



elektuur



**Audio-preamp
high end, sound price**

**CD-ROM-drive
draait door**

**Verken de lage
VHF-band**

www.elektuur.nl

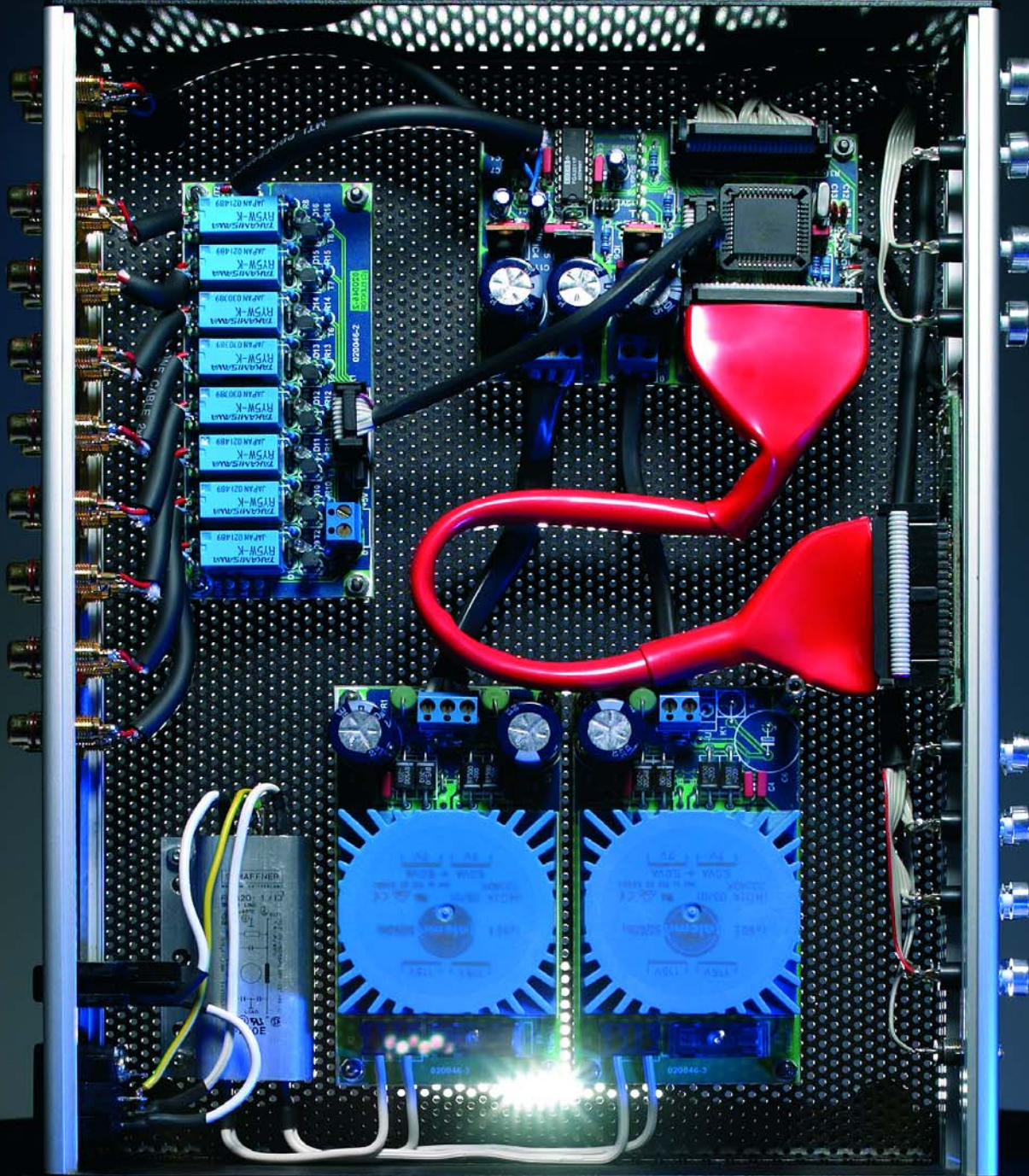
Nr. 486 • APRIL 2004

(NL) € 6,65 • (B) € 6,90

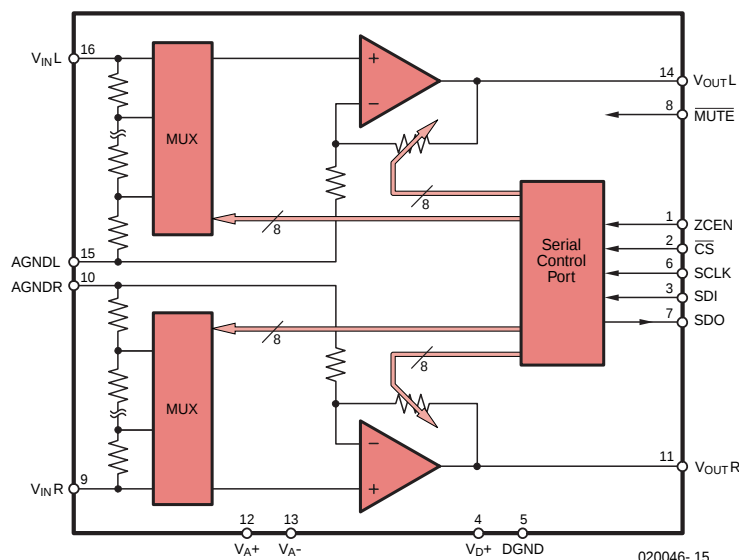


The Audio Link

Dipl.-Chem. Benjamin Hinrichs



Deze puristische voorversterker met veel bedieningscomfort biedt een kwaliteit die zelfs verwendende audiofielen tevreden zal stellen. Hij is modulair opgebouwd en na te bouwen voor een aantrekkelijke prijs. Dit is mogelijk dankzij toepassing van een versterker/verzwakker IC van topklasse.



Figuur 1. Het inwendige van de PGA2311. Via een 3-draads bus wordt het gewenste volume ingesteld.

Het is de laatste tijd vrij stil in de hoek van de analoge audioteknik. In dit tijdperk van CD, DVD en MP3 worden voorversterkers nog bijna alleen gebruikt voor de keuze van de signaalbron en voor het regelen van het volume.

Van een moderne, hoogwaardige voorversterker mogen we verwachten dat hij gemakkelijk te bedienen is en dat hij de keuze van de signaalbron en het regelen van het volume met de grootst mogelijke nauwkeurigheid en de kleinst mogelijke vervorming voor ons doet. Dat lijkt eenvoudig, maar als een grote nauwkeurigheid verlangd wordt, dan komt er voor een volumeregeling toch heel wat kijken.

Normaal gesproken wordt het volume geregeld met een potentiometer. Die zijn in verschillende uitvoeringen en prijsklassen verkrijgbaar. Omdat we meestal met stereosignalen te maken hebben, valt de keuze dan op een type dat bestaat uit twee mechanisch met elkaar gekoppelde potentiometers. De gelijkloop tussen de beide potmeters is dan van doorslaggevend belang. Het is deze gelijkloop die bepaalt in hoeverre de beide kanalen even veel verzwakt worden, dus in welke mate de twee kanalen even luid klinken. Vooral bij een geringe geluidsterkte is een verschil in gelijkloop erg storend. Als we dan ook nog de balans tussen de beide kanalen willen regelen, dan komt er een tweede stel gekoppelde potmeters bij, waarbij opnieuw de gelijkloop te wensen over kan laten. De echte audiofiel verlangt een gelijkloop binnen 3 dB, of liever nog binnen

1 dB. Een gewone koolbaanpotentiometer voldoet aan zulke eisen bij lange na niet, zoals te zien is in **tabel 1**. En ook koolbaanpotentiometers van de hoogste kwaliteit kunnen, zeker op de lange termijn, zelden aan deze eisen voldoen. Audiofielen zijn dan ook al lang afgestapt van het gebruik van gewone potentiometers en ze geven de voorkeur aan het gebruik van een meerstandenschakelaar met meerdere dekken in combinatie met vaste precisieweerstanden [3]. In de rechter kolom van de tabel is te zien dat deze hoge prestaties wel duur betaald moeten worden. Zo'n speciale schakelaar die naast een goede kanaalscheiding ook een zo gering mogelijke contactweerstand moet bieden, kost al gauw 120...130 Euro. En met één zo'n schakelaar zijn we er nog niet, want aan de balansregeling en de ingangselectie worden dezelfde eisen gesteld. Dan zijn er dus drie stuks van nodig.

Toch is de prijs misschien niet eens het belangrijkste nadeel van deze schakelaars. Het probleem is ook dat ze niet op afstand te bedienen zijn! Als we een

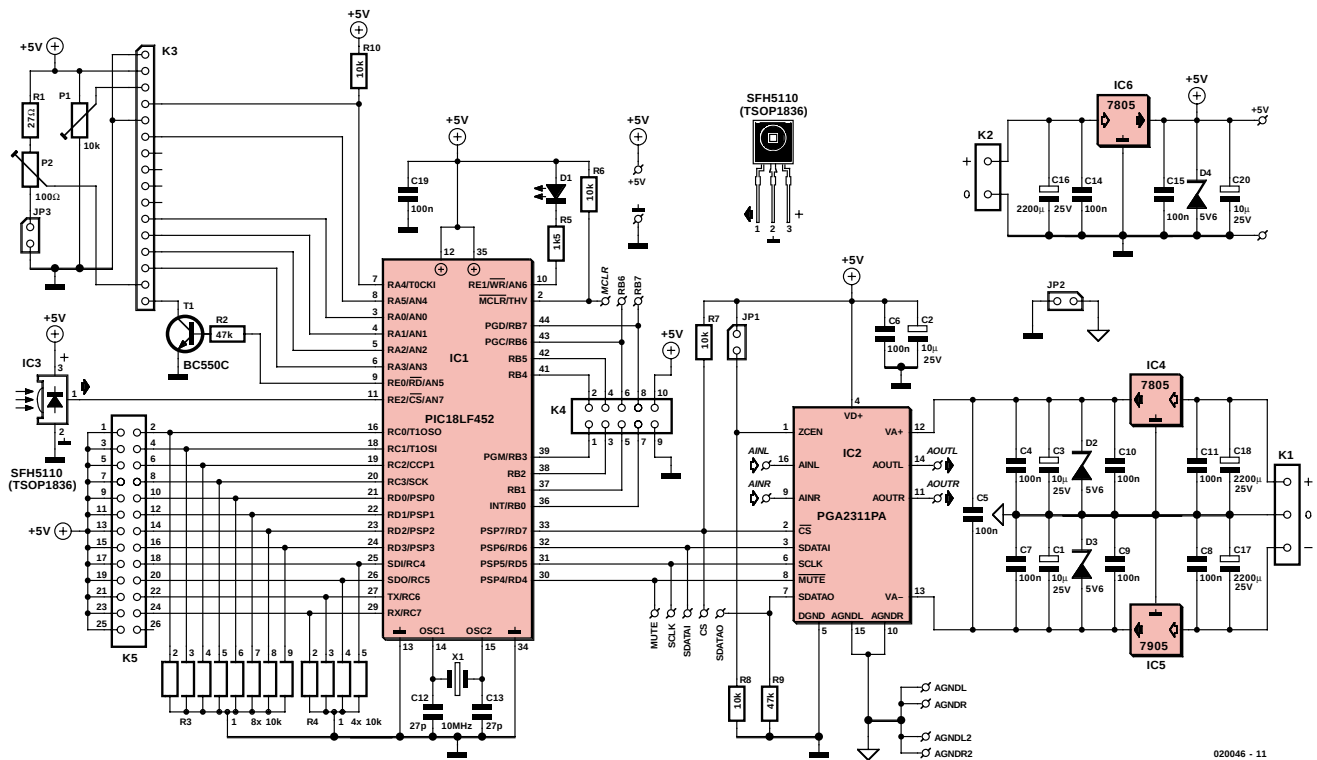
perfecte gelijkloop en een afstandsbediening willen, dan zit er weinig anders op dan gebruik te maken van een potentiometer die is gemaakt van geleidend plastic en deze samen te bouwen met een motor die op afstand bediend de as kan laten ronddraaien. Dat is geen eenvoudige opgave. Er is dan een mechanische koppeling nodig. En er moet regelektronica gebouwd worden voor de besturing van de motor. Willen we ook de balansregeling besturen, dan hebben we bijna alle onderdelen dubbel nodig.

PGA2311

De doorgewinterde audiofiel moet natuurlijk niets hebben van het idee dat in deze schakeling de volumeregeling wordt toevertrouwd aan een 'digitaal' IC dat bestuurd wordt door een microcontroller. En dat is geen wonder. Tot een jaar of tien geleden zou dat beslist geen verstandige keus zijn geweest voor de echte liefhebber. Maar de halfgeleiderindustrie heeft inmiddels grote vorderingen gemaakt,

Tabel 1. Gelijkloop en prijs van verschillende volumeregelaars.

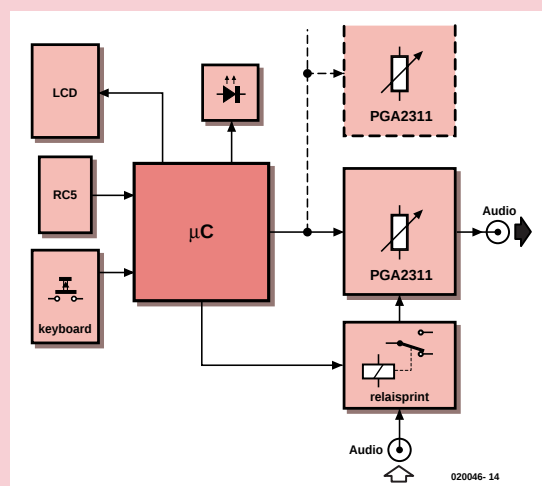
Type	Gelijkloop in dB	Prijs ca. €
Koolbaanpotentiometer	>3	5
Koolbaanpotentiometer van topkwaliteit	0,5 ... 3	15 ... 30
Potentiometer van geleidend plastic	0,1 ... 0,3	40 ... 85
Meerstandenschakelaar	0,1	120 ... 130
Motor met toebehoren	–	20 ... 100
PGA2311PA	0,1	4 ... 20



Modulair project

Deze voorversterker is modulair opgebouwd. Daardoor is er alle ruimte om hem aan de persoonlijke voorkeuren aan te passen. De verschillende delen zijn: Een universele **netvoedingsprint**, een **ingangskeuzeprint** en een **hoofdprint** waarop de volumeregeling en de besturing zich bevinden. Daarnaast zijn er nog het LC-display, het toetsenbord en de IR-ontvangmodule. In dit eerste deel worden de hard- en software van de hoofdprint behandeld. In het volgende nummer van Elektuur komen de beide andere printen aan bod. Daarnaast zal de mogelijkheid worden beschreven om zelf de software aan te passen.

Blokschema van de voorversterker. De gestippeld getekende parallelschakeling van meerdere PGA231's wordt in het volgende deel behandeld.



Als alle printen worden opgebouwd zoals beschreven, dan is het resultaat een complete, op afstand bedienbare voorversterker met ingangskeuzeschakelaars en display. Het is ook mogelijk om de ingangskeuzeprint weg te laten en alleen de volumeregelaar te gebruiken. Desgewenst kan ook het display worden weggelaten of kan het gedeelte van de hoofdprint voor de volumeregelaar onbestukt gelaten worden. Wat dan overblijft, is een op afstand bedienbare relaiskaart die voor verschillende toepassingen kan worden ingezet. Het is ook mogelijk om meerdere volumeregelaars parallel te schakelen, om bijvoorbeeld een meerkanaals versterker op te bouwen. In dat geval zijn er extra hoofdprinten nodig, waarvan dan alleen het volumeregelingsgedeelte bestukt wordt. De besturingssoftware van de microcontroller is voor vrijwel alle denkbare situaties aan te passen, zonder dat de microcontroller daarvoor opnieuw geprogrammeerd hoeft te worden.

De besturingscentrale

De hoofdprint vormt de besturingscentrale van deze voorversterker. Deze bevat eigenlijk verrassend weinig onderdelen. Dat ligt aan de hoge integratiedichtheid van de beide gebruikte IC's. De meeste onderdelen zijn nodig voor het opwekken van de verschillende voedingsspanningen voor het analoge en het digitale gedeelte van de schakeling.

Het digitale gedeelte is opgebouwd rond een microcontroller van het type PIC18LF452 van Microchip [5], die geklokt wordt met behulp van een 10-MHz-kristal. Deze microcontroller werkt met 8 bits brede registers en instructies van 16 bit.

Microchip heeft er bij de naamgeving van de PIC-microcontrollers een beetje een rommeltje van gemaakt. Zo kennen we de PIC14-familie, met onder meer de PIC16F84, PIC16F628,

PIC16F877 en PIC12F675. De hier toegepaste PIC18LF452 hoort dan weer tot de PIC16-familie.

De PIC18LF452 beschikt over een flash-geheugen van 32 Kbyte, 1K5 aan RAM-geheugen en een EEPROM van 256 bytes, ruim voldoende voor de omvangrijke software van dit project. De stack beschikt over 31 niveaus, wat voldoende ruimte biedt voor het gebruik van functies en procedures. Bij de aanroep van een functie of procedure worden alle registers in de stack opgeslagen en zijn daarmee beschikbaar om te worden gebruikt door de aangeroepen routine. Als deze routine klaar is, worden de waarden weer van de stack gelezen en kan het hoofdprogramma worden hervat vanaf de plaats waar de aanroep plaatsvond. Als veel van de aanroep van functies en procedures gebruik wordt gemaakt in een programma, dan kan een te kleine stack al snel overvol raken.

Laten we eerst eens kijken met welke periferie de microcontroller is verbonden. Om te beginnen is er de PGA2311 (IC2). Deze staat met de microcontroller in verbinding via de seriële SPI-bus. Daarnaast worden de lijnen CS (chip select) en MUTE rechtstreeks bestuurd door de microcontroller. Als op de MUTE-ingang een laag niveau wordt aangeboden, wordt het audiosignaal volledig onderdrukt. Deze vier lijnen en uitgang SDO van de PGA2311 zijn ook naar buiten gevoerd. Het nut daarvan zal blijken als we gaan bespreken hoe meerdere volumeregelaars in cascade geschakeld kunnen worden. De rest van de D-poort van de microcontroller en de complete C-poort zijn naar buiten gevoerd op connector K5. Deze lijnen zijn voorzien van pullup-weerstand in de vorm van de SIL-weerstandarrays R3 en R4. Op K5 worden de druktoetsen voor de bediening van de voorversterker aangesloten.

Tabel 2. Verschillende typen volumeregelaar-IC's.

Type	Dynamisch bereik in dB	THD+N (%)	Kanaalscheiding in dB	Max. U_{UIT} in V_H
CS3310-KP	116	0,001	-110	7,5
PGA2310PA	120	0,0004	-126	27
PGA2311P	120	0,0004	-130	7,5
PGA2311PA	120	0,0002	-130	7,5



K5 Pen	Functie
1,2...15,16	Kanaal 1...8
17,18	Volume Down
19,20	Volume Up
21,22	Volume Left
23,24	Volume Right

Deze functies zijn zonder verdere uitleg te begrijpen. Maar er zijn nog meer functies beschikbaar, die worden aangestuurd met toetscombinaties. Alle functies zijn ook via een afstandsbediening aan te spreken. IC3 is een 36 kHz infrarood-ontvanger, die zonder enige externe component de lichtsignalen filtert, demoduleert, ontstoort en op TTL-niveau brengt. In de software is een RC5-decoder ingebouwd, zodat alle RC5-afstandsbedieningen (Philips, Grundig, ...) voor het aansturen van deze schakeling geschikt zijn. De infrarood-ontvanger is verbonden met RE2, één van de lijnen van de E-poort.

Er zijn zoveel instelmogelijkheden dat een display noodzakelijk is om, vooral bij het programmeren van de basisinstellingen, het overzicht niet te verliezen. Het display bestaat uit twee regels van 16 tekens en is voorzien van een achtergrondverlichting. De microcontroller bestuurt dit display via de A-poort. Normaal gesproken worden op het display het gekozen ingangskanaal en het ingestelde volume getoond. In de setup-mode wordt het interactief gebruikt bij het instellen van de kanaalnamen en de basisinstellingen van het volume voor elk kanaal.

Pullup-weerstand R10 aan lijn RA4 is nodig omdat deze uitgangslijn een open-drain-output heeft. Zonder pullup-weerstand zou er nooit een '1'-niveau op deze lijn kunnen ontstaan. Met potmeter P1 wordt het contrast van het display ingesteld. P2 dient voor het regelen van de helderheid van de achtergrondverlichting. Met JP3 kan dit instelbereik vergroot worden. De microcontroller kan de achtergrondverlichting in- en uitschakelen via lijn

RE0 en transistor T1.

De microcontroller stuurt ook de relaiskaart aan. Deze wordt aangesloten op K4 van de hoofdprint. De acht lijnen van poort B (RB0...RB7) sturen elk het relais aan voor één van de acht audio-ingangskanalen. Het gedrag van de status-LED (D1) kan via het setup-menu worden ingesteld. We komen daar nog op terug. Dat geldt ook voor de naar buiten gevoerde lijnen MCLR, RB6 en RB7.

De voedingsspanningen van het digitale en het analoge deel van de schakeling zijn uiteraard geheel van elkaar gescheiden. Alleen de massa van beide voedingen moet op een geschikt punt met elkaar worden verbonden. Dat is de functie van jumper JP2. Zowel de enkelvoudige voedingsspanning voor het digitale deel (+5 V) als de symmetrische spanningen voor het analoge deel van de schakeling (± 5 V) zijn gerealiseerd met gewone geïntegreerde spanningsregelaars van het type 7805 respectievelijk 7905. Rondom deze spanningsregelaars treffen we de gebruikelijke buffer- en ontkoppel-elco's en condensatoren aan. Als extra is bij alle voedingsspanningen een zenerdiode van 5,6 V aanwezig. Deze diodes zijn bedoeld als laatste redmiddel voor de situatie dat er per ongeluk toch een te hoge spanning uit de spanningsregelaar zou komen.

Bediening

Na het inschakelen controleert de software of er zinvolle gegevens in de EEPROM aanwezig zijn. Als dat niet het geval is, worden de waarden geïnitieerd met standaardinstellingen. Als wel bruikbare gegevens in de EEPROM aanwezig zijn, dan laadt de microcontroller deze in en gebruikt ze bij het regelen van het volume.

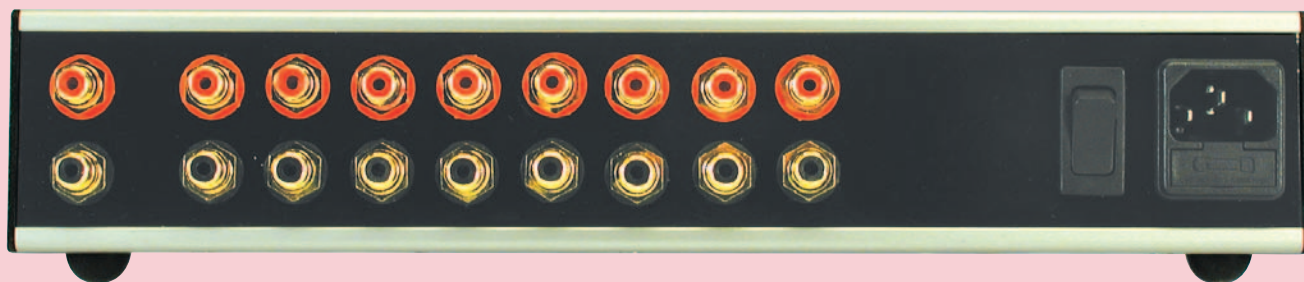
Als één van de toetsen voor het veranderen van de geluidsterkte (*Up*, *Down*, *Left* of *Right*) wordt ingedrukt,

dan controleert de software eerst of deze instelling mogelijk is en of de huidige instelling nog niet gelijk is aan het bovenste of onderste einde van het instelbereik.

Als de *Up*- en *Down*-toets tegelijk worden ingedrukt, wordt de MUTE-functie ingeschakeld. Tegelijk indrukken van de *Left*- en *Right*-toets heeft tot gevolg dat de balansregeling terug in het midden wordt gesteld. (Daarbij wordt dus het huidige niveau van beide kanalen gemiddeld en daarna worden deze kanalen allebei ingesteld op dat gemiddelde.)

Als één van de kanaalkeuzetoetsen (1...8) wordt ingedrukt, dan wordt er omgeschakeld naar het desbetreffende ingangskanaal. Om schakelklikken te voorkomen wordt tijdens het omschakelen de MUTE-functie geactiveerd. Het is in het setup-menu ook mogelijk om te kiezen voor de *Fader*-optie. Als die actief is, wordt bij het omschakelen eerst het volume omlaag geregeld, dan wordt overgeschakeld naar het andere kanaal en daarna wordt het volume weer omhoog geregeld. Omdat de verschillende signaalbronnen meestal ook een verschillende signaalsterkte hebben, kan voor elk kanaal een *Offset* ingesteld worden. Bij het omschakelen wordt de offset van het huidige kanaal afgetrokken van de huidige instelling van de volumeregelaar en vervolgens wordt de offset van het nieuwe kanaal erbij opgeteld om tot de nieuwe waarde te komen waarop het volume wordt ingesteld. Bij een juiste instelling van de offsets blijft het volume dus gelijk bij omschakelen tussen de verschillende geluidsbronnen. Op het display wordt de naam van het gekozen kanaal weergegeven, zoals ingesteld in de setup-mode.

Alle functies van de voorversterker zijn aan te sturen met een RC5-compatibele afstandsbediening. In de setup-mode kunnen alle functies van een beschikbare afstandsbediening vrij



geconfigureerd worden voor gebruik met de voorversterker. Deze instellingen worden door de microcontroller vastgelegd in het EEPROM-geheugen en blijven dus bewaard als het apparaat wordt uitgeschakeld.

Setup

De software beschikt over standaardwaarden (defaults) voor alle instellingen. Die worden ingesteld wanneer het apparaat voor het eerst ingeschakeld wordt. In de setup-mode kunnen deze instellingen aan de eigen behoeften worden aangepast. Als kanaaltoets nummer 1 wordt ingedrukt en vastgehouden bij het inschakelen, komen we in de setup-mode terecht. De setup-instellingen kunnen alleen uitgevoerd worden met de volumetoetsen op het apparaat zelf, de afstandsbediening is daarvoor niet te gebruiken. In de setup-mode hebben deze vier toetsen de volgende betekenis:

DOWN: Volgende keuze
UP: Vorige keuze
LEFT: Exit
RIGHT: Enter

1. RC5 IR-setup

Deze functie leest de RC5-code van een afstandsbediening en geeft die weer op het display. Vervolgens kunnen de toetsen voor 1...8, Down, Up, Left, Right en Mute worden toegewezen.

Defaults

Ingesteld voor een Grundig-afstandsbediening.

Toetsen

LEFT Exit
RIGHT Next

2. RC5 IR-test

Ook deze functie leest de RC5-code van een afstandsbediening en geeft die weer op het display, maar wijst

daarna niet de functies van de toetsen toe. Deze functie is gedacht als controlemogelijkheid voor de afstandsbediening, zonder het risico om per ongeluk de instellingen te veranderen, zoals dat bij functie 1 kan. Deze functie is ook heel goed bruikbaar om RC5-afstandsbedieningen mee te testen.

Toetsen

LEFT Exit

3. Maximum volume

Met deze functie kan het maximaal toegestane volumeniveau in dB ingesteld worden.

Default

+31,5 dB (het maximum)

Toetsen

DOWN Zachter
UP Harder
LEFT Exit

4. Fader

De fader (of *Ramp*) vermindert bij het wisselen van kanaal langzaam het volume tot nul en voert het volume na het omschakelen weer langzaam op. De grootte van de stapjes en de vertraging tussen de stapjes is instelbaar. Deze functie kan niet gebruikt worden in combinatie met de nuldoorgangsdetectie.

Defaults

Use ramp Yes
Ramp delay 15 ms

Toetsen

DOWN Use ramp: Yes/No
Ramp delay: -1 ms
UP Use ramp: Yes/No
Ramp delay: +1 ms
LEFT Exit
RIGHT Next

5. Relais-test

Laat alle relais aantrekken om ze te testen.

6. Input-type

Met deze functie kan gekozen worden tussen 8 kanalen of 2x4 kanalen. Dat kan nuttig zijn om naast de signaallijnen ook de massalijnen om te schakelen. Ook bij gebruik van symmetrische ingangen kan de 2x4-kanaal-mode gebruikt worden. Bij deze instelling worden de relais in paren geschakeld, namelijk RE1 met RE5, RE2 met RE6, RE3 met RE7 en RE4 met RE8.

Default

Single

Toetsen

DOWN Single/Double
UP Single/Double
LEFT Exit

7. Offsets

Voor elk kanaal kan een offset (versterking of verzwakking van het signaal) worden ingesteld, die bij het omschakelen van kanaal naar kanaal wordt toegepast en weer wordt opgeheven. Zo wordt bereikt dat alle signaalbronnen even luid klinken. Als bij het toepassen van de offset een grenswaarde (mute of maximum volume) zou worden overschreden, dan wordt deze niet toegepast.

Defaults

Kanaal 1...8: 0 dB

Toetsen

DOWN -0,5 dB
UP +0,5 dB
LEFT Exit
RIGHT Next

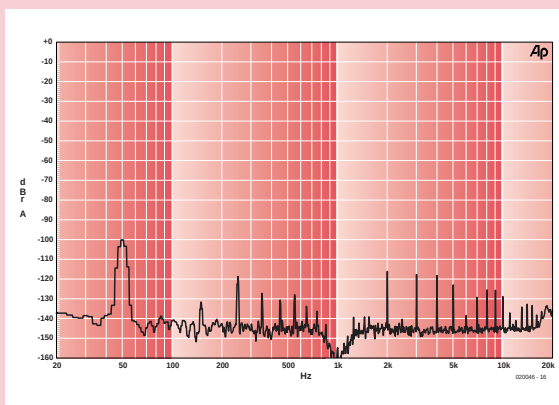
8. Kanaalnamen

Aan elk kanaal kan een naam uit de volgende lijst toegewezen worden: Aux, Aux2, CD, CD2, DAC, DAC2, DVD, DVD2, DVD-Audio, DVD-Audio2, Line, Line2, Phono, Phono2, SACD, SACD2, Tape, Tape2, Tuner, Tuner2, TV, TV2, VCR, VCR2, Video, Video2, Sat, Sat2,

Meetresultaten

Vertrouwen (in datasheets) is goed, maar controle (in het Elektuur-lab) is beter! Een FFT-analyse met een testsignaal van 1 kHz met een amplitude van 1 V_{eff} toont het volgende aan: De grootste bijdrage (-100 dB) in de totale harmonische vervorming van 0,0012 % (gemeten bij een bandbreedte van 20 Hz...20 kHz) is afkomstig van de instraling van de netfrequentie van 50 Hz. De eerste drie harmonischen van het ingangssignaal hebben een sterkte van -116...-118 dB. Als we meten in het bereik van 100 Hz...20 kHz, dan raken we die invloed van de netfrequentie kwijt en komen we op een THD+N van slechts 0,0005% uit. Dat is werkelijk een bijzonder goede waarde!

De harmonischen van het 1-kHz-signaal liggen onder -116 dB.



Om de invloed van de netfrequentie te minimaliseren, verdient het aanbeveling om de netentree en het voedingsgedeelte zo ver mogelijk van de rest van de schakeling op te stellen. Ook het inkapselen van de hoofdprint en de relaisprint in metalen kastjes binnenin de behuizing zou een positief effect kunnen hebben.

DCC, DCC2, MD, MD2, DAT, DAT2, PC, PC2.

Defaults

Kanaal 1: CD
Kanaal 2: Phono
Kanaal 3: DVD
Kanaal 4: SACD
Kanaal 5: DVD-Audio
Kanaal 6: DAC
Kanaal 7: Tape
Kanaal 8: Line

Toetsen

DOWN Volgende naam
UP Vorige naam
LEFT Exit
RIGHT Volgend kanaalnummer

9. Hardware setup

Hier kan het type van de gebruikte hardware ingesteld worden. In feite heeft deze functie alleen invloed op de manier waarop de huidige instellingen worden weergegeven op het display. De mogelijkheden zijn: Normal (complete voorversterker), Input Only (Alleen ingangskeuzeschakelaar) en Volume Only (alleen volumeregelaar).

Default

Normal

Toetsen

DOWN Normal / Input only / Volume only
UP Normal / Input only / Volume only
LEFT Exit

10. LED setup

Voor het instellen van het gedrag van de LED. De mogelijkheden zijn: Delay off, Always off en Always on.

Default

Delay off

Toetsen

DOWN Delay off / Always off / Always on
UP Delay off / Always off / Always on
LEFT Exit

11. LCD setup

Voor het instellen van het gedrag van de achtergrondverlichting van het LCD-display. De mogelijkheden zijn ook hier: Delay off, Always off en Always on.

Default

Delay off

Toetsen

DOWN Delay off / Always off / Always on
UP Delay off / Always off / Always on
LEFT Exit

12. Powerup volume

Hier vinden we twee instellingen die het inschakelgedrag van de voorversterker bepalen. Ten eerste kan worden gekozen voor de instellingen: Last (laatste ingestelde waarde van het volume voor het uitschakelen), Mute, Mute -> Last (eerst mute en pas na het indrukken van een toets de onthou-

den laatste stand van de volumeregelaar) en Preset (een ingeprogrammeerde, vaste beginwaarde). Ten tweede kan het preset-niveau worden geprogrammeerd. Door de UP- of de DOWN-toets in te drukken wordt de huidige instelling van de volumeregelaar vastgelegd als preset-waarde.

Defaults

Last
Preset values: Mute, Mute

Toetsen

DOWN Last / Mute / Mute -> Last / Preset - set actual volume as preset
UP Last / Mute / Mute -> Last / Preset - set actual volume as preset
LEFT Exit
RIGHT Next

13. Restore Defaults

Zet alle parameters van de voorversterker terug op de default waarden. Dat is hetzelfde wat er gebeurt wanneer bij het inschakelen geen zinvolle waarden in de EEPROM gevonden worden.

Defaults

Volume: Mute
Kanaal: 1
Rest: Zie boven

In de volgende uitgave gaan we verder met de overige delen van de voorversterker, zoals de ingangskeuzeprijs en de voeding.

(020046-1)

Meetresultaten bij een versterking van 1 maal (0 dB)

Nominale gevoeligheid	200 mV	
Nominale uitgangsspanning	200 mV	
Maximale uitgangsspanning	2,4 V _{eff} (THD+N = 0,01 %)	
Ingangsimpedantie	10 kΩ (gekozen ingang)	
	∞ (niet-gekozen ingang)	
Uitgangsimpedantie	<0,6 Ω	
Bandbreedte*	0...3 MHz	
	0...150 kHz (Versterking 31,5 dB)	
Harmonische vervorming THD+N*	0,0005 % (1 kHz, B = 100 Hz ... 22 kHz)	
	0,0012 % (1 kHz, B = 80 kHz)	
	0,002 % (20 Hz ... 20 kHz, B = 80 kHz)	
Signaal/ruisverhouding S/N*	100 dB (B = 22 kHz)	
	113 dBA	<88 dB (20 kHz)
Kanaalscheiding**	>88 dB (1 kHz)	
	>62 dB (20 kHz)	
Overspraak**	<98 dB (1 kHz)	

* bij 1 V uitgangsspanning

** Gemeten ingang afgesloten met 560 Ω

Literatuur

- [1] <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/pga2311.html>
- [2] www.jeffrowland.com/Concentra%20Page.htm
- [3] www.jeffrowland.com/dacs.htm
- [4] High-end-volumeregelaar, *Elektuur* oktober 2000
- [5] www.cirrus.com/en/pubs/rdDatasheet/3310.pdf
- [5] www.microchip.com/download/lit/pline/picmicro/families/18fxx2/39564b.pdf

— Advertentie

Elektuur- jaargangen op harddisk

Handig werken met Diskmirror

Harry Baggen

De onlangs verschenen Elektuur jaar-gang-CD 2003 biedt een nieuwe mogelijkheid om nog comfortabeler te kunnen werken met meerdere jaargangen. Alle CD's kunnen nu naar harddisk worden gekopieerd door middel van het meegeleverde programma Diskmirror. Met enkele trucs kan dat zelfs met relatief weinig harddisk-ruimte.

