...R17 er namelijk voor dat de schakelaarstanden van het status-register kunnen worden gelezen. De bovenste 4 bits van het control-register worden hier niet geadresseerd.



Figuur 2. De door de auteur ontworpen print.

Bouw

De files van de door de auteur in Ultiboard ontworpen print zijn te vinden op diskette EPS 006002-1 (zie Service-pagina's). Zoals **figuur 2** laat zien, is de print heel simpel en overzichtelijk opgezet. Monteer alle componenten op de print, met uitzondering van J1. Vergeet de draadbrug (LK) niet! Nu kan J2 aan de flatcable worden bevestigd - dit nadat de overtollige ader is verwijderd, want een 26-aderige kabel past nu eenmaal niet op een 25-polige persconnector! De gekleurde ader op de flatcable (die pen 1 markeert) dient te corresponderen met pen 1 op J2.

Nu wordt het even opletten geblagen. Leg de print voor u neer, en wel zo dat het gedeelte waar J1 moet komen het verst van u af ligt. Leg de flatcable over de bovenkant van de print, zodat het vrije einde van de kabel zich ter hoogte van J1 bevindt. De gekleurde ader van de flatcable moet rechts zitten. Kunt u het nog volgen? Schuif nu de flatcable in de persconnector, zodanig dat er rechts een lege plaats is en de linker kant van de kabel naadloos tegen de rand van de connector ligt. De connector kan nu op de kabel worden geperst. Zorg voor een nette, rechte verbinding en gebruik eventueel een paar oude stukjes printmateriaal om de pennen van J1 te beschermen. Daarna kan de trekantlastingsclip worden bevestigd en kan J1 op de print worden gesoldeerd.

Software

De bij dit ontwerp behorende software is beschikbaar op de eerder genoemde diskette met bestelnummer 006002-1. De software is geschreven in 'C' en draait onder DOS. Zoals te zien in **figuur 3**, is het programma zelf menugestuurd. Het programma zal beginnen met het afvragen van de BIOS van de computer, teneinde het

printerpoort-adres vast te stellen en op het scherm af te beelden. Het programma beperkt zich nu tot de eerste poort LPT1.

Het hoofdmenu toont drie opties, één voor elk register en één om het programma te verlaten.

De eerste optie vormt het status-register. Hierbij wordt **Select In** automatisch geactiveerd, zodat de schakelaarsstanden kunnen worden gelezen. De hex-waarde van de schakelaars wordt weergegeven op het scherm, totdat er een toets wordt ingedrukt op het toetsenbord.

De tweede optie is het data-register. Als dit wordt geselecteerd, verschijnt er een tweede submenu op het scherm samen met de actuele waarde van het data-register. Dit submenu stelt de gebruiker in staat om bits naar links of rechts te verschuiven en de registerwaarden te verhogen of te verlagen. De registerwaarde wordt naar de parallelle poort geschreven, dus de bitpatronen kunnen op de LED's worden bekeken.

De derde optie betreft het control-register. Deze optie laat de LED's D1...D4 beurtelings oplichten - ook weer totdat er een toets wordt gedrukt.

Diskette 0006002-1 bevat de originele source-code, alsmede de object-file en executable-file. De source-code is van uitgebreid commentaar voorzien en het staat iedereen vrij ermee te experimenteren. Als u van plan bent om verder te experimenteren met op de parallelle poort aangesloten schakelingen, dan bevelen we u ten zeerste aan om voor dit doel een goedkope

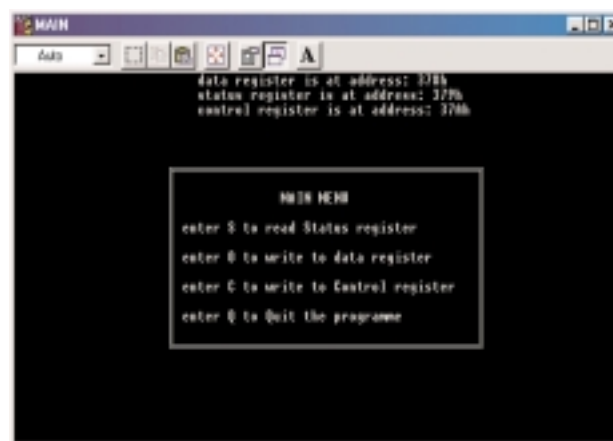
Onderdelenlijst

D1...D4 = high-efficiency-LED, 5 x 2 mm, groen
D5...D12 = high-efficiency-LED, 5 x 2 mm, rood
R1...R12 = 1k Ω , 0,25 W
R13...R17 = 10 k Ω , 0,25 W
SW1 = 5-polige DIP-switch
J1 = 26-polige persconnector voor printmontage
J2 = 25-polige sub-D-connector met persaansluiting, male
26-aderige flatcable (1 ader verwijderen)

insteekkaart met een tweede LPT-poort aan te schaffen. Dat voorkomt dat er op enige manier schade kan ontstaan aan de parallelle poort. Aangezien die laatste tegenwoordig meestal op het moederbord is geïntegreerd, heeft beschadiging daarvan namelijk minder prettige consequenties.

(002002)

techniek: Karel Walraven
tekst: Jan Buiting



Figuur 3. Screenshot die de hoofdpunten van het programma toont.

