

ELEKTUUR

ELEKTRONICA & COMPUTERTECHNIEK

Nr. 463
MEI 2002
(NL) € 5,95
(B) € 6,50

www.elektuur.nl

GSM-DETECTOR handige speurneus



**BasicCard
voor GSM-
telefoon**



**Portable
DMX-tester**

**Gitaar-
vervormer**

**WorldSpace
Radio**



Tube box

Diodes voor het echte buizengeluid

Manfred Radler

De Tube Box geeft aan een versterker met halfgeleiders het karakteristieke buizengeluid, dat zo typerend is voor echte gitaarversterkers.



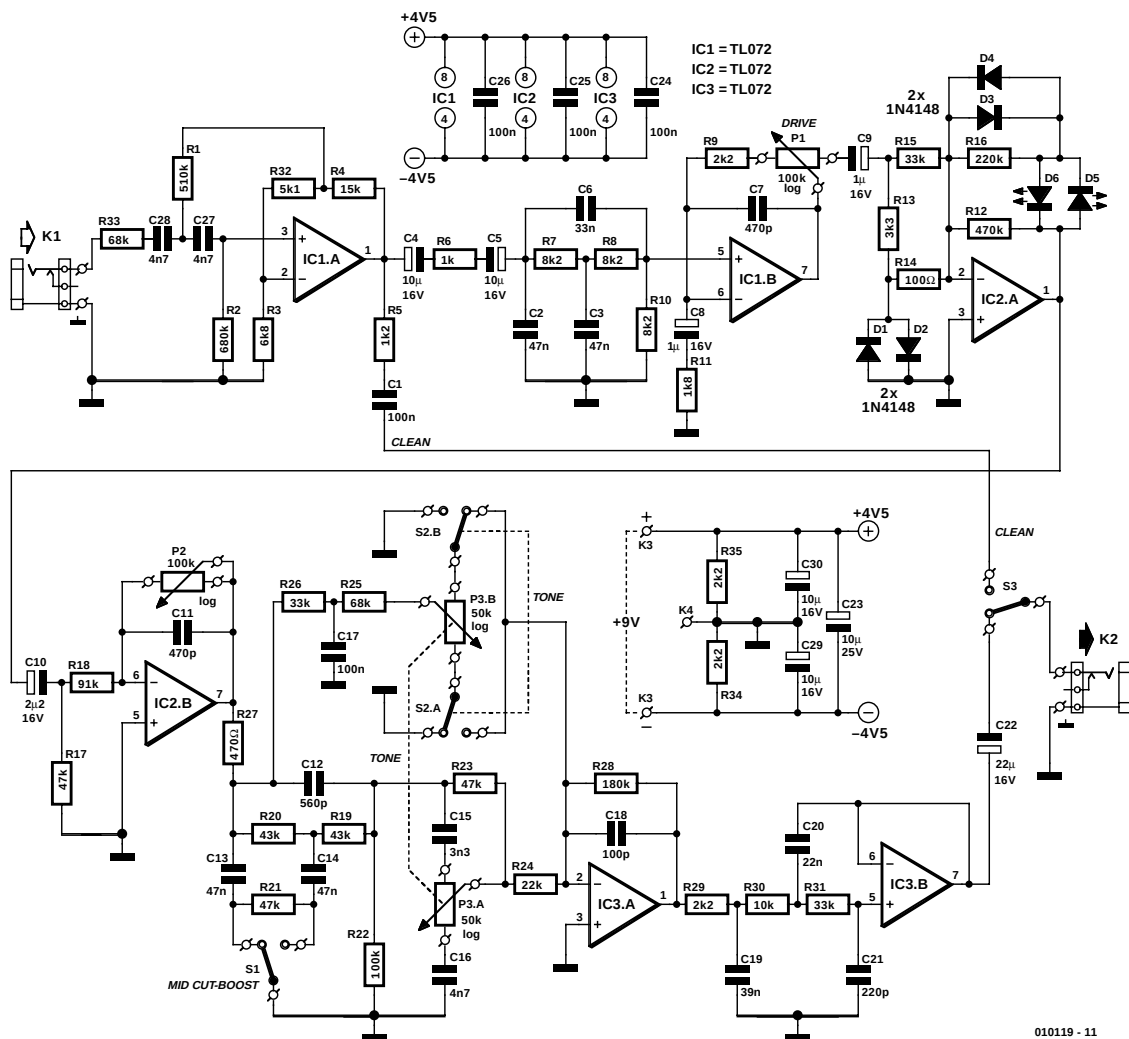
Professionele gitaarversterkers met buizen, die op het podium of in de studio worden gebruikt, krijgen hun karakteristieke geluid door het zogeheten clippen (vastlopen) van de buizen bij oversturing. Wat bij een versterker met halfgeleiders vreselijk klinkt (en zelfs het doodvonnis daarvan kan betekenen), is voor een buizenversterker standaardbedrijf. Maar wel met een nadeel: Om een buizenversterker te oversturen moet de volumeknop helemaal open worden gedraaid. Dat kan voor de andere leden van de band (of de

buren) tamelijk zenuwslopend zijn. Met de hier beschreven tube box, die tussen de gitaar en de versterker wordt opgenomen, is dat niet nodig. Het kleine apparaat wekt de gewenste vervorming op in het ingangssignaal van de versterker. Voor de instelling bezit de tube box een paar potmeters en twee schakelaars, die zeer effectief zijn en opmerkelijk veel instellingsmogelijkheden geven. De vervormer is daardoor voor vrijwel

het hele scala aan gitaarmuziek geschikt, van de ronde en warme blues tot krijssende heavy metal.

Voor en achter de diodes

Het hart van de schakeling, de vervormer, is rond IC2a opgebouwd. Oorzaak van de vervorming zijn twee antiparallel geschakelde diodeparen D1...D4, die zorgen voor het clippen van het signaal. Het clippen



010119 - 11

Figuur 1. Veel filters en een vervormingstrap: de schakeling van de tube box.

gaat niet zo abrupt als bij halfgeleiderversterkers, maar heel geleidelijk zoals bij eindtrappen met buizen. Als de amplitude van het signaal groot wordt, gaan ook de LED's D5/D6 meedoen en door de toegenomen tegenkoppeling neemt de versterking van de opamp nog verder af. De combinatie van deze twee vervormingen geeft een vrij goede benadering van het clippen van een buizenversterker omdat door het in geleiding komen van de diodes ook boventonen en oneven harmonischen (en dus goed in het gehoor liggend) in het totale klankbeeld worden toegevoegd.

Om te zorgen dat de vervormer zo 'natuurgetrouw' mogelijk kan werken, moet het ingangssignaal worden aangepast. Het uitgangssignaal van de gitaar wordt daartoe eerst aan de hoogohmige ingang van

opamp IC1a toegevoerd. Deze opamp dient als buffer/versterker annex filter en zorgt ervoor dat het relatief hoogohmige opname-element van de gitaar niet te zwaar wordt belast.

Aan de uitgang wordt het signaal gesplitst: enerzijds gaat het via een filter naar voetschakelaar S3, anderzijds wordt het via een banddoorlaatfilter naar IC1b gestuurd. Deze opamp versterkt het signaal ongeveer 5 maal. Met de voetschakelaar kan de 'vervormingselektronica' worden overbrugd en bereikt het signaal vrijwel onveranderd de uitgangsbuss.

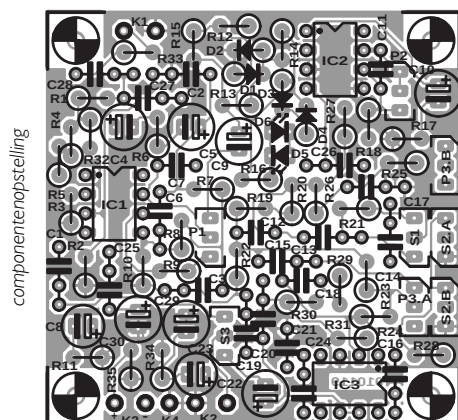
Het banddoorlaatfilter heeft tot taak om het voor de gitaar zo karakteristieke deel van het frequentiespectrum extra te benadrukken. Van de buffer/versterker (IC1b) achter het filter kan de versterking met P1 wor-

den ingesteld. Deze potmeter dient niet voor de instelling van het volume, maar voor instelling van de mate van vervorming. Hoe hoger de potmeter wordt gedraaid, des te vervormder is het signaal op de ingang van IC2b. Potmeter P2 dient hier wel voor de regeling van de geluidsstrekte. De signaalsterkte van het geluid dat uit de vervormer komt, kan worden aangepast aan de sterkte van het geluid bij overbrugging van de vervormer (clean). Zo wordt voorkomen dat er volumesprongen zijn bij het intrappen van de voetschakelaar. Vanzelfsprekend is het ook mogelijk om het volume van het vervormde geluid iets luider in te stellen, waardoor de gitarist bij een solo wat meer naar de voorgrond wordt gehaald.

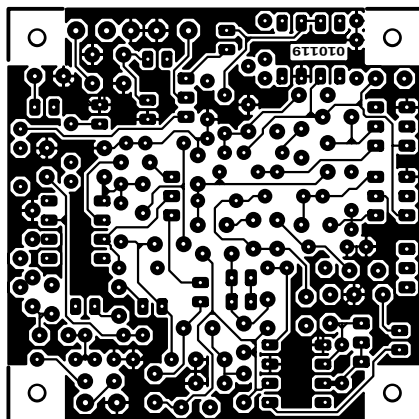
Na de aanpassingsversterker voor het volume volgt een tamelijk ingewikkelde toonregeling met diverse instellingsmogelijkheden. Met schakelaar S1 kan men kiezen of het gebied van de middentonen verzwakt of juist versterkt moet worden. Een verzwakking is spe-

ciaal voor 'hard music' (metal) nuttig, terwijl bij een versterking vooral 'blues-achtige' solo's beter overkomen.

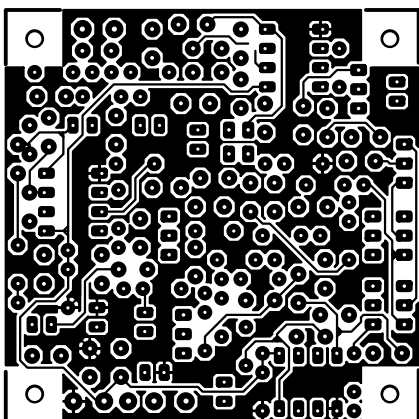
De toonregeling is vrij ongebruikelijk van opzet, maar werkt in de praktijk heel doeltreffend. Met stereopotmeter P3 worden de hoge en lage tonen gelijktijdig ingesteld; de stand van schakelaar S2 bepaalt of deze instelling gelijk of tegengesteld verloopt. Dus de hoge en lage tonen worden beide in gelijke mate versterkt of verzwakt, en in het



componentenopstelling

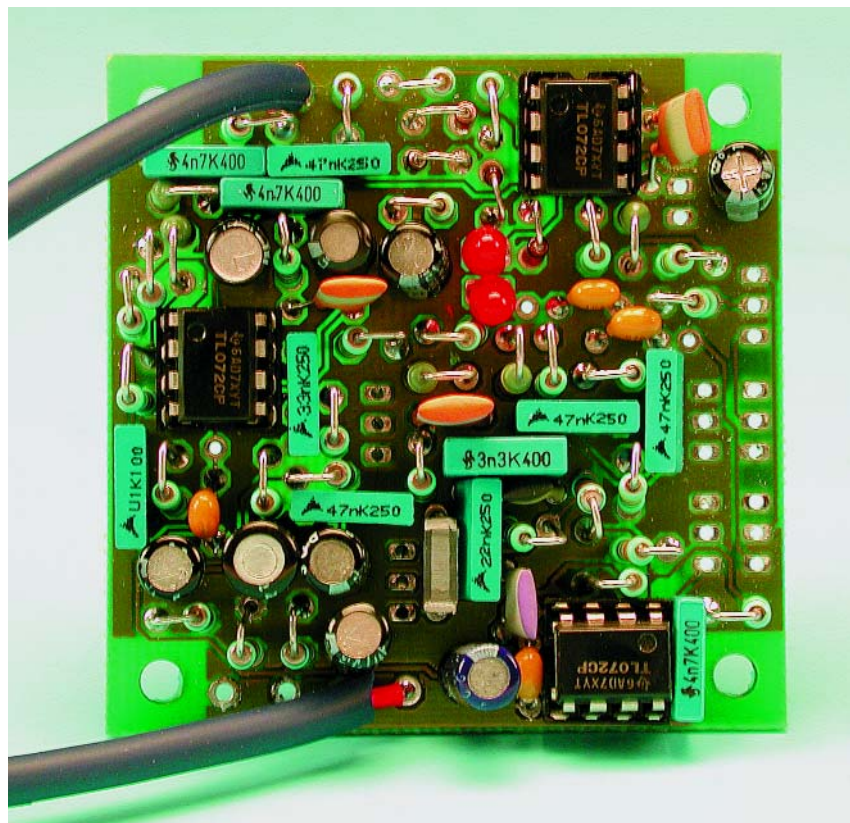


soldeerzijde



componentenzijde

Figuur 2. Layout en componentenopstelling van de kleine print.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 511 k
R2 = 680 k
R3 = 6k8
R4 = 15 k
R5 = 1k2
R6 = 1 k
R7,R8,R10 = 8k2
R9,R29,R34,R35 = 2k2
R11 = 1k8
R12 = 470 k
R13 = 3k3
R14 = 100 Ω
R15,R26,R31 = 33 k
R16 = 220 k
R17,R21,R23 = 47 k
R18 = 91 k
R19,R20 = 43 k
R22 = 100 k
R24 = 22 k
R25,R33 = 68 k
R27 = 470
R28 = 180 k
R30 = 10 k
R32 = 5k1
P1,P2 = potmeter 100 k log
P3 = stereo-potmeter 2 x 50 k log

Condensatoren:

C1,C17,C24...C26 = 100 n
C2,C3,C13,C14 = 47 n
C4,C5,C29,C30 = 10 μF/16 V radiaal
C6 = 33 n

C7,C11 = 470 p
C8,C9 = 1 μF/16 V radiaal
C10 = 2μF/16 V radiaal
C12 = 560 p
C15 = 3n3
C16,C27,C28 = 4n7
C18 = 100 p
C19 = 39 n
C20 = 22 n
C21 = 220 p
C22 = 22 μF/16 V radiaal
C23,C29,C30 = 10 μF/16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1...D4 = 1N4148
D5,D6 = LED rood
IC1...IC3 = TL072-CP*

Diversen:

K1,K2 = klinkstekerbus 6,35 mm, voor chassismontage*
K3 = printpen
S1 = tuimelschakelaar 1 x wissel
S2 = tuimelschakelaar 2 x wissel
S3 = voetschakelaar FS-40 (Monacor 01.0260)
kastje Hammond 1590B*
Print EPS 010119-1 (zie Service pagina's)

De print-layout kan gratis worden gedownload van www.elektuur.nl

*: zie tekst

andere geval worden de hoge tonen verzwakt en de lage tonen versterkt (of omgekeerd).

De toonregeling wordt afgesloten met een versterkertrap (IC3a), waarna het signaal via een hoogdoorlaatfilter (IC3b) en de voetschakelaar de uitgangsbuss bereikt.

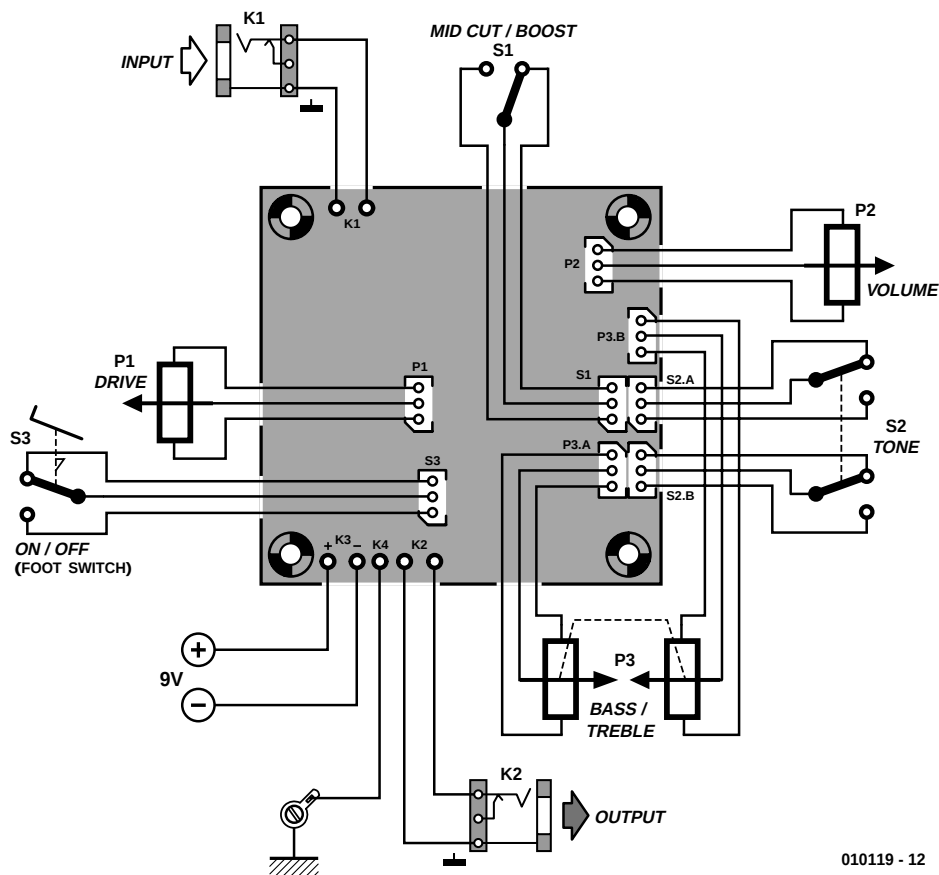
Als voeding van de tube box kan een gestabiliseerd netvoedinkje worden gebruikt, dat op K3 wordt aangesloten. Als alternatief kan ook een 9-V-batterij worden gebruikt. Maar dan is het beter om in plaats van een TL072, een pen-compatibele low-current rail-to-rail opamp zoals de OP470 te gebruiken.

Opbouw en testen

Door de kleine afmetingen van de print (figuur 2) staan de onderdelen nogal dicht op elkaar. De meeste onderdelen worden staand gemonteerd, waardoor het belangrijk is om eerst de kleine onderdelen te monteren en daarna pas de grote. Dus eerst de diodes, de LED's, vervolgens de IC-voetjes en de condensatoren behalve de elco's, dan de snoeren voor de potmeters en schakelaars en dan pas de weerstanden, elco's en printpennen voor de in- en uitgangen, voedingsspanning en massa (afscherming).

In figuur 3 is het bedradingsschema te zien. De print moet in een metalen kastje worden ingebouwd, om de gevoelige elektronica goed af te schermen tegen storing van buiten af. Daarom ook moet het kastje worden verbonden met de massa van de schakeling (K4). In het kastje wordt daarvoor tegen de bodem een aardlip geschroefd. Voor het prototype is door ons een Hammond-kastje type 1590B gebruikt. Het is zo klein dat er geen plaats is voor een batterij en zelfs niet voor de in- en uitgangsbussen. In plaats daarvan hebben we bussen gebruikt voor snoeraansluiting en die via twee stukjes afgeschermd snoer door gaten in het kastje op de print aangesloten. De snoeren zijn goed beveiligd tegen trekbelasting.

Als men liever chassisbussen gebruikt, is een groter kastje nodig. Dan kan ook de massaverbinding naar de aardlip vervallen, want daarvoor zorgt dan de ingangsbuss (waarvoor in dat geval een ongeïsoleerde



010119 - 12

Figuur 3. Bedradingsschema.

uitvoering moet worden gebruikt). De uitgangsbuss moet wel geïsoleerd zijn om aardlussen te voorkomen.

Een metalen kastje zorgt niet alleen voor een effectieve afscherming maar het is ook zo sterk dat het zonder problemen op de planken van het podium kan worden bediend. En daar gaat het tenslotte om.

Als test wordt de tube box aangesloten en volumepotmeter P2 op minimum gedraaid. Dan slaat men een toon aan op de gitaar en als er niets is te horen, drukt men op de voetschakelaar om de vervormer te overbruggen. Dan drukt men nog een keer op de voetschakelaar en met P2 kan het gewenste volume worden ingesteld. Tot slot wordt met P1 de vervormingsgraad ingesteld en met S1, S2 en P3 de beste klank.

(010119)

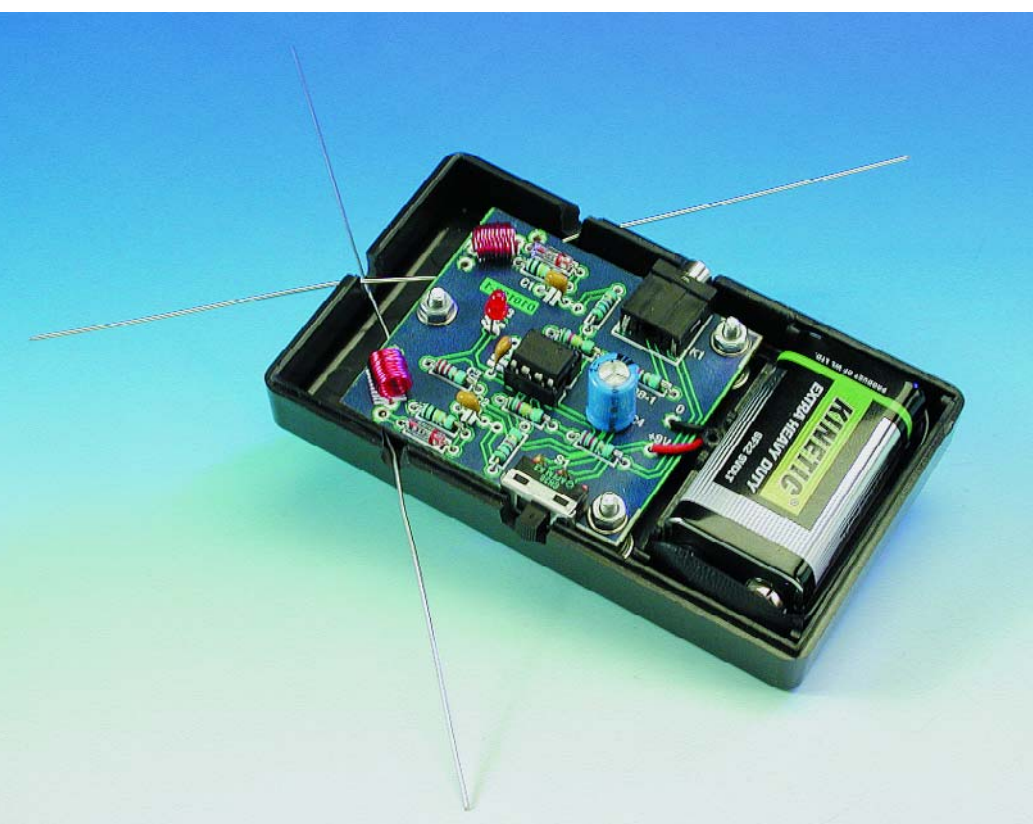


GSM-detector

Speurneus voor GSM-frequenties

B. Kainka

Wellicht komt deze situatie u bekend voor: je wordt gebeld of ontvangt een SMS bericht, terwijl de beller of afzender zich vlakbij bevindt. Probeert iemand zich te verstoppen? Of gaat het om geheime zaken, zoals verboden communicatie gedurende een klassikale opdracht of examen. Vanaf nu kan aan deze activiteiten een halt worden toegeroepen, want Elektuur presenteert in dit artikel het ultieme opsporingsapparaat voor actieve mobieltjes en draadloze telefoons.



Het is niet moeilijk om de signalen van een mobieltje te ontvangen: er zijn slechts een kleine antenne, een diode en een versterker nodig. Nog beter is het om het dubbel uit te voeren, want met twee oren kunnen we ruimtelijk horen. Op deze manier kunnen we ook waarnemen uit welke richting het signaal afkomstig is.

GSM-zoeker

De schakeling (zie **figuur 1**) toont twee eenvoudige HF-detector-ontvangers, bestaande uit een dipoolantenne, een HF-geschikte Schottkydiode en vervolgens de versterker. De beide spoeltjes kunnen gemakkelijk zelf worden gemaakt. Het gaat hier om twee luchtspoelen van 10 windingen met een diameter van 5 mm. De voorbeeldspoelen werden gewikkeld met verzilverd draad om een 5-mm-LED'je, maar het moet ook gaan met gelakt koperdraad. Draaddikte en dergelijke gegevens van de spoel zijn volstrekt niet kritisch. Voor de beide hoofdtelefoonversterkers wordt een dubbele opamp ingezet in de vorm van een LM358. De LED waarmee wordt gevisualiseerd dat de schakeling is ingeschakeld, wordt hier ook benut voor het opwekken van een virtueel massa-

Mobieltjes en DECT-telefoons zenden pulserende golven uit in het 900-MHz- of 1800-MHz-bereik. Het karakteristieke 'geknetter' heeft iedereen wel eens gehoord wanneer er een mobieltje in de buurt van een radio of een

analoge telefoon actief was. Ook bij radio- en televisie-omroepen is het geluid van tijd tot tijd te horen, aangezien mobieltjes ook ingeschakelde microfoons kunnen beïnvloeden.

Elektuur-miniproject

Deze nieuwe serie richt zich vooral op jeugdige lezers en op alle in elektronica geïnteresseerden, die met kleine projecten praktische ervaring willen opdoen. De projecten zijn vooral eenvoudig en goedkoop. De lol van het zelfbouwen en de interesse voor de elektronica wegen daarbij zwaarder dan een hoogstaande technische oplossing en een diepgaande beschrijving. Voor de projecten worden uitsluitend gangbare en bij de plaatselijke elektronicawinkel goed verkrijgbare onderdelen toegepast.

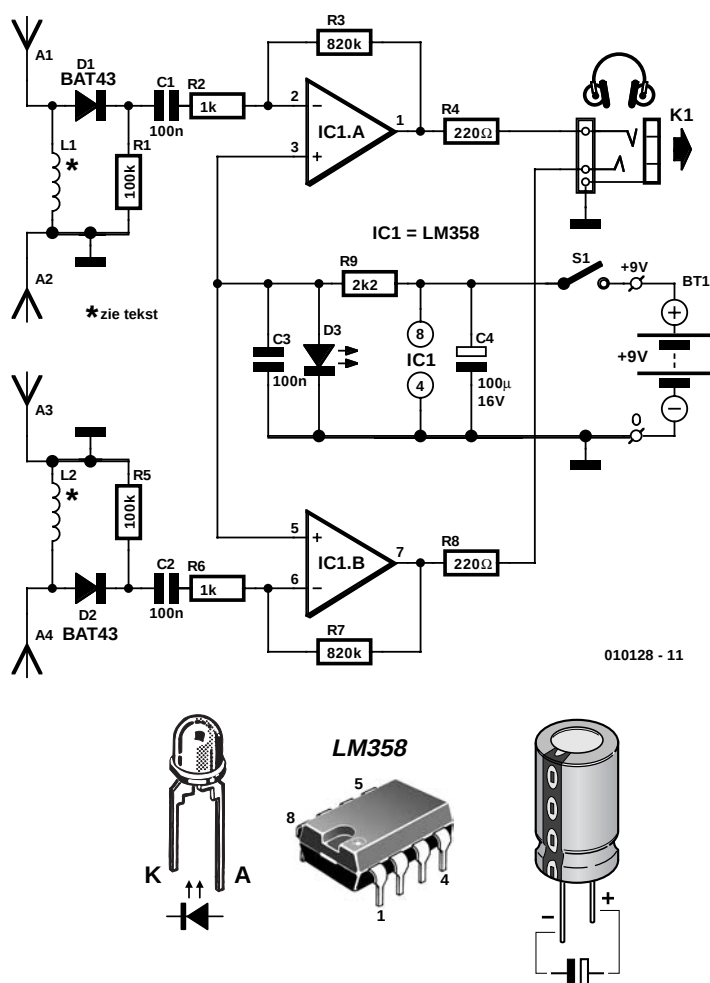
De Elektuur-miniprojecten worden niet alleen in het tijdschrift gepubliceerd, maar ook op onze Internet-site www.elektuur.nl, om zo de interesse in de elektronica te bevorderen.

Een serie als deze leent zich ook goed voor response van lezers en in dit geval ook van de bezoekers van de Elektuur-website. Mail ons als dit idee u bevalt en natuurlijk ook wanneer dat niet het geval is. We verheugen ons bijzonder op uw ideeën, voorstellen en ook miniprojecten wanneer u zelf wellicht reeds iets heeft ontwikkeld.

E-mail: redactie@elektuur.nl

punt. Er is hier geen gebruik gemaakt van koppel-elco's aan de uitgangen, maar de belasting (de hoofdtelefoon) is via een weerstand van $220\ \Omega$ rechtstreeks met de opamp-uitgang verbonden. Wie meer versterking wil en de stroom-

opname verder wil beperken, kan R4 en R8 ook eens proberen te vervangen door elco's van $22\ \mu\text{F}/16\ \text{V}$. De beide antennes bestaan uit stukjes draad van 3 tot 7,5 cm lang en deze worden onder een hoek van 90 graden op de hoekpunten van de



Figuur 1. De schakeling van de GSM-zoeker: een stereo HF-detector.

printplaat bevestigd. Hiermee wordt een goede richtingsgevoeligheid bereikt. Met een stereo hoofdtelefoon kan ruimtelijke oriëntering worden bereikt, zelfs wanneer er meerdere mobieltjes tegelijkertijd zenden.

Met dit apparaat kunnen ook zenders van het GSM-net worden opgespoord en hun activiteiten worden waargenomen. Bovendien kunnen eventuele lekkages in de magnetron in de keuken worden opgespoord. En wanneer de antennespoelen worden veranderd, kan het apparaat ook voor totaal andere frequentiebereiken worden gebruikt. Een paar windingen meer, ietwat langere antennedraden en het systeem werkt ook op de kortegolf, alleen niet in stereo.

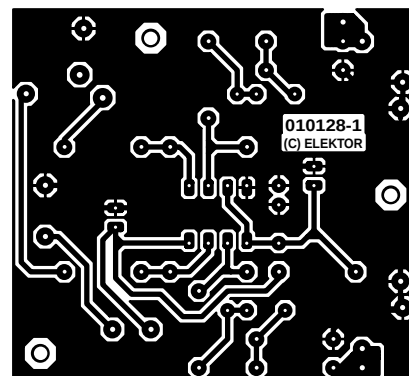
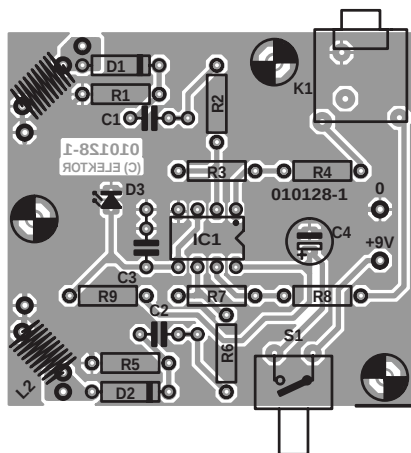
Praktische tips

Voor de dioden worden in de componentenlijst naast de Schottky-types BAT43 en BAT45 ook drie germaniumdioden genoemd. Deze oeroude halfgeleider is minstens net zo goed voor deze toepassing, vaak zelfs nog beter! In ieder geval verkregen wij bij het toepassen van Ge-dioden een iets hogere gevoeligheid. De bekende Schottky-diode BAT85 is voor deze toepassing onbruikbaar, omdat deze diode niet geschikt is voor hoogfrequenttoepassingen.

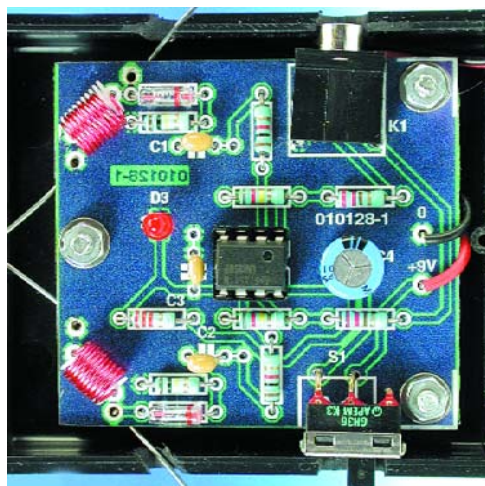
Voor schakelaar of drukknop S1 zijn er op de print (zie **figuur 2**) slechts twee aansluitpunten gereserveerd, zodat door middel van een paar korte stukjes draad ieder willekeurig type schakelaar kan worden aangesloten. Een kleine schuifschakelaar met passende steek kan ook direct op de print worden gesoldeerd, wanneer de niet gebruikte aansluitingen worden afgeknipt. Het toepassen van een drukknop heeft ten opzichte van een schakelaar het voordeel dat niet vergeten kan worden het apparaat uit te schakelen.

Let bij het aansluiten van de batterijclip op de polariteit; de rode draad is de plus. Voordat de batterij wordt aangesloten, moeten eerst alle onderdelen gemonteerd en gecontroleerd worden - alleen IC1 wordt nog niet in het voetje gestoken. Na het aansluiten van de batterij en het inschakelen van S1 dient de LED op te lichten. Als dat niet gebeurt, moet worden gecontroleerd of de LED op de juiste manier op de print is gesoldeerd en of de plus en de min van de batterij niet zijn verwisseld. Als de LED oplicht, kan de schakeling weer worden uitgeschakeld en kan het IC op de juiste wijze in het voetje worden geplaatst (pin 1 en 8 aan de kant van de inkeping). Als behuizing kan ieder (niet-metalen) kastje worden gebruikt waar de print en een batterij inpassen.

Zoals u op de foto's kunt zien, hebben we in een klein kunststof kastje enkele uitsparin-



Figuur 2. Layout en componentenopstelling van de print voor de GSM-detector.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R5 = 100 k
R2, R6 = 1 k
R3, R7 = 820 k
R4, R8 = 220 Ω
R9 = 2k2

Condensatoren:

C1...C3 = 100 n
C4 = 100 n/16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1, D2 = BAT43, BAT45, AA112,
AA116, AA119
D3 = high-efficiency-LED
IC1 = LM358P

Spoelen:

L1, L2 = 10 windingen, 5 mm diameter, 0,3...0,5 mm draaddiameter (zie tekst)

Diversen:

K1 = stereo 3,5 mm klinkstekerbus voor printmontage (bijv. Conrad 732893)
S1 = enkelpolige schakelaar of drukknop
9-V-batterij met aansluitclip
8-polig IC-voetje
kastje met plaats voor batterij, bijv. Pactek K-RC-24-9VB-BC (Conrad 522864)
Antennes: 2 stukjes draad 3 tot 7,5 cm print EPS 010128-1 (zie service-pagina's)

gen gemaakt waardoor de antennes naar buiten steken.

Hoe goed een verborgen mobieltje is te horen, is afhankelijk van de zendsterkte van het mobieltje. Hoe slechter de dichtstbijzijnde zender wordt ontvangen, des te sterker zendt de telefoon uit. Als dit station zeer dicht in de buurt is, (te herkennen aan een zendmast op een dak ergens in de buurt), dan zendt het mobieltje zeer 'zachtjes' (om de accu te sparen) en is deze in de koptelefoon tot op een afstand van 1...2 meter vanaf het mobieltje te horen. Door de stereo-opstelling van de beide antennes onder een hoek van 90° kan men in de koptelefoon (een normaal walkman-type) horen waar het mobieltje zich bevindt; als het signaal in beide oorschelpen even hard klinkt, bevindt de GSM zich recht voor de detector. Natuurlijk kan alleen het geluid van de zendpulsen worden waargenomen in de koptelefoon, een gesprek is op deze wijze niet af te

luisteren - die informatie wordt immers digitaal versleuteld verstuurd.

De gevoeligheid van de ontvanger is afhankelijk van drie factoren: van de toegepaste dioden, de lengte van de antennedraadstukjes en de versterkingsfactor van de opamp. Bij oude mobieltjes die nog in de 900-MHz-band werken, moeten de draadstukjes (twee per antenne) elk ongeveer 7,5 cm lang zijn (uitgaande van een zogenaamde verkortingsfactor van 0,95 en rekening houdend met de afstand tussen de twee dipolen op de print van ongeveer 1 cm). Bij het nieuwere 1800-MHz-netwerk is dit ongeveer 3,5 cm. Het is het beste om wat te experimenteren met de lengte. De keuze van het draadmateriaal (geïsoleerd of blank) is niet kritisch, het belangrijkste is om een

dikte draad te kiezen dat niet voortdurend verbuigt. Het is belangrijk dat de draadstukjes goed vastgesoldeerd worden op de aansluitpunten op de print.

De versterking van de opamp kan worden vergroot door voor R3 en R7 in plaats van 820 k Ω grotere weerstanden uit te proberen, bijvoorbeeld 1 M Ω of nog groter. Weerstanden tot 10 M Ω zijn geen probleem. Proberen gaat hier boven studeren en er kan eigenlijk niks verkeerd gaan. Wanneer er alleen nog ruis en gefluit wordt waargenomen, is de waarde te hoog. Zoals al werd opgemerkt, kunt u ook nog experimenteren met R4 en R8 door deze te vervangen door elco's. (plus van elco aan uitgang van opamp).)

(010128)

BasicCard voor de GSM-telefoon

Ontdek de geheimen van uw GSM telefoon

Patrick Gueulle

Een geprogrammeerde chipkaart van het BasicCard-type vormt het uitgangspunt voor dit artikel. We laten zien hoe we deze 'SIM-kaart-emulator' toe kunnen passen voor het testen van de belangrijkste functies die via het normale menu en het service-menu van sommige GSM-toestellen toegankelijk zijn.

De SIM (Subscriber's Identification Module)-chipkaart is de onmisbare sleutel voor het gebruik van ieder GSM-apparaat. Deze bevat zowel de geheime codes als de persoonlijke gegevens van de gebruiker en wordt aan de klant verstrekt door een GSM-netwerkbeheerder die normaal gesproken wel de eigendomsrechten er van houdt.

Een volgens een open besturingssysteem werkende chipkaart, zoals de BasicCard, kan echter worden getransformeerd in een 'SIM-experimenteerkaart' die onafhankelijk van de telefoon-operators een groot aantal experimenten mogelijk maakt.

