

ELEKTUUR

ELEKTRONICA & COMPUTERTECHNIEK

Nr. 457

NOVEMBER 2001

f 13,10 / € 5,95

Bfrs 262 / € 6,50

www.elektuur.nl



Accu-ontlader/
capaciteitsmeter



8-kanaals DMX-
demultiplexer

Geheugenmodules
in opmars

PC-surround-
eindversterker

LABVOEDING MET PC-BESTURING



GPS-ontvangers met NMEA-uitgang

Basisprincipes en toepassingen

Gunther May, DL3ABQ

GPS-modules met NMEA-uitgang zijn al voor minder dan 300 gulden te koop. En ook kleine GPS-handontvangers met NMEA-aansluiting zijn niet meer zo duur. Dit artikel laat beschrijft wat je daarmee zoal kunt doen.



Gebruikers van het Global Positioning System (GPS) kunnen hun plaats in de ruimte te allen tijde zeer nauwkeurig bepalen. In het verleden werd in het GPS-sigitaal met opzet een stoorsigitaal aangebracht om civiel gebruik te bemoeilijken. Nu dat stoorsigitaal er niet meer is, kan gemakkelijk een nauwkeurigheid van 20...50 meter bereikt worden en wordt in de praktijk vaak zelfs een nauwkeurigheid van 10 meter gehaald. Met behulp van Differential GPS (DGPS) kan de nauwkeurigheid met behulp van correctiedata nog verder verbeterd worden.

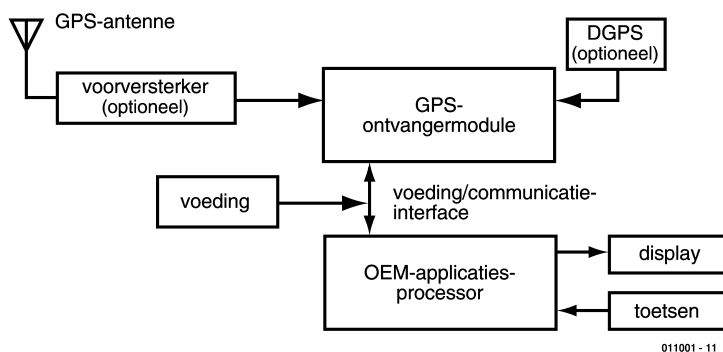
GPS-ontvangers zijn de laatste tijd steeds goedkoper geworden. Voor ongeveer 300 gulden is al een eenvoudige ontvanger voor beginners te koop. Natuurlijk zijn er ook veel uitgebreidere uitvoeringen te koop. Die zijn dan voorzien van ingebouwde software voor meer gebruikersgemak, zoals de weergave van de positie op een elektronische landkaart. Dergelijke apparaten zijn natuurlijk veel duurder. Maar er is een alternatief: We kunnen een goedkope, 'kale'

ontvanger kopen, zonder display maar met een data-uitgang. Die sluiten we dan aan op een (draagbare) computer die voor de weergave zorgt. Software voor de weergave van de gegevens op het beeldscherm van de computer hoeft ook niet duur te zijn.

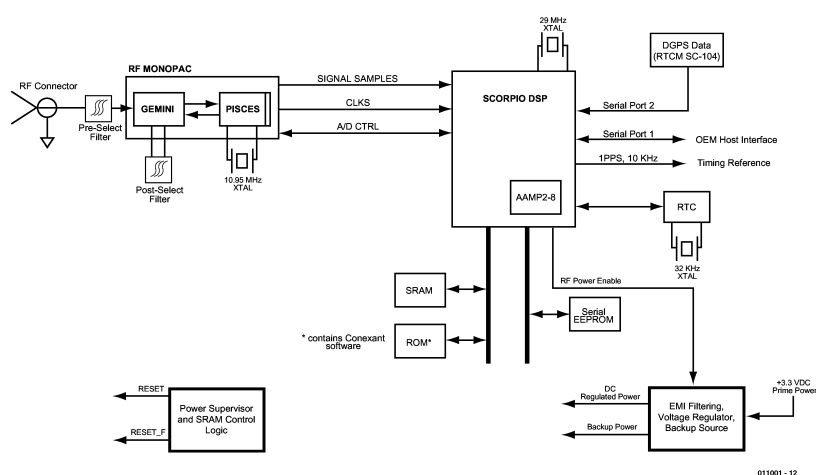
GPS-ontvangers

Zoals in **figuur 1** te zien is, bestaat een GPS-ontvanger uit twee of drie delen. De antennemodule kan bij sommige uitvoeringen los van de rest van het systeem geplaatst worden. Vaak is deze module al voorzien van een voorversterker. Het tweede gedeelte is de eigenlijke ontvanger en het derde deel is de bedienings-eenheid. Deze bestaat over het algemeen uit een microprocessor met display en toetsenbord. Optioneel kan er nog een DGPS-ontvanger ingebouwd zijn, die via radiogolven een correctiesigitaal ontvangt.

In **figuur 2** is een meer gedetailleerd blokschema te zien. Dit blokschema is afkomstig uit de datasheet van de Jupiter-LP-ontvangermodule van Conexant (voorheen Rockwell). De eigenlijke GPS-ontvanger is een chipset die bestaat uit twee bouwstenen. Het HF-frontend (RF-Monopack) zorgt voor ontvangst en bemonstering van het GPS-sigitaal. De rest – decoderen van het GPS-sig-



Figuur 1. Blokschema van een complete GPS-ontvanger.



Figuur 2. Blokschema van een GPS-ontvangstmodule.



Figuur 3. Een GPS-ontvanger met veel features.

naal en besturing van het front-end – wordt gedaan door een speciale digitale signaalprocessor (DSP).

Een groot deel van de kosten van een complete GPS-ontvanger zit in de hardware en software van het

bedieningsgedeelte. Zeker als het apparaat is uitgerust met een TFT-display. Maar ook de kaart-software en ingebouwde database spelen daarin een grote rol. Een voorbeeld van een GPS-ontvanger uit deze hogere prijsklasse is te zien in **figuur 3**. We kunnen ons deze kosten besparen door gebruik te maken van een ontvanger, die kan worden aangesloten op de PC. Zo'n 'kale' ontvanger kan bijvoorbeeld een GPS-module zijn zoals afgebeeld in **figuur 4**, of een zogenaamde GPS-muis met geïntegreerde antenne (**figuur 5**). Ook een GPS-handontvanger in een eenvoudige uitvoering is niet veel duurder, zoals het kleine apparaat van de firma Garmin in **figuur 6**. Dit apparaat beschikt over een simpele gebruikersinterface, maar ook over een digitale uitgangspoort.

Bij het gebruik van zo'n poort is het natuurlijk nodig dat de ontvanger en de PC elkaar begrijpen. En daarvoor is een gestandaardiseerd communicatieprotocol nodig.

NMEA

NMEA is een overdrachtsprotocol dat is ontwikkeld voor het uitwisselen van gegevens tussen meetapparatuur die gebruikt wordt in de scheepvaart.

In de scheepvaart is GPS snel populair geworden en daardoor is NMEA ook al snel de standaard geworden voor de communicatie tussen GPS-ontvanger en een gebruikersinterface. Er bestaan nog wel ontvangers die een ander protocol gebruiken, maar omdat vrijwel alle software voor het verwerken van GPS-data op de PC uitgaat van het NMEA-protocol, kunnen we die beter links laten liggen.

Met NMEA wordt hier bedoeld NMEA 0183. Er bestaan verschillende versies van dit protocol. Versie 2.0 komt het meest voor. De oudere versies (NMEA 0183 versie 1.5, NMEA 0182 en NMEA 0180) vinden we bij moderne ontvangers vrijwel niet meer.

De NMEA-uitgang van de ontvanger wordt aangesloten op de seriële poort van de PC. Deze poort moet ingesteld worden op 4800 baud, 8 databits, 1 stopbit en geen pariteitsbit. Er moet gelet worden op de uitgangsniveaus van de ontvanger. Sommige ontvangers hebben een TTL- of CMOS-uitgang. Dan is een niveau-aanpassing nodig naar RS232-niveaus. We kunnen hier gebruik maken van de standaardoplossing in de vorm van een MAX232 (**figuur 7**).

Als in de gebruiksaanwijzing staat dat het apparaat rechtstreeks op de PC kan worden aangesloten, dan hoeven we ons hierover natuurlijk geen zorgen te maken.

NMEA-strings

NMEA-gegevens zijn onderverdeeld in regels van maximaal 80 tekens. Omdat het om leesbare ASCII-tekens gaat, kunnen ze gemakkelijk worden weergegeven met een simpel terminalprogramma zoals Hyperterminal of de terminal van Norton Commander. De GPS-data is op die manier te lezen. Maar natuurlijk bestaan er meer gebruikersvriendelijke oplossingen. Deze komen verderop in dit artikel aan de orde.

Elke string begint met een '\$'. Daarna volgt een system-ID; voor GPS-ontvangers is dat 'GP'. Daarna volgen de eigenlijke data.

In **tabel 1** zien we als voorbeeld de RMC-string. Deze vinden we bij vrijwel alle GPS-ontvangers. (RMC = Recommended minimum specific GPS/Transmit data.) Een volledig overzicht van de strings is te vinden in de NMEA-FAQ [1].

PC-software

Een goede GPS-ontvanger is van weinig nut als we de ontvangen gegevens niet op een goede manier zichtbaar kunnen maken. Gelukkig zijn er voor dat doel veel gratis programma's beschikbaar op het Internet, waarvan we er hier enkele zullen voorstellen.:

– GPSS (zie **figuur 8**)

Freeware-programma met kaartweergave. Hoewel het even wennen is aan de wijze van bedienen, is dit toch een aanrader.

Download-adres: www.gpss.co.uk/

– NMEA-Monitor

Freeware-programma dat NMEA-data weergeeft. Download-adres:

www.navtec.de/english/nmea_mon.htm

– WinGPS

Een zeer krachtig commercieel programma met kaartweergave, waarvan ook een shareware-versie beschikbaar is. Te downloaden op: www.stentec.com/

Natuurlijk is dit maar een greep uit het totale aanbod. Vooral aan NMEA-monitor-programma's is geen gebrek. En er is ook al software voor portable gebruik in combinatie met een Palm, Psion en dergelijke.

Bij programma's met kaartweergave zijn over het algemeen al een of meer kaarten stan-



Figuur 4. Voorbeeld van een GPS-module.

Tabel 1. Voorbeeld-string.

RMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194,020.3,E*68

225446	Tijd: 22:54:46 UTC (Universal Time Coordinated)
A	GPS-ontvanger status (A = normal; V = warning)
4916.45,N	49°16.45' Noorderbreedte
12311.12,W	123° 11.12' Westerlengte
000.5	Snelheid
054.7	Koers
191194	Datum: 19 november 1994
020.3,E	Magnetische variatie: 20,3° Oost
*68	Checksum



Figuur 5. Een GPS-muis bevat een compacte GPS-ontvanger met geïntegreerde antenne en kan rechtstreeks aan de seriële poort of de USB-poort worden aangesloten. Hier een NaviMouse voor aansluiting aan een Palm-PDA.

daard ingebouwd. Andere kaarten kunnen worden geïmporteerd van TOP50-CD's of andere kaartenverzamelingen. Over het algemeen is het nodig om het apparaat te kalibreren voor enkele bekende punten van een kaart.

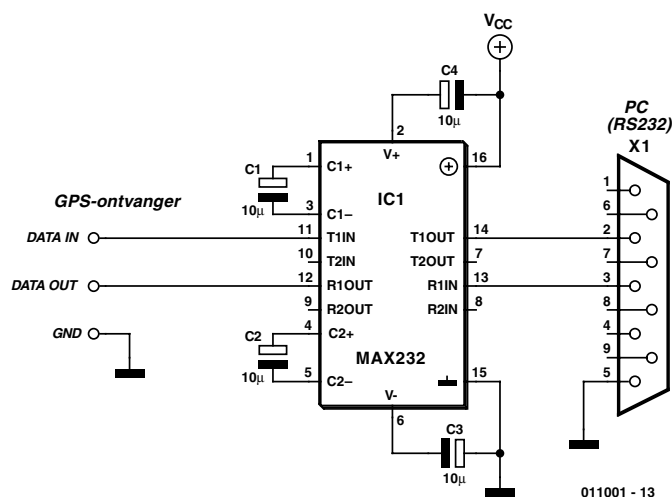
APRS

APRS is een nieuwe techniek die gebruikt wordt door zendamateurs. Hierbij wordt een GPS-ontvanger via NMEA gekoppeld aan een amateurzender. Zo kunnen verschillende stations informatie over hun locatie uitwisselen. Meer hierover is te vinden op: www.dididahdahdit.com/

Internet-links

Op het Internet is erg veel over GPS te vinden. Als afsluiting van dit artikel geven we een greep uit de interessantste URL's op dit gebied:

- Inleiding in het GPS-systeem (TU Ilmenau):
www-emt.tu-ilmenau.de/emt/gps_www/gps_main.htm
- NMEA-site van Torsten Baumbach met software-project:
<http://pandora.inf.uni-jena.de/ttbb/nmea.html>
- Overzicht van goedkope GPS-



Figuur 7. Bij veel ontvangers is een niveau-aanpassing voor de RS232-poort nodig. De standaardoplossing met een MAX232 voldoet hier prima.



Figuur 6. Ook goedkope GPS-handontvangers hebben vaak een NMEA-aansluiting.

modules:

<http://rover.wiesbaden.netsurf.de/~hirschgps/gpsbord.htm>

– GPS-informatie website van Joe Mehafeff en Jack Yeazel: <http://joe.mehaffey.com/>

– Peter Bennett's GPS and NMEA Site
<http://zazu.optiva.ee/pub/nmea/>

– The Global Positioning System (GPS) Resource Library: www.gpsy.com/gpsinfo/

Bronvermelding:

[1] Bennett, Peter (2000): The NMEA FAQ Version 6.3 (<http://vancouver-webpages.com/peter/nmeafaq.txt>)

Foto's GPS-ontvanger (figuur 3 en 6):
www.garmin.de

Foto's GPS-ontvanger (figuur 4 en 5):
www.unitronic.de

Blokschema's (figuur 1 en 2)
www.conexant.com

(011001)

Figuur 8. GPSS is een uitstekend freeware-programma met kaartweergave.

Nauwkeurige labvoeding 25 V/2,5 A

Met RS232-interface voor PC-besturing

Ralf Pagel

Bij de basisuitrusting van ons elektronicalab hoort een krachtige regelbare voeding. De hier beschreven voeding bevat een microcontroller die waakt over de ingestelde en de werkelijke waarde van spanning en stroom.

Laboratoriumvoedingen zijn er in veel uitvoeringen, van supereenvoudig tot zeer geavanceerd. Aan de ene kant vinden we lineaire, analoog werkende apparaten en aan

de andere kant digitale, schakelende voedingen met microcontrollerbesturing, die vaak zijn uitgerust met een IEEE-aansluiting. Zulke

apparaten maken het ook mogelijk om automatische metingen te doen, waarbij de voeding zijn uitgangsspanning volgens een vooraf ingeprogrammeerd scenario varieert en intussen diverse metingen doet.

Onze labvoeding ligt daar ergens tussenin. Ze kan in twee uitvoeringen gebouwd worden: Eén met een spanningsbereik van 0...25 V bij maximaal 2,5 A en één met een spanningsbereik van 0...20 V, die maximaal 1 A kan leveren. De digitale stroom- en spanningsinstelling wordt gedaan met behulp van vier druktoetsen (twee voor de grof- en twee voor de fijnregeling). De spanning kan ingesteld worden in stappen van 100 mV en de stroom in stappen van 10 mA.

De ingestelde en werkelijke waarde worden op een verlicht LC-display weergegeven.

Door middel van een ingebouwde RS232-poort kan het apparaat op afstand bediend worden. Via deze poort worden ook continu de gemeten stroom- en spanningswaarden doorgegeven naar de buitenwereld. Deze communicatie werkt met ASCII-tekens, zodat een simpel terminalprogramma zoals Hyperterminal in principe voldoende is voor de aansturing.

Maar er is ook een gratis programma beschikbaar, dat speciaal bedoeld is voor de aansturing van deze voeding. Dit is te vinden op het Internet-



adres www.pic-basic.de. De broncode van dit programma, dat in Visual Basic 6 is geschreven, is ook beschikbaar, zodat het programma voor bijzondere toepassingen kan worden aangepast aan de wensen van de gebruiker.

De besturing van de voeding werkt met een PIC16F84-microcontroller. Het programma hiervoor is geschreven met PIC-BASIC 1.3. Ook hiervan zijn de broncode, een assemblerlijsting en een hexdump beschikbaar op het bovengenoemde adres.

Klassieke analoge regeling

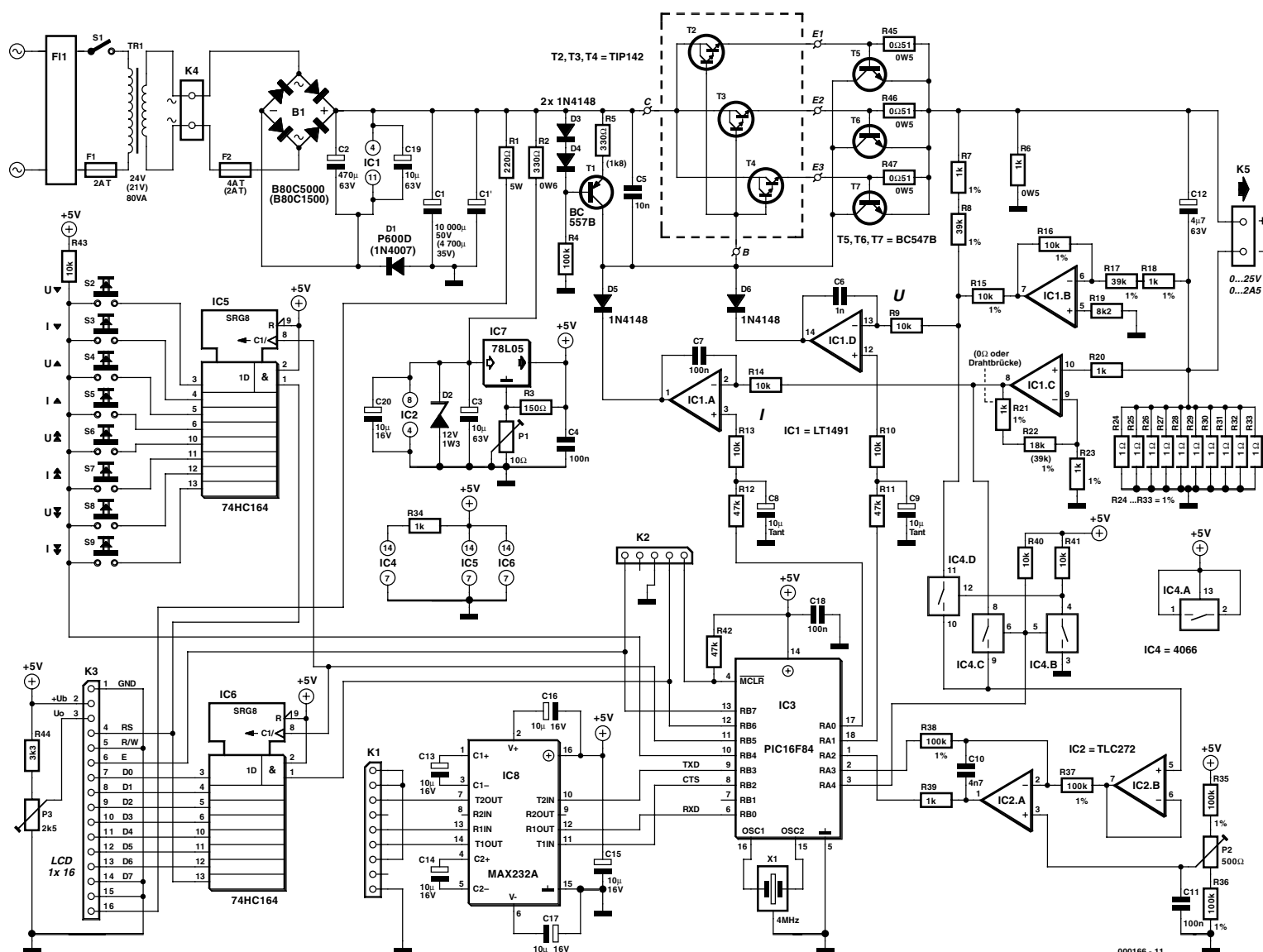
De schakeling bestaat uit een analoog en een digitaal gedeelte. Beide delen zijn op één print ondergebracht.

Technische gegevens

	2,5-A-Versie	1-A-Versie
Ingangsspanning 230 V	-0/+ 10 % bij 2,5 A / 25 V ±10 % bij 2,5 A / 24 V	±10% bij 1 A / 20 V
Afwijking uitgangsspanning van ingestelde waarde	+ 30 mV (typ.)	+ 30 mV (typ.)
Afwijking stroombegrenzing van ingestelde waarde	+ 5 mA (typ.)	+ 5 mA (typ.)
Rimpelspanning	5 mV bij spanningsregeling 10 mV bij stroomregeling	5 mV bij spanningsregeling 25 mV bij stroomregeling

Alleen de eindtransistoren, het LCD en de nettrafo (met schakelaar en chassisdeel) zitten niet op de print. De klassieke analoge regelkring werkt met een LT1491. Dit IC bevat vier opamps. De aansluitingen en de prestaties zijn nagenoeg gelijk aan

(of zelfs beter dan) die van de legendarische LM324. De LT1491 is bovendien een 'rail-to-rail' opamp. Dat geldt zowel voor de ingangen als voor de uitgangen. In **tabel 1** zijn enige gegevens van deze beide opamps op een rijtje gezet. Hoewel de LT1491 duurder is dan de LM324, is hij in deze schakeling zeker



Figuur 1. Het schema van de 2,5 A netvoeding (waarden voor de 1-A-uitvoering tussen haakjes).

op zijn plaats. In combinatie met nauwkeurige metaalfilmweerstanden werken deze opamps zo nauwkeurig dat de schakeling maar weinig afregelpunten nodig heeft.