Voor de data-uitwisseling tussen PC's, printers, scanners, faxen en modems, en de communicatie tussen draagbare PC's en GSM-telefoons is momenteel nog een wirwar aan snoeren nodig. Ook de installatie van de benodigde drivers is tijdrovend. Zou het niet mooi zijn als die moderne digitale apparaten zelfstandig met elkaar konden communiceren. Geen snoeren meer nodig en geen installatie van software. Dit alles wordt werkelijkheid met Bluetooth, de radioverbinding voor korte afstanden. Snoeren zullen niet meer nodig zijn en veel nieuwe toepassingen komen binnen handbereik.

Dipl.-Ing Gregor Kleine

Bluetooth

2,4 GHz HF-communicatie vervangt computerkabels



Nokia Mobile Phones, Ericsson Mobile Communications, IBM, Intel en Toshiba hebben deze uitdaging aangenomen en in mei 1998 de Bluetooth Special Interest Group (BSIG) [1,2] opgericht. BSIG heeft zich tot doel gesteld om een universele HF-data-communicatiemethode voor digitale apparaten te definiëren. In eerste instantie ging het er eigenlijk alleen om ervoor te zorgen dat tussen draadloze telefoons en andere apparaten geen snoeren meer nodig zouden zijn. Inmiddels is echter ook toepassing tussen draagbare en vaste PC's, hun externe

apparaten en zelfs de opzet van draadloze netwerken binnen bereik gekomen.

Bij de Bluetooth Special Interest Group (zie kader) zijn nu meer dan 1100 bedrijven aangesloten. Daarbij zijn, behalve de bekende computer- en telecommunicatiebedrijven, ook autofabrikanten, vliegtuigbouwers en fabrikanten van consumentenelektronica aangesloten. De BSIG heeft in de herfst van 1999 de voorlopig afgesloten Bluetooth-1.0-specificatie vrij gegeven. Om Bluetooth zoveel mogelijk bekendheid te geven is deze specificatie vrij toegankelijk op Internet [2]. De specificatie is met meer dan 1500 pagina's

nogal omvangrijk. Het belangrijkste aspect behelst de ontwikkeling van zeer goedkope modules, met kleine afmetingen, voor inbouw in de diverse apparaten. Men verwacht dat bij grootschalige seriefabricage (miljoenen stuks) een prijs van minder dan 5 dollar mogelijk zal zijn.

Frequenties

Bij de zoektocht naar een frequentieband die wereldwijd zonder kosten beschikbaar zou zijn, kwam men terecht bij de ISM-banden (= Industrial, Scientific and Medical). Dat zijn frequentiebanden voor industriële, wetenschappelijke en medische apparaten die zonder licentie kostenloos mogen worden gebruikt, echter met een beperkt zendvermogen. In **tabel 1** staan alle ISM-banden. Bovendien zijn er in de 5,8 GHz, 24,250 GHz en 122,5 GHz ook nog ISM-banden, die echter tot op heden technologisch niet zonder hoge kosten kunnen worden gebruikt.

Omdat altijd rekening moet worden gehouden met storing (o.a. door niet-gelicenseerde gebruikers) én omdat Bluetooth met een data-overdrachtsnelheid van circa 1 Mbit/s zou moeten werken, bleef alleen de 2,4 GHz ISM-band (2,400...2,483 GHz) over. Deze band is dus 83 MHz breed en biedt daardoor genoeg plaats om uit te wijken, als bijv. een bepaalde frequentie door een magnetron is bezet. De band is wereldwijd beschikbaar, alleen in Japan (2,471...2,497 GHz), Frankrijk en Spanje is een wat kleiner deel vrij te gebruiken.

Om de te verwachten - meestal op een vaste frequentie werkende - storingsbronnen te kunnen ontlopen, wordt bij Bluetooth een spectrum-spreidingsmethode gebruikt (Spread Spectrum): Door snelle, pseudo-toevallige verandering van frequentie - tot zo'n 1600 keer per seconde - heeft men de beschikking over genoeg storingsvrije frequenties, om de gewenste data-overdrachtssnelheid - met foutdetectie - te halen (**figuur 1**). Deze methode wordt 'Frequency Hopping Spread Spectrum' (FHSS) genoemd, in 'goed' Nederlands: overdracht via een breed spectrum door middel van frequentiewisselingen. Bluetooth gebruikt 79 frequenties in het bereik van 2,402...2,480 GHz, die op een afstand van 1 MHz van elkaar liggen. In Frankrijk, Spanje en Japan zijn, op grond van de eerder genoemde beperking, slechts 23 hop-frequenties beschikbaar.