De 'professional' BasicCard

Sinds de introductie in 1998 van de 'compact' BasicCard heeft de firma ZeitControl gestaag krachtigere versies ontwikkeld, zoals de 'enhanced' en recentelijk de 'professional' versie. De ZC 4.1 vormt echter een belangrijke mijlpaal, want het betreft hier de eerste BasicCard die het T=0-protocol ondersteunt. Alle voorgaande versies van de BasicCard werkten uitsluitend volgens het voornamelijk in Duitsland populaire T=1-protocol.

Omdat de GSM 11.11 specificatie van de ETSI het T=0-protocol voorschrijft, was het tot voor kort niet mogelijk om een BasicCard in een GSM toestel te laten werken.

De 'professional' BasicCard is voorzien van



één van de krachtigste ATMEL-chips, de AT90SC323C. Met 32 KB flash-geheugen voor het besturingssysteem, 32 KB aan EEPROM-geheugen, 1 KB RAM en cryptografische coprocessor is deze chip uitstekend geschikt voor de productie van een 'Fase 2'-SIM-kaart en een 'SIM Tool-kit'.

De grootste bijzonderheid van de toegepaste chip is het feit dat deze geheel in de flash-EEPROM-technologie is uitgevoerd. Het on-chip besturingssysteem wordt tijdens de activering van de kaart in het geheugen geladen en is dus niet maskergeprogrammeerd in het ROM-gedeelte van de kaart. Dit maakt de

Tabel 1.
Overzicht van de
genormaliseerde
GSM 11.11-instructies.

20h	: verify CHV
24h	: change CHV
26h	: disable CHV
28h	: enable CHV
C0h	: get response
32h	: increase
04h	: invalidate
B0h	: read binary
B2h	: read record
44h	: rehabilitate
88h	: run GSM algorithm
A2h	: seek
A4h	: select
FAh	: sleep
F2h	: status
2Ch	: unblock CHV
D6h	: update binary
DCh	: update record
10h	: terminal profile
C2h	: envelope
12h	: fetch
14h	: terminal response

kaart veel flexibeler.

In een conventionele SIM-kaart wordt in het ROM-gedeelte een vast besturingssysteem geprogrammeerd.

Het EEPROM-gedeelte bevat een bestandssysteem dat aan de GSM11.11-norm voldoet en (als het een SIM 'Fase 2+' betreft) eventuele SIM-Toolkit-toepassingen (meestal Java-applets) die er door de operator of een dienstverlenende instelling (een bank bijvoorbeeld) zijn ingezet. Het besturingssysteem van een BasicCard is van de open soort, net zoals bij een Javacard, Multos en andere 'Windows voor smart cards'. Het betreft in dit geval een interpreter die het mogelijk maakt om toepassingen te schrijven in het welhaast oneindig populaire BASIC, waarbij wel opgemerkt moet worden dat dit een speciale versie is voor deze chipkaarten.

Zijn we eenmaal op het punt aangekomen dat de applicaties in het EEPROM-gedeelte gezet moeten worden, dan kan dit met een krachtig maar niettemin gratis ontwikkel-tool (<http://www.basic-card.com>).

In dit project legt het BASIC-programma van bijna 450 regels beslag op ongeveer 17% van het EEPROM-geheugen, het restant wordt gedeeld door een GSM11.11-compa-

tibel bestandssysteem en een grote log-file, waarin de kaart desgewenst de geschiedenis kan bijhouden van alle van buiten ontvangen instructies.

Een SIM-experimenteer-kaart

Het is niet de bedoeling van de SIM-experimenteerkaart om er mee te telefoneren, maar om alle handelingen mogelijk te maken die normaal gesproken met een door een operator verstrekte kaart niet te realiseren zijn.

In een echte SIM-kaart zijn de meest gevoelige gegevens beschermd tegen overschrijven en soms zelfs tegen lezen, door middel van administrator-codes die alleen bij de operator bekend zijn.

In het kader van dit project is alle vertrouwelijke data (de pincode van de gebruiker inbegrepen) continu gedeactiveerd, zodat we 100% vrije toegang hebben tot alle bestaande data.

Wie nu denkt dat hij gemakkelijk de gegevens van een geldige SIMkaart kan kopiëren om een bruikbare kloon te maken, die heeft het mis. Er zijn namelijk twee stevige barricades opgeworpen waardoor ons project niet voor frauduleuze doeleinden gebruikt kan worden:

- Om te beginnen is het (A3/A8-) coderingsalgoritme dat de echtheid van SIM-kaarten op het GSM-netwerk moet garanderen, hier helemaal nep en kan dit niet gemodificeerd worden.

- Men kan wel proberen een kopie van een kaart te maken, maar de geheime code bevindt zich in een gedeelte van het origineel dat absoluut niet te lezen is.

Een van de bijzonderheden van de hier beschreven kaart is dat ze in sommige telefoons toegang geeft tot verborgen menu's (voornamelijk in die van het merk Motorola), die anders alleen toegankelijk zijn voor bevoegde technici.

De kaart is niet geschikt om een per ongeluk kwijtgeraakte beveiligingscode mee boven water te krijgen of om functies te activeren die betrekking hebben op de plaatsbepaling van de zenders van de verschillende netwerken in een bepaald gebied. Er is genoeg EEPROM-geheugen in

de kaart om in een intern bestand alle instructies die de telefoon of een andere terminal er naar toe stuurt, op te kunnen slaan. (Een andere terminal is bijvoorbeeld een PC waar een programma voor het bewerken van SIM-kaarten op draait). Wordt deze log-file vervolgens met een geschikt hulpprogramma overgezet, dan kan deze vanuit didactische of diagnostische redenen geanalyseerd worden.

Tenslotte is onze kaart ook nog 'Proactive SIM'-compatibel, wat betekent dat ze (in tegenstelling tot een eenvoudige fase-1-of-2-SIM-kaart) niet alleen maar de door de telefoon gegeven instructies uitvoert, maar op eigen initiatief de leiding kan nemen, met name wat betreft het beeldscherm en de luidspreker.

In de kaart is een klein, op zich zelf staand programma geïmplementeerd, dat echter alleen in fase-2-compatibele telefoons werkt. Dit levert na ongeveer een minuut een hexadecimaal getal op het scherm (het 'terminal profile'), dat na decodering een gedetailleerde analyse van de 'SIM-Toolkit' van het mobieltje geeft. Vervolgens gaat de kaart zich met de werking van de telefoon bemoeien (zonder deze echter te storen), want deze toont iedere minuut een kort moment 'BasicCard' onder het spelen van een melodietje.

De kaart in detail

De SIM-experimenteerkaart herkent alle genormaliseerde instructies (zie **tabel 1**) die een GSM kan versturen bij de huidige stand van zaken wat betreft de normalisatie (fase 1, 2 en 2+). Herkennen betekent niet noodzakelijkerwijs ook uitvoeren, in het bijzonder als het om instructies gaat die verband houden met vertrouwelijke gegevens. Zelfs als de kaart een bepaalde instructie totaal negeert, zal deze dit rapporteren om de voortgang van de GSM-sessie niet in gevaar te brengen.

Als men bijvoorbeeld de PIN-code-functie wil activeren, zal de kaart antwoorden met 'goed uitgevoerd' (9000h), maar vervolgens niet om de code vragen. Proberen we de PIN-code te veranderen, dan zal de kaart eveneens antwoorden dat de operatie is geslaagd, maar iedere willekeurige code wordt dan als de juiste beschouwd.

Deze truc maakt het mogelijk om ongehinderd met de gegevens van de kaart te spelen. Daartoe is het wel nodig dat we wat meer vertellen over de structuur van de GSM-instructies, zodat we de inhoud van het logbestand kunnen interpreteren.

Bij de SIM-kaarten die volgens het T=0-protocol werken, begint iedere voor de kaart bestemde instructie met een header van 5 bytes: CLA INS P1 P2 LEN.

CLA is de ISO-klasse van de instructie en deze heeft voor een SIM-kaart altijd de waarde A0h.

INS is een operationele code en is van toepassing op de lijst in tabel 1.

P1 en P2 zijn twee parameters waarvan de betekenis afhangt van de gebruikte operationele code, maar die meestal de default waarde 00h hebben.

LEN tenslotte geeft de lengte aan van het datablok dat volgt, behalve als er geen is (LEN=00h).

Er wordt onderscheid gemaakt tussen ingaande instructies (telefoon naar kaart; het datablok wordt na LEN verstuurd) en uitgaande instructies (kaart naar telefoon; de kaart wordt verzocht om LEN bytes aan data te verzenden). In vrijwel alle gevallen stuurt de kaart minimaal twee bytes terug, de 'meldcode' (SW1 en SW2, resp 90h en 00h als alles goed is verlopen).

Indien de kaart gegevens terug wil sturen als antwoord op een ingaande instructie, dan luidt het antwoord SW1=9Fh, terwijl SW2 het aantal bytes aangeeft dat er opgehaald moet worden met de instructie 'GET RESPONSE' (A0 C0 00 00 SW2).

Het T=0-protocol heeft als bijzondere eigenschap dat het tegelijkertijd ingaande en uitgaande instructies niet ondersteunt, wat bij het T=1-protocol wel mogelijk is. Daardoor is het wel eenvoudiger in het gebruik.

De meest gebruikte instructie is zonder twi-
fel 'SELECT'. Hiermee kunnen we ons ver-
plaatsen door de mappen en bestanden,
ongeveer zoals dat vroeger met de DOS-
instructie 'CD' (Change Directory) ging.

In de hoofddirectory (root, adres 3F00h) zijn de volgende subdirectories te vinden:

7F10h (Telecom)

7F20h (GSM)

7F21h (DCS, een kopie van de GSM-directory, wordt gebruikt door 1800-MHz-telefoons).

Om vanuit hoofddirectory de directory 'Telecom' te kiezen, gebruiken we dus de volgende instructie:

A0 A4 00 00 02 7F 10.

Tabel 2 geeft een overzicht van de bestanden die in de verschillende directories van onze kaart staan. Een aantal bestanden is onmisbaar, hun aanwezigheid is onontbeerlijk wanneer de kaart een GSM-sessie wil uitvoeren, de overige bestanden maken de meest interessante handelingen mogelijk.

Nadat een bepaald bestand geselecteerd is, kunnen we met leesinstructies (*read binary*, *read record...*) of schrijfinstructies (*update binary*, *update record...*) de gegevens uit die bestanden naar believen bewerken.

Voor een succesvol gebruik van alle mogelijkheden van de kaart is het natuurlijk nodig dat we de functies van de verschillende

Tabel 2.

De bestanden op onze kaart.

Hoofddirectory:

2FE2 (ICCID)

Telecom-directory:

6F3A (ADN, Abbreviated Dialling Numbers)

6F3B (FDN, Fixed Dialling Numbers)

6F3C (SMS, Short Messages)

6F40 (MSISDN, Own Numbers)

6F42 (SMSP, Short Messages Service Parameters)

6F43 (SMSS, SMS Status)

6F44 (LND, Last Number Dialed)

GSM- of DCS-directory:

6F05 (LP, Language preference)

6F07 (IMSI, International Mobile Subscriber Identity)

6F20 (Kc, Ciphering Key)

6F30 (PLMN, Preferred PLMNs)

6F31 (HPLMN search period)

6F38 (SST, SIM Service Table)

6F3E (GID1, Group Identifier level 1)

6F3F (GID2, Group Identifier level 2)

6F74 (BCCCH, Broadcast Control Channels)

6F78 (ACC, Access Control Class)

6F7B (FPLMN, Forbidden PLMNs)

6F7E (LOCI, Location Information)

6FAD (AD, Administrative Data)

6FAE (Phase)

bestanden kennen. Hoewel de enige officiële beschrijving van de GSM-specificaties (<http://www.etsi.org>) en in het bijzonder het gedeelte over GSM 11.11 hier uitgebreid op ingaat, beperken we ons hier tot het essentiële wat we ervan moeten weten. We houden ons hoofdzakelijk met de directory GSM (of DCS) bezig, die de meeste mogelijkheden voor leerzame experimenten biedt.

De bestanden Phase en SST (SIM Service Table) spelen een belangrijke rol in de mate waarin ze de telefoon inlichtingen geven over de mogelijkheden van de kaart (van het 'Terminal Profile' dat sommige telefoons uit

kunnen zenden).

Het bestand 'Phase' bevat een enkel byte met de waarde 02h bij fase 2 of 03h bij fase 2+, en is bij de meeste SIM-fase1-kaarten volledig afwezig. Het bestand SST daarentegen bevat des te meer bytes naarmate de SIM-kaart uitgebreid wordt. Iedere service die door de kaart ondersteund kan worden, wordt in feite gerealiseerd door twee bits die aangeven of de bewuste service wel of niet beschikbaar is, en of deze wel of niet geactiveerd is (zie **tabel 3**). Gewoonlijk is alleen de operator in staat om de SST te veranderen (als men zich bijvoorbeeld op een extra service



abonneert). In ons geval is de SST niet schrijfbeveiligd, maar er mag niet een willekeurige waarde in geschreven worden! Zijn originele inhoud (DF 30 C3 F3 00 00 00 03) is een exacte afspiegeling van de mogelijkheden die de gekozen bestanden ons bieden. Pogingen om op de kaart diensten te activeren die deze niet ondersteunt, hebben geen

zin. Wel kan men altijd een van deze diensten deactiveren door van één of meer van de originele '1'-bits '0' te maken.

Op dezelfde wijze kunnen we fase 03h tijdelijk voor fase 02h door laten gaan, om de gevolgen te bestuderen. ICCID bevat het (geenszins vertrouwelijke) serienummer van de kaart, IMSI identificeert de gebruiker via

zijn operator. Zijn telefoonnummer eigenlijk... IMSI bevat trouwens ook de code van de operator en dit maakt de werking van 'roaming' mogelijk: Als een netwerk een vreemde IMSI herkent, wordt er aan de operator van de SIM gevraagd of deze toestaat dat de klant van zijn diensten gebruik mag maken. Zo ja, dan verschijnt het logo van dit netwerk op het scherm. In ons geval is de originele netwerkcode 001-01, een waarde die bij een fictief netwerk hoort en voor de test-SIM-kaart gereserveerd is.

Het bestand AD is eveneens met een karakteristieke testwaarde geprogrammeerd. Het voordeel hiervan is dat de kaart niet geweigerd zal worden in een telefoon die door de operator of de dienstverlener van een 'sim-lock' is voorzien.

De bestanden GID1 en GID2 spelen een vergelijkbare rol. Sommige telefoons accepteren alleen een SIM-kaart met een bepaalde waarde in een van de normaal tegen schrijven beschermde bestanden.

De inhoud van LOCI wordt zichtbaar als men handmatig met de telefoon aansluiting op een netwerk probeert te krijgen. Deze poging loopt echter op niets uit omdat de identiteitskenmerken van de SIM-kaart fictief zijn. We vinden hier dus de code van de laatste operator waar contact mee is gezocht, evenals sommige details betreffende de plaats waar de poging gedaan is en de reden waarom de aansluiting niet tot stand is gekomen. Tegelijkertijd wordt de code van ieder netwerk dat de SIM geweigerd heeft in het bestand FPLMN opgeslagen, met een maximum van vier. Deze lijst kan gewist worden door alle bytes in FPLMN op FFh te zetten.

De meeste bestanden uit de Telecom-directory hebben betrekking op persoonlijke gegevens van de gebruiker, zoals lijsten met telefoonnummers en SMS-boodschappen. Het menu van praktisch elke telefoon biedt de mogelijkheid om de inhoud van deze bestanden aan te passen, maar er bestaan ook programma's voor de PC waarmee dit uiterst comfortabel gaat.

Hulpprogramma's

In principe kan men met iedere willekeurige asynchrone kaartlezer alle bestanden van onze kaart vanaf het toetsenbord van de PC wijzigen, en wel door middel van actief lage ISO7816-instructies. Om 02h in het 'Phase'-byte te schrijven bijvoorbeeld, zouden de volgende instructies uitgevoerd moeten worden:

```
A0 A4 00 00 02 3F 00
A0 A4 00 00 01 7F 20
A0 A4 00 00 02 6F AE
A0 D6 00 00 01 02
```

Tabel 3.

De diensten van de SIM Service Table.

Byte	Actief	Aanwezig	GSM	Dienst
1	b2	b1	Service 1:	CHV (PIN)1 disable function
	b4	b3	Service 2:	Abbreviated Dialling Numbers (ADN)
	b6	b5	Service 3:	Fixed Dialling Numbers (FDN)
	b8	b7	Service 4:	Short Message Storage (SMS)
2	b2	b1	Service 5:	Advice of Charge (AoC)
	b4	b3	Service 6:	Capability Config. Parameters (CCP)
	b6	b5	Service 7:	PLMN Selector
	b8	b7	Service 8:	Party Subaddress
3	b2	b1	Service 9:	MSISDN
	b4	b3	Service 10:	Extension 1
	b6	b5	Service 11:	Extension 2
	b8	b7	Service 12:	SMS Parameters
4	b2	b1	Service 13:	Last Number Dialed (LND)
	b4	b3	Service 14:	Cell Broadcast Message Identifier
	b6	b5	Service 15:	Group Identifier Level 1
	b8	b7	Service 16:	Group Identifier Level 2
5	b2	b1	Service 17:	Service Provider Name
	b4	b3	Service 18:	Service Dialling Numbers (SDN)
	b6	b7	Service 19:	Extension 3
	b8	b7	Service 20:	RFU
6	b2	b1	Service 21:	VCGS Group Identifier List (EF VGCS and EF VGCS)
	b4	b3	Service 22:	VBS Group Identifier List (EF VBS and EF VBSS)
	b6	b5	Service 23:	Enhanced Multi-Level Precedence & Pre-emption Service
	b8	b7	Service 24:	Automatic Answer for eMLPP
7	b2	b1	Service 25:	Data download via SMS-CB
	b4	b3	Service 26:	Data download via SMS-PP
	b6	b5	Service 27:	Menu selection
	b8	b7	Service 28:	Call control
8	b2	b1	Service 29:	Proactive SIM
	b4	b3	Service 30:	Cell Broadcast Message Identifier Ranges
	b6	b5	Service 31:	Barred Dialling Numbers (BDN)
	b8	b7	Service 32:	Extension 4
9	b2	b1	Service 33:	De-personalization Control Keys
	b4	b3	Service 34:	Co-operative Network List

RFU = Reserved for Future Usage

Tabel 4.
Verklaring van het 'Terminal profile'.

Byte 1:

Bit 1 : Profile download
Bit 2 : SMS-PP data download
Bit 3 : Cell Broadcast data download
Bit 4 : Menu selection

Byte 2 :

Bit 1 : Command result
Bit 2 : Call Control by SIM

Byte 3 (Proactive SIM) :

Bit 1 : Display Text
Bit 2 : Get Inkey
Bit 3 : Get Input
Bit 4 : More Time
Bit 5 : Play Tone
Bit 6 : Poll Interval
Bit 7 : Polling Off
Bit 8 : Refresh

Byte 4 (Proactive SIM) :

Bit 1 : Select Item
Bit 2 : Send Short message
Bit 3 : Send SS
Bit 4 : Send USSD
Bit 5 : Setup Call
Bit 6 : Setup Menu
Bit 7 : Provide Local Information

Er bestaan ook programma's voor het beheer van SIM-kaarten waarmee dit veel gemakkelijker gaat dankzij een ingebouwde editor. Eén van de beste voorbeelden op dit gebied is SIMSurf Profi, dat geleverd wordt in combinatie met bepaalde uitvoeringen van de ChipDrive-kaartlezers van Towitoko (<http://www.towitoko.de>)

Deze in Europa zeer populaire lezers die in de PC- of SC-mode (door middel van de installatie van drivers) kunnen werken, zijn ook compatibel met het programma UTILPCSC.EXE dat nodig is om het LOG-bestand van onze experimenteerkaart te onderzoeken. De versies UTIL1.EXE en UTIL2.EXE op hun beurt zijn bedoeld voor de CyberMouse-kaartlezers (de ACR20S of de ACR30S van ACS), die geleverd worden bij de BasicCard-kits (<http://www.basiscard.com>).

De verschillende hier vermelde hulpbestanden evenals het bestand TP.IMG dat op het SIM-kaart-type ZC4.1 gezet moet worden, zijn te downloaden vanaf de Elektuur-site (www.elektuur.nl). Men kan ze ook bestellen bij Elektuur (op floppy EPS 010138-11).

Met een speciale driver (te vinden op www.acs.com.hk) kan UTILPCSC.EXE gebruikt worden. Dit programma dat evenals de SIM-kaart in ZCBasic versie 4 ontwikkeld is, neemt de vier basisbewerkingen met betrekking tot het LOG-bestand voor zijn rekening: Activate, deactivate, download en

clear. In het algemeen wordt het LOG bestand geactiveerd net voor het plaatsen van de SIM-kaart in een GSM-telefoon en gedeactiveerd onmiddellijk na het weer uitnemen ervan, om overflow van de data op de kaart te vermijden.

We downloaden het bestand (dat dan onder de naam CARD.LOG op de harde schijf staat) en wissen de inhoud van de kaart om plaats te maken voor nieuwe gegevens. CARD.LOG is een ASCII bestand dat hexadecimale waarden bevat. Dit kan met behulp van iedere tekstverwerker gelezen worden. Iedere door de kaart ontvangen instructie wordt op een aparte regel gezet, terwijl iedere lege regel op een reset van de kaart op dat moment duidt (uit- en weer inschakelen van de telefoon bijvoorbeeld).

Hier volgt een korte samenvatting van wat er na het activeren van een Phase2+-compatibele telefoon geregistreerd is. Met de instructie 'Terminal Profile' aan het einde van dit bestand informeert de telefoon de kaart over de omvang van zijn mogelijkheden.

```
A0 A4 00 00 02 7F 20
A0 C0 00 00 16
A0 A4 00 00 02 6F AE
A0 C0 00 00 0F
A0 B0 00 00 01
A0 A4 00 00 02 6F 05
A0 C0 00 00 0F
A0 B0 00 00 03
A0 A4 00 00 02 6F 05
A0 C0 00 00 0F
```

```
A0 A4 00 00 02 7F 20
A0 C0 00 00 16
A0 A4 00 00 02 6F AE
A0 C0 00 00 0F
A0 B0 00 00 01
A0 10 00 00 04 0F 03 FF F7
```

Dit hexadecimale woord 0F 03 FF F7 verschijnt op het scherm van de telefoon na de initialisatieprocedure (die lange momenten waarbij vaak de boodschap 'probeer het later' verschijnt als men beroep doet op een functie die teveel systeem-resources vraagt).

Een blik op de gegevens in **tabel 4** (volgens de GSM11.14-specificatie) leert ons dat de telefoon over alle actuele SIM-Toolkit-functionaliteiten beschikt, met uitzondering van de functie 'Send USSD'. Verder kunnen we bijvoorbeeld vaststellen dat dit apparaat incompatibel is met diverse geavanceerde functies (SMS en e-mail versturen) en dat het hier een bijzondere internationale prepaid SIM-kaart, de GSM-kaart EasyRoam van Swisscom betreft (www.easy-roam.com). Ieder model telefoon geeft andere resultaten, die trouwens ook weer per gebied of land kunnen variëren.

(010138)

Noot van de redactie:

Helaas heeft de bij dit project gebruikte BasicCard een relatief hoge prijs, bijna 10 \$US per kaart bij een minimum aantal van 10 stuks. Lezers die hiervoor belangstelling hebben, raden we aan met een aantal mensen samen een bestelling bij de leverancier te plaatsen.



Realisatie van de kaart

Hoewel dit project geheel ontwikkeld is met behulp van een BasicCard kit versie 4.12, is het niet nodig om over de complete kit te beschikken om de SIM-kaart-emulator te bouwen en te gebruiken. In de praktijk is het voldoende om over de volgende onderdelen te beschikken:

- het programma BCLOAD.EXE, dat deel uitmaakt van de gratis op www.basiccard.com te downloaden ontwikkelkit
- een compatibele chipkaartlezer, zoals de CyberMouse die bij BasicCard kits geleverd wordt, of een andere PC/SC-lezer
- een blanco BasicCard die met ons programmeerbestand TP.IMG overweg kan (bij de huidige stand van zaken is dat een ZC4.1 RSA [2001.09.28])

Als de chipkaartlezer volgens de instructies van de fabrikant geïnstalleerd is, openen we een MS-DOS venster in een map die de bestanden TP.IMG en BCLOAD.EXE bevat.

We kunnen nu één van de volgende instructies typen:

- BCLOAD -D -P1 TP.IMG als we een CyberMouse op COM1 gebruiken:
- BCLOAD -D -P2 TP.IMG als we een CyberMouse op COM2 gebruiken:
- BCLOAD -D -P101 TP.IMG als we een PC/SC-compatibele lezer gebruiken, ongeacht de poort waar deze op is aangesloten.

Als de lezer correct herkend wordt, verschijnt er een verzoek op het scherm om de blanco kaart te plaatsen (**screendump A**). Mocht er een incompatibiliteit bestaan tussen de kaart en het bestand, dan maakt het programma BCLOAD hiervan melding (**screendump B**), anders is het verloop van de programmering zichtbaar in de vorm van een reeks adressen die op het scherm voorbijkomen. Wachten tot het einde voor de kaart wordt verwijderd (**screendump C**).

Het is nu zaak de kaart te initialiseren door de functie 'Clear LOG file' van ons programma uit te voeren. Dit kan de eerste keer ettelijke seconden in beslag nemen (**screendump D**)!

Er zijn drie verschillende versies van het programma beschikbaar:

- UTIL1.EXE voor een CyberMouse op COM1
- UTIL2.EXE voor een CyberMouse op COM2
- UTILPCSC.EXE voor een PC/SC-lezer

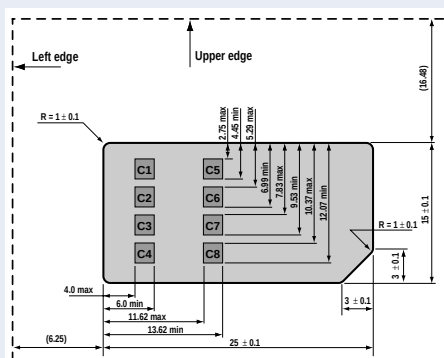
Nu rest ons alleen nog het op maat maken van de SIM-kaart, waarna deze in een GSM-telefoon kan worden geplaatst.

Figuur 1 toont alle afmetingen, voor het geval dat de gebruikte BasicCard niet voorgestanst is (is afhankelijk van de serie). Als we de nodige zorgvuldigheid in acht nemen bij het verwijderen van de chip, past deze altijd weer in de kaart. Hij kan dan met een stukje plakband tijdelijk op zijn plaats worden gehouden. De kaart kan vervolgens weer in de lezer geplaatst worden om een nieuwe serie door de telefoon vergaarde gegevens te bekijken.

Er zijn overigens adapters te koop om de kaart weer zijn oorspronkelijke

afmetingen terug te geven, zodat deze makkelijk in de lezer van de PC is te plaatsen.

De programma's die tijdens de installatie van de ontwikkelomgeving in de BasicCard-directory zijn gezet, bieden nog talloze andere mogelijkheden. Zo kunnen we informatie inwinnen over de kaarten die we in de lezer stoppen (**screendump E**). We wensen u veel experimenteerplezier met dit krachtige stukje gereedschap.



Figuur 1. De afmetingen van een SIM-kaart.

```
BCLOAD
Microsoft(R) Windows 98
(C)Copyright Microsoft Corp 1981-1998.
C:\WINDOWS>CD\
C:\>CD BASICC1
C:\BasicCardPro>BCLOAD -D -P1 TP.IMG
BCLOAD BasicCard Loader Utility Version 4.20 (c) ZeitControl 2001
Insert card in reader, or press any key to abort:
```

```
MS-DOS prompt
Microsoft(R) Windows 98
(C)Copyright Microsoft Corp 1981-1998.
C:\WINDOWS>CD\
C:\>CD BASICC1
C:\BasicCardPro>BCLOAD -D -P1 TP.IMG
BCLOAD BasicCard Loader Utility Version 4.20 (c) ZeitControl 2001
Insert card in reader, or press any key to abort:
SET STATE LOAD
Error: Image file TP.IMG was created for a BasicCard of type ZC4.1 RSA [2001.09.28], but this card is an Enhanced BasicCard ZC3.9
C:\BasicCardPro>
```

```
MS-DOS prompt
WRITE EPROM 8H2E00
WRITE EPROM 8H2E40
WRITE EPROM 8H2E81
WRITE EPROM 8H2EC0
WRITE EPROM 8H2F00
WRITE EPROM 8H2F40
WRITE EPROM 8H2F80
WRITE EPROM 8H2FC0
WRITE EPROM 8H3000
WRITE EPROM 8H3040
WRITE EPROM 8H311E
WRITE EPROM 8H3140
WRITE EPROM 8H3180
WRITE EPROM 8H31C0
WRITE EPROM 8H3200
WRITE EPROM 8H3240
WRITE EPROM 8H3280
WRITE EPROM 8H32C0
WRITE EPROM 8H3324
WRITE EPROM 8H3363
WRITE EPROM 8H3380
EPROM CRC
SET STATE TEST
C:\BasicCardPro>
```

```
UTIL
SIM Emulator utilities Copyright (c)2001 Patrick GUEULLE
Insert card in reader, or press any key to abort:

1 -> Download LOG file
2 -> Activate LOG file
3 -> Deactivate LOG file
4 -> Clear LOG file
0 -> Quit
Your choice, then ENTER
```

```
cardinfo
Insert card in reader, or press any key to abort:
ATR historical bytes: BasicCard ZC1.1
Type: Compact BasicCard ZC1.1
State: LOAD (no Basic program active)
EEPROM start 8H8020, length 992 bytes

Remove card from reader, or press any key to abort:
Insert card in reader, or press any key to abort:
ATR historical bytes: BasicCard ZC3.9
Type: Enhanced BasicCard ZC3.9
State: LOAD (no Basic program active)
EEPROM start 8H8020, length 8096 bytes

Remove card from reader, or press any key to abort:
Insert card in reader, or press any key to abort:
ATR historical bytes: 0
Type: BasicCard "ZC4.1 RSA [2001.09.28]"
State: TEST (Basic program active, can be overwritten)
Application ID not configured

Remove card from reader, or press any key to abort:
```


WorldSpace radio

De eerste wereldwijde satellietradio

Gregor Kleine

Met de nieuwe digitale satellietradio WorldSpace wordt een groot deel van het aardoppervlak bestreken middels drie geostationaire satellieten. Meer dan 4 miljard mensen - 80% van de wereldbevolking - kunnen WorldSpace ontvangen.



foto: HIT MIX FM AG Germany



foto: WorldSpace Germany

WorldSpace is in de eerste plaats bedoeld voor de mensen in de regio's Afrika, Midden Oosten, Azië en Latijns Amerika, omdat daar nog niet voldoende dekking is met radioprogramma's. Door de voortschrijdende ontwikkelingen in de satelliettechniek zijn de programma's van WorldSpace echter ook buiten deze gebieden te ontvangen. De west-beam van de AfriStar-satelliet die bedoeld is voor Afrika, kan ook in Europa tot in Scandinavië en Schotland worden ontvangen. Deze bijdrage gaat over de WorldSpace zend-techniek en de bijbehorende ontvangstapparatuur die momenteel verkrijgbaar is. Het satelliet-radiosysteem WorldSpace is ontstaan vanuit de behoefte om grote gebieden in

ontwikkelingslanden te voorzien van radioprogramma's, zonder een duur net van steunzenders op te hoeven zetten. De firma WorldSpace is in 1990 opgericht door de nu 42-jarige Ethiopiër Noah A. Samara en zetelt in Washington/USA. Deze firma heeft drie satellieten ontworpen, de AfriStar, de AsiaStar en de AmeriStar, die ieder een groot aantal radioprogramma's uitzenden. Elke satelliet heeft drie zendkegels, beams, die elkaar gedeeltelijk overlappen (figuur 1). Er is een west-, een oost- en een zuid-beam. De satellieten zitten op geostatio-

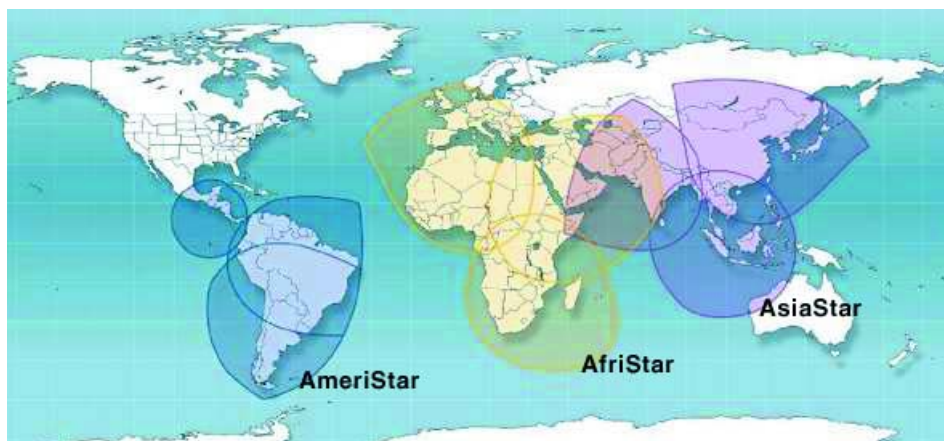
naire posities en worden door controlecentra op elk continent in de gaten gehouden. Ze zijn gebouwd door Alcatel Space en door Matra Marconi Space in Frankrijk. AfriStar en AsiaStar zijn al met behulp van Ariane-raketten gelanceerd. De lancering van AmeriStar zal nog dit jaar gebeuren.

Er zijn bekende firma's betrokken bij WorldSpace Radio: Micronas Intermetall levert de Starman-Chipsets voor de WorldSpace-ontvangers en Rohde & Schwarz bouwt signaalgenerators voor de ontwikkeling van ontvangers en aanverwante zaken.

Flexibele kanalen

Per beam kunnen twee signalen met 96 basiskanalen (zogenaamde Prime Rate Channels, PRC) worden uitgezonden. Deze kanalen worden in de tijd gemultiplext (Time Division Multiplexing, TDM) met een bitsnelheid van 16 Kbit/s. Hiermee is het totaal aantal basiskanalen per WorldSpace satelliet 576 stuks (2 signalen x 3 beams x 96 kanalen). Voor de digitale overdracht wordt compressie volgens MPEG-layer 3 (oftewel MP3) toegepast. Afhankelijk van de gewenste kwaliteit van het signaal zijn er uitzendingen die genoeg hebben aan een half basiskanaal (8 Kbit/s, mono, AM-kwaliteit) of 8 basiskanalen gebruiken voor 128 Kbit/s (stereo, CD-kwaliteit). Dit is samengevat in **tabel 2**.

De aanbieder van een programma kan op elk gewenst tijdstip de toewijzing van zijn gehuurde basiskanalen aanpassen. Hierdoor is het mogelijk om in een gemeenschappelijk Hifi-programma waarvoor 96 Kbit/s wordt toegepast, in 6 verschillende talen nieuws te presenteren in mono-kwaliteit met 16 Kbit/s ($6 \times 16 \text{ Kbit/s} = 96 \text{ Kbit/s}$). De keuze gebeurt door middel van Service Components die verderop nog zullen worden uitgelegd. De aanbieder kan ook een deel van zijn basiskanalen gebruiken voor het versturen van gegevens, waardoor het mogelijk wordt om schriftelijk begeleidingsmateriaal aan te bieden net zoals bij Teletekst mogelijk is. De zenderkeuze wordt door de



Figuur 1. Verzorgingsgebied van de drie WorldSpace-satellieten.

bron: WorldSpace Germany

extra informatie die mee wordt uitgezonden gemakkelijker (naam van het station, taal en soort programma, zie **tabel 3**).

Een aanbieder kan ook met versleuteling uitzenden in pay-audio-mode. Daarvoor wordt aan de luisteraar een code verstrekt die ingevoerd moet worden in de ontvanger om het programmakanaal vrij te geven.

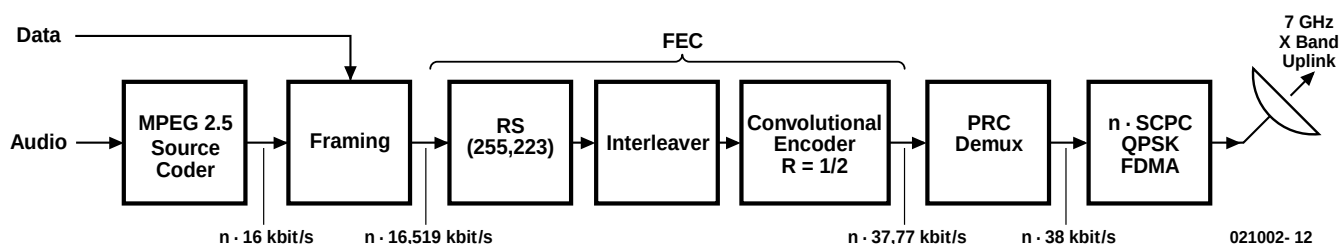
De programma's hoeven niet eerst op een gemeenschappelijk satelliet-uplink-station samengevoegd te worden. WorldSpace heeft naast een TDM-kanaal per beam met een centrale uplink nog een TDM-gegevensstroom (een per beam). Hierbij heeft iedere programma-aanbieder zijn eigen SCPC-uplink (SCPC = Single Channel per Carrier). De gecompriemde gegevensstromen worden door de verschillende WorldSpace-klanten in de 7-GHz-band naar de

WorldSpace-satellieten gestuurd. Daar wordt het signaal ontvangen, gedemoduleerd en per beam samengevoegd met de gegevensstromen van de andere aanbieders tot een volwaardig WorldSpace signaal. Zo ontstaat een enkele gegevensstroom per satelliet-beam. Voor de modulatie van de draaggolf van elk TDM-signaal wordt QPSK toegepast met een totale bitsnelheid van 3,68 Mbit/s. Omdat er per fase tegelijkertijd twee bits worden verzonden, is er sprake van een symboolsnelheid van 1,84 Msymbolen/s.

Elk van de drie beams van de satellieten bevat dus twee TDM-signalen: een met 96 basiskanalen, die is samengesteld uit de SCPC-uplinks, en een tweede die afkomstig is van een centrale uplink. Dit laatste signaal hoeft in de satelliet alleen maar op een andere frequentie overgezet te worden, de transponder is praktisch transparant. Ook dit signaal bevat 96 basiskanalen. Daarmee staan er per beam 192 kanalen ter beschikking. Om de beschikbare bandbreedte nog

Tabel 1. Overzicht WorldSpace-satellieten.