Bij een klassieke analoge regeling van een netvoeding zoals afgebeeld in **figuur 1** worden de uitgangsspanning en -stroom continu vergeleken met de ingestelde waarden door comparatoren. De uitgangsspanning wordt daarbij rechtstreeks op de uitgangsbussen van de voeding gemeten. Daarmee wordt voorkomen dat er een meetfout ontstaat door de spanningsval over de printsporen en de bedrading. De te meten spanning wordt met een spanningsdeler omlaag gebracht naar de juiste ingangswaarde voor de gebruikte comparator. De stroommeting is wat ingewikkelder. Om de stroom te kunnen meten wordt over het algemeen een serieweerstand in de stroomkring opgenomen. Deze serieweerstand moet zo klein mogelijk zijn om te voorkomen dat er teveel spanning verloren gaat en om het verlies te beperken. Maar er moet wel zoveel spanning over de weerstand vallen dat hij nauwkeurig te meten is en niet verdwijnt in de ruis en andere storingen die het signaal oppikt. De serieweerstand bestaat in dit geval uit tien parallel geschakelde 1-Ω-weerstand (R24...R33) Dit is aanzienlijk goedkoper en ook nauwkeuriger dan een 0,1-Ω-weerstand met

Tabel 1. Vergelijking LM324 en LT1491.

	LT1491 (typische waarden)	LM324 (typische waarden)
Offset-spanning	200...350 μV	2 mV
Offset-spanningsdrift	2 μV / °C	7 μV / °C
Ingangsstroom	4 nA	45 nA
Voedingsspanning (maximaal)	44 V	32 V
Uitgangsstroom (kortgesloten)	25 mA	20 mA

een tolerantie van 1%. De print-layout is zodanig opgezet dat de weerstand van de printsporen de meting zo weinig mogelijk kan beïnvloeden. Bij een uitgangsstroom (belastingstroom) van 2,5 A valt er over deze weerstand 0,25 V. Opamp IC1c versterkt deze spanning met een factor 20 in de 2,5-A-uitvoering en met een factor 40 in het 1-A-model. Deze versterkte spanning wordt gemeten en via R14 naar de comparator geleid. De stroom heeft echter ook invloed op de spanningsmeting: Opamp IC1b deelt de spanningsval over de serieweerstand door 4 en invertteert deze (-0,0625 V bij maximale stroom). Als op de uitgangs-

bussen een spanning van 25 V staat, dan ontstaat aan de positieve uitgangsbuss bij de maximale uitgangsstroom een spanning van 25,25 V ten opzichte van de massa van de schakeling. Spanningsdeler R7/R8 en R15 hebben samen een weerstandswaarde van 50 kΩ. Op de spanningsdeler staat 25,25 V + 0,0625 V = 25,3125 V. 80% daarvan valt over R7/R8 en 20% over R15. Over R15 valt dus 5,0625 V. Op de uitgang van de spanningsdeler (knooppunt R8/R15) staat dus precies 5 V ten opzichte van de massa van de schakeling.

De spanning op de uitgang van de spanningsdeler (ten opzichte van

massa) geeft dus een betrouwbaar beeld van de uitgangsspanning, onafhankelijk van de stroom die door de meetweerstand loopt. Zonder deze compensatie zou de spanning (van maximaal 0,25 V) over de meetweerstand worden meegenomen in de regelkring voor de uitgangsspanning. Om ervoor te zorgen dat de opamps ook spanningen kunnen verwerken die onder het massaniveau liggen, is een negatieve voedingsspanning voor IC1 nodig. Die wordt met behulp van D1 uit de ingangsspanning gemaakt.

De meetspanningen komen na de beschreven deling, compensatie en versterking uiteindelijk via R9 en R14 bij de inverterende ingangen van de opamps IC1a en IC1d. De als comparator geschakelde opamp IC1d vergelijkt de gemeten spanning (op de inverterende ingang) met de ingestelde spanning. IC1a doet hetzelfde voor de stroom. De ingestelde waarden komen van de microcontroller PIC16F84 (IC3), die met behulp van de twee RC-netwerken R11/C9 en R12/C8 twee nauwkeurige analoge spanningen kan leve-

ren. Deze spanningen worden gemaakt met behulp van pulsbreedtemodulatie aan de uitgangspennen van de microcontroller. De D/A-omzetters hebben een oplossend vermogen van 8 bits.

De beide comparatoren gedragen zich dankzij C6 en C7 als laagdoorlaatfilters. De twee uitgangen zijn door middel van een discreet opgebouwde OR-poort (D5 en D6) aangesloten op de bases van de eindtransistoren. Als een van de ingestelde waarden (spanning of stroom) overschreden wordt, dan trekt de desbetreffende opamp de spanning op de basisleiding naar massaniveau (of zelfs nog iets negatiever). De vermogenstransistoren gaan dan sperren. Zolang de ingestelde spanning en stroom nog niet bereikt zijn, zorgt stroombron T1 voor een constante stroom van 2 mA in de 2,5-A-uitvoering of 350 μ A in de 1-A-uitvoering. Zo'n kleine basisstroom is alleen voldoende als vermogensdarlingtonen (T2...T4) gebruikt worden. In de 2,5-A-versie worden drie transistoren (TIP142) parallel geschakeld. Om de stroom goed over de drie transisto-

ren te verdelen, wordt gebruik gemaakt van weerstanden van 0,51 Ω in de emitterleidingen. Rond deze emitterweerstand is een extra beveiligingscircuit opgebouwd in de vorm van de drie transistoren T5...T7. Als de spanning over één van de emitterweerstand groter wordt dan 0,65 V (bij een stroom van ca. 1,3 A), dan wordt de bijbehorende transistor opengestuurd. Deze transistor voert dan alle beschikbare basisstroom af, zodat de darlingtonen niet meer opengestuurd worden. Dit beschermt de vermogenstransistoren in geval van kortsluiting. De 1-A-uitvoering heeft maar één eindtransistor en heeft dus geen emitterweerstand nodig. Ook het beveiligingscircuit vervalt bij deze uitvoering.

De 2,5-A-versie heeft een koellichaam nodig van 0,6 K/W. Voor de 1-A-uitvoering volstaat een koellichaam van 2,4 K/W. Bij gebruik van het voorgeschreven koellichaam loopt de temperatuur bij maximale belasting (uitgangsbussen kortgesloten bij maximale stroom) op tot 80 °C. Beide uitvoeringen zijn dus zonder geforceerde koeling geschikt voor continubedrijf.

Ingestelde waarde van de microcontroller

Het analoge deel van de schakeling wordt

— Advertentie

aangestuurd vanuit het digitale deel door microcontroller IC3. Om een hoge nauwkeurigheid te bereiken is om te beginnen een goede referentiespanning nodig. Deze wordt met behulp van IC7 en de omringende onderdelen uit de voedingsspanning afgeleid. Met D2 wordt de spanning ruw gestabiliseerd op 12 V. Deze spanning wordt gebruikt om IC2 te voeden en ook om de referentiespanning te maken. De vaste-spanningsregelaar IC7 is uitgebreid met R3 en P1 om de geleverde spanning iets 'op te krikken'. Met P1 wordt de uitgangsspanning van de regelaar ingesteld op theoretisch 5,12 V (in de praktijk moet het 5,14...5,16 V zijn). R3 vormt een belastingsweerstand voor de regelaar. Er loopt een stroom van 33 mA door R3 en P1. Dat is ongeveer 10 keer zoveel als de stroom die door de massa-aansluiting van de spanningsregelaar loopt. De invloed van variaties in deze stroom wordt daardoor beperkt.

Door deze maatregelen is de referentiespanning erg stabiel en verandert alleen nog door de veroudering van de onderdelen. Het is daarom goed om het apparaat, zoals gebruikelijk bij laboratoriumapparatuur, regelmatig (bijvoorbeeld elke twee jaar) te kalibreren.

De referentiespanning wordt gebruikt door de rond IC2 opgebouwde delta-sigma-omzetter. Een delta-sigma-omzetter maakt met weinig onderdelen een omzetter met een groot oplosend vermogen mogelijk, zonder dat daarbij extreme eisen aan de toleranties van de onderdelen gesteld worden. Om de nulpuntinstelling met P2 te vergemakkelijken is toch gebruik gemaakt van 1%-weerstand. In de A/D-omzetting speelt ook de microcontroller een actieve rol. De omzetting werkt als volgt:

Bij het begin is de (als ingang geschakelde) pen A2 van de controller hoogohmig. Pen A3 is als uitgang ingesteld en voert een spanning van 0 V. De te meten spanning ligt aan de niet-inverterende ingang van IC2b. Deze opamp is als buffer geschakeld, dus dezelfde spanning is ook aan de uitgang te vinden. Als we aannemen dat deze spanning 1,28 V is, dan is de spanning aan de uitgang van de integrator (IC2a) bijna gelijk aan de positieve voedingsspanning. Pen A2 van de controller interpreteert dit als een logisch hoog signaal. Een meetcyclus wordt door de controller gestart met een overgang van laag naar hoog (5,12 V) op pen A3. De controller wacht nu tot de spanning op pen A2 van hoog naar laag gaat. Vanaf dat moment laat de controller het niveau van de integrator zweven rond de te meten spanning, door uitgang A3 in het juiste ritme hoog en laag te maken, waarbij ingang A2 wordt gebruikt als feedback-signaal. De duty-cycle van het signaal op A3 is nu een maat voor de te meten spanning. Bij de ingangsspanning van 1,28 V in ons voorbeeld moet pen A3 driemaal zo lang hoog zijn als laag om de spanning op de integrator gemiddeld gelijk te houden aan de ingangsspanning.

De afregeling met P2 is noodzakelijk omdat deze A/D-omzetter niet werkt voor negatieve spanningen. P2 com-

penseert de toleranties van de onderdelen en zorgt voor een kleine positieve voorspanning.

IC2 is een TLC272. Dit is een opamp met MOS-ingangen. Dat is nodig omdat deze converter alleen nauwkeurig werkt als de opamps een hoge ingangsweerstand hebben. Opamps die zijn opgebouwd uit bipolaire transistoren hebben veel meer ingangsstroom nodig. MOS-opamps hebben wel grotere offset-spanningen, maar we moeten de omzetter toch afregelen, dus dat is niet erg.

IC4 is een analoge schakelaar die de spanning op pen 11 (spanningsmeting) of die op pen 8 (stroommeting) doorgeeft aan de A/D-omzetter.

Interfaces

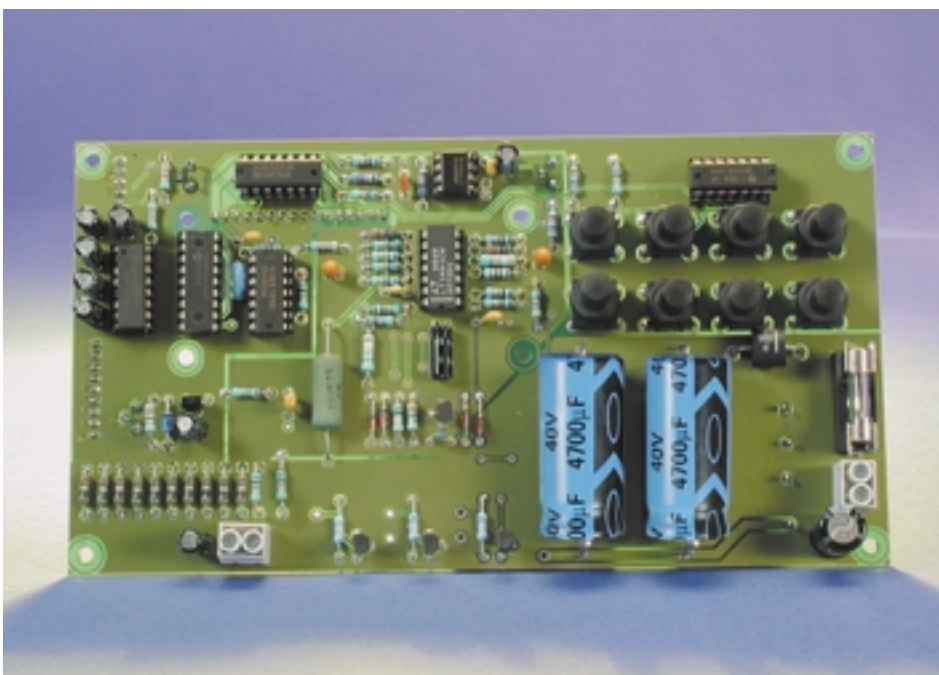
De controller heeft verschillende interfaces. Via IC5 wordt het toetsenbord aangestuurd. IC6 stuurt het LCD aan. IC5 en IC6 zijn 8-bits schuifregisters (74HC164) met een seriële ingang en parallelle uitgangen. Via pen B6 (data) en B5 (clock) laadt de controller digitale waarden in de registers. Bij IC6 gaat het om stuurcommando's en tekencodes voor de LCD-module. Met een strobe-puls op pen B7 worden deze gegevens aan de LCD-module doorgegeven. Bij IC5 gaat het om bitpatronen waarmee de microcontroller kan bepalen welke druktoets wordt uitgelezen via pen B4. P3 is de gebruikelijke instelpotmeter voor het contrast van het display. Als de looper helemaal naar massa gedraaid is, is de instelling meestal al optimaal voor een zichthoek van 10° tot 20°. Dat is een goede instelling voor gebruik op de laboratoriumtafel.

De pennen B0, B2 en B3 vormen een RS232-poort. De bekende MAX232 zorgt voor de juiste signaalniveaus op de RS232-lijnen (± 10 V) en de controller (TTL-niveaus). Naast RxD- en TxD-lijnen heeft deze verbinding ook een CTS-lijn (clear to send).

Via de RS232-poort kan de voeding op afstand zowel bewaakt als bestuurd worden.

Volgende maand gaan we verder met de beschrijving van de constructie van de labvoeding. Daarna zal nog de nodige aandacht worden besteed aan de software waarmee de labvoeding vanuit de PC kan worden bestuurd.

(000166-1)



Meet capaciteit tot 9999 mAh en neemt spanningsmonsters

Accu-ontlader/ capaciteitsmeter

Deel I: opzet en besturings-unit

Bob Stuurman

Deze schakeling kan de capaciteit meten van zowel losse cellen als accu-pakketten met een open spanning tot 35 V. Enige voorwaarde is dat de ontladen celspanning tussen 0,5 V en 2,5 V ligt. Tijdens de ontlading wordt iedere minuut de momentele spanning in het geheugen opgeslagen, zodat na afloop van het ontladproces de spanningscurve kan worden getekend.

Zoals op de titelfoto is te zien, is het uiterlijk van de accu-ontlader eenvoudig en overzichtelijk. Voor de invoer van de gegevens is een toetsenbordje aanwezig met 12 toetsen. Alle

informatie verschijnt op een 16-karakter LCD. De accu wordt aangesloten op de twee instrumentklemmen, een zwarte en een rode. Verder zijn nog

twee schuifschakelaars aanwezig, een voor aan/uit, op de ander komen we nog terug. Aan de achterkant zien we een flink koelelement waarop de ontladtransistor is geschroefd. Verder zien we dat in de voorkant van het kastje acht grote gaten zitten. In het kastje zit namelijk een koelventilator die tijdens het ontladen een luchtstroom langs het koelelement blaast. Het te dissiperen vermogen wordt daardoor bijna verdubbeld. De ontlader kan prima als standalone apparaat werken, maar zoals zal blijken is gebruik van een PC in sommige gevallen onontbeerlijk. Daarvoor is in de linkerzijkant een negenpolige connector opgenomen, die kan worden verbonden met de seriële poort van de PC. Een dubbele diskette met software is via de Elektuur Product Service verkrijgbaar.

Bediening

Zodra het apparaat ingeschakeld is, verschijnt de tekst 'NiCad Discharger' op het LCD. Een druk op de '*'-toets brengt keuzemenu 1 op het



display, drukt men de toets nogmaals in, keuzemenu 2, enz. Er zijn in totaal zes keuzemenu's. De '#'-toets is de bevestigingstoets, vergelijkbaar met de Enter-toets van een PC-keyboard. Als door een of meer keren indrukken van de '*'-toets het gewenste keuzemenu is bereikt, wordt dit geactiveerd door de '#'-toets in te drukken. Als dit een menu is, waar gegevens kunnen worden ingevoerd en de #-toets blijft ingedrukt, dan verschijnen de ingestelde gegevens op het LCD. Na loslaten van de #-toets verschijnen vraagtekens en kunnen nieuwe gegevens worden ingevoerd via het decimale invoerveld van het keyboard. De invoer moet worden bevestigd door op de '#'-toets te drukken.

Tijdens de bediening loopt op de achtergrond een time-out procedure. Bij een bedieningsfout, of als een ingestelde waarde alleen afgelezen wordt, verschijnt na enkele seconden automatisch 'NiCad Discharger' weer op het LCD.

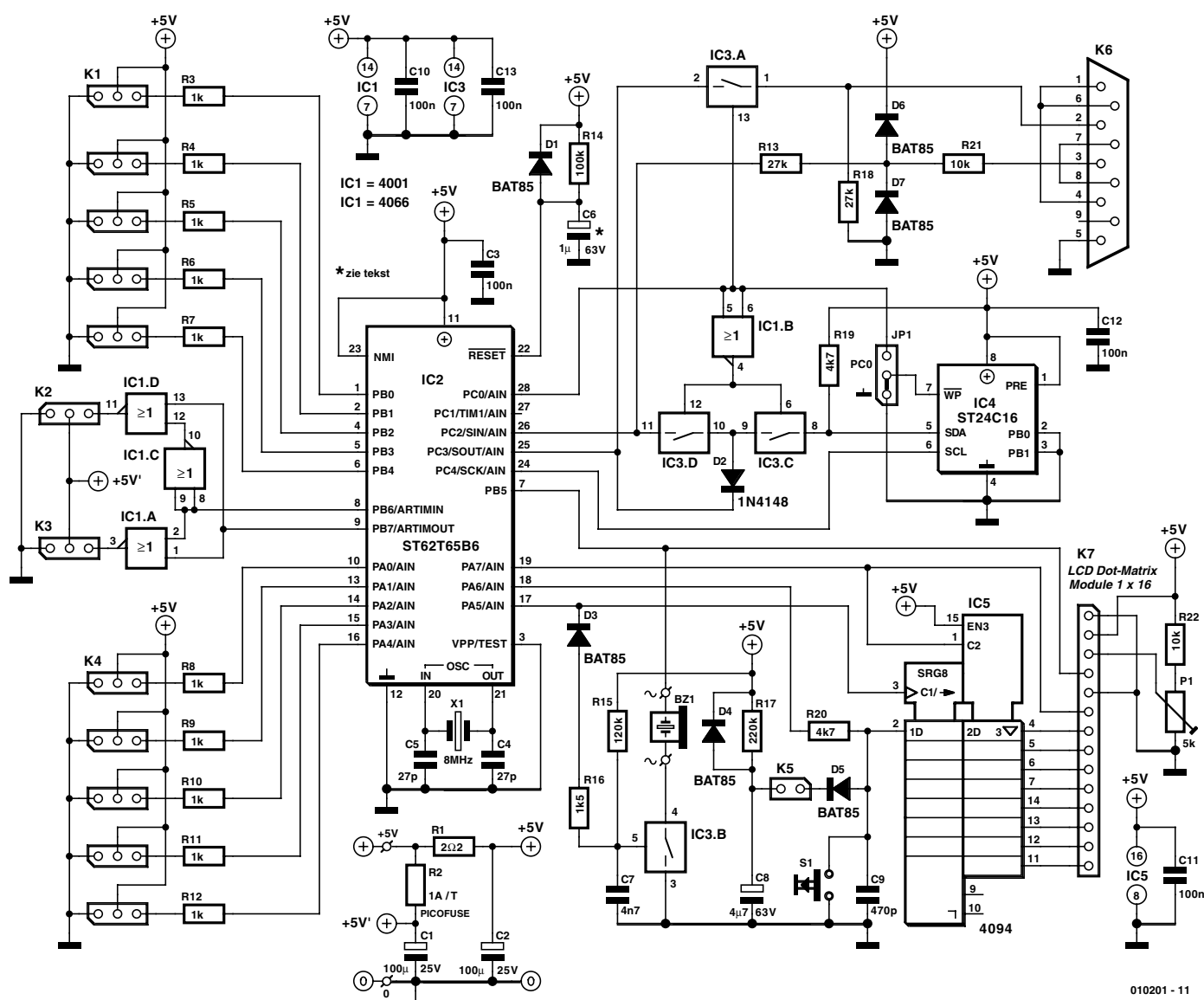
De menu's

Er zijn zes keuzemenu's. We zullen ze kort behandelen omdat dan in één moeite door de mogelijkheden (en onmogelijkheden) van de ontlaarder duidelijk worden.