De jaargang-CD's van Elektuur worden inmiddels al tien jaar uitgebracht en vormen een handige en compacte mogelijkheid om alle Elektuur-artikelen te archiveren en te doorzoeken. Eén nadeel hadden de jaargang-CD's tot nu toe. Wilde je een andere jaargang bekijken, dan moest weer de CD-ROM in de drive worden verwisseld. Zonder speciale hulpmiddelen was het niet mogelijk om de inhoud van de jaargang-CD's te kopiëren naar harddisk en ze vanaf daar te gebruiken.

Dat hebben we veranderd met de introductie van de nieuwste CD in deze reeks. Het op de jaargang-CD 2003 aanwezige programma **Diskmirror** biedt nu voor het eerst de mogelijkheid om de bestanden van (bijna) alle jaargangen te kopiëren naar harddisk en ze van daaruit te gebruiken. Een restrictie moeten we maken voor de eerste CD's met de jaargangen 94, 95 en 96. Die zijn in een compleet afwijkend dataformaat opgezet en niet compatibel met ons huidige formaat. Ze kunnen overigens wel worden gekopieerd naar harddisk, maar u

moet ze dan starten via hun eigen programma.

Voor het kopiëren van alle jaargang-CD's van 1997 t/m 2003 is een harddisk-ruimte van circa 3 Gbyte nodig. Vergeleken met de huidige harddisk-capaciteiten is dat heel weinig, maar we kunnen ons voorstellen dat bezitters van een wat oudere PC daar wel problemen mee hebben.

Aangezien op alle CD's de artikelen in vier talen zijn opgeslagen (Elektuur verschijnt immers in Duitsland, Engeland, Frankrijk en Nederland/België), is het mogelijk om bij het kopiëren van 1998 t/m 2003 alleen de bestanden voor één taal te selecteren.

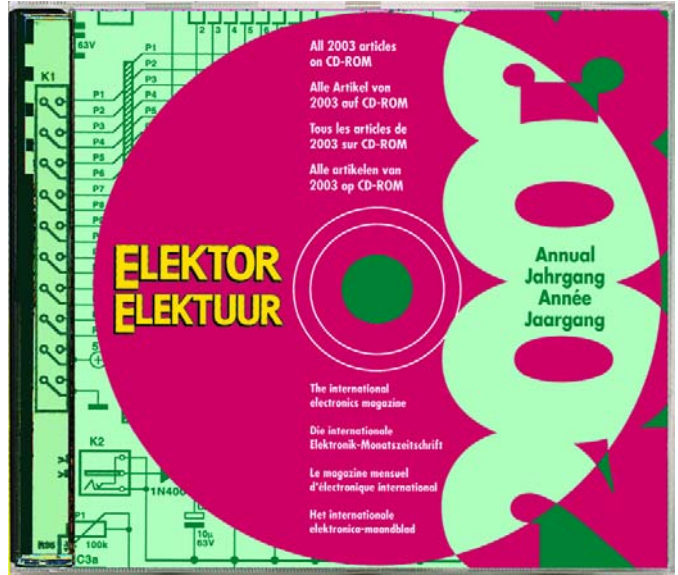
Maak eerst voor alle aanwezige CD's vanaf 1998 een map op de harde schijf aan, zoals *Elek_98*, *Elek_99*, enz. Eventueel kunt u deze samen in een verzamelpap onderbrengen. Maak nu in elke jaarmap een map met de naam *Articles* aan. Kopieer in iedere jaarmap vervolgens het programma *easetup.exe* van de bijbehorende CD en kopieer daarna de map *N* van die CD (met complete inhoud) naar de map *Articles* op de harddisk.

Deze map *N* is op de CD te vinden in de map *Articles* en bevat alle Nederlandstalige artikelen.

Op deze wijze blijft de totale omvang van alle bestanden beperkt tot circa 1,1 Gbyte en dat is toch een hele besparing!

Let er op dat u na het kopiëren van de bestanden in Diskmirror de juiste lokaties aanwijst waar het programma de verschillende jaargangen kan vinden.

(040068)

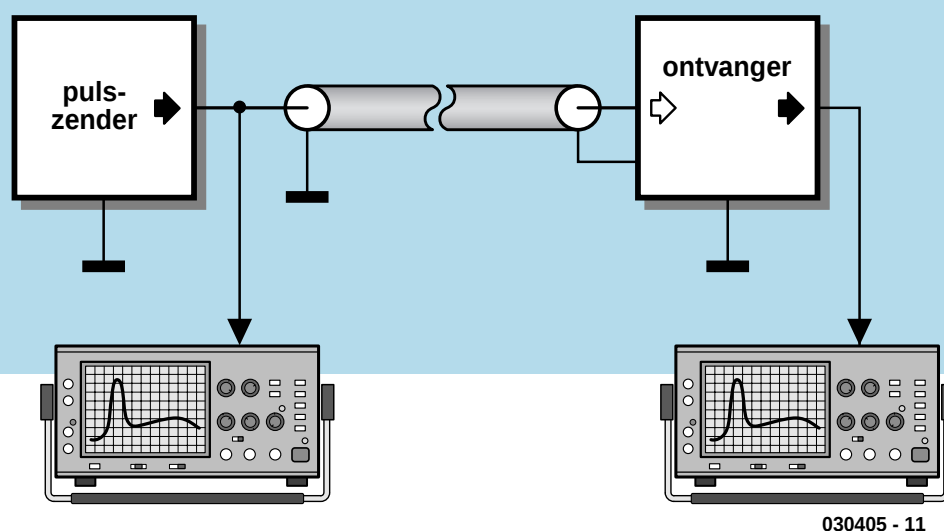



$$W \geq \frac{U+V}{1+U\frac{V}{C^2}}$$

Project **c+**

Gegevensoverdracht sneller dan het licht

Elektuur is zoals bekend een internationaal tijdschrift en beschikt over uitstekende relaties in het Verre Oosten. Via een van die netwerken heeft de redactie uit eerste hand informatie verkregen over een geheim project in Japan. Het gaat hier om het zogenaamde project **c+**. Hierbij is de letter c bewust klein geschreven omdat we het hier niet over de programmeertaal C hebben, maar over het overschrijden van de lichtsnelheid.



Figuur 1. Testopzet van het project c+.

Het doel van dit project is het versturen van gegevens met een grotere snelheid dan de lichtsnelheid. Als het lukt om dit revolutionaire idee te verwezenlijken, dan gaat hierdoor natuurlijk ook het klassieke causaliteitsbeginsel voor de bijl. Het Elektuur-lab is erin geslaagd om uit spaarzame informatie een schakeling te ontwikkelen die dit alles aanschouwelijk en begrijpelijk maakt.

Gevolg eerder dan oorzaak

In **figuur 1** is de experimentele opstelling te zien. Een zender stuurt een puls door een medium (bijvoorbeeld een glasvezel of een kabel) naar een ontvanger. Daar wordt de puls eventueel versterkt en op een scoop (of een ander meetapparaat) weergegeven. Ook de verzonden puls wordt met een meetapparaat gecontroleerd. Het doel van het project c+ is om in het medium een zo groot mogelijke voortplantings-snelheid te realiseren.

Het eerste doel was om een snelheid hoger dan het licht te bereiken. Het was al bekend dat dergelijke fenomenen op het gebied van de anormale dispersie te verwachten waren. Als de transportsnelheid nog verder verhoogd wordt, dan is het misschien zelfs mogelijk dat het signaal door de ontvanger wordt ontvangen voordat het de zender heeft verlaten. Het signaal loopt dan bij wijze van spreken

terug in de tijd! Dat zou een technische doorbraak zijn, die niet alleen voor de industrie maar ook voor de semiprofessionele ontwerper van groot belang zou zijn.

De doorbraak

Uit het hier behandelde fenomeen moge blijken dat vooruitgang wel eens uit een onverwachte hoek komt. Normaal gesproken zou je verrassingen verwachten bij hoge frequenties en femto-seconden, maar hier was dat niet het geval. Toen een onderzoeker bij vergissing mHz (milliherz) intoetste in plaats van MHz (megahertz) gebeurde er iets totaal onverwachts. Een schier ongelooflijk snelle overdracht, zo snel dat de pulsen aankomen voordat zij verzonden worden. Het bleek bijzonder belangrijk om met 'zachte' pulsen te werken, die dus geen hoge frequenties bevatten. Vaklieden spreken hierbij in navolging van het oude Chinese orakel over I-Ching-pulsen. Gecombineerd met een geschikt transportmedium kon zo de beslissende stap genomen worden. Daarbij wordt het medium in een frequentiebereik gebruikt waarvoor het eigenlijk niet bedoeld is. Deze keer liggen de frequenties dus niet boven het gespecificeerde bereik, maar ver daaronder.

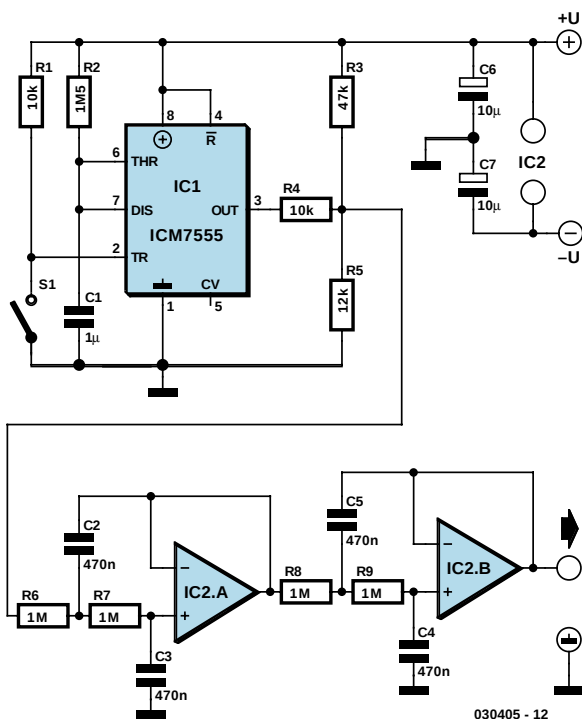
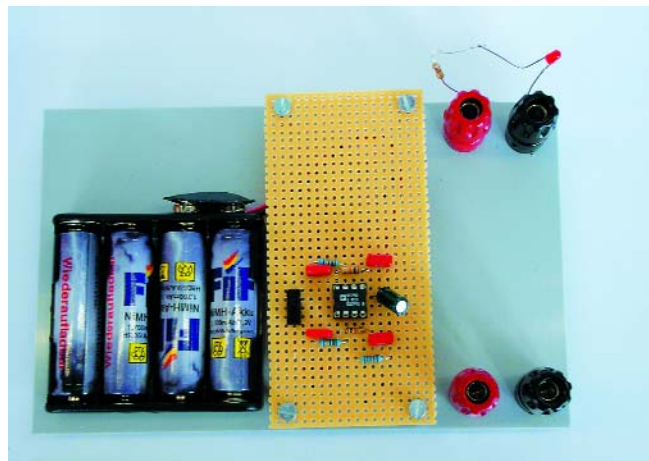
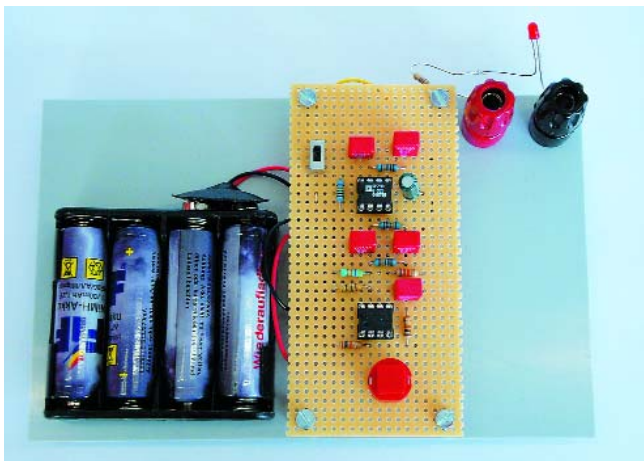
Eigen experimenten

Opdat de enthousiaste elektronicus zich zelf ook eens kan inleven in deze

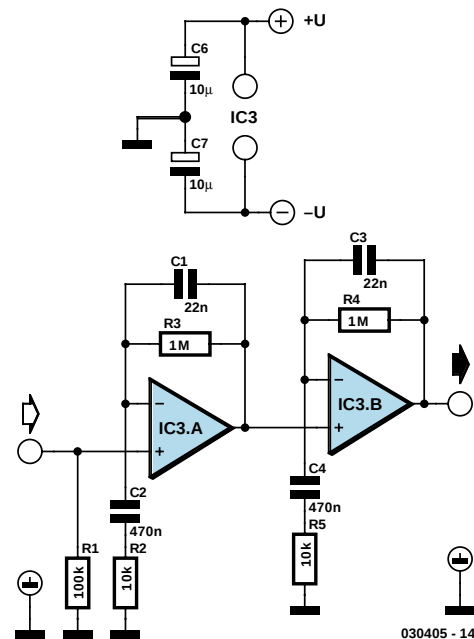
pogingen, heeft het Elektuur-lab een pulsgenerator ontwikkeld voor I-Ching-pulsen die gemakkelijk na te bouwen is. Desondanks is het resultaat verbluffend. De pulsgenerator van **figuur 2** bestaat uit een simpele CMOS-timer 555 gevolgd door een dubbel banddoorlaatfilter dat zorgt voor een zachte puls. Het is van groot belang om geselecteerde gepaarde componenten te gebruiken. De condensatoren moeten 1% folietypen zijn van zeer goede kwaliteit. Ook de 1-M Ω -weerstand moeten 1% metaalfilmweerstand zijn, bij voorkeur gepaard. De extra zorg besteed aan de keuze van de belangrijkste componenten, dat weten de echte audiofielen, is snel terugverdiend.

Voor de voedingsspanning zijn er twee mogelijkheden: Bij een symmetrische voeding van $\pm 4,8$ V (acht NiMH-accu's) kan een simpele dubbel-opamp TL082 worden toegepast. De schakeling kan echter ook asymmetrisch gevoed worden vanuit +4,8 V (vier accu's). In dat geval moet de minpool van de accu verbonden worden met de massa-aansluiting en de negatieve voedingsspanning. Dan is wel beslist een precisie rail-to-rail-opamp nodig, bijvoorbeeld de OP290.

Als de schakeling is gebouwd, kan de pulsform aan de uitgang OUT gecontroleerd worden. Steeds als drukknop S1 wordt ingedrukt, moet er een puls uit komen volgens **figuur 3**. Let op de schaalverdeling, elk vakje komt overeen met een seconde.



Figuur 2. De I-Ching-generator wordt opgebouwd met precisie-onderdelen.



Figuur 4. Schema van de repeater-versterker.

Het medium

Zoals altijd bij onbegrijpelijke fenomenen is ook voor het project c+ een medium met uitstekende, bijna paranormale eigenschappen nodig. Proeven in het Elektuur-lab hebben tot ieders verbazing aangetoond dat een aderpaar van een twisted-pair 110 Mbit Ethernet-kabel (CAT5) in het frequentiegebied beneden 1 Hz precies de gewenste eigenschappen heeft voor gegevensoverdracht sneller dan de lichtsnelheid.

Een lengte van 400 m bleek voldoende om de hier beschreven pogingen en observaties te reproduceren. De puls wordt echter wel verzwakt, juist bij de lagere frequenties, waardoor een repe-

ater-versterker nodig is. De schakeling van de repeater-versterker in **figuur 4** lijkt qua opzet op het schema van de signaalgenerator. Ook hier gelden dezelfde eisen aan de onderdelen als bij de signaalgenerator. Ook de voedingsspanning kan hetzij bipolair met een TL082 danwel unipolair met een OP290 worden uitgevoerd. Als het geheel zorgvuldig is gebouwd, kunnen we gaan testen.

Het ongelooflijke wordt waarheid!

De afzonderlijke delen worden nu volgens **figuur 5** met elkaar verbonden. Om de pulsen te controleren kunnen

LED's worden gebruikt of, zoals hier, een scope. Dan kunnen de verzonden puls en de geregenereerde ontvangen puls goed bestudeerd worden. Druk nu kort op schakelaar S1, dan gebeurt het bijna onmogelijke: Eerst brandt de ontvanger-LED en pas daarna de zender-LED. Hier is dus geen sprake van een simpele oversturing. Met de scope kan de pulsvorm nauwkeurig gecontroleerd worden. Het resultaat is in **figuur 6** goed te zien.

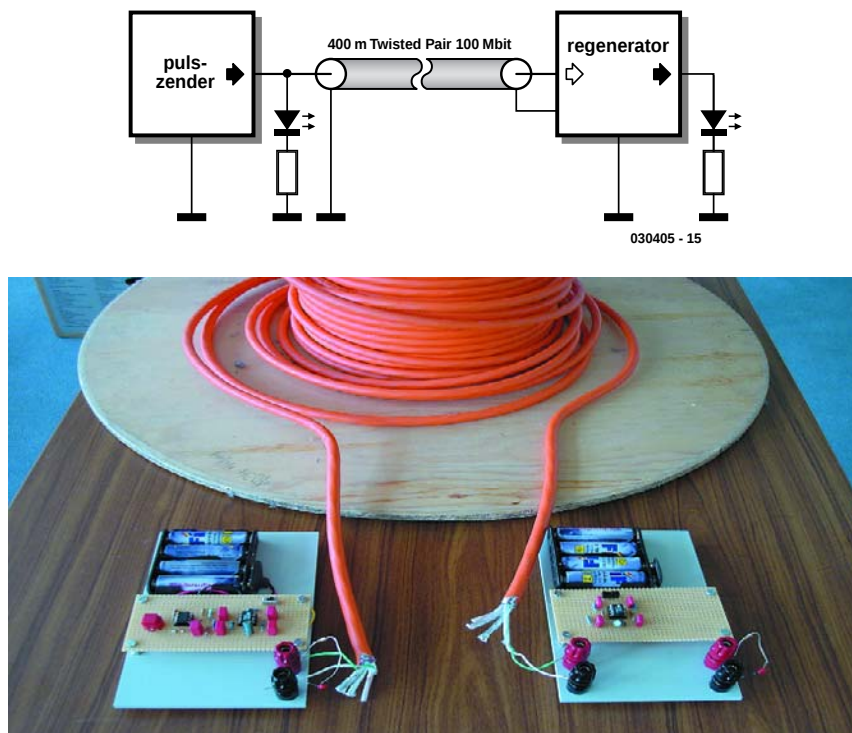
De puls komt inderdaad ongeveer 0,4 seconde vroeger uit de repeater dan uit de zender. En hiermee is het zo belangrijke causaliteitsprincipe van de fysica onderuit gehaald.

Nu is het voor technische toepassingen wel nodig om niet alleen maar een

Zicht op een revolutie

De praktische resultaten hebben duidelijk aangetoond dat niet-causaal gegevenstransport met een grotere snelheid dan het licht mogelijk is. Een negatieve looptijd op het systeem kabel+repeater van 0,4 s kan zonder problemen bereikt worden. Omdat het systeem kabel+repeater een lineair tijdinvariant systeem is, kunnen er meerdere in serie geschakeld worden om een gewenste negatieve looptijd te krijgen. Daarmee staat er niets meer in de weg voor toepassing in de telecommunicatie. Er zijn computers denkbaar die vragen beantwoorden nog voordat ze gesteld worden! Het oude Chinese spreekwoord "Niets is moeilijker te voorspellen dan de toekomst" verliest hier even goed zijn geldigheid als het Westerse causaliteitsdenken.

Een belangrijk probleem is echter nog de lage transportsnelheid van 0,5 bit per seconde. Er is nog enorm veel onderzoek nodig om deze nieuwe I-Ching-technologie ook bij klokfrequenties van enige GHz te kunnen toepassen. Maar men moet vertrouwen in de toekomst hebben.



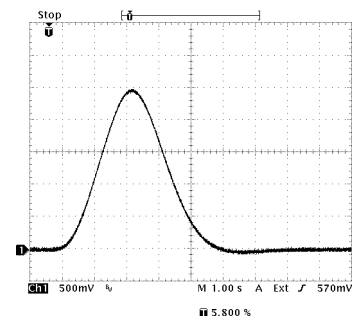
Figuur 5. Proefopbouw met een geschikt medium en twee LED's om het signaal te controleren. Hier kan ook een 2-kanaals-scoop worden toegepast.

enkele puls te sturen, maar gegevens. Ook dat is met deze schakeling mogelijk en de gegevens komen weer aan voordat ze verzonden zijn. Daarvoor is een aanpassing van de zendschakeling nodig, zodat er random pulsen worden verzonden. Het resultaat van de meting is weer te zien in **figuur 7**. Het is verbazingwekkend om te zien dat, wat er ook verzonden wordt, de ontvanger de gegevens steeds al binnen heeft voordat ze verzonden werden. De overeenkomende hellingen van de pulsen zijn altijd eerst in de ontvanger te zien en dan pas in de zender. En daarbij worden de pulsen nauwelijks vervormd! Dus voor alle sceptici: soldeerbout aanzetten en aan het werk! Die kleine moeite wordt

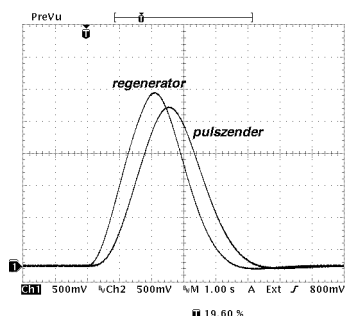
beloond met een fantastische ervaring van deze verbluffende techniek, die zeker gaat zorgen voor geheel nieuwe perspectieven in de telecommunicatie en computertechniek.

(030405)

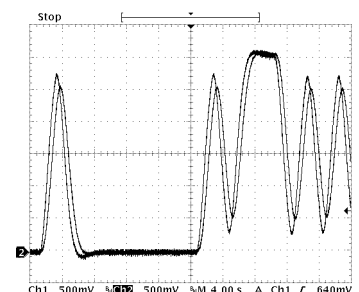
Volgende maand sluiten we dit verhaal af met de achterliggende theorie.



Figuur 3. Een zendpuls op de scoop.



Figuur 6. De puls wordt ontvangen voordat er gezonden wordt.



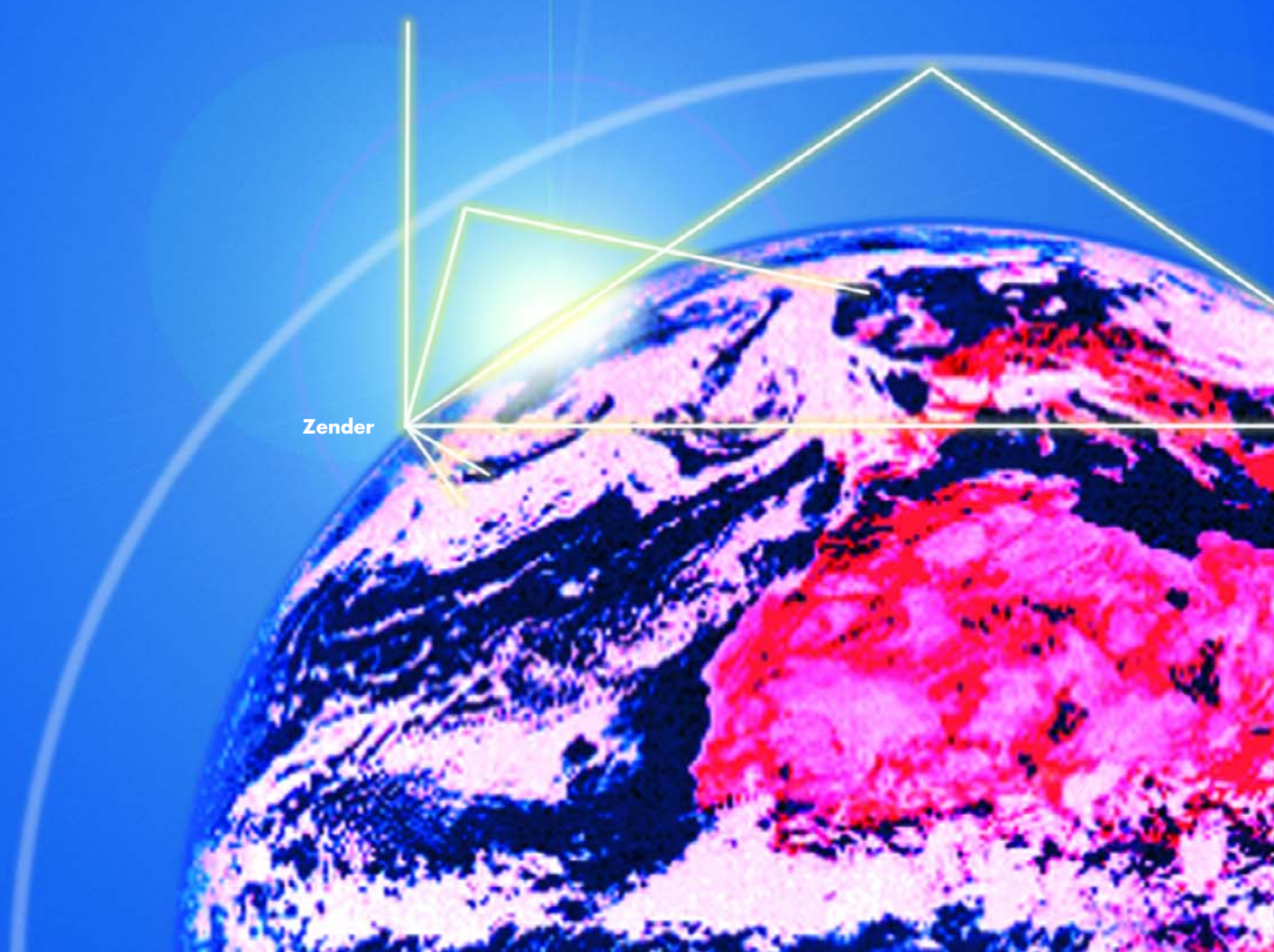
Figuur 7. Low-speed-gegevenstransport met foute causaliteit: gevolg eerder dan oorzaak!

Burkhard Kainka

OPGEPIKT

Antennes en filters voor DRM-ontvangst

Voor de eerste ontvangstresultaten van de zelfgebouwde DRM-ontvanger volstaat als antenne een eenvoudig stuk draad. Maar wie op zoek is naar een serieuze antenne, zal hier een aantal nuttige aanwijzingen vinden.



Zender

Radiogolven in het microgolf-gebied planten zich voort in een rechte lijn, zoals licht. De radioverbinding eindigt bij een obstakel of bij de horizon die, afhankelijk van de antennehoogte, zelden verder zal liggen dan 100 km. Radiogolven met een frequentie beneden 30 MHz gedragen zich daarentegen geheel anders en planten zich via verschillende wegen voort. Maar deze gecompliceerde propagatie kent ook minder gunstige eigenschappen, zoals snelle sterktefluctuaties, selectieve fading en grote reikwijdteverschillen tussen dag en nacht.

Straling en voortplanting

Bij de voortplanting (propagatie) van radiogolven in het kortegolfgebied speelt de ionosfeer een belangrijke rol. Bepaalde luchtlagen op grote hoogte worden door de zon geïoniseerd. De ionosfeer ontstaat doordat de deeltjes- en gammastraling van de zon lucht moleculen treffen, waardoor elektronen worden losgemaakt en het molecuul een ion wordt. Een dergelijke luchtslaag is zwak geleidend en werkt voor bepaalde frequenties als een spiegel. Voor een goede werking van de spiegel is een lage instraalhoek van de radiogolven ten opzichte van de luchtslaag belangrijk. Als de radiogolven bijna loodrecht op de luchtslaag instralen, of als de frequentie van de radiogolven te hoog is, dan zal de luchtslaag de radiogolven niet meer weerkaatsen maar doorlaten. Meestal zijn meerdere luchtlagen op verschillende hoogten tegelijk geïoniseerd. De verschillende luchtlagen hebben elk net weer iets verschillende eigenschappen.

Een kortegolfzender kan, afhankelijk van de antennehoogte, worden ontvangen door middel van de directe golf (ook wel grondgolf genoemd) tot een afstand van maximaal 100 km. Bij een grotere afstand verdwijnt de zender achter de horizon vanwege de kromming van de aarde. Een verbinding via de grondgolf is dan niet meer mogelijk. Vanaf een bepaalde minimale afstand zijn de gereflecteerde radiogolven te ontvangen (zie **figuur 1**). Tussen deze twee afstanden ligt een dode zone waarin de grondgolf niet meer en de gereflecteerde golf nog niet kan worden ontvangen. In dit gebied kunnen de opgestraalde radiogolven nog niet worden teruggekaatst omdat deze te steil op de reflecterende luchtslaag invallen. De zender straalt onder deze hoek wel energie

uit, maar deze straling verlaat ongebruikt de atmosfeer.

De minimale afstand die nodig is om gebruik te maken van de gereflecteerde golf varieert per uur van de dag. Maar ook de zonneactiviteit, die een cyclus kent van circa 11 jaar, is hierop van invloed. Voor hogere frequenties is de dode zone in verhouding groter. Zo bedraagt overdag bij 6 MHz deze dode afstand ongeveer 200 km en bij 15 MHz ongeveer 1000 km. Tijdens de nacht breidt deze zone zich geleidelijk uit, maar tegelijkertijd neemt de reikwijdte van de zender toe. Zo kan het gebeuren dat een zender die overdag nog goed was te ontvangen, in de avond langzaam in de dode zone verdwijnt. Vaak wordt een bepaald radioprogramma ook op een andere frequentieband uitgezonden (zoals bij de BBC, RNW etc.) en bestaat de mogelijkheid om uit te wijken naar een lagere frequentieband.

In de meeste gevallen komen de radiogolven langs meer dan één weg naar de ontvanger. De verschillende gereflecteerde signalen hebben onderlinge faseverschillen die kunnen resulteren in gedeeltelijke versterking of uitdemping van het signaal. Bovendien komen in het kortegolfgebied soms zeer snelle schommelingen van de veldsterkte voor. Vaak is deze sterkteschommeling (fading) zodanig frequentiespecifiek dat bij AM-ontvangst een vervelende vervorming optreedt. Dat komt omdat bijvoorbeeld op een bepaald moment de draaggolf van het signaal vrijwel verdwenen is, terwijl de zijbanden nog sterk worden ontvangen. Ook DRM (de nieuwe digitale radio-uitzendingen) is onderhevig aan deze selectieve fading. Maar het hierbij gebruikte modulatie- en coderingssysteem is zo robuust dat een gedeeltelijk signaalverlies niet hinderlijk is. Zelfs een diepe inbreuk op het DRM-spectrum, zoals het geheel verdwijnen van een frequentiegebiedje, wordt nog goed verwerkt, dankzij een uitstekende foutcontrole. De ontvangst van de middengolf, maar ook van de kortegolf, wordt door DRM weer echt spannend. Er is al een behoorlijk aantal stations actief (zie **tabel 1**) en er komen nog regelmatig nieuwe zenders bij. De actuele stand van zaken is ook te volgen op www.drm-info.de.

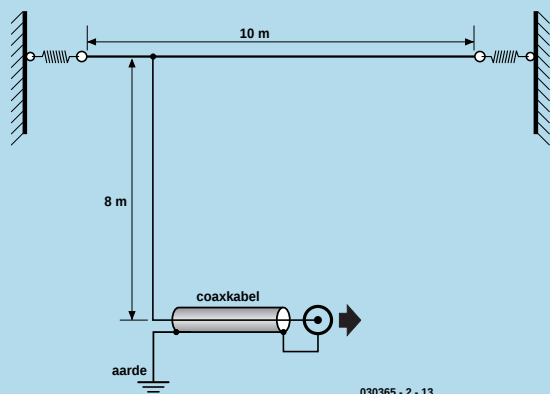
Lange draad

Voor de ontvangst van sterke middengolfzenders is vaak een spriet-antenne al ruim voldoende. Maar om ook verafgelegen stations goed te kunnen ontvangen is een lange draadantenne veel geschikter. Deze draadantenne wordt bij voorkeur buitenshuis, zo hoog mogelijk en zo ver mogelijk verwijderd van andere objecten opgehangen. In en rond het huis is vaak een stoorveld aanwezig dat wordt veroorzaakt door allerlei apparaten die continu in bedrijf zijn. Het is dus goed om de antenne zo ver mogelijk van het huis af te plaatsen. Theoretisch is een langdraad-antenne onderhevig aan resonanties, waarbij een goede aarde als tegenwicht belangrijk is. In de praktijk voldoet een draadantenne met een lengte van 10 meter uitstekend. Als de ontvanger in de buurt van een raam of bij een buitenmuur van het huis staat, wordt de antennedraad meestal direct naar binnen gevoerd en verbonden met de binnenste bus van de antennesteker. Maar als in huis een langere weg moet worden overbrugd, kan in huis beter coaxkabel worden gebruikt waarbij de mantel direct bij de ontvanger met aarde wordt verbonden (zie **figuur 2**). Of hiervoor 50-Ω- of 75-Ω-kabel wordt gebruikt, is niet van belang. Bij ontvangstantennes zijn deze zaken nu eenmaal minder kritisch dan bij zendantennes. De antenne heeft sowieso een frequentieafhankelijke complexe

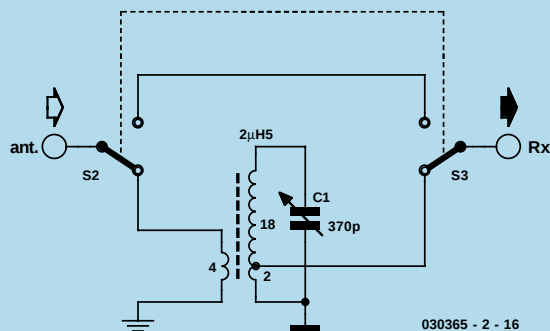
Ontvanger

Figuur 1. De propagatie van radiosignalen langs verschillende wegen.

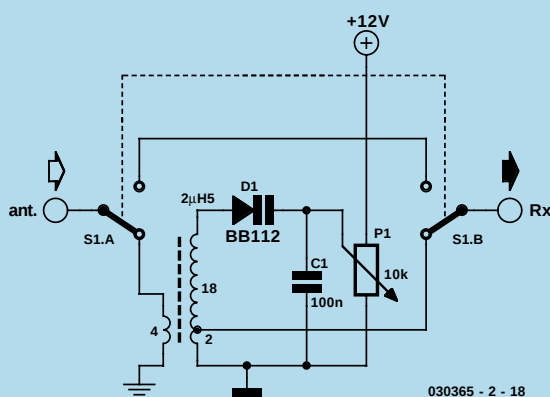
Figuur 2. Een voorbeeld van een langdraad-antenne waarop een coaxkabel is aangesloten.



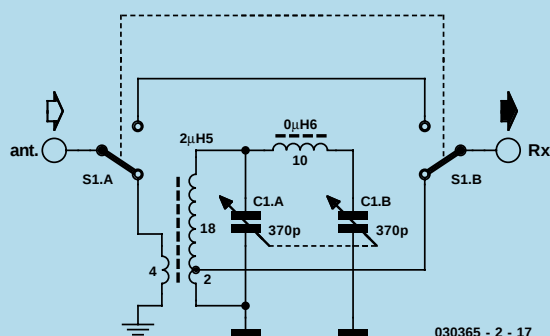
Figuur 3. Een afstembare kring als preselector.



Figuur 4. Een varicap vervangt hier de draaicondensator.



Figuur 5. De afstemming van 3...30 MHz met een dubbele resonantiekling.



impedantie met enkele resonanties en afwisselend inductief en capacitief gedrag. De coaxkabel heeft door zijn lengte zelf ook nog resonanties omdat de antenne niet juist is aangepast op de karakteristieke impedantie van de kabel. Bovendien werkt de coaxkabel ook nog eens als frequentieafhankelijke impedantie-transformator. De ontvanger merkt daar echter maar weinig van, omdat sterkteverschillen van rond de 10 dB bij ontvangst meestal marginaal zijn.

Omdat de antenne voortdurend beweegt in de wind, wordt hiervoor soepel litze-draad gebruikt. Om de ohmse verliezen laag te houden en ook enige mechanische sterkte te bereiken, is een draaddoorsnede van 0,75 mm² of meer aan te raden. Goed geschikt zijn bijvoorbeeld een ader uit een voldoende lange netkabel of luidsprekerkabel.

Wie het opbouwen van een antenne schuwt of te weinig mogelijkheden hiervoor heeft, kan soms terugvallen op bestaande middelen. Een in gebruik zijnde televisie- of FM-antenne ontvangt meestal niet alleen het gewenste signaal, maar ook de gehele midden- en kortegolf. Een buitenantenne ontvangt bijna altijd meer dan een binnenantenne. Ook kan soms de kabel van een vergeten antenne worden gebruikt. De kabel fungeert dan in zijn geheel (mantel en kern met elkaar verbonden) als een verticale antenne. Voor frequenties boven 15 MHz presteert een dergelijke antenne zelfs beter dan een langdraad-antenne.