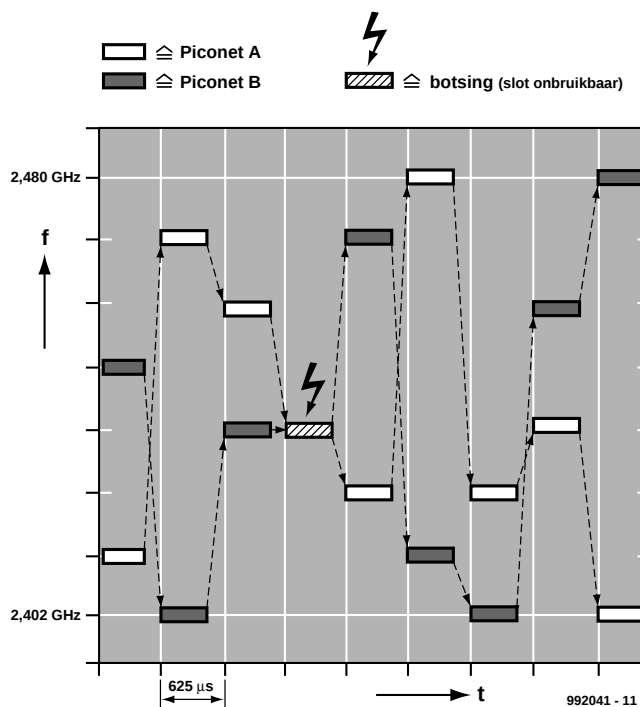
Piconetten en Scatternetten

Twee met Bluetooth uitgeruste apparaten nemen met behulp van frequentie-'hopping' zelfstandig contact met elkaar op. Andere Bluetooth-apparaten in de buurt zouden, door dezelfde frequentie te gebruiken, de verbinding onmogelijk maken. Daarom wordt de volgorde van de te gebruiken frequenties afgeleid van het adres en de klok-frequentie van het apparaat dat begint met de verbinding. Dit wordt in deze - radiografische - omgeving de 'master' en alle andere deelnemers worden 'slaves' die zich moeten synchroniseren met de master.

In totaal kunnen tot acht Bluetooth radio's een kanaal gebruiken. Zo'n netwerk wordt een Piconet (**figuur 2**) genoemd. Daarbij betekent *kanaal*: dezelfde hopping-volgorde voor alle deelnemers in het Piconet, m.a.w. dezelfde frequentievolgorde. Omdat ieder Bluetooth-apparaat een individueel 48 bit lang adres heeft, kunnen bij frequency-hopping nooit twee identiek springende kanalen ontstaan.

Door zelfstandige opbouw van meerdere Piconetten in de omgeving is het mogelijk om op een bepaalde plaats, bijv. een kantoor, meer dan acht Bluetooth-apparaten storingvrij en met een hoge data-overdrachtssnelheid te laten communiceren.

Een slave-zender/ontvanger in een Bluetooth-Piconet wordt d.m.v. tijd multiplexing (TDM = Time Division Multiplexing) in het eerste tijdslot door de master aangesproken en mag dan in het volgende tijdslot antwoorden. In de overige tijdslots mag de slave aan een ander Piconet deelnemen. Daartoe stelt hij zijn ontvanger in op de momen-

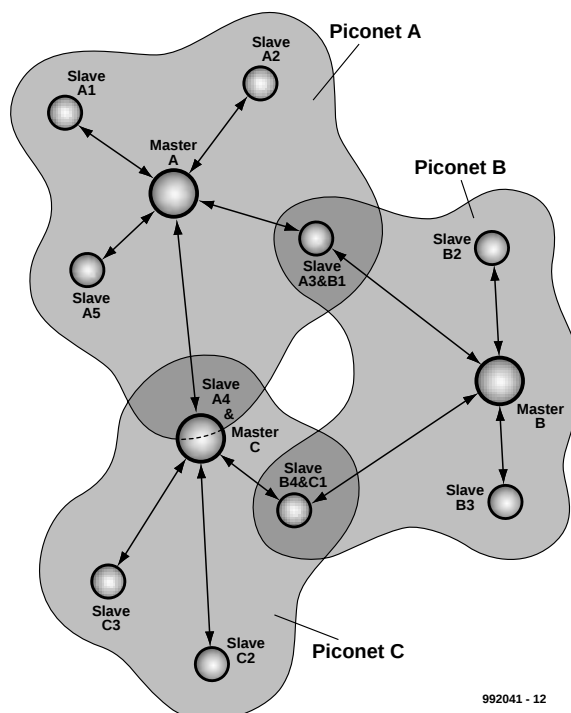


Figuur 1. Frequency-hopping.

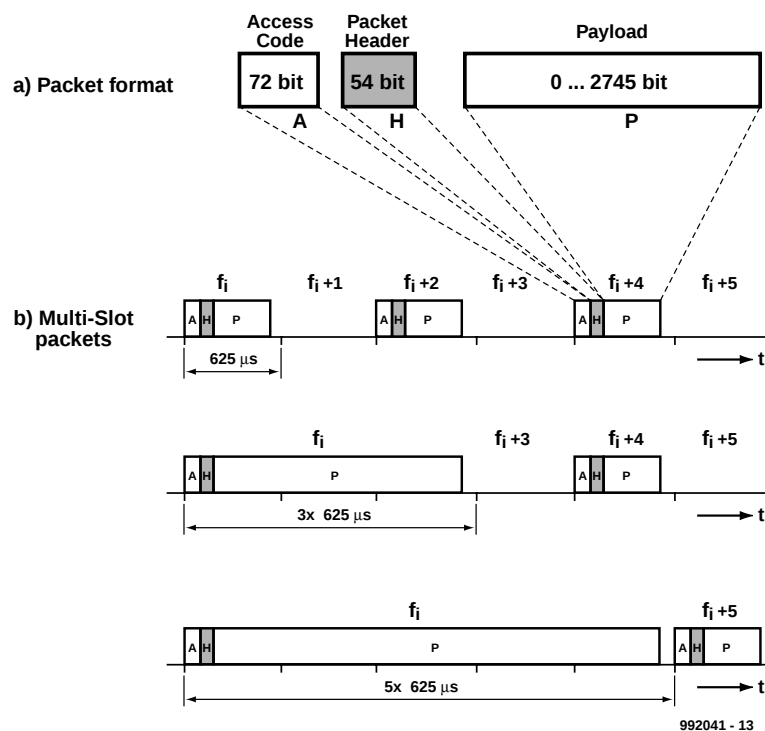
Tabel 1. ISM-frequentiebereiken.