De 'Set'-menu's dienen voor de invoer van gegevens en gedragen zich vrijwel identiek, de overige menu's zijn schakelmenu's.

1. Set loadcurrent? Als nu de '#'-toets wordt ingedrukt en vastgehouden, wordt de ingestelde ontladestroom zichtbaar op het display. Zodra de toets wordt losgelaten verschijnt de aanduiding 'Current: ???? mA' en kan een nieuwe waarde worden ingevoerd. Als men de waarde niet wil veranderen, dan kan men even wachten of de '#'-toets indrukken (ter bevestiging) waarna op het display '! not accepted !' verschijnt en vrijwel direct naar de keuzemenu invoer wordt teruggekeerd. De minimale stroom is 100 mA, de maximale 2500 mA. De instelling gaat in stappen van 10 mA. Waarden kleiner dan 5 worden naar beneden en waarden groter dan 5 naar boven afgerond.

2. Set nr of cells? Hier kan het aantal cellen waaruit het accupakket bestaat (maximaal 20) worden ingevoerd.



Figuur 1. Het 'hart' van de besturings-unit wordt gevormd door een microcontroller van het type ST62X65/

Onderdelenlijst besturingsprint

Weerstanden:

R1 = 2Ω
 R2 = 1 A (T) picrofuse (bijv. Farnell 446-944)
 R3...R12 = 1 k
 R13, R18 = 27 k
 R14 = 100 k*
 R15 = 120 k
 R16 = 1 k5
 R17 = 220 k
 R19, R20 = 4k7
 R21, R22 = 10 k
 P1 = 5 k instel

Condensatoren:

C1, C2 = 100 μ/25 V radiaal
 C3, C10...C13 = 100 n ker.
 C4, C5 = 27 p
 C6 = 1 μ/63 V radiaal*
 C7 = 4n7, steek 5 mm
 C8 = 4μ7/63 V radiaal
 C9 = 470 p

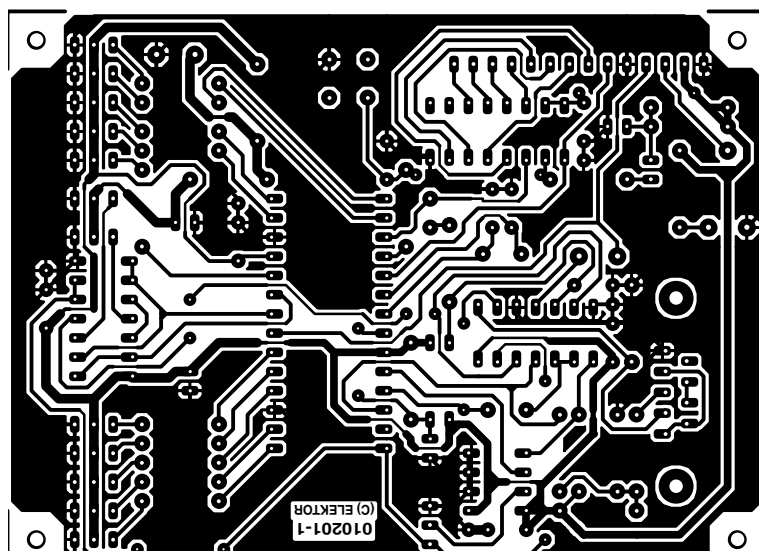
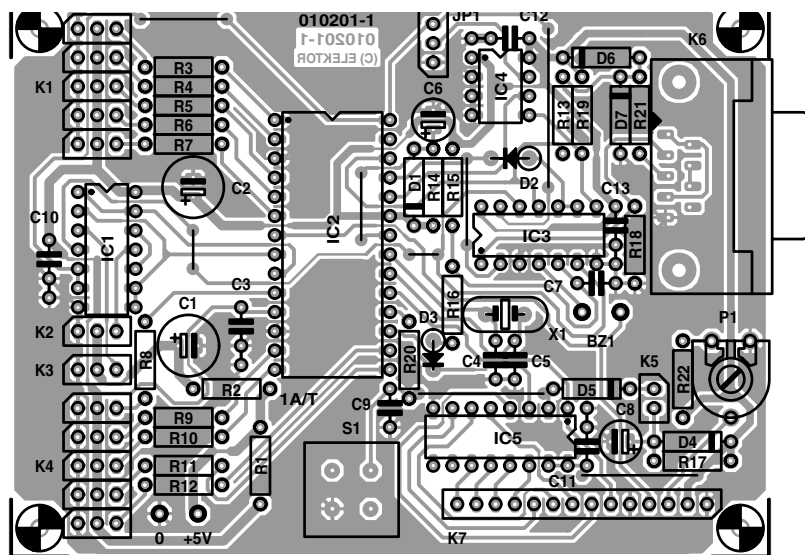
Halfgeleiders:

D1*, D3...D7 = BAT85
 D2 = 1N4148
 IC1 = 4001
 IC2 = ST62T65 geprogrammeerd, bestelnr.
 EPS 010201-41 (zie Service-pagina's)
 IC3 = 4066
 IC4 = ST24C16
 IC5 = 4094

Diversen:

K1...K4 = 12 x 3-polige pinheader
 K5 = 2-polige pinheader
 K6 = 9-polige haakse sub-D-connector voor
 printmontage (female)
 K7 = 14-polige SIL-header
 JP1 = 3-polige pinheader met jumper
 S1 = druktoets D6 (ITT/Shadow)
 X1 = kristal 8 MHz
 Bz1 = AC-buzzer
 LCD dot-matrix module, 1 x 16 karakters,
 80 x 36 x 10 mm (bijv. Display bestelnr.
 71.52.1116, Farnell bestelnr. 142-542)
 14 polige female printhead voor LCD
 print:: bestelnr. EPS 010201-1 (zie EPS-pagi-
 na's - wordt samen geleverd met ontla-
 derprint EPS 010201-2)

*) vervallen bij toepassing ST62T65 type C



Figuur 2. Koper-layout en componentenopstelling van de besturingsprint.

3. Set volts/cell? Deze keuze dient om de spanning op te geven, waarbij een cel ontladen is. De waarde mag liggen tussen 0,5...2,5 V. Voor NiCd- of NiMH-cellen die worden ontladen met een stroom kleiner dan 0,5 C is 1,1 V een goede afslagwaarde, bij hogere ontladstromen kan 1 V of zelfs 0,9 V worden gekozen in verband met de spanningsval ten

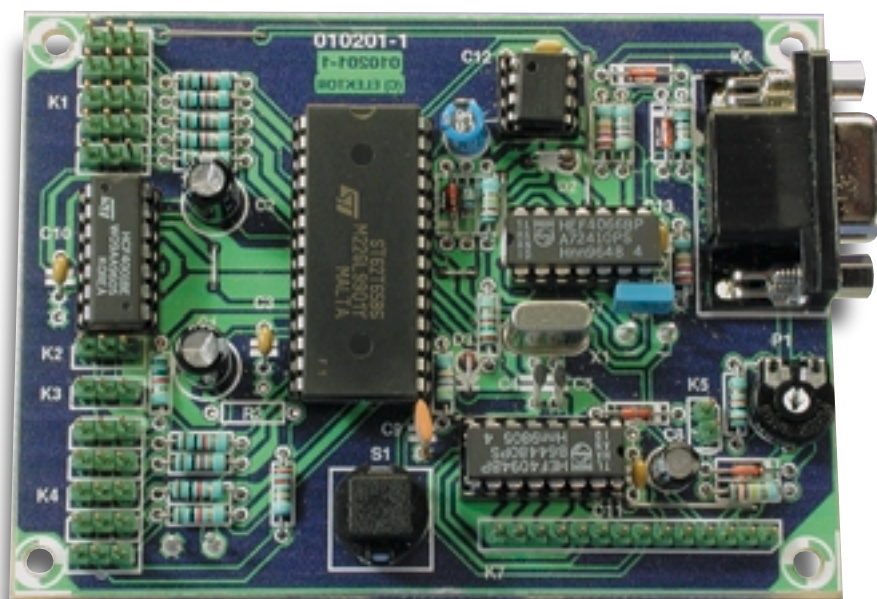
gevolge van de inwendige weerstand. Bij accuhouders met veercontacten kan de overgangsweerstand daarvan behoorlijk roet in het eten gooien! Door het ruime spanningsbereik kunnen ook loodaccu's worden ontladen.

4. Start discharge? Na bevestiging met de '#'-toets wordt getest of de spanning van de accu hoger is dan de afslagwaarde (= aantal cellen x spanning/cel). Als dat het geval is, wordt het ontladproces gestart. Eerst wordt het samplinggeheugen ('Clearing memory!') gewist, vervolgens wordt de stroom tot de ingestelde waarde verhoogd ('Setting Current!'). Als deze waarde is

bereikt, wordt de ventilator aangezet en de tijd op nul gezet. Tijdens het ontladen worden afwisselend de tijd en de ontladen capaciteit op het display getoond. Tijdens het ontladproces blijven de keuzemenu's actief, met dien verstande dat men de ingestelde waarden kan zien, maar niet kan veranderen. Het ontladproces gaat door tot de ingestelde spanning is bereikt of...

5. Stop discharge? Hiermee kan het ontladproces voortijdig worden beëindigd.

6. See last result? Na het beëindigen van het ontladproces worden afwisselend de onlaadtijd en de



Figuur 3. Foto van de kant-en-klaar opgebouwde besturingsprint.

gemeten capaciteit op het LCD getoond en worden geluidssignalen gegeven. Als echter op een toets wordt gedrukt, verdwijnen deze gegevens. Dit keuzemenu maakt het meetresultaat weer zichtbaar.

Plan van aanpak

Er is gekozen voor een tweetraps aanpak. Om te beginnen is een kleine besturings-unit geconstrueerd die de naam 'chip' heeft meegekregen en alle principiële hard- en software componenten bevat. Als 'hart' fungeert een geprogrammeerde microcontroller. Deze microcontroller bevat geen software voor de besturing van de ontlader, maar in plaats daarvan een 'interpreter', die programma's in een hogere programmeertaal leest en uitvoert. Die 'hogere programma's' staan in een EEPROM en kunnen direct vanuit de PC worden geladen.

De programmatuur voor de accu-ontlader is in de 'Chip'-taal geschreven en met de 'Chip'-assembler samengesteld.

Besturings-unit

In **figuur 1** is het schema van besturings-unit 'Chip' te zien. Centraal daarin staat de microcontroller ST62T65 van ST-Microelectronics

(IC2). De microcontroller bevat een aantal extra componenten, zoals een gewone timer, een auto-reloadtimer, een analoog/digitaal-converter en een seriële interface, kortweg 'SPI'. De gewone timer wordt gebruikt als klok en houdt de seconden, minuten, uren, dag van de week en weken van het jaar bij. Ook de diverse software-timers worden door de gewone timer bestuurd. De auto-reloadtimer kan o.a. worden gebruikt om twee servo's, onafhankelijk van elkaar te sturen, maar kan ook worden omgeprogrammeerd om een spanning op te wekken. De precieze afregeling van de klok gebeurt met een software-byte, dat door de gebruiker kan worden ingesteld. Eenmaal per minuut wordt de timer met deze waarde geladen.

In- en uitgangen

Op K1 zijn vijf digitale uitgangen beschikbaar (Out0...Out4) met serie-weerstanden om de microcontroller te beveiligen. Deze uitgangen kunnen worden gezet en teruggezet en de toestand van iedere uitgang kan worden gelezen. Op de servo-uitgangen K2 en K3 kunnen normale servo's worden aangesloten of er kan een spanning van worden afgenomen. Op connectorblok K4 zijn vijf ingangen beschikbaar (Input0...Input4), die digitaal of ana-

loog kunnen worden gelezen.

Voor de communicatie met de PC dient sub-D-connector K6. Hetingangssignaal wordt door R21, D6 en D7 begrensd en via R13 naar de ingang van de SPI (Sin) gevoerd. Het seriële uitgangssignaal (Sout) bereikt via analoge schakelaar IC3A de uitgangspen van de connector. Als de analoge schakelaar open is, wordt door R18 de uitgang laag gehouden. De niveaus van het seriële signaal zijn niet conform de RS232-norm, maar toch werkt deze schakeling betrouwbaar, mits het verbindingssnoer niet te lang is. Bij seriële communicatie is PC0 hoog en IC3A gesloten, IC3C en IC3D zijn geopend. Door PC0 laag te maken, wordt de EEPROM (IC4) met de SPI verbonden en via WC schrijfbaar gemaakt. Nu kunnen de software routines via het I2C-protocol de EEPROM voor lezen en schrijven benaderen. Voor de feitelijke overdracht zorgt de SPI met een klokfrequentie van 308 kHz.

LC-display

Op connector K7 kan een 1-regel, 16-karakter LCD worden aangesloten. Voor de aansturing van de databus van het LCD wordt een serieel-naar-parallel-omzetter gebruikt (IC5), zodat voor de overdracht slechts drie uitgangen van de microcontroller nodig zijn. PA5 levert de klok, PA6 de data en PA7 de strobe. De strobe van IC5 is positief, zodat PA7 tevens kan worden gebruikt als (negatieve) strobe om de data in het LCD te kloppen. Normaal is PA6 als ingang geschakeld. Op deze ingang is drukknop S1 aangesloten. Deze wordt eenmaal per seconde door het operating system getest en als de drukknop is ingedrukt, wordt een draaiend Chip-programma gestopt en teruggesprongen naar de commandoprocessor. S1 is dus geen resetknop maar een breakknop en de realtime klok blijft doorlopen. Aansluiting Reg/Sel van het LCD dient voor de keuze karaktermode of commandomode. Deze aansluiting wordt door PB5 gestuurd. Tevens wordt PB5 voor de sturing van buzzer Bz1 gebruikt. Bij de eerste negatiefgaande klok – om data voor het LCD in het schuifregister te zetten – wordt analoge schakelaar IC3B geopend en de buzzer uitgeschakeld (D3, R16, C7). Na afloop van de data-transfer wordt C7 via R15 geladen en IC3B gesloten. Met P1 kan het contrast van het LCD worden ingesteld.

Nog een paar zaken

De power-up reset wordt verzorgd door D1, R14 en C6. Het is mogelijk om de Chip-interpreter zelfstartend te maken door over K5 een jumper te zetten. Door C8 en D5 wordt dan S1 even 'ingedrukt gehouden' als Chip wordt aangezet. Door R17 wordt C8 verder opgela-

den en wordt de drukknop vrijgegeven. Hetzelfde resultaat wordt bereikt, zonder de jumper over K5, door S1 tijdens het inschakelen ingedrukt te houden.

Nog een laatste opmerking over het schema. In plaats van het aangegeven type controller met achtervoegsel 'B' mag ook de nieuwere versie ST62X65C worden gebruikt. Als de LVD-optie (low voltage detection) van de controller wordt aangezet, mogen D1, R14 en C6 in dat geval vervallen. Even opletten dus welk type u in handen heeft.

Bouw

In **figuur 2** is de (enkelzijdige) print van de besturings-unit te zien en de bijbehorende componentenopstelling. Deze print wordt overigens geleverd in combinatie met die van het ontlader-gedeelte dat we in deel 2 onder de loep nemen.

Monteer eerst de 8 draadbruggen en vergeet daarbij die onder het voetje van IC2 niet. Daarna zijn de lage componenten aan de beurt en als laatste de hoge componenten zoals bijvoorbeeld de elco's C1 en C2. Steek de IC's pas in de voetjes als de hele print is opgebouwd en zorgvuldig gecontroleerd.

Als een andere EEPROM (IC4) wordt gebruikt dan de ST24C16, dan heeft dat gevolgen voor pen 7. De werking van 'WC' is bij deze EEPROM's namelijk anders en kan het schrijven blokkeren. In dat geval kan pen 7 via jumper JP1 aan massa worden gelegd.

De aansluiting van het LCD kan door middel van flatcable gebeuren of een stel losse flexibele draden met een lengte van 15 cm. Voor de aansluiting op K7 is een 14-pens female printhead gebruikt. Als voeding (4,5...6 V) kan in eerste instantie worden volstaan met een 4,5 V platte batterij.

Figuur 3 toont een foto van de compleet opgebouwde besturingsprint. Het is geen gek idee uw eigen exemplaar hier nog eens nauwkeurig mee te vergelijken.

Het operating system

De besturings-unit communiceert via de seriële poort met het terminalprogramma in de PC. Het protocol is 19200,7,n,2. Op de bij dit project behorende diskettes (EPS 010201-11) staat het terminalprogramma 'CHIP-TERM.EXE' (en de Windows-versie 'VBTERM'), waarmee ook programma's kunnen worden geladen. De 'README.TXT'-file bevat aanwijzingen voor het gebruik.

Voor de ingave mogen uitsluitend kleine letters worden gebruikt. Na ingave van een commando en eventuele parameters, moet worden afgesloten met 'Enter' waarna de commandoprocessor in actie komt. Met 'Backspace' kunnen fouten worden hersteld

en met 'Escape' wordt de hele regel weggegooid.

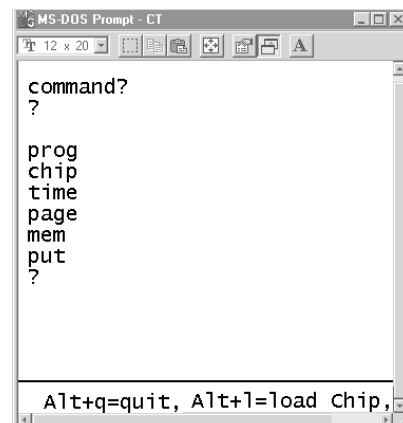
Er zijn 7 commando's; we zullen ze in vogelvlucht behandelen want het wijst zich eigenlijk vanzelf. Als de besturings-unit is aangezet en het Terminal-Programma gestart, verschijnt na een druk op Enter: 'command?' met op de volgende regel de prompt '?'. Door het commando '?' te geven (afsluiten met Enter), wordt de commandoset op het scherm gezet (zie **figuur 4**):

prog [adres]: met dit commando kunnen we in de externe EEPROM lezen en schrijven. Alleen de even adressen worden getoond, gevolgd door de bytes op dit, en het volgende adres. Iedere Chip-instructie bestaat namelijk uit twee bytes. Het laagste adres is 000h en het hoogste 7FFh. Met de '+' en '-'-toetsen kunnen we het adres verhogen of verlagen. Na de ingave van 2 bytes worden deze weggeschreven en het adres verhoogd. Met Escape keren we terug naar de commandoprocessor.

chip: dit commando start een in de Chip-taal geschreven programma op adres 000h. De commandoprocessor werkt dan niet meer. Een Chip-programma kan ook worden gestart door tijdens het aanzetten van de besturings-unit drukknop S1 ingedrukt te houden of door een jumper op K5 te zetten. Het programma kan worden gestopt door op S1 te drukken, ook de break-instructie of een fout in het programma doen het stoppen.

time: na ingave verschijnt een (lopende) klok op het scherm. Drukken op Enter brengt ons in het weekveld, de klok kan worden gelijkgezet. Het is een 24-uurs klok. Tweemaal drukken op Escape laat de klok ongewijzigd.

page, mem en put: met deze commando's kunnen registers in de microcontroller worden gelezen en geschreven. Eerst moeten we echter iets vertellen over adresbereik 00h-3fh. De microcontroller heeft behalve normale RAM ook twee EEPROM-pagina's en een extra RAM-pagina. Met het page-commando kan een van deze drie pagina's in adresbereik 00h-3fh worden geprojecteerd. In EEPROM-pagina 0 zetten we van 00h-0fh een introtekst en op adres 10h de afregelbyte van de klok. Kies eerst met 'mem 0' adres



Figuur 4. De commandoset zoals die op het scherm verschijnt.

00 van de microcontroller. Dit adres (in de extra RAM-pagina) en de bijbehorende byte verschijnen op het scherm. Met 'page 0' kiezen we EEPROM pagina 0. Met het commando 'put byte' kan 'byte' op dit adres worden geschreven. Met '+' wordt het adres verhoogd (met '-' verlaagd). Nu kan de introtekst in de (microcontroller) EEPROM worden gezet:

2a, 20, 48, 69, 2c, 20, 49, 27,
6d, 20, 43, 68, 69, 70, 20, 2a

Als alle bytes in EEPROM-pagina 0 staan, drukken we op Escape om naar de commandoprocessor terug te keren. Als u een lijst met de ASCII-karakters heeft, weet u waarschijnlijk al wat de introtekst is. Om hem op het LCD te zetten moet de besturings-unit worden gereset door hem even uit en weer aan te zetten. Op adres 10 van dezelfde pagina zetten we op identieke wijze de afregelbyte voor de klok. Met de waarde EAh zal hij al vrijwel gelijk lopen. Dus 'mem 10', 'page 0', 'put ea'. Verhogen van deze waarde doet de klok langzamer lopen, verlagen sneller. De invloed is pas na 24 uur of langer merkbaar. Vergeet niet om na iedere aanpassing de besturings-unit te resetten, want alleen bij het opstarten wordt de byte uit de EEPROM gelezen, evenals de introtekst.

(010201-1)

In deel 2 gaan we verder met het keyboard, de samenbouw en installeren we het NiCad-ontlaadprogramma.