Satelliet	AmeriStar	AfriStar	AsiaStar
Positie	95° west	21° oost	105° oost
Doelregio	Zuid Amerika Caribisch gebied	Afrika, Nabije Oosten, Midden Oosten, Midden/Zuid-Europa	China, India, Indonesië, Philippijnen, Thailand, Japan
Uplink	7,025...7,075 GHz (X Band)		
Downlink	1,452...1,492 GHz (L Band)		
Zendvermogen per beam	2x 150 W (TWTA)		
Start datum	planning 2002	28 oktober 1998	21 maart 2000
In bedrijfstelling	planning 2002	19 oktober 1999	10 juni 2000
Controlecentrum	Trinidad & Tobago	Washington, D.C.	Melbourne
TCR-stations	Santiago / Chili Washington, D.C. Trinidad & Tobago	Libreville / Gabun Bangalore / India Port Louis / Mauritius	Melbourne Bankok / Thailand Port Louis / Mauritius



Figuur 2. Blokschema van een WorldSpace-SCPC-uplink-station.

Tabel 2. Bitsnelheden en kwaliteit.

n = aantal basiskanalen	bitsnelheden	audio-bandbreedte	kwaliteit	max. programma's per satelliet
1	16 kbit/s	4,5 kHz	AM-radio	288
2	32 kbit/s	7,5 kHz	FM-radio, mono	144
4	64 kbit/s	11 kHz	FM-stereo	72
6...8	96...128 kbit/s	> 15 kHz	CD-kwaliteit	48...36

efficiënter te gebruiken wordt circulaire polarisatie toegepast, wat ook optimaal is voor de platte antenne van de ontvanger. Elke beam zendt aldus twee TDM-QPSK-signalen uit die respectievelijk rechts en links gepolariseerd zijn. De spectra mogen elkaar nu overlappen. In **tabel 4** zijn de draaggolf-frequenties van de TDM-signalen vermeld.

Uplink

De weg via de uplink begint, zoals in **figuur 2** is te zien, met een MPEG-2.5-encoder. Afhankelijk van de gewenste kwaliteit wordt er een datastroom van n maal 16 Kbit/s aangeboden. Er volgt een framing-trap, die een frame-structuur opbouwt waarin ook een plaatsje is ingeruimd voor de toegevoegde informatie (data). Met n maal 16,519 Kbit/s gaat de gegevensstroom dan de FEC (Forward Error Correction) in. Deze bestaat uit een Reed-Solomon-encoder, een interleaver en een convolutie-encoder.

De Reed-Solomon-encoder voegt een blokcode van 32 bytes (parity bytes) toe aan elk blok van 223 bytes. Deze worden met ingewikkelde algoritmes berekend uit de gegevensbytes, zodat bij ontvangst van de gegevens een maximaal aantal fouten gecorrigeerd kan worden. Omdat elk blok van 223 bytes een nieuw blok van 255 bytes oplevert, wordt deze bewerking ook wel aangeduid als RS (255,223). Met 32 parity-bytes kunnen er maximaal 16 foute bytes in een blok van 223 bytes gecorrigeerd worden. Als er nog meer fouten optreden, dan kan er niet meer gecorrigeerd worden maar de foute bytes kunnen nog wel worden herkend.

Tabel 3. Taal en soort programma.

Talen	Programmasoorten
Engels	News
Spaans	Info
Arabisch	Sport
Portugees	Education
Frans	Children
Duits	Talk
Mandarijns	Word Entertainment
Hindi	European Classical
Bhasa	Soundtrack
Tagalog	Jazz
Swahili	Country
Hausa	Pop Music
Urdu	Urban
Koreaans	overige
Thais	
overige	

Gebruikte afkortingen:

BC	Broadcast Channel
C/N	Carrier / Noise
FDMA	Frequency Division Multiplexing Access
FEC	Forward Error Correction
MFP	Master Frame Preamble
MPEG	Motion Picture Experts Group
PRC	Prime Rate Channel
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RS	Reed-Solomon
SC	Service Component
SCPC	Single Channel per Carrier
TCR	Telemetry, Command & Ranging
TDM	Time Division Multiplex
TDMA	Time Division Multiplexing Access
TSCC	Time Slot Control Channel
TWTA	Travelling Wave Tube Amplifier

Tabel 4. Transponders van AfriStar.

Beam	Transponder*	Frequentie
oostbeam	34R	1468,564 MHz
oostbeam	39L	1470,864 MHz
zuidbeam	44L	1473,164 MHz
zuidbeam	49R	1475,464 MHz
westbeam	55R	1478,224 MHz
westbeam	60L	1480,524 MHz

*nnR = rechtscirculair gepolariseerd, nnL = linkscirculair gepolariseerd

De volgende trap is de interleaver. Deze verplaatst de bytes in de tijd volgens een bepaald schema. Op die manier worden impulsvormige storingen die meerdere opeenvolgende bytes beschadigen als het ware uitgesmeerd in de tijd, waardoor die storingen gemakkelijker te corrigeren zijn. De convolutie-encoder vormt het sluitstuk van de meertraps FEC. Deze bestaat uit een 7-bits schuifregister waarvan de individuele uitgangen volgens bepaalde zogenaamde generatorpolynomen zijn teruggekoppeld. De gebruikte generatorpolynomen zijn $G_x = 171$ oct = 1111001 bin en $G_y = 133$ oct = 1011011 bin. Nu ontstaan twee nieuwe gegevensstromen met dezelfde bitsnelheid. Daardoor wordt de uitgaande snelheid tweemaal zo groot als de ingaande. Vandaar de aanduiding: rate = 1/2 (= 'een op twee'). De convolutie-encoder verbetert als externe foutenbescherming nog een keer de beveiliging van de gegevensoverdracht van het totale systeem.

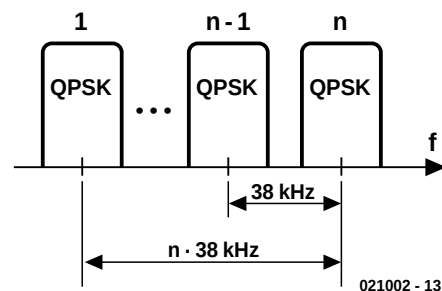
De prime rate channels van 38 kHz worden nu gevormd uit de door de FEC geleverde gegevensstroom. Deze worden uiteindelijk als een bundel van QPSK-gemoduleerde signalen met frequentiemultiplexing (FDMA = Frequency Division Multiplexing Access, **figuur 3**) in de X-band (7,025...7,075 GHz) door de WorldSpace-satellieten uitgestraald. Dan moeten de individuele SCPC-uplink-stations natuurlijk wel in het ontvangstbereik van de satelliet-ontvangstantenne liggen. Er wordt een zendvermogen van 10 tot 100 W toegepast bij een antenneddoorsnede

van 2 tot 3 meter.

Satelliet

In de WorldSpace-satellieten (**figuur 4**) wordt het FDMA-sigitaal ontvangen en QPSK-gedemoduleerd. Een demultiplexer ontleedt het weer in de individuele 38-kHz-signalen, zodat alle PRC-kanalen van alle aanbieders op de nu volgende multiplexer beschikbaar zijn. Deze maakt het mogelijk om elke individuele gegevensstroom op een of meerdere van de drie kanalen van de drie beams van de satelliet door te schakelen. In de volgende trap volgt een zogenaamde rate-alignment om de bitsnelheid van een beam op de juiste waarde te krijgen. De TDMA (= Time Division Multiplexing Access) die nu volgt, manipuleert de gegevensstromen zodanig in de tijd dat er een enkele gegevensstroom ontstaat die alle kanalen in de tijd gemultiplext bevat. Voor het herkennen van een hoofd-frame in de totale gegevensstroom wordt nog de Master Frame Preamble (MFP) toegevoegd. Verder moet er nog bekend zijn aan welk prime rate channel elk broadcast channel (BC) is toegewezen. Daarvoor zijn de zogenaamde time slot control channels (TSCC) bedacht, die de toewijzing van de volgende PRC's bevat.

De complete gegevensstroom die nu is opgebouwd, kan dan worden aangeboden aan de QPSK-modulator en gaat daarna naar de zenderintrap van de satelliet. Deze geeft elke beam een vermogen van ongeveer 300 W. De bijbehorende antenne straalt het WorldSpace-sig-



Figuur 3. FDMA-spectrum van een SCPC-WorldSpace-uplink-station.

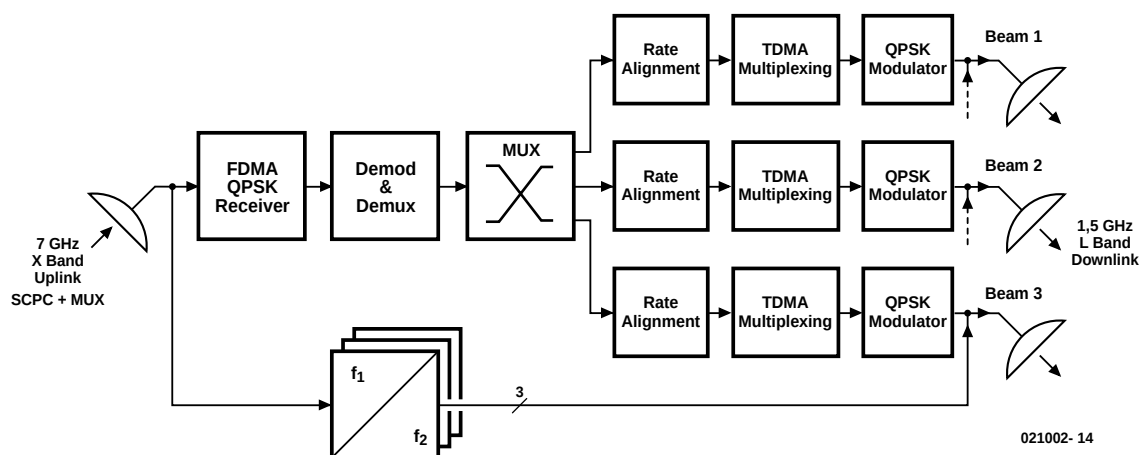
naal dan rechts of links circulair gepolariseerd uit in de L-band (1,452...1,492 GHz) in de richting van de aarde.

De programma-aanbieders hebben nu zelf de mogelijkheid om uit hun maximaal acht toegewezen PRC's de zogenaamde 'service'-components (SC) samen te stellen. Zo kan men bijvoorbeeld een stereo audio-kanaal met 4 PRC's, een mono audio-kanaal met 2 PRC's en een gegevenskanaal met 2 PRC's samenstellen. Het stereo audio-kanaal, het mono audio-kanaal en het gegevenskanaal zijn dan de drie service-componenten van dit broadcast channel. Met een druk op de knop van de ontvanger kan een keuze gemaakt worden.

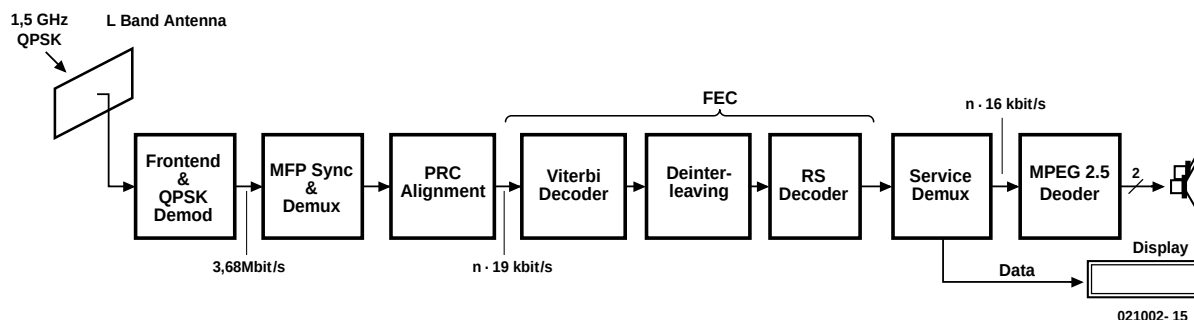
Ontvangers

Een WorldSpace-ontvanger heeft, zoals in **figuur 5** te zien is, een platte antenne (patch-antenna) met een relatief kleine richtingsgevoeligheid, dus een grote openingshoek. Die bedraagt zowel horizontaal als vertikaal ongeveer 70 tot 80 graden. Hierdoor hoeft de antenne niet zo nauwkeurig te worden gericht, zoals dat bij vroegere geostationaire satellieten wel nodig was.

Het HF-deel zet het 1,5-GHz-sigitaal om naar



Figuur 4. Blokschema van een WorldSpace-satelliet.



Figuur 5. Blokschema van een WorldSpace-ontvanger.

een lagere middenfrequentie. Dit zogenaamde frontend is als dubbelsuper uitgevoerd: het signaal op 1,5 GHz wordt eerst omgezet naar een middenfrequentie (MF) van bijvoorbeeld 116 MHz. Na een bandfilter op deze frequentie volgt een tweede mixer die het WorldSpace-QPSK-signaal omzet naar een zeer lage tweede MF van 1,84 MHz. Vervolgens passeert het signaal een laagdoorlaatfilter, waarna het door een A/D-omzetter wordt omgevormd in een digitaal signaal. De QPSK-demodulator werkt digitaal en levert weer de gegevensstroom van 3,68 Mbit/s. In dit signaal zitten zoals hierboven beschreven

alle programma's van een beam in de tijd gemultiplext. Een digitale signaalprocessor (DSP) neemt het van hier af over, of er wordt gebruik gemaakt van ASIC's (Application Specific Integrated Circuits). Bij WorldSpace-radio wordt de chipset Starman toegepast, die door Micronas en ST Microelectronics wordt geproduceerd.

In de gegevensstroom is een synchronisatiewoord opgenomen, het zogenaamde Master Frame Preamble (MFP). Omdat dit bekend en eendui-

dig is, kan hiermee ook het probleem van de fase-redundantie van de QPSK-demodulator worden opgelost, temeer omdat het ontvangstsignaal in twee verschillende fasevormen beschikbaar is. Na het synchroniseren van de demodulator wordt nu eerst het Time Slot Control Channel (TSCC) ontvangen, een onderdeel van de totale gegevensstroom. Hieruit volgt de toewijzing van de PRC's voor de individuele broadcast channels. De ontvanger maakt nu een lijst die in het RAM wordt opgeslagen. Hierdoor

wordt het snel zoeken en wisselen van een zender vergemakkelijkt.

In de trap Prime Rate Channel Alignment worden aan de hand van de TSCC informatie de PRC's uit de totale gegevensstroom gefilterd die tot de gewenste uitzending horen. Daartoe worden de PRC's die gekozen moeten worden door de microcontroller aan de ontvanger doorgegeven. Door het aan elkaar plakken van de geselecteerde PRC's wordt een nieuwe gegevensstroom opgebouwd die tot het gewenste broadcast channel (BC) hoort. De bitsnelheid hiervan is nu n maal 19 Kbit/s, waarbij n (een getal tussen 1 en 8) gelijk is aan het aantal gebruikte PRC's.

Nu komen de drie trappen van de FEC aan de ontvangerzijde: de viterbi-decoder is de tegenpool van de convolutiedecoder en deze zorgt voor een eerste foutencorrectie. Daartoe worden de overgangen tussen twee opeenvolgende symbolen (= 2 bits) in de gaten gehouden. Dan wordt de waarschijnlijkheid berekend van de gevonden overgang met inachtneming van het codeeralgo-

ritme van de convolutie-encoder. Als er een andere overgang wordt aangetroffen dan de meest waarschijnlijke, corrigeert de viterbi-decoder de ontvangen overgang. Deze waarschijnlijkheidsberekeningen worden voortdurend uitgevoerd op blokken gegevens van 64 bit. De deïnterleaver zorgt er voor dat fouten in opeenvolgende bytes verdeeld worden over bytes die in de tijd gezien verder van elkaar af liggen. De Reed-Solomon-decoder tenslotte rekent definitief af met deze burst-fouten.

Uit de zo gedestilleerde foutenvrije gegevensstroom moet de service-demultiplexer er nu het gewenste programma uitpeuteren in de vorm van de n oorspronkelijke 16-Kbit/s-pakketjes en deze doorsluizen naar de MPEG-2.5-decoder. Tegelijkertijd komen de toegevoegde gegevens beschikbaar die de processor naar het display van de ontvanger stuurt. De WorldSpace-ontvangers hebben allemaal een stereo hoofdtelefoon-aansluiting en soms zelfs ook stereo luidsprekers. De zeer kleine uitvoeringen zijn gewoonlijk niet voorzien

van stereo luidsprekers.

Omdat de foutencorrectiemethode bij WorldSpace radio zo uitgekiend is, kan de ontvanger zelfs bij een lage signaal/ruis-verhouding van ongeveer 4 dB nog een goed signaal afgeven. Ter vergelijking: de FM-norm voor de ontvangst van analoge satelliet-TV (Astra enz.) ligt op een niveau van ongeveer 10...12 dB. Als het signaal/ruis-niveau nog lager wordt, begint het analoge TV-beeld te flikkeren; dat wil zeggen dat er kleine spikkels ontstaan op een beeldlijn. Deze worden bij een lagere signaal/ruis-verhouding steeds groter en daardoor storend.

Er wordt in de ontvangerschakelingen van de WorldSpace-ontvangers rekening gehouden met de niet-lineariteit van de lopende-golfbuisen (TWTAs = Travelling Wave Tube Amplifier) in de satelliet-transponders. Mede daardoor zijn de ontvangstkwaliteit en het vermogensbudget van de satelliet overdracht nog een factor beter.

(021002)

In het tweede deel van deze bijdrage bespreken we verschillende ontvangers die nu al te koop zijn (o.a. bij Conrad), antennes en praktische ontvangstmogelijkheden.

Advertentie

Basiscursus microcontrollers

Deel 5. UART, timers en interrupts

Burkhard Kainka

Tot nu toe waren de afleveringen van de cursus voornamelijk gewijd aan programmeertalen. Het wordt nu tijd om eens wat dieper in te gaan op de hardware van de microcontroller. Deze keer zullen we het dan ook hebben over timers, de UART en interrupts.

Met de interne seriële poort van iedere 8051-controller is eenvoudig een dataverbinding met een PC op te zetten. Omdat dit apparaat als autonome UART in hardware is uitgevoerd, wordt de processor in dit geval nauwelijks belast. Bytes worden op de achtergrond door de UART ontvangen of verstuurd. Eigenlijk is alleen de initialisatie van belang en natuurlijk het verzorgen van de datastroom van en naar de UART.

Om te begrijpen hoe het programmeren in zijn werk gaat, is het noodzakelijk een blik te werpen op het special function register (SFR) van de seriële poort. Om de poort te initialiseren moet eerst register SCON met de juiste parameters worden geprogrammeerd (zie **tabel 1**). Het dataregister van de seriële poort is SBUF (SFR 099h). In feite zitten er achter SBUF twee registers, namelijk een register voor te verzenden data en een register voor ontvangen data. Data versturen wordt automatisch verzorgd door een schrijfoperatie naar register SBUF uit te voeren. Omgekeerd kan een ontvangen byte uit SBUF gelezen worden. In de 9-bits mode dient telkens rekening gehouden te worden met het negende bit (TB8 respectievelijk TR8) in register SCON.

Meestal wordt mode 1 gebruikt, namelijk een 8-bits UART waarvan de baudrate bepaald wordt door Timer 1. Elk 8-bit-datavoord wordt door een startbit voorafgegaan en door een stopbit afgesloten. De baudrate is $1/16$ (SMOD=1) of $1/32$ (SMOD=0) van de overflow-frequentie van Timer 1. SMOD is het meest significante bit in register PCON (Power Control, SFR 87h), dat normaal gesproken verantwoor-

Tabel 1 SCON (SFR 98h)

7	6	5	4	3	2	1	0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0 SM1	Serial mode bits 1 and 2 select:
0 0	Mode 0: 8 bit shift register
0 1	Mode 1: 8 bit UART, baud rate set by Timer 1
1 0	Mode 2: 9 bit UART, 375 kbaud at 12 MHz
1 1	Mode 3: 9 bit UART, baud rate set by Timer 1
SM2:	Multi processor communications enable
REN:	Receiver Enable, character can be received if set
TB8:	Transmitted Bit 8, used in 9 bit mode
RB8:	Received Bit 8, used in 9 bit mode
TI:	Transmitter Interrupt, set in case of successful transmission
RI:	Receiver Interrupt, set in case a byte has been received

delijk is voor de power down modes (zie **tabel 2**).

Om een kloksignaal voor de seriële poort te verkrijgen, dient dus eerst Timer 1 geprogrammeerd te worden. De twee timers in een 8051 beschikken ieder over twee 8-bits tellerregisters die geschreven en gelezen kunnen worden. De 89S8252 beschikt overigens nog over een

derde timer, maar die zullen we hier niet bespreken.

TL0 (SFR 8Ah): Timer 0, Lowbyte
 TH0 (SFR 8Ch): Timer 0, Highbyte
 TL1 (SFR 8Bh): Timer 1, Lowbyte
 TH1 (SFR 8Dh): Timer 1, Highbyte

De eigenschappen van de timers worden via register TCON (SFR 88h)

Tabel 2 PCON (SFR 87h)

7	6	5	4	3	2	1	0
SMOD	—	—	—	GF1	GF2	PD	IDL

SMOD	1 = high baud rate, 0 = low baud rate
GF1, GF2	free usable flags
PD Power	Down mode (CMOS only)
IDL	Idle mode

Tabel 3 TMOD (SFR 89h)

7	6	5	4	3	2	1	0
Gate	C/T	M1	M0	Gate	C/T	M1	M0
Zähler 1				Zähler 0			

Gate counter 1 (2) enable via INT0 (INT1)
 C/T 0: Timer, 1: Counter
 M1 M0 Mode
 0 0 13 bit timer/counter
 0 1 16 bit timer/counter
 1 0 8 bit timer/counter, automatically reloads
 1 1 for Counter 0 only: two separate 8 bit counters

Tabel 4 TCON (SFR 88h)

7	6	5	4	3	2	1	0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1: Timer 1 overflow
 TR1: Timer 1 on
 TF0: Timer 0 overflow
 TR0: Timer 0 on
 IE1: INT1 interrupt detected
 IT1: INT1 edge selection
 IE0: INT0 interrupt detected
 IT0: INT0 edge selection

en TMOD (SFR 89h) gecontroleerd. Met TMOD kunnen de verschillende modes ingesteld worden (**tabel 3**).

Timer 1 dient als vrijlopende teller de interne klokpulsen van de 8051 te tellen. Hiertoe wordt de timer in

mode 2 gezet. Bij iedere overflow wordt nu een vooraf geprogrammeerde waarde in de teller gezet.

De tellers worden door middel van hun TR-bit in register TCON vrijgegeven. TCON bevat ook de overflow-flags voor beide timers alsmede vier stuurbits om interrupt-gestuurd te werken via de aansluitingen INT0 en INT1 (**tabel 4**).

Om als baudrate-generator te kunnen functioneren, hoeft nu alleen nog maar run-bit TR1 gezet te worden. Het is bit-adresseerbaar op adres 8Eh. Vervolgens moet nog bij gestopte teller de benodigde deelfactor ingesteld worden. In mode 2 bevat het meest significante tellerbyte TH1 de reload-waarde, de waarde die bij iedere overflow in het eigenlijke teller-register TL1 gezet wordt. Voor een communicatiesnelheid van 9600 baud is, als het SMOD-bit gezet is, een klokfrequentie van $16 \cdot 9,6 \text{ kHz} = 153,6 \text{ kHz}$ nodig. Omdat de timer op 1/12 van de klokfrequentie loopt, moet bij een kristal van 11,0592 MHz door 6 gedeeld worden:

$$11059,2 \text{ kHz} / 12 / 6 / 16 = 9,6 \text{ kHz}$$

De factor 6 leidt, omdat de teller telkens opgehoogd wordt, tot een reload-waarde van $256 - 6 = 250 = \text{FAh}$.

Seriële datacommunicatie

De UART kan in iedere willekeurige programmeertaal gebruikt worden. In assembler is echter bijzonder goed te volgen hoe het toepassen hiervan in zijn werk gaat. In **Listing 1** is een voorbeeld gegeven. Hier wordt de UART gebruikt om van Port1 een verbinding op te zetten naar RS232. Met een PC kan de toestand van de poort veranderd en gelezen worden.

In de initialisatiefase worden alle relevante registers met hun stuurparameters gevuld. Het hoofdprogramma NEXT maakt vervolgens alleen nog gebruik van de subroutines TX en RX. De ontvangstroutine RX scant in eerste instantie het RI-bit, net zolang tot een waarde wordt aangetroffen. Vervolgens wordt de ontvangstbuffer SBUF gelezen en RI gereset. Omgekeerd scant de routine SEND het TI-bit, net zolang totdat het laatste karakter volledig verwerkt is. Vervolgens wordt het te versturen byte naar buffer SBUF gekopieerd en op die manier het zendgedeelte van de UART geactiveerd.

Ieder ontvangen byte wordt in het hoofdprogramma naar Port1 doorgestuurd. Na een korte vertraging door twee NOP-instructies leest het programma de toestand van Port1 en stuurt het ingelezen byte over de seriële poort weer terug. Op deze manier is een parallel/serieel-converter gerealiseerd, die

Listing 1. Seriële poort in assembler.

```
;Serial port access      (COMPORT.ASM)
;11,059MHz, 9600 Baud
#include 8051.H
        .org 0000H

INIT     clr     TR1           ;stop timer 1
        mov     TH1,#0FAH     ;256-6: 9600 baud
        mov     TL1,#0FAH
        anl     TMOD,#0FH     ;Timer1: 8 bit auto-reload
        orl     TMOD,#20H
        setb    TR1           ;start timer
        mov     SCON,#50H     ;InitRS232
        setb    TI
        orl     PCON,#80H     ;SMOD=1

NEXT     acall   RX
        mov     P1,A          ;Port write
        nop
        nop
        mov     A,P1          ;Port read
        acall   TX
        sjmp    NEXT

RX       jnb     RI,RX
        mov     A,SBUF
        clr     RI
        ret

TX       jnb     TI,TX
        clr     TI
        mov     SBUF,A
        ret
        .end
```

naar believen te gebruiken is voor óf alleen schrijven op Port1, óf alleen lezen van Port1, of voor gemengd bedrijf in te zetten is. Alle ingangen moeten bij het versturen hoogge maakt worden, op deze manier zijn de lijnen namelijk hoogohmig geschakeld. Een verstuurde waarde van 255 (FFh) betekent bijvoorbeeld dat de gehele poort als ingang gebruikt kan worden en de volgende operatie het uitlezen zal zijn.

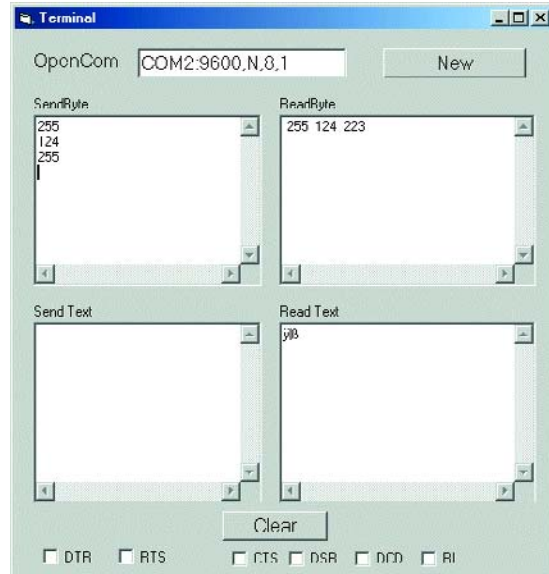
Het testen van dit programma kan bijvoorbeeld gevolgd worden met het programma Terminal.exe. Dit programma werd ook al gebruikt in combinatie met de IR-transceiver uit Elektuur december 2001. Belangrijk is dat hier bytes verstuurd worden en zeker niet getalwaarden in tekst-formaat. **Figuur 1** toont een mogelijke oplossing voor de aansturing. De eerste twee stuurbytes werden onveranderd doorgegeven, dat wil zeggen dat de controller meldt dat de verstuurde poorttoestand onveranderd op P1 stond. Het derde byte, 255, maakt alle pennen van de poort hoog, waardoor ze als ingangen geschakeld werden. Het antwoord van de controller laat vervolgens zien dat één van de aansluitingen van buiten af naar massa getrokken werd. Zo kan met ditzelfde programma ook de status worden opgevraagd van alle acht aansluitingen van de poort.

De seriële poort is in C nog gemakkelijker te gebruiken dan in assembler, omdat geschikte modules al aanwezig zijn. Met `InitSerialPort0(DEF_SIO_MODE);` wordt de poort geïnitieerd. Met de functies `getc()` en `putc()` kunnen afzonderlijke bytes verstuurd worden. Een programma met exact dezelfde functionaliteit als het eerder getoonde assembler-programma is op die manier eenvoudig te schrijven (**Listing 2**).

In BASIC-52 werd de UART al door het systeem geïnitieerd. Dezelfde opgave is ook met BASIC makkelijk op te lossen. Bovendien is het hier nog eenvoudiger om met getalwaarden in tekstformaat te werken. De BASIC-interpreter let altijd op de data die op de seriële poort ontvangen worden. Zo zou er wellicht een *Ctrl-C* kunnen opduiken, ten teken dat de gebruiker het programma wil afbreken. Met *Input* worden daarom altijd gehele regels ontvangen, die door *CR* afgesloten moeten zijn. **Listing 3** laat het bijzonder eenvoudige programma zien, waarmee Port 1 op afstand kan worden bediend. Of het functioneert, is meteen in het BASIC-terminalprogramma uit te proberen (**Figuur 2**).

Interrupts

Bij veel toepassingen is het noodzakelijk dat een microcontroller min of meer gelijktijdig meerdere taken afhandelt. Een effectieve



Figuur 1. Schrijven naar en lezen van een poort.

methode hiervoor is het interrupt-principe. Een hoofdprogramma verricht hierbij het grootste gedeelte van de tijd zijn eigen werk, maar kan in bijzondere omstandigheden kort worden onderbroken om een tweede taak af te handelen.

Het principe van een dergelijke onderbreking is gemakkelijk te illustreren met BASIC-52. Iedere 8051-microcontroller heeft twee interrupt-ingangen, namelijk `Int0` (=P3.2) en `Int1` (=P3.3). BASIC-52 biedt ondersteuning voor `Int1` met

het commando `ONEX1`. Zodra aansluiting P3.3 van buiten af laag wordt gemaakt, zorgt de resulterende neergaande flank voor een onderbreking. Het programma springt dan naar het achter `ONEX1` aangegeven regelnummer. De eigenlijke interrupt-routine moet met `RETI` worden afgesloten. In **listing 4** is een eenvoudig voorbeeld gegeven. Op de voorgrond draait een tellerlus waarin de waarde op een poort wordt opgehoogd. Het programma-gedeelte dat door de onderbreking

Listing 2. De UART in READS-51.

```
// ----- READS51 generated header -----
// module : uart.c
// -----

#define TRUE 1
#define FALSE 0

#include <sfr51.h>
#include <Sio51.h>

main(){
char n;

// -- initialize serial port (9600 Baud) --
InitSerialPort0(DEF_SIO_MODE);
//DEF_SIO_MODE is defined in <Sio51.h>

// endless loop
while(TRUE)
{
n=getc();
P1=n;          // Port output
n=P1;          // Port read
putc(n);
}
}
```


Listing 3. Poort-operaties in BASIC-52.

```

1  REM Port I/O (PORTIO.BAS)
10 INPUT N
20 PORT1=N
30 N=PORT1
40 PRINT N
50 GOTO 10

```

Listing 4. Interrupt-sturing in BASIC-52.

```

10  REM Interrupt (INT1.BAS)
100 ONEX1 500
200 REM main prog
210 FOR N=0 TO 255
220 PORT1=N
230 NEXT N
240 GOTO 210
500 REM Interrupt subroutine
510 PRINT "Interrupt P3.3"
520 RETI

```

wordt aangeroepen, stuurt een melding naar de PC.

In BASIC-52 is bovendien nog het commando **ONTIME** beschikbaar, dat op gelijksoortige manier op het optreden van bepaalde tijdstippen reageert. Dit zijn slechts een paar van de vele mogelijke bronnen van interrupts. De processor kent namelijk ook nog interrupts voor zijn eigen timers en voor de seriële poort. Overigens kunnen er ook meerdere interrupts gebruikt worden in een programma, waarbij dan wel vastgelegd moet worden met welke prioriteit de afzonderlijke onderbrekingen afgehandeld worden. De interrupt met de hoogste prioriteit mag ook andere interrupt-routines onderbreken.

Het Interrupt Enable register (IE) is de centrale plaats die de processor gebruikt voor de coördinatie van het al dan niet toelaten van interrupts. Met het bit EA kunnen alle ingestelde interrupts tegelijkertijd worden uitgeschakeld of juist vrijgegeven (tabel 5).

Bij iedere interrupt hoort een interrupt-adres dat de processor automatisch zal lezen. Op dat adres moet dan een spronginstructie staan, die verwijst naar de desbetreffende interrupt-routine. Deze interrupt-routine moet vervolgens weer met de instructie **RETI** worden afgesloten.

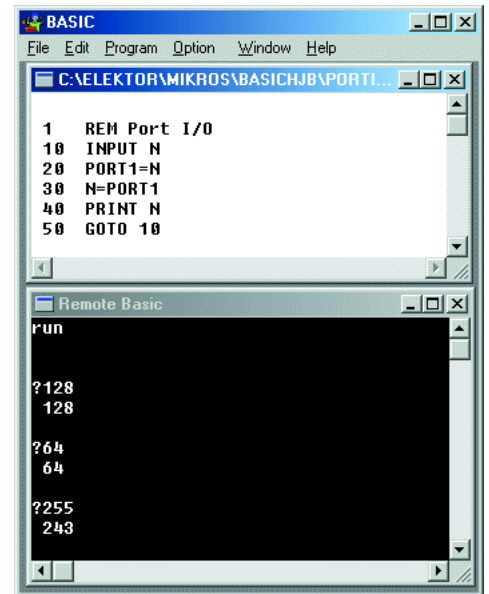
```

0023h SINT    Serial port
001Bh TIMER1  Timer 1
0013h EXTI1   External
Interrupt 1 (P3.3)
000Bh TIMER0  Timer 0
0003h EXTI0   External
Interrupt 0 (P3.2)
0000h RESET   Reset

```

Het volgende voorbeeld laat zien hoe de seriële poort van interrupts gebruik maakt. In het eerste voorbeeld was het nog zo dat het programma in het gedeelte dat de ontvangst verzorgt bleef steken totdat een nieuw karakter ontvangen werd. Nu is het zo dat de ontvangst van een karakter automatisch voor een onderbreking zorgt.

De ontvangen karakters arriveren in



Figuur 2. Direct werken met Port 1.

register R7. Het hoofdprogramma stelt een bloksgolfgenerator voor, waarvan de periodetijd door de waarde van R7 bepaald wordt. De frequentie van de generator kan zo, zonder merkbare vertraging, van buiten af ingesteld worden (zie **listing 5**).

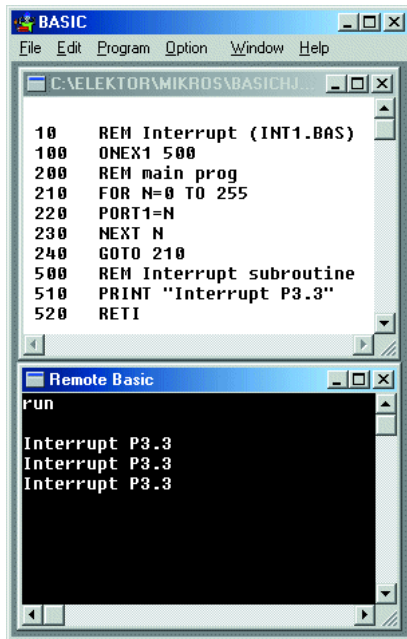
We laten nu ook nog zien hoe in **READS51** met interrupts gewerkt kan worden. In dit voorbeeld laten we Timer 0 voor een onderbreking zorgen. Let er hierbij wel op dat Timer 1 vaak al voor de seriële poort gebruikt wordt. Timer 1 is ook geschikt om op basis van tijd te sturen. De 89S8252 bevat bovendien nog Timer 2 die bijvoorbeeld bij **BASIC-52** gebruikt wordt om de baudrate te genereren. Timer 2 is zeer veelzijdig, maar bedenk wel dat deze timer bij veel kleinere afgeleiden van de 8051 ontbreekt en bij enkele andere controllers zoals de 80535 andere eigenschappen heeft. Kiezen we Timer 0 voor tijdsturing, dan zal het programma met alle andere 8051-compatible controllers werken. We proberen een nauwkeurige bloksgolf te maken met een halve periodetijd van 1 ms. Timer 0 en Timer 1 worden altijd geklokt met 1/12 van de klokfrequentie. Bij 11,059 MHz moet dus tot 921 geteld worden, als het een milliseconde moet duren. Omdat de teller omhoog telt en bij het overlopen een interrupt gegeven moet worden, stellen we de waarde 65536 - 921 in, dus 64615 (FC67h). Deze waarde wordt in register TH0 en TL0 gezet bij het initialiseren van de timer en iedere keer wanneer er door het oversturen van een karakter een onderbreking optreedt.

In **READS51** wordt een interrupt-routine eenvoudig gebouwd met het keyword 'interrupt' met bijbehorend interrupt-adres van de controller. In de functie *main* moet

Tabel 5 IE (SFR A8h)

7	6	5	4	3	2	1	0
EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

EA	Enable all interrupts
ES	Enable serial interrupts for send and receive
ET1	Enable Timer 1 interrupt
EX1	Enable External Interrupt 1 (P3.3)
ET0	Enable Timer 0 interrupt
EX0	Enable External Interrupt 0 (P3.2)



Figuur 3. Interrupt-gestuurde meldingen.

bovendien de timer geïnitieerd worden en moeten de juiste interrupt-bits gezet worden (zie **listing 6**).

Het programma is geschikt om te onderzoeken hoe het tijdsverloop in C-programma's is. Met een oscilloscoop op poort P1.0 kan een exact symmetrisch signaal worden gemeten. Iedere toestand duurt ongeveer 1,25 ms. De code die de compiler levert, heeft dus circa 250 μ s nodig om naar de interrupt-functie te gaan en om de timer opnieuw te initialiseren. Als die 1 ms nu heel precies moet zijn, dan zou nu gezocht kunnen worden naar een betere startwaarde voor de teller.