Frequentiebereik ¹	Bandbreedte	Gebruikers/opmerkingen
26,957 MHz ... 27,283 MHz	0,326 MHz	CB-radio, babyfoon, ...
40,660 MHz ... 40,700 MHz	0,040 MHz	geringe bandbreedte
433,050 MHz ... 434,790 MHz	1,74 MHz	radio-amateurs, bedrijfscommunicatie
868 MHz ... 870 MHz	2,00 MHz	weinig gebruikt, maar te smal
2,400 GHz ... 2,483 GHz	83,00 MHz	magnetrons, deuropeners

¹ Opmerking: hierbij komen nog meer ISM-banden in de banden 5,8 GHz, 24,250 GHz en 122,5 GHz



Figuur 2. Piconet en Scatternet.



Figuur 3. Pakketformaten en multi-slot-pakketten.

tele frequentie van het tweede Piconet en synchroniseert met de daar aanwezige master. Meerdere zo verbonden Piconetten heten bij Bluetooth Scatternetten (figuur 2). Omdat de slaves gelijk gaan lopen met de klok van de master kunnen bij tijd-multiplexing geen botsingen ontstaan.

Bluetooth biedt dus ruimte aan maximaal acht apparaten binnen een Piconet. In een overkoepelend Scatternet kunnen tot 10 Piconetten aanwezig zijn, zodat systemen met wel 80 Bluetooth-apparaten in een omgeving van rond 10 meter mogelijk zijn. Zelfs als een apparaat in alle 10 Piconetten met tijd-multiplexing actief is, daalt de overdrachtssnelheid in een Piconet slechts met circa 10%.

Modulatie en foutcorrectie

De 'springende' smalband-draag golf van ieder kanaal is GFSK gemoduleerd (= Gaussian Frequency Shift Keying) en

heeft bij een frequentiezwaai van circa 150 kHz een bandbreedte van 220 kHz (-3 dB). Deze eenvoudige modulatiemethode is gekozen om de transceiverschips zo goedkoop mogelijk te houden. Het zendvermogen van nominaal 1 mW (= 0 dBm) maakt normaal gesproken een reikwijdte van minstens 10 meter mogelijk. In bijzondere gevallen mogen in de ISM band bij Spread-Spectrum-uitzendingen ook hogere veldsterkten (tot maximaal 100 mW zendvermogen = +20 dBm) worden opgewekt, waarmee reikwijdten tot 100 meter mogelijk zijn. Het zendvermogen van de Bluetooth-radiomodule past zich binnen bepaalde grenzen adaptief aan de te overbruggen afstand aan.

Ook de foutdetectie werkt bij Bluetooth adaptief, m.a.w. bij een goede verbinding wordt de foutcontrole verminderd ten gunste van de overdrachtssnelheid. Pas als de verbinding wordt gestoord, wordt een tweetraps 'Forward Error Cor-

rection' (FEC) ingeschakeld. De overdrachtssnelheid wordt hierdoor natuurlijk lager. Als extra - behalve bij kanalen voor spraak - is er bovendien de 'Automatic Retransmission Query' (ARQ). Hiermee kan een heruitzending van een pakket worden aangevraagd. De header van ieder pakket is altijd door middel van FEC beschermd, zodat ook als de FEC is uitgeschakeld bij optredende storingen heruitzendingen kunnen worden aangevraagd.

SCO en ACL

In het Bluetooth-basisbandprotocol zijn twee methoden van data-overdracht opgenomen: de punt-tot-punt-overdracht en de punt-tot-meerpunt-overdracht.

De punt-tot-punt-overdracht wordt als 'Synchronous Connection Oriented' (SCO) betiteld (synchrone op communicatie gerichte overdracht). Deze dient vooral voor de overdracht van spraak. De verbinding is hierbij symmetrisch, m.a.w. in beide richtingen zijn de datarates even groot. In de praktijk worden daarbij in de vol-duplex-verbinding twee opeenvolgende tijdslots gebruikt, waarbij in het eerste de data in de ene richting worden overgebracht en in het tweede tijdslot de data in de andere richting. Bij de overdracht van spraak die tijdkritisch is (data is niet kritisch voor wat betreft tijd), mag bij gestoorde verbindingen natuurlijk geen gebruik worden gemaakt van de ARQ-methode. Meestal wordt dan gebruik gemaakt van spraakcodering volgens de CVSD-methode (= Continuous Variable Slope Delta) die tolerant is voor bitfouten en dan alleen wat meer ruis geeft. De sampling-frequentie bedraagt - net als bij ISDN - 64 kbit/s. De punt-tot-meerpunt-overdracht is asynchroon en verbinding-onafhankelijk (pakket-georiënteerd). Bij Bluetooth wordt ze ACL link (Asynchronous Connectionless) genoemd. Het betreft een overdrachtsmethode waarbij de master meerdere slaves gelijktijdig kan aanspreken. Behalve voor mededelingen aan alle slaves wordt dit verbindingstype gebruikt voor data-overdracht naar een bepaalde slave door middel van datapakketten. Een pakket mag ter verhoging van de data rate meer dan één tijdslot van 625 μs innemen; drie tot zelfs vijf zijn mogelijk (figuur 3). Daartoe wordt het frequentie-'springen' even uitgesteld en voor de drie resp. vijf slots de momentele frequentie (f_i) vastgehouden. Daardoor kunnen ook de tijdruimtes die anders voor de frequentiesprongen zijn gereserveerd, voor de data-overdracht worden gebruikt. Voor de synchronisatie