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

2x25 W auto-eindtrap

Hoog rendement met de TDA1563Q

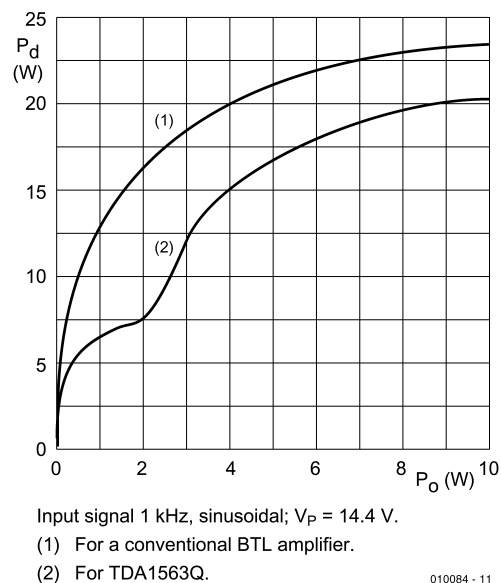
Fabrikanten van halfgeleiders zijn continu op zoek naar nieuwe manieren en trucs als het gaat om effectief omspringen met energie.

Audio-eindtrappen voor de auto vormen daarop geen uitzondering.

Het maximale uitgangsvermogen van een eindversterkerontwerp met klasse-B-instelling voor gebruik in de auto is ongeveer 6 W. Ondanks dit geringe uitgangsvermogen vinden we deze eindtrap in de meeste autoradio's. De reden hiervoor ligt voor de hand: eindtrappen met deze instelling hebben een rendement van 78,5% (bij een volledig uitgestuurd sinussignaal), waardoor het in de eindtrap in warmte omgezette vermogen beperkt blijft tot zo'n 20%. Dit heeft natuurlijk als enorm voordeel dat het gebruik van omvangrijke koellichamen kan worden vermeden – een aspect dat gezien de beperkte beschikbare ruimte voor een autoradio erg belangrijk is. Daarbij komt dat de omgevingstemperatuur in een auto aanmerkelijk hoger is dan bijvoorbeeld bij de geluidsinstallatie thuis, zodat beperking van de warmte-afgifte aan de omgeving extra belangrijk is.

Desalniettemin is het heden ten dage niet mogelijk een autoradio te verkopen met op de doos een magere '2 x 6 W'. De fabrikanten van audio-apparatuur voor de auto hebben besloten hier iets aan te doen. De meest eenvoudige oplossing is het maximale uitgangsvermogen onder heel andere omstandigheden op te geven, omstandigheden die niets meer met de realiteit te maken hebben (100 Hz sinussignaal, voedingsspanning van 18 V, THD van 10%). Op die manier gespecificeerd komt bijvoorbeeld 30 W overeen met een vermogen van 7...8 W onder realistische condities (audiosignaal, voedingsspanning van 13,2V, THD van 0,5%). Dit is natuurlijk schandalig, maar volgens de Japanse EIAJ-standaard toelaatbaar.

Een tweede (en eerlijkere) maatregel die de fabrikanten hebben genomen, is het toepas-



Figuur 1. Conventionele brugversterker en TDA1563Q vergeleken: het gedissipeerde vermogen van de nieuwe Philips-IC's is duidelijk minder.

sen van een schakelende voeding om de voedingsspanning te verhogen. Daarmee is het wel mogelijk om behoorlijk wat lawaai te produceren. De consequentie is echter dat een schakelende voeding (die in de regel samen met de eindtrap in een behuizing wordt ondergebracht) veel plaats vergt en bovendien een aanmerkelijk groter koellichaam vereist, dat naast de warmte van de eindtransistoren ook de warmte van de schakelende voeding moet afvoeren. Doorgaans is voor zo'n apparaat

absoluut geen inbouwruimte aanwezig in het dashboard.

Een andere mogelijkheid voor het opwekken van meer vermogen is het in brug schakelen van twee versterkers. Daarbij versterkt de ene versterker het normaleingangssignaal en de andere versterker het (door middel van een fase draaier) geïnverteerde signaal. De luidspreker wordt tussen de beide uitgangen aangesloten, zodat daarmee de uitgangsspanning wordt verdubbeld ten opzichte van het gebruik van een

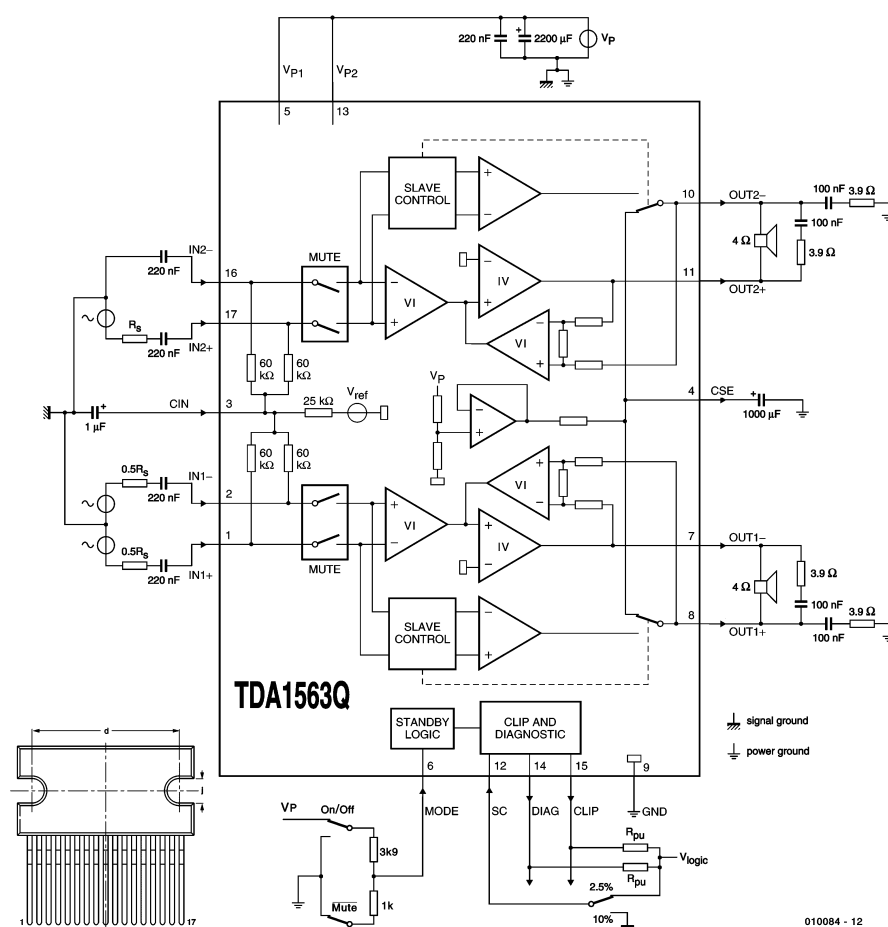
enkele versterker en daarmee het vermogen dus (theoretisch) verviervoudigd. Echter, het uitgangsvermogen verviervoudigt niet zonder dat ook het gedissipeerde vermogen wordt verviervoudigd. Dat betekent onvermijdelijk een groter koellichaam, meer warmte-ontwikkeling en een minder efficiënte omgang met de energie uit de auto-accu. De fabrikanten van auto-electronica doen echter ook veel moeite om de wetten van de natuurkunde te slim af te zijn. Daarbij gaat men er van uit dat normaal gesproken het uitgangsvermogen van een efficiënte klasse-B-eindtrap ook bij normale audioweergave toereikend is en dat alleen voor kortstondige pieken meer vermogen benodigd is. Het komt er dus op neer dat alleen voor een korte tijd voldoende energie beschikbaar moet worden gesteld om een hoger uitgangsvermogen mogelijk te maken.

Al eerder hebben we in *Elektuur* het TDA1560Q versterker-IC voorgesteld, dat voorziet in een geïntegreerde ladingspomp die bij kortstondige pieken de voedingsspanning nagenoeg verdubbelt. In theorie is daarmee een uitgangsvermogen van 26 W haalbaar, maar in de praktijk ligt deze waarde aanzienlijk lager. Hoe geniaal deze aanpak in eerste instantie ook mag lijken, bij nadere beschouwing blijkt dat toch tegen te vallen. Tijdens het omschakelen van de voedingsspanning produceert de eindtrap namelijk duidelijk hoorbare vervorming, hetgeen natuurlijk onacceptabel is.

Minder energie, kleiner koellichaam

Nu heeft Philips een nieuw concept gevonden in de vorm van de TDA1563Q. Hierbij werkt de eindtrap zoveel mogelijk in klasse-B. In deze instelling ligt het rendement bijzonder hoog. Als de effectieve waarde van de uitgangsspanning boven 3 V stijgt, schakelt het IC echter om naar 'brugmodus'. Deze modus is weliswaar niet zo efficiënt als de klasse-B-instelling, maar maakt wel een uitgangsvermogen (bij een realistische voedingsspanning) van ongeveer 20 W per kanaal mogelijk.

In **figuur 1** is voor een sinusvormig



Figuur 2. Toepassingsvoorbeeld en inwendig blokschema van de TDA1563Q.

ingangssignaal van 1 kHz het in warmte omgezette vermogen als functie van het uitgangsvermogen weergegeven in vergelijking met dat van een normale 'brugversterker'. De bovenste lijn is van de normale brugversterker, de onderste lijn is van de TDA1563Q. De knik in de grafiek als gevolg van het omschakelpunt is gemakkelijk te herkennen. Het vermogen dat in warmte wordt omgezet, is in de normale klasse-B modus minder dan de helft van dat van een normale brugversterker. Bij een muzieksignaal ligt het gedissipeerde vermogen van een conventionele brugversterker circa 70% hoger. De efficiëntere werking heeft naast een energiebesparingseffect ook nog een andere consequentie. Een conventionele brugversterker met een thermische weerstand van 1,5 K/W, een toegestane junctietemperatuur van 145°C bij een maximale omgevingstemperatuur van 65°C en een afgenomen uitgangsvermogen van

6,5 W per kanaal heeft een koellichaam nodig van:

$$R_K = (145-65)/2 \cdot 6,5 - 1,5 \approx 4,6 \text{ K/W}$$

De ongeveer 70% efficiënter werkende TDA1563Q heeft daarentegen voldoende aan een koellichaam van:

$$R_K = 1,7 \cdot [(145-65)/2 \cdot 6,5] - 1,5 \approx 9,0 \text{ K/W}$$

Het koellichaam kan dus aanzienlijk kleiner gehouden worden!

In **figuur 2** is de TDA1563Q in een standaard toepassing te zien. Hetingangssignaal (dat zowel symmetrisch als asymmetrisch kan zijn) wordt op IN+/- aangesloten. Bij de bovenste ingang is te zien hoe een asymmetrisch ingangssignaal moet worden aangesloten. De inverterende ingang wordt via een condensator aan massa gelegd. Voor het andere kanaal is weergegeven hoe een symmetrisch signaal moet worden aangeboden. De met R_s aangeduide weerstand symboliseert de ingangswaerstand van de signaalbron. Omdat deze ingangswaerstand met een

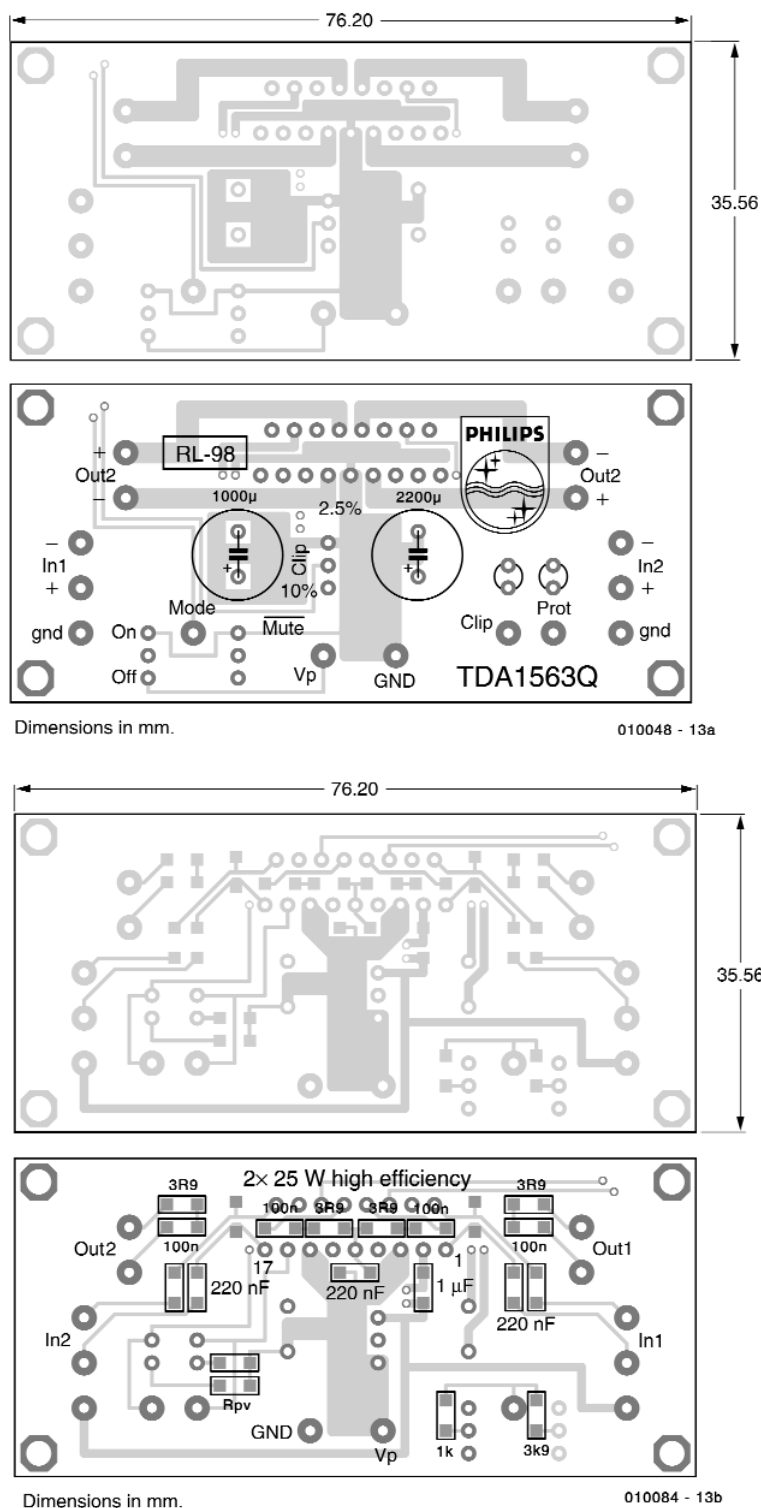
condensator een hoogdoorlaatfilter vormt, is de waarde hiervan alleen voor het berekenen van het onderste kantelpunt interessant. Het ingangssignaal wordt aangeboden op twee versterkers; de ene versterkt het signaal geïnverteerd, de ander versterkt het signaal niet-geïnverteerd. Eén aansluiting van de luidspreker wordt aangesloten op de niet-inverterende eindtrap. De andere aansluiting wordt door middel van het blok 'Slave Control' tussen de tweede eindtrap (voor brugbedrijf) en de aansluiting CSE (single-ended) geschakeld. De CSE-aansluiting wordt door middel van een door een 1000- μ -elco gebufferde referentiespanningsbron op de halve voedingsspanning gehouden. De extra opamp waarvan de ingang verbonden is met de luidsprekeruitgang, verhindert dat er een gelijkspanningsoffset op de uitgang kan komen te staan.

Beveiligingen en diagnosefuncties

Tot zover de bespreking van de signaalweg. De TDA1563Q voorziet, zoals veel auto-eindtrappen, in een hele reeks van diagnosefuncties en beveiligingen.

- **Temperatuur:** Als de junctietemperatuur van de TDA1563Q de 150°C overschrijdt, wordt automatisch het uitgangsvermogen tot 5 W per kanaal beperkt.
- **Kortsluiting:** De luidsprekeruitgang is beveiligd tegen sluiting naar massa, naar de voedingsspanning en tussen de luidsprekeraansluitingen onderling. Als de uitgang langdurig kortgesloten wordt met de voedingsspanning of massa, dan schakelt de eindtrap langdurig uit. Bij een kortgesloten luidspreker schakelt de uitgangstrap repeterend in en uit. De periode van inschakelen is dan zo kort dat een excessieve warmteontwikkeling in de eindtrap wordt voorkomen.
- De TDA1563Q kent drie bedrijfsmodi, te weten een standby-modus met een stroomopname van minder dan 50 μ A, een mute-modus (ingangssignaal losgekoppeld van de versterkeringang) en natuurlijk de normale modus waarin de versterker zijn werk doet. De spanning op pen 6 (MODE) bepaalt de modus waarin de TDA1563Q werkt:
 - < 1V: stand-by
 - 2...3 V: mute
 - > 4 V: aan

Indien er een ingangssignaal wordt aangeboden, verhindert een ingebouwde nul-doorgangsdetector het omschakelen tussen de mute-modus en de normale aan-modus



Figuur 3. Print-layout van de schakeling uit figuur 2.

op andere tijdstippen dan tijdens de nuldoorgang. Plopgeluiden tijdens het omschakelen tussen de verschillende modi worden hiermee vermeden. Vanzelfsprekend schakelt het IC automatisch over op de mute-modus als de voedingsspanning onder 6 V daalt.

(bijvoorbeeld als de versterker in bedrijf blijft bij uitgeschakelde motor, of wanneer de motor wordt gestart).

- De TDA1563Q bezit twee diagnose-uitgangen. Beide aansluitingen zijn open-collector-uitgangen

en vereisen een pullup-weerstand. Uitgang CLIP wordt laag als de THD-waarde de 2,5% (ingang SC tussen 1,5...18 V) respectievelijk 10% (ingang SC < 0,5 V) overschrijdt.

De tweede uitgang DIAG wordt laag als er een kortsluiting is aan de uitgang, gedurende het repe-terend in- en uitschakelen en bij het bereiken van de 'waarschu-wingstemperatuur' van 145 °C (bij 150 °C wordt brugbedrijf uitge-schakeld en blijft de versterker als een normale klasse-B-versterker functioneren).

Toepassing

Figuur 3 toont de print-layout van de in figuur 2 afgebeelde schakeling. De layout is afkomstig uit de datasheet van Philips. Afgezien van de elco's zijn alle onderdelen SMD's, om ruimte te sparen en om de storings-gevoeligheid te verminderen. Het opbouwen van de print is echter nauwelijks een probleem. Vergeet de doorverbindingen niet! De twee weerstanden R_{PU} aan de diagnose-uitgangen zijn niet gedimensio-neerd. De waarde hiervan is afhan-kelijk van de werkspanning van de

logica. Wetende dat de stroom door een actieve uitgang 2 mA bedraagt, valt de juiste waarde eenvoudig te berekenen.

De modus wordt bepaald door middel van twee schakelaars (On/Off, Mute). De span-ningsdeler is zo gedimensioneerd dat de bij-behorende spanningen op pen 6 worden aan-geboden.

Dankzij de compacte opbouw is het mogelijk iedere luidspreker in de auto te voorzien van zijn eigen vermogensversterker. De TDA1563Q vormt, samengebouwd met een luidspreker, een ideaal paar dat dagenlang kan worden gevoed uit een autoaccu zonder draaiende motor.

(010084)

8 kanaals DMX-demultiplexer

8 DMX-kanalen met uitgangen van 0 tot 10 V

Benoît Bouchez

bbouchez@netcourrier.com

Met behulp van DMX512 kunnen 512 kanalen na elkaar (gemultiplext) over dezelfde kabel verstuurd worden. Met de hier gepresenteerde schakeling is het mogelijk om apparatuur die werkt met een regelspanning via DMX512-commando's te besturen.