De timer kan in vier verschillende modi werken, waarmee verschillende tijdschalen gedekt worden. In dit voorbeeld werd mode 1 gebruikt, geschikt voor intervallen tot ongeveer 65 ms. Zonder de teller opnieuw te vullen in de interrupt-functie, gelden ongeveer de volgende tijdsduren:

Mode 0: 13-bit-timer (8ms)
 Mode 1: 16-bit-timer (65ms)
 Mode 2: 8-bit autoreload (0...0,25ms)
 Mode 3: TH0 = 8-bit-timer (0,25ms)

We lieten u zien hoe dezelfde technieken in verschillende programmeertalen gebruikt kunnen worden. Om de hardware te kunnen gebruiken, moeten de daarvoor benodigde registers correct worden geïnitieerd. Met wat ervaring zal blijken dat de noodzakelijke instellingen vaak uit een bestaand programma te halen zijn en vervolgens in een willekeurige andere programmeertaal kunnen worden toegepast.

(010208-6)

Listing 5. Interrupt-gestuurde karakters ontvangen.

```
;Serial Interrupt      (COMINT.ASM)
;11,059 MHz, 9600 Baud
#include 8051.H
.org 0000H
ljmp INIT
.org 0023H
ljmp RX

INIT    clr    TR1          ;stop timer 1
        mov    TH1,#0FAH    ;256-6: 9600 baud
        mov    TL1,#0FAH
        anl    TMOD,#0FH    ;Timer1: 8 bit auto-reload
        orl    TMOD,#20H
        setb   TR1          ;start timer
        mov    SCON,#50H    ;InitRS232
        setb   TI
        orl    PCON,#80H    ;SMOD=1
        mov    IE,#90H      ;EA +ES

NEXT    mov    A,R7
        mov    R1,A
        mov    A,#255
        mov    P1,A
ON      djnz   R1,ON
        mov    A,R7
        mov    R1,A
        mov    A,#0
        mov    P1,A
OFF     djnz   R1,OFF
        sjmp   NEXT

RX      mov    R7,SBUF
        clr    RI
        reti

.end
```

In de volgende en overigens ook laatste aflevering van deze cursus behandelen we het LC-display, dat als com-

ponent ondergebracht is in het adresbereik van het externe geheugen.

Listing 6. Timer-interrupt in C.

```
// ----- READS51 generated header -----
// module : C:\Rigel\Reads51\Work\Inter\Inter.c
// created : 09:16:45, Thursday, March 07, 2002
// -----
#include <sfr51.h>

void interrupt (0x000B) square(void)
{
    P1_0 = ! P1_0;
    TR0=0;          //stop timer 0
    TH0=0xFC;       //timer 0 1ms
    TL0=0x67;
    TR0=1;          //start timer 0
}

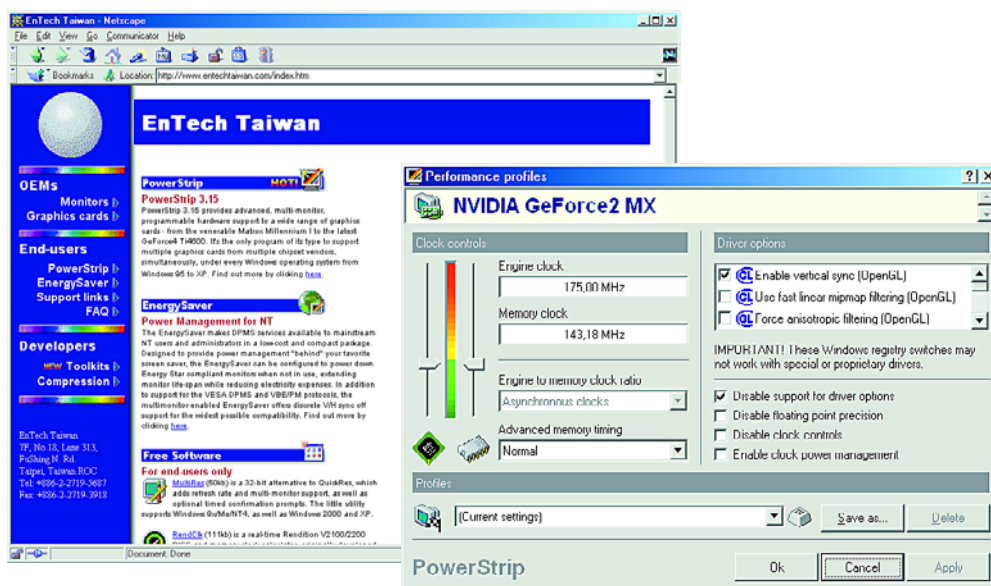
main(){
    int n;
    n=0;
    TH0=0xFC;       //timer 0 1ms
    TL0=0x67;
    TMOD=TMOD & 0xF0;
    TMOD=TMOD | 0x01; //timer 0 16 bit
    TR0=1;          //start timer 0
    ET0=1;          //timer 0 interrupt
    EA=1;           //enable interrupts
    while(1);
}
```

Grafische kaarten tweaken

meer snelheid via software

Harry Baggen

Liefhebbers van computerspellen weten het maar al te goed: zowel de processor als de grafische kaart in hun systeem kan niet snel genoeg zijn. Vooral bij de moderne spellen wordt enorm veel geleverd van de GPU op de grafische kaart. Na de recente introductie van het nieuwe snelheidsmonster van nVidia, de GeForce 4, staat het opvoeren van grafische kaarten ook weer extra in de belangstelling.



Vroeger was het zo dat een grafische kaart alleen maar zorgde voor de omzetting van de beelddata naar een video-formaat dat de monitor kon verwerken. Die tijd is echter al lang voorbij. Tegenwoordig bezitten grafische kaarten een GPU (Graphics Processing Unit) die complexer van opzet is dan de CPU op het moederboard. Allerlei speciale taken en vooral grafische berekeningen worden rechtstreeks door de GPU verricht,

zonder tussenkomst van de CPU. Op deze wijze is het mogelijk om complete vormen, schaduwen, lichtval etcetera te berekenen met een zodanige snelheid dat de gebruiker werkelijk vloeiende bewegingen op zijn beeldscherm waarneemt. Vooral bij computerspellen is dat natuurlijk heel belangrijk en daar wordt dan

ook het meest effectief gebruik gemaakt van de rekenkracht van de moderne grafische processoren.

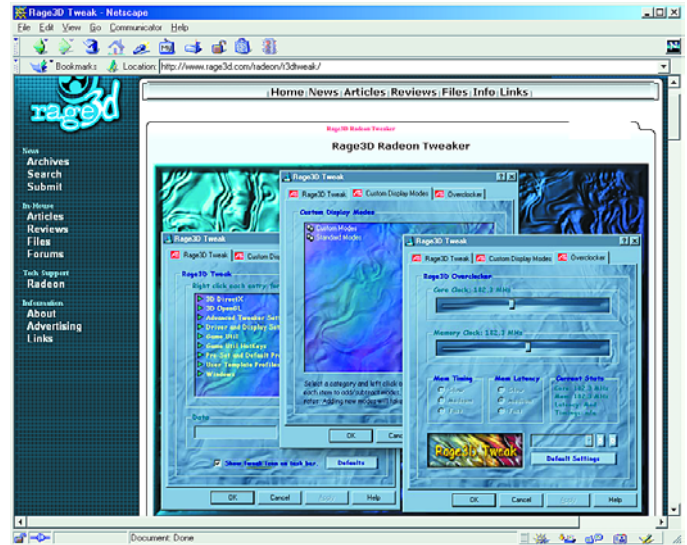
Bij een grafische kaart zijn enkele factoren bepalend voor de rekenkracht: de processor-snelheid, de geheugensnelheid en de extra functies die in hardware-vorm in de processor aanwezig zijn (zoals het aantal pipelines voor het berekenen van geometrische vormen). Aan dat laatste kunnen we zelf niks veranderen, dat ligt vast. De rekenkracht en mogelijkheden van een GeForce 4 kunnen dan ook nooit geëvenaard worden door een GeForce 2 of 3. Maar toch valt er nog wel het een en ander te tunen, oftewel 'tweaken' zoals dat bij computer-nerds heet. De frequenties waarmee de GPU en het geheugen werken (deze zijn namelijk gescheiden van elkaar), kunnen gemakkelijk worden veranderd via enkele registers; hardware-matig hoeft daarvoor niets te worden aangepast. Door middel van slimme software kan men op die wijze bijvoorbeeld de frequentie van

de GPU verhogen van 220 naar 250 MHz. Afhankelijk van de aanwezige koeling en de kwaliteit van de toegepaste componenten op de kaart zit er altijd wel wat rek naar boven in en daar kun je als 'opvoerder' handig gebruik van maken. Gaat het mis, dan is dat gewoonlijk te merken doordat er onregelmatigheden in het beeld zichtbaar worden of het hele beeld zelfs wegvalt. Meestal werkt alles weer goed als men de frequentie terug zet naar een lagere waarde, maar het kan ook wel eens desastreuze gevolgen hebben als een van de componenten echt oververhit raakt en daardoor de geest geeft. Maar dat is altijd het risico dat men loopt bij zulke overklok-pogingen. Op dit moment zijn er eigenlijk nog maar twee grote fabrikanten van grafische processoren met 3D-functionaliteit, gevolgd door enkele kleinere 'meespelers'. De meeste spellenliefhebbers zullen dan ook een grafische kaart met een processor van nVidia (Geforce 2, 3 of 4) of ATI (Rage, Radeon, 7500, 8500) in hun computer hebben zitten. Bij het zoeken naar tuning-tools voor de grafische kaart dekken we het grootste deel van de markt af als we ons dus richten op deze twee fabrikanten. Maar ook voor de kleinere merken is er wel het een en ander beschikbaar, zoals we straks zullen zien. We beginnen de opsomming van overclocking-utiliteiten met het bekende **Powerstrip** [1] van de Taiwanese firma EnTech. Dit programma biedt de gebruiker een grote hoeveelheid instelmogelijkheden voor de grafische kaart. Het ondersteunt meerdere monitoren en herkent de eigenschappen van de meeste grafische kaarten, van een Matrox Millennium I tot de allernieuwste Radeon 8500 en GeForce 4. Door middel van twee schuifregelaars kan men gemakkelijk de frequentie van GPU en geheugen apart instellen. Het programma biedt de mogelijkheid om aparte profielen te maken voor applicaties, monitor(en), kleurcorrectie en snelheidsinstellingen. Het is ook geschikt voor beginners die nog niet zo veel ervaring met overklokken hebben. De immens populaire GeForce-kaarten hebben heel wat fervente aanhangers op het Internet, getuige de vele sites die speciaal aan deze kaar-

ten gewijd zijn. De meeste hebben wel een download-sectie met tweaking-programma's. We hebben ons hier even beperkt tot een, want de programma's zijn toch allemaal praktisch dezelfde. Bij de **GeForce Zone** [2] is een tweak-pagina te vinden met een tiental programma's voor overklokken (zoals NVMax, Coolbits en Rivatuner), het editen van de BIOS op de grafische kaart en andere handigheidjes.

Voor de ATI-kaarten kun je het beste meteen naar de site **Age3D** [3] gaan. Alles wat men nodig heeft voor de moderne ATI-GPU's (ongeveer vanaf de Rage tot en met de Radeon 8500) is hier bij elkaar gebracht. De nieuwste drivers en diverse utilities zijn er beschikbaar. Onder het kopje **Tech Support** vinden we verschillende tweak-utiliteiten, zoals Rage3D Tweak, UniTuner, Radeon Tweaker en RadTweak.

Een zeer strakke pagina met heel wat overclocking-tools is te vinden bij de Duitse **Grafikkarten Tools** [4]. Voor alle bekende chips zijn hier wel een of meer programma's te vinden, zoals VooDoo, S3, nVidia, Matrox, ATI en Kyro. Ook op **Guru3D** zijn veel hulpmiddelen te vinden voor de verschillende soorten GPU's, niet alleen overklok-utiliteiten maar ook drivers en testprogramma's. De maximale snelheid die men uit een kaart kan halen, wordt dikwijls begrensd door de aanwezige koeling van de GPU en de geheugenchips. Wie durft, die kan de processor en de RAM's van extra koeling voorzien, zodat nog enkele megahertzen meer eruit te halen zijn. Bij **Tweak3D** [6] is



een uitgebreide beschrijving te vinden die laat zien hoe je zoiets moet doen.

(025034)

Internet-adressen:

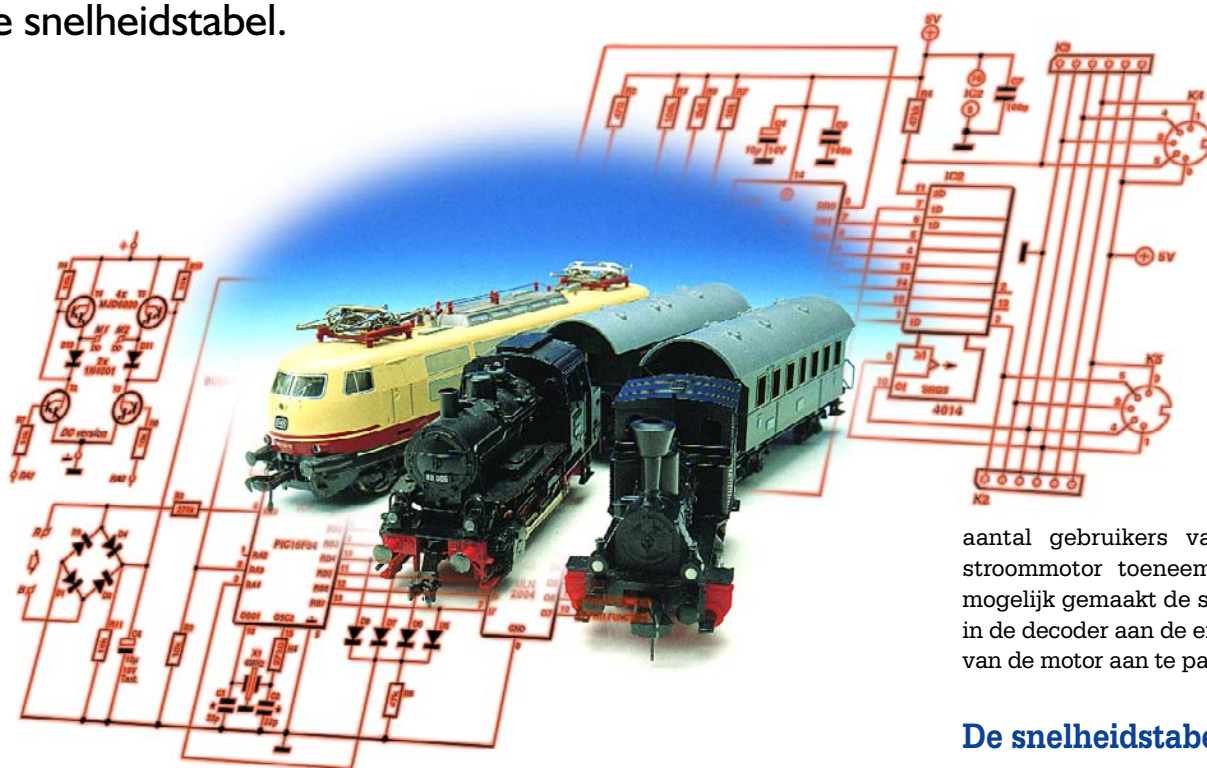
- [1] Powerstrip (shareware):
www.entechtaiwan.com/ps.htm
- [2] GeForce Zone
www.geforcezone.com/tweaks.htm
- [3] Rage3D:
www.rage3d.com/radeon/
- [4] Grafikkarten Tools:
www.grafik.overclocker-tools.de/
- [5] Guru3D:
www.guru3d.com/files/
- [6] Tweak3D: GeForce3 cooling:
www.tweak3d.net/reviews/misc/gf3cooling/

EDiTS Pro super-locdecoder upgrade

Plus retourmelder upgrade

Henk Prince

Na de aankondiging van een nieuwe versie van de PC-software en de controller voor het populaire modeltreinbesturingssysteem EDiTS Pro kon het natuurlijk niet uitblijven dat er een upgrade zou komen voor de super-locdecoder. De oorspronkelijke super-locdecoder werd in oktober 1999 in *Elektuur* gepubliceerd. De hier beschreven versie vervangt vanaf nu de oude en biedt een aantal nieuwe mogelijkheden, zoals een programmeringsmogelijkheid voor de snelheidstabel.



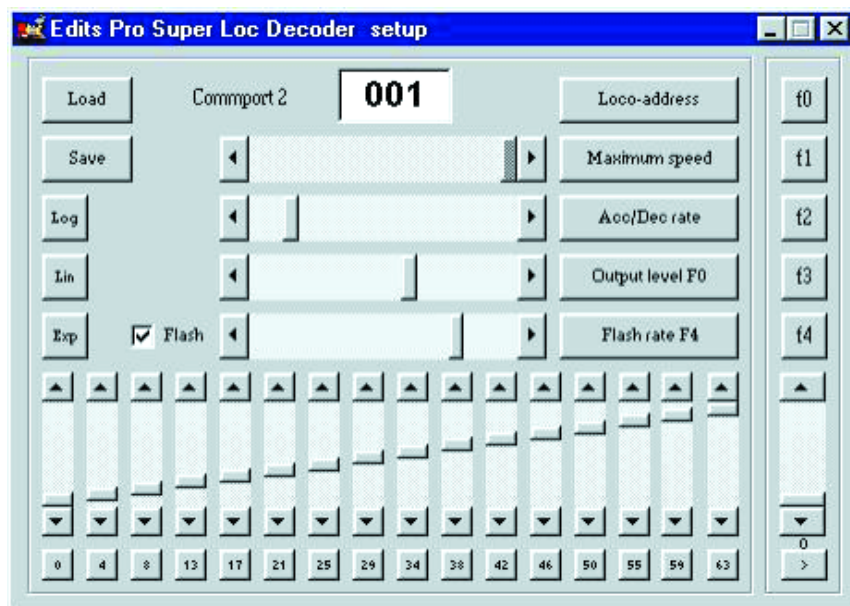
Bij de nieuwe versie van de super-locdecoder (afgekort ESLD) is overigens niet alleen extra functionaliteit ter ondersteuning van de nieuwe PC-software toegevoegd. Er zijn ook wezenlijke basispunten aangepast. Zo kan er nu rekening worden gehouden met het type motor in de loc. Er zijn voertuigen met

een wisselstroom- en een gelijkstroommotor. De eigenschappen van een gelijkstroommotor wijken namelijk af van die van een wisselstroommotor en daardoor zal een gelijkstroomloc bij een lage stand van de regelaar te snel rijden. Omdat het

aantal gebruikers van de gelijkstroommotor toeneemt, is het nu mogelijk gemaakt de snelheidstabel in de decoder aan de eigenschappen van de motor aan te passen.

De snelheidstabel

De snelheid van de motor kan in 16 stappen worden geregeld. Elke stand van de snelheidsregelaar correspondeert met een locatie in een tabel die in de EEPROM van de decoder staat. Deze tabel bevat waarden waarmee wordt bepaald hoe hard de loc rijdt. In principe



Figuur 1. Het venster van het programma voor het programmeren van de nieuwe super-locdecoder.

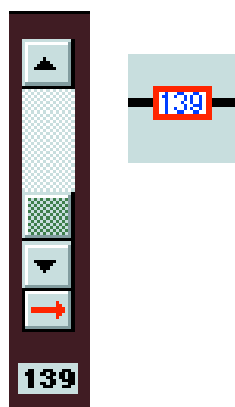
staat in locatie 0 (de laagste stand van de regelaar) de waarde 0 en in locatie 15 de hoogste waarde 0FFh. De decoder is oorspronkelijk voor de wisselstroommotoren van Märklin ontworpen en de tabel is bij uitlevering zo gedefinieerd dat bij een lage stand van de regelaar al direct een wat hogere spanning op de motor wordt gezet.

De locs van merken met een gelijkstroommotor zijn meestal voorzien van een permanente magneet en van een tandwielcombinatie met een hogere overzetfactor. Daardoor hebben ze een beter aanloopkoppel en zullen ze bij een lage stand van de

regelaar te hard gaan rijden. Dit kan deels worden ondervangen door de maximale snelheid te verlagen, maar echt ideaal is het niet. Daarom hebben we de firmware zo aangepast dat de inhoud van de tabel kan worden gewijzigd.

Om de instellingen van de decoder te programmeren is er aanvankelijk van uitgegaan dat dit met eenvoudige hulpmiddelen kan worden gedaan. De beperking hiervan is dat alleen de 'trits' van het Motorola-formaat (waar het protocol op is gebaseerd) gebruikt kunnen worden. Omdat er twee trits gebruikt worden voor de commando's zijn er dus maximaal $3^2 = 9$ commando's mogelijk. Daarvan werden er al zeven gebruikt voor de gebruikelijke instellingen (tabel 1). De overige twee zijn dus beschikbaar voor het programmeren van de snelheidstabel. Omdat er gebruik gemaakt wordt van het standaard Motorola-formaat kan dit dus ook met behulp van de in het oorspronkelijke artikel beschreven hand-programmer.

We realiseren ons dat het programmeren van de hele tabel nogal een tijdrovend karweitje is. Daarom is hiervoor een hulpprogrammaatje gemaakt dat beschikbaar is op de EDiTS-Pro-site (www.gironet.nl/home/editspro) en op de Elektuur-site (www.elektuur.nl, download-bereik mei 2002, nr. 020094-11).



Figuur 2. Snelheidsregelaar voor een loc en de retour-button met adres 139.

Het programmeren

Om de 'doe-het-zelfers' ook de gelegenheid te geven om vanuit zelf ontwikkelde programmatuur de decoder te kunnen programmeren, leggen we uit hoe de tabel (maar ook de rest van de parameters) kan worden geprogrammeerd. Zoals bekend verondersteld, bestaat de informatie op de rails uit achtereenvolgens vier trits voor het loc-adres, één trit voor de frontlichten en vier bits voor de snelheidsdata. Details omtrent het Motorola-protocol zijn uitgebreid beschreven in diverse Elektuur-artikelen uit 1999 en in het boek EDiTS Pro.

Voor het instellen van de ESLD is een vast adres 79 gereserveerd en dit neemt uiteraard vier trits in beslag. De overige vijf trits gebruiken we om de setup-informatie te versturen, zoals loc-adres, maximale snelheid, optrek- en afremvertraging enz. Elk commando moet minimaal tien keer correct door de decoder worden ontvangen voordat deze het accepteert. In de praktijk komt het erop neer dat wanneer een commando twee seconden lang op de rails wordt gezet, de data inderdaad in het geheugen zijn geschreven.

In tabel 1 zijn voor de volledigheid alle instelmogelijkheden afgedrukt.

De procedure voor het programmeren van de tabel is simpel: Eerst wordt het adres geprogrammeerd van de locatie waar we een waarde willen aanpassen. Vervolgens programmeren we de werkelijke waarde in de locatie. Zo kunnen we de locaties één voor één instellen.

De software

Om het de gebruiker makkelijker te maken, is er software geschreven waarmee we de ESLD kunnen instellen. Deze is alleen te gebruiken in combinatie met de EDiTS Pro controller. Gebruikers van andere controllers zullen hun eigen programma moeten schrijven.

Als we het programma opstarten, verschijnt een venster waarin alle zichtbaar zijn. Een aantal knoppen kennen we al van het setup-venster van EDiTS Pro, namelijk: loc-adres, maximale snelheid, optrek- en afremvertraging, lichtsterkte en knipperfrequentie. Links daarvan staan de bijbehorende regelaars.

Onderaan vallen direct de regelaars op voor het instellen van de tabelwaarden. Elke regelaar correspondeert met een locatie in de tabel en met een stand van de snelheidsregelaar. De stand van de regelaar is ook in de knop onder de regelaar af te lezen. Zodra er op de knop wordt gedrukt (met de linker muisknop) zal de waarde van de bijbehorende regelaar in het geheugen van de deco-

Tabel 1. Programmeren van de instellingen.

9 8 7 6 5 4 3 2 1	Trit
LLLL 0	programmeren van het locadres (LLLL = 1...255)
MMM 0 1	programmeren van de maximale snelheid (MMM = 0...15)
AAA 0 X	programmeren van de optrek- en afremvertraging (AAA = 0...15)
LLLL 0	programmeren van het loc-adres
SSS 1 1	programmeren van de lichtsterkte van functie 0 (SSS = 0...15)
KKK 1 X	programmeren van de knipperfrequentie functie 4 (KKK = 0...26)
LLLL 0	programmeren van het loc-adres
CCC X 1	nieuw: programmeren van tabel-adres (CCC = 0...15)
EEE X X	nieuw: programmeren van snelheidswaarde (EEE = 0...255)

Waarin: trit 0 = 00 binair, trit X = 01 binair, trit 1 = 11 binair; trit 1...4 = loc-adres 79

der worden geprogrammeerd. Zo kunnen we alle locaties één voor één aflopen.

Omdat de hoeveelheid informatie per loc nogal groot is geworden en achteraf uitlezen van de gegevens niet meer mogelijk is, kan met de knoppen 'Save' en 'Load' de data op de harddisk opgeslagen worden en naderhand weer worden opgehaald. De instellingen worden opgeslagen in een bestandje met als naam het nummer in het bovenste invoerveldje en als extensie .stp. Onder de 'Save'-knop vinden we nog drie knoppen voor een aantal standaard tabelwaarden: logaritmisch, lineair en exponentieel verloop. Deze kunnen als startpunt dienen voor het aanmaken van een geschikte tabel.

Het programma gebruikt hetzelfde bestand

(com.inf) voor de instellingen van de COM-poort als EDiTS Pro en het zal dus met dezelfde poort opstarten als waarmee EDiTS Pro is ingesteld, mits dit setup-programma in dezelfde map staat.

Naar keuze kan een andere COM-poort worden gekozen door op de tekst te dubbelklikken. De software is alleen in het Engels beschikbaar.

Let er bij het programmeren van de decoder op dat alle locs op de rails van de nieuwe instellingen worden voorzien. Het programmeren wordt dus niet bepaald door het loc-adres in het scherm.

Tenslotte zijn rechts een aantal bedieningsorganen waarmee we de net gemaakte instellingen kunnen testen. De loc waarvan het adres staat weergegeven in het invoerveldje van het loc-adres, zal hierop reageren. Zo zijn de snelheid, de richting en de vijf functies te bedienen.

Overige aanpassingen.

Met de nieuwe versie van de EDiTS Pro besturingssoftware is het bereik van de loc-adressen enorm vergroot tot 255. Een gevolg daarvan is dat zowel de locdecoder als de adres-retourmelder daarvoor geschikt moeten zijn. Hoewel de ESLD oorspronkelijk is ontworpen voor een adresbereik van 1 tot 81, kunnen er in de oude versie toch een aantal adressen boven 81 gebruikt worden. Omdat we toch al bezig waren met aanpassen, hebben we de nieuwe decoder maar gelijk voor het gehele bereik geschikt gemaakt.

Verder heeft een aantal gebruikers het voor elkaar gekregen een loc op adres 79 te programmeren. Het gevolg daarvan is dat deze loc wel rijdt, maar nooit meer in te stellen is op een ander adres. De nieuwe firmware blokkeert dit adres.

Retourmelder

Uiteraard zal de loc-adres retourmelder (Elektuur december 1999) ook de hogere adressen moeten herkennen. In de oorspronkelijke opzet worden, zodra de IR-informatie is ontvangen, de gedecodeerde data op de bus zet. Pas als de contactrails wordt gesloten, wordt bit 7 hoog en zullen de data in EDiTS Pro worden ingelezen. Dat betekent dat 129 (81h) overeenkomt met loc-adres 1, 130 (82h) met adres 2 enz. In de nieuwe versie is dat anders. De retourmelder zal de data pas op de bus zetten als de contactrail wordt gesloten. Om de retourmelder compatibel te houden met de oude versie, hebben we het lage bereik niet gewijzigd maar wel door laten lopen tot en met 127 (0FFh) en de rest van het bereik (loc-adres 128...255, 0h...07Fh) er aan toegevoegd. Het gevolg daarvan is wel is dat loc-adres 128 (80h) door EDiTS Pro gezien wordt als adres 00 en dus als een loc zonder infrarood-terugmelding wordt gezien.

Dit is in **tabel 2** met de uitzonderingen nog wat duidelijker weergegeven. Tot slot vermelden we nog dat beide versies van zowel de ESLD als de retourmelder door elkaar gebruikt worden, ook met de oude versie van EDiTS Pro. Alleen met de nieuwe versie van EDiTS Pro heeft men de beschikking over het extra adresbereik. Omdat alleen de firmware is gewijzigd, zijn de printen van zowel de decoder als de retourmelder hetzelfde gebleven.

(020094)

Tabel 2. Adressen in de retourmelder.

Loc-adres	Retour-button	Bit 7
Zonder IR	blank (00)	
0 (*1)	niet toegestaan	
1		1
...	...	...
78	78	1
79 (*1)	niet toegestaan	-
80	80	1
81	81	1
82	82	1
83	83	1
...	...	...
127	127	1
128 (*2)	niet toegestaan	0
129	129	0
...	...	...
254	254	0
255	255	0

(*1) Dit adres wordt geblokkeerd in de ESLD

(*2) De loc rijdt wel op dit adres, maar de retour-button wordt niet geactiveerd

Bestelnummer geprogr. PIC voor super-locdecoder: EPS 020094-41

Er zijn ook combinatiepakketten verkrijgbaar van 5, 10 en 20 stuks met print (zie service-pagina's)

Bestelnummer geprogr. PIC voor retourmelder: EPS 020095-41

Squelch voor luchtvaartontvanger

Welkome aanvulling

ontwerp: G. Baars

De in maart beschreven luchtvaartontvanger is blijkens de vele reacties enthousiast onthaald door onze lezers. Het enige punt van kritiek was dat sommigen het ontbreken van een squelch-regeling toch wel als een gemis voelden. Met deze simpele uitbreidingsschakeling worden zij op hun wenken bediend.

Stilte a.u.b.

Een squelch-regeling is een systeem dat zeer zwakke signalen en de door de ontvanger geproduceerde ruis bij afwezigheid van ontvangst-signaal onhoorbaar maakt, terwijl iets sterkere signalen normaal kunnen worden beluisterd. Dit wordt bereikt door toepassing van een instelbare signaalsterkteredmpel en een schakeling die signalen onder deze drempel zonder pardon onderdrukt. Alleen ontvangstsignalen die boven de squelch-drempel uitkomen, worden doorgegeven naar het audiodeel van de ontvanger. Dit heeft tot resultaat dat uitsluitend signalen van bevredigende sterkte worden ontvangen en dat tijdens het afstemmen en luisteren geen hinder wordt ondervonden van storende ruis en andere onbruikbare signaalproducten.

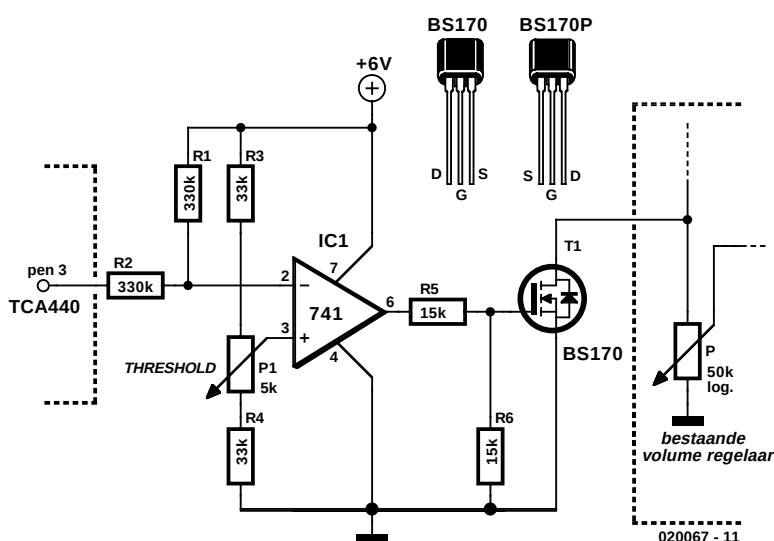
Hoewel het Engelse woord 'squelch' hier echt wordt gebruikt in de betekenis van 'onderdrukken', vertoont de werking van een squelch-schakeling ook een kleine maar onmiskenbare gelijkenis met de tweede betekenis van het woord squelch: 'het maken van een zuigend geluid alsof je met je schoen in de modder trapt'. Dat zuigende geluid is namelijk aanwezig in de vorm van een zeer kortstondige ruispiek op het moment dat de squelch in werking treedt en

wordt door insiders doorgaans de 'squelch-trailer' genoemd. Deze trailer is bij FM wat opvallender dan bij AM omdat daar de door de demodulator geproduceerde uitgangsis duidelijk hoger is.

Hoe werkt het?

Het hier afgedrukte schema is speciaal bedoeld als uitbreiding voor de luchtvaartontvanger en kan - opgebouwd op een stukje gaatjesprint - worden toegevoegd zonder dat er iets aan de ontvangerprint hoeft te worden veranderd. De ingang wordt verbonden met pen 3 van de TCA440 en de uitgang (drain van T1) met de bovenkant van de volumeregelaar. De +6-V- en massa-aansluitingen van de squelch-schakeling worden simpelweg doorgelust met die van de ontvanger.

De werking is op de keper



Figuur 1. Met behulp van niet meer dan een comparator en een FET kan de luchtvaartontvanger van een instelbare squelch worden voorzien.

beschouwd uiterst eenvoudig. Opamp IC1 is geschakeld als comparator die het van pen 3 van de TCA440 afkomstige AGC-niveau vergelijkt met de via P1 ingestelde referentiewaarde. Zijn uitgang blijft 'hoog' zolang de AGC-spanning onder de ingestelde waarde ligt en via FET T1 wordt het over de volumeregelaar staande audiosignaal dan effectief kortgesloten naar massa.

Zodra het AGC-signaal de met P1 ingestelde drempelwaarde overschrijdt, gaat de uitgang van de 741 van 'hoog' naar 'laag', zodat T1 spert en het audiosignaal ongehinderd de volumeregelaar kan passeren. Het is dus zaak P1 zo in te stellen dat de squelch alleen bij ruis en onbruikbare signalen in werking treedt en dat goed hoorbare signalen altijd worden doorgelaten.

Nog een praktische opmerking: Als de verbinding tussen T1 en de potmeter langer wordt dan circa 2 cm, dient hiervoor een stukje afgeschermd audiokabel te worden gebruikt.

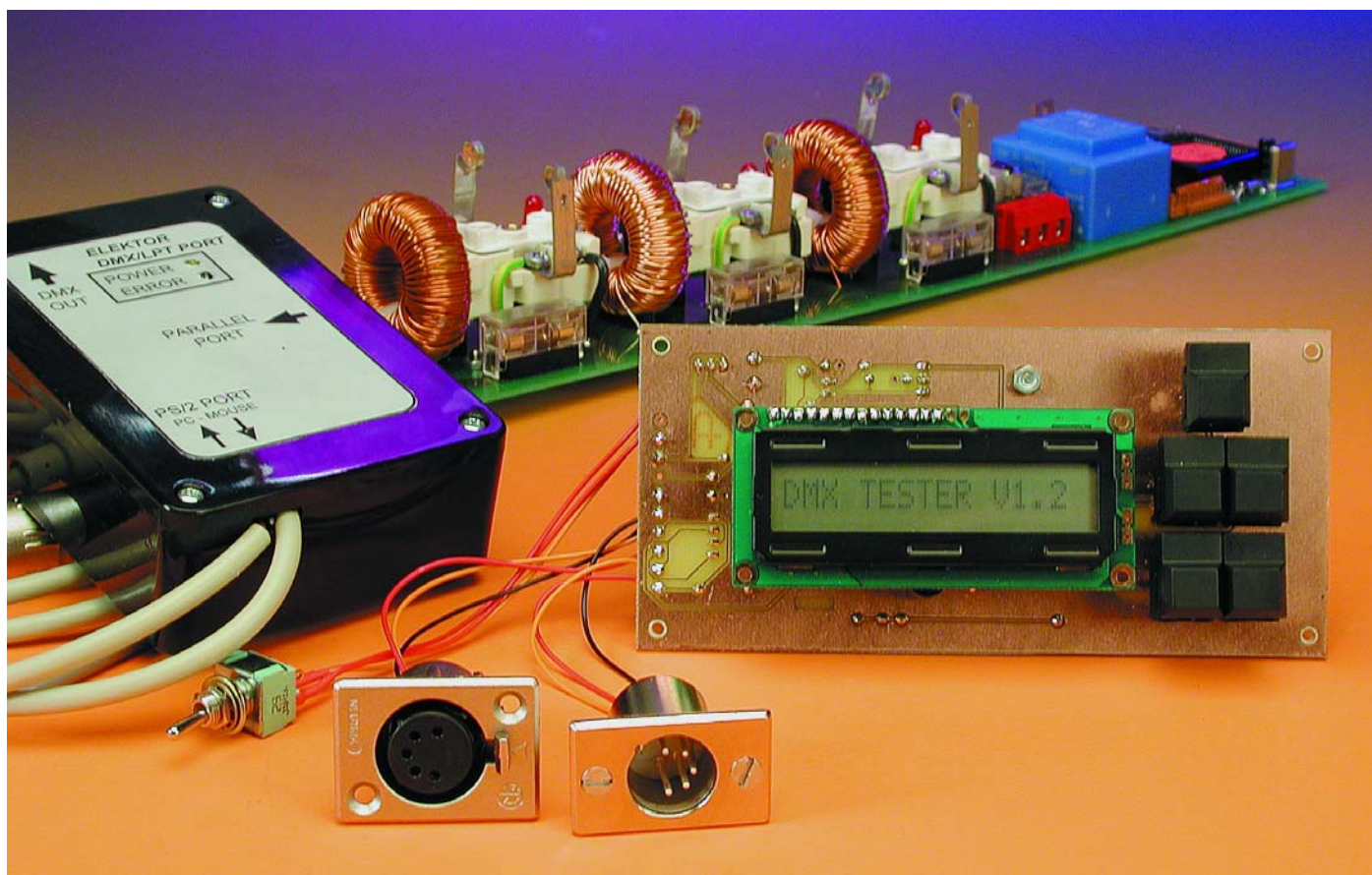
(020067)

Draagbare DMX-tester

Bescheiden afmetingen en eenvoudig te bedienen

Benoît Bouchez

Het gebeurt regelmatig dat er een DMX-compatibel apparaat of een complete DMX-installatie getest moet worden als er tijdens het gebruik storingen optreden. Met de hier beschreven tester vermijden we dat er voor dit doel beslag gelegd moet worden op een DMX-master (PC of console). Dankzij het handige formaat en de geïntegreerde accu kan de tester in elke situatie gebruikt worden. En als toegift kan de schakeling ook nog DMX-data versturen en ontvangen.