Preselectie

Een langdraad-antenne werkt breedbandig en ontvangt het hele spectrum van 0,5...22 MHz met relatief gelijke sterkte. De antenne zelf hoeft dus niet te worden afgestemd. Enige filterwerking vóór de ontvanger is echter wenselijk. Elke ontvanger die is opgebouwd volgens het superheterodyne-principe heeft aan de ingang van de eerste mixer twee ontvangstfrequenties: de gewenste frequentie en de spiegelfrequentie. De DRM-ontvanger is daar geen uitzondering op. De spiegelfrequentie ligt op een afstand van twee maal de middenfrequentie (2 x 455 kHz = 910 kHz) boven de ontvangstfrequentie. Bij ontvangers met een schakelende mixer (zoals de diode-ringmixer in de DRM-ontvanger) worden deingangssignalen ook nog eens gemengd met alle oneven harmonischen van de lokale oscillator. Bij ontvangst van de middengolf resulteert de gelijktijdige ontvangst van sterke kortegolf-omroepstations in vervorming en hinderlijke bijgeluiden. Daarom is in bijna alle gevallen filtering van het antennesignaal (preselectie) belangrijk voor een goede en stabiele ontvangst.

Vaak is een antennefilter afstembaar. Een dergelijke preselector is in de zendamateur-vakhandel te koop, maar het zelf bouwen loont ook hier zeker de moeite.

Afstembaar

Bij het antennefilter wordt natuurlijk gebruik gemaakt van een afgestemde kring (figuur 3). De benodigde spoel kan gemakkelijk zelf worden gewikkeld en kan worden uitgevoerd als luchtspoel of als spoel met een ferriet- of poederijzer-kern. De draaddikte speelt bij een dergelijk spoel niet echt een belangrijke rol. Voor kleine spoelen kan koperlakdraad met een doorsnede van 0,3...0,7 mm worden gebruikt. Grotere luchtspoelen hebben iets dikker draad nodig om mechanisch voldoende stabiel te blijven.

Met een spoelvorm van 8 mm diameter en een wikkeling van

20 windingen met een totale lengte van 10 mm wordt een zelf-inductie van 2,5 μH bereikt. Een parallel geschakelde draai-condensator van 370 pF zorgt voor een onderste resonantiefrequentie van ongeveer 5 MHz. Hiermee kan dus worden afgestemd vanaf de 49-m-band en hoger, tot ongeveer 10 MHz. Een aftakking op de spoel bij de tweede winding levert een passende impedantie op voor de ontvanger. De antenne kan worden aangesloten via een koppelspoel met 2 tot 4 windingen. Als de koppelspoel zodanig wordt geconstrueerd dat deze verschoven kan worden, dan is de koppeling variabel. Op deze manier kan proefondervindelijk de optimale koppelfactor worden gevonden. Een vastere koppeling resulteert in een hogere signaalspanning, maar tegelijkertijd ook in een slechte Q-factor en daarmee tot een matige demping van de spiegelfrequentie. Wanneer een korte antenne (sprietantenne) wordt gebruikt, zal de koppeling vast moeten worden. De antenne kan dan direct aan de hete kant van de kring worden aangesloten. De hier aangegeven resonantiekring heeft een redelijke hoge Q-factor (typisch 50). Daarmee wordt een bandbreedte bereikt van 120 kHz bij een frequentie van 6 MHz. De draai-condensator moet daarom precies kunnen worden ingesteld. Bij de DRM-ontvanger is de signaalsterkte goed te zien op het beeldscherm. Omdat de weergave van het signaal op het beeldscherm echter vertraagd is, mag het afstemmen niet te snel gebeuren. Als de line-in-aansluiting van de geluidskaart direct wordt doorgeschakeld naar de luidsprekers, is een directe akoestische controle van de afstemming mogelijk. Het ongedecodeerde signaal is goed hoorbaar en maakt een snellere afstemming mogelijk. Als de preselector wordt ingebouwd in een kastje, dan kunnen de belangrijkste frequenties op een afstemschaal worden genoteerd.

In **figuur 4** is een resonantiekring te zien waarin een varicap met hoge capaciteit (BB112) de plaats van de draai-condensator inneemt. Hierbij is een stabiele en bromvrije afstemspanning natuurlijk van groot belang, omdat anders ongewenste fasemodulatie van het ontvangen signaal kan plaatsvinden. Het frequentiebereik van de afstemming met een draai-condensator is meestal niet groter dan 1:3. Om een groter afstemme-bereik te realiseren kunnen meerdere spoelen en een keuzeschakelaar worden gebruikt. Een alternatieve oplossing komt uit de hoek van de zendamateurs, die een soortgelijk probleem hebben. De amateurbanden (3,5...29,7 MHz) bestrijken op de frequentieschaal bijna een decade (frequentieverhouding 1:10). De preselector wordt hier soms gerealiseerd door het gebruik van twee resonantiekringen die in principe twee verschillende resonanties hebben. In **figuur 5** is hiervoor een beproefde schakeling te zien. De schakeling is uitgevoerd met een dubbele draai-condensator en een tweede spoel van 10 windingen. Hierdoor heeft het filter bij elke afstemming twee doorlaatfrequenties. De extra doorlaatfrequentie ligt ver verwijderd van de spiegelfrequentie. Een draai-condensator met luchtisolatie is niet zo gemakkelijk meer verkrijgbaar. In elke oude buizenradio is er een te vinden, maar om de radio alleen vanwege de draai-condensator op te offeren, is voor velen waarschijnlijk een brug te ver. Gelukkig zijn er nog steeds een paar adressen waar een dergelijke draai-condensator te koop is.

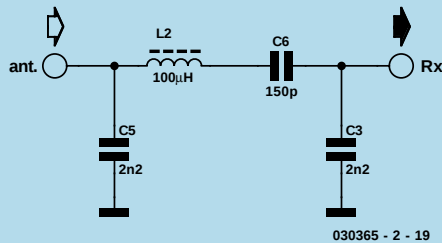
Vast afgestemd

Een alternatief voor een afstembaar filter is het gebruik van een vast banddoorlaatfilter. In het middengolfgebied bijvoorbeeld is vaak maar een kleine subband van belang. De schake-

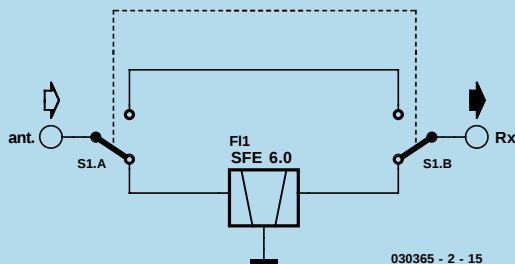
Tabel 1 DRM-zenders en frequenties

On the air	Frequentie	Station	Taal
0600-2400 Di ... Zo	6095	RTL	versch.
0800-1400 dagelijks	15440	DW	Engels
1000-1200 dagelijks	6140	DW	Engels
1000-1200 dagelijks	9850	RNW**	Engels
1000-1500 dagelijks	7320	BBCWS	Engels
1100-1300 Za/Zo	9410	BBCWS	Engels
1200-1257 dagelijks	9850	RNW**	Nederlands
1200-1300 dagelijks	6140	DW	Duits
1300-1500 Ma ... Vr	9410	BBCWS	Engels
1400-1559 dagelijks	6130	DW	Duits
1500-1600 dagelijks	9490	VoR*	Engels
1600-1700 dagelijks	9490	VoR*	Duits
1600-1729 dagelijks	3995	DW	Duits
1600-1800 dagelijks	6140	DW	Engels
1600-1915 dagelijks	1296	BBCWS	Engels
1700-1800 dagelijks	9490	VoR*	Frans
1800-1900 dagelijks	6140	DW	Duits
1900-2000 dagelijks	11925	BBC	Russisch
2100-2155 dagelijks	11730	RNW**	Nederlands
2115-2400 dagelijks	1296	BBCWS	Engels
* Voice of Russia			
** Radio Nederland Wereldomroep			

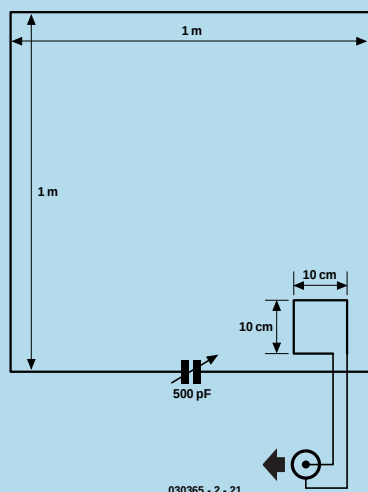
Figuur 6. Een antennefilter voor 1296 kHz.



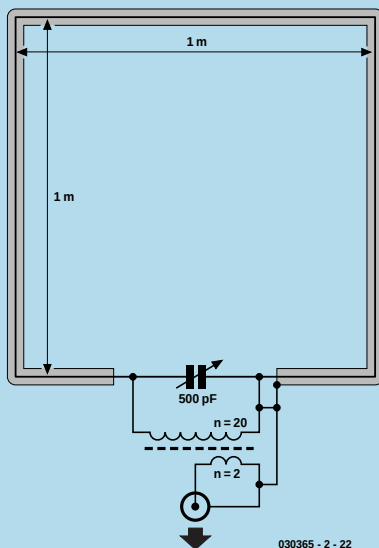
Figuur 7. Hier wordt een keramisch MF-filter gebruikt voor de preselectie.



Figuur 8. De magnetische lusantenne.



Figuur 9. Een elektrisch afgeschermd lusantenne uit coaxkabel.



ling van **figuur 6** is geheel opgebouwd met vaste componenten. Dit filter is afgestemd op 1296 kHz en verbetert de ontvangst van de BBC in de avonduren. Vooral de interferentie door de harmonischen van de kristaloscillator worden hiermee sterk afgezwakt.

Voor de 49-m-band is er een heel eenvoudige oplossing. Hier kan namelijk het keramische filter SFE6 uit het audio-middenfrequent gedeelte van een televisie worden gebruikt. In **figuur 7** is de toepassing van dit filter te zien. Voor de 49-m-band wordt het filter ingeschakeld, voor alle andere banden is er in een bypass voorzien. Eigenlijk heeft het keramisch filter een nominale -3-dB-bandbreedte van ongeveer 100 kHz. Maar door het filter te gebruiken met een veel te lage in- en uitgangsimpedantie is de doorlaatband groter geworden. De hier gemeten -6-dB-doorlaatband bedraagt 5850...6150 kHz. Dit filter geeft bij 7 MHz een demping van 40 dB.

Magnetische antennes

Een langdraad-antenne ontvangt elektrische energie uit zowel de elektrische als magnetische component van het HF-veld. Dit komt doordat de fysieke lengte van de antenne in een redelijke verhouding staat tot een halve golflengte. Een verkorte antenne, zoals bijvoorbeeld een spriet-antenne, ontvangt daarentegen vooral energie uit de elektrische component van het HF-veld. In en rond gebouwen zijn er tegenwoordig echter veel apparaten actief met een schakelende voeding of een microprocessor. De meest beduchte hiervan zijn toch wel de televisie en de PC. In de nabijheid van deze storbronnen is vooral de elektrische component van het stoorveld sterk vertegenwoordigd. Een sprietantenne is erg gevoelig voor dit soort storbronnen. Het is dus vaak gunstiger om de magnetische component van het elektromagnetische HF-veld op te vangen. De antenne wordt dan gevormd door een grote spoel met een of meerde windingen. Uit het rijke radioverleden is de raamantenne nog bekend: een grote, rechthoekige spoel met meerdere windingen, die met een afstembare condensator in resonantie wordt gebracht.

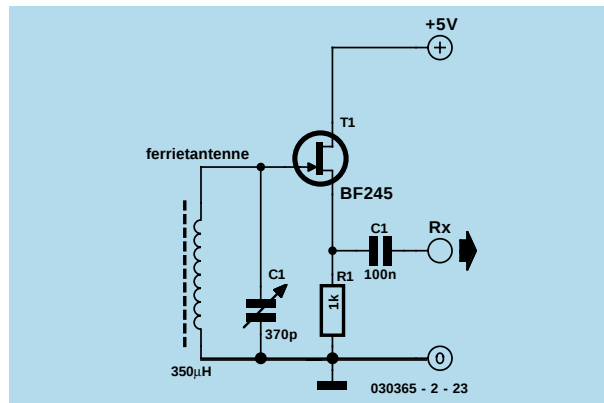
Een andere methode die recent snel populair wordt, is het gebruik van een enkele winding met een doorsnede van 1 meter. Meestal wordt hiervoor een koperpijp met een diameter van 10...15 mm toegepast. Als deze lus wordt afgesloten met een draaicondensator van 500 pF, dan ontstaat een resonantiekring met een extreem hoge Q-factor. Een dergelijke antenne is afstembaar over een groot frequentiebereik en levert een signaal dat veel groter is dan gewoonlijk van een dergelijke kleine antenne mag worden verwacht. De antenne wordt via een kleine koppelspoel (zie **figuur 8**) los gekoppeld met de antenne, om de kring niet al te sterk te dempen. De optimale grootte van de koppelspoel bedraagt ongeveer 10 % van de afmeting van de lus. Men kan hiermee gemakkelijk experimenteren totdat de grootste signaalsterkte gevonden is. Dankzij de hoge Q-factor van de resonantiekring maakt deze antenne een preselector overbodig.

Een lusantenne kan ook worden uitgevoerd met eenvoudig draad, maar de Q-factor en de afgegeven spanning zullen dan lager uitvallen. Als een kleinere antenne gewenst is, kan een wikkeling van twee of meer windingen met geïsoleerd draad worden gebruikt.

De elektrische component van het veld kan nog verder worden onderdrukt door een elektrisch afgeschermd lusantenne te construeren. In het eenvoudigste geval wordt hiervoor een

stuk coaxkabel (**figuur 9**) gebruikt. Deze antenne kan zelfs onopvallend in een boekenkast worden ondergebracht. De resonantiefrequentie is afhankelijk van de grootte van de lus en van de ingestelde capaciteit. Met vier meter coaxkabel en een draaicondensator van 500 pF zijn frequenties tot onder de 6 MHz haalbaar. De breedbandige transformator dient aan de primaire zijde een voldoende grote zelfinductie te bezitten. Met ongeveer 20 windingen op een ferriet- of ringkern worden goede resultaten bereikt. De afgestemde kring dient, om de hoge Q-factor in stand te houden, niet te sterk te worden gedempt. Het aantal windingen aan de secundaire kant van de trafo kan het best experimenteel worden bepaald en bedraagt 2...4 windingen.

Voor het middengolfbereik is de ferrietstaaf-antenne al tientallen jaren populair. Ook deze antenne is in principe een magnetische antenne en is dus relatief ongevoelig voor elektrische stoorvelden. In **figuur 10** is een ferrietantenne te zien die wordt gevolgd door een impedantie-omzetter in de vorm van een source-folger. Op een 10 mm dikke ferrietstaaf wordt een wikkeling aangebracht van 70 windingen HF-litze of 0,3 mm CuL-draad. Bij een ferrietstaaf van 8 mm dikte zijn 100 windingen nodig. In deze antenne worden, dankzij de resonantie, nog behoorlijk hoge spanningen opgewekt. Zo

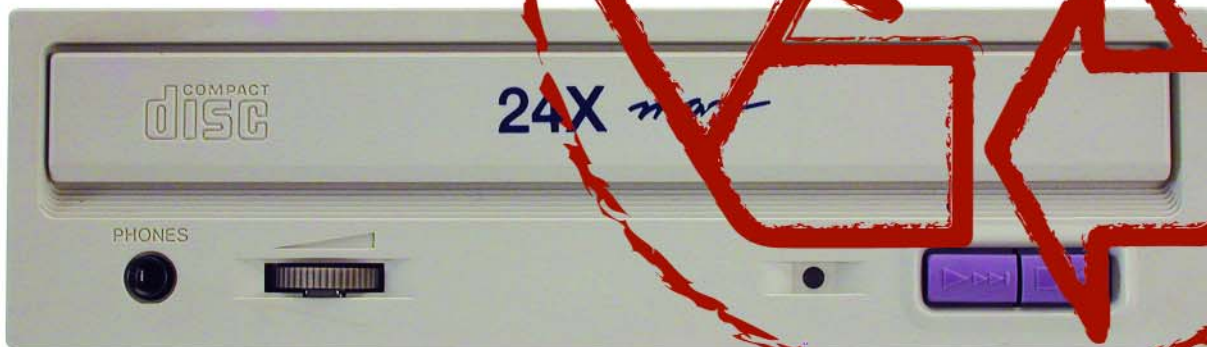


Figuur 10. Een ferrietstaaf-antenne met source-folger.

werd, ruim 500 km van de BBC-zender (1296 kHz) verwijderd, in de pieken een spanning gemeten van 50 mV. Dit zijn toch gunstige signalen voor de nieuwe digitale radio!

(030365-2)

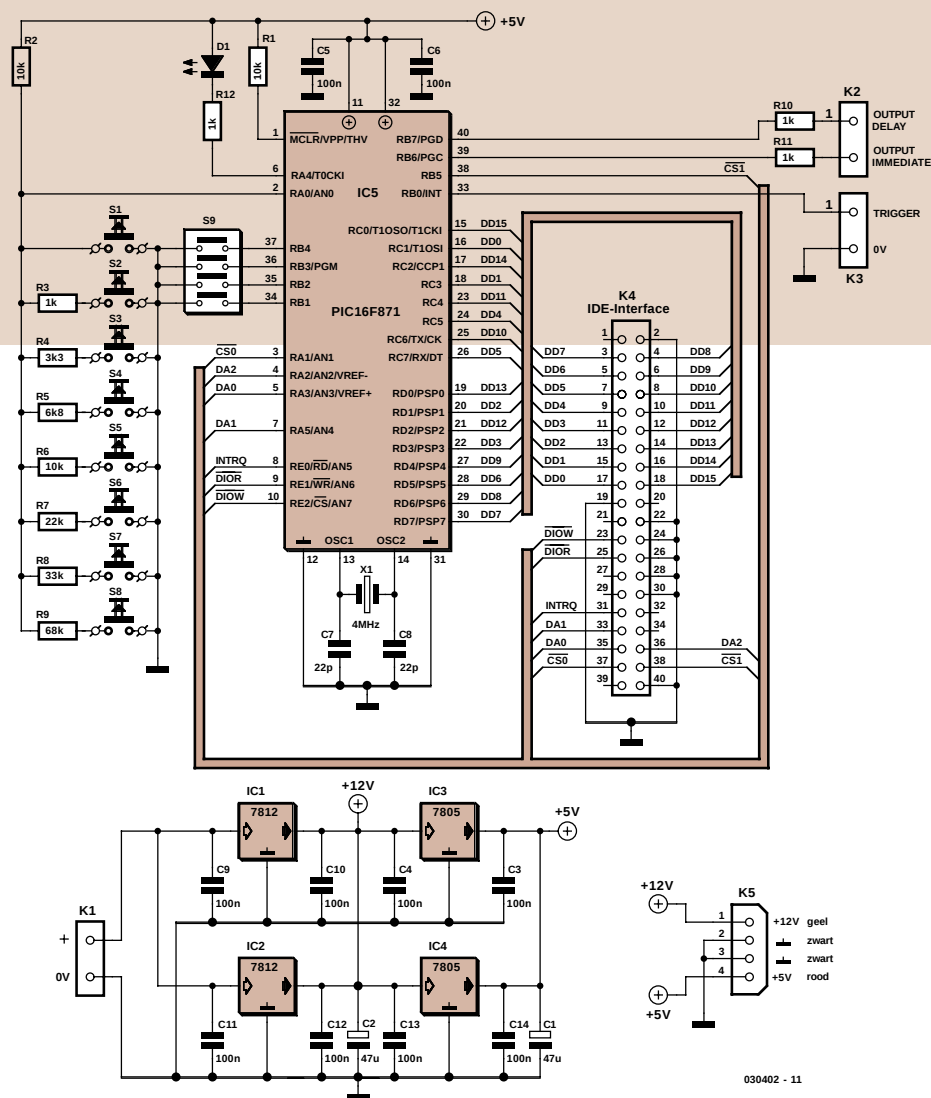
Ken Bromham



Drive draait door

Oude CD-ROM-drive speelt audio op commando

Dit project is ontstaan uit de wens om schaalmodellen op commando een realistisch geluid te kunnen laten produceren. Het commando zou daarbij afkomstig zijn van een drukknop of een naderingsdetector, maar we zijn er zeker van dat Elektuur-lezers talloze andere toepassingen kunnen bedenken.



Figuur 1. De schakeling bestaat uit een 40-pens microcontroller met enkele toebehoren, waaronder een aantal druktoetsen voor de track-selectie en vier spanningstabilisators.

In de modelbouw wordt voor het opnemen en weergeven van geluid meestal een geluids-IC uit de ISD25XX-serie gebruikt. Het nadeel daarvan is dat de audiobandbreedte maar 3 kHz is en dat er veel ruis en achtergrondgeluid is, dus voor realistische toepassingen zijn deze IC's minder geschikt. Daarvoor moeten we op zoek naar een betere oplossing.

Een andere aanpak

De afgelopen jaren hebben veel lezers ons gevraagd of het niet mogelijk is om een schakeling te ontwerpen waarmee een oude CD-ROM-drive als zelfstandige audiospeler kan worden gebruikt, dus zonder de hulp van een PC. Soms kan dat heel eenvoudig door er spanning op te zetten, de plug van de hoofdtelefoon aan te sluiten, er een

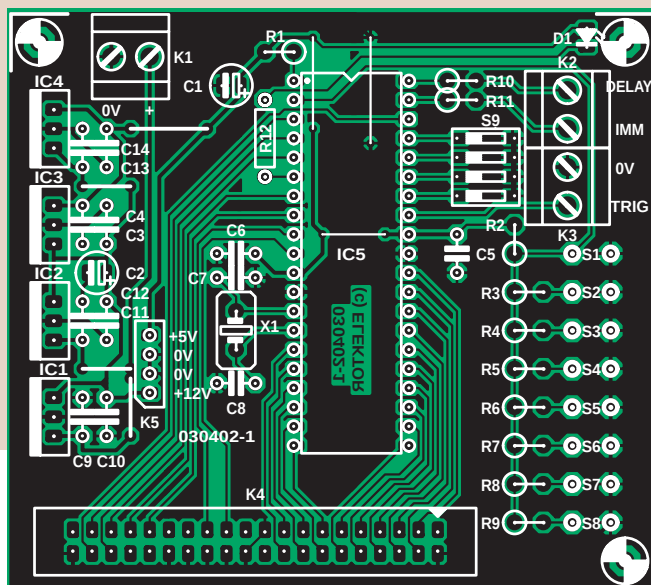
CD'tje in te doen en op de knop 'Play' te drukken. Veel moderne CD-ROM-drives hebben echter geen aparte play-knop. Bovendien is het ook wel handig als je tracks kunnen kiezen of overslaan. Op die manier kan de oude CD-ROM-drive nog een nuttig tweede leven krijgen. Door de auteur is een schakeling ontworpen voor de sturing van ATAPI CD-ROM drives. Voor de duidelijkheid: ATAPI is geen merk, maar een type interface die op bijna alle in PC's gebruikte CD-ROM-drives wordt toegepast.

Het hart van de schakeling is een 40-pens PIC16F87X microcontroller met daarnaast nog enkele extra onderdelen. Het resultaat is een veelzijdige controller-module waarmee vrijwel iedere CD-ROM-drive kan worden aangestuurd. Als u zelf geen CD-ROM-drive meer over heeft, dan zijn er beslist wel ken-

nissen of collega's die nog een exemplaar hebben liggen bij hun oude computerspullen.

Wat zijn de mogelijkheden?

De controller-module kan op twee manieren (modes) werken. Bij de eerste manier (single-trigger) wordt er slechts één startknop gebruikt, bij de tweede manier (multiple-trigger) kan een keuze worden gemaakt uit maximaal acht individuele startknoppen. In plaats van drukknoppen kunnen natuurlijk ook schakelsignalen worden gebruikt. Voor iedere mode zijn er een aantal opties die kunnen worden ingesteld met vier DIL-schakelaars. Tenslotte zijn er twee digitale uitgangen waarmee bijvoorbeeld verlichting of een motor kan wor-



Figuur 2. De print is enkelzijdig en bevat zeven draadbruggen.

den geschakeld. Deze uitgangen worden automatisch actief tijdens de geluidswaergave. Omdat de werking van de uitgangen iets verschilt, kan afhankelijk van de toepassing de juiste uitgang worden gekozen.

Single-trigger-mode

Deze functie is heel eenvoudig. Door de knop in te drukken (of de trigger-ingang laag te maken) zal de module de CD-ROM-drive opdracht geven om

een track van de CD te spelen. Er zijn daarbij vier opties die kunnen worden ingesteld met de DIL-schakelaars. Deze opties zijn:

DIL-schakelaar 1

off = maakcontact voor de startpuls.
on = verbreekcontact voor de startpuls.

DIL-schakelaar 2

off = pas na afloop van de track wordt op de startpuls gereageerd.
on = er wordt meteen op de startpuls

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R2, R6 = 10 k
R3, R10, R11, R12 = 1 k
R4 = 3k3
R5 = 6k8
R7 = 22 k
R8 = 33 k
R9 = 68 k

Condensatoren:

C1, C2 = 47 μ /16 V radiaal
C3...C6, C9...C14 = 100 n

gereageerd.

DIL-schakelaar 3

off = willekeurige track-selectie.
on = de tracks worden na elkaar afgespeeld.

DIL-schakelaar 4

off = de CD blijft continu draaien (de automatische time-out van de CD-ROM-drive wordt niet actief).
on = na time-out stopt het draaien.

De reden voor deze laatste optie is de volgende. In het eerste geval zal de drive vrijwel onmiddellijk gaan spelen, omdat de CD altijd draait. Maar door slijtage kan de drive sneller kapot gaan. In het tweede geval zal er, als de CD niet meer draait, een korte startvertraging zijn. Voor toepassingen waarbij slechts af en toe geluid nodig is, zal dat meestal geen bezwaar zijn. Er kunnen maximaal 24 tracks op de CD staan, omdat de inhoudsopgave (table of contents) in het geheugen van de PIC wordt opgeslagen en de plaatsruimte daarvoor is beperkt. Bij gebruik van de eenvoudige startknop moeten de acht individuele ingangen 'open' blijven.

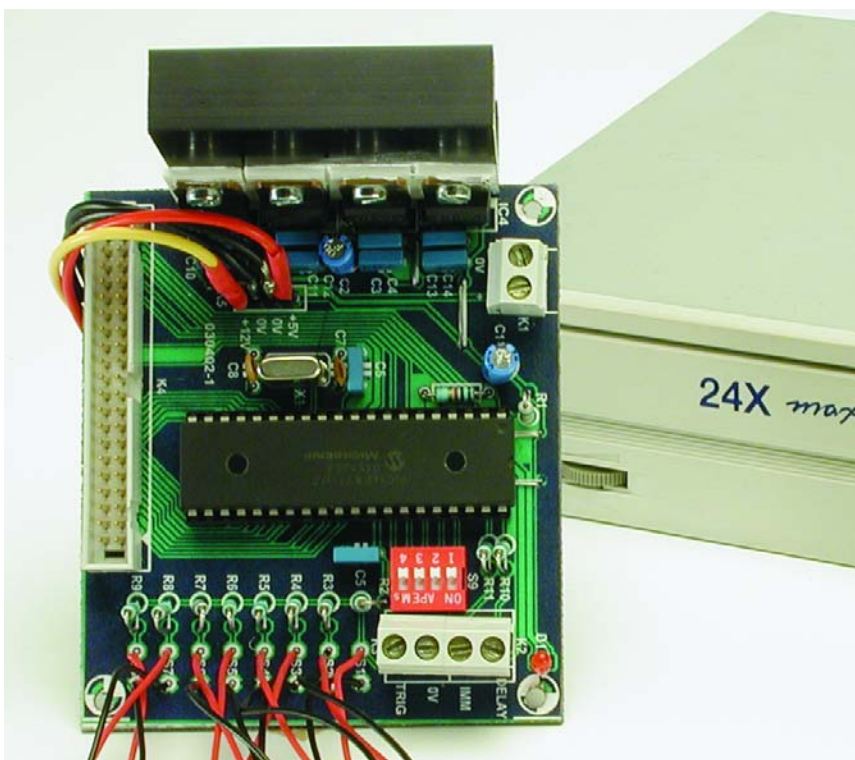
Multiple-trigger-mode

In deze mode kan gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld acht aparte drukknoppen (of acht digitale signalen) om een track te kiezen. Door op knop 1 te drukken wordt track 1 gespeeld, knop 2 laat altijd track 2 spelen, enz. tot en met track 8. De gebruikte drukknoppen moeten maakcontacten hebben. Als een CD minder dan acht tracks heeft, kan alleen uit het aantal aanwezige tracks worden gekozen. Stel dat er drie tracks zijn, dan heeft het drukken op de knoppen 4...8 geen effect.

DIL-schakelaar 1 moet 'off' staan. De trigger-ingang moet open blijven.

DIL-schakelaar 2 heeft geen effect

DIL-schakelaar 3 heeft dezelfde wer-



Figuur 3. Het prototype geeft een goed idee van de opbouw van de interface.

C7,C8 = 22 p

Halfgeleiders:

D1 = LED rood, low current

IC1,IC2 = 7812

IC3,IC4 = 7805

IC5 = PIC16F871/P (geprogrammeerd, EPS 030402-41)

Diversen:

S1...S8 = drukknop, 1 x maak

S9 = 4-voudige DIL-schakelaar

X1 = kristal 4,000 MHz

K1,K2,K3 = 2-voudige printkroonsteen,

steek 5 mm

K4 = 2x20-pens boxheader

K5 = voedingsconnector voor CD-ROM-drive

oude CD-ROM-drive

Print EPS 030402-1 (zie Service-pagina's)

Koelvin, bijv. Fisher SK59 (6 K/W)

Floppy met source- en hex-files: EPS

030402-11

Print-layout en software zijn ook

beschikbaar op www.elektuur.nl

Print-layout is tevens afgedrukt op de extra layout-pagina's achter in deze uitgave

Gratis downloads

Op de Elektuur-site www.elektuur.nl zijn de volgende bestanden beschikbaar:

Source- en hex-code voor PIC:
030402-11.zip

Print-layout in PDF-formaat:
030402-1.zip

Kies daarvoor de Gratis downloads en dan de juiste maand, in dit geval april 2004.

king als eerder genoemd
DIL-schakelaar 4 idem dito

Digitale schakeluitgangen

De schakeling heeft twee digitale uitgangen waarmee externe schakelingen zoals claxons, lampen, versterkers, elektrische deuropeners enz. kunnen worden geschakeld. Het schakelsignaal is een eenvoudig TTL-signaal (0/5 V), zodat het te schakelen apparaat een compatibele ingang moet hebben. De maximale uitgangsstroom bedraagt circa 2 mA.

De 'Output Immediate' uitgang wordt na een druk op een startknop meteen hoog en blijft hoog tot het einde van de weergave.

De 'Output Delay' uitgang wordt pas hoog als het spelen begint (dus na een eventuele opstartvertraging) en blijft hoog tot het einde van de weergave.

Opzet en opbouw

Het schema dat in **figuur 1** is te zien, bestaat voornamelijk uit een microcontroller die tussen een aantal drukknoppen, schakelaars en connectors zit. De microcontroller is een 40-pens PIC16F871, die voldoende I/O-pennen heeft om alle benodigde ATA-interface-lijnen aan te sluiten, plus de start-ingangen, de DIL-schakelaars en de schakeluitgangen. Uit het schema blijkt dat er verder maar weinig onderdelen nodig zijn. Wat in het schema niet is te zien, is dat bij de enkelvoudige startingang RB0 (K3) en de ingangen voor de DIL-schakelaars RB1...B4 (S9) de inwendige pulup-weerstanden zijn geactiveerd. De overige poortlijnen van de PIC16F871 zijn verbonden met de IDE(ATAPI)-interface van de drive via K4. De weerstanden R3...R9 vormen samen met R2 een spanningsdeler-netwerk dat is aangesloten op AN0 van de PIC. Als een knop wordt ingedrukt, komt op AN0 een unieke, bij deze knop behorende spanning te staan. Deze spanning wordt

gemeten door de A/D-converter in de PIC. Hierbij wordt er wel van uit gegaan, dat het niet nodig is om knoppen die tegelijk worden ingedrukt van elkaar te onderscheiden. Als de acht individuele startknoppen S1...S8 niet nodig zijn, kunnen ze worden weggelaten samen met de weerstanden R3...R9. R2 mag niet worden weggelaten, die is nodig om AN0 hoog te houden.

De PIC wordt door kristal X1 (en de bijbehorende condensatoren C7 en C8) geklokt op 4 MHz. De opties die door de gebruiker met DIL-schakelaars S9.1...S9.4 kunnen worden ingesteld, worden ingelezen door RB1...RB4. Verder is er een LED (D1) die dient als 'PIC-actief' indicator, iets dat zeker nuttig is. Voor de ont koppeling van de 5-V-voedingsspanning van de PIC dienen twee condensatoren van 100 nF, C5 en C6.

De schakeling is ontworpen om op een enkelvoudige voedingsspanning van 15...18 V_{DC} te kunnen werken. De voeding moet zwaar genoeg zijn om ook de 12-V-aansluiting van de CD-ROM-drive te voeden. Twee parallel geschakelde 7805-spanningsregelaars (IC3, IC4) zorgen voor de 5-V-spanning voor de PIC en de 5-V-spanning voor de CD-ROM-drive. Voor de 12-V-spanning worden twee parallel geschakelde 7812-regelaars gebruikt. Als alternatief kan een oude PC-voeding worden gebruikt, waarop de CD-ROM-drive direct kan worden aangesloten. De twee 7812-stabilisators kunnen dan worden wegge laten en de 12-V-spanning van de PC-voeding wordt dan aangesloten op het +12-V-punt van de schakeling. De 7805's verzorgen dan de +5 V voor de schakeling. Maar ook dan is extra koeling door een koelvin nodig.

Door de weerstanden R10 en R11 die in het schema een waarde van 1 kΩ hebben, wordt de stroom van de digitale uitgangen begrensd. De PIC kan op iedere uitgang maximaal 25 mA leveren (sink en source), dus de waarde van R10 en R11 kan worden

verlaagd als meer stroom nodig is. De maximale waarde van 25 mA mag natuurlijk niet worden overschreden. Met een waarde van 1 kΩ kan in ieder geval via een stuurtransistor een relais worden bekrachtigd.

De print die in **figuur 2** is te zien, is zo ontworpen dat hij gemakkelijk is op te bouwen en heel simpel is aan te sluiten. Ze is kant en klaar verkrijgbaar onder EPS-bestelnummer 030402-1, maar kan natuurlijk ook zelf worden gemaakt. De print-layout kan gratis worden gedownload van de Elektuur-website.

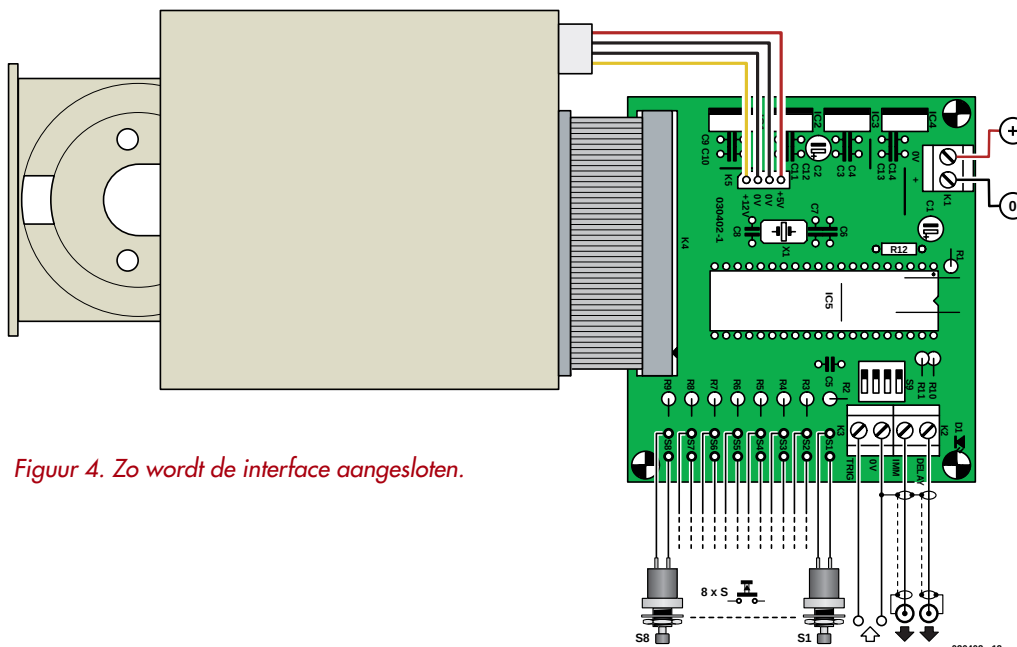
De print bevat in feite maar weinig onderdelen en het bestukken zal geen problemen opleveren. Toch weten we uit ervaring dat de meest eenvoudige onderdelen vaak worden vergeten en dan werkt de schakeling toch echt niet. We hebben het hier over de beruchte draadbruggen waarvan er zeven op de print aanwezig moeten zijn. Monteer ze als eerste, dan kunnen ze niet meer worden vergeten. Schroef de spanningsregelaars vast tegen een gemeenschappelijke koelplaat (zie **figuur 3** en de onderdelenlijst). Isolatieplaatjes zijn niet nodig omdat de metalen basis van elke stabilisator met massa is verbonden.