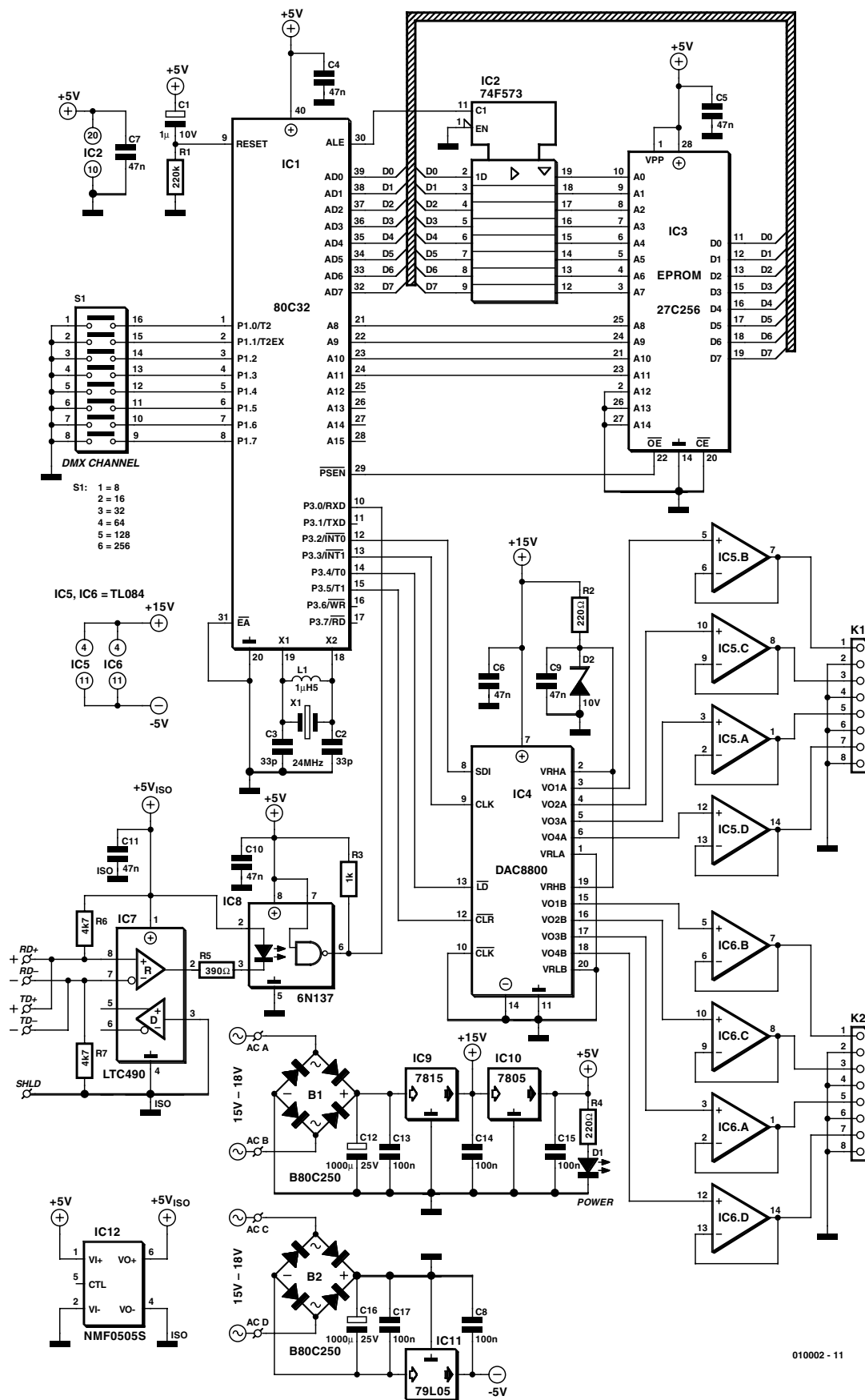
startbit, 2 stopbits. De voor de verschillende kanalen benodigde informatie wordt achtereenvolgens verzonden, in de vorm van een 8-bits waarde die varieert van 0 (uit) tot 255 (maximaal). Om het begin van de reeks van 512 waarden aan te geven wordt de communicatie onderbroken door eenvoudigweg een Break (logisch nulniveau) van minimaal 2 karakters te genereren. Om tenslotte het begin van het eerste byte te vinden, wordt aan het einde van de Break een hoogniveau van minimaal 8 μ s opgewekt.

Aan het onderwerp DMX hebben we in Elektuur al verschillende artikelen gewijd, zoals 'DMX512 ontrafeld' (mei) en 'DMX/MIDI-interface' (september). Het DMX512-protocol maakt gebruik van een RS485-verbinding, waardoor maximaal 32 apparaten over een afstand van 1000 meter

op dezelfde kabel kunnen worden aangesloten. De data worden verstuurd met een snelheid van 250 Kbaud, het formaat is 8 databits, geen pariteitsbit, 1

Waarom een demultiplexer?

Apparaten die standaard een DMX512-interface bezitten, zijn over het algemeen duurder dan hun op afstand bestuurbare analoge soortgenoten. Daarnaast is het zo dat het



010002 - 11

Figuur 1. Het schema van de demultiplexer is in feite een tot zijn eenvoudigste vorm gereduceerd microprocessorsysteem.

voor bepaalde apparatuur niet nodig is om over een DMX- of andere ingebouwde interface te beschikken. Dat is voornamelijk het geval bij schijnwerpers die in een theater of TV-studio gebruikt worden en waarbij alleen het lichtniveau geregeld wordt. In dit rijtje hoort ook apparatuur voor speciale effecten, zoals stroboscopen of rookgeneratoren.

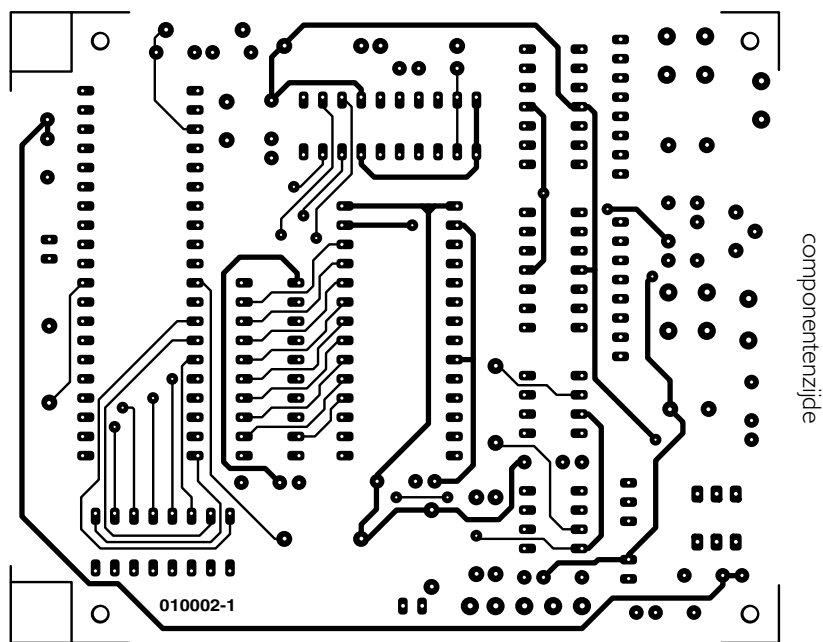
Als het om zulke eenvoudige toepassingen gaat, wordt er beroep gedaan op een eenvoudige regeling van 0 tot +10 V, of de besturing wordt aan een dimmer toevertrouwd.

Het is de taak van de demultiplexer om een aantal stuurspanningen te leveren, waardoor het mogelijk wordt om de zojuist genoemde apparatuur met een regelspanningsingang via DMX512 te besturen. Onze demultiplexer kan ook uitgebreid worden met een relais, om eenvoudige apparatuur zonder analoge ingang te schakelen. Met een beetje handigheid is het zelfs mogelijk om apparatuur die niet op afstand te besturen is, van deze demultiplexer te voorzien om er zodoende een semi-professioneel apparaat van te maken.

Het serieuze werk...

Bij een eerste blik op het schema (figuur 1) blijkt dat het weer eens een microprocessor is die hier praktisch alle werk doet. We hebben hier op de bekende wijze een 80C32 toegepast met een extern programmeergeheugen in de vorm van een EPROM, waardoor het eenvoudig is in de toekomst een nieuwere versie van het programma te implementeren. Zoals gebruikelijk wordt de adres/databus gedemultiplext door IC2, die EPROM IC3 voorziet van de 8 minst significante adresbits. Zoals u ziet worden van de EPROM niet alle adreslijnen gebruikt. Het programma is namelijk zo compact dat het gemakkelijk in een 27C64 past. Het probleem hiervan is echter dat deze steeds zeldzamer en navenant duurder wordt.

Kenners van de 80C32 zijn misschien verbaasd over het feit dat voor deze processor gekozen is, omdat zijn UART niet in staat is BREAK's te detecteren (wat de basis vormt voor het synchroniseren van de DMX512-frames). Geen paniek, het detecteren hiervan ligt wel degelijk binnen het bereik van de 80C32. Ons programma kijkt namelijk eenvoudigweg naar de status van het bit dat in elk frame na de 8 databits volgt. Omdat de DMX512-frames bestaan uit bytes zonder pariteitsbit maar met twee stopbits, moet dat bit (het eerste stopbit) dus '1' zijn. Als de processor een frame vindt waarvan het eerste stop bit '0' is, dan betekent dit dat er een Break gedetecteerd is (een Break heeft een tijdsduur van minstens twee frames). Hoewel



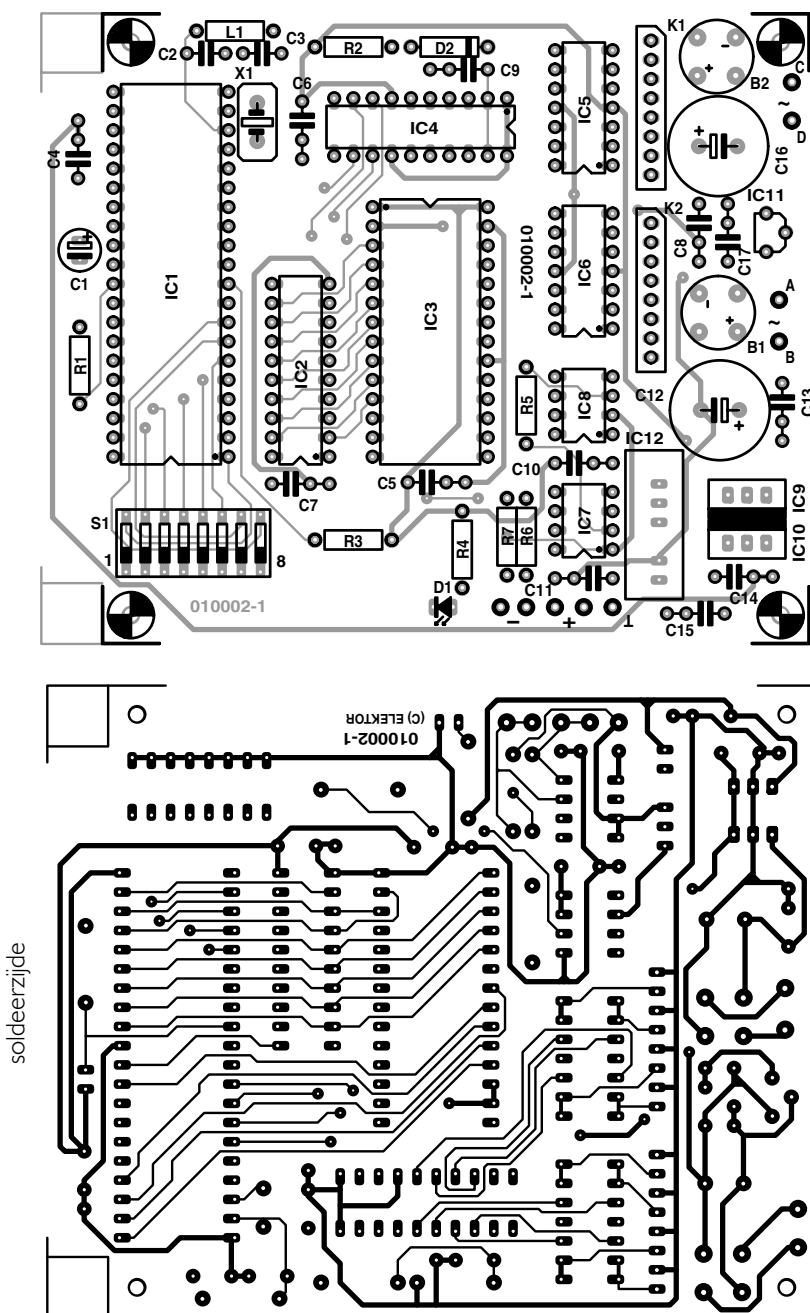
Figuur 2. De voor deze schakeling ontworpen print-layout en componentenopstelling.

dit een ietwat onorthodoxe benadering is, werkt het uitstekend (dit wordt al jarenlang in professionele ontwerpen toegepast). Wat betreft de periferie rond 80C32 valt er weinig te vertellen, het is een standaard-configuratie. Let er wel op

dat u een 24 MHz kristal gebruikt, dit is nodig om op de seriële poort een snelheid van 250 Kbaud te verkrijgen. Normaliter is het niet eenvoudig om een 24 MHz kristal te vinden. Daarom is spoel L1 toegevoegd, om het kristal op een boventoon te



Figuur 3. Opgebouwd prototype van de DMX-demultiplexer.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 220 k
R2,R4 = 220 Ω
R3 = 1 k
R5 = 390 Ω
R6,R7 = 4k7

Condensatoren:

C1 = 1 μ /10 V radiaal
C2,C3 = 33 p
C4...C7,C9...C11 = 47 n
C8,C13...C15,C17 = 100 n
C12,C16 = 1000 μ /25 V radiaal

Halfgeleiders:

B1,B2 = B80C250
D1 = LED
D2 = zenerdiode 10 V/500 mW
IC1 = P80C32SPFN (40 pins DIL 0-70°)
IC2 = 74F573 of 74HCT573 *
IC3 = 27C256 (geprogrammeerd, EPS 010002-21)
IC4 = DAC8800FP (Analog Devices)
IC5,IC6 = TL084
IC7 = LT490 CN8 (Linear Technology)
IC8 = 6N137
IC9 = 7815
IC10 = 7805
IC11 = 79L05
IC12 = NMF0505S, TMA0505S

Diversen:

K1, K2 = 8-pens header
L1 = 1 μ H5*
S1 = 8-polige DIP-switch
X1 = kristal 24 MHz.
Nettrafo sec. 2 x 15 V, 3 VA
Net-entree met randaarde en zekering 25 mA
Behuizing 200 x 80 x 132 mm (bijvoorbeeld Telet LC270)
Print EPS 010002-1 (zie service-pagina's)
Diskette met source-code EPS 010002-11
* zie tekst

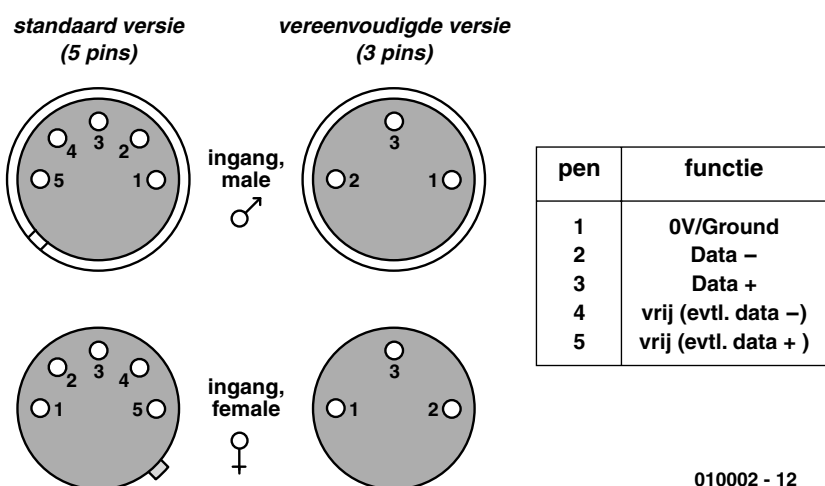
forceren. Bij de bouwbeschrijving wordt nog beschreven hoe we kunnen bepalen of dit spoeltje wel of niet nodig is.

Via bus P1 wordt het met de DIP-switch ingestelde adres uitgelezen. Omdat de demultiplexer 8 spanningswaarden levert, legt hij beslag op 8 DMX-kanalen. De configuratie met S1 gebeurt 'modulo 8', dat wil zeggen dat de interface slechts om de 8 DMX-kanalen (1, 9, 17, 25, enz.) geplaatst kan worden. Om het DMX-startkanaal te bepalen, volstaat het om de waarden zoals die voor iedere gesloten schakelaar staan aangege-

ven bij elkaar op te tellen en er 1 aan toe te voegen. Zo neemt een interface waarvan geen enkele schakelaar gesloten is de DMX-kanalen 1...8 in beslag. Zijn de eerste en de derde DIP-schakelaar gesloten, dan worden dus de DMX-kanalen 41...49 (8+32+1 = 41) in beslag genomen. Het zal u opvallen dat alleen de eerste 6 lijnen gebruikt worden om het DMX-adres te bepalen. De laatste twee dienen om bepaalde opties van de demultiplexer te activeren. Op dit moment is alleen P1.6 in gebruik om de optie 'uitgangen via relais' te activeren.

De verbinding met de DMX-lijn wordt verzorgd door IC7, een standaard RS485-transceiver, waarvan de uitgang hier niet gebruikt is. R6 en R7 trekken de lijnen in rust naar een gedefinieerd niveau, waardoor een foutief gedrag voorkomen wordt als de interface van de DMX-verbinding wordt losgekoppeld. De DMX-aansluitingen bestaan uit enkele soldeereilandjes op de print, zodat we vrij zijn in de keuze van de XLR-connector. Er zijn namelijk 3-pens en 5-pens uitvoeringen. Aan het eind van dit artikel vindt u details over deze verbinding.

Om problemen met massalussen te voorkomen, is de LTC490 galvanisch gescheiden van de rest van de schakeling door middel



Figuur 4. Als geheugensteuntje nog eens de 3- en 5-pens XLR-connectoren.

van de snelle optocoupler IC8. Dit deel van de schakeling wordt gevoed door een statische DC/DC converter, een NMF0505S (ingang 5 V, uitgang 5 V).

Om de acht voor de besturing benodigde spanningen op te wekken is beroep gedaan op een 8-voudige DAC van het fabrikaat Burr-Brown, type DAC8800. Naast het feit dat er 8 D/A-omzetters aanwezig zijn, heeft de DAC8800 nog als groot voordeel dat hij bestuurd kan worden door een enkele synchrone seriële verbinding. Omdat de fabrikant van de DAC8800 aanbeveelt om de voedingsspanning op pen 7 minstens 4 V boven de maximale uitgangsspanning te houden (om van een maximale lineariteit verzekerd te zijn), wordt IC4 hier dus gevoed met 15 V. Een interne regelaar zorgt er voor dat de ingangen geschikt zijn voor normale TTL-niveaus.

Via de referentie-ingangen VHRA en VHRB kan de maximale uitgangsspanning van de DAC worden ingesteld. Hier zijn ze verbonden met een eenvoudige 10-V-zenardiode die voor de referentiespanning zorgt. Ondanks het feit dat deze oplossing lang niet zo nauwkeurig is als een echte referentiespanning, is gebleken dat ze voor dit doel prima geschikt is en bovendien weinig kost.

Omdat de uitgangsimpedantie van de DAC8800 behoorlijk hoog is, zouden zich problemen kunnen voordoen als de uitgangen rechtstreeks verbonden worden met apparatuur waarvan de ingangsimpedantie slechts enkele kilo-ohms bedraagt. Daarom is elke uitgang van de DAC gebufferd met behulp van een opamp uit een TL084. Om de eindtrappen van de opamps te kunnen uitsturen vanaf 0 V, is speciaal hiervoor een negatieve voedingsspanning aanwezig van -5 V.

Laatste punt van het schema is de voeding die niet om een bijzondere uitleg vraagt, behalve dan wat de te gebruiken transformator betreft. De ingangen AC A en AC B moeten verbonden worden met een trafo met een secundaire wikkeling van 15 V. Dat is voldoende als we er van uitgaan dat kleine nettrafo's meestal iets meer spanning leveren dan de vermelde nominale waarde.

Wat betreft de stabilisatie van de negatieve spanning dient u de werkelijke secundaire spanning van de trafo goed in de gaten te houden, evenals het fabrikaat van de 79L05 (IC11). Is uw regelaar een MC79L05 (On Semiconductor, voorheen Motorola) of een equivalent daarvan, dan is er geen probleem. De MC79LXX-chips van deze fabrikant zijn namelijk gespecificeerd tot 30 V ingangsspanning. Sommige fabrikanten van dit type regelaars specificeren de ingang maar tot 15 V. In zo'n geval moet u voor de negatieve spanning een aparte transformator van 9 V gebruiken.

En nu de soldeerbout!

De opbouw van de demultiplexer, waarvan **figuur 2** de print-layout toont, zal door het geringe aantal onderdelen en de afwezigheid van kritische componenten weinig problemen geven.

De IC's kunnen allemaal in een voetje worden geplaatst. Wilt u dat liever niet doen, dan is het in elk

geval aan te raden om voor IC7 en IC8 een voetje te gebruiken. Mocht er op de DMX-lijn sprake zijn van ernstige problemen (overspanning, elektrostatische ontlading van de kabel enz.), dan maakt dit het vervangen van deze IC's een stuk eenvoudiger. Let op de plaatsing van IC3, de EPROM. Deze zit precies andersom dan de rest van de IC's. De geprogrammeerde EPROM is zoals gebruikelijk bij Elektuur verkrijgbaar onder EPS-nummer 010002-21.

Gelet op het lage verbruik van de schakeling is het voldoende om een klein stukje aluminium als koellichaam voor IC9 en IC10 te gebruiken.

Voor K1 en K2 kunt u kiezen wat het best aan uw eisen voldoet (schroefconnectoren, DIN- of XLR-aansluitingen...). De auteur heeft gekozen voor DIN-connectoren, waarbij de uitgangen in twee groepen van vier werden verdeeld.

Zijn alle onderdelen geplaatst en gecontroleerd, dan kan de spanning op de schakeling worden aangesloten. Daarna kunnen de verschillende voedingsspanningen gecontroleerd worden, met name die van het geïsoleerde deel van de print.

Het testen van de interface houdt in dat u over een DMX-mengpaneel of een programma op de PC met de juiste interface (bijvoorbeeld de DMX/MIDI-interface uit Elektuur) moeten beschikken. Nadat met S1 een startadres is gekozen (S1.7 en S1.8 op 'off' om de spanning-mode te kiezen), kan de DMX-master gebruikt worden om de instructies voor de niveaus van de 8 kanalen vanaf het ingestelde adres te versturen. Worden de cursors van het regelpaneel in de minimale stand gezet, dan moet de spanning op iedere uitgang terugvallen naar 0 V (tot op enkele millivolts na). Worden de cursors in de maximale stand gezet, dan moet de spanning op iedere uitgang 10,0V bedragen (vergeet niet om de cursors van het regelpaneel te ijken, voor zover dit mogelijk is!).