Tabel 2. Datarates (ACL-Verbinding)			
FEC	Slots	Datarates symmetrisch	Datarates asymmetrisch
zonder	1	2 x 172,8 kbit/s	172,8 kbit/s + 172,8 kbit/s
zonder	3	2 x 384,0 kbit/s	576,0 kbit/s + 86,4 kbit/s
zonder	5	2 x 432,6 kbit/s	721,0 kbit/s + 57,6 kbit/s
met	1	2 x 108,8 kbit/s	108,8 kbit/s + 108,8 kbit/s
met	3	2 x 256,0 kbit/s	384,0 kbit/s + 54,4 kbit/s
met	5	2 x 286,7 kbit/s	477,8 kbit/s + 36,3 kbit/s

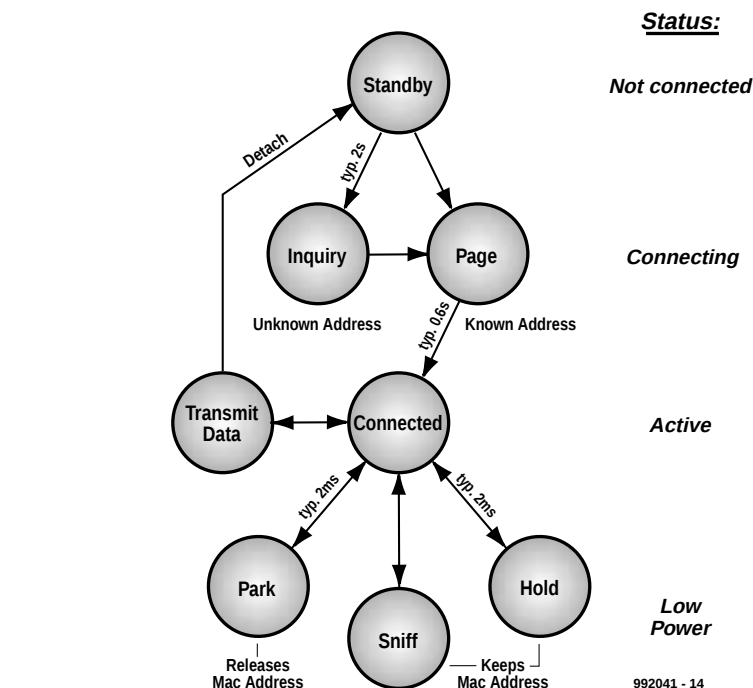
wordt vervolgens de hopping-volgorde op de voor het vierde (f_{i+4}) resp. vijfde slot (f_{i+5}) bestemde frequentie gezet. De data-overdracht van een slave naar de master of via de master naar een andere slave moet door de master worden vrijgegeven. De symmetrie van de datarates in beide richtingen wordt bij ACL-verbindingen door de master gestuurd. Asymmetrisch kunnen in één richting maximaal 721 Kbit/s worden verstuurd, waarbij in de tegengestelde richting nog 57,5 Kbit/s mogelijk zijn. Deze waarden hebben betrekking op onbeschermd 5-slot-transmissie zonder FEC. Als de FEC-beveiliging (Forward Error Correction) is ingeschakeld en het eerder genoemde ARQ wordt gebruikt, wordt de overdrachtssnelheid natuurlijk lager. Stel dat gebruik wordt gemaakt van een 2/3-rate-FEC. In een symmetrische onbeschermd 5-slot-transmissie lopen dan maximaal 432,6 kbit/s in beide richtingen. In **tabel 2** staan meer data-rates voor een ACL-verbinding.

Bij de twee soorten verbindingen, ACL en SCO, horen bij de data-overdracht 16 verschillende pakketsoorten. Hier van zijn enkele nodig voor sturingsdoeleinden. Ieder pakket heeft een 72-bit-identificatie (Access Code), die uit het master-adres van 48 bits is afgeleid en is voorzien is van FEC-foutbescherming. Hierop volgt een header van 54 bits, die ook door een rate-1/3-FEC is beschermd. In een standaard pakket zitten in een slot maximaal 2745 gebruikersbits (**figuur 3**). Bij 3-en 5-slot-pakketten kunnen naar rato meer gebruikersbits worden overgebracht. Bluetooth-uitzendingen kunnen ook worden gecodeerd. Een dergelijke uitzending wordt geverifieerd met een 128-bits sleutel. De gebruiker kan instellen of hij in één richting of in beide richtingen een versleuteling wil hebben. Deze instellingen worden opgeslagen. Zo is het mogelijk om de apparaten waarmee bijv. de mobiele telefoon mag communiceren precies vast te leggen. Contact met een eigen notebook is bijvoorbeeld onbeperkt mogelijk, maar collega's worden niet toegelaten.