De PIC is een vrij duur onderdeel dat beter niet kan worden gesoldeerd. Zet hem in een 40-pens voet van goede kwaliteit.

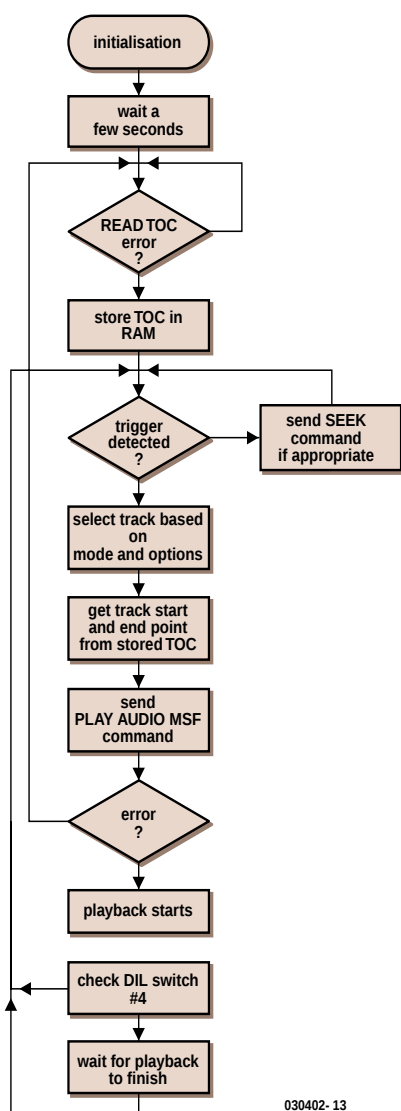
Uit het schema zou men kunnen afleiden dat er heel wat aansluitdraden nodig zijn, maar in werkelijkheid is dat niet het geval zoals **figuur 4** aantoont. Voor de verbinding van de interface met de CD-ROM-drive wordt een flatcable gebruikt die kant-en-klaar te koop is. Veel lezers hebben er nog wel een liggen of kunnen hem misschien uit een niet meer gebruikte computer halen.

Het programma

Het programma dat in de PIC draait, is in assembler geschreven. De broncode



Figuur 4. Zo wordt de interface aangesloten.



Figuur 5. Dit vereenvoudigde stroomdiagram van de hoofdflus geeft een goed idee van de werking van het programma in de PIC.

en de HEX-file zijn verkrijgbaar op diskette (EPS 030402-11) en kunnen ook gratis worden gedownload van de Elektuur-website. Als men zelf in staat is om de PIC te programmeren, dan kan dat dus. Als alternatief is een geprogrammeerde PIC verkrijgbaar onder EPS-nr. 030402-41.

Voor geïnteresseerden is het zeker de moeite waarde om de broncode te bestuderen, zelfs als men niet van plan is om de schakeling te bouwen. Door de auteur is ruimschoots commentaar toegevoegd en als men iets afweet van assembler-taal zal het mogelijk zijn het programma te begrijpen, ondanks het feit dat de code zelf hier en daar wat ondoorzichtig is.

In **figuur 5** is het stroomdiagram van het hoofdprogramma te zien, dat in wezen vrij eenvoudig is.

De ATAPI-commando's waarvan door de PIC gebruik wordt gemaakt, zijn: PLAY AUDIO MSF (speel van het opgegeven start- tot eindpunt. MSF = Minuten, Seconden, Frames; 75 Frames = 1 seconde).

READ TOC (lees de TOC, table of contents).

READ SUBCHANNEL (opvragen van momentele audiostatus).

SEEK (positioneer de kop aan het begin van track 1, heeft tevens tot gevolg dat de CD gaat draaien en wordt daarom ook gebruikt om de drive continu te laten draaien).

Het READ SUBCHANNEL commando wordt op meerdere plaatsen in het programma gebruikt, namelijk steeds als het programma moet weten of er nog gespeeld wordt of dat het afspelen is afgelopen.

Testen

Het is een goede gewoonte om de 5-V-spanning voor de PIC te controleren voordat hij in het voetje wordt gezet. Dan kan de module worden getest zonder dat een CD-ROM-drive is aangesloten. Sluit de spanning aan en kijk of de LED aan pen RA4 een paar keer knippert. Verder gebeurt er niets, maar dit is het teken dat de PIC werkt en het programma draait. Schakel de spanning af, sluit een CD-ROM-drive op de interface aan en sluit de spanning weer aan. De LED moet weer een paar keer knipperen en dan blijven knipperen tot een CD in de drive wordt gedaan en de TOC (table of contents) correct is gelezen. Als de LED ophoudt met knipperen, is de module klaar om op een start-sig-naal te reageren. Vervolgens kunnen de diverse opties worden uitgeprobeerd. De CD-ROM-drive moet zijn ingesteld als MASTER device. Let ook op dat pen 1 van K4 op de print verbonden is met pen 1 van ATA-connector op de CD-ROM-drive (meestal is dat de rood gemerkte draad van de flatcable). Als een 12-V-voeding wordt gebruikt, moet die minimaal 1,2 A kunnen leveren. Het audiosignaal kan worden afgenomen van de analoge uitgang achterop de CD-ROM-drive of van de koptelefoon-aansluiting aan de voorkant (die reageert bovendien op de volumeregelaar). Om de totale kosten laag te houden, kunnen voor de weergave een paar actieve multimedia-luidsprekers worden gebruikt, maar ook een zelfgebouwde versterker met een paar kwaliteits weergevers hoort tot de mogelijkheden.

(030402)

ATAPI protocol in het kort

ATAPI (AT Attachment Packet Interface) apparaten gebruiken dezelfde interface als ATA (AT Attachment) apparaten zoals een hard-disk. Daarom is het eerst nodig om te weten hoe deze laatste werkt.

Een ATA-apparaat heeft een aantal 8-bits registers (bijvoorbeeld COMMAND, STATUS) en een 16-bits dataregister. Het is een parallelle interface met 16 bidirectionele datalijnen, waarbij de acht lage datalijnen worden gebruikt voor het lezen/schrijven van/naar de 8-bits registers. ATAPI-apparaten gebruiken dezelfde registerset, maar sommige registers hebben een andere naam en een andere functie. Jammer genoeg bood dit niet genoeg mogelijkheden voor de vereiste extra commando's, dus werd het concept van een 'command packet' geïntroduceerd samen met een nieuw ATA-commando, het 'ATAPI packet command'. De standaard procedure om een commando naar een ATAPI-apparaat te sturen is om eerst het (generieke) ATAPI-packet-commando naar het COMMAND-register van het apparaat te schrijven en vervolgens het commando-packet door meerdere keren naar het dataregister van het apparaat te schrijven. Bij CD-ROM-drives is het commando-packet 12 bytes lang en dus moet er 6 maal achter elkaar naar het dataregister worden geschreven, steeds 2 bytes per keer. Het commando-packet bevat een op-code voor het specifieke ATAPI-commando met alle parameters die nodig zijn.

Hier is een voorbeeld van het packet voor het commando PLAY AUDIO MSF:

Byte 0:	Operation Code (0x47)
Byte 1:	Reserved
Byte 2:	Reserved
Byte 3:	Start Location Minutes
Byte 4:	Start Location Seconds
Byte 5:	Start Location Frames
Byte 6:	End Location Minutes
Byte 7:	End Location Seconds
Byte 8:	End Location Frames
Byte 9:	Reserved
Byte 10:	Reserved
Byte 11:	Reserved

Zoals in het voorbeeld is te zien, zijn in het commando-packet waar nodig opvul-bytes (reserved) opgenomen om de vereiste lengte van 12 bytes te krijgen.

Uitvoerige documentatie kan op het Internet worden gevonden. www.t13.org is een goed adres om de zoektocht te beginnen. Wees er wel op bedacht dat er vrij zware kost bij zit.

ATA Interface pinning

Pin no.	Label	Description
1	HRESET	Reset
2	GND	Ground
3	HD7	Data bus bit 7
4	HD8	Data bus bit 8
5	HD6	Data bus bit 6
6	HD9	Data bus bit 9
7	HD5	Data bus bit 5
8	HD10	Data bus bit 10
9	HD4	Data bus bit 4
10	HD11	Data bus bit 11
11	HD3	Data bus bit 3
12	HD12	Data bus bit 12
13	HD2	Data bus bit 2
14	HD13	Data bus bit 13
15	HD1	Data bus bit 1
16	HD14	Data bus bit 14
17	HD0	Data bus bit 0
18	HD15	Data bus bit 15
19	GND	GND
20	N/C	Key pin
21	DMARQ	DMA request
22	GND	Ground
23	HWR	I/O write
24	GND	GND
25	HRD	I/O read
26	GND	Ground
27	IORDY	I/O channel ready
28	SPSYNC: CSEL	Spindle sync or cable select
29	DMACK	DMA acknowledge
30	GND	Ground
31	INTRQ	Interrupt request
32	IOCS16	16 BIT I/O
33	HA1	Address bus bit 1
34	PD1AG	Passed diagnostics
35	HA0	Address bus bit 0
36	HA2	Address bus bit 2
37	CS1FX	Chip select 0
38	CS3FX	Chip select 1
39	DASP	Drive active/drive 1 present
40	GND	Ground

Mogelijkheden genoeg

Het aantal toepassingen van deze schakeling is in feite ongelimiteerd, alleen de eigen fantasie vormt een beperking.

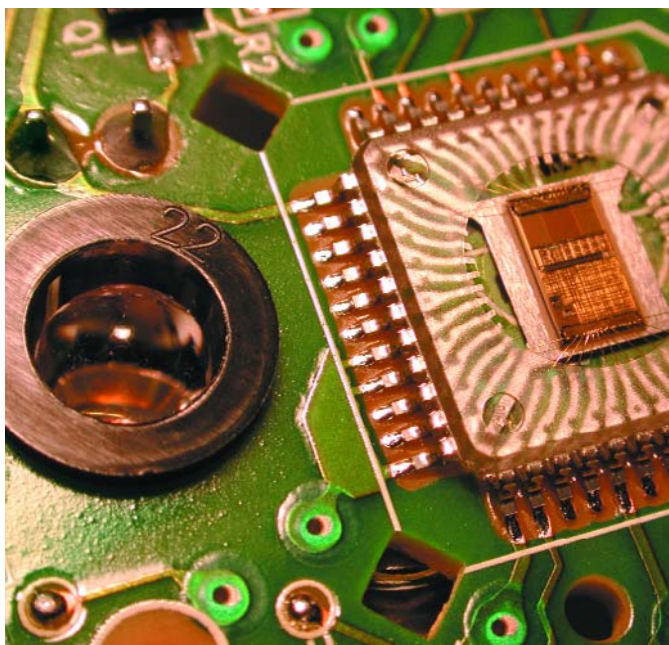
Als reactie op een commando kan de drive een bepaald geluid produceren. Ter illustratie zijn hier enkele toepassingsvoorbeelden:

- een spraaksysteem via de PA-geluidsinstallatie in een gebouw. Hiermee kunnen de aanwezigen naar de nooduitgangen worden geleid bij een calamiteit.
- een elektronische hond die begint te blaffen als op de bel wordt gedrukt. Als voor de tweede maal op de bel wordt gedrukt, begint een track met het gebel van een gemene hond te spelen. Zo kan men dit steeds verder opvoeren.
- Een deur- of vloermatschakelaar die een melodie laat spelen of een wel-

komstboodschap laat klinken.

- Een gesproken gids die uitleg geeft bij het naderen van een kunstwerk in een museum.
- Een goedkope jingle- annex geluidsbox voor quizmasters en deejays.
- Hulp bij het leren spreken van een vreemde taal.
- Een roepnaam-generator voor radio-zendamateurs.

Bij alle hierboven genoemde toepassingen zal men zelf de geluiden op audio-CD's moeten branden. Er zijn veel PC-programma's om geluid te bewerken; CoolEdit is een bekend voorbeeld. Het is echter niet mogelijk om MP3-files te gebruiken, daarvoor is geen decoder aanwezig in de schakeling.



LED met sensor in een Microsoft-muis.



Bovenaan is duidelijk de sensor te zien.

Licht stuurt muis

Nauwkeuriger zonder mechanica

Harry Baggen

Tegenwoordig kijkt niemand meer op van een muis zonder bal, maar toch bestaan optische muizen pas enkele jaren. Inmiddels zijn de optische sensoren in deze muizen zodanig verder ontwikkeld dat ze zonder meer kunnen concurreren met de precisie van een mechanische constructie; ze zijn vaak zelfs nauwkeuriger en reageren sneller.

Tegenwoordig is een computer zonder muis praktisch ondenkbaar. Er worden zoveel handelingen met de muis verricht dat een bediening uitsluitend via het toetsenbord van bijvoorbeeld Windows vrij moeilijk zou zijn, aangezien je hier voortdurend over een grafisch oppervlak moet bewegen. Dat de (optische) muis een niet meer weg te denken onderdeel is van de moderne PC, blijkt wel uit verkoop-aantallen. De grootste fabrikant op het gebied van optische muissensoren, Agilent (de vroegere componenten-divisie van HP), heeft sinds de introductie van de eerste sensor in 1999 al meer dan 200 miljoen units verkocht! Daarnaast zijn er nog andere fabrikanten van zulke senso-

ren en worden er ook nog steeds grote aantallen mechanische muizen geproduceerd.

Het voordeel van een optische muis ten opzichte van een mechanische is vooral de ongevoeligheid voor vuil, zodat het schoonmaken van de bal en de mechanische opnemers tot het verleden behoort. Toch zijn (of waren) er ook nadelen. De eerste optische muizen reageerden langzaam, waren niet zo nauwkeurig en trokken flink wat stroom. Die problemen zijn bij de nieuwere sensor-varianten inmiddels allemaal opgelost, zodat er bijna alleen maar voordelen overblijven. Eén klein minpunt is er nog: Op sommige oppervlakken werkt een optische muis niet goed omdat ze

niet genoeg herkenningpunten kan vinden. Maar met een andere muismat is dat probleem snel opgelost. Dankzij dalende sensorprijzen en de eenvoudige montage van de sensor (praktisch alles - met uitzondering van de LED - is in één IC ondergebracht), zien we in de winkels de mechanische muizen steeds meer uit de schappen verdwijnen.

Camera en DSP

Het lijkt op het eerste gezicht misschien eenvoudig om de muisbeweging via een optisch systeem te detecteren, maar hierachter verschuilt zich een complex stukje elektronica dat vergelijkbaar is met een eenvoudige videocamera in combinatie met een intelligente digitale bewegingsdetector.

In **figuur 1** zien we een schematische dwarsdoorsnede van het opnamegedeelte van een optische muissensor. Alle elektronica is inclusief het 'camera'gedeelte en de lens ondergebracht in één IC dat in de tekening met *sensor* is aangeduid (**figuur 2** toont de blokschematische opzet van het IC). Een LED naast het IC zorgt voor voldoende verlichting van de ondergrond waarover de muis beweegt. De sensor vangt het licht op en vertaalt dit in een beeldpatroon.. Het cameragedeelte is relatief klein, meestal 20x20 of 30x30 pixels. Deze leveren een zwartwit beeld aan de image-processor (een DSP) die het patroon ontleedt en dit voortdurend vergelijkt met het vorige patroon dat hij ontvangen heeft. Met behulp van een gepatenteerde technologie kan de DSP bliksemsnel herleiden in welke richting het beeld verschuift en met welke snelheid. In **figuur 3**

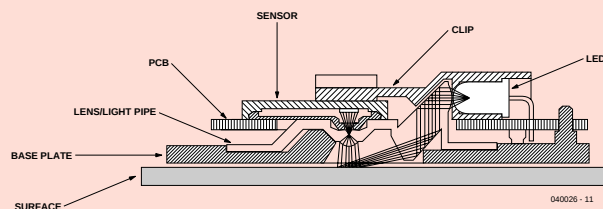
zijn twee beelden te zien met een tijdsverschil van circa 0,7 ms. De processor herkent in deze beelden overeenkomstige patronen en berekent aan de hand daarvan de verplaatsing in X- en Y-richting.

De moderne sensoren hebben een resolutie van 400 of 800 CPI (counts per inch) en bereiken ongelooflijk hoge verwerkingssnelheden tot circa 2500 frames per seconde. Hiermee zijn bewegingssnelheden mogelijk van 12 inch per seconde!

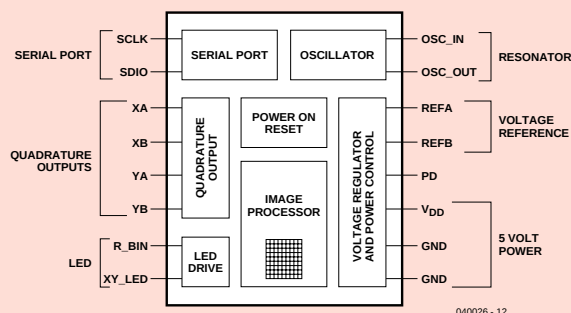
Bij draadloze optische muizen worden speciale technieken toegepast om de stroomopname zo ver mogelijk te reduceren. Zo wordt bijvoorbeeld de frame-rate van de sensor verlaagd als er weinig beweging wordt gedetecteerd.

Tot slot nog een blik op de uitgangsignalen die zo'n muissensor levert. Bij de goedkopere sensoren is dit beperkt tot een seriële uitgang die de X- en Y-verplaatsingsdata doorgeeft aan de processor in de muis die deze data verder verwerkt. Bij de grotere sensoren zijn vaak ook nog extra kwadratuur-uitgangen aanwezig, die soortgelijke signalen leveren als de encoder-uitgangen in een mechanische muis. In principe zou je met zo'n sensor een bestaande muis dus zelf kunnen ombouwen...

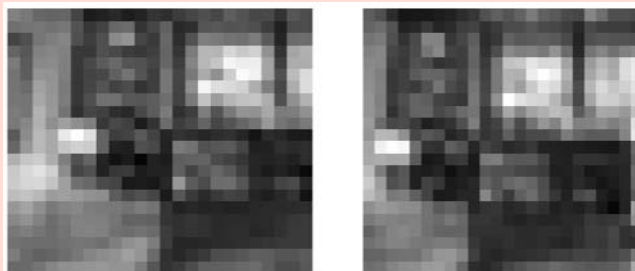
(040026)



Figuur 1. Deze tekening geeft een dwarsdoorsnede van het muisgedeelte rond sensor en LED. (bron: Agilent)



Figuur 2. De blokschematische opzet van een optische muissensor, in dit geval een ADNS-2051. (bron: Agilent)



Figuur 3. Hier zijn twee sensorbeelden te zien met een tijdsverschil van 0,67 ms. Uit deze gegevens berekent de DSP de verplaatsing in X- en Y-richting. (bron: Agilent)



Gert Baars

Verken de 4 meter

Goedkope smalbandige ontvanger voor 68-88 MHz

We hopen dat dit artikel verstrekkende gevolgen gaat hebben. Let wel, geen negatieve gevolgen natuurlijk. Hopelijk krijgen veel lezers dankzij deze 4-m-ontvanger de smaak te pakken van het luisteren naar radioverkeer in een enigszins verwaarloosd deel van het frequentiespectrum. Wellicht draagt dit artikel ook bij aan een mogelijke vrijgave van het IARU-deel van de 4-m band voor radio amateurs over de hele wereld.

Engeland is al tientallen jaren de thuisbasis voor de 4-m radioamateurband, ook wel bekend als '70 MHz', en het bandplan van **figuur 1** van de IARU (International Amateur Radio Union) siert dan ook menige shack in Engeland. Tot nu toe zijn er nog maar een paar landen overgegaan tot het vrijgeven van het frequentiegebied tussen 70,000 en 70,500 MHz voor gebruik door gelicenseerde radioamateurs. Daaronder zijn, naast Engeland, Ierland, Denemarken en sinds kort Kroatië. Helaas zijn in veel andere landen de relevante frequenties in gebruik door de overheid of militaire instanties en dan is er nog enige 'strijd' nodig om ze daar weg te krijgen. Het is nog te vroeg om te bepalen of de komst van nieuwe telecommunicatiesystemen als Tetra, C2000 en Astrid in Europa en elders de weg effenen voor het vrijmaken van de 70-MHz-band voor amateurs. Maar het kan zeker geen kwaad om wat druk op de ketel te houden bij de regulerende instanties om hun noodzakelijke papierwerk te doen. In Nederland en Polen begint het erop te lijken dat amateurs geïnteresseerd zijn in de 70-MHz-band. Laten we hopen dat deze publicatie bijdraagt aan het promoten van deze band in zoveel mogelijk landen.

Wat is er te beleven?

Behalve de radio amateurs in de buurt van de 70 MHz zijn er nog andere, zeker zo interessante gebruikers en toepassingen in de 68...88-MHz-band waaronder overheid, defensie en mobilofooncommunicatie (vaak niet versleuteld), beveiligingsdiensten, telemetrie en een enkel TV-station. Tenzij je echt ver van de bewoonde wereld bent, is zelfs een eenvoudige antenne op zolder genoeg om een verrassend aantal stations op de 4-m-band aan te treffen.

70MHz (4m)		Licence Notes: Amateur Service: Secondary. Available on the basis of non-interference to other services (inside or outside the UK). Power limit: 22dBW PEP. Permitted modes: Morse, telephony, RTTY, data, fax, SSTV	
IARU	U/A Rem Ctrl U/A Digital U/A Beacon	UK Usage	
70.000			
Beacons		70.030	Personal beacons
70.030			
SSB and CW only		70.150 70.185 70.200	Meteor scatter calling Cross-band activity centre SSB/CW calling
70.250			
All modes		70.260	AM/FM calling
70.300			
Channelised operation using 12.5kHz channels	✓	70.3000	RTTY/fax calling/working
		70.3125	Digital modes
	✓	70.3250	Digital modes
		70.3375	Digital modes
		70.3500	Emergency comms priority
		70.3625	Digital modes
		70.3750	Emergency comms priority
		70.3875	Digital modes
		70.4000	Emergency comms priority
		70.4125	Digital modes
		70.4250	FM simplex - used by GB2RS
		70.4375	Digital modes
	✓	70.4500	FM calling
		70.4625	Digital modes
		70.4875	Digital modes
70.500		Notes: 1. 70.085MHz ± 0.005 designated for PSK31 use in the UK.	

Figuur 1. Wanneer eventueel wordt besloten om de 4-m-band voor radioamateurs vrij te geven, dan zullen de IARU-aanbevelingen worden opgevolgd, waarbij goed gekeken zal worden naar het voorbeeld van Engeland.

Ontwerpoverwegingen

Het uitgangspunt bij dit project was een zo eenvoudig mogelijk ontwerp. Deze beslissing heeft grote consequenties, maar komt niet zo maar uit de lucht vallen. Natuurlijk zou een ontvanger voor de 68...88-MHz-band een ontwerp voor een dubbel-conversie superhet kunnen zijn met een 10,7-MHz-filter, een 10-slagen-potmeter voor de afstemming en een laatste middenfrequent-bandbreedte van 15 kHz om smalbandige signalen te kunnen ontvangen met een gevoeligheid van 1 µV, en niet te vergeten een squelch om de ontvanger stil te houden als er niets te ontvangen is. Mooie boodschappenlijst, maar zo'n ontvanger zal flink wat kosten en moeilijk af te regelen zijn voor beginners. Niet doen dus!

Er is gelukkig een betaalbaar alternatief. De TDA7000 van Philips is al tien jaar op de markt en dat is best bijzonder voor een IC bestemd voor de consumentenmarkt. In dit IC zit een complete radio-ontvanger met een zeer lage middenfrequentie van slechts 70 kHz. Goed, spiegel frequenties zitten dan slechts $2 \times 70 \text{ kHz} = 140 \text{ kHz}$ van de gewenste signalen af, maar dat hoeft niet zo'n probleem te zijn want aan de andere kant hoeven we ons niet zo veel zorgen te maken over het filter aan de ingang.

Bovendien kan het middenfrequent-filter dat zorgt voor de selectiviteit met een eenvoudig RC-netwerk gemaakt worden. Dan zijn er dus geen dure en moeilijk verkrijgbare kristal- of keramische filters nodig.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

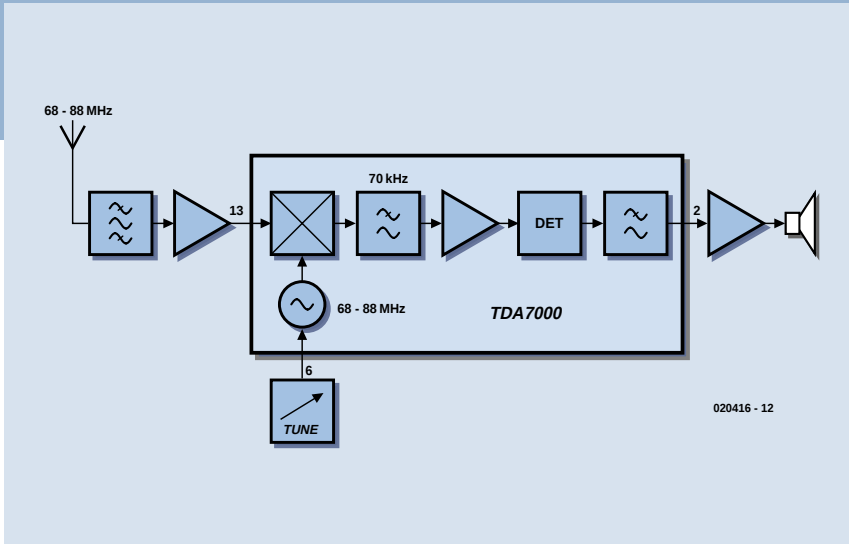
R1 = 100 k
R2 = 150 k
R3 = 100 Ω
R4 = 22 k
R5 = 330 k

P1 = 50 k logaritmische potentiometer
P2 = 50 k lineaire potentiometer

Condensatoren:

C1 = 39 p
C2 = 27 p
C3, C6, C14 = 10 n

C4, C11, C13, C19, C23, C24, C25, C26, C29 = 100 n
C5, C12 = 1 n, steek 5 mm
C7 = 100 n, steek 5 mm
C8 = 220 p
C9, C18 = 330 p
C10 = 10 p
C15, C17 = 3n3, steek 5 mm
C16 = 180 p
C20 = 22 p PTFE-trimmer



Figuur 2. Blokschema van de eenvoudige-conversie-ontvanger. Let op de lage middenfrequentie van slechts 70 kHz, wat in dit geval een aantal voordelen heeft!

Blokschema

Ook voor iemand die niet dagelijks met hoogfrequent-schakelingen bezig is, zal het blokschema van **figuur 2** best te begrijpen zijn. De TDA7000 is voorzien van een mute-schakeling die bij een niveau van ongeveer 6 μ V aanspreekt. Omdat we zelfs met een simpele sprietantenne willen kunnen werken, moet er wel een hoogfrequent voorversterker tussen de antenne en de ingang van de TDA7000 komen. Verder zit alles tussen de uitgang van de voorversterker en de ingang van de audioversterker in de TDA7000. Een datasheet met alle informatie over dit IC is op het Internet te vinden (zie web-informatie).

De eigenlijke ontvanger

Figuur 3 geeft het schema van ons ontvanger-tje. MOSFET T1 bij de antenne-ingang geeft ongeveer 18 dB versterking over de hele band. Het uitgangssignaal gaat via koppelcondensator C5 naar de TDA7000. De ingangsimpedantie van de ontvanger is 50 Ω , wat een goede aanpassing geeft voor de meeste soorten coaxkabel. Er is rond de TDA7000 kwistig gestrooid met conden-

satoren om een middenfrequent-bandbreedte te krijgen van ongeveer 70 kHz. De VFO (variable frequency oscillator) in het IC wordt afgestemd door een varicap (D1) die spanning krijgt van afstempotmeter P2. IC2, een 78L05, zorgt voor de gestabiliseerde 5 volt voor het ontvanger-IC, de voorversterker en - heel belangrijk - de afstempotmeter.

De schakeling rond de TDA7000 is gebaseerd op informatie van Philips om het IC beter geschikt te maken voor smalbandige signalen. Per slot van rekening was de TDA7000 oorspronkelijk ontworpen voor de ontvangst van VHF FM omroepstations, die een frequentiezwaai van meer dan 100 kHz hebben, dus een stuk breder dan de smalle mobilifoonsignalen (3 kHz) waar wij in geïnteresseerd zijn. Niettemin is wat extra versterking nodig omdat het IC een vrij laag uitgangssignaal levert. Daarom is een elco opgenomen tussen pen 1 en 8 van de geïntegreerde audio-eindtrap LM386 (ook weer een oude bekende). Waar zijn de afregelpunten en die geduchte zelf te wikkelen spoelen in deze ontvanger? Welnu, er is maar een trimmer C20 om de afstemming op 68...88 MHz te zetten. De ontvanger gebruikt alleen maar een paar standaard miniatuur spoeltjes, dus

er hoeven echt geen spoelen te worden gewikkeld.

Aan de slag!

Na de schemabeschrijving kunnen we aan de gang om de ontvanger te gaan bouwen, eventueel met hulp van iemand met meer hoogfrequent-ervaring. De print kan zelf gemaakt worden, maar kan natuurlijk ook bij Elektuur besteld worden. In **figuur 4** is de enkelzijdige print met alle externe onderdelen te zien. Er is een groot kopervlak aan de soldeerszijde voor de hoogfrequent-stabiliteit, afscherming en ont koppeling. Er is een groot aantal keramische condensatoren op de print die allemaal gesorteerd moeten worden voordat ze op hun plaats gesoldeerd kunnen worden. Hetzelfde geldt voor de drie miniatuur spoeltjes, de gekleurde banden geven de waarde in μ H. De TDA7000 wordt rechtstreeks op de print gesoldeerd.

MOSFET T1 met zijn vier korte pootjes wordt aan de soldeerszijde van de print vast gesoldeerd, strak op vier soldeer eilandjes. De detailopname van **figuur 5** laat zien wat de bedoeling is.

Het is aan te raden om een spuitgiet aluminium kastje van Hammond te nemen om de ontvanger en batterij in te monteren. Er moeten gaten in het kastje geboord worden voor de potmeter voor de geluidssterkte, de afstempotmeter en de luidspreker. Het is niet beslist noodzakelijk om batterijen te nemen voor de voedingsspanning, een bestaande gelijkspanningsvoeding zoals een goedkope netadapter is ook goed. Dan moet er natuurlijk wel weer een extra gat geboord worden voor de adapter-aansluiting.

Waarschuwingen en beperkingen

Vanwege de eenvoud van het ontwerp zijn er een paar beperkingen

C21 = 150 p
 C22 = 100 p
 C27 = 2n2
 C28 = 10 μ / 16 V radiaal
 C30,C31 = 100 μ /16 V radiaal

Spoelen:

L1 = 100 nH (bruin, zwart, zilver)
 L2 = 330 nH (oranje, oranje, zilver)
 L3 = 180 nH (bruin, grijs, zilver)

Halfgeleiders:
 D1 = BB911
 T1 = BF981
 IC1 = TDA7000
 IC2 = 78L05
 IC3 = LM386 N4

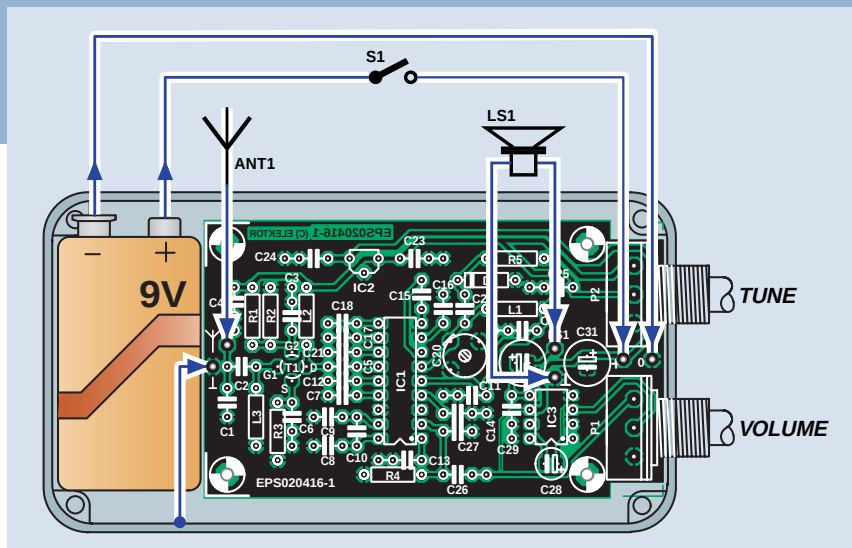
Diversen:

miniatur luidspreker 8 Ω /1 W

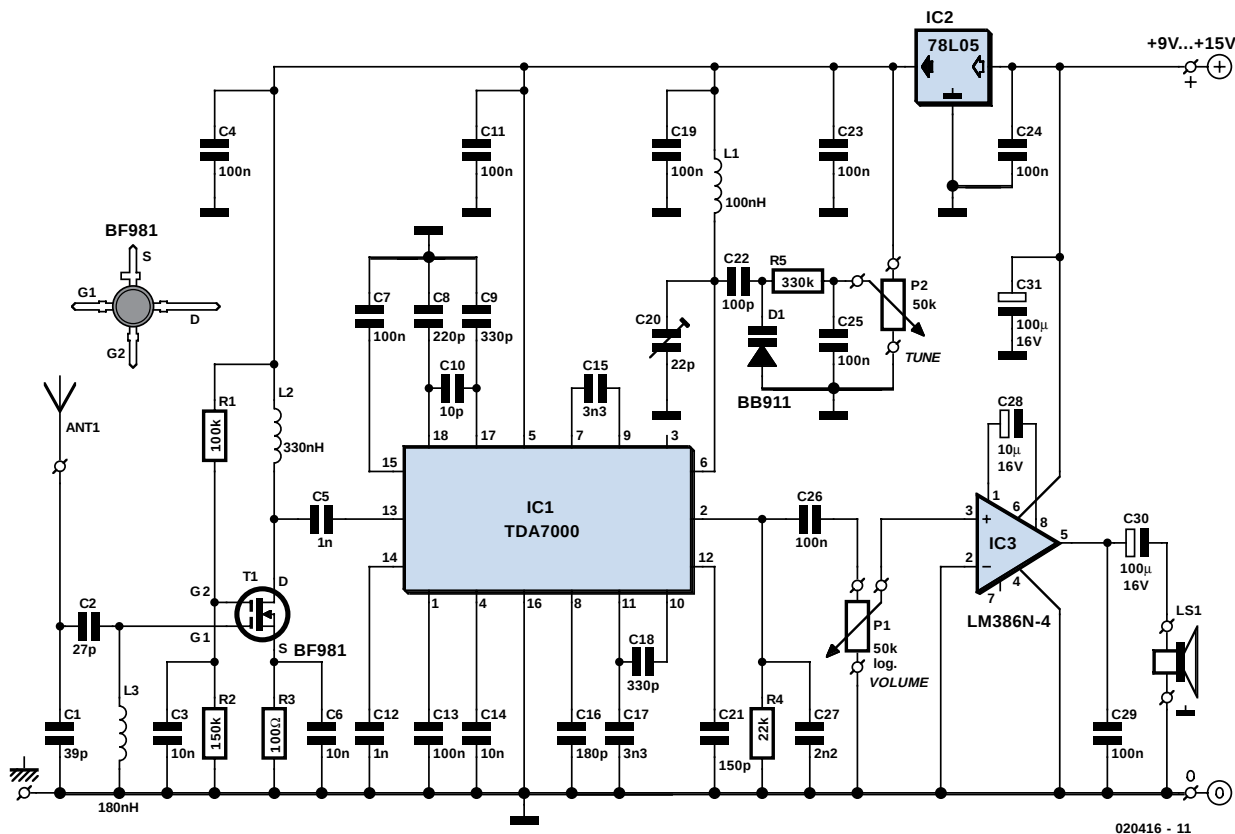
Aluminium kastje, bijv. Hammond type 1590B
 9-V-batterij (PP3/6F22) met aansluit-clip
 print EPS 020416-1 (zie Service-pagina's)

Print-layout is ook beschikbaar op www.elektuur.nl en op de extra Layout-pagina's achterin deze uitgave

waar rekening mee moet worden gehouden. In de eerste plaats is de ontvanger tamelijk gevoelig voor kruismodulatie, directe instraling op de middenfrequent-sectie en algemene storing door nabijgelegen FM-omroepstations. Dat is niet zo verwonderlijk, want de frequenties van deze omroepstations liggen vlakbij (89...107 MHz) en er worden vermogens van vele kilowatts uitgezonden. Goede afscherming, coaxkabels en een antenne die is afgestemd op 4 m (zie verderop) zullen de meeste van



Figuur 4. De print-layout voor de ontvanger met de aansluitingen van de externe onderdelen.