Als de kaart niet goed lijkt te werken, sluit dan een oscilloscoop aan op pen 9 van IC4. Hier moeten reeksen impulsen te zien zijn, wat er op duidt dat de processor de DAC goed aanstuurt.

De afwezigheid van impulsen op deze lijn betekent dat er op procesorniveau iets mis is. Gelet op de hoge snelheid van de processor is het sterk aan te raden voor IC2 een 74F573 (TTL Fast) te gebruiken. Een van onze prototypen bleek zich met dit type IC zeer wispelturig te gedragen. Na vervanging ervan door een 74HCT573 was het probleem uit de wereld.

Controleer verder of op de ALE-pen van de processor een frequentie van 2 MHz. aanwezig is. Staat hier een andere frequentie, dan oscilleert het kristal niet of op de verkeerde frequentie. Heeft u L1 gemonteerd, herhaal de test dan nog eens zonder deze spoel.

Als u gebruik maakt van een zelf geprogrammeerde EPROM, dan kunt u nog controleren of dit wel een 120 of 150 ns type is (achtervoegsel -12 of -15). De langzamere typen voldoen niet in deze toepassing. Er is voor dit project een diskette beschikbaar (EPS 010002-11), die de bron- en hex-codes bevat.

Als het processorgedeelte goed werkt maar er op de analoge uitgangen nog geen actie is waar te nemen, controleer dan de DMX-interface. Begin met het loskoppelen van alle kabels die met RD+/RD- en TD+/TD- verbonden zijn. Pen 2 van IC7 en pen 6 van IC8 moeten 'hoog' zijn. Denk eraan dat IC7 geïsoleerd is ten opzichte van de rest van de schakeling en dat we de negatieve aansluiting van ons meetinstrument dus ook aan de geïsoleerde massa moeten aansluiten!

Neem nu een gestabiliseerde voeding die op ongeveer 5 V is ingesteld en verbindt de min met RD+ en de plus met RD-. De uitgang van IC7 moet nu laag worden, evenals de uitgang van IC8. Gebeurt dat niet, dan moet het gedeelte rond IC7, IC8 en

IC12 gecontroleerd worden.

Is de uitslag van al deze testen daarentegen positief en reageert de interface nog steeds niet op een DMX-regelpaneel, dan moet gecontroleerd worden of de aansluitingen RD+ en RD- niet verwisseld zijn. Sommige merken zoals Martin hebben apparatuur op de markt gebracht waarin de 'hete' en 'koude' aansluitingen verwisseld zijn ten opzichte van de norm. Verder mogen we de bekende RS485-terminators, absoluut onmisbaar aan het einde van de kabel, niet vergeten. Deze bestaan eenvoudigweg uit een weerstand van ongeveer 100 Ω die tussen RD+ en RD- (of TD+ en TD-) is opgenomen. Controleer ook of er geen kortsluiting is tussen een van de geleiders en de afscherming (SHLD).

Als alles correct werkt, kunnen we overgaan naar de laatste fase, het monteren van de schakeling in een behuizing. Dit soort interfaces is meestal voorbestemd om te worden gebruikt in de omgeving van dimmers of verlichting met een aansluiting voor afstandsbediening. De auteur heeft er een gewoonte van gemaakt om zijn demultiplexers in een waterdichte kunststof behuizing te monteren, van het type verdeelkast (de versie op de foto is echter een uitzondering). Om problemen door storing van buitenaf te voorkomen, kunt u de binnenkant van de behuizing met grafietspray behandelen. Gebruikt u een metalen behuizing, verbind deze dan met aarde. Eén kant van de behuizing wordt door de auteur meestal van schroeven en klemmen voorzien, zodat ze eventueel op lichtarmaturen kan worden bevestigd. LED D3 wordt aan de bovenkant van de behuizing gemonteerd, zodat vanaf de begane grond kan worden gecontroleerd of de voeding in orde is.

Laatste aandachtspunt: de DMX aansluiting. De DMX-standaard schrijft het gebruik van 5-pens XLR-connectoren voor, aan de RD-kant mannelijk en aan de TD-kant vrouwelijk, ten einde een 'daisy-chain' te creëren (apparatuur doorlussen). Sommige fabrikanten geven er echter de voorkeur aan om de goedkopere 3-pens XLR-connectoren te gebruiken. De keus ligt bij u. **Figuur 4** maakt het verschil tussen de 3- en 5-pens connectoren duidelijk.

Waar zit de regelingang?

Het is zo ver! Uw interface werkt! En nu moet u hem nog aansluiten op uw installatie. Als de apparatuur die u wilt besturen over een regelingang van 0 tot 10 V beschikt (dat is het geval bij de meeste professionele dimmers, stroboscopen en rookgeneratoren, en zelfs bij sommige eenvoudige lichtarmaturen), dan is er geen enkel probleem. In sommige gevallen, als de ingang van de apparatuur 0 tot 5 V of een andere afwijkende waarde wil zien, moet er een spanningsdelers worden toegevoegd. In het zeldzame geval dat er van stroomregeling sprake is, biedt een serieweerstand uitkomst.

Het gros van de apparatuur heeft echter geen spanningsingang. Meestal is er slechts een aan/uit-ingang aanwezig. In dat geval zal men zijn toevlucht moeten nemen tot de versie met relais die in een volgend artikel voorgesteld zal worden.

Als de apparatuur die u wilt besturen over geen enkele regelingang beschikt of als de wel aanwezige regelingangen niet overeenkomen met de door onze demultiplexer ondersteunde standaard, dan zit er niets anders op dan met de soldeerbout aan de slag te gaan in het apparaat, om er de noodzakelijke modificaties in aan te brengen. Bij ieder apparaat zullen die weer verschillend zijn.

In een volgend artikel stellen we een relais-uitbreiding voor die op deze schakeling kan worden aangesloten. Deze uitbreiding neemt dan de plaats in van de DAC8800 en ze wordt met een bandkabel op de bestaande print aangesloten.

(010002)

— Advertentie

Miniatuur PCM-afstandsbesturing

Deel 2. Het software-protocol

In het tweede en laatste deel van dit artikel worden het transmissieprotocol en de opbouw van de software van zender en ontvanger beschreven.

Bij de ontwikkeling van de software was het noodzakelijk om eerst een transmissieprotocol te definiëren dat een hoge datarate in combinatie met een zeer betrouwbare decodering mogelijk maakt. Tevens moest aan de technische randvoorwaarden van de gebruikte zenders en ontvangers worden voldaan om te zorgen dat de maximale klokfrequentie niet zou worden overschreden.

Het resultaat is een protocol dat aan de genoemde voorwaarden voldoet en dat zowel voor infrarood als voor HF-overdracht geschikt is. Het op dit protocol gebaseerde impulstelegram is te zien in **figuur 1**.

Startbits

De startbits dienen voor de synchronisatie van de ontvanger-software op een nieuwe impulstelegram. Pas na ontvangst van geldige startbits zal de software de inhoud van het impulstelegram verwerken, anders gebeurt er niets. De startbits onderscheiden zich eenduidig van de erop volgende informatiebits door de lengte van de hoog- en laagfase, ieder 2 ms.

Kanaaladres (2 bits)

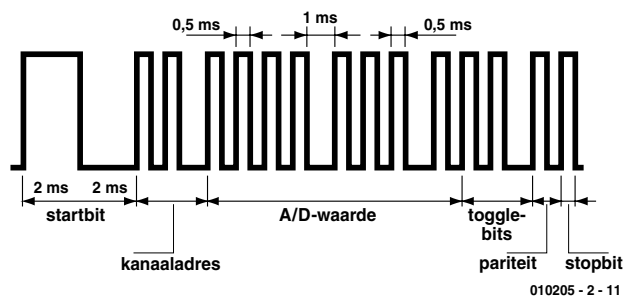
Het kanaaladres bepaalt voor welke servo de erop volgende 8-bits A/D-waarde bestemd is. Met twee bits voor de kanaalinformatie kunnen vier verschillende adressen ofwel kanalen worden gecodeerd.

Een voorbeeld:

linker knuppel verticaal:	adres 00
linker knuppel horizontaal:	adres 01

A/D-waarde (8 bits)

De stand van de potentiometer wordt door de A/D-omzetter in de controller met een resolutie van 8 bits uitgelezen. Deze waarde wordt



Figuur 1. Opzet van het overdrachtsprotocol.

direct (zonder verdere bewerking) verzonden. De A/D-waarde wordt altijd vooraf gegaan door het kanaaladres waarvoor ze bestemd is.

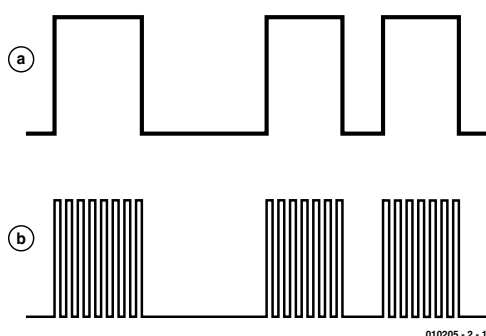
Schakelbits

Ook de informatie van de twee drukknoppen moet worden verzonden. Hiervoor dienen de twee toggle-bits. Het zijn in feite 'memory-bits' omdat ze omschakelen zodra

een knop wordt ingedrukt en na het loslaten van de knop deze waarde vasthouden. Pas als de knop opnieuw wordt ingedrukt, verandert de toestand weer.

Pariteitsbit

Het pariteitsbit zorgt er voor dat het totale aantal bits met de waarde '1' altijd even is en maakt het dus op eenvoudige wijze mogelijk om even-



Figuur 2. Sturing van de HF-module (a) en de infrarood diode (b).

Reikwijdte

HF-module

Voor de gebruikte zend- en ontvangermodule wordt door Radiometrix een reikwijdte van ongeveer 300 m in het vrije veld opgegeven. Voor automodellen is dit ruim voldoende. De modules van ELV hebben een reikwijdte van ongeveer 100 m en zijn door de gebruikte AM-modulatie wat storingsgevoeliger.

Infrarood

De reikwijdte van de infrarood-overdracht is veel kleiner dan van de HF-versie. Er moet ook op worden gelet dat de ontvanger altijd infrarood licht 'ziet', hetzij direct of door reflecties via wanden. In een modelauto moet daarom de ontvangkant van de IR-ontvangermodule altijd omhoog gericht zijn en de IR-stralen moeten deze ongehinderd kunnen bereiken.

De zenddiode heeft een stralingshoek van $\pm 15^\circ$, waardoor het bereik bij een direct-zichtverbinding tussen zender en ontvanger wordt bepaald. Met inachtnaam van deze beperkingen kan een modelauto in een straal van circa 5 m worden bestuurd.

tuele fouten in het impulstelegram te herkennen.

Een voorbeeld:

impulstelegram = 0010101100,
pariteit = 0

impulstelegram = 0011101100,
pariteit = 1

Stopbit

Het stopbit is uitsluitend nodig voor de herkenning van het pariteitsbit en bevat verder geen informatie.

Uit het protocol blijkt dat het niet nodig is om steeds alle gegevens te verzenden. Om de servo's zo snel mogelijk op de stuurknuppels te laten reageren, worden alleen die kanalen verzonden, waarvan de knuppelstand is veranderd. Weliswaar worden in een software-lus in de zender alle potentiometerstanden gedigitaliseerd, maar voordat ze worden verzonden wordt gecontroleerd of ze veranderd zijn. Als dat

het geval is, krijgt het desbetreffende kanaal voorrang. Als alle gegevens steeds na elkaar zouden worden verzonden, dan zouden de servo's door de lange 'refresh-tijd' schokkerig op de knuppels reageren. Om de potentiometerstanden zo goed mogelijk te digitaliseren worden ze steeds vier keer direct na elkaar door de A/D-converter omgezet en de vier waarden worden bij elkaar opgeteld. De somwaarde wordt vervolgens door vier gedeeld. Het resultaat is een A/D-waarde die vrijwel constant is zolang de desbetreffende knuppel niet wordt bewogen.

Stroomspaar-functie

De stroomspaar-functie is een interessante eigenschap van de zender-software. Hiermee wordt bereikt dat er alleen wordt gezonden als aan de zenderkant daadwerkelijk iets verandert (een knuppel wordt bewogen of een schakelaar wordt ingedrukt).

Op een oscilloscoop is dit goed te zien, in rusttoestand worden er vrijwel geen impulstelegrammen verzonden. De ontvanger genereert zelfstandig de uitgangssignalen tot er een verandering wordt ontvangen, die dan uiteraard direct wordt verwerkt. Door de stroomspaarfunctie wordt de bedrijfstijd van de batterijen of een acculading drastisch verlengd, vooral als van infrarood-transmissie gebruik wordt gemaakt.

De HF-module wordt direct met het impulstelegram (figuur 1) aangestuurd; het resultaat is een AM- of FM-zendsignaal met een modulatie van 100%. Voor de infrarood-overdracht is een draaggolf van 36 kHz nodig, die door het impulstelegram wordt gemoduleerd (figuur 2).

Opbouw van de software

De opbouw van de software van de zender en ontvanger is gemakkelijk in te delen aan de hand van een aantal functieblokken:

Zender

- 1 Initialisatie van de poorten en inwendige controller-hardware.
- 2 Watchdog-reset.
- 3 Controle van de voedingsspanning en zonodig de LED laten branden.
- 4 Uitlezen van de vier knuppelstanden.
- 5 Drukknoppen uitlezen.
- 6 Bij verandering(en) een impulstelegram versturen:
bij infrarood:
moduleren van een 36 kHz draaggolf.
bij HF:
100% AM/FM door in- en uitschakelen van de zender volgens de bitvolgorde van het te genereren impulstelegram.
- 7 Bij infrarood 10 ms wachten.
- 8 Terug naar punt 2.

Ontvanger

- 1 Initialisatie van de poorten en inwendige controller-hardware.
- 2 Watchdog-reset.
- 3 Controle van de voedingsspanning.
- 4 Testen van de ontvangeruitgang en controleren van de bits op tijdsduur.
- 5 Controleren van het pariteitsbit van het impulstelegram.
- 6 Sturen van de schakeluitgangen, softstart-schakelaar en snelheidsregelaar.
- 7 Berekenen van de servo-impulstijd uit de 8-bits A/D-waarde.
- 8 Timer programmeren voor opwekking van de servopuls.
- 9 Terug naar punt 2.

Bij ontvangst van een nieuwe waarde voor de lengte van de servo-impuls wordt een verandering van maximaal 200 μ s getolereerd.

Bedieningsorganen en corresponderende ontvanger-aansluitingen.

Zender

knuppel links verticaal

knuppel links horizontaal

knuppel rechts verticaal

knuppel rechts horizontaal

Knop 1 op knuppel links (pen PI.1)

Knop 2 op knuppel rechts (pen PI.0)

Ontvangersaansluiting

servo aan pen PI.7

snelheidsregelaar aan P0.1 (coding!)

servo aan pen P0.4

servo aan pen PI.6

servo aan pen PI.4

schakeluitgang aan pen PI.0

schakeluitgang aan pen PI.1 (coding!)

Opbouw

Als gebruik wordt gemaakt van de bij dit artikel opgenomen printlayouts of Elektuur-printen en de aanbevolen onderdelen worden gebruikt, dan zijn bij de bouw geen problemen te verwachten. De schakelingen zouden direct naar behoren moeten functioneren.

Zender

De zenderprint, waarvan de layout en componentenopstelling in **figuur 3** is te zien, is royaal van opzet. Het grote massavlak schermt de A/D-omzetter effectief af voor storing, die met name bij gebruik van IR-transmissie optreden door de hoge stromen. Gebruik voor de microcontroller een IC-voetje van goede kwaliteit. Er zijn in totaal vijf draadbruggen, waarvan er twee deels onder de controller liggen. Voor de afregeling is het makkelijk als de instelpotentio-meters voorzien kunnen worden van insteekknopjes of -assen.

De HF-zendmodule UT1 mag niet dicht in de buurt van metaal worden gemonteerd, anders vermindert het uitgestraalde vermo-

Onderdelenlijst zender

Weerstanden:

R1 = 470 Ω
 R2,R3 = 18 k
 R3 = 10 k
 R4 = 1 k
 R5 = 10 Ω
 R6 = 100 k
 P1...P4 = instelpotentiometer 20 k liggend 15 mm
 P5...P8,S1,S2 = twee kruisknuppels (CTS, best.nr. 25A104A60TB met drukknop)

Condensatoren:

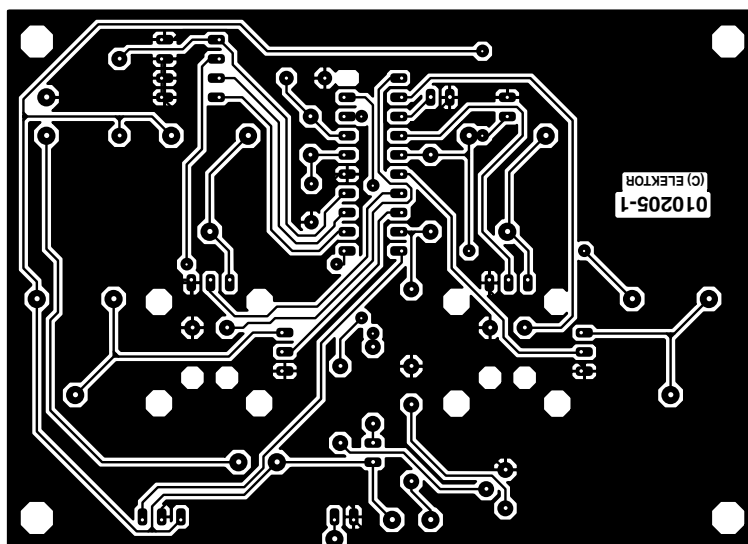
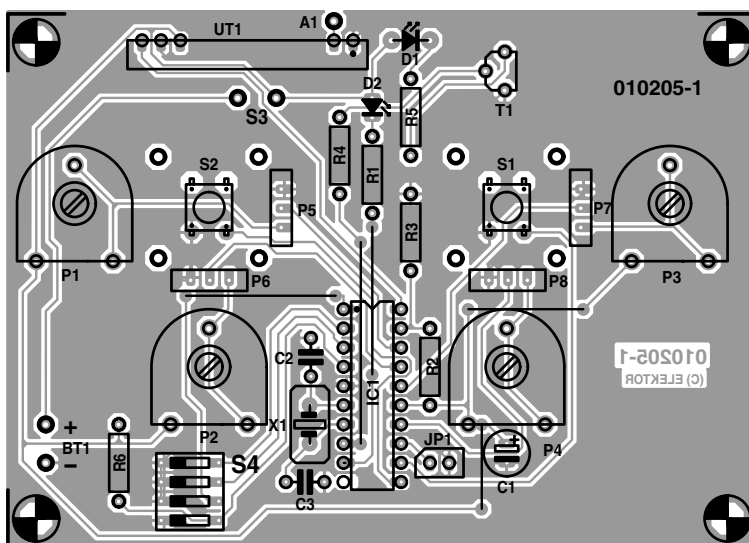
C1 = 220 μ /25 V
 C2,C3 = 15 p, steek 5 mm

Halfgeleiders:

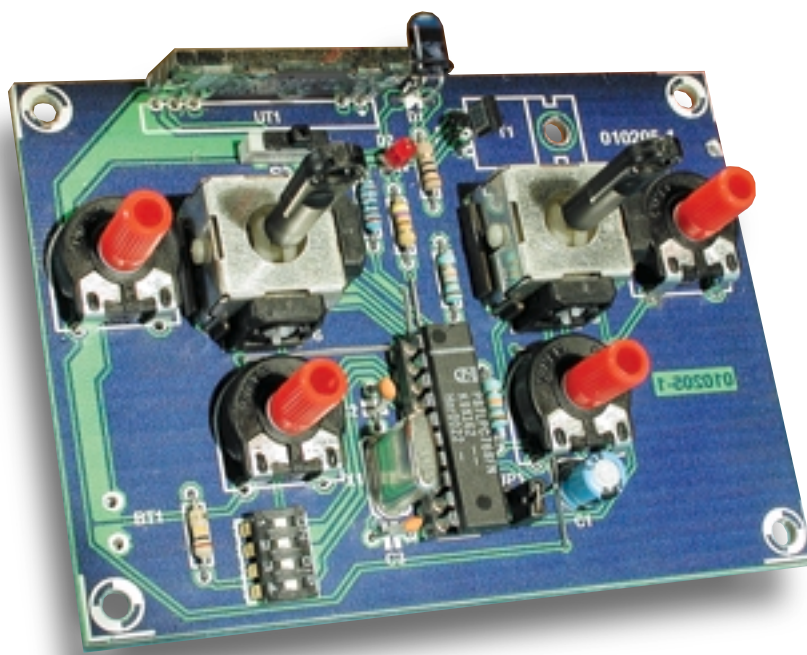
D1 = TSUS5201, LD271
 D2 = LED rood, 3 mm
 T1 = ZTX603 (Zetex), TIP110
 IC1 = 87LPC768FN (geprogrammeerd, EPS 010205-41)

Diversen:

X1 = kristal 6 MHz
 S3 = schakelaar 1 x maak
 S4 = 4-voudige DIP-schakelaar
 UT1 = zendermodule 433 MHz (Radiometrix TX2, verkrijgbaar o.a. bij Farnell), zie ook tekst deel I
 JP1 = 2-pens header voor jumper
 batterijhouder voor 3 penlites
 print EPS 010205-1



Figuur 3. Print-layout en onderdelenopstelling van de zender.