Wie ooit DMX-compatibele apparatuur geïnstalleerd of gebouwd heeft, heeft beslist te maken gehad met problemen wat betreft de werking. Het is onmogelijk om hier het hele scala aan storingen en hun symptomen te beschrijven, vanwege de uitgestrektheid van dit onderwerp! Naar omstandigheden kan het om een eenvoudig apparaat gaan (scanner, dimmer, enzovoort) dat niet op een commando reageert, tot aan een complete installatie die plotseling dolgedraaid is en programma's uitvoert die alleen zij schijnt te kennen...

Bij de 0...10-V-stuursystemen volstaat een eenvoudige multimeter meestal om de oorzaak van het probleem te achterhalen en vervolgens op te lossen.

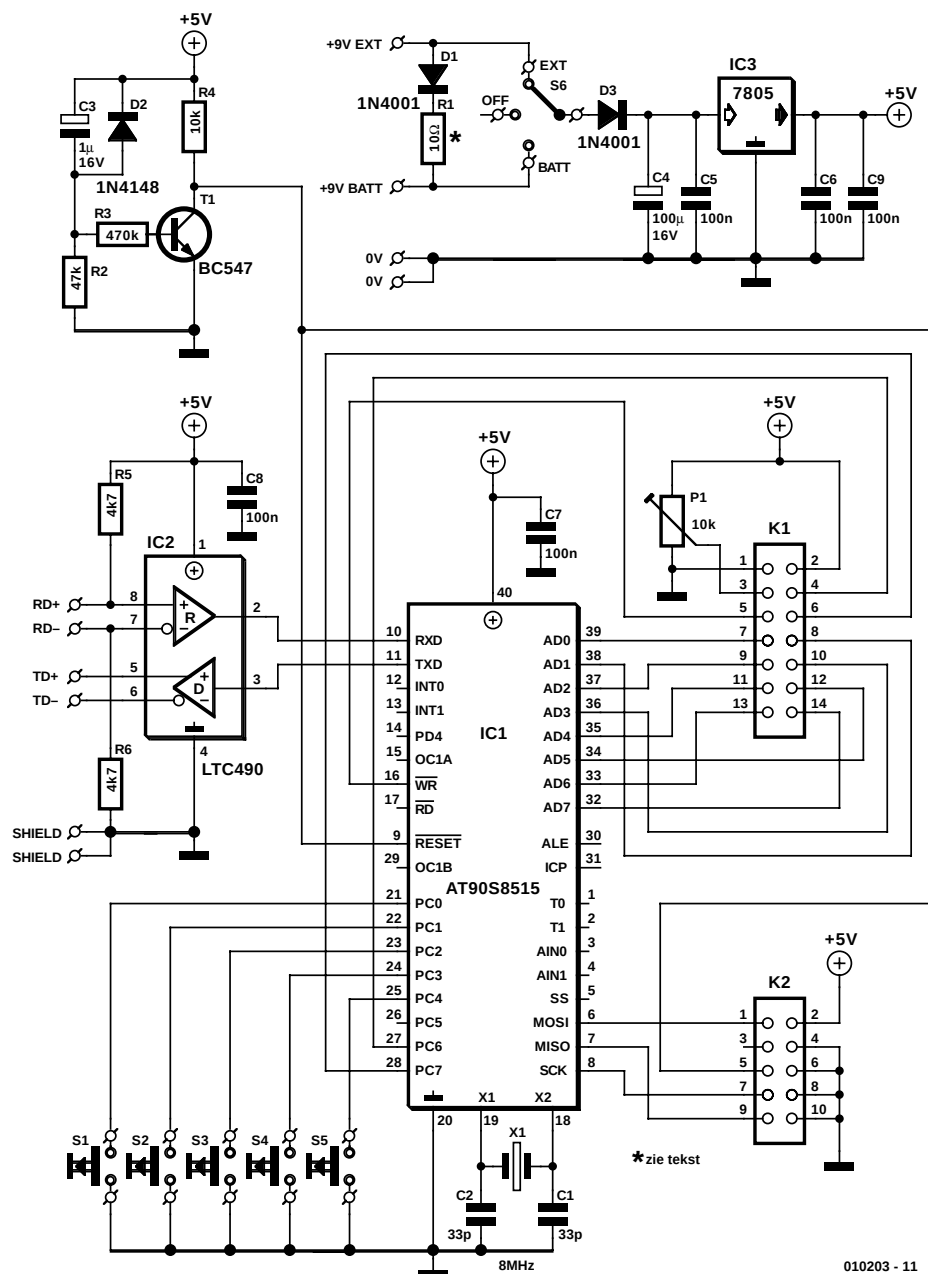
Wat betreft DMX512 staat het foutzoeken met behulp van een multimeter of een oscilloscoop gelijk aan het zoeken naar een speld in een hooiberg. Voor het serieus verhelpen van een storing in een DMX512-apparaat of -installatie is een hulpmiddel nodig dat begrijpelijke commando's (volgens de DMX512-norm) over de verbindingen kan versturen en tevens interpreteert en op een scherm toont wat er op een gegeven moment op deze verbindingen gebeurt.

We kunnen natuurlijk wel een DMX-interface gebruiken die aan een PC is gekoppeld, maar deze oplossing betekent een aanzienlijke investering voor een apparaat dat alleen maar voor testdoeleinden wordt gebruikt. Bovendien is het meenemen van een PC (ook een draagbare) naar een hoogte van meerdere meters, daar waar de te testen apparatuur zich bevindt, niet erg praktisch.

De hier voorgestelde tester maakt het mogelijk op een eenvoudige manier allerlei problemen op te lossen. Het is voldoende een blik te werpen op de eigenschappen uit **tabel 1** om daarvan overtuigd te raken.

Het schema

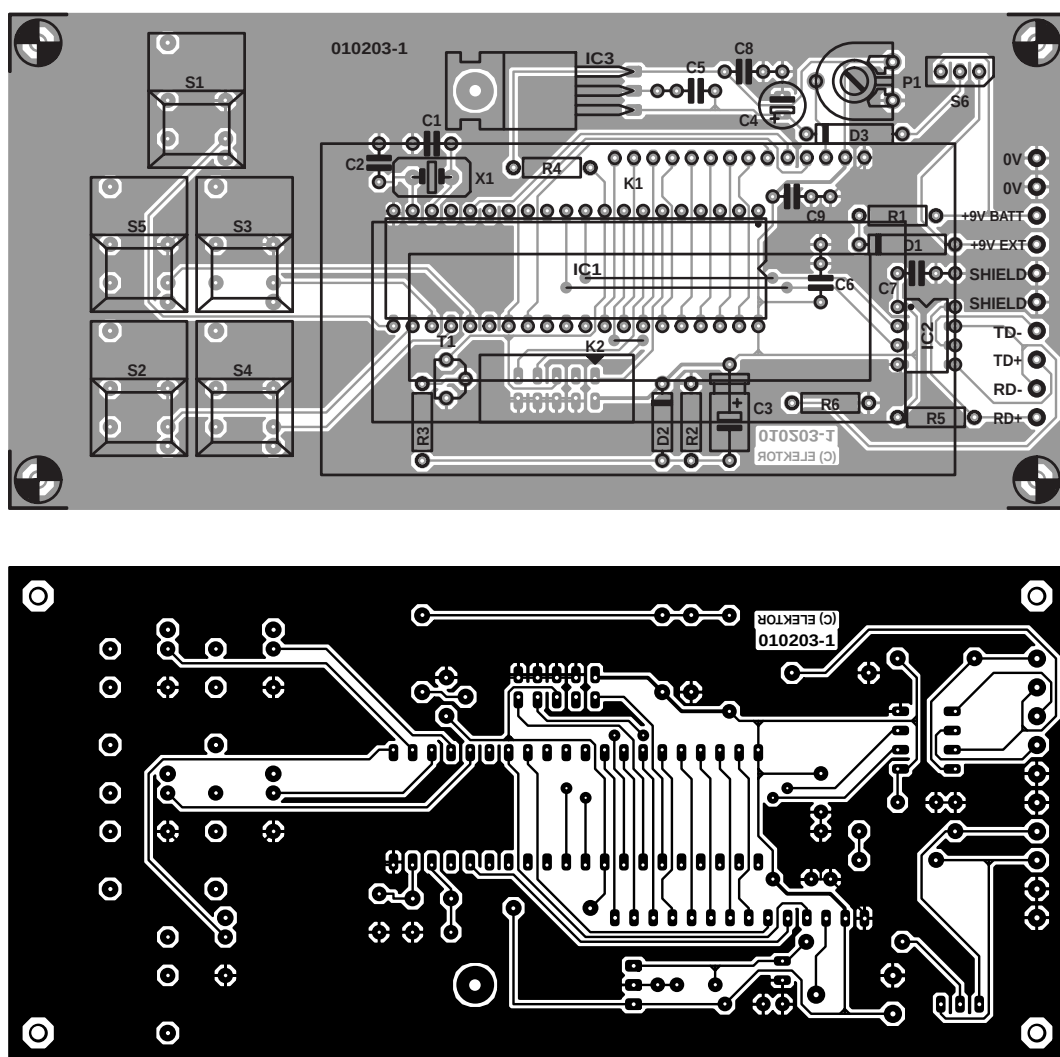
Nog maar enkele jaren geleden zou de constructie van een tester met al deze mogelijkheden een ingewikkelde schakeling geleverd hebben, maar dankzij de toepassing van een



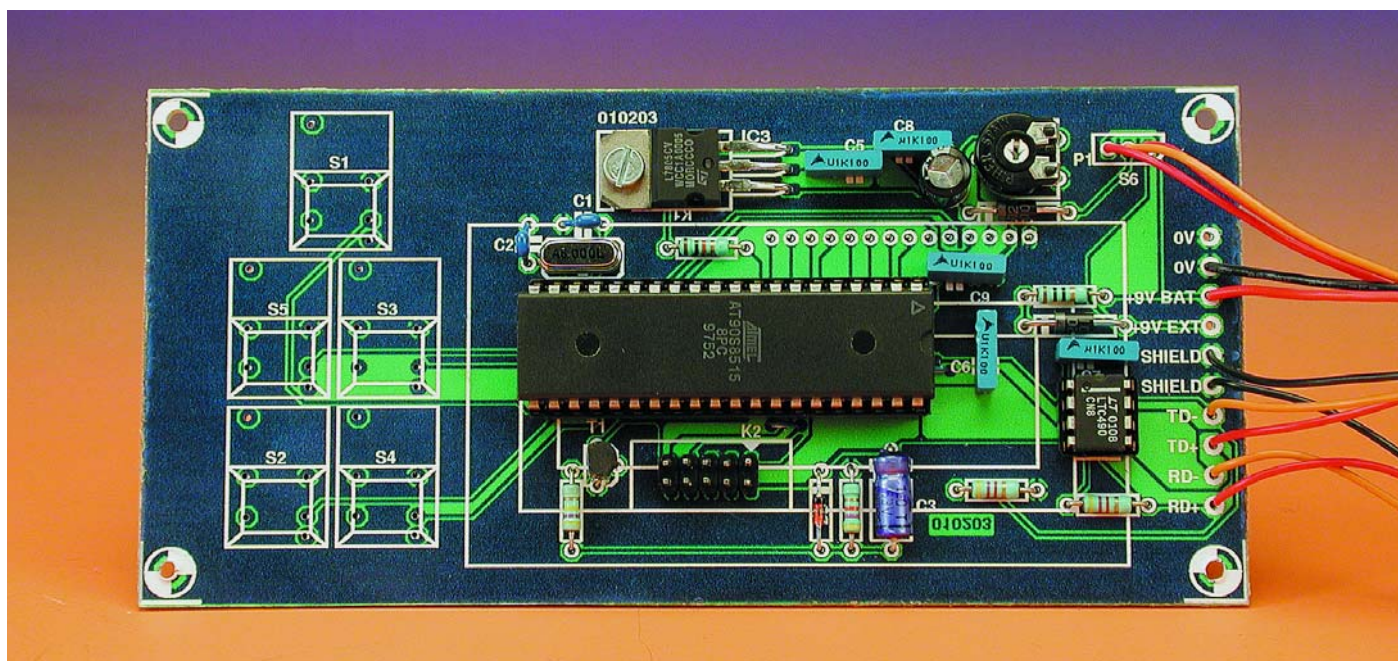
Figuur I. Het schema van de draagbare DMX tester is niet echt ingewikkeld, terwijl het in feite om een compleet microcontrollersysteem gaat.

Tabel I. Eigenschappen van de draagbare DMX-tester

- Draagbare tester met bescheiden afmetingen
- Compatibel met DMX512-1990
- Verzonden en ontvangen data op LCD zichtbaar
- Zeer eenvoudige bediening (5 knoppen)
- Werkt met accu of netadapter
- Twee functies: DMX zenden en ontvangen
- Zendt over 512 DMX-kanalen (480 zijn in te stellen, de andere blijven 0)
- Start Code bij zenden naar wens te veranderen
- Ontvangst van 480 kanalen, waarvan de waarde van 0 tot 255 wordt aangegeven
- Aanduiding van de ontvangen Start Code
- Indicatie van ontvangen data, zodat kabelbreuk direct gedetecteerd wordt
- Mogelijkheid om de DMX-waarden in het geheugen van de tester te bewaren en daarna weer uit te zenden



Figuur 2. Layout en componentenopstelling van de print voor de draagbare DMX-tester.



Figuur 3. Opgebouwd exemplaar van de schakeling.

moderne microcontroller zit praktisch alles wat nodig is op één enkele chip. Het schema uit **figuur 1** lijkt dan ook wel het toppunt van eenvoud. Daar staat natuurlijk wel tegenover dat heel wat moeite moet worden gestopt in de software.

Al het werk wordt verziet door IC1, een Atmel-microcontroller uit de AVR-familie, met aan boord alles wat we nodig hebben: 8 Kbyte flash-

geheugen voor het programma, 512 bytes RAM, twee timers, een seriële poort en zelfs een EEPROM van 512 bytes (die we hier echter niet gebruiken).

Het geheel wordt geklokt door een 8-MHz-kristal, wat een verwerkingskracht van 8 MIPS (MIPS = Million Instructions Per Second) oplevert, ruimschoots voldoende rekenkracht voor deze toepassing.

Bij IC1 gaat het om een AT90S8515 en deze heeft zelfs zijn eigen programmer aan boord. Het enige dat we nodig hebben om ons programma in het flash-geheugen te laden, is een kabel die op de juiste manier op de parallelle poort van een PC is aangesloten en een programma dat door Atmel gratis ter beschikking wordt gesteld. De bewuste kabel wordt op connector K2 aangesloten, die niet gemonteerd hoeft te worden als u besluit een geprogrammeerde controller bij Elektuur te bestellen.

De reset-schakeling rondom transistor T1 lijkt op het eerste gezicht een beetje vreemd. Deze maakt het mogelijk om de kaart te resetten bij normaal gebruik met de combinatie R2/C3, maar tevens tijdens de programmeerfasen van het Atmel-programma.

De interface voor het LCD is zo eenvoudig mogelijk uitgevoerd. Poort A van IC1 is bidirectioneel geconfigureerd en neemt alle uitwisseling van gegevens voor zijn rekening. De stuursignalen worden beheerd door lijnen van poort C en D, het programma zorgt voor de juiste timing voor de LCD-controller.

De vijf bedieningstoetsen zijn rechtstreeks met de ingangen van poort B verbonden.

De koppeling met de DMX512-wereld wordt gerealiseerd met een chip die bij de lezers inmiddels goed bekend is: een LTC490 (een equivalent van de SN75179), die de conversie van TTL naar RS485 voor zijn rekening neemt. Gelet op het gebruik van de tester en de batterijvoeding hebben wij in geen enkele galvanische isolatie voorzien tussen het interface-IC en de processor.

De tester kan op twee manieren gevoed worden: via een eenvoudige netadapter die ongeveer 9 V levert of door een interne NiCd-accu. De keus tussen deze twee bronnen wordt

eenvoudigweg gedaan met een driestandschakelaar (S6). In de middenstand is de voeding onderbroken.

Diode D3 beveiligd de tester tegen een verkeerd aangesloten voedingsspanning.

D1 en R1 vormen samen een simpele acculader. Hiermee is het mogelijk de interne accu te laden zodra een externe voeding op de tester wordt aangesloten. De exacte waarde van R1 hangt deels af van de capaciteit van de accu en deels van de spanning die de netadapter levert. Als u een 9,6-V-accu inbouwt, dan moet een netadapter worden gebruikt die minstens 14 V levert om er zeker van te zijn dat de accu goed geladen wordt. De 7805 verdraagt een maximale ingangsspanning van 18 V (dit verschilt per model), zodat we genoeg speelruimte hebben.

De waarde van R1 wordt bepaald met de volgende formule:

$$R1 = (U_{\text{netvoeding}} - (U_{\text{accu}} \cdot 1,2) - 0,7) / I_{\text{laad}}$$

Bedenk dat de waarde van I_{laad} in principe 0,1 van de accucapaciteit bedraagt, uitgedrukt in Ah.

Om een accu van 9,6 V/500 mAh met een netadapter van 14 V te laden, wordt R1 dus:

$$R1 = (14 - (9,6 \cdot 1,2) - 0,7) / 0,05 = 35 \Omega$$

(neem 33 Ω uit de E24 reeks).

Het door R1 gedissipeerde vermogen bedraagt ongeveer $33 \Omega \cdot (0,05 \text{ A})^2 = 0,1 \text{ W}$. Een 0,25-of 0,5-W-type is dus uitstekend geschikt.

De bouw

De realisatie van zo'n rond een microcontroller opgebouwde schakeling is van een welhaast spreekwoordelijke eenvoud. In **figuur 2** vindt u de layout en de componentenopstelling van de bijbehorende print.

Desondanks verdienen bepaalde punten van de opbouw wat extra aandacht. Enkele onderdelen zijn namelijk aan de koperzijde gemonteerd, namelijk de toetsen en het display.

Monteer eerst de onderdelen aan de componentenzijde en daarna pas de onderdelen aan de koperzijde, te beginnen met de druktoetsen. Als u Digitast-druktoetsen gebruikt, houdt er dan rekening mee dat deze te laag zijn in verhouding tot het display en dus dieper dan het voorfront komen te liggen. Bovendien zijn de aansluitingen van de druktoetsen erg moeilijk te solderen als deze direct op de koperzijde worden gemonteerd.

Met de volgende oplossing kunnen de druktoetsen wat hoger worden geplaatst. Soldeer eerst losse IC-printpenen in de voor de aan-

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = *
R2 = 47 k
R3 = 470 k
R4 = 10 k
R5,R6 = 4k7
P1 = instelpot 10 k

Condensatoren:

C1,C2 = 33 p
C3 = 1 μ /16 V
C4 = 100 μ /16 V
C5...C9 = 100 n

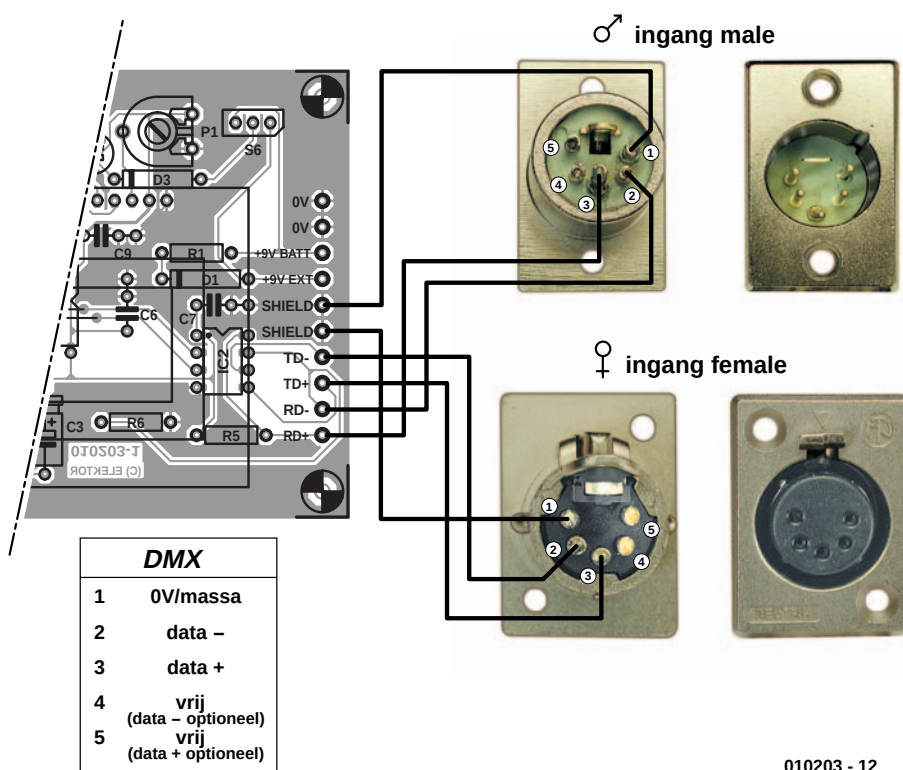
Halfgeleiders:

D1,D3 = 1N4001
D2 = 1N4148
T1 = BC547
IC1 = AT90S8515
(geprogrammeerd, EPS 010203-41)
IC2 = LTC490-CN8 (Linear Technology)
IC3 = 7805

Diversen:

S1...S5 = druktoets met maakcontact (bijv. Digitast serie)
S6 = enkelpolige wisselschakelaar met middenstand
X1 = kristal 8 MHz
K1 = female header met 1 rij van 14 kontakten (+ 14-pens header voor display)
K2 = 2x5-polige header
LCD met 1 regel van 16 karakters, HD44780 compatibel, bijv. NLC-16x1x07 (Conrad 183 261)
Eventueel:
5-polig XLR-chassisdeel female
5-polig XLR-chassisdeel male
* = zie tekst
print EPS 010203-I (zie servicepagina's)
floppy met source- en hex-code: EPS 010203-II

Print-layout en floppy-inhoud zijn ook gratis beschikbaar op www.elektuur.nl



010203 - 12

Figuur 4. Aansluitgegevens van de XLR5-connectoren en het bedradingschema van de aansluitingen tussen de printpennen en de male en female XLR-chassisdelen.

sluitingen van de druktoetsen bestemde soldeereilandjes. Deze printpennen zijn bij verschillende handelaren verkrijgbaar, maar als u ze niet vindt kunt u ook uw toevlucht nemen tot een oud printvoetje met gedraaide contacten. U hoeft ze alleen maar uit het kunststof omhulsel te halen. De druktoetsen kunnen dan in de pennen worden gestoken en klaar is Kees.

Als de druktoetsen eenmaal geïnstalleerd zijn, krijgt u een duidelijker beeld wat de plaatsing van de print ten opzichte van het front van de behuizing betreft, zodat u nu de positie van het LCD kunt bepalen. De montage van het display kan op twee verschillende manieren gedaan worden, met losse draden of met connectoren. We kiezen voor de eerste optie die geen speciale onderdelen vraagt.

We beginnen met 14 draden te solderen in de soldeereilandjes van het display, zodanig dat ze aan de display-kant niet uitsteken. Vervolgens steken we deze constructie op de print en maken de afstand zo groot dat de voorkant van het display gelijk ligt met de voorkant van de behuizing. Dan kan het geheel aan de hoofdprint vastgesoldeerd worden.

U kunt ook kiezen voor de montage van een 14-polige female header waar een male header die op de display-aansluiting is gesoldeerd,

in past.

Schakelaar S3, een enkelpolige wisselschakelaar met middenstand, kan aan een zijkant of in het front van de behuizing gemonteerd worden.

Spanningsregelaar IC3 wordt liggend op de print gemonteerd en vastgeschroefd met behulp van een M3-boutje en -moertje. De print fungeert dan als koellichaam.

Voor het aansluiten van de externe voeding wordt een speciale laagspanningsbus op de print gemonteerd. Gebruik geen connectoren die tijdens het uittrekken of insteken kortsluiting kunnen veroorzaken.

Als alles klaar is, dan zou uw schakeling er uit moeten zien als het door ons opgebouwde prototype uit **figuur 3**.

De keuze voor het type 9,6-V-accu wordt voornamelijk bepaald door de afmetingen van de behuizing (500 mAh is meestal voldoende). Wie echt draagbaar niet nodig vindt, die kan de hele accu ook achterwege laten.

Laatste punt wat betreft de constructie: de DMX-aansluitingen. In

principe moet onze tester van twee XLR-connectoren worden voorzien, een voor de ontvangst (male connector) en de andere voor het versturen (female connector). Omdat er op DMX-gebied twee standaarden bestaan, namelijk XLR3 en XLR5, moet u tussen deze twee connectoren een keuze maken en eventueel voor verloopsnoeren zorgen. Te melden valt nog dat XLR3-modellen meer verbreid zijn dan de XLR5-modellen, en ook goedkoper. In **figuur 4** vindt u de standaard aansluiting van deze connectoren. Er zijn twee mogelijkheden voor de montage van de connectoren, namelijk direct op de behuizing of aan het einde van een stukje soepel snoer dat uit de behuizing komt. De laatste oplossing is in het gebruik veel handiger (met name tussen verlichtingsarmaturen). De print is geschikt voor beide werkwijzen.

Het gebruik

Een DMX-tester hebben is één. Er makkelijk mee omgaan is twee. Als we enkele meters hoog tussen de lampen zitten, kunnen we echter beter over een apparaat beschikken dat eenvoudig te bedienen is en wat dit betreft heeft de auteur zijn best gedaan.

Na het inschakelen van de spanning meldt het apparaat zich met de boodschap 'DMX TESTER Vx.y' (x.y geeft de versie van het programma aan).

De tester kan als zender of ontvanger fungeren, maar niet als beide tegelijk. We moeten eerst de werk-mode kiezen. Daarvoor moet de MODE-toets bediend worden. Iedere keer dat op deze toets gedrukt wordt, schakelt de tester de werk-mode om. Het display toont de gekozen mode zolang de toets is ingedrukt.

Om vanuit de tester data te versturen, wordt '* TRANSM. MODE' gekozen. Om de data op een DMX-lijn zichtbaar te maken, kiezen we 'RECEIVE MODE *'. Let wel op dat de DMX-lijn overeenkomstig de gekozen werk-mode met de tester wordt verbonden.

In de zend-mode geeft de tester data door op 512 DMX-kanalen, maar alleen de eerste 480 zijn in te stellen. Om de te verzenden waarde van een

kanaal in te stellen, moet deze eerst gekozen worden door middel van de druktoetsen CHAN+ en CHAN-. Als u de toets ingedrukt houdt, treedt er een herhalingsfunctie in werking waardoor u versneld door alle kanalen kunt stappen. Het gekozen kanaal wordt aangegeven met 'C:xxx'.

Het is ook mogelijk de te versturen DMX-startcode te kiezen. Druk hiervoor op de kanaalkeuze-toetsen tot op het display 'C:S/C' verschijnt (S/C is de afkorting van Start Code).

Om de waarde van een kanaal of de Start Code te wijzigen, volstaat het om op de toetsen DATA+ en DATA- te drukken. Ook hier wordt een herhaalfunctie bij het vasthouden van de toets geactiveerd. Houd in de gaten dat de ingegeven waarden in het geheugen blijven, zelfs bij het kiezen van andere kanalen.

In de ontvang-mode is het gebruik van de tester nog eenvoudiger.

Zodra de tester op een DMX-lijn is aangesloten, worden de waarden van de eerste 480 kanalen en van de Start Code opgeslagen. De waarden blijven in het geheugen staan, ook als de verbinding wordt verbroken.

Om de goede werking van de DMX-lijn aan te geven, is aan de rechterkant van het display een kleine animatie zichtbaar. Als de delen in een regelmatig patroon bewegen, betekent dit dat de tester geldige DMX-frames (detectie van de Mark Time) ontvangt. Verandert het karakter rechts op het display niet, dan werkt de DMX-lijn niet correct of is deze onderbroken.

Om de waarden die op de verschillende kanalen ontvangen zijn te tonen, hoeven we deze kanalen alleen maar (zoals in de zend-mode) te kiezen met de toetsen CHAN+ en CHAN-.

De ontvang-mode heeft twee bijzonderheden. Als eerste wordt, om

verwarring met de in de zend-mode ingestelde waarden te voorkomen, bij het omschakelen naar deze mode het kanalengeheugen (dat voor zenden en ontvangen hetzelfde is) geheel gewist. Als u merkt dat bepaalde kanalen 0 blijven, komt dat misschien omdat ze niet gewist zijn (de zender is bijvoorbeeld beperkt tot 256 of 384 kanalen). Ten tweede is er een functie 'BlocNote DMX' ingebouwd. Als de tester zich in de ontvang-mode bevindt, slaat hij de waarde van de verschillende DMX-kanalen in zijn geheugen op. Dit geheugen wordt niet gewist als de tester weer in de zend-mode wordt gezet (in tegenstelling tot het omschakelen naar de ontvang-mode). Het is dus bijvoorbeeld mogelijk om op een bepaald moment de configuratie van de DMX-kanalen op te slaan en deze configuratie vervolgens later naar een andere installatie te sturen. Zoals u ziet, staat deze kleine tester bol van de mogelijkheden. Aan u nu de taak om er in uw eigen installatie de jacht op gebreken mee te openen.

Elektuur Item Tracer

weer helemaal up-to-date!

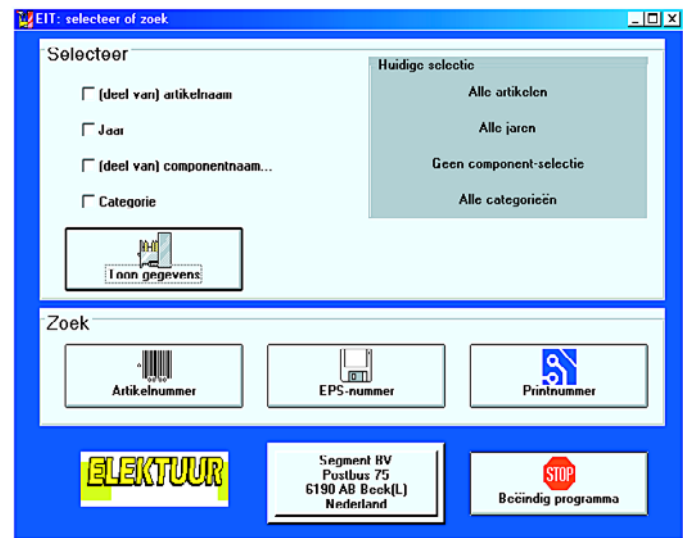
We hebben er met zijn allen even op moeten wachten, maar nu is dan eindelijk de nieuwe versie uit van het bekende Elektuur-zoeksysteem op diskette.

De afgelopen tijd kregen we steeds meer vragen van Elektuurlezers die vriendelijk maar toch met enige aandrang informeerden wanneer de nieuwe 'Elektuur Item Tracer' zou verschijnen. Zij werden ongeduldig en niet onterecht, want de vorige versie ging maar tot 1999 en we zitten inmiddels al een aardig eind in 2002. Het is en blijft voor ons een probleem om dit er naast het vele redactionele werk zo maar 'even' bij te doen, maar afijn, nu is er dan toch tijd gevonden om dit handige Windows-zoeksysteem voor Elektuur-projecten tot eind 2001 bij te werken. Aan de opzet van het systeem is niets veranderd. Installatie en werking zijn simpel, alles wijst zich eigenlijk vanzelf. Er kan gezocht worden op arti-

kelnaam, publicatiejaar, component of onderwerp. Eventueel kan ook het artikelnummer, software-nummer of printnummer als zoekcriterium worden ingegeven. Na het intoetsen van bijvoorbeeld de naam of een deel van de naam van het gezochte project, geeft het systeem een lijst van alle daarmee corresponderende projecten, compleet met jaar, maand en paginnummer. Bij aanklikken van een bepaald item krijgt men vervolgens uitsluitel over het print- en software-nummer en eventuele speciale componenten. Kortom, niets blijft verborgen voor dit zoekstelsel, dat alle

Elektuur-artikelen van 1985 tot en met 2001 in zijn geheugen heeft zitten!

De diskette is uit voorraad leverbaar en kan onder nummer 026005-11 rechtstreeks bij ons worden besteld (zie de rubriek 'Elektuur Product Service' elders in dit nummer).



Kompassensor voor Lego RCX

Nooit meer de weg kwijt

ontwerp: Z. Ottten

tekst: Luc Lemmens

Mindstorms, de inmiddels welbekende serie robot-construatiematerialen van Lego, is al meerdere malen onderwerp geweest van artikelen in *Elektuur*. In het jaar 2000 presenteerden wij een reeks van vijf afleveringen waarin alle ins en outs van de RCX-module werden behandeld, een microcontrollerblok met drie sensoringangen en drie uitgangen voor het aansturen van bijvoorbeeld motoren en lampen. Verder kwamen al eerder een lichtsensor, een naderingssensor en een sensor-multiplexer aan bod en onlangs verscheen nog een ontwerp voor een I²C-interface in ons blad.

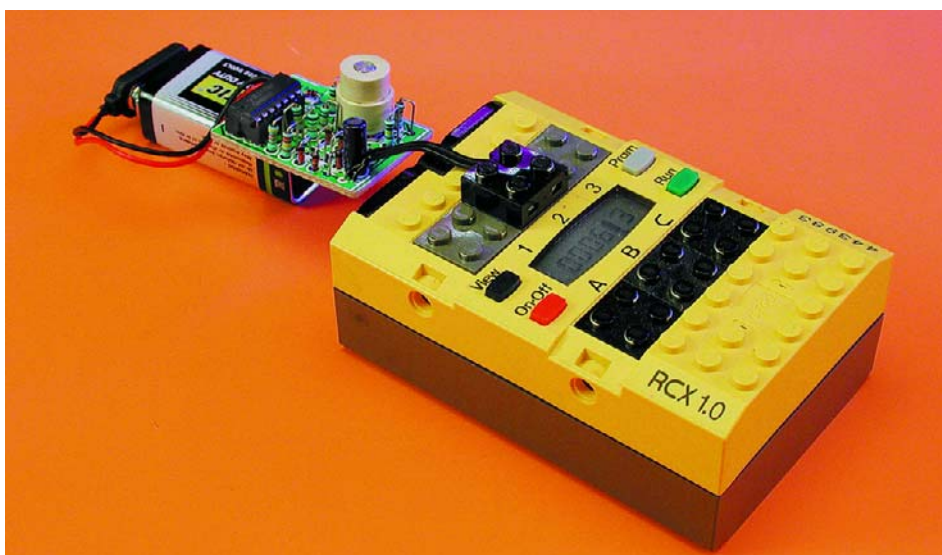
Deze maand is het de beurt aan een kompas-sensor, waarmee we onze robots ook gevoel voor richting kunnen bijbrengen.

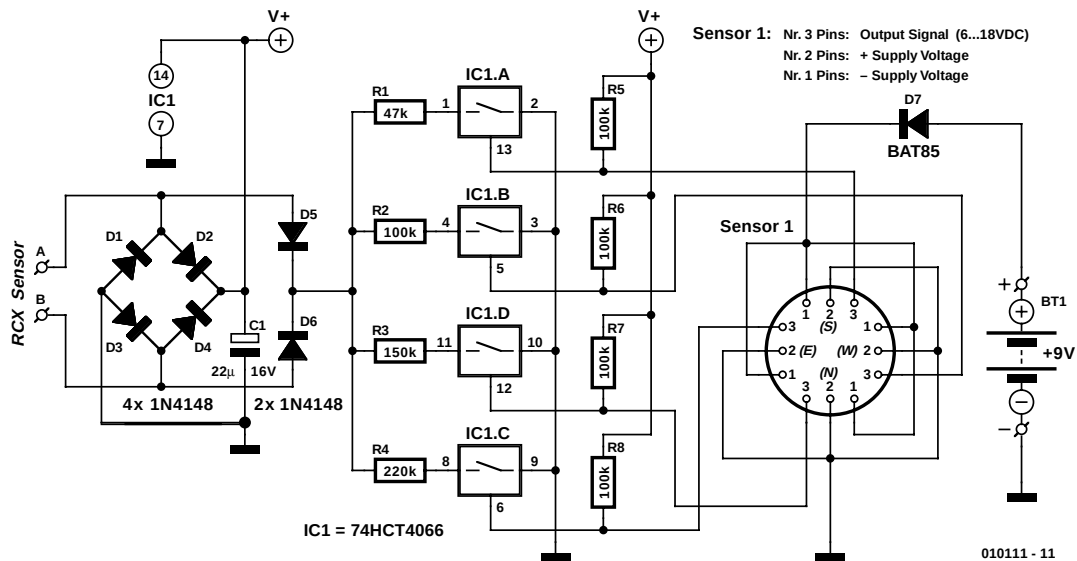
Als een robot zich door een ruimte moet voortbewegen, kunnen we dat op verschillende manieren realiseren. De eerste moge-

lijkheid is de robot zelf zijn weg te laten zoeken. Naderings- en aanraaksensoren zorgen er dan voor dat de robot zelf in staat is obstakels te ontwijken om beschadiging te voorkomen en/of te vermijden dat hij in

een situatie terechtkomt waar hij niet meer op eigen kracht uit kan komen. Het Mindstorms-pakket bevat de sensoren die we daar voor nodig hebben. Een tweede mogelijkheid is de robot een doel te geven: hem zelf de weg laten zoeken naar een vooraf bepaalde locatie. Hierbij kan gedacht worden aan het volgen van een lijn die het parcours bepaalt, zoals op de mat die bij deze Legodoos zit.

De route kan ook vastgelegd worden in de RCX-module, door de motoren van de robot gedurende vastgelegde tijden te bekrachtigen en het afgelegde traject gedurende die tijden te berekenen. Het nadeel van deze methode is dat het toerental van de motoren afhankelijk is van de batterijspanning van de RCX. Ze gaan op den duur steeds langzamer draaien. Daardoor neemt de nauwkeurigheid van de positiebepaling gaandeweg af. Een kompas is een aardig hulpmiddel om in ieder geval de richting waarin





Figuur 1. Het schema bestaat uit vier analoge schakelaars, enkele passieve componenten en een Pewatron-kompassensor type 6945.

de robot beweegt te meten, zodat de robot zijn oriëntatie kan bepalen en zonodig aanpassen. In dit artikel zullen we bespreken hoe een Mindstorms-robot op eenvoudige wijze van een kompas voorzien kan worden.