Bluetooth kan óf een asynchroon ACL-datakanaal óf tot drie gelijktijdige, synchrone SCL-kanalen en ook een asynchroon datakanaal met een parallel spraakkanaal met 64 kbit/s ter beschikking stellen.

Toestanden in het Piconet

Bluetooth-modulen die geen deel uit maken van een Piconet bevinden zich in een standby-toestand en zoeken



Figuur 4. Toestandsdiagram van een Bluetooth-module.

iedere 1,28 seconde naar uitzendingen in de nabije omgeving. Daartoe testen ze uit de 79 mogelijke frequenties er 32, de zogenaamde wek-draaggolven. In Frankrijk, Spanje en Japan zijn 16 van de 23 beschikbare frequenties wek-draaggolven.

De nog niet verbonden Bluetooth-module zendt nu op de wek-draaggolven een oproep uit, die andere Bluetooth-radio's in de omgeving beantwoorden. Na een inleidende handshake bouwen beide apparaten een Piconet op, waarbij het eerste (oproepende) apparaat de master in het Piconet is. Het dicteert door middel van zijn adres de hopping-volgorde voor dit Piconet. De slave, en ook de apparaten die later in dit Piconet zullen worden opgenomen, synchroniseren dan met de klok van de master.

Figuur 4 toont het toestandsdiagram van een Bluetooth-module. Vanuit de standby-toestand komt deze, bij het vinden van een tweede apparaat, in de Inquiry-status en stuurt een oproep gevolgd door een adres aanvraag. Als het adres van de andere module is bepaald (of bekend was tijdens de standby-toestand), komt het apparaat in de page-mode. Zo'n 0,6 s later is de verbinding actief (Status: Connected). Nu kan data-overdracht plaatsvinden (Transmit Data). Na succesvolle data-uitwisseling kan de Bluetooth-module óf in de standby-toestand gaan óf in één van drie mogelijke low-power-toestanden (gereduceerd stroomverbruik):

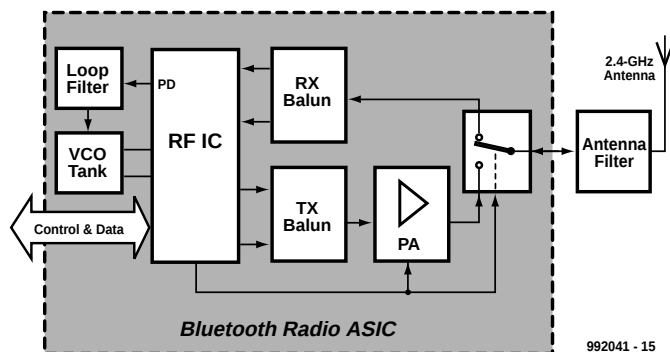
Als eerste is er de hold-mode, waarbij het apparaat actief in het Piconet blijft. In de slave loopt een inwendige timer af, waarna de slave zich kort bij de master meldt en de timer weer wordt gestart. Als het nodig is, kan de slave vanuit de hold-mode onmiddellijk weer data verzenden. De master kan bij de slave een hold afdwingen, maar deze kan ook door de slave zelf worden aangevraagd.

In de sniff-mode is de slave erop geprogrammeerd om in een bepaald ritme het Piconet af te luisteren op voor hem bestemde boodschappen.

In de derde stroombesparende toestand kan de slave worden geparkeerd (Park Modus). Hierbij verlaat de slave het Piconet en geeft zijn MAC-adres vrij (= Media Access Control, 0...7, overeenkomstig de 8 mogelijke apparaten in een Piconet). Hij blijft dan passief. Wel blijft hij, op grotere tijdsafstanden, met de master synchroniseren.

Bluetooth-toepassingen

Als eerste zal Bluetooth de communicatie tussen laptops en vaste computers met printers, scanners en een vast LAN (= Local Area Network) draadloos maken. Het keyboard, de muis en de joystick/trackball hoeven dan niet meer per se in de buurt van de computer te zijn. Andere mogelijke toepassingen hebben betrekking op de draagbare PC en de mobiele telefoon. Wie bijv. in een vliegtuig op zijn portable PC een



Figuur 5. Blokschema van een Bluetooth-radiomodule.

e-mail schrijft, hoeft zich niet meer om het verzenden te bekommeren. Zodra het vliegtuig is verlaten en de mobiele telefoon wordt aangezet, neemt de portable PC via Bluetooth verbinding op en laat de e-mail verzenden. Door het kleine zendvermogen van maximaal 100 mW zal een Bluetooth-radiomodule ook in een vliegtuig mogen werken.

In de toekomst zal ook de draadverbinding tussen een mobiele telefoon en een handsfree-set vervallen. De mobiele telefoon blijft gewoon ingeschakeld in de jaszak zitten en is draadloos met de headset verbonden. In auto's is de handsfree-set een belangrijk veiligheidsaspect. Verder kan men de portable PC ook met microfoon en luidspreker uitrusten. Met Bluetooth wordt het spraaksignaal draadloos naar de mobiele telefoon in de aktentas overgebracht. Met slechts één apparaat, de portable computer, wordt overdracht van spraak, data en grafieken mogelijk.