Figuur 3. De schakeling van de 4-m-ontvanger bevat weinig verrassingen en laat duidelijk zien hoe eenvoudig het ontwerp wel is.



De auteur

Gert Baars (42) was al op zeer jonge leeftijd bezig met elektronica. In 1988 studeerde hij af aan de HTS in Alkmaar (tegenwoordig Technische Hogeschool Alkmaar). Gert's interesse gaat vooral uit naar hoogfrequent elektronica, maar hij is ook geïnteresseerd in software en digitale hardware. Vanaf 1997 heeft hij al 20 projecten in dit blad gepubliceerd, waaronder de succesvolle luchtvaart-ontvanger, de 20-m-ontvanger en de HF-meetzer. In de toekomst hoopt Gert over Atmel micro's voor de besturing van hoogfrequent apparatuur te schrijven en mogelijk het ontwerp van een UHF-sweep-generator. Hij ontvangt graag commentaar en suggesties per e-mail, g.baars13@chello.nl.

deze problemen voorkomen. Ten tweede is er nog een punt waarop gelet moet worden. De ontvanger kan gaan oscilleren als de hoogfrequent-ingang niet met $50\ \Omega$ wordt afgesloten. Verder is er niets dat u tegenhoudt de 4-m-band te onderzoeken.

(020416)

Internet adressen:

TDA7000 datasheet:

www.semiconductors.philips.com/pip/TDA7000.html#datasheet

70 MHz informatie en nieuws:

www.70mhz.org

International Amateur Radio Union

(IARU): www.iau.org

Radio Society of Great Britain (RSGB):

www.rsgb.org

70 MHz Yagi-antennes (DK7ZB):

www.qsl.net/dk7zb/start1.htm

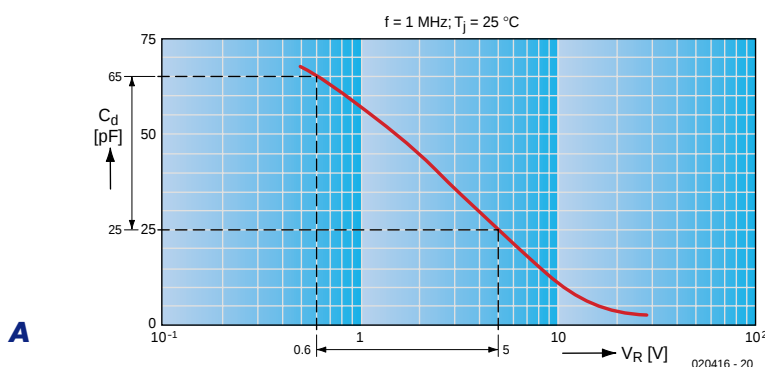
7-elements Yagi voor 70 MHz

(M1CCZ): www.qsl.net/zr6dxb/PROJECTS/4mBeam/4MBeam.htm

Figuur 5. Close-up van de MOSFET aan de soldeerzijde van de print. Kijk voor alle zekerheid in het schema nog eens goed naar de oriëntatie van de MOSFET.



Keuze van de varicap



Om de een of andere reden zijn varicaps (variabele capaciteit diodes) altijd wat ongrijpbare onderdelen geweest. Ga er maar eens aan staan: ontwerp, bouw en publiceer een ontwerp met een varicap. Vervolgens blijkt na een paar maanden dat die varicap niet meer verkrijgbaar is. Bij Elektuur zijn we van nature optimistisch, maar omdat we leveringsproblemen voorzien van de B911 varicap die in deze ontvanger is toegepast, willen we wat achtergrondinformatie geven om het vinden van een vervanger te vergemakkelijken.

De gekozen waarden voor de onderdelen in het schema staan borg voor een afstembereik van 68...88 MHz, waarbij trimcondensator C20 de uiteinden van de afstemband bepaalt en de capaciteitsverhouding van de BB911 resulteert in een afstembereik van ongeveer 20 MHz. Met andere woorden, trimmer C20 verschuift het hele bereik en D1 bepaalt de breedte van het afstembereik. Natuurlijk beïnvloeden deze twee parameters elkaar enigszins.

Voor ontvangst van alleen maar de 4-m-amateurband (70,0...70,5 MHz) is een smal afstembereik voldoende en het zal dan mogelijk zijn om zo ongeveer elke oude VHF-varicap in de ontvanger te zetten, waarna met C20 op een bekend signaal in de band wordt

afgestemd (vraag eventueel om hulp van een plaatselijke gelicenseerde radioamateur).

Aan de andere kant, als de ontvanger gebruikt gaat worden voor zo ongeveer het hele bereik van TV op 68 MHz tot politie-, defensie- en overheidscommunicatie (in sommige gevallen tot vlak onder 87 MHz), dan is wat extra aandacht voor de keuze van de varicap wel nodig.

De keus is gevallen op de BB911 van Philips vanwege het relatief grote capaciteitsbereik van 25 tot 65 pF bij een afstemspanning van 0,6 V tot 5 V – zie figuur A (met dank aan Philips Semiconductors). In deze figuur is te zien dat de capaciteit van een varicap omgekeerd evenredig is met de spanning over de varicap.

Als er niet aan een BB911 is te komen, dan is dat nog geen reden om af te zien van dit project, want er zijn alternatieven genoeg. Wees niet bang om te experimenteren. In veel gevallen kunnen onbekende varicaps van een radio-vlooiemarkt of gesloopt uit een FM-radio gebruikt worden, als ze maar geschikt zijn voor VHF-toepassingen. Het kan ook geen kwaad om een paar varicaps parallel te schakelen om aan het gewenste capaciteitsbereik – en daarmee het gewenste afstembereik – te komen.

Eigenschappen

- Ontvanger met enkelvoudige conversie
- Frequentiebereik 68...88 MHz (VHF-laag)
- Vrijlopende VFO
- TDA7000-circuit aangepast voor smalband
- MOSFET-voorversterker
- Enkelzijdige print
- Ingebouwde audioversterker
- 1,7 μ V gevoeligheid voor 12 dB SINAD (3 kHz zwaai)
- Voeding 9...18 V gelijkspanning, 20 mA (met ingeschakelde squelch)

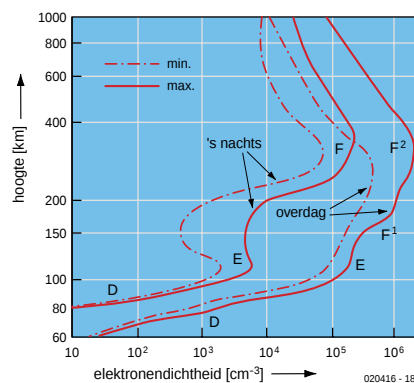
Propagatie - altijd weer een verrassing!

De voortplanting van radiogolven (of, zoals radioamateurs zeggen, de propagatie) is een fascinerend fenomeen, want het meeste is gissen en louter verrassing. Dat wil niet zeggen dat dit onderwerp niet uitgebreid is onderzocht door onderzoekers en radioamateurs. Integendeel, een aantal onderliggende principes is al in de jaren '20 beschreven door Nobelprijswinnaar Sir Edward V. Appleton (1892...1965). Appleton ontdekte dat radiogolven afhankelijk van hun frequentie onderhevig zijn aan breking, weerkaatsing en (gedeeltelijke) absorptie door bepaalde lagen van de aardse atmosfeer. Deze gebieden verschillen van elkaar door hun elektronendichtheid en zitten op een hoogte van 60...400 km boven de aarde.

De basisverdeling is te zien in figuur A. De A-, B- en C-lagen staan er niet op. Dat komt omdat Appleton het eerst de laag op een hoogte van 100 km ontdekte; hij noemde dat de elektronenlaag. De D- en F-laag (in feite F1 en F2) werden later ontdekt toen de naam E-laag al in zwang was geraakt. Tegenwoordig gebruiken onderzoekers zeer verfijnde radioapparatuur plus observaties van radioamateurs in een poging om het bestaan van nog meer lagen in de atmosfeer aan te tonen.

De E-laag is bijzonder geschikt voor afbuiging en breking van signalen in het 70-MHz-gebied en in het algemeen ook voor de VHF banden, omdat ze gemakkelijk geïoniseerd wordt. Het gedrag van de E-laag is behoorlijk onvoorspelbaar (vooral gedurende periodes met hoge luchtdruk), met als enige wel voorspelbare factor een forse afname van de elektronendichtheid bij zonsondergang door de dan lagere ionisatiegraad. Als neveneffect reflecteert de E-laag 's nachts signalen van de middengolfband wanneer de absorptie door de D-laag grotendeels verdwijnt.

A



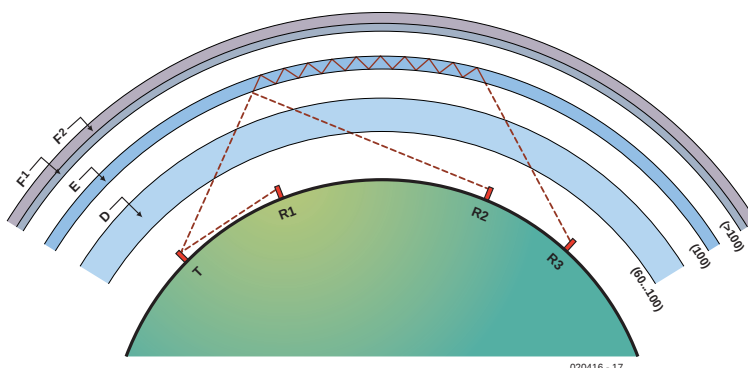
Sporadische E (Es) hebben we nodig voor onze 70-MHz-ontvanger en de reden daarvoor is te vinden in figuur B. Gewoonlijk wordt het bereik van zender T in het onderste deel van de VHF-band begrensd door het directe zichtbereik, dus kan ten hoogste ontvanger R1 bereikt worden. Echter, met een beetje hulp van Es kan het signaal gereflecteerd worden, waardoor ontvanger R2 bereikt wordt, die vanaf T gezien ver achter de horizon ligt. In extreme gevallen kan het signaal herhaaldelijk binnen de E-laag worden weerkaatst, waardoor zelfs ontvanger R3 wordt bereikt.

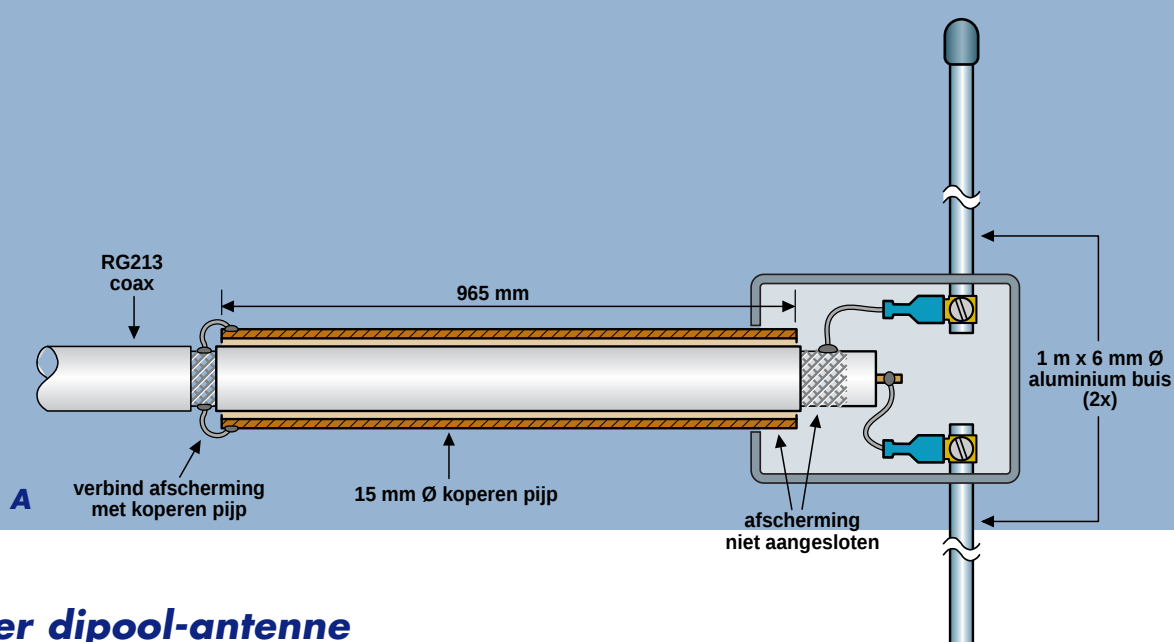
Es wordt veroorzaakt door de vorming van 'wolken' van zwaar geïoniseerde gebieden in de atmosfeer, op een hoogte van 100...125 km. Es komt vaak voor gedurende de zomermaanden, maar er zijn ook uitzonderingen.

Als er maar genoeg ionisatie is (soms aangewakkerd door een uitbarsting van zonnevlekken) kunnen er via Es radioverbindingen worden gemaakt over afstanden van wel 3000 km en meer. Een goede manier om Es-activiteit in de gaten te houden, is te luisteren naar een van de vele bakens in de 70-MHz-radioamateur-band, of te kijken naar TV-stations aan de onderkant van de band.

Vele jaren geleden waren er een piek in de zonnevlekken en tegelijkertijd flinke wolken met Es-activiteit boven de Atlantische Oceaan. Politie-auto's uit Boston en New York waren in Europa luid en duidelijk te horen, sommige signalen slaagden er zelfs in politie-repeaters aan deze kant van de oceaan aan te sturen.

B





4-meter dipool-antenne

Een ontvanger is niet compleet zonder een passende antenne. Omdat er maar weinig te koop is voor de 4-m-band, presenteren we hier een low-budget dipool-ontwerp. Bij de links aan het einde van dit artikel vindt u nog meer ontwerp-ideeën voor 4-m-antennes, maar probeer eerst deze antenne eens. Hij is buitengewoon geschikt voor allereerste experimenten, zelfs bij opstelling binnenshuis.

De benodigdheden en het gereedschap:

- een stukje 50 W RG213 of RG8 coaxkabel (10,3 mm buitendiameter)
- een stuk koperen buis, 15 mm buitendiameter, lengte 965 mm
- twee aluminium buizen, 6 mm doorsnede, lengte 1 m
- twee kabeldoorvoeren
- een ronde T-verbindingsdoos voor elektrische installaties, met 20-mm-openingen
- wat draad, niet te dun
- een flinke soldeerbout (> 50 W)
- nylon of plastic wartels, 20 mm diameter

De tekening in figuur A laat zien hoe de antenne in elkaar steekt. De koperen pijp fungeert als een balun (balanced/unbalanced transformator) en zorgt niet alleen voor de aanpassing van de asymmetrische coaxkabel aan de symmetrische dipool, maar ze past ook de impedantie van de dipool aan van ongeveer 72 W naar de kabelimpedantie van 50 W. Hoogfrequentoudgedienden kennen het onder de naam bazooka of sleeve balun. De einden van de buizen kunnen het mooiste worden aangesloten middels 60-A-terminals, maar wie heeft die standaard op voorraad? Een goed alternatief is de einden gewoon plat slaan, er een gaatje in boren en ver-

volgens de kabelschoenen met een boutje vast zetten. Voor extra stevigheid gaan de buizen door wartels (eventueel wat opboren, zodat ze strak passen) de verbindingsdoos in. De doos zelf kan opgevuld worden met kunsthars of uithardende siliconenkit. De buitenuiteinden van de aluminium staven moeten ontbraamd, afgerond en dichtgestopt worden om te voorkomen dat er vocht door naar binnen komt.

Als de antenne bedoeld is voor gebruik buitenshuis, dan moeten de verbinding van de koperen buis en de coax-afscherming ook ingepakt worden. Dat kan door de hele balun in een stuk PVC-buis van 20 mm doorsnede op te bergen en het geheel weer dicht te maken met siliconenkit. Al het soldeerwerk aan de coaxkabel moet zo snel mogelijk gedaan worden om te voorkomen dat het PTFE-isolatie-

materiaal van de kabel wordt vervormd, waardoor plaatselijke impedantieveranderingen kunnen optreden.

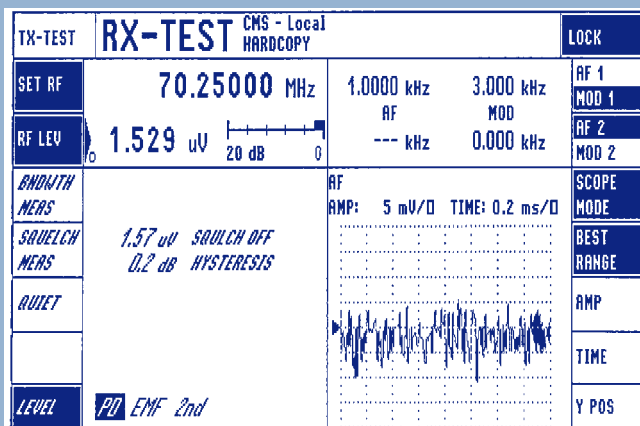
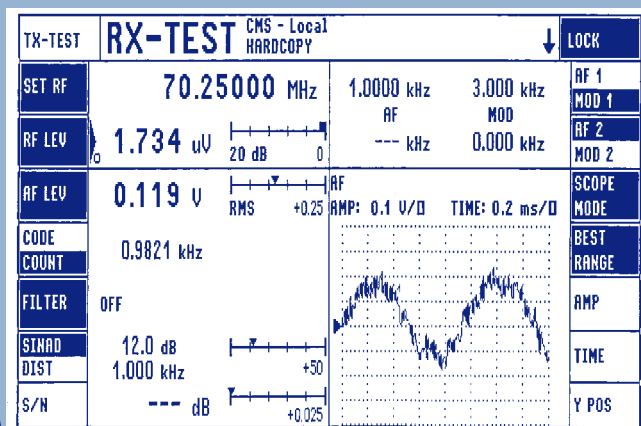
Variaties op het thema zijn mogelijk, maar wees voorzichtig als u hiermee nog geen ervaring hebt. Het ligt bijvoorbeeld voor de hand om te denken dat de twee dipolen best wat dunner zouden kunnen, bijvoorbeeld een paar stukken lasdraad. Maar dat maakt wel degelijk wat uit voor de werking van de antenne. De antenne wordt dan namelijk smalbandiger en geeft dan hoogstens bij 75 MHz $\pm$ 2 MHz een aanvaardbare staandegolf-verhouding. Bij een grotere doorsnede van de dipolen neemt de bandbreedte toe, waardoor de antenne gebruikt kan worden voor de hele lage VHF-band (68...88 MHz). Daarom zijn antennes voor de mobilifoondiensten in de VHF-banden zo dik!

Op de testbank!

Terwijl we de laatste hand legden aan het ontwerp van de VHF-ontvanger, kregen we onverwachts de gelegenheid ons ontvangerijtje te testen op een heel bijzonder meetapparaat, de Rohde & Schwarz CMS 54 Radio Communications Service Monitor. Dit apparaat (zie foto) kan geheel automatisch metingen verrichten binnen het frequentie gebied van 0,4 MHz tot 1 GHz, hetgeen normaal gesproken niet binnen het bereik ligt van de hoogfrequent meetapparatuur van het Elektuur-lab. Het aanbod kwam van Ed Warnier, PA1EW, die dit complexe apparaat net zo gemakkelijk bedient als zijn eigen auto. Het resultaat van de metingen aan de ontvanger is zeker vermeldenswaard. Maar de

onderliggende principes van de specifieke tests die het apparaat kan uitvoeren, zijn ook interessant voor lezers die met de radiohobby beginnen.

Eerst een paar feiten. Onze ontvanger is ontworpen voor de ontvangst van smalbandige FM (NBFM) tussen 68 MHz en 88 MHz, een gebied dat ook wel wordt aangeduid met lage VHF-band. Aangezien de ontvanger vooral interessant is voor radioamateurs, werd besloten om af te stemmen op 70,250 MHz, wat precies in het midden van de 4-m-band ligt zoals die door de IARU gedefinieerd is. Hoe krijg je de ontvanger precies op deze frequentie als je alleen maar een draaiknop hebt en geen frequentieaflezing? Heel simpel, we zetten de



CMS 54 op 70,250 MHz en draaien voorzichtig net zo lang aan de afstemknop totdat we het testsignaal horen.

Meting van de gevoeligheid van de ontvanger

Met de generator afgestemd op de ontvanger (of was het andersom?) komen we bij een spannend moment - we gaan het hoogfrequent uitgangsvermogen van de generator net zo lang verminderen totdat de ontvanger op de testbank het signaal kwijt raakt. De VHF-ontvanger, die geen variabele squelch heeft of een knop om de squelch uit te zetten, ging heel abrupt over van de toestand 'zeer ruisachtig signaal' naar 'geen signaal'. Hierover later meer.

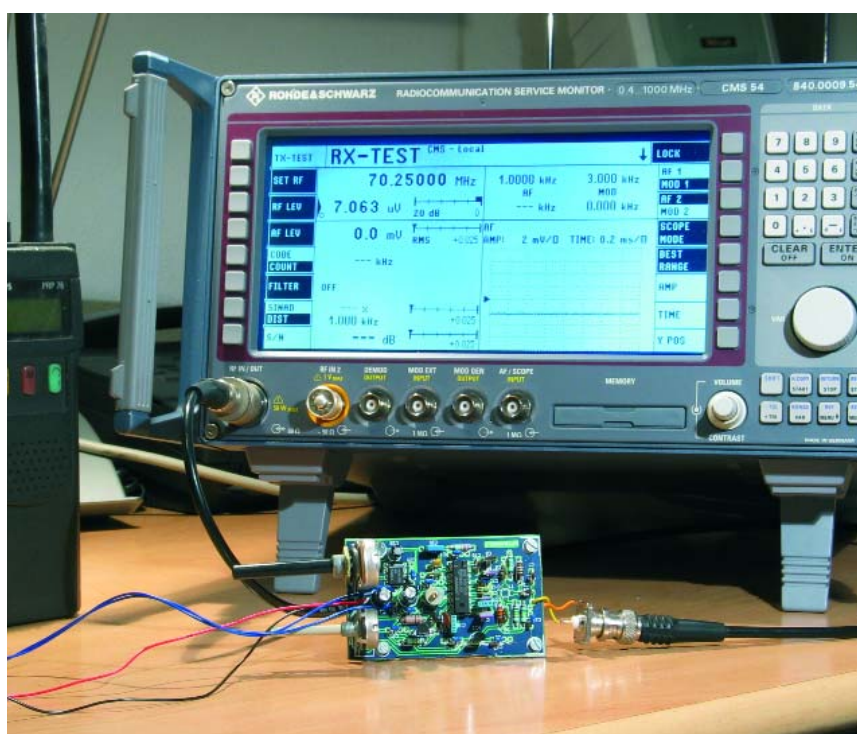
De gevoeligheid van een ontvanger wordt gedefinieerd als de sterkte van het hoogfrequente signaal waarbij het audiosignaal van de ontvanger een bepaalde signaal/ruis-verhouding bereikt. Voor smalbandige ontvangers wordt $SINAD = 12$ gezien als standaard. Dat betekent dat het signaal dat we willen horen 12 dB boven de som van ruis en vervorming zit (vandaar de afkorting SINAD; een oudere standaard; S/N houdt alleen rekening met de ruis). De afkorting SINAD is een samentrekking van signal-plus-noise-plus-distortion to noise-plus-distortion ratio. Het niveau van het hoogfrequente signaal wordt gewoonlijk uitgedrukt in microvolts pd (potential difference), hoewel emf (electromotive force) door puristen wordt gebruikt. De HF-uitgang van de CMS 54 was verbonden met de ingang van de ontvanger middels een stukje RG58 coaxkabel en de audio-input was verbonden met de audio-uitgang van de ontvanger. Na een handmatige aanpassing van het uitgangsvolume van de ontvanger wordt een automatische meting gestart op de CMS 54. Het hoogfrequente signaal wordt net zo lang verzwakt totdat het audiosignaal een SINAD van 12 dB vertoont. Het niveau van het hoogfre-

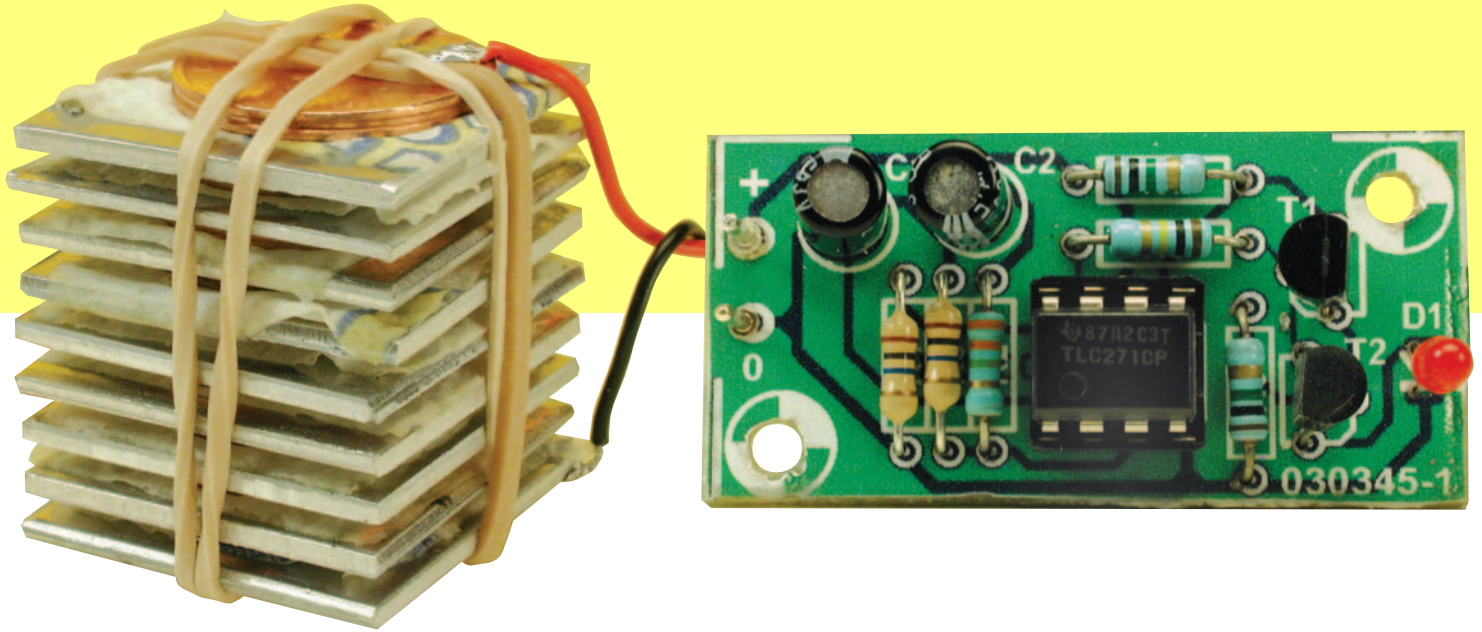
quente signaal waarbij dit gebeurt, wordt opgeslagen en op het scherm getoond - zie figuur A. In ons geval werd een gevoeligheid van ongeveer 1,7 microvolt voor 12 dB SINAD verkregen en dat is helemaal niet gek als we rekening houden met de eenvoud van het ontwerp. De test werd uitgevoerd met een toon van 1 kHz en een zwaai van 3 kHz. Zoals in de scherm-afbeelding te zien is, laat de CMS 54 ook het signaal zelf zien dat gemeten is aan de uitgang van de ontvanger.

Over gevoeligheid en de squelch

Omdat de CMS 54 in staat is om audiosignalen met zo'n verbazingwekkende nauwkeurigheid te interpreteren, heeft hij er ook geen enkele moeite mee om te bepalen wanneer zo'n signaal wordt doorgelaten of tegengehouden door de squelch('mute')-functie die in de TDA7000 zit. Een automati-

sche trapsgewijze meting werd weer opgestart, ditmaal om te bepalen bij welk signaalniveau de squelch in zou grijpen. Het resultaat, ongeveer 1,6 microvolt, is te zien in figuur B. Ed wees ons er op dat een squelch-hysteresis van maar 0,2 dB niet zo handig is bij het luisteren naar smalbandige uitzendingen, een waarde van 2...3 dB is standaard. Wat meer hysteresis zorgt er voor dat stations die in de ruis wegzakken, niet zo abrupt de squelch laten aanspreken. Veeleer zal de ontvanger dan zulke fladderende signalen blijven volgen. Ook al is het signaal nauwelijks waar te nemen in de ruis, dan zal toch de squelch niet gaan klappen.





Prof. Dr. Martin Oßmann

Citroen als batterij!

Low-power knipper-LED

Deze schakeling heeft maar enkele microampères nodig om een LED te laten flitsen. De energie wordt uit een zelf gemaakte batterij gehaald.

Inderdaad, de schakeling in **figuur 1** lijkt ietwat overdreven voor een indicatorlampje. Had dat niet ook met een low-current LED en een voorschakelweerstand gekund? Nee, toch niet. Het doel is hier namelijk om met zo min mogelijk energie een duidelijke LED-aanduiding te realiseren – bijvoorbeeld voor een batterijgevoed apparaat. Met weinig stroom voorhanden is het natuurlijk niet verstandig een dergelijke LED continu te laten branden. We laten deze dan ook telkens maar kort oplichten. Hiervoor is een energiezuinige oscillator nodig, met een extreme

duty-cycle. Condensator C1 zorgt samen met weerstand R1 voor een grote tijdconstante.

Low-power opamp IC1 is als invertierende comparator geschakeld en bewaakt de spanning over C1. Deze wordt vergeleken met de drempelwaarde die met R2 en R3 is ingesteld. Als condensator C1 ver genoeg is opgeladen, wordt deze weer ontladen. De hierin opgeslagen energie wordt natuurlijk niet verspild, maar direct nuttig toegepast als voeding voor een LED.

Om voor een relatief grote en korte

stroompuls te zorgen, wordt de condensator via de met T1 en T2 geconstrueerde thyristor ontladen. Deze thyristor wordt ontstoken via R5. Tijdens het laden van C1 neemt deze trap geen stroom op en ook de low-power opamp gebruikt maar weinig. Resultaat is een zeer energiezuinige schakelingetje: bij 12 V bedraagt het totale stroomverbruik ongeveer 15 μA . De schakeling begint bij ongeveer 3,5 V te werken, maar dan brandt de LED nog maar zwakjes. Voordeel is dat het stroomverbruik dan nog slechts 4 μA bedraagt!

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1,6 = 1 M
R2 = 3M3
R3,4 = 9M1
R5 = 100 k

Condensatoren:

C1,C2 = 1 μ /16 V staand

Halfgeleiders:

D1 = LED rood (low-current)

IC1 = TS271C (zie tekst)

T1 = BC557C

T2 = BC547C

Diversen:

K1 = 2 printpennen

print 030345-1 leverbaar via

ThePCBShop (zie www.elektuur.nl)

print-layout is ook beschikbaar op
www.elektuur.nl en op de extra layout-

pagina's achterin deze uitgave

Samenstelling batterij:

2 soldeerlippen

9 ronde koperen plaatjes (zie tekst,
bijvoorbeeld 5-eurocent-stukken)

9 aluminium plaatjes (zie tekst)

Vloei- of keukenpapier (zie tekst)

1 citroen (of citroensap, zie tekst)

1 rubberen ring

Opbouw

Bij het opbouwen van de print in **figuur 2** zijn geen moeilijkheden te verwachten en ook de componenten zijn niet kritisch. Neem niettemin voor C1 een foliecondensator (bijvoorbeeld een MKT). Ook C2 moet een type zijn met een kleine lekstroom, zodat het stroomverbruik van de schakeling zo laag mogelijk blijft. Voor de LED kan een rood high-intensity of low-current type gebruikt worden.

In de schakeling wordt de low-power operationele versterker TS271C van ST (voorheen SGS-Thomson) toegepast. Deze is **niet pin-compatible** met de TLC271, die overigens ook ingezet kan worden als pennen 7 en 8 met elkaar verbonden worden, om de low-bias-instelling te behouden. Weerstand R4, die bij de TS271C de bias-stroom instelt, komt dan te vervallen.

Citroensap

Het uitzonderlijk lage stroomverbruik en de niet al te hoge spanning maken het mogelijk deze schakeling met een zelfgemaakte batterij te voeden. In **figuur 3** is schematisch weergegeven hoe een dergelijke batterij te construeren is.

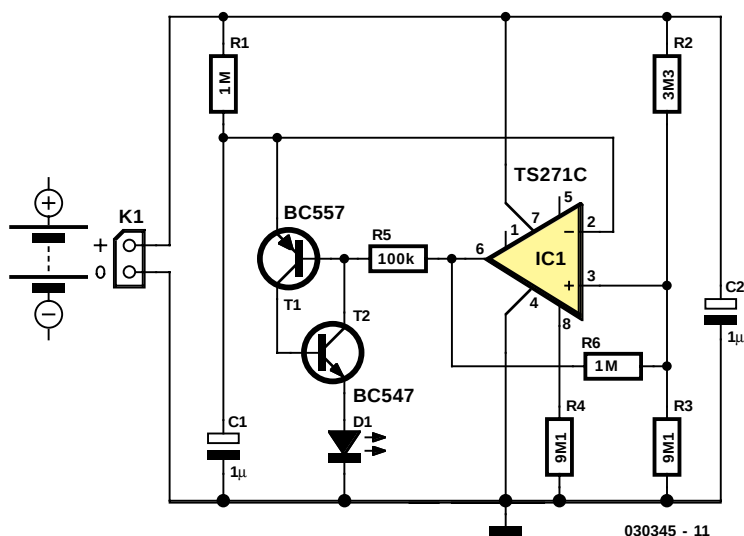
De batterij bestaat uit negen in serie geschakelde elementen. Ieder afzonderlijk element bestaat uit een (verko-perd) muntstuk, een tussenlaag van in citroensap gedrenkt vloeipapier (of keukenrol) en tenslotte een stuk aluminiumfolie.

In de praktijk bleek de volgende methode het beste te werken: met een muntstuk als sjabloon kunnen met een scherp mes in één keer acht aluminium elektroden worden gesneden uit een 8-voudig gevouwen stuk folie. Vervolgens moeten negen vierkante stukjes vloeipapier worden geknipt. Zorg dat deze iets groter zijn dan de doorsnede van het muntstuk, zodat kortsluiting tussen het koper en aluminium wordt

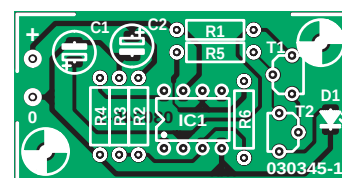
voorkomen. De stukjes papier moeten in citroensap worden gedrenkt. Overigens werkt vers geperst sap beter dan sap uit een flesje!

Als eerste elektrode kan het beste een iets groter stuk aluminiumfolie worden genomen. Dit wordt de minpool van de batterij. Hierop komt dan een stukje papier. Vervolgens een muntstuk, een stuk aluminium, weer een stukje papier en zo verder tot het laatste muntstuk: de positieve pool van de batterij. Als alles goed is, kan nu met een hoogohmige voltmeter spanning worden gemeten. Deze moet tussen de 3,5 en 4 V liggen. Als de schakeling wordt aangesloten, zal de LED er een hele tijd lustig op los knipperen. En dat alles met citroensap...