We maken bij dit bouwontwerp gebruik van een sensor van Pewatron AG, een digitale kompassensor met typenummer 6945. Dit is niet de eerste keer dat deze sensor wordt toegepast in een project van Elektuur. In september 1996 presenteerden wij een elektronisch kompas waarin de 6945 ook al voorkwam. De sensor bevat een miniaturrotor, een magneet en een speciaal Hall-effect-IC om de oriëntatie ten opzichte van het aardmagnetisch veld te bepalen. De vier digitale uitgangen, waarvan er twee tegelijkertijd actief kunnen zijn, geven een resolutie van 45 graden om de richting te kunnen bepalen. Wel moet de sensor netjes verticaal op het aardoppervlak staan en externe velden kunnen de meting danig verstoren. Met een prijskaartje van rond de 50,- is de 6945 niet bepaald goedkoop, we zullen er dan ook zo voorzichtig mogelijk mee omgaan.

De schakeling

In **figuur 1** zien we het schema van ons RCX-kompas. De schakeling die voor de interfacing tussen sensor en RCX zorgt, wordt gevoed vanuit de RCX-module zelf. Zoals wellicht

bekend is, kan de RCX een sensor-schakeling voeden en er aan meten via twee draadjes (zie **figuur 1**). De voedingsspanning staat het grootste deel van de tijd op de aansluitingen A en B. Gedurende korte tijd wordt de voeding uitgeschakeld en de meting verricht. Tijdens de meting wordt de voedingsspanning overbrugd door elco C1. De diodebrug D1...D4 zorgt ervoor dat de aansluitingen A en B ongestraft verwisseld kunnen worden. Tijdens de meting spelen D5 en D6 een vergelijkbare rol bij de bepaling van de weerstand die aan de sensoringang van de RCX hangt.

De echte sensor, de 6945, trekt nogal wat stroom (20 mA) en krijgt daarom voeding van de 9-V-batterij Bt1. De sensoraansluitingen van de RCX kunnen namelijk maximaal 10 mA leveren en zouden anders overbelast worden. Diode D7 beschermt de sensor tegen verkeerde polariteit van de voedingsspanning.

De 6945 heeft vier open-collector-uitgangen waarvan er, afhankelijk van de oriëntatie van de sensor, twee tegelijkertijd actief (laag) kunnen zijn. De pullup-weerstanden R5...R8 passen de spanningsniveaus op de uitgangen van de sensor aan de voedingsspanning van de interface-schakeling aan, die (zoals we eerder zagen) gevoed wordt door de RCX-module.

De vier uitgangen van de 6945 sturen de vier analoge schakelaars van

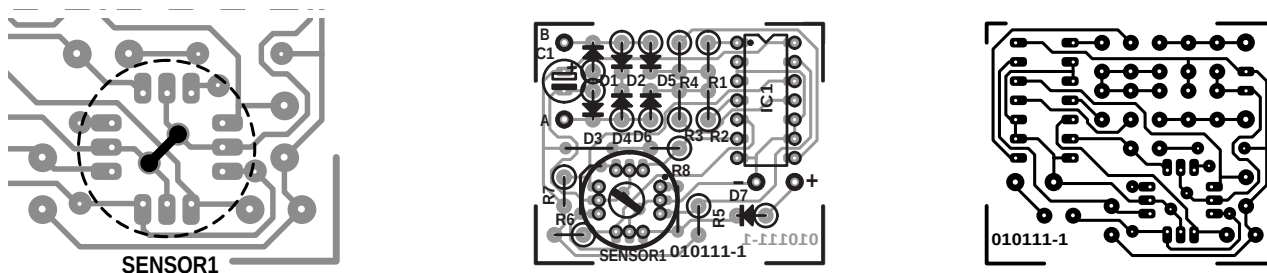
IC1, die er op hun beurt weer voor zorgen dat een combinatie van de weerstanden R1...R4 parallel geschakeld wordt aan de sensoringang van de RCX. In **tabel 1** is te zien welke waarde de RCX meet afhankelijk van de oriëntatie van de sensor. We zien hier acht windrichtingen als functie van de stand van de kompassensor. Merk op dat maar een klein deel van het meetbereik van de RCX wordt gebruikt, maar dit is voldoende om de acht standen van de sensor voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen (de RCX kan een meetwaarde tussen 0 en 1023 bepalen aan zijn ingang).

Het was wellicht ook mogelijk geweest weerstanden R1...R4 rechtstreeks aan de sensor-uitgangen te hangen, waardoor IC1 en R5...R8 hadden kunnen vervallen. Maar gezien de prijs van de sensor en het feit dat de datasheet ervan zeer mager is en nauwelijks informatie geeft over de belastbaarheid van de uitgangen, hebben we het zekere voor het onzekere genomen.

Tabel 1.

Richtwaarden bij de gebruikte weerstandswaarden voor R1...R4

Richting	sensorpin				RCX-waarde
	3	6	9	12	
N	1	1	1	0	863
NO	0	1	1	0	920
O	0	1	1	1	810
ZO	0	0	1	1	856
Z	1	0	1	1	818
ZW	1	0	0	1	830
W	1	1	0	1	787
NW	1	1	0	0	887



Figuur 2. Om het printje klein te houden, zijn de weerstanden en dioden rechtop gezet. Let op de draadbruggen bij de sensor.

Opbouw

Wie een echt compacte sensor wil, kan de schakeling het beste op gaatjesbord opbouwen en op die manier de omvang van de

schakeling tot de kleinst mogelijke dimensies beperken. Maar wie liever wat meer gemak heeft en zich niet zo druk maakt over afmetingen, kan gebruik maken van de print-layout in

figuur 2. Let op de draadbruggen bij de sensor, met name de korte draadbrug midden onder de sensor. Deze kan het beste met geïsoleerd draad op de koperzijde van de print worden gemonteerd, omdat de sensor dan netjes vlak op de print kan komen te zitten.

Voor de aansluiting van de sensor op de RCX maken we gebruik van een standaard Lego-snoer met aansluitblokjes, dat we in twee stukken knippen. De batterij dient zo ver mogelijk van de sensor gemonteerd te worden, de metalen behuizing van dat blok heeft anders invloed op de meting.

Software

Het voorbeeldprogramma (zie **listing 1**) voor de toepassing van onze kompassensor is geschreven in Visual Basic. Bij installatie van de software die bij het Mindstorms-pakket op CD wordt geleverd, wordt ook de software-bibliotheek SPIRIT.OCX geïnstalleerd, die het mogelijk maakt de RCX te programmeren en te besturen vanuit deze hogere programmeertaal. De listing kan ook zonder al te grote aanpassingen in andere talen, zoals Delphi of C++, worden gebruikt. We beginnen met een schoon formulier in Visual Basic, we plaatsen er een Spirit-control en een Command-button op. Een dubbelklik op die button opent een venster waarin we listing 1 kopiëren. Wanneer we het Visual-Basic-programma uitvoeren, wordt de applicatie via de Tower verstuurd naar het RCX-blok. Het voorbeeld is redelijk eenvoudig: In het programma wordt een richting vastgelegd (in de regel *.SETVAR setpoint, CON, 1*; het laatste getal kan de waarde 1...8 hebben om de gewenste richting in te stellen). Volgens wordt in een oneindige lus

Listing 1.

Voorbeeldprogramma in Visual Basic.

```
Private Sub Command1_Click()
Const setpoint = 5
Const measure = 6
Const dif = 7

With RCX
.ComPortNo = 1 ' COM port 1
.LinkType = 0 ' 0 = IR
.PBrick = 1 ' 1 = RCX, 0 = CyberMaster
.InitComm ' Initialise the COM port

.SelectPrgm SLOT3
.BeginOfTask MAIN
.SetSensorType SENSOR_2, LIGHT_TYPE
.SetSensorMode SENSOR_2, RAW_MODE, 0

.SetVar setpoint, CON, 1 ' 1=N, 2=NE, 3=E, 4=SE, 5=S, 6=SW, 7=W, 8=NW
.SetVar measure, CON, 0
.SetVar dif, CON, 0

.StartTask 1
.EndOfTask 'Main

.BeginOfTask 1
.Loop CON, forever
'North
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 863
.SetVar measure, CON, 1
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 862
.SetVar measure, CON, 1
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 861
.SetVar measure, CON, 1
.EndIf
'North-East
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 920
.SetVar measure, CON, 2
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 919
.SetVar measure, CON, 2
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 918
.SetVar measure, CON, 2
.EndIf
```


Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 47 k
R2, R5...R8 = 100 k
R3 = 150 k
R4 = 220 k

Condensatoren:

C1 = 22 µ/16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1...D6 = 1N4148
D7 = BAT85
ICI = 74HCT4066

Diversen:

Sensor1 = Pewatron 6945
(Pewatron AG,
www.pewatron.com)
BT1 = 9V-batterij met aansluitclip
Lego aansluitsnoer (in tweeën
geknipt):
lengte 26.6cm Legobestelnr 5311
lengte 9cm Legobestelnr 5041

de waarde van de sensor uitgelezen. Als de oriëntatie overeenkomt met de eerder ingestelde richting, klinkt er een toontje uit de buzzer van de RCX. De vier regels die volgen op het statement *With RCX* hebben te maken met de communicatie tussen de PC en de RCX. Deze zijn niet direct van belang voor de toepassing zelf. Vervolgens wordt programma-slot 3 in de RCX geselecteerd, waarna in de task *Main* sensor 2 wordt ingesteld om met het kompas te kunnen werken, de gewenste richting wordt gekozen (*setpoint*) en de registers voor opslag van de meetwaarde (*measure*) en verschil tussen meet- en streefwaarde (*dif*) op nul worden gezet. Het laatste statement in *Main* start task 1 op, die de oneindige meetlus bevat.

Bij de meting wordt per richting op drie waarden gecontroleerd, om enige spreiding te ondervangen. Als de meetwaarde inderdaad in de range van een bepaalde windrichting valt, krijgt het register *measure* een waarde die overeenkomt met het volgnummer van die richting.

Na deze 24 vergelijkingen van de meetwaarde wordt gekeken of de gemeten richting overeenkomt met de ingestelde richting. Als dat het geval is (*dif=0*), wordt *Playsystem-sound* uitgevoerd.

(010111)

```
'East
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 810
.SetVar measure, CON, 3
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 809
.SetVar measure, CON, 3
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 808
.SetVar measure, CON, 3
.EndIf
'South-East
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 856
.SetVar measure, CON, 4
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 855
.SetVar measure, CON, 4
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 854
.SetVar measure, CON, 4
.EndIf
'South
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 818
.SetVar measure, CON, 5
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 817
.SetVar measure, CON, 5
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 816
.SetVar measure, CON, 5
.EndIf
'South-West
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 830
.SetVar measure, CON, 6
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 829
.SetVar measure, CON, 6
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 828
.SetVar measure, CON, 6
.EndIf
'West
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 787
.SetVar measure, CON, 7
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 786
.SetVar measure, CON, 7
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 785
.SetVar measure, CON, 7
.EndIf
'North-West
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 887
.SetVar measure, CON, 8
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 886
.SetVar measure, CON, 8
.EndIf
.If SENVAL, SENSOR_2, EQ, CON, 885
.SetVar measure, CON, 8
.EndIf

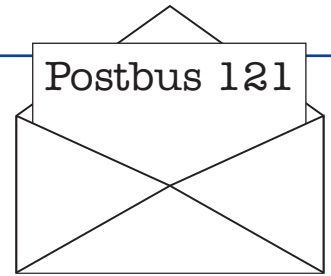
'The sensor value is stored in register 'measure'
'the target value in 'setpoint'
.SetVar dif, VAR, measure 'dif=measure-setpoint
.SubVar dif, VAR, setpoint
.If VAR, dif, EQ, CON, 0
.PlaySystemSound 0
.EndIf
.EndLoop
.EndOfTask
End With

End Sub
```

Alleen vragen of opmerkingen die voor meer 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 worden beantwoord en kan

niet worden ingegaan op persoonlijke wensen en verzoeken om aanpassingen van of aanvullende informatie over Elektuur-projecten.

Stuur uw brief naar Postbus 121,
6190 AC BEEK.



Item-Tracer

Mijn laatste Elektuur Item-Tracer stamt van 1999. Sindsdien heb ik in Elektuur geen nieuwe versie gezien. Komt er nog een nieuwe Item-Tracer uit?

Frans Raes

Het wordt inderdaad hoog tijd voor een nieuwe versie. Op het ogenblik wordt daar dan ook hard aan gewerkt.

GameBoy-Oscilloscoop

Ik ben nog maar pas op Elektuur geabonneerd en heb de jaargang-CDROM van Elektuur. Daarin vind ik in de maand januari een toepassing van de GameBoy, met de vermelding dat er nog meer van dit soort projecten geweest zijn. Daar ben ik heel nieuwsgierig naar en vandaar mijn vraag of u mij kunt vertellen wanneer die artikelen zijn gepubliceerd.

Frank Van De Weyer

In oktober/november 2000 is in de artikelen GBDSO-1 en -2 beschreven hoe je een GameBoy kunt ombouwen tot oscilloscoop. Een heel interessant project!

Rubber rand luidsprekers

Ik heb geen vraag maar een mogelijke oplossing voor Luc Creten die in 'Postbus 121' van februari aangaf problemen te hebben met de rubber rand van zijn Peerless woofer. Het bedrijf Audiolab, Doniaweg 18 in Follega (tel.: 0513-431337) heeft voor mij in het verleden wel eens de rubber randen van mijn JBL-woofers vervangen voor een redelijk bedrag. Waarschijnlijk kunnen ze dat ook wel bij deze woofers.

Ronald Groen

We hebben de firma Audiolab inderdaad al eens eerder in deze rubriek genoemd toen iemand problemen met zijn luidsprekers had. Ze zullen dit klusje waarschijnlijk best kunnen klaren. Goed advies.

Flashboard

Daar het flashboard 89S8252 mijn eerste ervaring met micro-controllers is, zou ik gaarne wat meer informatie willen hebben over de in- en uitgangspoorten. Zijn alle 32 I/O-poorten zomaar beschikbaar voor aansturing vanuit een programma? Voor gevorderden lijkt dit misschien een domme vraag maar voor mij, als leek op dit gebied, is het een probleem. Ook zou ik nog willen weten hoe ik in- en uitgangen op een veilige manier kan aansluiten.

Guide Colson

Alle lijnen die op het bordje verder niet worden gebruikt kunt u zonder meer als in- of uitgang gebruiken. (dus P1.0...P1.4 en P3.2...P3.7). Aan de lijnen die voor het programmeren worden gebruikt (P1.5 ...P1.7) mag u alleen iets aansluiten dat het programmeren niet zal verstoren, praktisch dus via een weerstand van tenminste 10k. Gebruikt u de seriële interface niet dan zijn ook P3.0 en P3.1 vrij.

Voor de poorten P0 en P2 gelden soortgelijke overwegingen. Wanneer u het RAM en LCD niet gebruikt kunt u die componenten weglaten en zijn de poorten vrij beschikbaar. Anders niet. Wanneer u een aansluiting als ingang gebruikt, mag u er op aansluiten wat u wilt zolang de spanning maar niet onder de 0 V en boven de 5 V komt.

Gebruikt u een aansluiting als uitgang dan werkt zo'n uitgang als volgt: Wanneer u een logische "een" uitgeeft dan is dat in de praktijk gelijk aan een weerstand van ongeveer 50 k (100 µA) naar de plus. Maakt u de uitgang '0', dan kan deze uitgang enkele mA naar de massa trekken. Om bijvoorbeeld een LEDje aan te sluiten moet u dat dus niet tussen uitgang en massa schakelen (de LED kan dan maar op 100 µA branden), maar tussen uitgang en +5 V. Om de stroom tot enkele mA te beperken moet u in serie met de

LED een weerstand van ongeveer 1k5 opnemen. Als LED moet u een 'low current'-type nemen omdat die bij 2 mA al vol oplicht.

Wanneer u een (of alle) uitgang kortsluit naar massa, dan is dat niet erg omdat er maar 100 µA gaat lopen. Sluit u een uitgang kort naar de +5 V, dan gaat er ongeveer 5...25 mA lopen. Het IC gaat hierdoor nog niet stuk, maar u moet deze toestand toch vermijden. Sluit u tegelijkertijd meerdere uitgangen kort naar +5 V, dan kan het IC door oververhitting stuk gaan. Dus in deze situatie altijd weerstanden gebruiken die de stroom per uitgang op maximaal 2 mA houden. Bovenstaande zijn vuistregels. Wanneer u de werkelijke stromen gaat meten, kunnen die van processor tot processor flink verschillen.

Aanvulling flashboard

Voor het geval jullie een forum plannen over nuttige uitbreidingen voor het '89S8252 flashboard' alvast een item:

Onderbreek het spoortje tussen pin 28 van de RAM en C5, en zet er een diode voor in de plaats. Op het experimenteel gedeelte is voldoende plaats voor een knopcel en een diode. Dit zou het geheugenprobleem moeten oplossen voor de BASIC-programma's bij uitgevallen spanning.

Rudy Vanthournoudt

Escher-tronica 1

Als je links kijkt, zie je rechts niks. Dat is het idee van een Escher tekening. Alle stukjes kloppen, het geheel echter niet. Daarom is de naam inderdaad leuk....Escher-tronica!

Ik zou zeggen...geef die -in geld gebrek verkerende universteit twee multimeters cadeau, zodat ze zelf na kunnen meten wat er gebeurt, als je de spanningen tegelijk meet.

De som van de spanningen in een gesloten kring is nul. Helaas

beschik ik niet over het originele werk van Kirchhoff, maar ik neem aan, dat hij bedoelde 'op een gegeven tijdstip'.

Als dit niet het geval is, tja.....

P.S. Ik heb even gewacht tot 2 april....

Willem van Bortel

Escher-tronica 2

Leuke aprilgrap.

Wat mij betreft hoeft Kirchhoff zich dus niet in z'n graf om te draaien. In deze schakeling gebaseerd op de 4066 (quad bilaterale latch) wordt volgens mij een spanningsbron gemultiplexed, waardoor deze steeds verschuift met een gemiddelde waarde van $9/3 = 3V$.

Beide genoemde verklaringen zijn dus een klein beetje waar; er zijn drie ladingspompen, maar deze staan niet in serie omdat er sprake is van multiplexing (beide polen) en er is sprake van een draaistroom, maar niet met gemeenschappelijke nul zodat er toch een gemiddelde waarde ontstaat van 3 V.

Wim Wubs

Escher-tronica 3

Na vele hoofdbrekens kan ik slechts tot de conclusie komen dat een oplossing voor het probleem te vinden moet zijn in de verkeerde uitvoer- en publicatiedatum van het betreffende experiment. Zoals sommige gewassen het beste geoogst kunnen worden bij volle maan, en de stand van de sterren van wezenlijke invloed is op ons bestaan, zo ook is er een delicaat samenspel van factoren waardoor de verklaring van dit vreemde natuurkundige verschijnsel onder andere omstandigheden makkelijker zou zijn geweest.

Bij het raadplegen van een bevriende physicus en occultist kwam het tot een testsessie, waarbij we een gevoelige antenne aan een toevalsgenerator koppelde en die op zijn beurt weer aan een opgebouwde opstelling van

uw schakeling. Aan de hand van een zeer oude, maar buiten de context van dit verhaal vallende voorspellingstechniek, kwamen we op twee punten die welhaast van invloed moeten zijn geweest op uw experiment. Het gaat hierbij om een delicaat samenspel van publicatiedatum (bij voorkeur eind juni) en een combinatie met kosmisch-neutrale schakelingen in de halfgeleidergids (als deze eind maart samengesteld en gepubliceerd was samen met het Escher-experiment, was dit experiment wellicht heel anders verlopen). Hopende hiermee wat licht in de zaak gebracht te hebben, en met vriendelijke groet,
Maarten Bakker

Escher-tronica 4

Als je de verschilspanningen met een scoop bekijkt of als je even een schema tekent, is direct duidelijk wat de truc is! Goeie 1/4-grap! Zou het ook verken met meer trappen (5,7,9 of een ander oneven getal)? Ik denk van wel (misschien nog wat waarden wijzigen). Verder een goed artikel zoals ik van jullie gewend ben, ga zo door...

Reinder de Haan

Escher-tronica 5

Er loopt nu iemand bij jullie op de afdeling met een leeg gezogen duim. Want deze persoon heeft een zeer rijke fantasie. Leuke grap. Ik zie daarom jullie blad volgende maand met belangstelling tegemoet.

Robbert Bos

Escher-tronica 6

Volgens mij hebben jullie gewoon als 1 april grap deze Escher-schakeling gepubliceerd. Naar mijn mening werkt deze schakeling wél volgens het draaistroom-principe waar u het over had. Het is dat ik zelf geen oscilloscoop tot mijn beschikking heb, maar ik zou graag zien hoe zo'n uitgangssignaal van deze schakeling zich daar gedraagt... Ik denk dat het een schakeling is die ervoor zorgt dat de draaistroompulsen op de connectors elkaar niet overlappen, zodat een LED ook in de verkeerde richting

geplaatst korte lichtpulsen geeft.
Elmar Jongerius

Escher-tronica 7

Vandaag kreeg ik de nieuwe Elektuur in de bus en zag het artikel Escher-tronica staan. Na een stukje gelezen te hebben ging er door mij heen of het niet een 1 april grap zou kunnen zijn. Ik stop met lezen, blader verder en lees dat deze actie op 1-4-2003 zal eindigen. Toen wist ik het zeker: het is een 1 april grap. Hoeveel mensen zullen hier in tuinen?

Peter Oosterkamp

Escher-tronica 8

De meest voor de hand liggende verklaring is volgens mij het volgende.

Tussen S-in en S-uit van elke losse deelschakeling staat een spanningsverschil van 3 V. Twee deelschakelingen in serie geven een spanningsverschil van 6 V over S1-in en S2-uit. De derde deelschakeling vormt in de gegeven opzet een tegengestelde spanning van 3 V over diezelfde S1-in en S2-uit. Het resultaat is dus $6\text{ V} - 3\text{ V} = 3\text{ V}$ spanningsverschil. Dit geldt natuurlijk ook voor de andere twee combinaties van meetpunten. De conclusie is ook dat de polariteit van het resultaat tegengesteld zal zijn aan de polariteit van de losse deelschakelingen.

P.A. van Kuyk

Escher-tronica 9

Terwijl ik het artikel over Escher-tronica las, moest ik onderbreken voor het avondeten. Tijdens het eten zat ik te brainstormen hoe het verschijnsel mogelijk zou zijn. Opeens had ik een hele simpele oplossing in gedachten hoe ik zo iets zelf zou kunnen maken. Dit idee staat los van Elektuur en ik ben nu uit aan het zoeken of de gegeven schakeling de zelfde methode toepast. Het gaat zo: In drie stappen is telkens één pen positief, de volgende pen ground en de derde pen hoge-impedantie. Zo krijgt men de volgende meting.

stap	A-B	B-C	C-A
1	+9V	0V	0V
2	0V	+9V	0V
3	0V	0V	+9V

Het gemiddelde van elke metingen is dus éénderde van 9 V en is dus 3 V

Mark Jeronimus

Escher-tronica 10

Met veel belangstelling heb ik uw artikel omtrent Escher-tronica gelezen. Natuurlijk heb ik na veel studie de nodige componenten gekocht om de testschakeling te bouwen. Na het inschakelen van de voedingsspanning werkte het geheel wonderwel!

Daar het testen vele uren in beslag nam, was de dag vlug om en was het donker in mijn bescheiden labo. Door de fascinatie was ik namelijk vergeten het licht aan te steken. Toen ik vermoeid naar mijn aquarium keek, merkte ik eveneens een ongelofelijk bijverschijnsel op: de aprilvissen waren minstens met 20% gegroeid en op allens bek was een vage glimlach te zien. Ongetwijfeld een gevolg van het stralende licht van de testLED's!

Daar grote aprilvissen duur verkocht kunnen worden, heb ik direct de testschakelingen in massa geproduceerd. Ik verwacht door de verkoop van de vissen binnen de maand euro-miljonair te zijn!

U dankend voor deze prachtige commerciële kans die ik kreeg door uw briljant ontwerp, met vriendelijke groeten,

Martin Andries

Escher-tronica 11

Als fan van Escher (en ook van het boek 'Godel Escher Bach - een eeuwige gouden band' van Hostadter) las ik jullie artikel met veel aandacht. Alhoewel de 1 april referenties me wat achterdochtig maakten, nam ik aan dat jullie in de beschrijving en metingen correcte resultaten weergaven. Bij nader toezicht (en o.a. het opdiepen van de datasheet van de 4066) bleken de beschreven proeven en metingen inderdaad verklaarbaar te zijn met de gegeven schakeling. (Ik heb de schakeling niet zelf nagebouwd: al wat volgt is dus theorie!)

Natuurlijk verdient deze schakeling dus een verklaring. De draaistroom oplossing komt dicht in de buurt. De schakeling geeft inderdaad beurtelings aan a, b

en c een positieve spanning (9 V met 330 Ω weerstand). Als a die positieve spanning krijgt, dan krijgt c als na-ijlend punt dan een negatieve (hier 0 V) spanning. Dit geeft dus een mooie spanning van 9 V. Tot zover is alles nog in orde.

Het voor-ijlend punt echter (b) krijgt NIETS. Het wordt gewoon afgesloten. Er kan geen lading naar toe, en er kan ook geen lading weg (we veronderstellen dat de 4066 perfect schakelt). Merk op dat NIETS niet hetzelfde is al 0 V. (Zoals in SQL NULL en 0 helemaal niet hetzelfde is, of een lege verzameling ook niet hetzelfde is als een verzameling met enkel het element 0.)

Een meting tussen a en c zal dus 9 V tonen, tussen a en b schijnbaar 0 V (want b is niet aangesloten), en tussen b en c ook schijnbaar 0 V. Dit zou (zonder de draaiing van de draaistroomkring) al een aanfluiting zijn van de wet van Kirchhoff, maar dat is te doorzichtig om de lezers van Elektuur beet te nemen. Een 'open' aansluiting bij een spanningsmeting toont altijd 0 V, maar dat betekent niet dat ze onderling verbonden zijn en dus op dezelfde potentiaal zitten.

Als we nu de draaistroom toevoegen aan wat hierboven staat, dan zal na het punt a het punt b de eer krijgen om tijdelijk op een potentiaal van 9 V te komen. Punt a wordt nu 0 V, en punt c wordt het OPEN punt. In een derde tijd is punt c op 9 V, b heeft 0 V en a heeft geen aansluiting.

De spanningsmeting

Inderdaad, met een voltmeter zal je 9 V meten gedurende 1/3 van de tijd, en de rest van de tijd zul je niks meten (schijnbaar 0 V). Dus dat lijkt te duiden op een resultaat van 3 V. En de dioden werken ook goed: 9 V (met weerstandje) geeft mooi licht. Tijdens de 2/3 van de tijd is de diode niet aangesloten, en dus brandt ze mooi in de juiste richting. In tegenrichting spert ze gedurende 1/3 van de tijd (9 V in tegenpool), en de andere 2/3 zal ze niet verbonden zijn op een van haar contacten, dus blijft ze uit.

En de 'tour de force' met 3 diodes werkt ook: als a op 9 V staat en c staat op 0 V, dan heeft diode a-c de volle 9 V. Vermits b niet aangesloten is, staan diodes c-b en b-

uw schakeling. Aan de hand van een zeer oude, maar buiten de context van dit verhaal vallende voorspellingstechniek, kwamen we op twee punten die welhaast van invloed moeten zijn geweest op uw experiment. Het gaat hierbij om een delicaat samenspel van publicatiedatum (bij voorkeur eind juni) en een combinatie met kosmisch-neutrale schakelingen in de halfgeleidergids (als deze eind maart samengesteld en gepubliceerd was samen met het Escher-experiment, was dit experiment wellicht heel anders verlopen). Hopende hiermee wat licht in de zaak gebracht te hebben, en met vriendelijke groet,
Maarten Bakker

Escher-tronica 4

Als je de verschilspanningen met een scoop bekijkt of als je even een schema tekent, is direct duidelijk wat de truc is! Goeie 1/4-grap! Zou het ook verken met meer trappen (5,7,9 of een ander oneven getal)? Ik denk van wel (misschien nog wat waarden wijzigen). Verder een goed artikel zoals ik van jullie gewend ben, ga zo door...

Reinder de Haan

Escher-tronica 5

Er loopt nu iemand bij jullie op de afdeling met een leeg gezogen duim. Want deze persoon heeft een zeer rijke fantasie. Leuke grap. Ik zie daarom jullie blad volgende maand met belangstelling tegemoet.

Robbert Bos

Escher-tronica 6

Volgens mij hebben jullie gewoon als 1 april grap deze Escher-schakeling gepubliceerd. Naar mijn mening werkt deze schakeling wél volgens het draaistroom-principe waar u het over had. Het is dat ik zelf geen oscilloscoop tot mijn beschikking heb, maar ik zou graag zien hoe zo'n uitgangssignaal van deze schakeling zich daar gedraagt... Ik denk dat het een schakeling is die ervoor zorgt dat de draaistroompulsen op de connectors elkaar niet overlappen, zodat een LED ook in de verkeerde richting

geplaatst korte lichtpulsen geeft.
Elmar Jongerius

Escher-tronica 7

Vandaag kreeg ik de nieuwe Elektuur in de bus en zag het artikel Escher-tronica staan. Na een stukje gelezen te hebben ging er door mij heen of het niet een 1 april grap zou kunnen zijn. Ik stop met lezen, blader verder en lees dat deze actie op 1-4-2003 zal eindigen. Toen wist ik het zeker: het is een 1 april grap. Hoeveel mensen zullen hier in tuinen?

Peter Oosterkamp

Escher-tronica 8

De meest voor de hand liggende verklaring is volgens mij het volgende.

Tussen S-in en S-uit van elke losse deelschakeling staat een spanningsverschil van 3 V. Twee deelschakelingen in serie geven een spanningsverschil van 6 V over S1-in en S2-uit. De derde deelschakeling vormt in de gegeven opzet een tegengestelde spanning van 3 V over diezelfde S1-in en S2-uit. Het resultaat is dus $6\text{ V} - 3\text{ V} = 3\text{ V}$ spanningsverschil. Dit geldt natuurlijk ook voor de andere twee combinaties van meetpunten. De conclusie is ook dat de polariteit van het resultaat tegengesteld zal zijn aan de polariteit van de losse deelschakelingen.

P.A. van Kuyk

Escher-tronica 9

Terwijl ik het artikel over Escher-tronica las, moest ik onderbreken voor het avondeten. Tijdens het eten zat ik te brainstormen hoe het verschijnsel mogelijk zou zijn. Opeens had ik een hele simpele oplossing in gedachten hoe ik zo iets zelf zou kunnen maken. Dit idee staat los van Elektuur en ik ben nu uit aan het zoeken of de gegeven schakeling de zelfde methode toepast. Het gaat zo: In drie stappen is telkens één pen positief, de volgende pen ground en de derde pen hoge-impedantie. Zo krijgt men de volgende meting.

stap	A-B	B-C	C-A
1	+9V	0V	0V
2	0V	+9V	0V
3	0V	0V	+9V

Het gemiddelde van elke metingen is dus éénderde van 9 V en is dus 3 V

Mark Jeronimus

Escher-tronica 10

Met veel belangstelling heb ik uw artikel omtrent Escher-tronica gelezen. Natuurlijk heb ik na veel studie de nodige componenten gekocht om de testschakeling te bouwen. Na het inschakelen van de voedingsspanning werkte het geheel wonderwel!

Daar het testen vele uren in beslag nam, was de dag vlug om en was het donker in mijn bescheiden labo. Door de fascinatie was ik namelijk vergeten het licht aan te steken. Toen ik vermoeid naar mijn aquarium keek, merkte ik eveneens een ongelofelijk bijverschijnsel op: de aprilvissen waren minstens met 20% gegroeid en op allens bek was een vage glimlach te zien. Ongetwijfeld een gevolg van het stralende licht van de testLED's!

Daar grote aprilvissen duur verkocht kunnen worden, heb ik direct de testschakelingen in massa geproduceerd. Ik verwacht door de verkoop van de vissen binnen de maand euro-miljonair te zijn!

U dankend voor deze prachtige commerciële kans die ik kreeg door uw briljant ontwerp, met vriendelijke groeten,

Martin Andries

Escher-tronica 11

Als fan van Escher (en ook van het boek 'Godel Escher Bach - een eeuwige gouden band' van Hostadter) las ik jullie artikel met veel aandacht. Alhoewel de 1 april referenties me wat achterdochtig maakten, nam ik aan dat jullie in de beschrijving en metingen correcte resultaten weergaven. Bij nader toezicht (en o.a. het opdiepen van de datasheet van de 4066) bleken de beschreven proeven en metingen inderdaad verklaarbaar te zijn met de gegeven schakeling. (Ik heb de schakeling niet zelf nagebouwd: al wat volgt is dus theorie!)

Natuurlijk verdient deze schakeling dus een verklaring. De draaistroom oplossing komt dicht in de buurt. De schakeling geeft inderdaad beurtelings aan a, b

en c een positieve spanning (9 V met 330 Ω weerstand). Als a die positieve spanning krijgt, dan krijgt c als na-ijlend punt dan een negatieve (hier 0 V) spanning. Dit geeft dus een mooie spanning van 9 V. Tot zover is alles nog in orde.

Het voor-ijlend punt echter (b) krijgt NIETS. Het wordt gewoon afgesloten. Er kan geen lading naar toe, en er kan ook geen lading weg (we veronderstellen dat de 4066 perfect schakelt). Merk op dat NIETS niet hetzelfde is al 0 V. (Zoals in SQL NULL en 0 helemaal niet hetzelfde is, of een lege verzameling ook niet hetzelfde is als een verzameling met enkel het element 0.)

Een meting tussen a en c zal dus 9 V tonen, tussen a en b schijnbaar 0 V (want b is niet aangesloten), en tussen b en c ook schijnbaar 0 V. Dit zou (zonder de draaiing van de draaistroomkring) al een aanfluiting zijn van de wet van Kirchhoff, maar dat is te doorzichtig om de lezers van Elektuur beet te nemen. Een 'open' aansluiting bij een spanningsmeting toont altijd 0 V, maar dat betekent niet dat ze onderling verbonden zijn en dus op dezelfde potentiaal zitten.

Als we nu de draaistroom toevoegen aan wat hierboven staat, dan zal na het punt a het punt b de eer krijgen om tijdelijk op een potentiaal van 9 V te komen. Punt a wordt nu 0 V, en punt c wordt het OPEN punt. In een derde tijd is punt c op 9 V, b heeft 0 V en a heeft geen aansluiting.

De spanningsmeting

Inderdaad, met een voltmeter zal je 9 V meten gedurende 1/3 van de tijd, en de rest van de tijd zul je niks meten (schijnbaar 0 V). Dus dat lijkt te duiden op een resultaat van 3 V. En de dioden werken ook goed: 9 V (met weerstandje) geeft mooi licht. Tijdens de 2/3 van de tijd is de diode niet aangesloten, en dus brandt ze mooi in de juiste richting. In tegenrichting spert ze gedurende 1/3 van de tijd (9 V in tegenpool), en de andere 2/3 zal ze niet verbonden zijn op een van haar contacten, dus blijft ze uit.

En de 'tour de force' met 3 diodes werkt ook: als a op 9 V staat en c staat op 0 V, dan heeft diode a-c de volle 9 V. Vermits b niet aangesloten is, staan diodes c-b en b-

a gewoon in serie, maar ze staan verkeerd gedraaid, dus zullen ze sperren. Tijdens de andere 2 periodes zullen op hun beurt tijdelijk de andere diodes spanning krijgen. Waar gaat de redenering dan fout? Bij de volgende experimenten zal blijken dat er iets niet okee zit.

We schakelen 3 identieke voltmeters over de schakeling. Parallel met elke voltmeter zetten we een weerstand van $1\text{M}\Omega$. Dan zal het 'derde' punt wat door de schakeling OPEN is, een spanning krijgen van 4,5 V. De voltmeters staan hier echter omgekeerd, en dus zullen ze -4,5 V meten. Dus, als we $3 \times 1\text{M}\Omega$ monteren en we zetten een scoop op een van deze weerstanden, dan zal deze een spanning tonen van 9 V gedurende $1/3$ van de tijd, en -4,5V gedurende het andere $2/3$ deel. Bij de 3 voltmeters zal dat dus waarschijnlijk uitgemiddeld worden tot 0 V.

Maar nog straffer zal het resultaat zijn bij 3 diodes die alle drie omgekeerd gepoold worden gemonteerd. Volgens jullie theorie (die wel klopt met 1 diode) staat er nooit omgekeerde spanning, dus zullen de 3 diodes gedooft blijven. Dit is niet zo. Want wat gebeurt er? De 9 V tussen c en a (als b OPEN is) kan niet door die diode gaan (ze spert). Dus gaat ze door de 2 andere diodes, die gewoon in serie staan! Dus zullen beide diodes oplichten. Bij een volgende $1/3$ tijd zal 1 van beide diodes doven (want die moet dan de 9 V sperren) maar de c-a diode gaat nu meedoen. Zo zullen steeds 2 diodes branden. In het totaal zal elke diode $2/3$ van de tijd een spanning van 4,5 V (minus $330\ \Omega$ spanningsval) krijgen. Je kan waarschijnlijk ook tonen dat er wisselspanning in het spel is door telkens $1\text{ k}\Omega$ + diode te monteren ($3 \times$ in de a-b-c richting) en tegelijk $330\ \Omega$ + diode in omgekeerde richting (c-b-a). De $1\text{ k}\Omega$ -diodes krijgen dan de 9-V pieken, de $330\ \Omega$ -diodes delen met 2 diezelfde 9 V, maar alle 6 zullen ze oplichten.