Heel praktisch is het voorstel om met Bluetooth een automatische update te maken van portable-, desktop- en PDA(Personal Digital Assistant)-bestanden. Zodra de apparaten zich in elkaars nabijheid bevinden, wisselen ze zelfstandig gegevens uit zoals afspra-

ken, e-mails en adressen, en de gegevens in alle apparaten zijn weer up-to-date. Het zal voor een firma die medewerkers in de buitendienst heeft, zelfs mogelijk worden om vanuit het bedrijf de afspraken in de notebook van de buitenmedewerker automatisch te veranderen of bij te werken. In de toekomst zullen met Bluetooth uitgeruste notebooks van medewerkers die aan een conferenties of besprekingen deelnemen, spontaan een netwerk gaan vormen. Daarmee is de draadloze uitwisseling van grafieken, teksten en gegevens mogelijk, evenals de sturing van projectoren.

Een draadloze toegang tot Internet via Bluetooth beperkt ook de bewegingsvrijheid veel minder. Via de mobiele telefoon, het plaatselijk geïnstalleerde modem of het LAN netwerk van het bedrijf bereiken Internetpagina's draadloos de PC. Thuis of op kantoor kan een mobiele Bluetooth-telefoon automatisch van GSM- op DECT-bedrijf omschakelen zodra contact met het draadloze basisstation thuis is gemaakt. Zo kan men zonder problemen altijd met hetzelfde apparaat telefoneren. Uit het gebied van de consumenten elektronica komen voorstellen om bijvoorbeeld Bluetooth als draadloze verbinding voor een videocamera of digi-

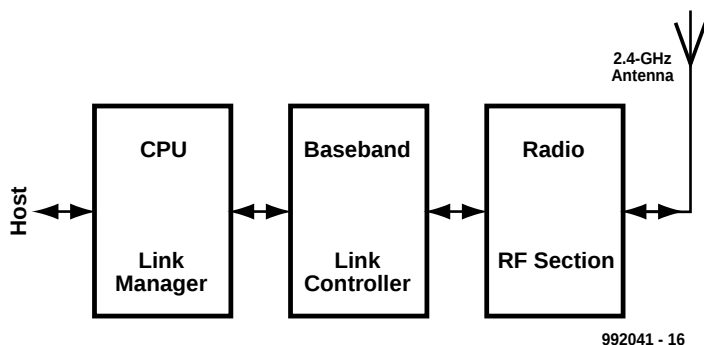
tale camera te gebruiken. De camera verstuurt het beeld via de mobiele telefoon of slaat het draadloos op in de portable PC. Ook wordt een directe verzending van stilstaande beelden (zoals elektronische ansichtkaarten) via de Bluetooth-verbinding naar de portable en dan verder naar het bestemmingsadres mogelijk. Verder kan Bluetooth worden gebruikt voor afstandsbedieningen. Richten van de infrarood-afstandsbediening naar het apparaat is dan niet meer nodig.

De eerste Bluetooth-onderdelen

Ericsson heeft samen met Symbionics een Bluetooth Development Kit ontwikkeld (met omvangrijke documentatie en software) ter ondersteuning van ontwerpers. De baseband-processor wordt door VLSI geleverd en komt uit de Bluetooth familie VWS26000 [6]. De radiomodule (**figuur 5**) is een hybride component en komt van Ericsson zelf (PBA 313) [4]. Ook Philips Semiconductors kan een Bluetooth Developers Kit leveren; hierbij is het baseband-deel eveneens een ASIC van VLSI. De radiomodule bevat de UAA3558 Bluetooth transceiver. De kit bevat twee gelijkwaardige Bluetooth-dochterkaarten voor de opbouw van een eerste radioverbinding. In **figuur 6** is de typische opbouw van een Bluetooth-module te zien. De firma Cambridge Silicon Radio [7] werkt aan 'single chip' Bluetooth-bouwstenen met geïntegreerde radiomodule. De ASIC's BlueCore™01, BlueCore™02 en BlueCore™03 zullen stapsgewijs meer functies van een Bluetooth-modem krijgen. De grootte van een complete module zal dan ineen schrompelen tot die van een postzegel. Verder bieden talrijke fabrikanten, zoals Temic, Philips en Motorola 2,4-GHz-transceiver-IC's aan, speciaal bestemd voor de radio-modulen van Bluetooth. Alle Bluetooth-modulen moeten een certificering van de Bluetooth-SIG doorlopen om de compatibiliteit te garanderen.

Bluetooth-concurrenten

Bluetooth heeft, als methode om over korte afstanden netwerken te kunnen opbouwen, ook concurrenten. Met infrarood, volgens de methode van de IrDa (Infrared Data Association), kan men sinds enige tijd data-overdracht plegen tussen PC's en externe apparaten. Maar voor infrarood-communicatie is zichtverbinding nodig en kan, met een openingshoek van 60°, slechts een afstand van enkele meters worden



Figuur 6. Blokschema van een Bluetooth-module.