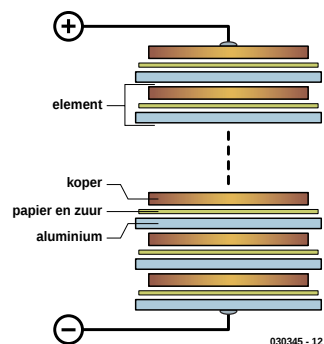
(030345)



Figuur 1. Schema met de low-power opamp TS271C.



Figuur 2. Een print om mee te experimenteren.



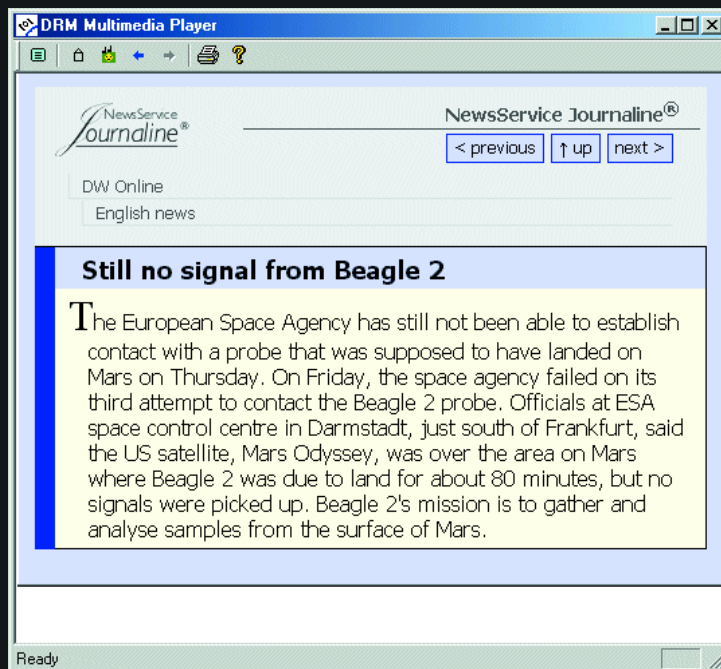
Figuur 3. Schematische weergave van een citroenbatterij.

DREAM-TEAM

Software voor de DRM-ontvanger

Tot op heden zijn voor de ontvangst van de digitale midden- en kortegolf nog steeds geen betaalbare ontvangers te koop. Voor geïnteresseerden is inmiddels wel software verkrijgbaar waarmee het DRM-sigitaal kan worden gedecodeerd. De twee hiervoor aangeboden programma's verschillen onderling iets in benadering en mogelijkheden, maar vooral het verschil in prijs is opmerkelijk.





Figuur 1. Met DRM kunnen ook tekst en beeld worden ontvangen. Hier een voorbeeld van de nieuwsdienst van de Deutsche Welle, getoond door de multimediaspeler van het programma DRM-Software-Radio.

Wie met een omgebouwde wereldontvanger of met de DRM-ontvanger van Elektuur op jacht gaat naar radiostations, heeft een software-decoder voor de PC nodig. Dit decoder-programma ontvangt het te verwerken signaal via de geluidskaart, decodeert het signaal en stuurt vervolgens het verkregen audiosignaal weer via de geluidskaart naar buiten. Op dit moment zijn voor dat doel twee programma's beschikbaar: Het door het Fraunhofer IIS ontwikkelde 'DRM Software Radio' en het open-source-project 'DREAM' van Volker Fischer en Alexander Kurpiers, beide van het Institut für Kommunikationstechnologie van de universiteit van Darmstadt.

Deze twee programma's hebben onderling een aantal verschillen. Het eerste verschil ligt al in de eisen die het programma stelt ten aanzien van het aangeboden DRM-signaal aan de ingang van de geluidskaart. Bij beide programma's is 12 kHz de centrale frequentie van een 10 kHz breed signaal. Het DRM-spectrum loopt dus normaal gesproken van 7...17 kHz. Het programma DRM-Software-Radio fungeert alleen goed als het aangeboden signaal een frequentieafwijking heeft van minder dan 500 Hz. DREAM daarentegen decodeert het signaal foutloos zolang het spectrum maar ergens tussen 0 en 24 kHz ligt.

DRM met tekst en beeld

Voor het programma DRM-Software-Radio moet 60 Euro worden betaald. Het programma kan online worden betaald en gedownload van www.drmrx.org/. De gebruiker krijgt een unieke software-sleutel en is daarmee tegelijk automatisch geregistreerd. Ook kan de gebruiker dan deelnemen aan de zogenaamde veldtesten door af en toe een ontvangstrapport te versturen. Het is niet uit te sluiten dat de vele ontvangstberichten, vooral uit Europa, op termijn invloed hebben op de zenderplanning. De officiële homepage van DRM-Software-Radio geeft voortdurend actuele informatie over welke zenders te ontvangen zijn. De werking van dit programma werd al in het artikel 'DRM-ontvanger' (Elektuur maart 2004) uitgebreid beschreven. Maar DRM kan meer dan alleen

spraak en muziek verzenden. Tegelijk met het audiosignaal worden ook gegevens als de stationsnaam en bijvoorbeeld de hoofdlijnen uit het nieuws uitgezonden. Enkele zenders versturen ook beelden en informatiepagina's in een Internet-achtig formaat. Het programma DRM-Software-Radio beschikt over een multimediaspeler waarop deze toegevoegde diensten zichtbaar kunnen worden gemaakt. Wanneer een dergelijke dienst wordt aangeboden, kan de speler worden gestart door op het desbetreffende serviceveld te klikken. Het duurt dan enige tijd voordat voldoende data is verzameld om het gebodene zichtbaar te maken. Zo biedt bijvoorbeeld de zender Deutsche Welle (6140 kHz) een toegevoegde dienst met de naam 'Journaline'. Een klik in het audioscherm opent de multimediaspeler en in de achtergrond zijn dan korte nieuwsboodschappen te lezen. Na enige tijd zijn alle tekstberichten opgeslagen en kan door de tekst worden gebladerd. Zelfs bij een relatief gestoorde ontvangst functioneert deze dienst nog uitstekend. De tekstberichten komen even goed door, het duurt alleen wat langer. In **figuur 1** is een Engelstalige 'Journaline' te zien.

Open-source-project

Het eerder genoemde programma DRM-Software-Radio kan na aanschaf direct worden geïnstalleerd en gebruikt. Het open-source-project DREAM vereist flink wat meer inspanning van de gebruiker. De auteurs bieden dit programma helaas alleen aan als C++-brontekst (<http://sourceforge.net/projects/drm/>). Het verspreiden van een gecompileerde versie van dit programma is om juridische redenen niet mogelijk. Bepaalde componenten zijn namelijk beschermd door het patentrecht. Hierop wordt dadelijk verder ingegaan. Verder wordt nog een gebruiksaanwijzing gegeven die is samengesteld door Thorsten Godau DL9SEC. Daarin wordt stap voor stap beschreven hoe het project moet worden gecompileerd. Het complete project en de aanwijzingen voor de te gebruiken bibliotheken zijn te vinden onder:

www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/fguet/mitarbeiter/vf/DRM/DRM.html
en onder:

Beter met minder bits

Ontwikkelingen bij digitale-audio-compressie

MP3

In 1987 begon het Fraunhofer IIS met de ontwikkeling van een audio-codeerprocédé met gebruikmaking van psycho-akoestische effecten. Daaruit ontstond **ISO-MPEG Audio Layer-3**, beter bekend onder de naam **MP3** – de standaard van de jaren 90. MPEG Layer-3 maakt CD-kwaliteit in stereo mogelijk bij **112...128 Kbit/s**.

<http://www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/drm.html>

Het doel van dit project was een bruikbare DRM-decoder te ontwikkelen waarin alle basisfuncties zijn opgenomen. Het C++-project werd gestart in juni 2001 en het resulterende programma is sinds 17 december 2003 beschikbaar als versie 1.0. In deze versie wordt de nieuwe DRM-standaard ondersteund. Deze software mag onder de bepalingen van de GNU General Public License (GPL) vrij worden verspreid, maar dat betekent niet automatisch dat de software vrij is van rechten. In bepaalde landen kan het gebruik van dit programma nog octrooi-rechten schenden.

Het DREAM-project richt zich tot iedereen die wil weten hoe een DRM-datastroom moet worden gedecodeerd. Geïnteresseerden kunnen veel leren van de software-algoritmes en kunnen desgewenst helpen de source-code te verbeteren. Voor het compileren is Microsoft Visual C++ 6.0 met Service Pack 5 en Trolltech QT 2.0 nodig. Bovendien dienen de bibliotheken FFTW, QWT en FAAD2 aanwezig te zijn. Deze componenten worden in het navolgende nog even toegelicht.

QWT (Qt Widgets for Technical Applications) bevat verschillende GUI-componenten. Deze bibliotheek is bedoeld voor wetenschappelijke toepassingen en bevat elementen van grafiek tot schuifregelaar. De feitelijke C++-brontekst is onafhankelijk van het gebruikte operating-system en hiervoor is gekozen om DREAM zowel onder Windows als onder Linux te kunnen laten draaien. De bibliotheken kunnen onder <http://qwt.sourceforge.net/> worden gedownload.

FFTW (Fastest Fourier Transform in the West) werd aan het MIT ontwikkeld door Matteo Frigo en Steven G. Johnson. Het pakket kan worden gedownload onder <http://www.fftw.org/>. De snelle Fourier-transformatie wordt door DREAM gebruikt om de draaggolf van het DRM-sig-naal te analyseren op amplitude en fase. De hieruit resulterende datastroom bevat zowel de audio- als de multimedia-informatie.

FAAD2 van de Nederlandse firma AudioCoding.com bevat alle DRM-specifieke algoritmes voor het decoderen van de datastroom. Advanced Audio Coding (AAC) is het door vooraanstaande bedrijven (AT&T, Dolby Labs, Fraunhofer IIS en Sony) ontwikkelde High Quality Audio Coding ISO algoritme dat ook wordt gebruikt in DRM-Software-Radio van het Fraunhofer IIS. Hierin zijn ook MPEG-2 en MPEG-4 AAC

geïmplementeerd. FAAD2 mag onder de GNU General Public License vrij worden verspreid voor privé-gebruik of wetenschappelijke doeleinden. Hierbij dienen eventuele patentrechten in acht te worden genomen. Dit is een van de redenen waarom een gecompileerde versie van DREAM.exe niet zonder meer mag worden gedistribueerd. Het is ook niet zeker of in een verdere ontwikkeling van DRM een vrij gebruik van FAAD2 nog mogelijk is. Maar gelukkig mag op dit moment deze technologie door geïnteresseerden worden gebruikt.

Nu volgen de aanwijzingen van Thorsten Godau voor het compileren:

Voor het succesvol compileren van de source-code van DREAM wordt een goed functionerende installatie verondersteld van:

- Microsoft Visual (Studio) C++ V6
- Visual C++ Service Pack 4 en Processor Pack voor SP4 of
- Visual C++ Service Pack 5 en Processor Pack voor SP5

De werkwijze is als volgt:

Van Trolltech dient de Non-Commercial-Version van QT (QT-Win V2.3 NC) te worden gedownload onder:

http://www.trolltech.com/download/qt/download_noncomm.html

en te worden geïnstalleerd.

Gebruik bij de installatie de standaard toegewezen paden!

Download de source-code DREAM V1.0 (of hoger) onder http://prdownloads.sourceforge.net/drm/drm_1_0.zip?download

Download het voorgecompileerde QWT-pakket onder: <http://www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/fguet/mitarbeiter/vf/DRM/download/WinQWTInst.zip>

Download het FAAD2-pakket onder: <http://www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/fguet/mitarbeiter/vf/DRM/download/WinFAAD2SBRNewInst.zip>

Dan komt aanmaken van directory's en het toewijzen van de bestanden:

- Maak een map aan met de naam **c:\VCproject**
- Pak het bestand *drm_1_0.zip* uit in bovenstaande map

AAC

De samenwerking tussen het Fraunhofer IIS en firma's zoals AT&T, Sony en Dolby leidde in 1997 tot **MPEG-2 Advanced Audio Coding** (AAC) als nieuwe internationale standaard. Met AAC zijn 1...48 audiokanalen en sampling-frequenties tussen 8 en 96 kHz mogelijk. Ten opzichte van MPEG Layer-2 wordt de datarate bij gelijkblijvende subjectieve kwaliteit gehalveerd.

mp3PRO

Met de door Coding Technologies ontwikkelde Spectral Band Replication Technology (**SBR**) kan de effectiviteit van de data-reductie zonder kwaliteitsverlies nog met een factor 2 worden vergroot. mp3PRO is de **MP3**-compatibele Implementatie van SBR en deze is o.a. voor de actuele versie van de bekende CD-brander-software NERO beschikbaar als plug-in.

aacPlus/MPEG-4 HE AAC

De combinatie van **AAC** met de bandbreedte-vergroten-de **SBR** werd door Coding Technologies oorspronkelijk als **aacPlus** op de markt gebracht. Na de standaardisatie door de MPEG-organisatie werd dit een van de audio-profielen van MPEG-4, namelijk **MPEG-4 High Efficiency AAC** (HE AAC). Deze nieuwe standaard maakt CD-kwaliteit in stereo mogelijk bij 48 Kbit/s, zeer goede stereo-kwaliteit bij 32 Kbit/s en een 'parametrische' stereo in FM-achtige kwaliteit bij 20 Kbit/s. Het laatste wordt bij DRM toegepast (zie artikel 'Digitale audio op zijn smalst' in deze uitgave).

MPEG-4 HE AAC is eveneens als plug-in voor NERO verkrijgbaar.

- Open *WinFFTWInst.zip* en kopieer de bestanden *libfftw.lib*, *fftw.h* en *rfftw.h* uit de subdirectory *\lib* naar **c:\VCproject\drm\libs**.
- Open *WinQWTInst.zip* en kopieer alle *.lib* en *.h* bestanden naar **c:\VCproject\drm\libs**.
- Open *WinFAAD2SBRNewInst.zip* en kopieer alles, inclusief de subdirectory's, naar **c:\VCproject**.

Het compileren van het FAAD2-pakket:

- Ga naar de subdirectory **c:\VCproject\faad2\libfaad** en dubbelklik op *libfaad.dsw* (bij een correct geïnstalleerde Visual Studio wordt nu de Visual C++-IDE geopend).
- Kies in de IDE onder 'Build > Set active configuration' en kies in het volgende venster 'libfaad - Win32 Release'. Vervolgens op 'OK' klikken.
- In de IDE onder 'Build' kiezen voor 'Build all'. Het compileren begint nu en eindigt binnen enkele seconden zonder fouten, maar wel met 43 waarschuwingen.
- Ga nu naar de subdirectory **c:\VCproject\faad2\libfaad\Release** en kopieer *libfaad.lib* naar **c:\VCproject\drm\libs**. Kopieer ook het bestand *faad.h* uit **c:\VCproject\faad2\include** naar **c:\VCproject\drm\libs**.

Het aanmaken van de QT MOC-bestanden:

- Ga naar de subdirectory **c:\VCproject\drm\windows** en dubbelklik op *MocGUI.bat*. Nu worden automatisch enkele bestanden aangemaakt in **c:\VCproject\drm\windows\moc**.

Het compileren van DREAM:

- Ga naar de subdirectory **c:\VCproject\drm\windows** en dubbelklik op *FDRM.dsw* (bij een juist geïnstalleerde Visual Studio wordt nu de Visual C++ IDE actief).
- Kies in de IDE nu 'Build > Set active configuration' en kies in het volgende venster 'FDRM - Win32 Release'. Klik vervolgens op 'OK' en kies dan 'Build > Build all'. Het compileren begint nu en eindigt al snel met 1 waarschuwing en geen fouten.

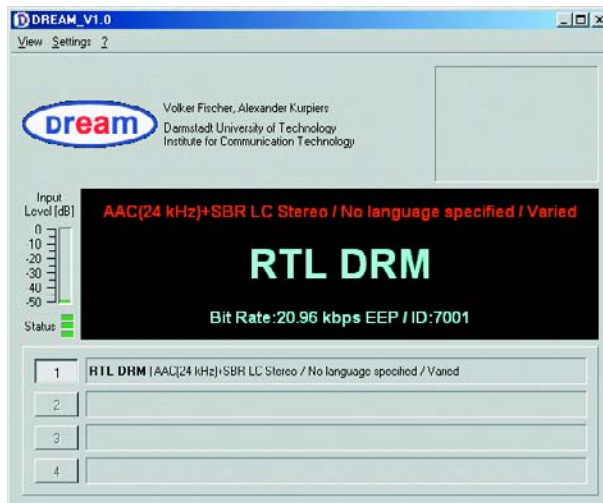
Het starten van DREAM:

- Ga naar de subdirectory **c:\VCproject\drm\windows\Release** en kopieer het bestand *Dream.exe* naar een nieuw aangemaakte directory **c:\Programma\Dream**.
- Als het programma *Dream.exe* moet worden uitgevoerd op een computer waarop QT niet is geïnstalleerd, dan dient het

- bestand *qt-mt230nc.dll* uit de directory **c:\qt\bin** ook nog te worden gekopieerd naar de directory **c:\Programma\Dream**.
- Nu kan *Dream.exe* worden gestart.

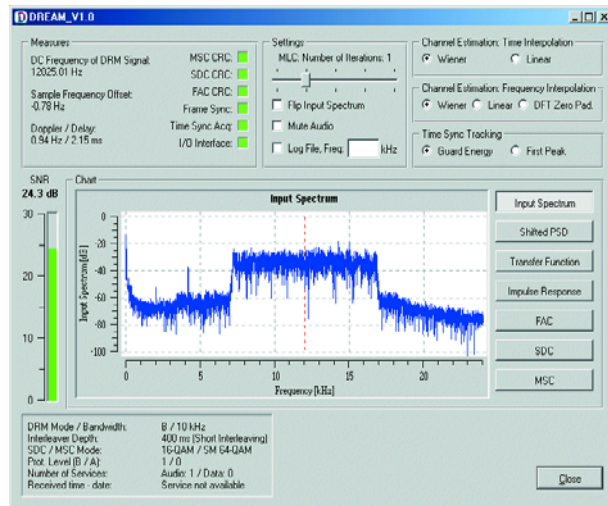
Resultaten

Door te dubbelklikken op *Dream.exe* wordt het programma gestart. Wanneer nu een geschikte frequentie wordt ingegeven (en de ontvanger op de geluidskaart is aangesloten), zal na enige tijd het audiosignaal verschijnen. Op het beeldscherm (**figuur 2**) worden duidelijk de naam van het ontvangen station en de actuele bitrate weergegeven. Door te klikken op 'View > Evaluation Dialog' wordt nog meer informatie gegeven. In het venster (**figuur 3**) is het DRM-spectrum te zien. Bovendien worden allerlei andere gegevens vermeld, zoals de actuele signaal/ruis-afstand (SNR), de bandbreedte van het signaal en de ontvangst-mode. Ook kan in dit venster met verschillende opties worden geëxperimenteerd. Een rode stippellijn markeert de berekende middenfrequentie van het ontvangen signaal. Dit vergemakkelijkt het afregelen van de ontvanger. Het programma DREAM is echter niet aangewezen op een exacte MF van 12 kHz, maar kan overweg met alle signa-



Figuur 2. Het programma DREAM bij ontvangst van het station RTL DRM.

Figuur 3. Het DREAM-informatiescherm toont de belangrijkste parameters.



len, zolang het spectrum maar tussen 0 en 24 kHz valt. Hierdoor zijn de eisen die worden gesteld aan de ontvanger wat minder hoog. Bovendien kan, door de ontvanger wat te verstemen, een eventuele hinderlijke draaggolf op de spiegel-frequentie worden weggewerkt.

AM-ontvangst

Door gebruik te maken van de ontvangstopatie 'Settings > Receivermode > AM (analog)' kan DREAM ook de amplitu-degemoduleerde signalen van normale AM-zenders ontvangen. DREAM herkent in het ontvangen spectrum de draaggolf en berekent vervolgens uit de ontvangen onder- en bovenzij-band het audiosignaal. Het programma functioneert net als een SSB(enkelzijband)-ontvanger. Daarom zijn, naast Weer-fax en RTTY, ook CW- en SSB-signalen te ontvangen. Om een AM-station goed te ontvangen, is het van belang de

draaggolf goed af te stemmen op 12 kHz. Dat kan vrij gemak-kelijk door in DRM-mode de ontvanger af te stemmen. De draaggolf is dan goed op het scherm te herkennen. Vervolgens wordt de AM-mode gekozen. Deze instelling blijft dan bestaan zolang de AM-mode geactiveerd is.

De hier gebruikte methode van enkelzijband-demodulatie heeft bij de ontvangst van AM-signalen nog een bijkomend voordeel. Bij normale AM-detectie treedt een hinderlijke ver-vorming op als door selectieve fading de draaggolf of een van de zijbanden verdwijnt. Met DREAM zal in een dergelijk geval hooguit de klank van het ontvangen signaal iets veran-deren. De ontvangst blijft verder ongestoord. Bovendien biedt DREAM een extreem goed laagdoorlaatfilter. Het ingangssig-naal wordt met behulp van FFT-analyse ontrafeld, de boven-ste zijband wordt geëlimineerd en het signaal wordt vervol-gens door FFT-synthese opnieuw gecreëerd in het frequentie-bereik 0...5 kHz. Bij een gehoormatige vergelijking met een conventionele radio valt op dat DREAM, door de digitale sig-naalbewerking en het gebruik van databuffers, enige tijdsver-traging heeft.

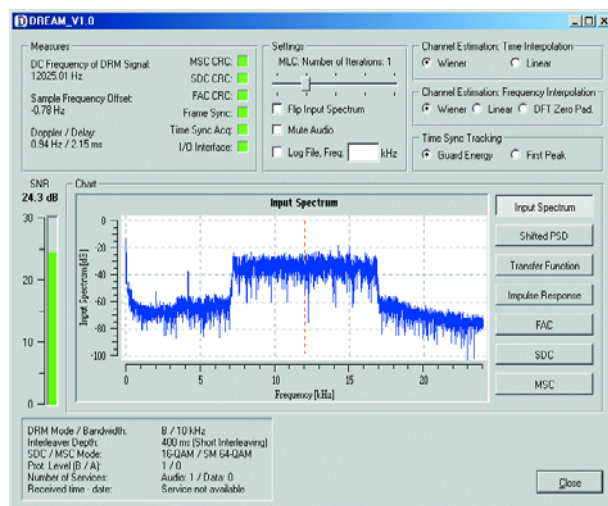
De enkelzijband-ontvangst biedt bovendien de mogelijkheid om sterk gestoorde AM-stations met meer helderheid te ont-vangen. Omdat voor kortegolfomroep een frequentieraster van 5 kHz wordt gebruikt, kan het voorkomen dat bij twee sterke nabuurstations de aanliggende zijbanden in elkaar gaan overlopen. Met DREAM is het dan mogelijk om voor de bui-tenste, niet gestoorde zijband te kiezen. In een enkel geval moet daarvoor het spectrum van het ingangssignaal worden geïnverteerd (optie 'Flip Input Spectrum'). Dit is ook nodig als bij SSB de onderste zijband wordt gebruikt. Voor de fijn-afstemming bij ontvangst van SSB-signalen kan bij de Elek-tuur-ontvanger de voorziening 'MF adjustment' in het pro-gramma *DRM.exe* worden gebruikt. De ontvangstresultaten zijn buitengewoon goed, omdat hier de ongewenste zijband volledig wordt weggefilterd.

Conclusie

DREAM_V1.0 is inmiddels een serieus alternatief geworden voor het programma DRM-Software-Radio. Het programma is absoluut stabiel en vereist weinig rekenkracht van de com-puter. Inmiddels is ook het ontvangen van beelden mogelijk en houdt het programma een log-bestand bij met ontvangstge-gevens. Zoals al eerder aangegeven, is DREAM bijzonder tolerant met betrekking tot de frequentie van het aangeboden signaal. Ook is de ontvangst van analoge AM-signalen moge-lijk. Daarmee is de Elektuur-DRM-ontvanger ook bruikbaar voor de klassieke omroepstations.

(030365-3)

Figuur 4. In tegenstelling tot DRM-Software-Radio kan DREAM ook normale AM-stations ontvangen.



Snuffelen aan digitale radio

2 transistoren, 1 kristal – da's al

Burkhard Kainka

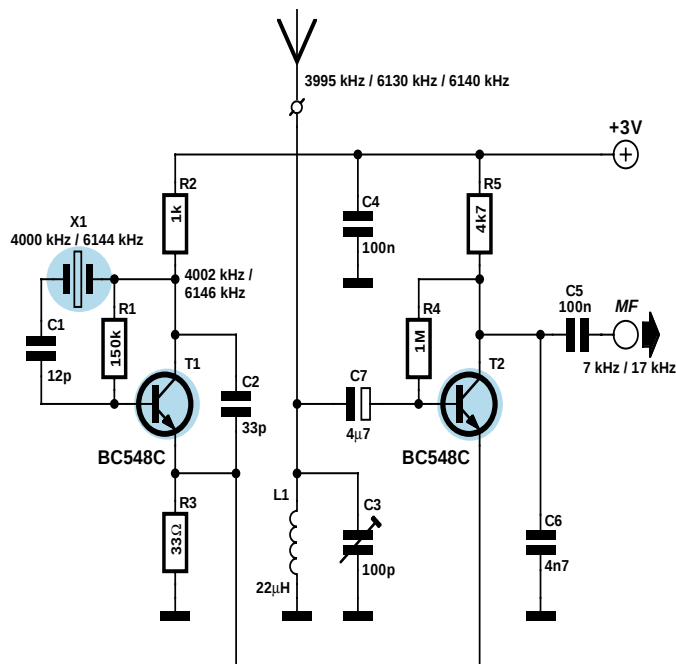
Het is haast niet te geloven, maar het werkt: deze super simpele ontvanger is toereikend om de nieuwste technologie op de korte golf uit te proberen. Digitale radio – praktisch voor niets!

Er zijn een behoorlijk aantal stations op de korte golf die niet alleen analoog, maar ook digitaal uitzenden. Interessant is nu om te weten of er in deze groep ook zenders zitten die een standaard kristalfrequentie gebruiken. Als dat zo is, kunnen ze met de hier voorgestelde schakeling ontvangen worden. Deze schakeling is namelijk niets anders dan een mixer met een kristaloscillator. Zoals u wellicht al dacht, bestaan die zenders inderdaad – anders zouden we deze schakeling natuurlijk niet publiceren. Het gaat hier om de drie frequenties van de Deutsche Welle (3995, 6130 en 6140 kHz). Deze pas-

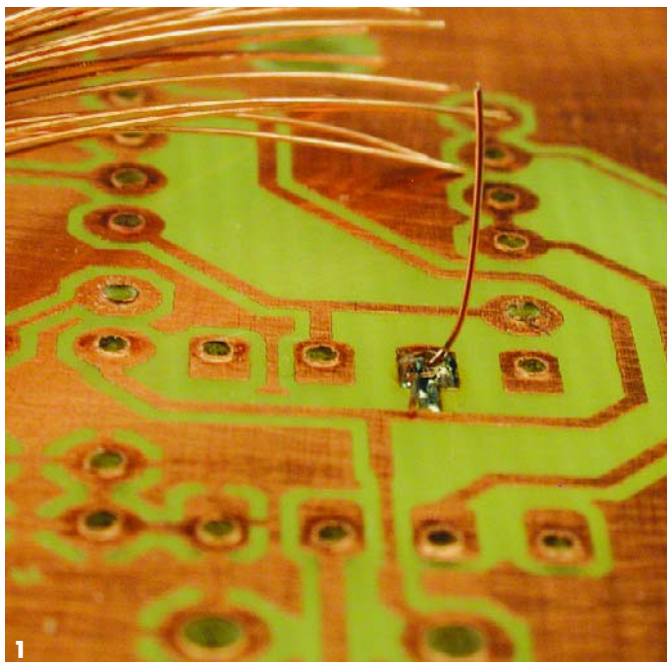
sen bij de kwartsfrequenties 4,000 MHz en 6,144 MHz. Weliswaar met een trucje: de oscillator moet in deze gevallen namelijk ongeveer twee kilohertz boven de eigenlijke frequentie werken. Vaak kan de kwartsfrequentie iets 'opgerekt' worden door het kristal met een andere dan de voorgeschreven capaciteit te gebruiken. Normaal gesproken wordt een capaciteit van 20 tot 30 pF genomen, hier passen we een seriecondensator van slechts 12 pF toe. De oscillator zal nu iets boven 4,000 MHz oscilleren. Of dit nu precies 4002 kHz respectievelijk 6146 kHz is, is niet zo heel erg belangrijk. De ontvanger mixt het ontvangen digitale signaal direct naar de audioband. Dit nog altijd digitaal gemoduleerde signaal (DRM-basisband) verschijnt dan bij 7 kHz voor de zenders met frequentie 3995 kHz en 6140 kHz en bij 17 kHz voor 6130 kHz. Het decoderen met de PC lukt nu alleen met de DRM-software DREAM, omdat dit programma een breed spectrum ingangsfrequenties toelaat tussen 0 en 24 kHz. Gelukkig is DREAM open-source-software, zodat er verder geen kosten aan het gebruik zijn verbonden. Verder moet er op gelet worden dat het spectrum wordt geïnverteerd, omdat de mixer aan de bovenkant van de ontvangsfrequentie werkt. In de software moet daarom de optie 'Flip Input Spectrum' worden gekozen.

Oscillator en mixer

De onderkant van de korte golf is naar huidige maatstaven nog op te vatten als laagfrequent. De ontvanger is dan ook prima op te bouwen met eenvoudige LF-transistoren zoals de BC548C of BC549C. De oscillator met T1 levert zijn signaal direct aan de emitter van mixer-transistor T2. Het mixerverloop volgt de kromme karakteristiek van de transistor. Op de basis staat het ingangssignaal. Dit is afkomstig van de sterk gedempte en daardoor breedbandige ingangskring, die met een trimmer op maximale gevoeligheid afgeregeld kan worden. Op de collector staat vervolgens het DRM-basisbandsignaal. Het via C5 uitgekoppelde signaal kan afhankelijk van het niveau (ontvangsterkte) op de line-ingang of op de gevoeliger microfoon-ingang van de geluidskaart van een PC worden aangesloten. Bij gunstige omstandigheden is een binnenshuis gespannen drie meter lange draad prima geschikt



als antenne. Met een buiten opgehangen draadantenne van een meter of tien zijn echter betere resultaten te verwachten. Vaak is het signaalniveau dan meer dan voldoende. Als ondanks alles in DREAM een te kleine signaal/ruis-verhouding wordt aangegeven (onder 15 dB), dan kan dit te maken hebben met breedbandige storing. De ontvanger kan in goede omstandigheden een signaal/ruis-verhouding van meer dan 20 dB halen. De zenders van de Deutsche Welle (DW) zijn op genoemde frequenties in heel Europa te ontvangen. Uitzendschema's voor DRM zijn bijvoorbeeld te vinden op de DRM-pagina van Stefan Mahn: <http://www.drm-info.de/>



Dubbelzijdige printen doormetalliseren

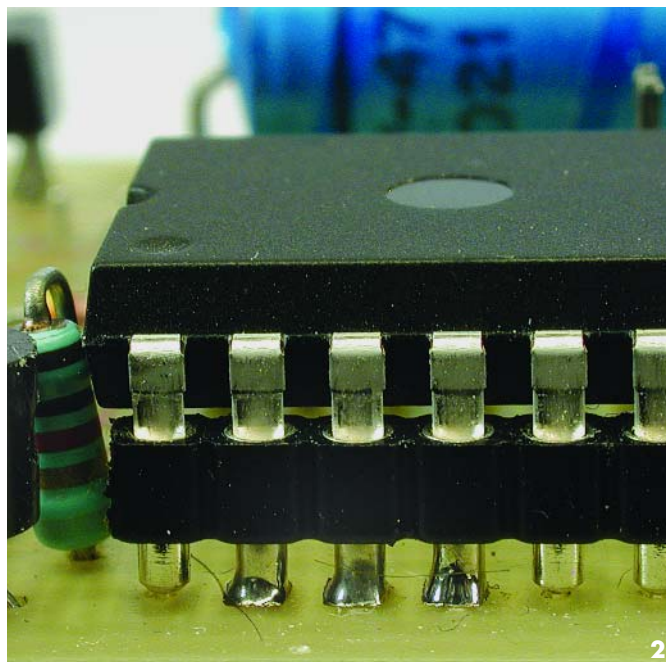
Een dubbelzijdige print etsen is niet echt eenvoudig. Het is namelijk al een hele opgave om de films die voor de belichting van de sporen en eilandjes nodig zijn op de beide zijden exact uitgelijnd te krijgen. En het wordt nog een stapje moeilijker als de twee lagen op diverse plaatsen met elkaar verbonden moeten worden.

De professionele printplaat-productent doet dat met behulp van doormetalliseringen: de print wordt eerst geboord en in de gaten waar de boven- en onderlaag doorverbonden moeten worden, wordt een dun laagje koper aangebracht, waarna met een elektrochemische bewerking de daadwerkelijke verbinding wordt gemaakt. Hier is echter specialistische apparatuur voor nodig die niet in elk elektronica-lab aanwezig zal zijn. Maar gelukkig zijn er wat eenvoudige oplossingen voor, die wel een tikkeltje bewerkelijk zijn. Deze trucs kunnen ook hun diensten bewijzen bij reparatie van beschadigde dubbelzijdige printen.

De meest eenvoudige oplossing

is om de aansluitpennen of -draden van componenten op beide zijden van de print te solderen. Dat gaat prima met conventionele componenten (weerstand, dioden, transistoren etc.), maar met radiale elco's en IC's (in voetjes) is dit een stuk lastiger.

Een tweede methode maakt gebruik van litze-koperdraad, dat altijd wel in een elektronica-werkplaats voorhanden is. Deze draad is samengesteld uit dunne koperen adertjes, die uitstekend geschikt zijn om verbindingen tussen de twee sporenlagen aan te brengen en in de gaatjes in de print toch genoeg ruimte over te laten voor de aansluitpennen van componenten (**figuur 1**). De dunne draadjes worden aan de componentzijde van de print vastgesoldeerd, waarbij er wel op gelet moet worden dat de soldeerverbinding niet te hoog wordt en dat het gat niet dichtloopt met soldeertin. Wanneer alle doorverbindingen zijn gelegd, kunnen de componenten geplaatst worden en aan de koperzijde gesoldeerd. Het is wel raadzaam om twee aders te gebruiken voor elke doorverbinding, zodat het risico wordt vermindert dat de verbinding beschadigd wordt als de aansluitpennen van de component door de



print wordt gestoken.

Voor DIL-IC-voetjes bestaat er een minder bewerkelijke methode: er zijn contactstrips in de handel die dezelfde pennen hebben als gedraaide IC-voetjes. Deze hebben het voordeel dat ze op de componentenzijde 'wat hoger op de poten' staan en daardoor voldoende ruimte geven om de pennen aan beide zijden van de print te kunnen solderen (**figuur 2**). Deze strips verdienen de voorkeur boven gewone gedraaide voetjes, omdat de pennen aan de bovenkant van de print gemakkelijker aan twee kanten bereikbaar zijn met de soldeerbout.

(040025-2)

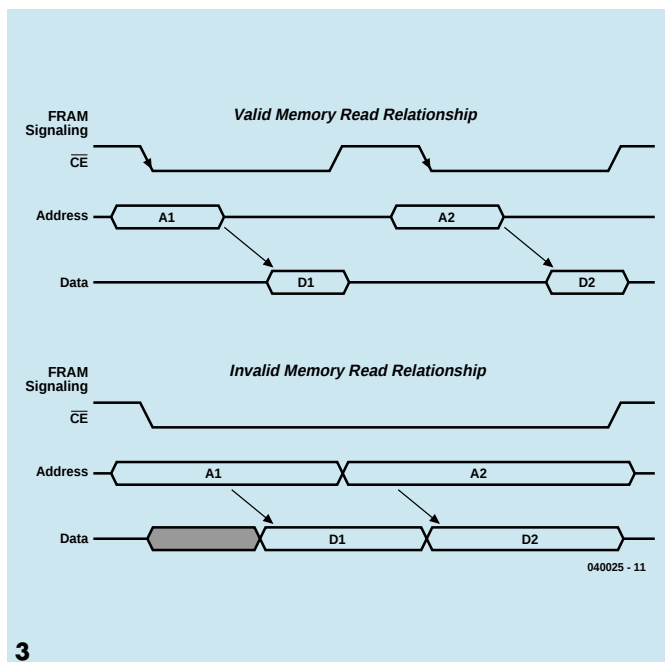
Alternatieven voor battery backup RAM

Veel microprocessorborden hebben statische RAM aan boord om instellingen van het systeem te kunnen bewaren. Het is vaak wenselijk om deze settings te behouden als de voedingsspanning wordt uitgeschakeld of wegvalt, reden waarom op deze borden doorgaans een backup-batterij of -accu is aangebracht om het RAM van

voeding te blijven voorzien.