De fout zit hem dus in de veronderstelling dat elk meetpunt op elk moment een spanning heeft, wat niet waar is, omdat soms meetpunten kunnen 'zweven'. Als we ze echter aansluiten bijv. met $1\text{ M}\Omega$ of 3 diodes, dan

vervalt de hele problematiek tot een 'gekend' en meetbaar geheel. Het feit van dus (kortstondig) 0 V te meten op een punt, betekent niet dat het ene punt op eenzelfde potentiaal moet staan als het andere punt: Het kan ook betekenen dat de 2 punten gewoon (tijdelijk) geen enkele onderlinge verbinding hebben. Nog anders gezegd: Als je 2 theoretische voltmeters (weerstand oneindig) in serie zet, en daarover een spanning van 100 V legt, dan geven ze beide nog steeds 0 V aan (we verwaarlozen capacatieve en andere effecten), omdat het punt tussen de 2 voltmeters gewoon niet verbonden is met de aangelegde spanning. En dus de fout zit in de definitie van de wet van Kirchhoff: die geldt enkel in een gesloten kring. Er moet dus mogelijkheid zijn om geleiding te hebben (dat kan ook de laadstroom van een capaciteit zijn). Als we dus (bijv. met een 4066) een kring systematisch onderbreken, dan kunnen we op die punten kortstondig de wet niet meer toepassen. 0V lijkt dan te duiden op een gelijkheid van potentiaal maar is dat helemaal niet. Het duidt enkel op de afwezigheid van een duidelijk potentiaalverschil.

Een pluim voor de redactie die zulke 'projecten' in elkaar weet te steken! Het waarheidsgehalte inzake magnetische, quantum- en andere effecten mag dan wel niet zo hoog zijn, het 'ontwijken' van de draaistroomoplossing is des te beter beschreven.

Vraagje: Is deze schakeling ook te realiseren met relais? Dat gaat wel lawaai maken, maar het kan meer indruk maken op 'niet-electronici' die niet weten wat er in een 4066 zit en daarbij dus 'spoken' zien.

Xavier Van Dessel

Escher-tronica 12

Leuke aprilgrap jongens, en sterk gemotiveerd!

Ik wist niet dat dit ook in Nederland gebruikelijk was. Dank zij dit artikel heb ik een prent die ik vroeger eens gezien had teruggevonden, namelijk 'Waterfall'. Deze blijkt ook van Escher te zijn.

Mark Wuyts

Escher-tronica 13

De simpelste en snelste om de werking van deze (aprilgrap?) schakeling te verklaren is het uittekenen van het versimpelde

equivalente schema. Hierbij vormt elke verticale groep van een $330\ \Omega$ weerstand en twee schakelaars de samenvatting van een deelprintje van de totale schakeling.

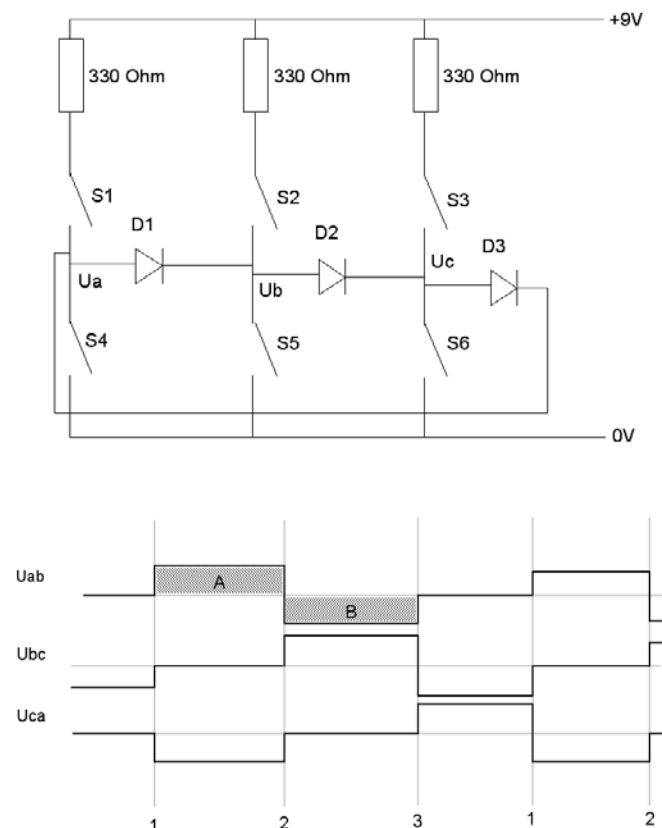
Wanneer men nu het openen en sluiten van de schakelaars bekijkt in functie van de tijd, merkt men dat er altijd slechts 2 schakelaars gesloten zijn: schakelaars S1 tesamen met S5, S2 en S6 en uiteindelijk schakelaarspaar S3 en S4.

Doordat dit openen en sluiten nu zeer snel en met een duty cycle van $1/3$ gebeurt, lijkt het alsof alle LED's D1, D2 en D3 tesamen branden. Wanneer men nu met een DC-voltmeter gaat meten over de LED's, zal men een waarde van $1/3$ van de doorlaatspanning van de LED's meten (zonder LED's is dit $1/3$ van de voedingsspanning = 3 V zoals vermeld in het artikel).

Op het moment dat U_a hoog is (S1 gesloten) en U_b laag (S5 gesloten), zal LED D1 oplichten en D2 en D3 niet (anode van D2 is laag en kathode van D3 is hoog). Het moment daarna zal D2 oplichten omdat S2 en S6 gesloten zijn. U_b wordt dus hoog. Waarom licht D1 nu niet op indien deze omgepoold wordt? Immers U_b is toch hoog? Reden is dat S4 geopend is en er dus geen stroom meer kan lopen. We hebben dus min of meer een soort van synchrone driefase-gelijkrichter gemaakt.

Figuur 9a en 9b in het artikel zijn dus de beste verklaringen voor dit fenomeen. Maar waarom meet men nu geen gemiddelde waarde van 0 V, zoals bij een 'echte' driefasige spanning? De truc hier is het openen en sluiten van de onderste serie schakelaars. Wanneer deze altijd gesloten zouden zijn, dan zou de gemiddelde (dus niet de **momentele**) waarde over de LED's inderdaad gelijk zijn aan 0 V en zouden deze dus ook met omgepoolde polariteit moeten oplichten.

Bij het spanningsverloop van de in figuur 9a geschetste opzet zou een oscilloscoop bijgaand patroon te zien geven. Hierbij is de oppervlakte van gebied A steeds even groot als gebied B: dezelfde tijdsduur en spanningsamplitude. Het enige verschil is dat de **polariteit** van U_{ac} tussen gebied A en B omgewisseld is. Gemiddeld



a gewoon in serie, maar ze staan verkeerd gedraaid, dus zullen ze sperren. Tijdens de andere 2 periodes zullen op hun beurt tijdelijk de andere diodes spanning krijgen. Waar gaat de redenering dan fout? Bij de volgende experimenten zal blijken dat er iets niet okee zit.

We schakelen 3 identieke voltmeters over de schakeling. Parallel met elke voltmeter zetten we een weerstand van $1\text{M}\Omega$. Dan zal het 'derde' punt wat door de schakeling OPEN is, een spanning krijgen van 4,5 V. De voltmeters staan hier echter omgekeerd, en dus zullen ze -4,5 V meten. Dus, als we $3 \times 1\text{M}\Omega$ monteren en we zetten een scoop op een van deze weerstanden, dan zal deze een spanning tonen van 9 V gedurende $1/3$ van de tijd, en -4,5V gedurende het andere $2/3$ deel. Bij de 3 voltmeters zal dat dus waarschijnlijk uitgemiddeld worden tot 0 V.

Maar nog straffer zal het resultaat zijn bij 3 diodes die alle drie omgekeerd gepoold worden gemonteerd. Volgens jullie theorie (die wel klopt met 1 diode) staat er nooit omgekeerde spanning, dus zullen de 3 diodes gedooft blijven. Dit is niet zo. Want wat gebeurt er? De 9 V tussen c en a (als b OPEN is) kan niet door die diode gaan (ze spert). Dus gaat ze door de 2 andere diodes, die gewoon in serie staan! Dus zullen beide diodes oplichten. Bij een volgende $1/3$ tijd zal 1 van beide diodes doven (want die moet dan de 9 V sperren) maar de c-a diode gaat nu meedoen. Zo zullen steeds 2 diodes branden. In het totaal zal elke diode $2/3$ van de tijd een spanning van 4,5 V (minus $330\ \Omega$ spanningsval) krijgen. Je kan waarschijnlijk ook tonen dat er wisselspanning in het spel is door telkens $1\text{ k}\Omega$ + diode te monteren ($3 \times$ in de a-b-c richting) en tegelijk $330\ \Omega$ + diode in omgekeerde richting (c-b-a). De $1\text{ k}\Omega$ -diodes krijgen dan de 9V-pieken, de $330\ \Omega$ -diodes delen met 2 diezelfde 9 V, maar alle 6 zullen ze oplichten.

De fout zit hem dus in de veronderstelling dat elk meetpunt op elk moment een spanning heeft, wat niet waar is, omdat soms meetpunten kunnen 'zweven'. Als we ze echter aansluiten bijv. met $1\text{ M}\Omega$ of 3 diodes, dan

vervalt de hele problematiek tot een 'gekend' en meetbaar geheel. Het feit van dus (kortstondig) 0 V te meten op een punt, betekent niet dat het ene punt op eenzelfde potentiaal moet staan als het andere punt: Het kan ook betekenen dat de 2 punten gewoon (tijdelijk) geen enkele onderlinge verbinding hebben. Nog anders gezegd: Als je 2 theoretische voltmeters (weerstand oneindig) in serie zet, en daarover een spanning van 100 V legt, dan geven ze beide nog steeds 0 V aan (we verwaarlozen capaciteve en andere effecten), omdat het punt tussen de 2 voltmeters gewoon niet verbonden is met de aangelegde spanning. En dus de fout zit in de definitie van de wet van Kirchhoff: die geldt enkel in een gesloten kring. Er moet dus mogelijkheid zijn om geleiding te hebben (dat kan ook de laadstroom van een capaciteit zijn). Als we dus (bijv. met een 4066) een kring systematisch onderbreken, dan kunnen we op die punten kortstondig de wet niet meer toepassen. 0V lijkt dan te duiden op een gelijkheid van potentiaal maar is dat helemaal niet. Het duidt enkel op de afwezigheid van een duidelijk potentiaalverschil.

Een pluim voor de redactie die zulke 'projecten' in elkaar weet te steken! Het waarheidsgehalte inzake magnetische, quantum- en andere effecten mag dan wel niet zo hoog zijn, het 'ontwijken' van de draaistroomoplossing is des te beter beschreven.

Vraagje: Is deze schakeling ook te realiseren met relais? Dat gaat wel lawaai maken, maar het kan meer indruk maken op 'niet-electronici' die niet weten wat er in een 4066 zit en daarbij dus 'spoken' zien.

Xavier Van Dessel

Escher-tronica 12

Leuke aprilgrap jongens, en sterk gemotiveerd!

Ik wist niet dat dit ook in Nederland gebruikelijk was. Dank zij dit artikel heb ik een prent die ik vroeger eens gezien had teruggevonden, namelijk 'Waterfall'. Deze blijkt ook van Escher te zijn.

Mark Wuyts

Escher-tronica 13

De simpelste en snelste om de werking van deze (aprilgrap?) schakeling te verklaren is het uittekenen van het versimpelde

equivalente schema. Hierbij vormt elke verticale groep van een $330\ \Omega$ weerstand en twee schakelaars de samenvatting van een deelprintje van de totale schakeling.

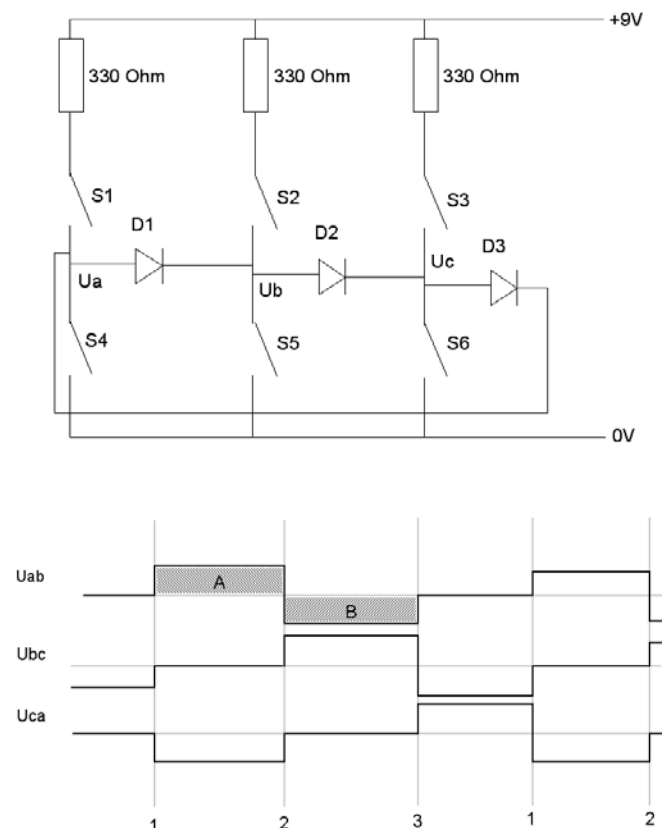
Wanneer men nu het openen en sluiten van de schakelaars bekijkt in functie van de tijd, merkt men dat er altijd slechts 2 schakelaars gesloten zijn: schakelaars S1 tesamen met S5, S2 en S6 en uiteindelijk schakelaarspaar S3 en S4.

Doordat dit openen en sluiten nu zeer snel en met een duty cycle van $1/3$ gebeurt, lijkt het alsof alle LED's D1, D2 en D3 tesamen branden. Wanneer men nu met een DC-voltmeter gaat meten over de LED's, zal men een waarde van $1/3$ van de doorlaatspanning van de LED's meten (zonder LED's is dit $1/3$ van de voedingsspanning = 3 V zoals vermeld in het artikel).

Op het moment dat U_a hoog is (S1 gesloten) en U_b laag (S5 gesloten), zal LED D1 oplichten en D2 en D3 niet (anode van D2 is laag en kathode van D3 is hoog). Het moment daarna zal D2 oplichten omdat S2 en S6 gesloten zijn. U_b wordt dus hoog. Waarom licht D1 nu niet op indien deze omgepoold wordt? Immers U_b is toch hoog? Reden is dat S4 geopend is en er dus geen stroom meer kan lopen. We hebben dus min of meer een soort van synchrone driefase-gelijkrichter gemaakt.

Figuur 9a en 9b in het artikel zijn dus de beste verklaringen voor dit fenomeen. Maar waarom meet men nu geen gemiddelde waarde van 0 V, zoals bij een 'echte' driefasige spanning? De truc hier is het openen en sluiten van de onderste serie schakelaars. Wanneer deze altijd gesloten zouden zijn, dan zou de gemiddelde (dus niet de **momentele**) waarde over de LED's inderdaad gelijk zijn aan 0 V en zouden deze dus ook met omgepoolde polariteit moeten oplichten.

Bij het spanningsverloop van de in figuur 9a geschetste opzet zou een oscilloscoop bijgaand patroon te zien geven. Hierbij is de oppervlakte van gebied A steeds even groot als gebied B: dezelfde tijdsduur en spanningsamplitude. Het enige verschil is dat de **polariteit** van U_{ac} tussen gebied A en B omgewisseld is. Gemiddeld



gezien is U_{ac} dan gelijk aan 0 V. Wanneer we nu echter gebied B weghalen (blokkeren door middel van een open schakelaar) zal U_{ac} niet meer als gemiddelde waarde 0 V hebben, maar gelijk zijn aan $1/3$ van de topspanning van gebied A.

De oplossing van dit probleem is dus dat de gemiddelde DC-waarde weliswaar iedere keer 3 V bedraagt (omdat de multimeter de meetwaarden uitmiddelt, maar dat de som der momentele waarden (gemeten met een scoop) wel correct is volgens de wet van Kirchhoff op ieder moment in de tijd gezien. Zelfde probleem zouden we hebben indien we met een AC-multimeter over een RLC serieketen in resonantie en gevoed met een wisselspanningsbron zouden meten. Hier is de som der spanningen ($U_{ac} + U_r + U_l + U_c$) ook niet gelijk aan 0 indien we meten met een AC-multimeter omdat we dan de faseverschuivingen der spanningen niet mee in rekening brengen.

Wim Naegels

Escher-tronica 14

Wat is er te zien op een 3-kanaals scoop, aangesloten op a, b en c? Helaas bezit ik zo'n instrument niet, maar het zal wel veel verklaren.

Jan Brink

Escher-tronica 15

Het is verbazend dat de meest voor de hand liggende oplossing niet bij u opgekomen is: Het Placebo effect. Zoals u weet is dit effect een storende factor bij het testen van nieuwe medicamenten. Kort gezegd, een medicament zonder werking (de zogeheten placebo) kan in bepaalde gevallen hetzelfde effect hebben als het te testen medicament. Alhoewel de oorzaak op zich noch steeds niet geheel duidelijk is, is men het er toch over eens dat de menselijke geest een duidelijk werking heeft op het lichaam. Het effect wordt ook wel samengevat met het ietwat gevleugelde "Geloof kan bergen verzetten". Hoe het ook zij, het feit dat men weet welk resultaat beoogd wordt, voert vaak tot de waarneming van het resultaat, ook als daar verder geen enkele ver-

klaring voor is.

Om dit effect tegen te gaan, wordt vaak gebruik gemaakt van de blindtest (de proefpersoon weet niet wat hij krijgt) of de dubbelblindtest (zelfs de arts weet niet wat de proefpersoon krijgt).

Na het voorgaande zal het duidelijk zijn dat de Escher-tronica alleen gemeten mag worden door iemand die niet weet wat de wetten van Kirchhoff en Maxwell zijn. Dit zou het equivalent van de blindtest zijn. Nog beter is als de persoon in kwestie niet eens ziet wat hij/zij meet, dus bijvoorbeeld geblinddoekt meet.

Het placebo effect (weten dat het systeem niet voldoet aan de wetten van Kirchhoff, voert tot het meten van resultaten die dit bevestigen) is in de techniek ook bekend als het Heisenberg Onzekerheid Principe. Formeel uitgedrukt zegt dit dat iedere waarneming het waargenome beïnvloedt. In het Duits wordt dit kort en krachtig gezegd met "Wer misst, misst mist" (wie meet, meet mist (=onzin)).

Ik stel voor dat u uw metingen op de bovenbeschreven manier herhaalt, bij voorkeur door een statistisch relevant aantal meetpersonen (>1000 , random selected, Europese bevolking, niet gestratificeerd). Ook is het van belang dat de computer waar de resultaten op worden bewerkt geen enkele referentie bevat naar de bovengenoemde wetten.

Ik hoop met deze blik over de nauwe grenzen van het elektro-technische begrip "meten" een zinvolle bijdrage te hebben geleverd aan de opheldering van het Escher-probleem. Slechts in het kader van een alles omvattende wetenschap, een combinatie van alle disciplines, is het mogelijk dit soort diepgaande problemen te analyseren.

Peter van Herpen

Commentaar redactie:

Het artikel Escher-tronica heeft blijkens de vele reacties aardig wat losgemaakt bij onze lezers. De meesten deden het af als een weliswaar ingenieus bedacht maar niettemin onzinnig verhaal, dat duidelijk niet meer was dan een originele aprilgrap. Toch was het dat niet echt. Alle in het

artikel beschreven experimenten en metingen zijn volstrekt reproduceerbaar. Alleen is het niet zo dat de Wet van Kirchhoff daarmee meteen omver geworpen wordt.

Uit de hier weergegeven reacties blijkt dat verschillende lezers heel goed in de gaten hadden waar het om ging, waarbij we in het bijzonder Wim Naegels en Xavier van Dessel willen bedanken voor hun zeer uitgebreide commentaar.

Het essentiële punt was uiteraard het feit dat elk van de aansluitpunten een gedeelte van de tijd 'vrij in de lucht hangt', en de potentiaal dan bepaald wordt door het meetinstrument. Normaliter gaat men er natuurlijk van uit dat de spanningspotentialen niet door de meting worden aangetast, maar hier gebeurt dat wel. Wanneer trouwens alle drie de spanningen tegelijk worden gemeten, is het magische effect verdwenen en blijkt de schakeling zich keurig aan alle wetten te houden. Wat de meetinstrumenten in dat geval aanwijzen, hangt van hun inwendige weerstand af. Zijn ze alledrie identiek, dan geven ze 'nul' aan. De LED's vormen geen betrouwbare indicatie, want die geven immers stroom aan.

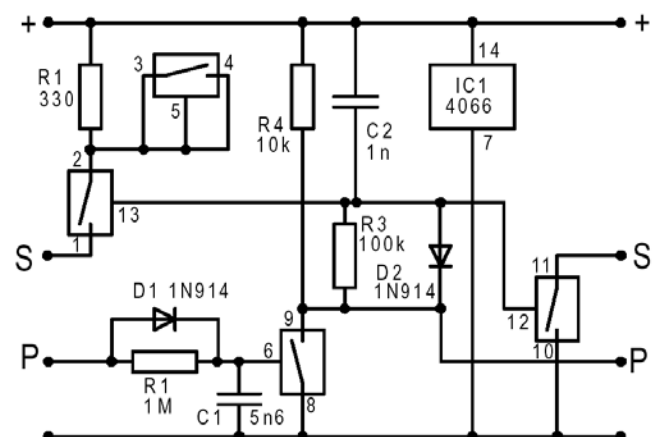
Hierbij drukken we ter verklaring ook nog het schema af van hetgeen in elk van de drie Escher-deelschakeling verborgen zit. Hoe is de schakeling tot stand gekomen? Het basisidee was het volgende: Met zes analoge schakelaars wordt de voedingsspanning beurtelings aan de paren a-b, b-c en c-a gelegd en wordt de stroom gemeten. Daaruit blijkt of

ergens een meetinstrument is aangesloten. Wanneer dat wordt vastgesteld, stopt de schakeling met roteren. Dit geeft in feite al het gewenste resultaat.

Het concept van de schakeling leek daarmee vast te liggen: De eerste stap vormde de constructie van een drie-teller om daarmee zes analoge schakelaars aan te sturen. De tweede stap was de realisatie van een stroomdetectie en een tellerstop. Na de praktische uitwerking van de eerste stap controleerde de ontwerper puur toevallig wat zich tussen de punten a, b en c afspeelde, en ziedaar: de stopschakeling bleek overbodig, omdat het in deze vorm mogelijk was drie LED's tegelijk te laten branden.

Omdat een drie-teller met oscillator voor de doorsnee Elektuurlezer als raadsel wat te simpel werd geacht, werd de schakeling verder aangepast. De verwarring ontstaat door de drieduidige symmetrie met drie-inverter ringoscillator. Wanneer in plaats van inverters analoge schakelaars worden gebruikt, worden IC's uitgespaard en neemt de verwarring toe. Om echt drieduidige niet-overlappende signalen te doen ontstaan, is diode D1 nodig. Daarna was er nog een probleem: wanneer er nu LED's verkeerd-om worden aangesloten, lichten ze ook ietwat op omdat de flanken van het oscillatorsignaal elkaar overlappen. Dat kon worden opgelost door toevoeging van C2 en D2.

Daarmee was uiteindelijk de opzet bereikt: een symmetrische, verwarrende schakeling met een zeer buitenissig effect!



gezien is U_{ac} dan gelijk aan 0 V. Wanneer we nu echter gebied B weghalen (blokkeren door middel van een open schakelaar) zal U_{ac} niet meer als gemiddelde waarde 0 V hebben, maar gelijk zijn aan $1/3$ van de topspanning van gebied A.

De oplossing van dit probleem is dus dat de gemiddelde DC-waarde weliswaar iedere keer 3 V bedraagt (omdat de multimeter de meetwaarden uitmiddelt, maar dat de som der momentele waarden (gemeten met een scoop) wel correct is volgens de wet van Kirchhoff op ieder moment in de tijd gezien. Zelfde probleem zouden we hebben indien we met een AC-multimeter over een RLC serieketen in resonantie en gevoed met een wisselspanningsbron zouden meten. Hier is de som der spanningen ($U_{ac} + U_r + U_l + U_c$) ook niet gelijk aan 0 indien we meten met een AC-multimeter omdat we dan de faseverschuivingen der spanningen niet mee in rekening brengen.

Wim Naegels

Escher-tronica 14

Wat is er te zien op een 3-kanaals scoop, aangesloten op a, b en c? Helaas bezit ik zo'n instrument niet, maar het zal wel veel verklaren.

Jan Brink

Escher-tronica 15

Het is verbazend dat de meest voor de hand liggende oplossing niet bij u opgekomen is: Het Placebo effect. Zoals u weet is dit effect een storende factor bij het testen van nieuwe medicamenten. Kort gezegd, een medicament zonder werking (de zogeheten placebo) kan in bepaalde gevallen hetzelfde effect hebben als het te testen medicament. Alhoewel de oorzaak opzich noch steeds niet geheel duidelijk is, is men het er toch over eens dat de menselijke geest een duidelijk werking heeft op het lichaam. Het effect wordt ook wel samengevat met het ietwat gevleugelde "Geloof kan bergen verzetten". Hoe het ook zij, het feit dat men weet welk resultaat beoogd wordt, voert vaak tot de waarneming van het resultaat, ook als daar verder geen enkele ver-

klaring voor is.

Om dit effect tegen te gaan, wordt vaak gebruik gemaakt van de blindtest (de proefpersoon weet niet wat hij krijgt) of de dubbelblindtest (zelfs de arts weet niet wat de proefpersoon krijgt).

Na het voorgaande zal het duidelijk zijn dat de Escher-tronica alleen gemeten mag worden door iemand die niet weet wat de wetten van Kirchhoff en Maxwell zijn. Dit zou het equivalent van de blindtest zijn. Nog beter is als de persoon in kwestie niet eens ziet wat hij/zij meet, dus bijvoorbeeld geblinddoekt meet.

Het placebo effect (weten dat het systeem niet voldoet aan de wetten van Kirchhoff, voert tot het meten van resultaten die dit bevestigen) is in de techniek ook bekend als het Heisenberg Onzekerheid Principe. Formeel uitgedrukt zegt dit dat iedere waarneming het waargenome beïnvloedt. In het Duits wordt dit kort en krachtig gezegd met "Wer misst, misst mist" (wie meet, meet mist (=onzin)).

Ik stel voor dat u uw metingen op de bovenbeschreven manier herhaalt, bij voorkeur door een statistisch relevant aantal meetpersonen (> 1000 , random selected, Europese bevolking, niet gestratificeerd). Ook is het van belang dat de computer waar de resultaten op worden bewerkt geen enkele referentie bevat naar de bovengenoemde wetten.

Ik hoop met deze blik over de nauwe grenzen van het elektro-technische begrip "meten" een zinvolle bijdrage te hebben geleverd aan de opheldering van het Escher-probleem. Slechts in het kader van een alles omvattende wetenschap, een combinatie van alle disciplines, is het mogelijk dit soort diepgaande problemen te analyseren.

Peter van Herpen

Commentaar redactie:

Het artikel Escher-tronica heeft blijkens de vele reacties aardig wat losgemaakt bij onze lezers. De meesten deden het af als een weliswaar ingenieus bedacht maar niettemin onzinnig verhaal, dat duidelijk niet meer was dan een originele aprilgrap. Toch was het dat niet echt. Alle in het

artikel beschreven experimenten en metingen zijn volstrekt reproduceerbaar. Alleen is het niet zo dat de Wet van Kirchhoff daarmee meteen omver geworpen wordt.

Uit de hier weergegeven reacties blijkt dat verschillende lezers heel goed in de gaten hadden waar het om ging, waarbij we in het bijzonder Wim Naegels en Xavier van Dessel willen bedanken voor hun zeer uitgebreide commentaar.

Het essentiële punt was uiteraard het feit dat elk van de aansluitpunten een gedeelte van de tijd 'vrij in de lucht hangt', en de potentiaal dan bepaald wordt door het meetinstrument. Normaliter gaat men er natuurlijk van uit dat de spanningspotentialen niet door de meting worden aangetast, maar hier gebeurt dat wel. Wanneer trouwens alle drie de spanningen tegelijk worden gemeten, is het magische effect verdwenen en blijkt de schakeling zich keurig aan alle wetten te houden. Wat de meetinstrumenten in dat geval aanwijzen, hangt van hun inwendige weerstand af. Zijn ze alledrie identiek, dan geven ze 'nul' aan. De LED's vormen geen betrouwbare indicatie, want die geven immers stroom aan.

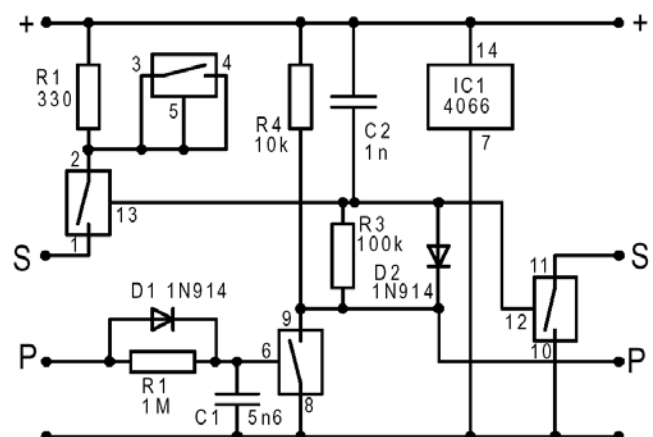
Hierbij drukken we ter verklaring ook nog het schema af van hetgeen in elk van de drie Escher-deelschakeling verborgen zit. Hoe is de schakeling tot stand gekomen? Het basisidee was het volgende: Met zes analoge schakelaars wordt de voedingsspanning beurtelings aan de paren a-b, b-c en c-a gelegd en wordt de stroom gemeten. Daaruit blijkt of

ergens een meetinstrument is aangesloten. Wanneer dat wordt vastgesteld, stopt de schakeling met roteren. Dit geeft in feite al het gewenste resultaat.

Het concept van de schakeling leek daarmee vast te liggen: De eerste stap vormde de constructie van een drie-teller om daarmee zes analoge schakelaars aan te sturen. De tweede stap was de realisatie van een stroomdetectie en een tellerstop. Na de praktische uitwerking van de eerste stap controleerde de ontwerper puur toevallig wat zich tussen de punten a, b en c afspeelde, en ziedaar: de stopschakeling bleek overbodig, omdat het in deze vorm mogelijk was drie LED's tegelijk te laten branden.

Omdat een drie-teller met oscillator voor de doorsnee Elektuurlezer als raadsel wat te simpel werd geacht, werd de schakeling verder aangepast. De verwarring ontstaat door de drieduidige symmetrie met drie-inverter ringoscillator. Wanneer in plaats van inverters analoge schakelaars worden gebruikt, worden IC's uitgespaard en neemt de verwarring toe. Om echt drieduidige niet-overlappende signalen te doen ontstaan, is diode D1 nodig. Daarna was er nog een probleem: wanneer er nu LED's verkeerd-om worden aangesloten, lichten ze ook ietwat op omdat de flanken van het oscillatorsignaal elkaar overlappen. Dat kon worden opgelost door toevoeging van C2 en D2.

Daarmee was uiteindelijk de opzet bereikt: een symmetrische, verwarrende schakeling met een zeer buitenissig effect!



Bascom-51

Snelle BASIC-compiler voor het Elektuur flash-board

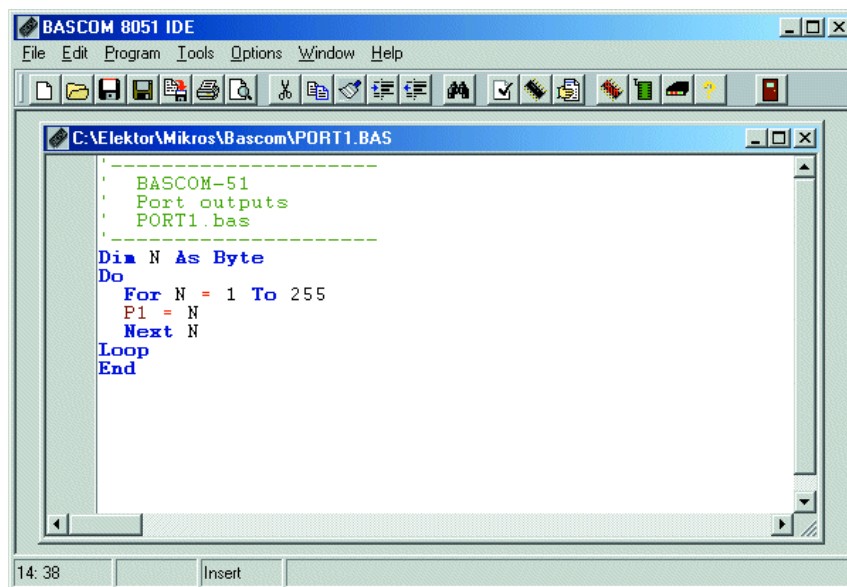
Burkhard Kainka

Tot nu toe gebruikten we onder meer de interpreter BASIC-52 in combinatie met het Elektuur flash-board. Voor liefhebbers van de programmeertaal BASIC is er een prima - en zelfs Nederlands - alternatief: de compiler BASCOM-51.

BASCOM is door Mark Alberts en zijn bedrijf MCS-Electronics (www.mcselec.com) in eerste instantie ontwikkeld voor de AVR-familie. Daarna is BASCOM-LT verschenen, een versie speciaal voor kleine controllers van het type 89C2051. Tenslotte werd nog BASCOM-51 aan deze serie toegevoegd, voor de grotere afstammelingen van de 8051. Op de site van MCS-Electronics is een demoversie van BASCOM-51 beschikbaar, die toch nog altijd programma's tot een grootte van 2 KB produceert. En dat is niet gering, zeker niet omdat BASCOM zeer efficiënte code genereert. De gratis demoversie is met het 89S8252-board getest. De resultaten waren uitstekend!

De compiler heeft een heleboel belangrijke instellingen. Onder *Options/Compiler/Output* kunnen de output-bestanden gekozen worden. Het hex-bestand is voor ons voldoende, omdat dit het bestand is dat door programma's zoals MicroFlash of AtmelISP ingelezen en naar de controller verstuurd kan worden. Het debug-bestand is belangrijk als de ingebouwde simulator gebruikt wordt. Het error-bestand wordt gebruikt om foutmeldingen te kunnen bekijken.

Een andere belangrijke instelling is te vinden onder *Options/Compiler/Output/Misc*. Daar wordt het register-bestand gekozen, hier *89s58252.dat*. De compiler kent dan meteen alle *special function registers* van de controller. De eerste test geschiedt met een klein programma waarin snelle poort-operaties plaatsvinden. Direct valt op dat BASCOM ook zonder regelnummers uit de voeten kan. We hebben hier te maken met een gestructureerde BASIC. In plaats van GOTO en regelnummers wordt hier Do, While enzovoort gebruikt.



Figuur 1. Het programmeerscherm van BASCOM-51.

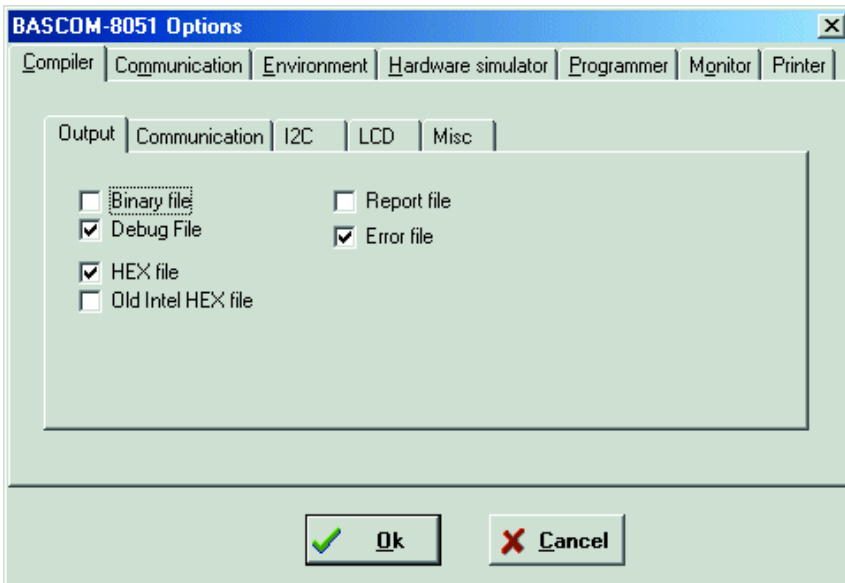
BASCOM volgt hiermee de trend dat talen zoals BASIC, C en Pascal steeds meer naar elkaar toe groeien. Een andere prettige constatering is dat alle gebruikte variabelen met het gewenste type gedeclareerd worden. Als dan bijvoorbeeld met bytes gewerkt wordt, lijkt het al snel op wat er normaal gesproken in assembler gebeurt. Bovendien kan expliciet aangegeven worden of variabelen in het interne of externe RAM moeten staan. BASCOM-51 kan ook zonder extern geheugen toe, iets dat voor een compiler niet vanzelfspre-

kend is.

```

'-----
' BASCOM-51
' Port outputs
' PORT1.bas
'-----
Dim N As Byte
Do
  For N = 1 To 255
    P1 = N
  Next N
Loop
End

```



Figuur 2. Compiler-instellingen.

Zoals bij alle nieuwe programmeersoftware, is in eerste instantie interessant wat de verwerkingssnelheid is. Een oscilloscoop op aansluiting P1.1 geeft het resultaat: voor het omschakelen zijn slechts $30 \mu s$ nodig. Vergelijken met assembler ($3 \mu s$) is dit weliswaar tien keer langzamer, maar de C-compiler READS-51 heeft daarentegen voor dezelfde taak $125 \mu s$ nodig. In BASIC-52 verstrijken zelfs $2500 \mu s$. In zijn klasse is BASCOM-51 daarmee de duidelijke winnaar onder de vergeleken compilers en interpreters. Er is nog een aanmerkelijk voordeel ten opzichte van BASIC-52, namelijk dat de programma's standaard autostart-programma's zijn. Met de compiler kan gebruik gemaakt worden van verschillende seriële poorten. Met de commando's INPUT en PRINT kunnen data via de interne UART van de controller verstuurd worden. De baudrate kan ingesteld

NiliPascal

Niet alleen assembler, BASIC en C, kunnen gebruikt worden om microcontrollers te programmeren, er is ook een Pascal-compiler. Het bekende NiliPascal is succesvol met het 89S8252-board getest. Let wel op de juiste compiler-instellingen:

Codesegment:	\$0000
Ramsegment:	\$0000
Ramsize:	\$8000
MHZ:	\$11.0592
Baud(ser.):	9600

Met deze instellingen werd het volgende Pascal-programma (lezen van de toestand van een poort) gecompileerd:

```
{ Copyright by O'Neil Annand Valentin Som
Testprogram for NiliPascal for simulation with NiliSim }
```

```
program port_test;

const port1_0 = $90;

var i:integer;

begin
  { set all outputs high before readout }
  writeport ($FF,1);
  writeln ('Port1=',port(1));
  write ('Bit 0 of Port 1 is at logical ',bit(port1_0));
end.
```

Vervolgens werd het geproduceerde hex-bestand in de controller gezet en de werking succesvol getest met een terminal-programma. Ook NiliPascal is met het flash-board dus goed te gebruiken.