overbrugd. Een groot voordeel van Bluetooth is dat het signaal door muren heen gaat. Een vergelijking tussen IrDa en Bluetooth is te vinden in [8]. In de VS trachten meerdere bedrijven gezamenlijk om met HomeRF [9] een standaard te creëren die veel van Bluetooth weg heeft. Het Shared Wireless Access Protocol (SWAP), dat door de HomeRF Working Group (HRFWG) is opgesteld, maakt per net 127 apparaten mogelijk bij een reikwijdte van 50 meter. Verrassenderwijs bevinden zich onder de initiatiefnemers van de HRFWG ook enkele oprichters van Bluetooth: Ericsson, IBM en Intel spelen naast Compaq, Hewlett-Packard, Microsoft, Motorola en Philips een doorslaggevende rol. Toch heeft deze groep maar een paar honderd deelnemers, terwijl de Bluetooth SIG al meer dan 1000 geïnteresseerden telt. Toegang tot de HomeRF-specificaties krijgen echter alleen diegenen die eerst 500 dollar toegangskosten hebben betaald. Ook de DECT-norm voor draadloze telefonie is een kandidaat voor 'Wireless LAN's'. Ze werkt in een exclusief frequentiegebied in de buurt van 1,8 GHz en heeft door het hogere zendvermogen een grotere reikwijdte (tot 500 meter). CECT en Bluetooth zijn voor de overdracht van spraak en kleine datarates (max. 64 Kb/s) gelijkwaardig, maar Bluetooth kan bovendien tot 721 Kb/s bereiken. Een consortium met de fraaie naam HomePNA (Home Phoneline Networking Alliance), waaraan 3Com, IBM, Intel, AMD, Compaq, Hewlett-Packard, Cisco en Lucent deelnemen, heeft zich als prioriteit gesteld om netwerkopbouw via telefoonlijnen mogelijk te maken [10]. Naar alle waarschijnlijkheid zal zich dit hoofdzakelijk beperken tot de VS, omdat het daar gebruikelijk is om iedere ruimte te voorzien van ritsen telefoonaansluitingen. HomePNA gebruikt het frequentiegebied boven ADSL (= Asymmetric Digital Subscriber Line, [11]) tussen 6 en 10 MHz. Ook diverse grote elektriciteitsmaatschappijen maken zich sterk voor netwerken via de normale elektriciteitsaansluitingen. Een voordeel daarbij is dat in ieder huis wandcontactdozen zijn te vinden. Van de datarates moet men echter geen al te hoge verwachtingen hebben; op netleidingen is vaak veel storing aanwezig.

Wat zal de toekomst brengen?

Bluetooth heeft van alle Wireless-LAN-systemen de grootste kans om wereldwijd snel door te breken. Behalve veel

Literatuur en links:

- [1] www.bluetooth.com
- [2] www.bluetooth.net
- [3] www.zdnet.co.uk/news/specials/1999/04/bluetooth/
- [4] <http://bluetooth.ericsson.se/default.asp>
- [5] www.intel.com/mobile/bluetooth/
- [6] www.vlsi.com
- [7] www.cambridgesiliconradio.com/
- [8] Vergelijking tussen IrDA en Bluetooth: www.countersys.com/tech/bluetooth.htm
- [9] HomeRF: www.homerf.org
- [10] HomePNA: www.homepna.org
- [11] ADSL - High Speed Internet, ELEKTUUR 11/99, p. 48 e.v.
- [12] www.bluetooth.rsd.de/ en www.bluetooth-testing.com

gebruiksmogelijkheden in de data techniek zal het ook toepassing vinden in de consumentenelektronica en in de automobieltechniek. Na Ericsson en Nokia die reeds toepassingen hebben geïntroduceerd, zullen dit jaar talrijke gebruiksmogelijkheden van Bluetooth worden gepresenteerd. In dit verband

kon de Duitse computerbeurs CeBIT dit jaar wel eens heel interessant worden. De eerste Bluetooth-systemen zullen al gauw te koop zijn.

(992041)

Koning Blauwtand en zijn vrienden

De naam Bluetooth herinnert aan de Deense koning Harald Blaatand (Harald Blauwtand, 910 - 986) die grote delen van Scandinavië tot het Christendom deed overgaan en verenigde. De afbeelding (bron: Rohde & Schwarz) toont een runenstein die in de hoofdstad Jelling in midden-Jutland werd gevonden en die onmiskenbaar bewijst dat hij als vroege promotor voor de communicatie tussen mobiele telefoon en notebook PC kan gelden.



De keuze van de naam heeft natuurlijk betrekking op de twee belangrijkste initiatiefnemers van het systeem, Ericsson Mobile Communications (Zweden) en Nokia Mobile Phones (Finland), die als telecombedrijven hun expertise op het gebied van Wireless LAN (Local Area Network) inbrachten. Koning Blauwtand II heeft inmiddels vele vrienden gekregen, zoals de volgende lijst van deelnemers aan de SIG-Bluetooth laat zien (uittreksel; complete lijst in [1]):

AKG Acoustics, Alcatel, Analog Devices, AMD, Bang & Olufsen, Boeing, Bosch, Compaq, Dell, Fujitsu, Grundig, Hagenuk, Hewlett Packard, ICO, LEGO, LG Electronics, Logitech, Lucent, Mitsubishi, Motorola, NCR, National Semiconductor, Philips,

Psion Computer, Qualcomm, Rohde & Schwarz, Samsung, Sennheiser, Seiko Epson, Sharp, Siemens, TDK, Telia, Temic, Texas Instruments, VLSI Technology, Volvo, 3Com.