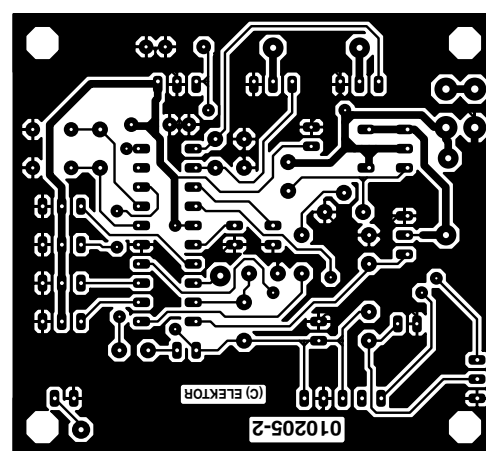
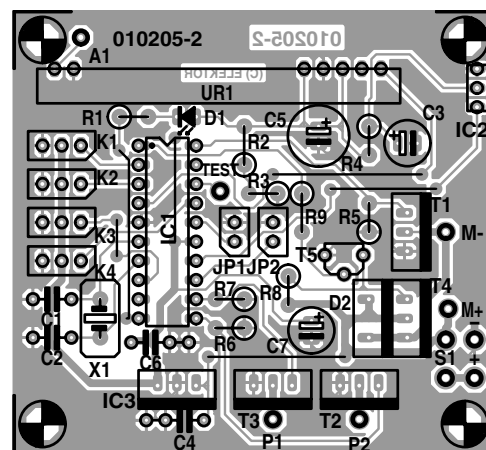
gen. Plaats deze ook niet direct op de print, maar zo hoog mogelijk door de volledige lengte van de aansluitingen te benutten. Als antenne dient een stukje geïsoleerd draad met een lengte van 14,5 cm aan pen A1. Op de print zelf is al 1 cm aanwezig. De infrarood zenddiode wordt onder een hoek van 90° gemonteerd, zodanig dat deze recht naar voren straalt.



Ontvanger

In tegenstelling tot de print van de zender is de ontvangerprint om praktische redenen veel kleiner van opzet (**figuur 4**). Eerst worden de 6 draadbruggen gemonteerd en vervolgens het 20-pens voetje voor microcontroller IC1. Dan kunnen de overige onderdelen worden gemonteerd, op IC2 en de ontvangermodule na. De microcontroller wordt

ook nog niet in het voetje gezet, want eerst wordt nu de voedingspanning aangesloten en de desbetreffende aansluitingen van de IC's op spanning gecontroleerd. Als dat in orde is, kan de print worden gecompleteerd. Let bij de montage van de ontvangermodule op dat het afschermblik geen kortsluiting met



Figuur 4. Print-layout en onderdelenopstelling van de ontvanger.

Onderdelenlijst ontvanger

Weerstanden:

R1 = 470 Ω
R2, R9 = 27 k
R3, R8 = 10 k
R4 = 100 Ω
R5...R7 = 100 k

Condensatoren:

C1, C2 = 15 p, steek 5 mm
C3 = 10 μ /25 V
C4, C6 = 100 n
C5 = 470 μ F/25 V
C7 = 220 μ F/25 V

Halfgeleiders:

D1 = LED rood 3 mm
D2 = MBR745
T1 = SUP75N03, IRL2203

T2, T3 = BUZ11
T4 = IRF4905L
T5 = BC547
IC1 = 87LPC762BN (geprogrammeerd, EPS 010205-42)
IC2 = SFH5110-36 (Siemens)
IC3 = LM2940

Diversen:

X1 = kristal 6 MHz
S1 = schakelaar 1 x maak
JP1, JP2 = 2-pens header voor jumper
K1...K4 = print-servoconnectors (evt. 3-polige printheaders male)
UR1 = ontvangermodule 433 MHz (Radiometrix RX2, verkrijgbaar o.a. bij Farnell), zie ook tekst deel I
Print EPS 010205-2
Diskette met source-codes EPS 010205-11

een onderdeel maakt. Tot slot wordt de antenne - een stuk geïsoleerd draad of litze met een lengte van 15,5 cm - aan A1 gesoldeerd. De antenne en de HF-module kunnen het beste met een paar druppels smeltlijm worden vastgezet. Zonder aangesloten verbruikers bedraagt de stroomopname van de ontvanger ongeveer 40 mA.

Diagnose

De diagnose-aansluiting die van controller-aansluiting P0.3 op soldeerpen TEST beschikbaar is, kan worden gebruikt om een optimale plaatsing van de ontvanger in het systeem te vinden. P0.3 geeft aan op welke plaats in een zoiest ontvangen impulstelegram door de software een fout is ontdekt. Het betreft alle grenswaarden die na ontvangst van de hoogfase van de startbits overschreden zijn. De positionering van de ontvanger is het makkelijkst als men beschikt over een oscilloscoop en daarmee de signalen van de ontvanger en de software gelijktijdig kan bekijken.

(010205-2)

Internet-adressen

Kruisknuppels: www.ur-home.com
Microcontrollers: www.semiconductors.com/mcu/
LM2940: www.national.com/pf/LM/LM2940.html
MBR745: www.fairchildsemi.com/pf/MB/MBR745.html
HF-modulen: www.radiometrix.com

DMX-512

protocol, software en interfaces

Harry Baggen

Elektuur besteedt de laatste tijd regelmatig aandacht aan DMX-512. Verschillende bouwontwerpen zijn al gepubliceerd en er zullen zeker nog meer volgen. Op het Internet zijn enorm veel firma's te vinden die commerciële DMX-producten maken of aanbieden. Voor de zelfbouwer is het aanbod aan DMX-projecten echter nog vrij klein. Toch zijn er wel enkele interessante ontwerpen en informatieve sites te vinden.

De DMX-512-standaard is oorspronkelijk bedoeld voor verlichtingsdoeleinden in de theaterwereld. Intussen zijn de mogelijkheden en verkrijgbare apparatuur zodanig uitgebreid dat men met een DMX-512-systeem veel meer kan doen dan alleen maar lampen op afstand regelen. Maar de regelmatige lezer van Elektuur weet dat natuurlijk al lang, want over het protocol hebben we reeds in mei een artikel gepubliceerd. Over het DMX-protocol valt natuurlijk veel meer te vertellen dan we in die uitgave op enkele pagina's hebben beschreven.

De complete DMX-standaard wordt gepubliceerd door de USITT. Deze standaard is verkrijgbaar in gedrukte vorm en staat niet compleet op het Internet. Wel zijn info en de nieuwste ontwikkelingen beschikbaar op de site van de **USITT** (United States Institute for Theatre Technology) [1]. Wie in Europa de DMX-standaard wil bestellen, kan terecht bij de **PLASA** (Professional Lighting and Sound Association) [2].

Naast deze officiële bronnen zijn er nog diverse sites van DMX-gebruikers/liefhebbers die de nodige informatie over dit protocol geven. Weliswaar zijn deze nooit volledig, maar dat is voor de meeste gebruikers ook niet noodzakelijk. We hebben enkele interessante sites opgezocht in diverse talen: bij **DMX512.COM** [3] en **The anatomy of DMX512** [4] in het Engels, bij **Soundlight** in het Duits [5] en bij **Ressources Techniques** in het Frans [6].

Een site die zich op alle aspecten van DMX-



512 richt, is **Ujjal's DMX512 Website** [7]. Deze uitgebreide site is zeer praktisch ingesteld en er worden ook DMX-problemen behandeld. Bovendien is hier een grote verzameling links met betrekking tot DMX te vinden, waarin ook alle bekende fabrikanten van DMX-apparatuur voorkomen. Verder is er een download-sectie met DMX-software en -hardware. Er zijn op het Internet ook enkele DMX-faq's beschikbaar, waarbij

opvalt dat de meeste al wat ouder zijn. Zo hebben we drie adressen gevonden met dezelfde FAQ-lijst, alleen met een andere revisiedatum. Ze waren echter allemaal zo'n 5 jaar oud. We geven als voorbeeld de **DMX512 mini-FAQ** [8], want de inhoud is ondanks de leeftijd nog steeds goed bruikbaar (het gaat voornamelijk om basiszaken). Wie zelf aan de slag wil met DMX-hard- en software, zal niet alleen



moeten weten hoe het DMX-protocol in elkaar zit, maar ook op welke codes de apparatuur van de verschillende fabrikanten reageert. Daar is wel het een en ander over te vinden. Er zijn twee belangrijke overzichten: De ESTA heeft een pagina met **DMX Usage Data** [9] en bij Interactive Technologies is een **DMX Protocol Library** [10] beschikbaar. Hardware- en software-ontwikkeling zijn op het Internet slechts sporadisch te vinden, maar waarschijnlijk zal dit nog wel toenemen omdat de DMX-standaard ook voor hobbydoel-einden steeds populairder wordt. Vooral de koppeling tussen een PC

en een DMX512-systeem blijkt veel ontwerpers aan te spreken. Zo is er een **AVR DMX-512 dongle** voor PC's [11]. Het gaat hierbij om een kleine interface die is opgebouwd rond een AVR-controller en een RS-485-transceiver-IC. De schakeling wordt aangesloten op de printerpoort van de PC. De bijbehorende software is geschreven in C. De auteur stelt op zijn site zowel de hardware als de software ter download beschikbaar. Eveneens een printerpoort-interface is beschikbaar op **Kristof's Webpage** [12]. Schema's en hexcodes kunnen vrij worden gedownload. Tevens zijn hier het schema van een DMX-

booster te vinden en schema plus hex-file van een 12-knops DMX-flasher.

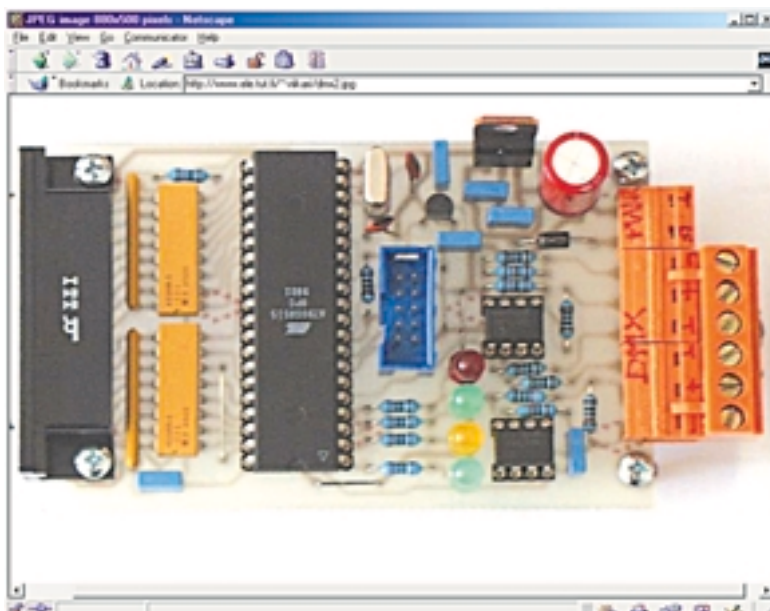
De **Electronic Projects** pagina's [13] van Christian Mohr bevatten diverse leuke elektronica-projecten. Twee DMX-projecten waar momenteel nog aan gewerkt wordt, zijn een PC/DMX-interface en een DMX-receiver. Op de site van een andere DMX-512-liefhebber, **Adam Davis**, vinden we een beschrijving van een kleine DMX-besturing die met een PIC is gerealiseerd [14]. Ook dit bevindt zich nog in een experimenteel stadium, maar het is interessant om in de gaten te houden hoe zich dit ontwikkelt.

LPR2DMX [15] is een zeer kleine printer-interface voor de PC waarmee DMX512-communicatie mogelijk is. De interface kan worden aangestuurd via een Linux-driver. Deze driver **DMX4Linux** is te vinden op [16]. Hij ondersteunt naast LPR2DMX ook nog diverse andere (commerciële) DMX-interfaces.

(015101)

Internet-adressen:

- [1] USITT:
www.usitt.org/DMX/DMX512.htm
- [2] PLASA:
www.plasa.org
- [3] DMX512.COM:
www.dmx512.com/web/light/dmx512/index.htm
- [4] The anatomy of DMX512:
www.euro-pa.be/dmx.html
- [5] Soundlight:
www.soundlight.de/techtips/dmx512/dmx512.htm
- [6] Ressources Techniques:
http://logloto.free.fr/dmx_512/presentation.html
- [7] Ujjal's DMX512 Website:
www.geocities.com/dmxpage/
- [8] DMX512 mini-FAQ:
www.lightresource.com/dmx512faq.html
- [9] DMX Usage Data:
www.esta.org/tsc_dmx_data/dmx-cat.htm
- [10] DMX Protocol Library:
www.interactive-online.com/library/
- [11] AVR DMX-512 dongle for PC's:
www.ele.tut.at/~viikari
- [12] Kristof's Webpage:
<http://users.skynet.be/kristofnys/>
- [13] Electronic Projects:
www.hb.se/cmo/projekt/default.htm
- [14] Adam Davis:
www.ubasics.com/adam/electronics/dmx512.shtml
- [15] LPR2DMX:
www.lighting-solutions.de/products/LPR2DMX/index.html
- [16] DMX4Linux:
<http://llg.cubic.org/dmx4linux/>



Geheugenmodules

CompactFlash, MemoryStick, SmartMedia, MMC, SDC en andere

Guy Raedersdorf

Solid-state-geheugens zijn er tegenwoordig in allerlei soorten en maten. Het wordt steeds moeilijker om op de hoogte te blijven van alle eigenschappen, voor- en nadelen van die vele typen geheugenkaarten. Reden genoeg om hier een artikel aan te wijden.



Er verschijnen de laatste jaren steeds meer elektronische producten op de markt. De filmcamera heeft het al afgelegd tegen zijn elektronische versie, fotocamera's worden vervangen door digitale exemplaren en zelfs de agenda wordt bedreigd door de pen-computer. Al deze producten moeten hun gegevens (foto's of afspraken) ergens in opslaan, en dan liefst in een medium zonder bewegende delen en zonder batterij. Hiervoor hebben de fabrikanten geheugenkaartjes ontworpen die een grote hoeveelheid niet-vluchtige geheugencellen bevatten. Net zoals dat bij verschillende andere producten in het verleden is gebeurd, heeft men zich niet kunnen beperken tot een wereld-

wijde standaard en zo treffen we momenteel verschillende typen aan die onderling (alleen al vanwege de verschillende afmetingen) niet uitwisselbaar zijn.

De meest voorkomende geheugens zijn de CompactFlash (38%), SmartMedia (35%) en MemoryStick (circa 24% marktaandeel). De overige (SD, MMC en alle andere) zijn goed voor de resterende 3%. Niet minder dan 7 geheugenmodule-families vechten voor een plekje onder de zon en doen verwoede pogingen om in de gunst van de potentiële klant te komen. Men hoeft alleen maar enkele recla-

mes voor fotoapparatuur te bekijken om te zien hoe de zaken er voor staan: de ene maakt gebruik van CompactFlash, de andere van SmartMedia en de derde gebruikt de MemoryStick.

Er zijn wereldwijd diverse fabrikanten van geheugenmodules. SanDisk, de uitvinder van de CompactFlash, is één van de meest belangrijke en actieve fabrikanten. Dit bedrijf heeft namelijk 31,3% van de markt in handen, Toshiba 20,5, Sony 13,8, Hitachi 8,7, Samsung 7,9 en de rest 17,8%.

De verschillende soorten

We zullen de verschillende soorten geheugenmodules de revue te laten passeren.

CompactFlash

De CompactFlash (CF) is met zijn afmetingen van 42,8 x 36,4 x 3,3 mm redelijk groot, bijna twee keer zo groot als de MemoryStick. Hij is ontstaan in de laboratoria van SanDisk en bestaat in verschillende capaciteiten van 4 tot 512 MB (**figuur 1**). De CF heeft een controller aan boord, waardoor hij in een niet-intelligente adapter gebruikt kan worden. Let er op dat er van de CF-module twee

types bestaan, type 1 en type 2, die alleen in dikte van elkaar verschillen. De eerste is 3,2 mm en de tweede 5 mm dik. De CF is, samen met de SMC, de enige die parallel werkt.

SmartMedia Card

De SmartMedia Card (SMC), ongeveer even groot als een CF, is vooral bekend uit de eerste portable MP3-spelers. Ze ontstond in 1995 in de laboratoria van Toshiba en bestaat in capaciteiten van 4 tot 128 MB (**figuur 2**). De zeer dunne SMC neemt ongeveer 1/3 van de afmetingen van een creditcard in beslag. Deze module beschikt niet over eigen intelligentie en moet daarom in een hiervoor geschikte reader geplaatst worden.

MemoryStick

De Memory Stick van Sony (MS voor de kenner, zie **figuur 3**) verscheen vrij laat ten opzichte van de andere bekende geheugenmodules (zoals de CompactFlash en de SmartMedia Card) op de markt. Sony past de MS toe in tal van nieuwe apparaten, zoals een verbazingwekkend kleine speler van audiobestanden in het ATAC3-formaat, een concurrent van MP3. Aanvankelijk leek het erop dat de MemoryStick een specifieke oplossing voor de Sony-wereld zou worden, maar de laatste tijd blijken ook andere fabrikanten hiervoor belangstelling te hebben.

De MS is momenteel verkrijgbaar in capaciteiten tot 128 MB, maar er worden al modellen van 512 MB en zelfs 1 GB gepland voor einde 2003. De interne opbouw van een MS bestaat uit flash-geheugen en een controller. De overdracht van data vindt plaats door middel van een driedraads (Data, Clock en Bus) seriële interface in blokken van 512 byte op een maximale frequentie van 20 MHz.

Door middel van een nokje aan de onderkant van de MS kunnen de data tegen ongewenst overschrijven beschermd worden, een eigenschap die ze met de SD-module delen.

Er is ook een MS met een witte kleur, de MagicGate. Deze is speciaal bedoeld voor het weergeven van digitale databestanden (audio en tekst), waar copyright op rust. Iedere MS MagicGate beschikt over een eigen serienummer.

Een andere variant is de MSD (Memory Stick Duo), speciaal ontworpen voor apparatuur die ultracompacte modules vereist. Deze uitvoering meet 31 x 20 x 1,6 mm en weegt 2 g! Met behulp van een adapter krijgt de MSD weer de afmetingen van de klassieke MS.

MultiMedia Card

De MultiMedia Card, afgekort MMC, is in 1997 door SanDisk en Siemens op de wereld gezet (**figuur 4**). Het betreft hier een flash-geheugen met seriële toegang; lezen gebeurt met een stevige 13,7 tot 20 Mb/s, het schrijven varieert van 3,2 tot 20 Mb/s. Let op dat er twee typen MMC bestaan; de MMC 1 en de MMC 2 die iets dikker is.

De MMC bezit 7 contacten en is in capaciteiten van 4 tot 64 MB beschikbaar.

SD (Security Digital) Card

Deze kaart is in 2000 verschenen en vindt zijn oorsprong bij SanDisk, Toshiba en Matsushita. Behalve de dikte, die 2,1 mm bedraagt, komen zijn afmetingen overeen met die van de MMC. De SDC is er in capaciteiten van 8 tot 64 MB en ze bezit 9 contacten.

PC Card

De PC Card (**figuur 5**), qua vorm overeenkomend met een gewone PCMCIA-module en qua dikte met een type 2 of 3, heeft een capaciteit van 8 MB tot 1 GB. Men werkt al aan 2 GB; verbazingwekkend is dat niet, als we een vergelijking maken tussen de afmeting van een CF- en een PCMCIA-module (die naast het geheugen ook nog een controller moet herbergen).

En de rest?

Er zijn ook nog andere, minder bekende geheugenmodules, zoals:

- De ATA Flash Card, een soort PC Card met hoge specificaties. De ATA Flash Card maakt gebruik van flash-geheugen met NAND-poorten. De leesnelheid bedraagt maximaal 1,5 MB/s en de schrijfsnelheid 3 MB/s. Deze modules zijn er in versies van 8 MB tot 2 GB (type 3).
- De Linear Flash Memory Card, die o.a. in de Alesis synthesizer gebruikt wordt; maximaal 32 MB.



Figuur 1. De Compact Flash is een van de meest universele geheugenmodules.

- De Miniature Card; de afmetingen zijn een kwart van een standaard PC Card.
- de SRAM module, voorzien van een lithium batterij om data te bewaren; maximale capaciteit op dit moment: 6 MB en heel duur.
- De ATA FlashDisk van SanDisk.
- De MicroFlash Disk.
- De MicroDrive van IBM. een miniatuur harde schijf in CF2-formaat, met een capaciteit tot 1 GB
- De Click Drive van Iomega, een mini-floppy met een capaciteit van 40 MB.

De technische kant

In **tabel 1** zijn de belangrijkste verschillen vermeld tussen de diverse soorten geheugenkaarten.

Maar dat zegt nog niets over de technische kant van zo'n kaart, iets waar Elektuur-lezers nou juist in geïnteresseerd zijn.

We hebben als voorbeeld een geheugenkaart



Figuur 2. De SmartMedia Card wordt veel toegepast in MP3 spelers en fotocamera's.