Er is bij NiliPascal ook een boek verkrijgbaar:

O'Neil A.V. Som
Pascal voor de 8051-familie
Elektuur, Beek (L) 1998
ISBN 90-5381-115-X



worden onder *Options/Compiler/Communication*.

```
' _____
' BASCOM-51
' Port inputs and outputs
' RS232.bas
' _____
```

Dim N As Byte

```
While 1 = 1
  Input N
  P1 = N
  N = P1
  Print N
Wend
```

Buiten de hardware-UART kan ook een software-UART gebruikt worden, zodat ook bij het Elektuur flash-board meerdere poorten mogelijk zijn. De nu volgende listing laat zien hoe een dergelijke UART gebruikt wordt. Voor deze test gebruiken we dezelfde aansluitingen als bij het programma uit de cursus, dat gebruik maakte van de ingebouwde UART van de processor. Bij gebruik van een software-UART worden de afzonderlijke bytes met GET en PUT verwerkt.

```
' _____
' BASCOM-51
' Port inputs and outputs
' RS232_2.bas software uart
' _____
```

Dim N As Byte

```
Open "com3.1:9600" For Output As #1
Open "com3.0:9600" For Input As #2
```

```
While 1 = 1
  Get #2 , N
  P1 = N
  N = P1
  Put #1 , N
Wend
```

Tabel 1. Compiler/Assembler-vergelijking

Taal	Geheugeneisen	Cyclusduur	Autostart
Basic-52	8 K ROM, RAM	2500 μ s	alleen met EEPROM
READS51 C	>4 K ROM, RAM	125 μ s	ja
Assembler	< 1 K ROM	3 μ s	ja
BASCOM-51	< 2 K ROM	30 μ s	ja

Close #1

Close #2

BASCOM-51 werkt niet alleen met 'byte-poorten', maar ook met afzonderlijke bits. In het volgende voorbeeld wordt de frequentie van het signaal op P1.0 gedeeld en de halve frequentie op P1.1 gezet. Bij elke neergaande flank wordt bit P1.1 geïnverteerd. Op deze manier werkt het programma als een binaire teller. De maximale ingangsfrequentie bedraagt 50 kHz.

```
' _____
' BASCOM-51
' Port input freq. divider
' Toggle.bas
' _____
```

```
While 1 = 1
  While P1.0 = 1
    Wend
  P1.1 = Not P1.1
  While P1.0 = 0
    Wend
Wend
```

Wend

Indien nodig kunnen stukjes assembler ingevoegd worden. In het volgende voorbeeld worden korte pulsen op poort P1 gezet, die onderling een afstand hebben van 10 ms. De lange vertraging wordt in BASIC gemaakt, tijdkritische acties in

assembler.

```
' _____
' BASCOM-51
' Ass. example Assem.bas
' mixed assembler and BASIC
' _____
```

Print "pulses"

```
While 1 = 1
  $asm
    mov A , #00
    mov R1,#100
L1:
    mov P1,A
    inc a
    djnz R1,L1
  $end Asm
  Waitms 10
Wend
End
```

Buiten de hier genoemde eigenschappen heeft BASCOM-51 nog veel meer te bieden. Er zijn diverse interfaces voor speciale randapparatuur beschikbaar, bijvoorbeeld LC-displays in 4-bit en 8-bit-mode, de I²C-bus, de 1-wire bus en ook de reeds getoonde seriële software-poort. Implementatie van allerlei opgaven wordt op deze manier een stuk makkelijker gemaakt. Genoeg reden voor alle gebruikers van 8051- of AVR-controllers om ook eens naar BASCOM te kijken.

(021003)

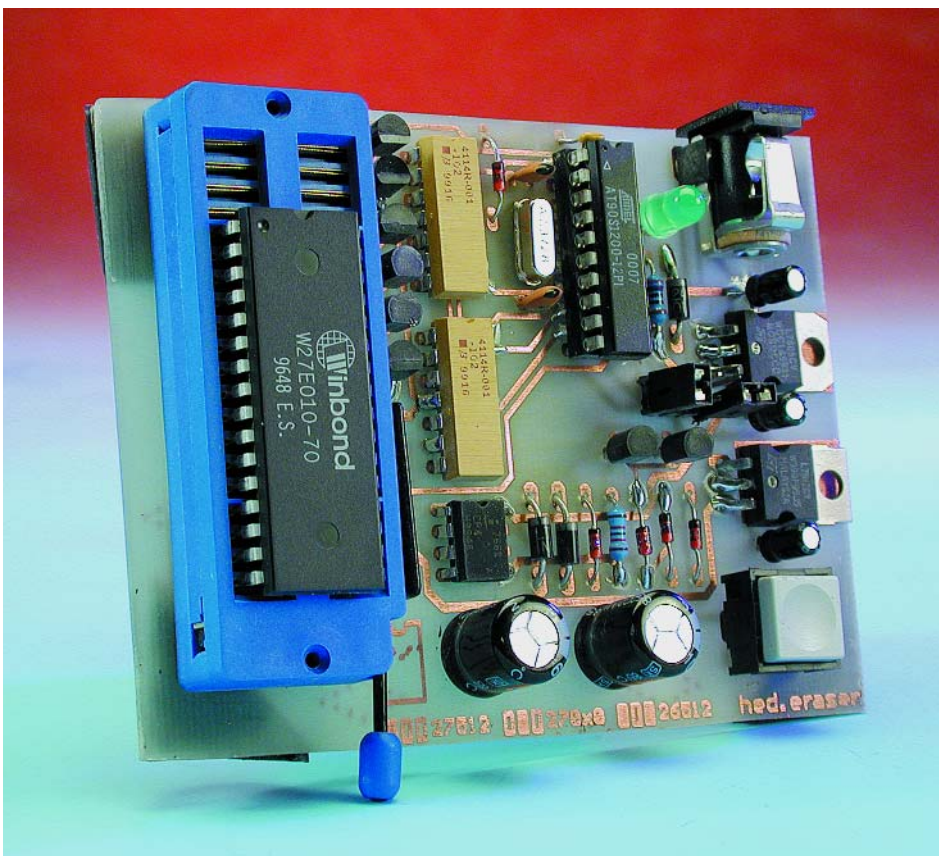
EEPROM-wisser

V_{pp} in plaats van UV-licht

Paul Höpping en Kai Goßner

Höpping Elektronik Design (www.hed.de)

Veel PROM-programmers kunnen EEPROM's wel programmeren, maar ze kunnen die niet wissen. De kleine hed.eraser biedt daarvoor een simpele oplossing.



is. Vandaar dat er behoefte is aan een apart wisapparaat voor EEPROM's. Deze EEPROM-wisser is als compleet apparaat en als bouw pakket verkrijgbaar bij de auteur van dit artikel (zie kader). De software voor de microcontroller (broncode en hex-bestand) en het printontwerp als PDF-bestand zijn te downloaden van de website van Elektuur (www.elektuur.nl).

Wis-algoritme

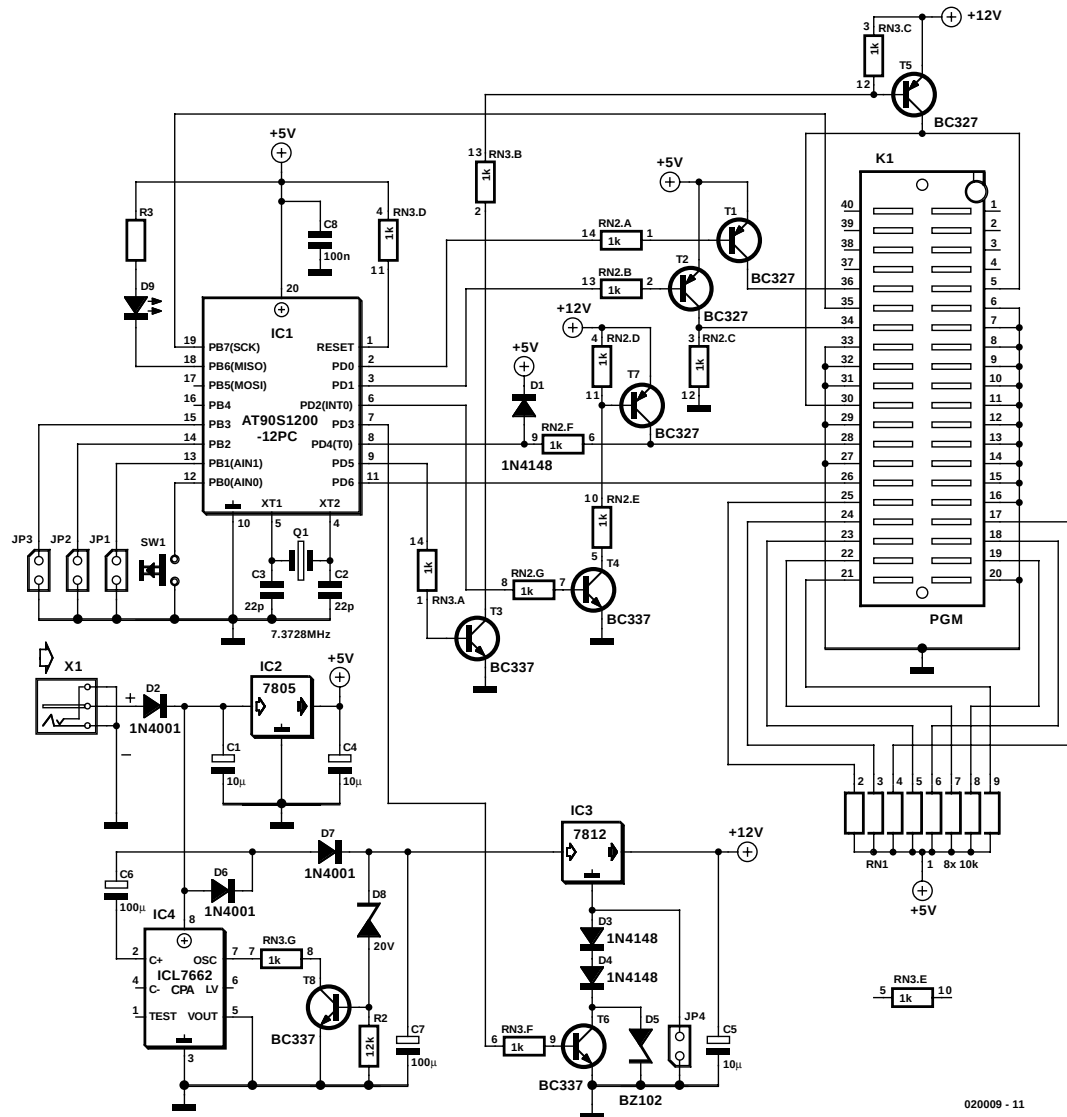
Een EEPROM wordt gewist door verschillende spanningen in de juiste volgorde op verschillende pennen te zetten. Het algoritme is als volgt:

1. 5-V-voedingsspanning aansluiten.
2. CE#, OE# en PGM# op 5 V zetten.
3. Programmeerspanning aanbieden op A9 en Vpp.
4. Wisimpuls geven op OE# of PGM# (afhankelijk van het type).
5. Programmeerspanning uitschakelen
6. Voedingsspanning uitschakelen.

Hoewel er al meer dan tien jaar flash-geheugens bestaan, hebben ze de EPROM's nog niet verdrongen. Natuurlijk hebben EPROM's nadelen. Het wissen met UV-licht duurt lang. En omdat er UV-licht op de chip moet kunnen vallen, hebben EPROM's een speciale keramische behuizing nodig met een venster van kwartsglas. De prijs van EPROM's wordt dan ook voor een groot deel bepaald door deze behuizing. Elektrisch wisbare EPROM's heb-

ben deze nadelen niet. Ze kunnen geprogrammeerd worden op dezelfde manier en met hetzelfde apparaat als andere EPROM's. Ook in alle toepassingen die zijn ontworpen voor UV-EPROM's kunnen ze zonder meer worden ingezet. Alleen bij het wissen hebben ze een speciale behandeling nodig, die in veel EPROM-programmers niet mogelijk

Een kleine goedkope microcontroller van Atmel zorgt voor het schakelen van de spanningen in de juiste volgorde en met de juiste pulsduur. De schakeling kan geconfigureerd worden voor verschillende EEPROM-typen door middel van jumpers. De rest van schakeling dient voornamelijk om de benodigde spanningen op te wekken. Er is een 5-V-voe-



020009 - 11

Figuur 1: Schema van de EEPROM-wisser.

dingsspanning nodig en een programmeerspanning van 12...14 V. De schakeling wordt gevoed met een standaard netspanningsadapter van 12 V. Zo'n adapter is goedkoop en zorgt voor een goede scheiding van het lichtnet, zodat we ons daar bij de opbouw van de schakeling geen zorgen over hoeven te maken. Om uit de beschikbare spanning gestabiliseerde spanningen van meer dan 12 V te maken, zijn wel enkele kunstgrepen nodig. De ingangsspanning wordt verdubbeld met behulp van de spanningsverdubbelaar ICL7662CPA. Omdat de uitgangsspanning van een ongestabiliseerde netspanningsadapter erg onvoorspelbaar is, is een spanningsbegrenzing van 20 V aangebracht. Deze bestaat uit zenerdiode

D8, weerstand R2 en transistor T8. De ruw gestabiliseerde spanning bevat nog een rimpelspanning van circa 1 V. Er kan ongeveer 25 mA geleverd worden. Als de uitgangsspanning van de verdubbelaar hoger wordt dan de doorlaatspanning van de zenerdiode, dan wordt transistor T8 opengestuurd. Daardoor wordt de oscillator van IC4 gestopt. Als de spanning weer daalt, spert transistor T8 weer en de oscillator start opnieuw. Door een geschikte zenerdiode te kiezen kan zo elke gewenste spanning in een bepaald bereik ingesteld worden. De fijnregeling van de programmeerspanning wordt gedaan door een 7812. Met hulp van enkele diodes (D3...D5) wordt de spanning verhoogd tot 12,75 V of 14 V, afhankelijk

van het te wissen EEPROM-type. De BZ102-diode is in de catalogus weliswaar bij de zenerdiodes te vinden, maar in werkelijkheid bestaat ze uit twee gewone, in serie geschakelde diodes (en in de schakeling kan de BZ102 dus ook vervangen worden door twee gewone diodes)

Voor EEPROM's die een programmeerspanning van precies 12 V nodig hebben, kunnen de diodes overbrugd worden met jumper JP4.

Gebruik en bediening

De schakeling kan snel en zonder problemen worden opgebouwd op de print die in **figuur 2** is afgebeeld. Let bij het plaatsen van de weerstand-arrays op dat deze niet verkeerd om gemonteerd worden. Dat geldt ook voor RN1. Desnoods kunnen ook losse weerstanden gebruikt worden om deze arrays zelf samen te stellen.

Plaatsing van de jumpers

Er zijn op de print vier plaatsen voor jumpers. Afhankelijk van de te wissen EEPROM worden er één of twee jumpers geplaatst. De plaatsing van JP1 of JP2 wordt bepaald door het type behuizing, de plaatsing van JP3 of JP4 ligt aan de benodigde programmeerspanning.

Behuizing	JP1	JP2
DIP28	Geplaatst	Open
DIP32	Open	Geplaatst
Vpp	JP3	JP4
12 V	Open	Geplaatst
12,5 V	Geplaatst	Open
14 V	Open	Open

HED biedt twee adapters aan, waarmee ook EEPROM's in een 32-polige PLCC-behuizing gewist kunnen worden. Let hierbij op: SMD-bouwstenen in een 32-polige DIL-vorm (zoals de 27C0x0) hebben de adapter PLCC32 nodig, terwijl EEPROM's zoals de 27C512 weliswaar ook een 32-polige PLCC-behuizing hebben, maar in feite 28-polig zijn. Daarvoor moet de adapter PLCC32_28 gebruikt worden.

Verkrijgbaarheid

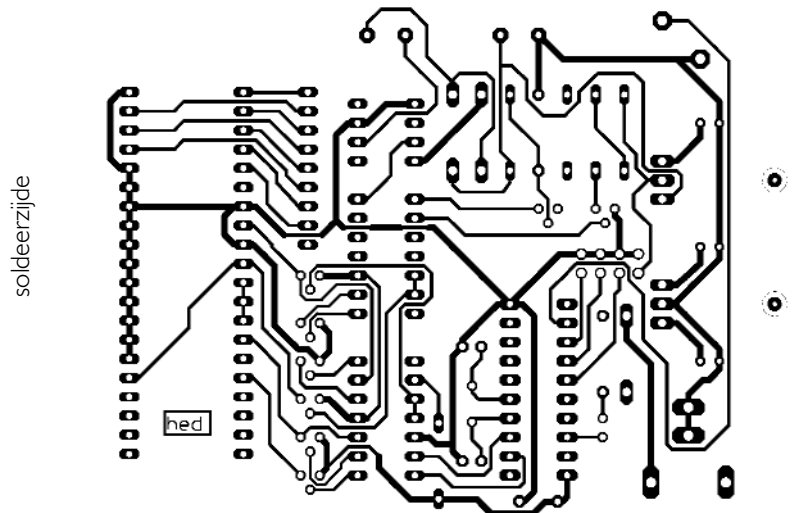
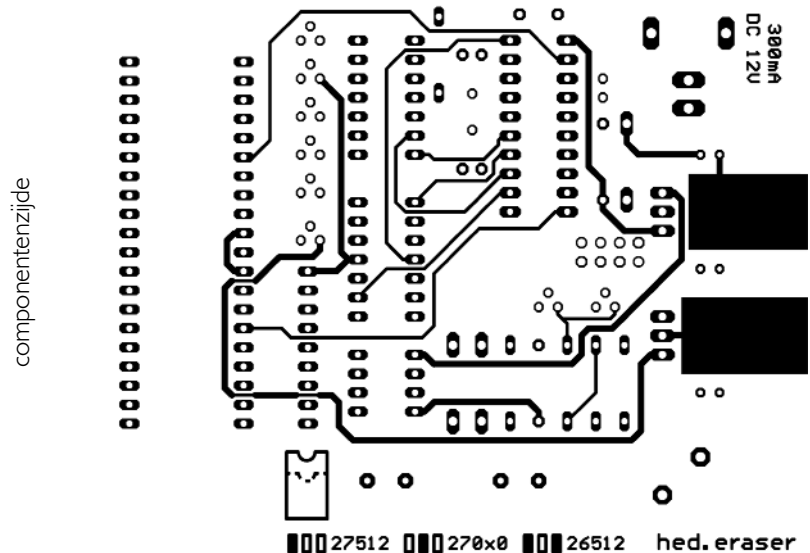
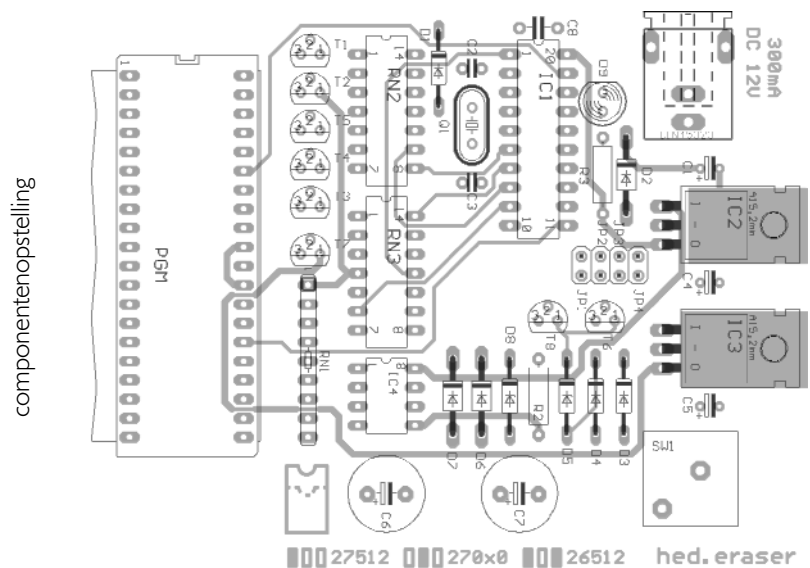
De software is zoals gebruikelijk te vinden op de website van Elektuur. Naast de broncode en een hex-bestand is hier tevens de print-layout te vinden in de vorm van een PDF-bestand.

De print-layout als GIF-bestand, een Duitstalige handleiding (als PDF), de broncode en de code in binaire vorm zijn beschikbaar op de website van de auteur. Daar kan ook een bouw pakket, compleet met een geprogrammeerde AT90S1200, een ICL7662CPA en de drie weerstand-arrays besteld worden voor € 9,50. De schakeling kan ook compleet gebouwd besteld worden voor € 71,18 (plus verzendkosten).

Een ongestabiliseerde netspanningsadapter (12 V/800 mA) kan worden meebesteld voor € 6,70.

Höpping Elektronik Design

Paul Höpping
Kantoor 97
45134 Essen
Tel.: 02 01 / 84 33 31
FAX: 02 01 / 47 19 18
Internet: www.hed.de
E-Mail: paul@hed.de



Figuur 2: Layout en componentenopstelling van de dubbelzijdige print.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R2 = 12 k
R3 = 270 Ω
RN1 = 8x10 k SIL-weerstand-array
RN2,RN3 = 7x1 k DIL-weerstand-array

Condensatoren:

C1,C4,C5 = 10 μ /25 V, steek 2,5 mm
C2,C3 = 100 n, steek 5 mm
C6,C7 = 22 p (keramisch)
C8 = 100 μ /25 V, steek 5 mm

Halfgeleiders:

D1,D3,D4 = 1N4148
D2,D6,D7 = 1N4001
D5 = BZ102 (zenerdiode 1,4 V, zie tekst)

D8 = zenerdiode 20 V/500 mW
D9 = LED 5 mm, groen
T1,T2,T5,T7 = BC327-40
T3,T4,T6,T8 = BC337-40
IC1 = AT90S1200-8PC (geprogrammeerd)
IC2 = 7805
IC3 = 7812
IC4 = ICL7662CPA (Intersil)

Diversen:

X1 = kristal 7,3 MHz
2x4-polige header met 2 jumpers
S1 = druktoets 1x maak (ITW)
20-polig IC-voetje
40-polige ZIF-socket
K1 = laagspanningsconnector voor printmontage

– Uitgang 7812, pen 3: 14 V $\pm$ 0,5 V

Als dit allemaal klopt, kan de voedingsspanning weer worden uitgeschakeld en de microcontroller kan in het voetje geplaatst worden. Als de voeding nu opnieuw wordt aangesloten, zal de groene LED eenmaal kort oplichten en daarna continu gaan branden. Dit geeft aan dat de microcontroller werkt. De EEPROM-wisser zou nu goed moeten functioneren.

Met behulp van de jumpers wordt de wisser ingesteld voor het te wissen type EEPROM (zie **tabel 1**). Als de jumpers goed gezet zijn, wordt het te wissen IC geplaatst en de druktoets ingedrukt. De LED gaat tijdens het wissen uit. Na enkele seconden gaat de LED weer aan. Het wissen is nu klaar.

(020009)

Na het soldeerwerk wordt de adapter op 12 V ingesteld en met de schakeling verbonden (de positieve spanning moet op het middencontact staan.) D2 beschermt de schakeling tegen spanningen met een verkeerde polariteit. De microcon-

troller wordt nog niet in het voetje geplaatst. Eerst controleren we of de juiste spanningen aanwezig zijn op een aantal punten:

– Voetje van IC1, pen 20: 5 V $\pm$ 0,1 V
– Ingang 7812, pen 1: 20 V $\pm$ 1 V

Meer informatie:

Datasheet ICL7662CPA

www.intersil.com/data/fn/fn3/fn3181/fn3181.pdf

Datasheets van elektrisch wisbare EPROM's:

SST: www.ssti.com (Serie SST27SFxxx)

Winbond: www.winbond.com.tw

(Kies 'Products' en daarna 'EPROMs')

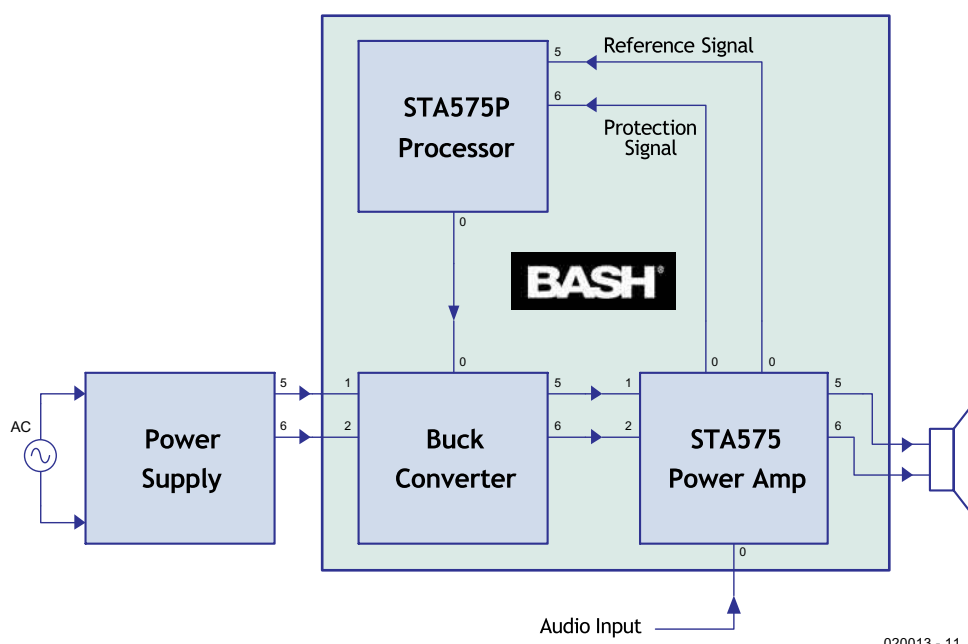
Applicator is een rubriek waarin interessante, vaak nieuwe componenten met hun toepassingen worden beschreven; als gevolg daarvan is de verkrijgbaarheid niet altijd gegarandeerd. De inhoud is gebaseerd op informatie die door fabrikanten en importeurs is verstrekt en stoelt niet noodzakelijkerwijs op praktijkervaringen van de redactie.

BASH IC-versterkers

Een volledig nieuw concept

Sjef van Rooij

Door gebruik te maken van een speciale processor en een variabele stepdown-converter, is men er bij ST Microelectronics in samenwerking met Indigo Manufacturing in geslaagd geïntegreerde versterkers te construeren met een opvallend hoog rendement, zonder dat dit ten koste is gegaan van de audiokwaliteit.



Figuur 1. Blokschematische opzet van het BASH-principe.

Audioliefhebbers mogen onderling misschien over heel veel zaken van mening verschillen, over één ding zijn ze het waarschijnlijk allemaal roerend eens: Als ze het voor het kiezen hadden zouden ze het liefst een versterker

willen die én een perfecte kwaliteit levert, én flink wat vermogen produceert, én zo compact mogelijk van afmetingen is. Dat is een combinatie van eigen-

schappen die lastig te realiseren is. Kwaliteit en vermogen zijn wel te combineren. Maar een kwaliteitsversterker vraagt om een forse voeding en een royale stroominstelling in bij-

voorbeeld klasse-AB (om van klasse-A maar te zwijgen). Dat mondt onder andere uit in een redelijke warmteproductie, die met een adequaat bemeten koellichaam moet worden afgevoerd. Bepaald compact is zo'n concept niet.

Vermogen en compacte afmetingen zijn twee eigenschappen die op zich ook best te combineren zijn. Maar dat kan alleen bij zuinigere stroominstelling (in bijvoorbeeld klasse B), en dat gaat weer ten koste van de kwaliteit. Ook geen ideaal compromis dus.

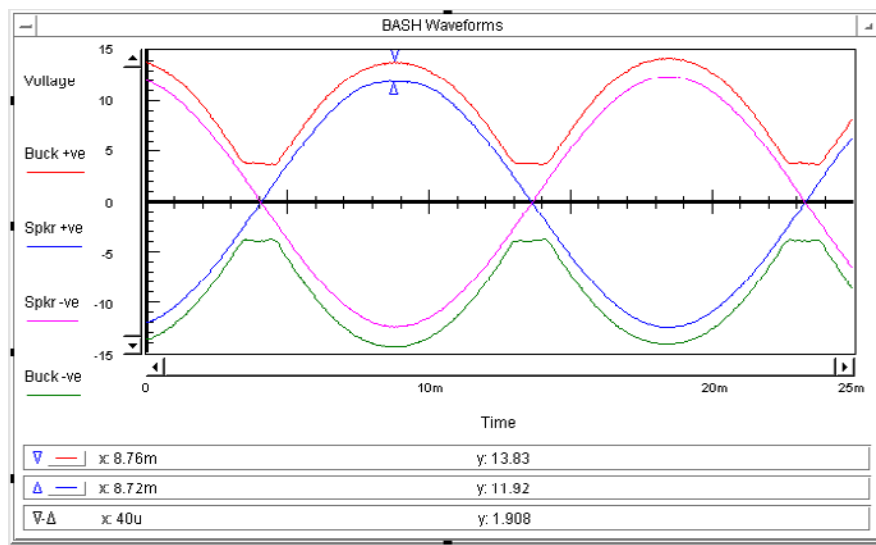
Een alternatieve oplossing wordt gevormd door de zogeheten 'klasse-D-opzet'. Daarbij wordt gebruik gemaakt van pulsbreedtemodulatie. Het nadeel daarvan zijn het uitgebreide filter aan de uitgang van de schakelende vermogenstrap en de sterke stoorsignalen die door het schakelen ontstaan.

Het moge duidelijk zijn dat de ideale combinatie van vermogen, kwaliteit en rendement nog altijd niet gevonden is. Bij ST heeft men zich nog eens uitgebreid in de materie verdiept om een nieuw concept voor de firma Indigo Manufacturing te ontwikkelen. En het is ze inderdaad gelukt om een opzet te realiseren met een sterk verhoogd rendement, zonder dat er concessies aan de kwaliteit nodig waren.

BASH

De enige manier om het rendement te verhogen, is om op een of andere manier de voedingsspanning af te stemmen op de uitsturing van de versterker, zodat onnodige dissipatie wordt vermeden. Alleen zocht men naar een methode om dat te doen zonder te schakelen tussen verschillende voedingsspanningen, omdat dat nu eenmaal onvermijdelijk vervormingsproblemen geeft.

Figuur 1 toont de blokschematische opzet van het concept waar men op uitgekomen is. We zien dat er naast de voeding (power supply) en versterkermodule (power amp) twee blokjes bij zijn gekomen: een processor en een buck-(stepdown)converter. Van de eindversterkermodule wordt een referentiesignaal betrokken (het 'BASH-sigitaal') en naar de processor geleid. De processor analyseert het signaal en berekent nauwkeurig



020013 - 12

Figuur 2. De spanningsval over de eindtransistoren blijft bij BASH constant, ongeacht de uitsturing.

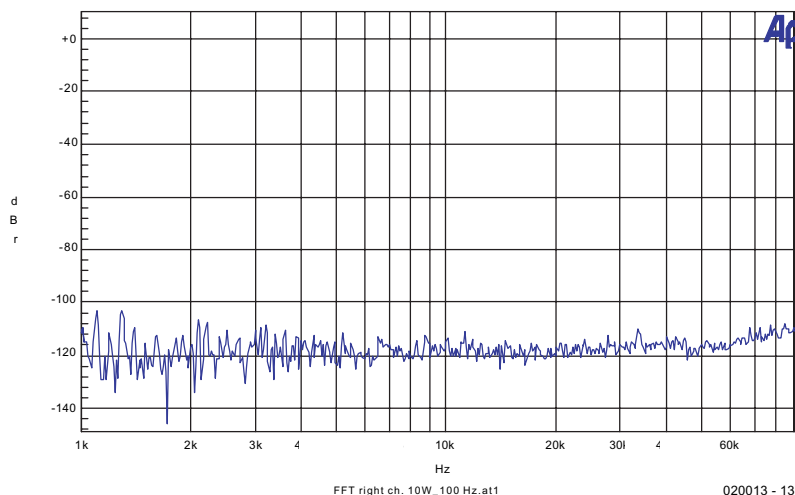
welke eisen dit signaal stelt aan de voeding. Aan de hand hiervan wordt vervolgens een corresponderende gate-puls voor de stepdown-converter geproduceert.

De in serie met de ruwe voeding opgenomen converter vertaalt deze gate-puls in een adequate voedingsspanning voor de eindversterkermodule. Door op deze manier de voedingsspanning continu aan te passen aan de hoogte van het versterkte audiosignaal, is er sprake van een

constante spanningsval over de uitgangstransistoren, ongeacht de mate van uitsturing. In **figuur 2** is dit effect weergegeven. Het resultaat is dat onnodige dissipatie wordt vermeden, terwijl er toch een lineaire klasse-AB eindtrap wordt toegepast. Het aldus behaalde rendement ligt met ongeveer 85% op hetzelfde niveau als van een klasse-D-versterker, maar de productie van stoorsignalen is aanzienlijk lager. De ontwerpers claimen dan ook dat een BASH-versterker een even lage vervorming kan hebben als een willekeurige andere klasse-AB-versterker.

Audio Precision

FFT SPECTRUM ANALYSIS



020013 - 13

Figuur 3. Anders dan bij klasse-D zijn er bij BASH geen schakelresten in het uitgangsspectrum zichtbaar.

De curve van **figuur 3** toont een FFT-spectrum-analyse van het BASH-uitgangssignaal en hier is duidelijk te zien dat er in het spectrum totaal geen schakelcomponenten te herkennen zijn.

Een extra voordeel van een BASH-systeem dat zeker niet onvermeld mag blijven, is het feit dat in een meerkanaals-installatie desgewenst kan worden volstaan met één voeding en één stepdown-converter.

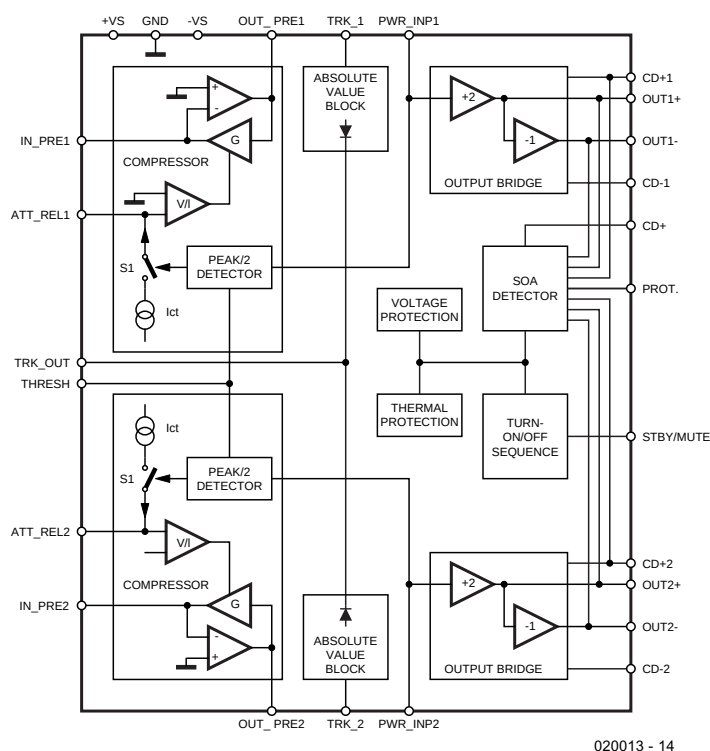
Versterkermodule

Er zijn op het ogenblik drie verschillende BASH-eindversterkermodule leverbaar: twee stereo-versies met uitgangsvermogens van respectievelijk $2 \times 50 \text{ W}$ en $2 \times 75 \text{ W}$ (de STA550 en STA575) en een mono-brugversterker die 150 W levert (de STA5150). Ze zijn alle drie identiek van opzet, dus als voorbeeld beperken we ons maar even tot de STA575.

Figuur 4 geeft het inwendig blokschema van de IC-versterker.

De meeste blokjes worden van stroom voorzien door middel van een vast ingestelde positieve en negatieve spanning. Alleen de eindtrappen worden gevoed door twee externe spanningen die het audiosignaal volgen.

De voor elk kanaal aanwezige compressor-schakeling heeft een speciale overdracht-



Figuur 4. Inwendig blokschema van een versterkermodule; hier de STA575 die $2 \times 75 \text{ W}$ levert.

Tabel 1. Aansluitingen van de STA550/575

Pen	Naam	Omschrijving
1	-Vs	negatieve voedingsspanning
2	CD-1	kanaal 1, variabele negatieve voedingsspanning
3	Att Rel1	attack/release kanaal 1
4	Out1+	kanaal 1, luidsprekeruitgang positief
5	Out1-	kanaal 1, luidsprekeruitgang negatief
6	CD+1	kanaal 1, positieve voedingsspanning
7	Pwr Inp1	kanaal 1, ingang eindtrap
8	In pre1	kanaal 1, ingang preamp (virtuele aarde)
9	Out pre1	kanaal 1, output preamp
10	Trk 1	kanaal 1, ingang absolute-waarde-blok
11	Stby/mute	standby/mute-regelspanning
12	Protection	beveiligingssignaal voor processor STABP01
13	Gnd	analoge massa
14	+Vs	positieve voedingsspanning
15	CD+	variabele positieve voedingsspanning
16	Trk out	referentie-uitgang voor processor STABP01
17	Threshold	drempel-ingang compressor
18	Trk 2	kanaal 2, ingang absolute-waarde-blok
19	Out pre2	kanaal 2, output preamp
20	In pre2	kanaal 2, ingang preamp (virtuele massa)
21	Pwr Inp2	kanaal 2, ingang eindtrap
22	CD+2	kanaal 2, positieve voedingsspanning
23	Out2-	kanaal 2, luidsprekeruitgang negatief
24	Out2+	kanaal 2, luidsprekeruitgang positief
25	Att Rel2	attack/release kanaal 2
26	CD-2	kanaal 2, variabele negatieve voedingsspanning
27	-Vs	negatieve voedingsspanning