Dat is op zich een redelijk eenvoudige oplossing, maar ideaal is het niet. Batterijen vragen namelijk vrij veel ruimte op de printplaat en verder moeten ze regelmatig gecontroleerd worden op spanning en eventuele lekkage. Bij nieuwere processorborden wordt steeds vaker gebruik gemaakt van flash-geheugen of EEPROM waarbij batterijvoeding niet nodig is. Oudere borden kunnen een nieuw leven krijgen door SRAM en batterij(-en) te vervangen door modernere alternatieven zoals de FRAM.

Ramtron International Corporation heeft twee IC's op de markt gebracht die zeer geschikt zijn om oudere systemen te verlossen van deze backup-voedingen en die natuurlijk ook hun diensten kunnen bewijzen in nieuwe ontwerpen: de FM1608 en FM1808. Het betreft een speciaal type niet-vluchtig geheugen, Ferro-Elektrische RAM, een techniek die door de fabrikant verder ontwikkeld is en uitgebreid wordt beschreven op hun website (www.ramtron.com/aboutfram). De fabrikant garandeert 1 miljard lees/schrijfcycli en 10 jaar behoud van data bij deze IC's. Het mooie is dat deze geheugens volledig pin-compatibel zijn met standaard 8 K x 8 (FM1608) respectievelijk 64 K



3

x 8 (FN1808) SRAM en EEPROM en daardoor zonder ingrijpende aanpassingen toegepast kunnen worden in bestaande ontwerpen. Er is slechts één aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij het vervangen van een 'gewone' SRAM door een FRAM: het $\overline{CE}$ -signaal van de FRAM's wordt gebruikt om een interne adres-latch te klokken (**figuur 3**). Dit betekent dat het IC een neergaande flank op deze pen moet hebben nadat een geldig adres op de adresbus is gezet, anders wordt dit adres intern niet overgenomen!

(040025-3)

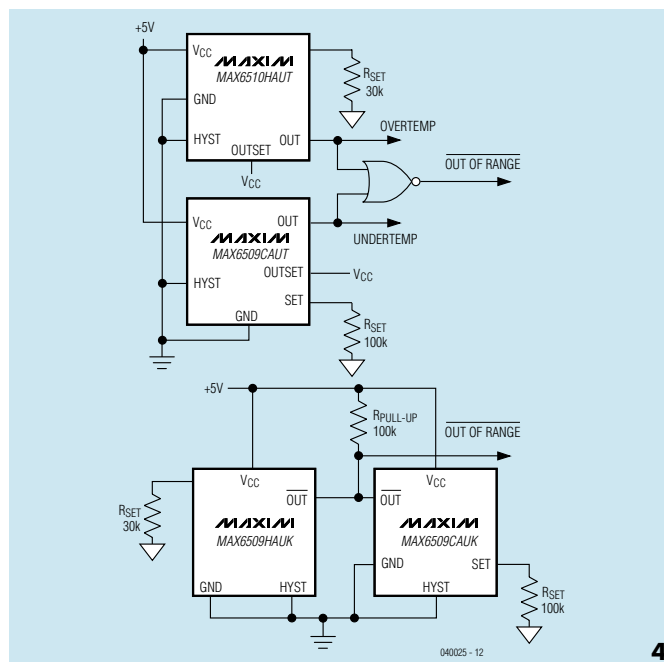
Temperatuur-schakelaars in SOT-behuizing

Maxim brengt met de MAX6509 en MAX6510 zeer kleine temperatuurschakelaars op de markt, die met een externe weerstand ingesteld kunnen worden op een gewenste schakeldrempel tussen -40°C en $+125^{\circ}\text{C}$. De tolerantie van de drempel is typical $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ en maximaal $\pm 4,7^{\circ}\text{C}$. Ze hebben

een pen waarmee een hysteresis van 2°C of 10°C gekozen kan worden.

De MAX6509 heeft een open-drain uitgang, de MAX6510 biedt de mogelijkheid om met de pen OUTSET te kiezen tussen een uitgang die actief hoog is, actief laag of open-drain met interne pullup-weerstand. De uitgang kan bijvoorbeeld dienen als reset of interrupt voor een microcontrollersysteem, een voedingsspanning schakelen of een extern alarm activeren. De stroom door deze componenten dient wel zo klein mogelijk te zijn om temperatuurafwijkingen door interne dissipatie te beperken.

Let bij deze componenten goed op de suffix (de lettercode die meteen volgt op het typenummer) en dan met name de eerste letter daarvan! Een 'H'-type ('Hot') zal de uitgang schakelen als bij toenemende temperatuur de schakeldrempel is bereikt en terugschakelen als de temperatuur daalt onder de drempel **minus** de ingestelde hysteresis. Een 'C'-type ('Cold') daarentegen zal schakelen als de temperatuur onder de schakeldrempel daalt en pas afschakelen als het warmer wordt dan de drempel **plus** de hysteresis. Met andere woorden: afhankelijk van het



4

type van de sensor ligt de hysteresis onder of boven de ingestelde temperatuur.

Door beide types in een ontwerp te combineren is het heel eenvoudig de temperatuur tussen een boven- en ondergrens te bewaken. In **figuur 4** zien we twee mogelijke configuraties, waarbij de onderste schakeling gebruik maakt van een wired-OR van de open-drain uitgangen van de MAX6509 met één gezamenlijke pullup-weerstand. Alle temperatuurschakelaars hebben in deze voorbeelden een hysteresis van 2°C (ingang HYST aan massa). Wanneer de schakeltemperatuur is gekozen, kan de bijbehorende weerstandswaarde voor R_{set} worden afgelezen uit een van beide grafieken in **figuur 5**, of gebruik worden gemaakt van een van de

volgende formules:

Voor temperaturen tussen -40°C en 0°C geldt:

$$R_{\text{set}} = [(1,3258 \cdot 10^5) / (T + 1,3)] - 310,1693 - [(5,7797 \cdot 10^6) / (T + 1,3)^2]$$

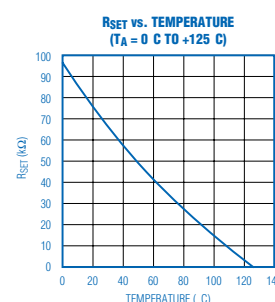
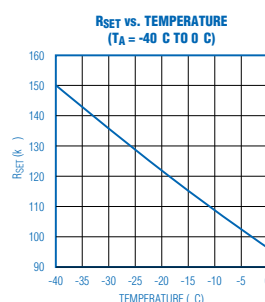
Voor temperaturen tussen 0°C en $+125^{\circ}\text{C}$ geldt:

$$R_{\text{set}} = [(8,3793 \cdot 10^4) / T] - 211,3569 + [(1,2989 \cdot 10^5) / T^2]$$

waarbij T in K, R_{set} in k Ω .

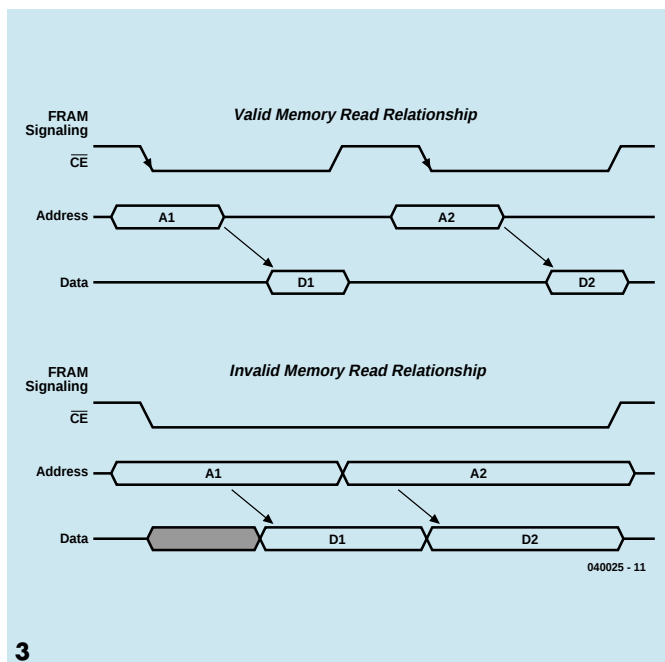
Uit de grafieken valt af te lezen dat de schakelaars in de voorbeelden hun schakelpunt rond 0°C ($R_{\text{set}} = 100 \text{ k}\Omega$) respectievelijk 65°C ($R_{\text{set}} = 30 \text{ k}\Omega$) hebben liggen.

(040025-4)



040025 - 13

5



3

x 8 (FN1808) SRAM en EEPROM en daardoor zonder ingrijpende aanpassingen toegepast kunnen worden in bestaande ontwerpen. Er is slechts één aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij het vervangen van een 'gewone' SRAM door een FRAM: het $\overline{CE}$ -signaal van de FRAM's wordt gebruikt om een interne adres-latch te klokken (**figuur 3**). Dit betekent dat het IC een neergaande flank op deze pen moet hebben nadat een geldig adres op de adresbus is gezet, anders wordt dit adres intern niet overgenomen!

(040025-3)

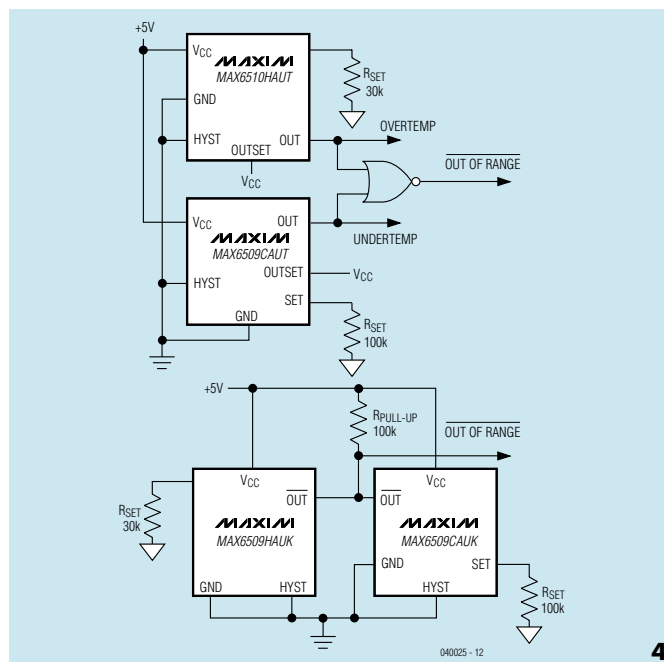
Temperatuur-schakelaars in SOT-behuizing

Maxim brengt met de MAX6509 en MAX6510 zeer kleine temperatuurschakelaars op de markt, die met een externe weerstand ingesteld kunnen worden op een gewenste schakeldrempel tussen -40°C en $+125^{\circ}\text{C}$. De tolerantie van de drempel is typical $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ en maximaal $\pm 4,7^{\circ}\text{C}$. Ze hebben

een pen waarmee een hysteresis van 2°C of 10°C gekozen kan worden.

De MAX6509 heeft een open-drain uitgang, de MAX6510 biedt de mogelijkheid om met de pen OUTSET te kiezen tussen een uitgang die actief hoog is, actief laag of open-drain met interne pullup-weerstand. De uitgang kan bijvoorbeeld dienen als reset of interrupt voor een microcontrollersysteem, een voedingsspanning schakelen of een extern alarm activeren. De stroom door deze componenten dient wel zo klein mogelijk te zijn om temperatuurafwijkingen door interne dissipatie te beperken.

Let bij deze componenten goed op de suffix (de lettercode die meteen volgt op het typenummer) en dan met name de eerste letter daarvan! Een 'H'-type ('Hot') zal de uitgang schakelen als bij toenemende temperatuur de schakeldrempel is bereikt en terugschakelen als de temperatuur daalt onder de drempel **minus** de ingestelde hysteresis. Een 'C'-type ('Cold') daarentegen zal schakelen als de temperatuur onder de schakeldrempel daalt en pas afschakelen als het warmer wordt dan de drempel **plus** de hysteresis. Met andere woorden: afhankelijk van het



4

type van de sensor ligt de hysteresis onder of boven de ingestelde temperatuur.

Door beide types in een ontwerp te combineren is het heel eenvoudig de temperatuur tussen een boven- en ondergrens te bewaken. In **figuur 4** zien we twee mogelijke configuraties, waarbij de onderste schakeling gebruik maakt van een wired-OR van de open-drain uitgangen van de MAX6509 met één gezamenlijke pullup-weerstand. Alle temperatuurschakelaars hebben in deze voorbeelden een hysteresis van 2°C (ingang HYST aan massa). Wanneer de schakeltemperatuur is gekozen, kan de bijbehorende weerstandswaarde voor R_{set} worden afgelezen uit een van beide grafieken in **figuur 5**, of gebruik worden gemaakt van een van de

volgende formules:

Voor temperaturen tussen -40°C en 0°C geldt:

$$R_{\text{set}} = [(1,3258 \cdot 10^5) / (T + 1,3)] - 310,1693 - [(5,7797 \cdot 10^6) / (T + 1,3)^2]$$

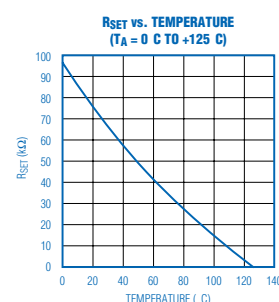
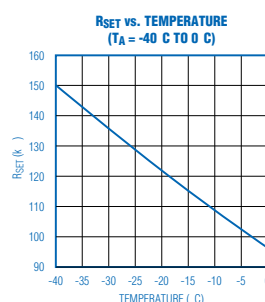
Voor temperaturen tussen 0°C en $+125^{\circ}\text{C}$ geldt:

$$R_{\text{set}} = [(8,3793 \cdot 10^4) / T] - 211,3569 + [(1,2989 \cdot 10^5) / T^2]$$

waarbij T in K, R_{set} in k Ω .

Uit de grafieken valt af te lezen dat de schakelaars in de voorbeelden hun schakelpunt rond 0°C ($R_{\text{set}} = 100 \text{ k}\Omega$) respectievelijk 65°C ($R_{\text{set}} = 30 \text{ k}\Omega$) hebben liggen.

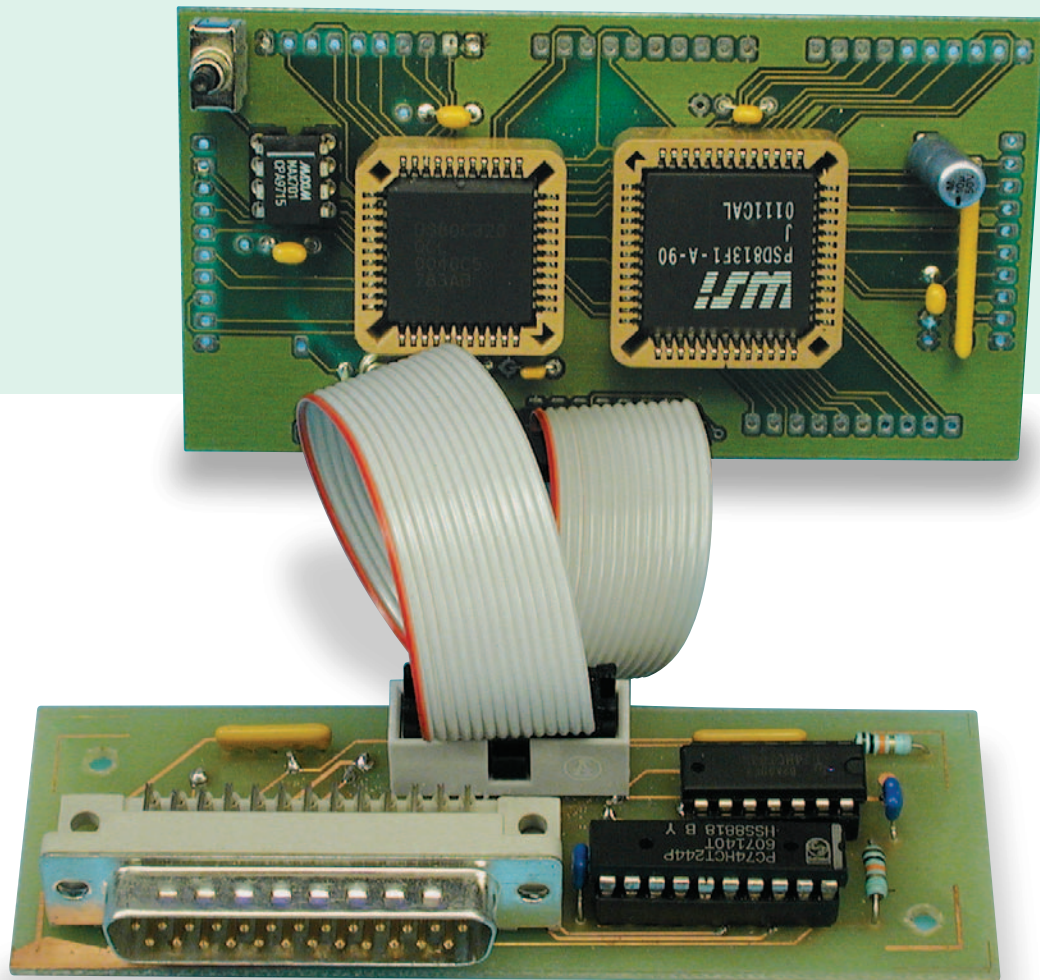
(040025-4)



040025 - 13

5

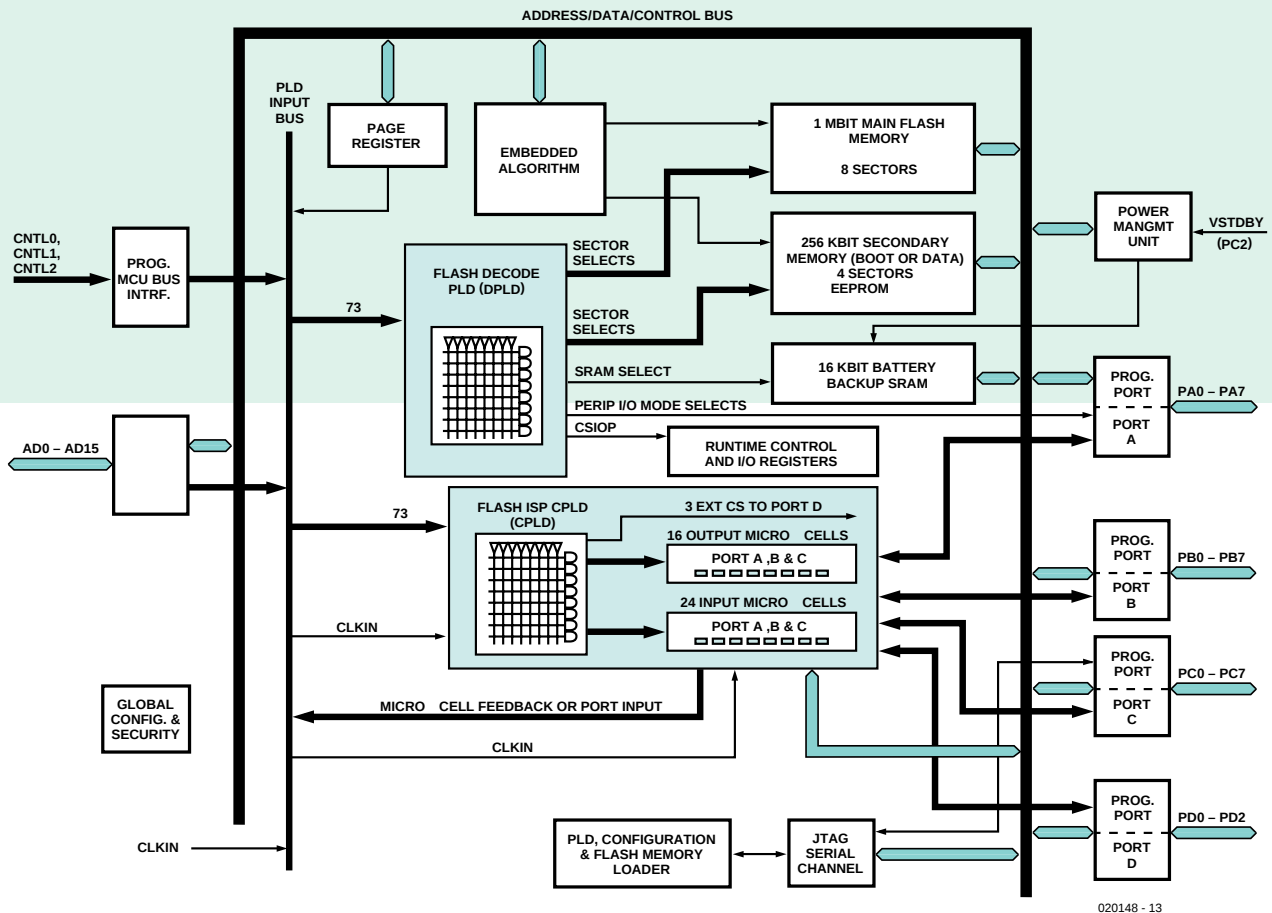
Søren Petersen



Flexibele μ C-bouwsteen

80C32 plug-in module

Een buitengewoon slim stukje integratietechniek fungeert als basis van dit opvallend compacte μ C-kaartje, dat in de vorm van een insteekmodule als besturingseenheid voor bijna elke denkbare toepassing bruikbaar is. Door de uitgebreide software en de aanwezigheid van een PC-interface is de module bovendien ook heel handig bij het ontwikkelen van hardware-applicaties.



Figuur 1. Inwendig blokschema van de slimme 'alles-in-één' chip PSD813xxx.

Zoals het gros van de Elektuur-lezers ongetwijfeld weet, zien de meeste microcontroller-schakelingen er groten-deels hetzelfde uit. Als de desbetreffende controller geen eigen programma-geheugen heeft, voegt men een EPROM toe en als er gebrek is aan RAM-geheugen, wordt dat opgelost met een externe RAM zoals bijvoorbeeld de 62256. Dit alles wordt dan gecompliceerd met een paar losse gates, et voila: een basis-controller-systeem! Soms gaat de ontwerper een stapje verder en gebruikt hij iets meer dan alleen de I/O-pennen van de controller. In dat geval komt er nog wat meer digitale logica om de hoek kijken, maar meestal houdt het hier dan ook mee op.

PSD813-serie

Als al deze schakelingen zoveel op elkaar lijken, waarom dan niet één IC ontwerpen dat al deze functies herbergt? Dan kunnen de schakelingen veel kleiner worden en kan de ontwerper zich bezighouden met de zaken die zijn ontwerp uniek maken. Dat moeten de heren ontwerpers van ST ook

gedacht hebben. Het eindresultaat is een serie chips met de aanduiding PSD813xxx. In tabel 1 zijn de afzonderlijke componenten in de chip te vinden. Duidelijk is dat deze chip meer dan voldoende mogelijkheden in zich heeft voor de meest uiteenlopende microcontroller-schakelingen. **Figuur 1** geeft een blokschema van de interne opbouw van de PSD813xxx.

De geheugens kunnen per segment in de geheugenmap worden geplaatst. Hierdoor zijn heel veel configuraties mogelijk, zoals bijvoorbeeld de eerste 16 K flash, gevolgd door 8 K EEPROM, gevolgd door nog eens 32 K aan flash-geheugen.

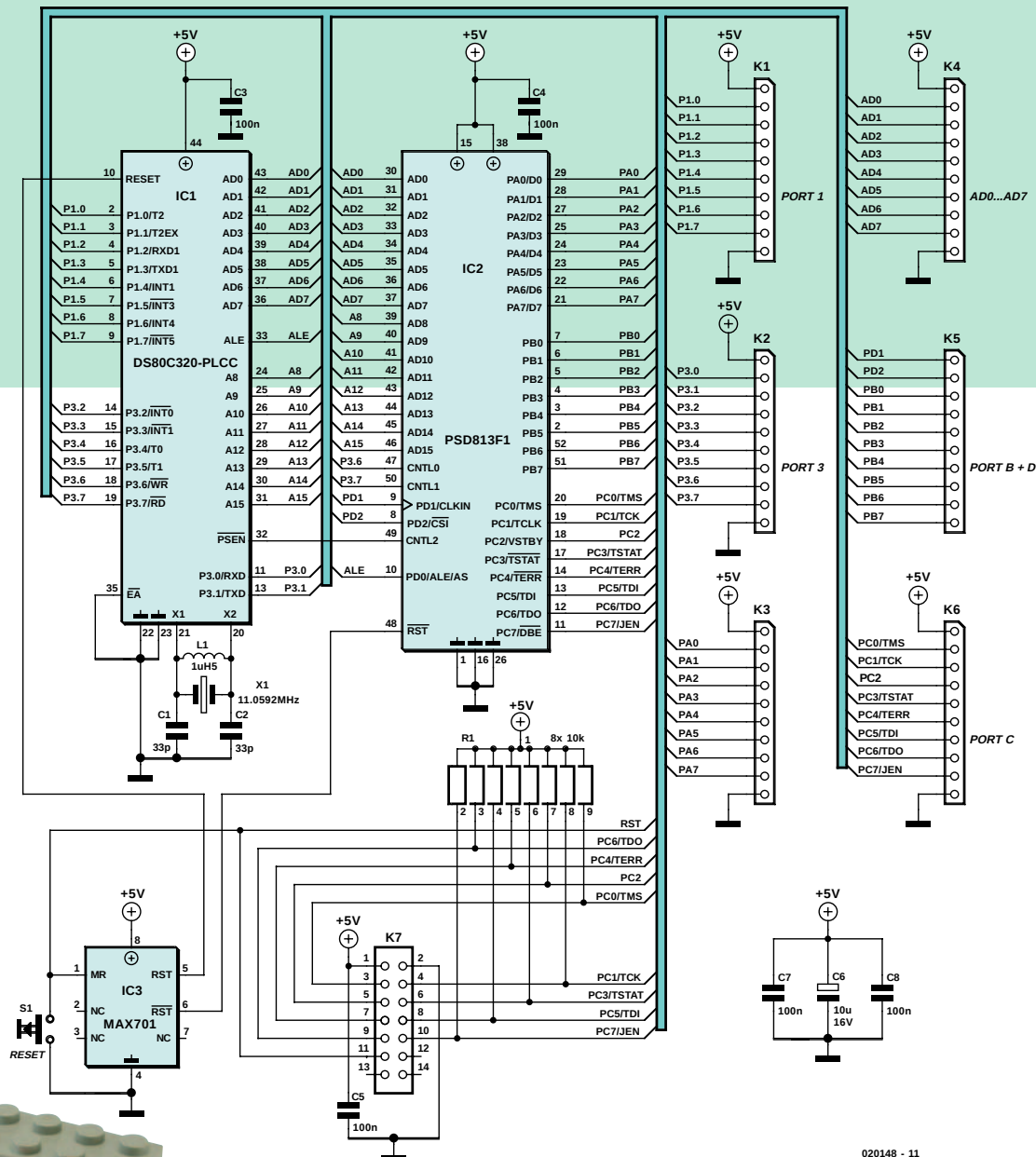
Ook het geheugen-management is heel handig. Zo is het mogelijk om het adresbereik van een controller te vergroten door gebruik te maken van de page-registers. Een andere mogelijkheid is om afhankelijk van de page-registers het geheugen anders te configureren. Een en ander wordt bij de voorbeelden duidelijk gemaakt.

Het CPLD-gedeelte maakt de logica die normaal nodig is om periferie aan te sturen in principe overbodig, mits

de ontwerper genoeg heeft aan 27 I/O-pennen. Voor een controller met een gemultiplexte bus bestaat er zodoende de mogelijkheid om een gedemultiplexte adresbus te creëren en indien gewenst kan ook een tri-state databus door de chip worden gecreëerd. Andere toepassingen zijn het opwekken van chipselect-signalen voor de periferie of zelfs het zelf maken van extra I/O-poorten.

De PSD813-serie is niet ontworpen voor één bepaalde familie van controllers, maar is zo veelzijdig in het gebruik dat ze geschikt is voor meerdere controller-families. Zo zijn controllers met een standaard adresbus en databus te gebruiken, maar ook controllers met een gemultiplexte adres/data-bus, zoals bijvoorbeeld de 80C32, 8051XA en 68HC11.

Als laatste willen we in deze korte profiel-schets nog de JTAG-poort vermelden. Deze poort maakt het mogelijk om alle functies van de chip in-



Figuur 2. Door de toepassing van de PSD813F1 is de omvang van het schema beduidend kleiner dan we van controller-boards gewend zijn.

Hardware

Als uitgangspunt voor het experimenteren met deze chip hebben we een stukje hardware ontwikkeld dat als module te gebruiken is in meerdere schakelingen. In **figuur 2** is het schema hiervan te vinden en al op het eerste gezicht is duidelijk dat dit vooral uitblinkt door eenvoud. Vanwege het multifunctionele karakter van de chip kan dit stukje hardware in combinatie met een geschikte control-

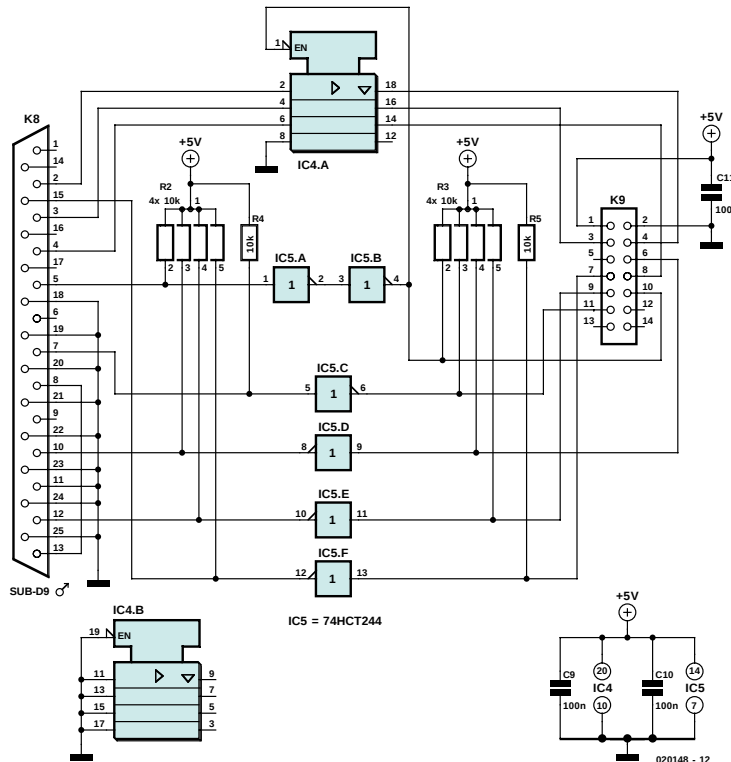
ler gebruikt worden in allerlei verschillende apparaten. En dankzij de ingebouwde JTAG-interface is de opzet bovendien prima als experimenteer- en ontwikkel-board te gebruiken. Als hart van de schakeling hebben we gekozen voor een DS80C320 (IC1). Dit is een 80C32-compatibele controller die een stuk sneller werkt dan de 'gewone' 80C32, zodat we aan rekenkracht niet gauw iets te kort zullen komen. De belangrijkste aansluitingen zijn allemaal verbonden met de PSD813F1 (IC2). Verder bevat de schakeling een μ P-supervisor (IC3 met S1), de benodigde componenten voor de oscillator en wat condensatoren om de spanning te bufferen. Een voeding is weggelaten, aangezien

deze module niet als zelfstandige eenheid bedoeld is maar als insteekmodule voor een toepassingsschakeling die zelf al over een +5-V-voeding beschikt. Wel zijn alle relevante signalen te vinden op de connectoren K1 t/m K6. Connector K7 is de JTAG-interface waarmee de chip geprogrammeerd kan worden. Deze interface is al meerdere malen in *Elektuur* beschreven, dus daar hoeven we nu niet verder op in te gaan.

Een geschikte interface om de parallelle poort te verbinden met de JTAG-interface is te vinden in **figuur 3**. Deze programmer is rechtstreeks te gebruiken vanuit het bijbehorende programma PSDSoft, dus daarom denken wij ook dat deze interface eigenlijk onmisbaar

Tabel 1. Overzicht van functies van de PSD813 (PSD813F1).

- Memory management
- 8 segmenten met flash-RAM (128 Kbyte)
- 4 segmenten EEPROM (32 Kbyte)
- SRAM (2 Kbyte)
- CPLD (meer dan 3000 gates)
- 27 configureerbare I/O-poorten
- JTAG poort
- Programmeerbaar power-management
- Adres- en data-demultiplexer



Figuur 3. Simpele aanpasschakeling om de parallelle poort te verbinden met de JTAG-interface.

is. De programmer wordt via K8 en een 1:1-kabel verbonden met de parallelle poort van de PC. K9 is de JTAG-poort, die via een 14-polige flatcable met de plug-in module wordt verbonden. IC5 zorgt voor de buffering en invertering van de signalen. IC4 is een 8-voudige tri-state buffer. De enable-ingang wordt door de PC aangestuurd en zorgt er voor dat in rust de vier betreffende signalen geen belasting vormen voor de aangesloten schakeling.

Bouwen

Nadat de print en de componenten zijn aangeschaft, kunnen we beginnen met het bouwen van de schakeling. Zoals **figuur 4** laat zien, bestaat de print uit

twee aparte delen die met een zaag gemakkelijk van elkaar gescheiden kunnen worden. Eén deel is bestemd voor de interface met de PC, terwijl zich op de andere print de eigenlijke module bevindt.

Gezien het betrekkelijk geringe aantal componenten zal het opbouwen van beide printjes waarschijnlijk niet veel tijd in beslag nemen. Zoals gewoonlijk raden wij u aan om de laagste componenten het eerst te solderen. Als u zich verder netjes houdt aan wat de print-opdruk en de onderdelenlijst voorschrijven, is er weinig dat bij de opbouw van deze schakeling mis kan gaan.

De connectoren K1 t/m K5 zijn bedoeld om aan de onderzijde te solderen. Hun taak is namelijk om de module te ver-

binden met het apparaat waarin deze schakeling uiteindelijk moet werken. **Figuur 5** toont hoe de print er uit ziet in kant en klaar opgebouwde toestand.

Alvorens de schakeling te kunnen testen hebben we eerst nog wat software nodig.

Software

Na het bestuderen van alle mogelijkheden die de PSD813F1 te bieden heeft, zullen veel mensen misschien een tik-keltje ontmoedigd raken. Een chip met zoveel functies is meestal lastig te configureren en men verliest snel het overzicht. Gelukkig heeft ST een zeer overzichtelijk programma geschreven (PSDsoft Express) dat ze gratis ter beschikking stellen op hun website (www.st.com). Ook de documentatie bij zowel de chip als de software is zeer uitgebreid.

Het programma voorziet in een wizard die het configureren van de chip stap voor stap aan de hand van duidelijke vragen begeleidt. Door zelf een beetje te stoeien met het programma wordt al snel duidelijk hoe alles in zijn werk gaat.

Om iedereen in staat te stellen meteen met de chip aan de slag te gaan, hebben we een klein voorbeeldje gemaakt, dat gratis van onze website kan worden gedownload. In dit voorbeeld wordt gedemonstreerd hoe we extra ChipSelect-signalen kunnen opwekken en extra I/O-poorten kunnen maken. Na het starten van PSDsoft Express



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = weerstand-array 8 x 10 k
R2,R3 = weerstand-array 4 x 10 k
R4,R5 = 10 k

Halfgeleiders:

IC1 = DS80C320QCL (44-pens PLCC)
IC2 = PSD813F1 (RS-Components 417-5726)
IC3 = MAX701CPA
IC4 = 74HCT244P

IC5 = 74HCT04

Condensatoren:

C1,C2 = 33 p
C3...C5,C7...C11 = 100 n
C6 = 10 µ/16 V radiaal

Diversen:

K1...K6 = 10-polige SIL-header
K7,K9 = 14-polige boxheader
K8 = 25-polige haakse sub-D-connector, male, voor printmontage

L1 = spoel 1,5 µH

S1 = drukknop 1 x maak

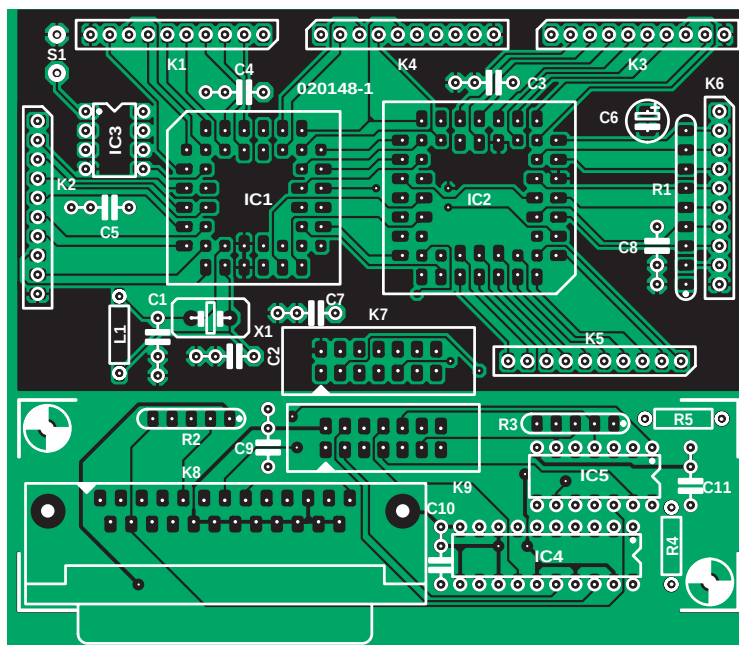
X1 = kristal 11,0592 MHz

44-pens PLCC-voetje

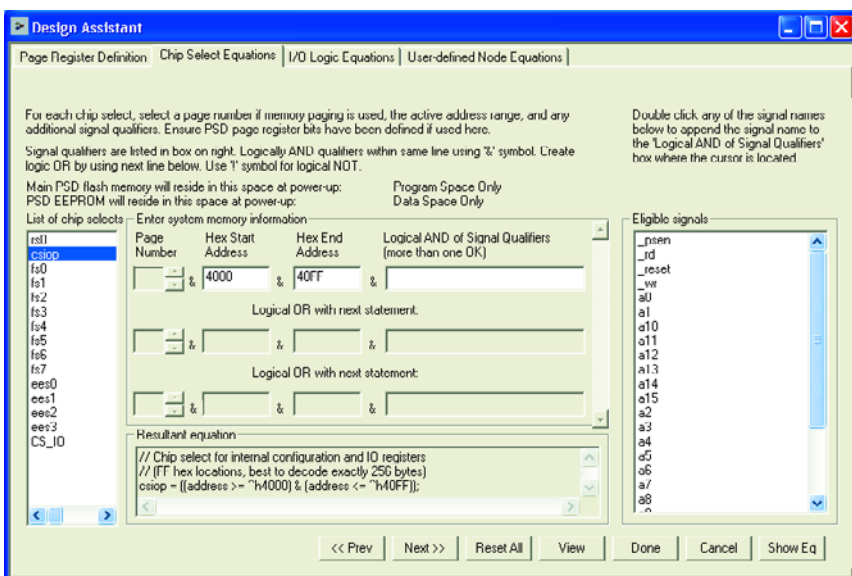
50-pens PLCC-voetje

print: EPS 020148-1 (zie service-pagina's)
floppy met voorbeeld project-file: EPS 020148-11

Print-layout en software zijn ook beschikbaar op www.elektuur.nl en op de extra layout-pagina's achter in deze uitgave



Figuur 4. De print bestaat uit twee delen die met de zaag eenvoudig van elkaar kunnen worden gescheiden.



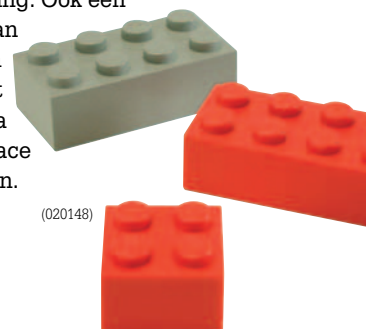
Figuur 5. Het toekennen van een adresbereik bij de software PSDsoft Express.

kunnen we beginnen met het aanmaken van een nieuw project. Met behulp van de wizard is het programmeren van de PSD-chip eigenlijk een simpele aangelegenheid. De afzonderlijke pennen van de PSD-chip die zijn aangesloten op de JTAG-interface en de controller worden door de wizard ook al meteen voorzien van de bijbehorende signaallijnen. In **figuur 6** is te zien hoe makkelijk het is om het extra CS-sigitaal te definiëren. Als alle stappen doorlopen zijn, kan de PSD-chip via de JTAG-interface geprogrammeerd worden.

Tot slot

De chip biedt veel meer mogelijkheden dan in ons simpele voorbeeld benut worden. De hier gepresenteerde module illustreert wel goed dat de veelzijdigheid en het multifunctionele karakter van de PSD813xxx maken dat deze samen met een geschikte microcontroller een solide basis kan vormen voor de meest uiteenlopende toepassingen. De PSD813xxx maakt het mogelijk om veel plaats te besparen in schakelingen waar normaliter een EPROM, een flash-geheugen en wat combinatorische logica noodzakelijk zouden zijn.

Dankzij de uitgebreide software en de mogelijkheid om de chip via een JTAG-interface te programmeren zal deze chip daarnaast ongetwijfeld ook zijn waarde bewijzen tijdens de ontwikkel-fase van een toepassing. Ook een eventuele update van de software en hardware (in het CPLD-gedeelte) is via deze JTAG-interface makkelijk te realiseren.



Digitale audio op zijn smalst

De AAC-audio-codec in het DRM-systeem

Alexander Kurpiers

Ondanks alle technische vooruitgang is de bitrate van digitale uitzendingen op de korte golf erg beperkt. Het mag een wonder heten dat het geluid ondanks dat kwalitatief goed is. 'High Efficiency AAC' is het sleutelwoord in dit mysterie.

Typische waarden voor de bitrate van het DRM-systeem [1] op de kortegolf bedragen 15 tot 25 kbit/s. Bij een dergelijke lage overdrachtssnelheid is met het bekende MP3-principe geen acceptabele weergave meer mogelijk. Voor DRM moest men dus op zoek naar een alternatief. Uiteindelijk is een zeer bruikbare oplossing uit de bus gerold, namelijk de moderne 'High Efficiency AAC' (HE AAC) van Coding Technologies [2], ook wel 'aacPlus' genoemd. Deze technologie wordt bijvoorbeeld ook bij het satelliet-systeem 'XM Radio' gebruikt.

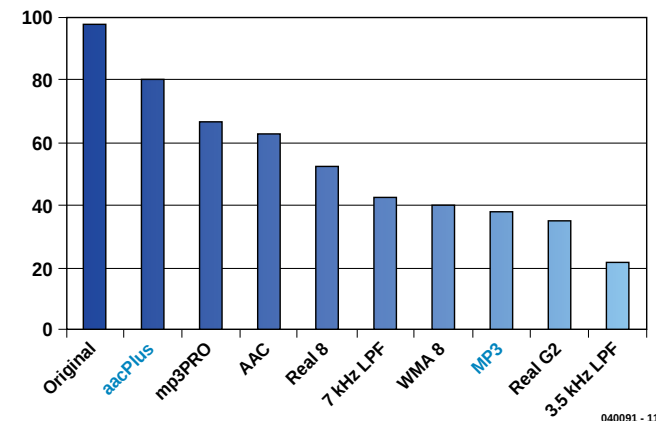
Compressie

Alle niet-verliesvrije compressiesystemen voor audio, zoals MP3 en AAC, hebben gemeenschappelijk dat van de eigenschappen van het menselijk gehoor gebruik wordt gemaakt: Wat we toch niet kunnen horen, wordt ook niet verstuurd. Een belangrijke eigenschap van het gehoor is dat onder bepaalde omstandigheden harde tonen zachtere geluiden kunnen verdoezelen. Dit wordt ook wel maskeren genoemd. De audio-encoder berekent aan de hand van een psycho-akoestisch model welke geluiden onhoorbaar zijn. Vervolgens wordt het audiosignaal met net zo weinig bits bemonsterd, dat de quanti-

seringsruis nog net niet stoort. De in het begin van de jaren 90 ontwikkelde MP3-standaard (eigenlijk MPEG1/2 Layer 3) comprimeert tot ongeveer $\frac{1}{12}$ van de originele datarate. AAC haalt nog betere compressieverhoudingen, doordat extra algoritmes worden ingezet. Bij MPEG-4 worden dit 'tools' genoemd. Zo zorgt de zogenaamde 'Long Term Prediction' (LTP) tool er voor dat periodieke signalen niet telkens opnieuw verstuurd hoeven worden. Door deze tool en enkele andere details comprimeert AAC ongeveer een factor twee beter dan MP3. Toch is dit nog steeds niet genoeg om bij de extreem lage DRM-bitrates muziek in acceptabele kwaliteit te verzenden.

Hoge tonen berekenen

De belangrijkste truc bij HE AAC is echter de 'Spectral Band Replication' (SBR) tool. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het feit dat natuurlijke klanken in principe uit lijnen met constante afstand in het spectrum (grondtoon en boventonen) en ruis bestaan. Van dit gegeven wordt dankbaar gebruik gemaakt door alleen het laagfrequente deel van het audiosignaal met AAC te comprimeren, waarbij



040091 - 11

bovendien de bemonsteringsfrequentie gehalveerd wordt. Op deze manier wordt de bitrate drastisch gereduceerd. Het resultaat klinkt echter net zo dof als middengolfradio, natuurlijk vanwege de ontbrekende hoge tonen. De SBR-tool in de decoder rekent vervolgens echter de ontbrekende gedeelten in het audiospectrum opnieuw uit. De laagfrequente delen van het spectrum worden op een passende manier als het ware in het hoge gedeelte gekopieerd. Het originele signaal kan zo vrij goed worden benaderd. Tot slot worden nog ontbrekende tonen en ruis weer toegevoegd. Voor de extra informatie die nodig is om het spectrum de juiste vorm te geven en de ontbrekende gedeelten aan te vullen, zijn maar weinig extra bits nodig.

De overwinning

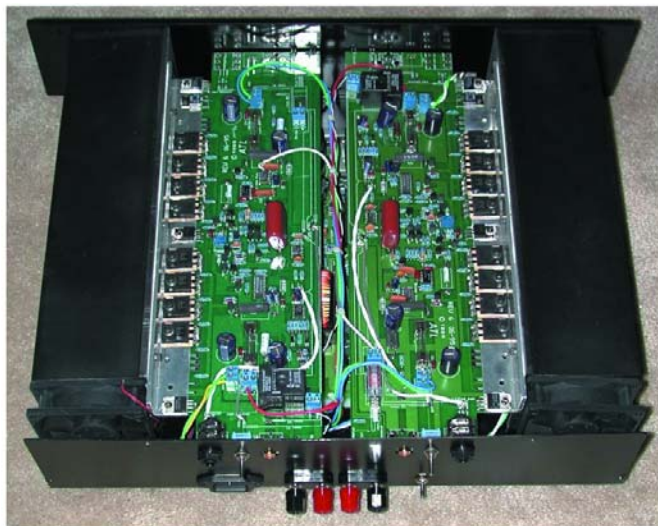
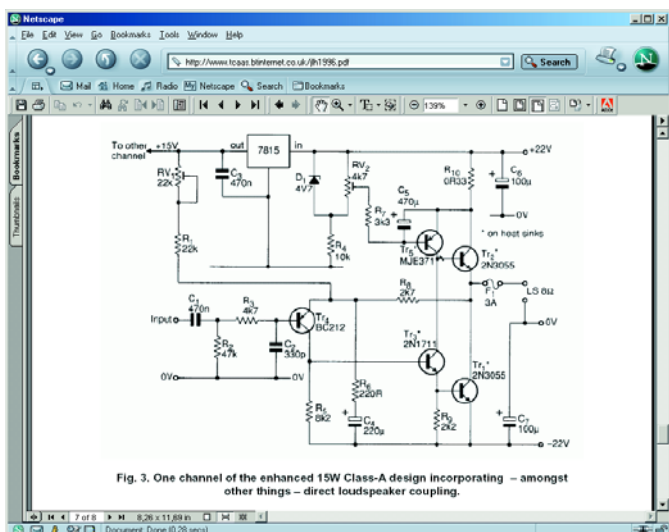
De EBU (European Broadcasting Union) stelde in een test (zie afbeelding) vast, dat aacPlus (alias HE AAC) bij 48 kbit/s een duidelijke voor-sprong had op andere compressietechnieken. Mp3PRO, waarbij ook gebruik wordt gemaakt van SBR, kwam ook behoorlijk goed uit de verf. Op dit moment is het met HE AAC mogelijk bij 20 kbit/s zeer

goede mono-kwaliteit te halen. DRM-muziek komt zo zeer dicht in de buurt van de 'gewone' FM-radio. Sinds december 2003 is er in de bij DRM toegepaste AAC een 'Parametric-Stereo-Modus' beschikbaar, die al bij een iets hogere bitrate een stereo-achtig effect biedt.

(040091)

Internet-adressen

- [1] DRM Homepage
www.drm.org
- [2] Homepage
"Coding Technologies"
www.codingtechnologies.com
- [3] Martin Dietz and Stefan Meltzer:
"CT-aacPlus - a state-of-the-art Audio coding scheme".
European Broadcasting Union
Technical Review No. 291
(July 2002)
www.ebu.ch/trev_291-dietz.pdf
- [4] Martin Wolters et. al.: "A close look into MPEG-4 High Efficiency AAC". 115th Audio Engineering Society Convention, New York, October 2003
www.telos-systems.com/techtalk/hosted/HE-AAC.pdf



Eindtrappen op het Internet

Beter geluid met minder componenten?

Harry Baggen

Audioliefhebbers zullen in deze uitgave zeker al hebben zitten watertanden bij het bekijken van onze nieuwe preamp met digitale besturing. Daar hoort natuurlijk een passende eindversterker bij! Er zijn weliswaar genoeg Elektuur-ontwerpen om uit te kiezen, maar het is ook interessant om op het Internet eens te gaan zoeken naar alternatieve eindtrap-ontwerpen. Op audiogebied heeft Elektuur een klinkende naam. Regelmatig verschijnen ontwerpen van voor- en eindversterkers in ons blad die door duizenden nagebouwd worden en een uitstekende geluidswaarde leveren, voor een fractie van de prijs van een vergelijkbaar commercieel product. In deze traditie past natuurlijk uitstekend de nieuwe preamp die we in deze uitgave voorstellen. Het audiogedeelte van deze voorversterker is minimalistisch van opzet en garandeert een uit-

stekende geluidswaarde, terwijl de bediening dankzij de aanwezigheid van een microcontroller en een display uitgebreid en overzichtelijk is.

Bij zo'n uitgeknipt ontwerp hoort ook een eindversterker van bijpassend kaliber. Dat is niet zo moeilijk, want diverse eindtrappen uit de Elektuur-stal kunnen we hiervoor aanraden: de IGBT power-amp (6/95), de Compact-amp (5/97), de Titan 2000 (2/99) en zelfs de Crescendo ME (4/01) lijken ons een goede keuze.

Maar er zijn ook diverse interessante bouwontwerpen op het Internet beschikbaar, waarmee iedere audiofiel zijn eigen 'geloof' kan volgen. De een houdt het graag zo eenvoudig mogelijk van opzet, terwijl de ander juist streeft naar een configuratie die technisch gezien zo perfect mogelijk is.

In de eerste categorie valt zonder meer de inmiddels legendarische Zen-verster-

ker van de Amerikaanse ontwerper Nelson Pass, opgevolgd door varianten zoals 'Son of Zen' en 'Bride of Zen'. Pass is een meester-minimalist: De versterkertrap zelf bevat maar één actief element, een power-MOSFET, waarbij dan wel nog een stroombron is toegevoegd die bestaat uit een power-MOSFET en een transistor. De Zen-eindtrap levert 10 W vermogen in klasse A. Op dit ontwerp en deze filosofie zijn in de loop der jaren diverse varianten bedacht, waarbij Pass zelf ook heel actief is geweest.

Nelson Pass heeft een website met zelfbouwontwerpen, waarbij alle genoemde Zen-projecten uitgebreid worden beschreven: **Pass DIY** [1].

Op de site van **ESP, Elliott Sound Products** [2], worden ook een aantal interessante eindversterkerprojecten beschreven. Een van die projecten is 'Death of Zen', een Zen-variant met bipolair transistoren. Een opgebouwde versie volgens dit schema is **Bebe T** [3], die is opgebouwd rond de klassieke (maar nog steeds verkrijgbare) vermogenstransistor 2N3055.

Een andere bekende audio-ontwerper van onder meer klasse-A-eindtrappen is John Linsley Hood, die vooral in het Engelse blad *Wireless World* vanaf de zestiger jaren zijn ontwerpen publiceerde. Een groot aantal van deze artikelen is te vinden op **The Class-A Amplifier Site** [4]. Ook schema's van een voorversterker en hoofdtelefoonversterker zijn hier te vinden, evenals eindtrap-schakelingen van andere ontwerpers.

Elektronici die liever vertrouwen op een uitgebreider ontwerp met een symmetrische opzet en een groter vermogen, zijn zeker meer geïnteresseerd in de eveneens welbekende eindversterker van W. Marshall Leach. De ontwerper heeft hier zelf een uitgebreide beschrijving van op **The Leach Amp** [5].

Voor een goed uitgewerkt versterkerontwerp met een behoorlijk groot vermogen (2 x 350 W aan 8 Ω) kunnen we terecht bij **A and T Labs** [6]. Het vermogensgedeelte is opgezet met complementaire power-MOSFET's. Een andere bijzonderheid van dit ontwerp is de toepassing van een schakelende voeding die 1 kW levert,

64 K 80C552-

flashboard Het is mij onduidelijk welke software ik nu moet gebruiken met het 80C552-board uit Elektuur januari 2004. Kan ik hiervoor software bij jullie bestellen en zo ja, wat kost dat dan?

Volker Müller

In het artikel is toch duidelijk vermeld dat dezelfde software kan worden gebruikt als bij het MSC1210-experimenteerbord. Zie Elektuur juli/augustus 2003. Deze programmatuur is gratis te downloaden van de website van Elektuur. Ga hiervoor naar www.elektuur.nl. Kies vervolgens 'Tijdschrift' en dan 'Gratis downloads'. Onder '2003', 'September' vindt u de downloads bij 'MSC1210-experimenteerbord, deel 2'. Klik op de link 030060-11.zip om de software (6,68 MB) binnen te halen. Verder heeft u nog 030042-11.zip nodig, te vinden onder '2004', 'Januari'. Dit bestand bevat de broncode van de OS552- en hello- programma's, evenals flash552.hex, de source-code voor de GAL en de JEDEC-bestanden.

CoolRunner-II Tot mijn verbazing kwam ik tot de ontdekking dat de Xilinx CoolRunner-II Development Kit die in Elektuur februari 2004 werd beschreven niet meer te krijgen is via de Xilinx website. Niettemin ben ik nog steeds van plan met CPLD's aan de slag te gaan en vraag mij dan ook af of u of Xilinx een alternatief kan aanraden?

Stuart Galbraith

Het kan snel gaan in de chip-industrie – soms sneller dan wij kunnen schrijven. Letterlijk minuten nadat het februari-nummer naar de drukker was verstuurd ontdekten ook wij dat het board

van de site van Xilinx was gehaald. Gelukkig kregen we een paar dagen later van de fabrikant bericht dat de CPLD Design Kit (bestelnummer DO-CPLD-DK) een uitstekend alternatief is. Of zelfs beter: de nieuwe kit heeft nog meer extra's, terwijl de prijs hetzelfde is als de Coolrunner-II: \$ 49,99 exclusief verzendkosten.

Spiegeltje, spiegeltje...

Ik heb een probleem met de print-layouts in PDF-formaat. Ik wil een afdruk in spiegelbeeld maken, omdat ik werk volgens de laserprinter-stijkbout-methode. Noch mijn printerdriver, noch Acrobat Reader hebben een optie om de afdruk te spiegelen en als ik de layout in bijvoorbeeld PaintShop Pro importeer, dan gaat het mis met fijne lijntjes en dergelijke. Kunnen jullie mij hiermee helpen?

Per Troelsen

Geen probleem. Sinds medio 2001 bevatten de PDF-bestanden die u kunt downloaden van de website zowel een normale (non-reflected), als gespiegelde (reflected) versie. Zie ook 'Printlayouts afdrukken' in Elektuur april 2003.

Inbraakalarm Ik heb met succes het inbraakalarm uit december 2003 opgebouwd. Over het oplaadcircuit met R1 en D6 heb ik echter mijn twijfels. Er komt een stroompje van amper 0,3 mA uit en de accuspanning is ongeveer 11,8 V.

Is de waarde van R1 wel correct? De loodaccu die ik gebruik is 12 V en 7,2 Ah.

Martin Bekaert

Auteur Erik Martens aan het woord: "Het oplaadcircuit werkt

volgens het continue-laad principe. Dit houdt in dat de accu continu met maximaal 1/100 van de capaciteit wordt (bij)geladen. De stroom van circa 0,3 mA is dus prima. Het kost wel nogal wat tijd om een lege accu volledig op te laden, maar de opzet van het inbraakalarm is dat deze continu wordt gevoed door de netspanning, waarbij de accu 'op peil' wordt gehouden.

De weerstandswaarde van 1 k kan eventueel worden verlaagd naar 680 ohm om een grotere laadstroom te verkrijgen (niet nog verder verlagen, in verband met het maximaal toelaatbaar vermogen van weerstand R1)." Hieraan kunnen wij toevoegen dat gasdichte loodaccu's, die zoals hier als backup worden gebruikt, in het algemeen prima in conditie te houden zijn door ze constant op een spanning van ten hoogste 13,8 V aan te sluiten. Een wat lagere waarde, bijvoorbeeld 13,2 V, is echter beter: de levensduur is dan langer. De accu zelf zorgt er automatisch voor dat er niet te veel of te weinig stroom gaat lopen. De laadspanning die de auteur heeft gekozen is aan de lage kant, maar zeker wanneer de accu op een warme plek staat zal het wel werken.

Eenvoudige omvormer

Ik ben docent en wil met mijn leerlingen de omvormer uit Elektuur februari 2004 bespreken. Helaas begrijp ik niet helemaal waar de R-C-Z-combinatie D4, R14, C9, C10 toe dient; is dit een soort protectionnetwerkje?

Oliver Sluka

Als T1 (of T2) uit geleiding komt, kunnen op de drain hoge spanningen ontstaan omdat op X2 en X4 een inductiviteit (niet ideale transformator) is aangesloten. Om deze spanningspieken te dempen worden ze via D5 door C9 en C10 opgevangen. Deze

condensatoren moeten hierna ook weer ontladen worden, anders zou de spanning erover telkens toenemen en dat willen we juist voorkomen. Zodra de spanning over C9 hoger wordt dan de voedingsspanning plus zener-spanning (dus ongeveer 30 volt) dan loopt de lading weg en neemt de condensatorspanning dus niet verder toe.

D5 en D6 zorgen ervoor dat tijdens normaal bedrijf C9 en C10 geen invloed hebben op de rest van de schakeling. Zonder deze diodes zouden de condensatoren tot oscillaties kunnen leiden.

iAccess – vrije toegang?

Een vraag naar aanleiding van het bijzonder uitvoerige iAccess-project in Elektuur februari 2004. Hoe zit het met de codering van de iButtons en hoe weet je zeker dat de code niet te herleiden is naar de koper? Het zou namelijk toch een beetje vervelend zijn als ik niet de enige ben die mijn deur kan openen! Datzelfde geldt natuurlijk ook voor andere systemen die in het artikel worden genoemd, zoals magneetkaarten, transponders enz.

Dieter Kokta

De auteur van dit artikel, Ilse Joostens, schrijft ons hierover het volgende: "elke iButton heeft een serienummer dat uit zes bytes bestaat. Dit nummer wordt voorafgegaan door een familiecode – 01 voor de DS1990A – en gevolgd door een CRC-checksum (om leesfouten te kunnen detecteren). Fabrikant Dallas Semiconductor (nu Maxim) garandeert dat ieder serienummer uniek is: geen enkele iButton is dus hetzelfde. Met zes bytes zijn er 2,81 x 1014 verschillende nummers mogelijk, dus is het tamelijk onwaarschijnlijk dat er ooit een tekort ontstaat.

Maar... het blijkt mogelijk te zijn de DS1990A iButton te kopiëren. Enkele maanden geleden kwam ik namelijk een schakeling met een AT89C2051 microcontroller tegen op een Russische website, waarmee DS1990A iButtons geëmuleerd kunnen worden.

Hoewel het dus mogelijk is een iButton 'na te maken', is de kans dat u daar nadeel van ondervindt erg klein. Niet alleen is bij deze methode toch redelijk wat kennis vereist wat microcontrollers betreft, ook is er fysieke toegang tot een van uw iButtons nodig om aan het serienummer te komen.

Hetzelfde geldt eigenlijk ook voor andere systemen. Ook magneetkaarten en transponders kunnen voorzien worden van een unieke code, maar ook deze zijn te kopiëren. Het is algemeen bekend dat creditcards en bankpassen worden gekopieerd. Overigens zijn zelfs biometrische systemen niet helemaal waterdicht.

Niettemin is het iButton-systeem veiliger dan traditionele mechanische sleutels. Nog meer zekerheid kan eventueel verkregen worden door systemen te combineren."

Voeding buizeneindtrap

Ik heb een vraag over de voeding van de in april 2003 gepubliceerde buizeneindtrap.

In het artikel staat dat de benodigde wisselspanning 340 V ($I_{max} = 0,7$ A) moet zijn. Hiervoor heb ik een transformator laten wikkelen, die onbelast echter een uitgangsspanning van 365 V geeft. Na gelijkrichten en afvlakken resulteert dit bij mij in een spanning van 510 V, dus niet de in het artikel genoemde 440 V. Kan dat kwaad?

Patrick Görlach

Bob Stuurman antwoordt: "Het lijkt me dat de transformator van

Patrick Görlach wel goed is. Wel zou ik hem adviseren eerst de voeding te bouwen en de hoogspanning te belasten met twee in serie geschakelde gloeilampen van 40 W. Dat komt ongeveer overeen met een last van 200 mA, een waarde die de stereooversterker zonder ingangssignaal ongeveer trekt.

De spanning moet dan circa 440 V zijn; als dat niet zo is, moet de transformator worden aangepast."

Layout-programma Nu vraag ik mij al een tijdje af welke teken- en/of CAD-software jullie gebruiken om de schema's en printen in Elektuur te maken. Volgens mij is de stijl niet veranderd sinds de jaren 90, maar ik vraag mij af of er in die tijd wel dergelijke programma-tuur bestond?

Serdar Ulukonakci

Jazeker wel! Sinds 1985 gebruiken we Ultiboard (www.ultiboard.com) voor de printontwerpen. Om schema's te tekenen hebben we eerst ORCAD gebruikt, maar inmiddels zijn we overgestapt op McCad (www.mccad.com).

Datalogger Zowel in de onderdelenlijst als het schema staat bij C1...C3 "zie tekst". In de tekst wordt echter alleen over C1 gesproken. De waarde voor C1 wordt echter nergens aangegeven en zit ook niet in het pakket dat de firma DIL levert.

Hans Jannink

De auteur heeft ons de waarde voor C1...C3 in de datalogger doorgegeven. Het is de bedoeling dat men met C1...C3 zo nauwkeurig mogelijk een waarde van

370 pF probeert te benaderen. Hij heeft dat zelf gedaan met een condensator van 120 pF en een van 220 pF.

Dubbelzijdig solderen

In het februari-nummer van 2004 staat een artikel over CPLD's in de praktijk.

Hiervoor is een dubbelzijdige print ontworpen, echter, het PLCC-voetje en de DIP-schakelaar kunnen door de korte pootjes niet aan beide kanten gesoldeerd worden. Dit terwijl er op een aantal van deze pinnen wel een signaal aangesloten dient te worden. Ik vraag mij af of het contact wel betrouwbaar is als alleen de onderkant gesoldeerd wordt. Heeft u hier wellicht een oplossing voor of zie ik het allemaal verkeerd?

P. Straathof

Voor het gemak nemen we aan dat u de print bij Elektuur heeft gekocht. Deze print is voorzien van zogenaamde doormetalliseringen bij alle gaatjes. Dit betekent dat de onderkant en de bovenkant van een aansluiting altijd elektrisch verbonden met dit pootje.

Indien u de print zelf heeft geëist, dan moet er een andere oplossing gezocht worden. Een mogelijkheid is om de gaatjes iets groter te boren dan de aansluitpinnen van de componenten. Bij ieder gaatje waarvan de onderkant met de bovenkant verbonden moet worden soldeert u vervolgens een dun draadje (wire-wrap-draad bijvoorbeeld) aan de bovenkant vast. Dit draadje gaat dan door het gaatje naar de onderkant waar het vervolgens ook daar aan wordt vastgesol-

deerd. Let erop dat u dunne draad gebruikt, zodat er nog genoeg plaats over is voor de aansluitpinnen van de component. Deze methode passen wij hier in het lab van Elektuur ook vaker toe om een dubbelzijdige print zelf te kunnen vervaardigen.

Elektronische ontvangerschakelaar

In het artikel over de elektronische ontvangerschakelaar (Elektuur februari 2004) is voor de MOS-FET een SUD45P03-15 genomen. Dit type heb ik in de winkel echter nergens kunnen vinden. Ik zou het op prijs stellen als u een vervangend type zou willen noemen; ik zou de schakeling namelijk graag nabouwen.

Bernd Karrenbauer

FET T3 kan prima vervangen worden door een andere enhancement-mode P-channel FET. De zogenaamde logic-level typen zijn hiervoor het beste geschikt. Bijvoorbeeld de 2SJ349 of 2SJ174.

Mailbox

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. Vermeld bij uw vraag of reactie de titel, maand en jaar van uitgave van het artikel waar uw reactie betrekking op heeft. Gezien de hoeveelheid kunnen helaas niet alle reacties beantwoord worden en kan niet worden ingegaan op persoonlijke wensen en verzoeken om aanpassingen van of aanvullende informatie over Elektuur-projecten. Hiervoor kunt u het beste terecht op het forum van Elektuur op www.elektuur.nl. Stuur uw e-mail naar: redactie@elektuur.nl. Een brief schrijven kan natuurlijk ook: postbus 121, 6190 AC Beek

Maar... het blijkt mogelijk te zijn de DS1990A iButton te kopiëren. Enkele maanden geleden kwam ik namelijk een schakeling met een AT89C2051 microcontroller tegen op een Russische website, waarmee DS1990A iButtons geëmuleerd kunnen worden.

Hoewel het dus mogelijk is een iButton 'na te maken', is de kans dat u daar nadeel van ondervindt erg klein. Niet alleen is bij deze methode toch redelijk wat kennis vereist wat microcontrollers betreft, ook is er fysieke toegang tot een van uw iButtons nodig om aan het serienummer te komen.

Hetzelfde geldt eigenlijk ook voor andere systemen. Ook magneetkaarten en transponders kunnen voorzien worden van een unieke code, maar ook deze zijn te kopiëren. Het is algemeen bekend dat creditcards en bankpassen worden gekopieerd. Overigens zijn zelfs biometrische systemen niet helemaal waterdicht.

Niettemin is het iButton-systeem veiliger dan traditionele mechanische sleutels. Nog meer zekerheid kan eventueel verkregen worden door systemen te combineren."

Voeding buizeneindtrap

Ik heb een vraag over de voeding van de in april 2003 gepubliceerde buizeneindtrap.

In het artikel staat dat de benodigde wisselspanning 340 V ($I_{max} = 0,7$ A) moet zijn. Hiervoor heb ik een transformator laten wikkelen, die onbelast echter een uitgangsspanning van 365 V geeft. Na gelijkrichten en afvlakken resulteert dit bij mij in een spanning van 510 V, dus niet de in het artikel genoemde 440 V. Kan dat kwaad?

Patrick Görlach

Bob Stuurman antwoordt: "Het lijkt me dat de transformator van

Patrick Görlach wel goed is. Wel zou ik hem adviseren eerst de voeding te bouwen en de hoogspanning te belasten met twee in serie geschakelde gloeilampen van 40 W. Dat komt ongeveer overeen met een last van 200 mA, een waarde die de stereooversterker zonder ingangssignaal ongeveer trekt.

De spanning moet dan circa 440 V zijn; als dat niet zo is, moet de transformator worden aangepast."

Layout-programma Nu vraag ik mij al een tijdje af welke teken- en/of CAD-software jullie gebruiken om de schema's en printen in Elektuur te maken. Volgens mij is de stijl niet veranderd sinds de jaren 90, maar ik vraag mij af of er in die tijd wel dergelijke programma-tuur bestond?

Serdar Ulukonakci

Jazeker wel! Sinds 1985 gebruiken we Ultiboard (www.ultiboard.com) voor de printontwerpen. Om schema's te tekenen hebben we eerst ORCAD gebruikt, maar inmiddels zijn we overgestapt op McCad (www.mccad.com).

Datalogger Zowel in de onderdelenlijst als het schema staat bij C1...C3 "zie tekst". In de tekst wordt echter alleen over C1 gesproken. De waarde voor C1 wordt echter nergens aangegeven en zit ook niet in het pakket dat de firma DIL levert.

Hans Jannink

De auteur heeft ons de waarde voor C1...C3 in de datalogger doorgegeven. Het is de bedoeling dat men met C1...C3 zo nauwkeurig mogelijk een waarde van

370 pF probeert te benaderen. Hij heeft dat zelf gedaan met een condensator van 120 pF en een van 220 pF.

Dubbelzijdig solderen

In het februari-nummer van 2004 staat een artikel over CPLD's in de praktijk.

Hiervoor is een dubbelzijdige print ontworpen, echter, het PLCC-voetje en de DIP-schakelaar kunnen door de korte pootjes niet aan beide kanten gesoldeerd worden. Dit terwijl er op een aantal van deze pinnen wel een signaal aangesloten dient te worden. Ik vraag mij af of het contact wel betrouwbaar is als alleen de onderkant gesoldeerd wordt. Heeft u hier wellicht een oplossing voor of zie ik het allemaal verkeerd?

P. Straathof

Voor het gemak nemen we aan dat u de print bij Elektuur heeft gekocht. Deze print is voorzien van zogenaamde doormetalliseringen bij alle gaatjes. Dit betekent dat de onderkant en de bovenkant van een aansluiting altijd elektrisch verbonden met dit pootje.

Indien u de print zelf heeft geëist, dan moet er een andere oplossing gezocht worden. Een mogelijkheid is om de gaatjes iets groter te boren dan de aansluitpinnen van de componenten. Bij ieder gaatje waarvan de onderkant met de bovenkant verbonden moet worden soldeert u vervolgens een dun draadje (wire-wrap-draad bijvoorbeeld) aan de bovenkant vast. Dit draadje gaat dan door het gaatje naar de onderkant waar het vervolgens ook daar aan wordt vastgesol-

deerd. Let erop dat u dunne draad gebruikt, zodat er nog genoeg plaats over is voor de aansluitpinnen van de component. Deze methode passen wij hier in het lab van Elektuur ook vaker toe om een dubbelzijdige print zelf te kunnen vervaardigen.

Elektronische ontvangerschakelaar

In het artikel over de elektronische ontvangerschakelaar (Elektuur februari 2004) is voor de MOS-FET een SUD45P03-15 genomen. Dit type heb ik in de winkel echter nergens kunnen vinden. Ik zou het op prijs stellen als u een vervangend type zou willen noemen; ik zou de schakeling namelijk graag nabouwen.

Bernd Karrenbauer

FET T3 kan prima vervangen worden door een andere enhancement-mode P-channel FET. De zogenaamde logic-level typen zijn hiervoor het beste geschikt. Bijvoorbeeld de 2SJ349 of 2SJ174.

Mailbox

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. Vermeld bij uw vraag of reactie de titel, maand en jaar van uitgave van het artikel waar uw reactie betrekking op heeft. Gezien de hoeveelheid kunnen helaas niet alle reacties beantwoord worden en kan niet worden ingegaan op persoonlijke wensen en verzoeken om aanpassingen van of aanvullende informatie over Elektuur-projecten. Hiervoor kunt u het beste terecht op het forum van Elektuur op www.elektuur.nl. Stuur uw e-mail naar: redactie@elektuur.nl. Een brief schrijven kan natuurlijk ook: postbus 121, 6190 AC Beek