Figuur 3. De standaard uitvoering van de Memory Stick is altijd blauw van kleur.

van Lexar Media genomen. Lexar is één van de weinige geheugenkaart-fabrikanten die zijn eigen controllers ontwerpt en fabriceert. Daardoor kunnen ze hun producten van interessante details voorzien.

De schrijfsnelheid van een geheugenkaart is een belangrijk gegeven. Dit is vooral van belang voor de professionele fotografie. Die snelheid staat bij Lexar op de geheugenkaarten vermeld: 4x voor normaal gebruik, 8x voor amateurfotografen en 12x voor de professional. Iedere 'x' staat voor 150 KB/s zodat gegevensopslag plaatsvindt met een snelheid van 600 KB/s tot 1,8 MB/s. Omdat moderne digitale fotocamera's zeer grote bestanden aanmaken, zijn deze verschillen duidelijk merkbaar.

Een bijzonder aspect van de CF-modules van Lexar is de integratie van USB (zie het diagram in **figuur 6**) in de module zelf, vandaar ook de benaming CF+. Hierdoor is de gebruiker in staat om met een goedkope kabel, Jumpshot genaamd (op de foto aan het begin van dit artikel bovenaan in het midden), de kaart direct te verbinden met een USB-poort van een PC of MAC. De USB-interface aan boord van de CompactFlash+ wordt dan



Figuur 4. De MultiMedia Card heeft de afmetingen van een postzegel.

automatisch geactiveerd en de PC ziet deze als een normale drive. Een andere bijzonderheid van de Lexar-producten is de aanwezigheid van een Space Manager functie in de controller, om het flash-geheugen maximaal te benutten. In tegenstelling tot magnetische massageheugens waar een schrijfbodracht de aanwezige gegevens overschrijft, moet een flash-geheugen eerst gewist worden voordat er nieuwe data weggeschreven kunnen worden. De Space Manager technologie berust op een indirecte uitwisseling tussen fysieke en logische adressen, zodanig dat het mogelijk wordt sectoren met data te vullen zonder deze eerst te wissen en pas later, als het systeem in rust is, datablokken te wissen.

De laatste opmerkelijke technische eigenschap van de CF+ is de 'programmable firmware'. Het controllerprogramma is hierbij resident aanwezig in het flash-geheugen. Voor de uitvoering ervan wordt de software naar het interne RAM gekopieerd.



Figuur 5. De PC Card module heeft op dit moment de grootste geheugencapaciteit.

Op deze wijze is het op eenvoudige wijze mogelijk om het programma up to date te houden. De controller kan ook worden geoptimaliseerd voor verschillende toepassingen en omgevingen.

Het uitlezen van de modules

Omdat er zoveel verschillende soorten geheugenmodules bestaan, zijn er ook een groot aantal lezers ontwikkeld om de modules te kunnen aansluiten op de computer.

De PC Card geeft, zoals we al opmerkten, geen problemen omdat deze in een PCMCIA-slot past. Alle andere modellen vereisen een of andere voorziening om uitgelezen te worden.

Een zeer eenvoudige oplossing is de:

PC Card adapter

Dit is een soort aanpassingsstuk (**figuur 7**) waarmee een geheugenmodule in het PCMCIA-slot past waar het merendeel van de laptops mee is uitgerust.

Dit soort adapters wordt geleverd door verschillende fabrikanten en voor verschillende soorten modules, zoals de MemoryStick, de CF-card en de SmartMedia Card. Het gebruik ervan is eenvoudig. Nadat de van een geheugenmodule voorziene adapter in het PCMCIA-slot is gestoken, herkent de computer de PCMCIA-kaart automatisch.

Windows installeert hiervoor eenmalig de benodigde driver. Het geheugen is toegankelijk als een extra harde schijf.

Omdat er niet zoveel bureau computers zijn met een PCMCIA slot, heeft men hier een andere oplossing voor bedacht:

Diskette-adapter

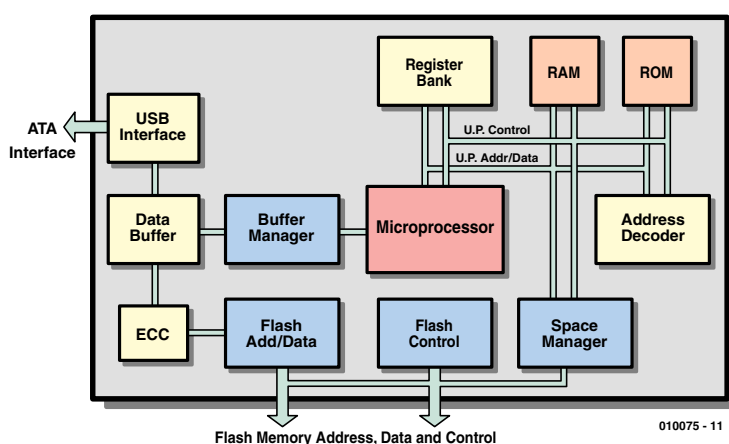
De diskette-adapter is, zoals de benaming al aangeeft, een adapter in de vorm van een 3,5"-diskette (**figuur 8**). Deze adapter wordt gewoonlijk geleverd met een bijbehorende driver. Het gebruik is eenvoudig. De adapter wordt (met de erin geschoven geheugenmodule) in de floppy-drive gestopt. Het data-transport gaat sneller dan met een diskette.

Diskette-adapters worden aangeboden voor verschillende soorten modu-

Tabel 1. Fysieke eigenschappen van de actuele geheugenmodules

(bron : Sony)

	CompactFlash	Memory Stick	Memory Stick Duo	MultiMediaCard	SD Card	SmartMedia
Afmetingen (mm)	42,8 x 36,4 x 3,3	50 x 21,5 x 2,8	31 x 20 x 1,6	32 x 24 x 1,4	32 x 24 x 2,1	45 x 37 x 0,76
Gewicht (g)	8 à 15	4	2	1,5	2	2
Volume (cm³)	5,141	3,010	0,992	1,075	1,612	1,265
Oorsprong	SanDisk (1994)	Sony (1998)	Sony (2000)	SanDisk (1997)	SanDisk (2000)	Toshiba (1995)
Aantal contacten	50	10	10	7	9	22
Actuele capaciteiten (MB)	16, 32, 64, 96, 128, 192, 256, 384, 512	8, 16, 32, 64, 128	8, 16, 32, 64, 128	8, 16, 24, 32, 64, 128	4 à 64	8, 16, 32, 64, 128
Max. overdrachtsnelheid (MB/s)	1,8 (E) – 2,45 (L)	1,8 (E) – 2,45 (L)		0,375 (E) 1,75 (L)		
Copyright bescherming	ID-nummer	SDMI-norm	SDMI-norm	ID-nummer	SDMI-norm	ID-nummer



Figuur 6. Schematische opbouw van een CF+-module van Lexar Media (bron: Lexar).

les, onder andere voor MemoryStick, SmartMedia en MultiMedia Card.

Externe readers

Vrijwel iedere geheugenfabrikant heeft ook externe lezers, hoofdzakelijk USB modellen, om geheugenmo-

dules te koppelen aan de computer. Zo heeft SanDisk de ImageMate in versies voor CompactFlash, MultiMedia en SmartMedia. De SecureMate is specifiek bedoeld voor Secure Digital modules. Er zijn momenteel ook multi-readers

die zowel CF- als SMC-modules lezen en over twee verschillende connectors beschikken.

(010075)

Enkele interessante sites

www.memorystick.org

Hier is veel informatie over de MemoryStick te vinden. Deze site is meer bedoeld voor ontwikkelaars, maar is beslist ook interessant voor lezers die geïnteresseerd zijn in deze geheugenmodule van Sony.

www.sandisk.com

hier is alle informatie over de SanDisk-producten te vinden.

www.lexarmedia.com

Lexar Media heeft evenals SanDisk een ruim aanbod aan verschillende soorten geheugenmodules (zelfs de MemoryStick).

www.sdmi.org

Hier vindt u meer over de bescherming van copyright-gevoelig materiaal (SDMI = Secure Digital Music Initiative).



Figuur 7. Een PCMCIA-adapter van Lexar voor CF- en CF+-modules.



Figuur 8. Deze diskette-adapter is geschikt voor MMC modules.

ISAC

Deel 2: de ISAC-kubus

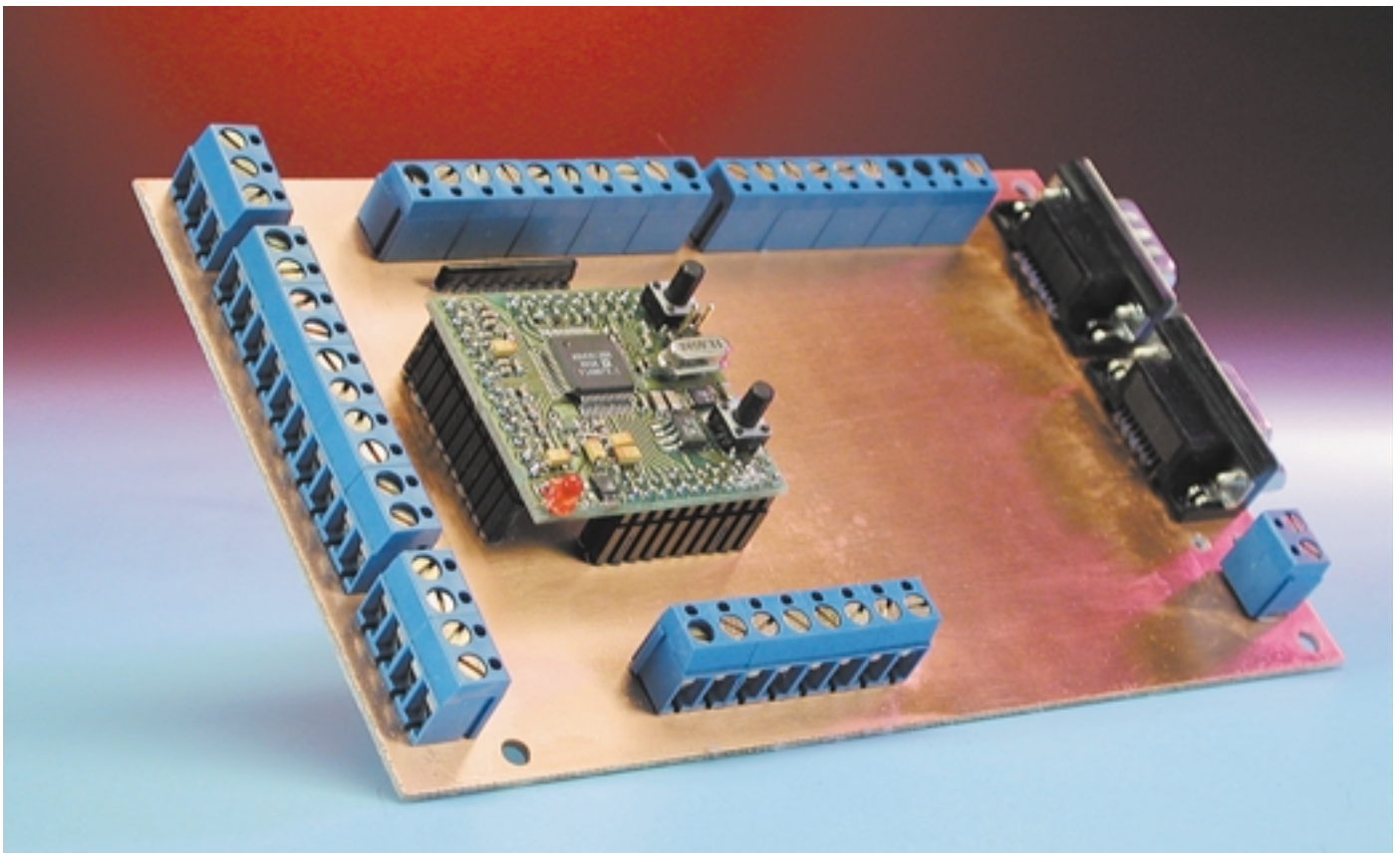
Prof. Dr. Bernd vom Berg, Dipl.-Ing. Peter Groppe en Dipl.-Ing. (FH) Michael Müller-Aulmann

Deze kubus vormt de basismodule van de ISAC-projecten in Elektuur en bevat een compacte kern met de microconverter ADuC812 van Analog Devices, die al in de vorige aflevering is besproken. Het SMD-printje wordt als een wat groot uitgevallen IC gewoon op de toepassingsprint geprikt of op de experimenteerprint uit dit artikel.

De ISAC-kubus (Intelligente Sensor/Actuator Controller) is een zeer flexibel modulair opgebouwd microcontroller-systeem voor het verrichten van een groot scala aan taken, van

eenvoudige tot ingewikkelde. Het systeem is als opsteekprint uitgevoerd, waardoor het heel gemakkelijk is om het systeem op te waarde-

ren door het insteken van een nieuwe kubus (als ANALOG DEVICES een model op de markt brengt met nog betere eigenschappen).



Als je naar de proefprint kijkt zie je dat voor een minimaal systeem met de AduC812 niet zo veel onderdelen nodig zijn. Het grootste probleem is het solderen van de microconverter zelf; deze SMD-chip heeft nogal veel pootjes. Daarom is er gezorgd voor een kant en klare SMD-print, waaro- ver later meer.

De schakeling van de ISAC-kubus

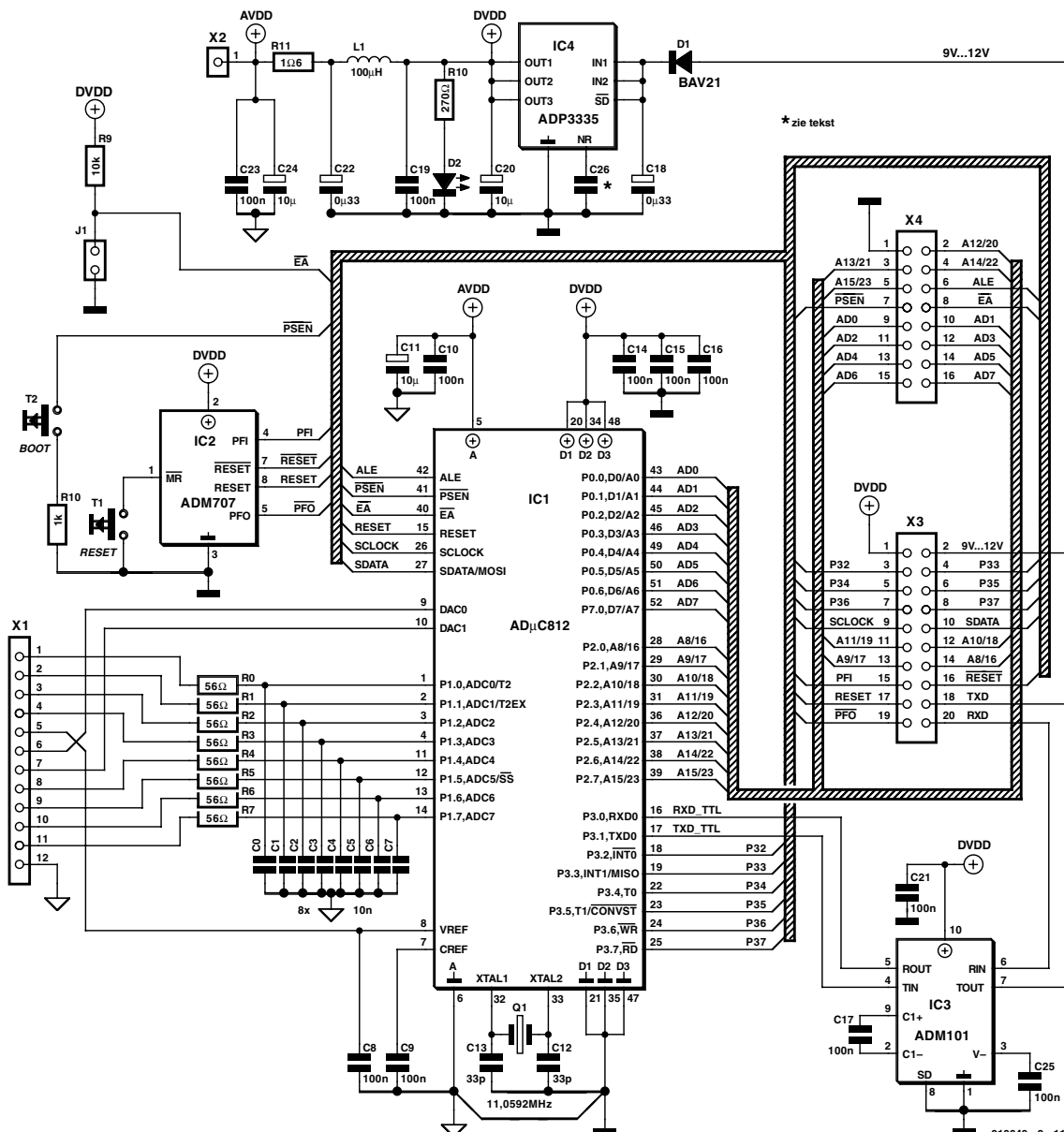
De schakeling met de ADuC812 (IC1) in **figuur 1** komt vrijwel overeen met de opzet van de datasheet [1]. Er is een kristal met een frequentie van 11,0592 MHz toegepast zoals gebruikelijk bij 8051's, wat het opwekken

van de juiste baudrate voor de seriële communicatie gemakkelijker maakt. De analoge ingangen zijn voorzien van laagdoorlaatfilters met een kantelfrequentie van ongeveer 300 kHz. Op de door Analog Devices aangegeven punten zijn buffer- en ont-koppelcondensatoren geplaatst. Alle verdere belangrijke systeem-aansluitingen liggen aan de vier meerpolige headers (X1, X2, X3, X4) voor het contact tussen de ISAC-kubus en de buitenwereld. Houd er rekening mee dat alle aansluitingen naar buiten toe niet beveiligd zijn. De ADuC812 kan beslist niet tegen te hoge ingangsspanningen aan de analoge ingangspoorten danwel kortsluiting van de digitale

Tabel I.

Eigenschappen van het reset IC ADM707.

- Twee gescheiden reset-uitgangen voor een reset-sig-naal met hoog en een met laag niveau
- Genereren van Power-On-Reset
- Mogelijkheid van een handmatige reset middels een drukknop
- Extra ingang (PFI, Power Fail Input) voor het bewaken van een willekeurige systeemspanning, bijvoorbeeld detectie van een lege batterij. De bijbehorende alarm-uitgang is PFO.
- Geringe ruststroom: 190 μ A.
- Een uitvoerige datasheet is te vinden op de homepage van Analog Devices [2]



figuur 1. Het schema van de ISAC-kubus.

Onderdelenlijst ISAC-kubus

(Behuizing van de onderdelen is tussen haakjes vermeld)

Weerstanden:

R11 = 1 Ω 6 (SMD 1206)
 R0...R7 = 56 Ω (SMD 0603)
 R10 = 270 Ω (SMD 0603)
 R8 = 1 k (SMD 0603)
 R9 = 10 k (SMD 0603)

Condensatoren:

C12, C13 = 33 p (SMD 0603)
 C0...C7 = 10 n (SMD 0603)
 C8...C10, C14...C16, C19, C23 = 0,1 μ (SMD 0603)
 C26 = vervallen
 C17, C21, C25 = 100 n (SMD 1206)
 C18, C22 = 330 n (SMD 1206)
 C11, C20, C24 = 10 μ (SMD 1206)

Spoelen:

L1 = 100 μ H (SMD 1206)

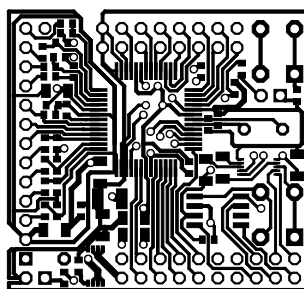
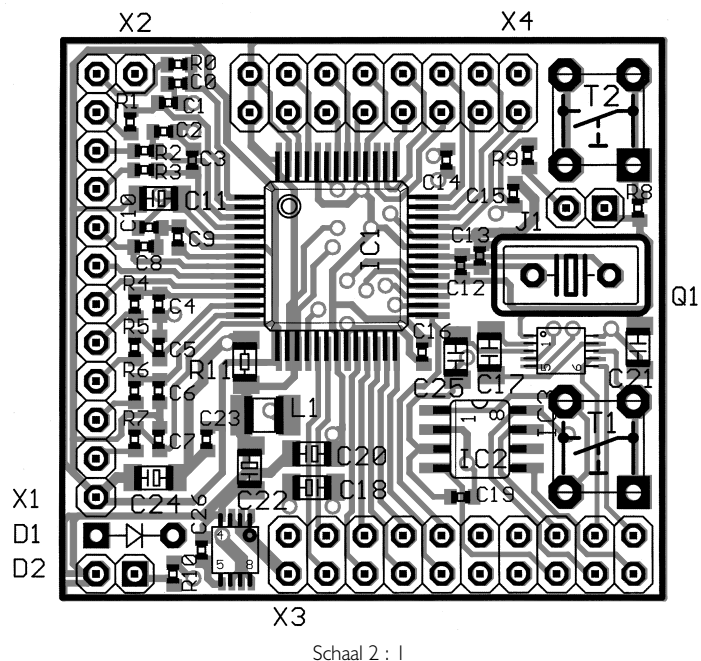
Halfgeleiders:

IC1 = AD μ C812 (LPQF-52)
 IC2 = ADM707 (SOIC-8)
 IC3 = ADM101E (μ SOIC-1)
 IC4 = ADP3335 (MSOP8)
 D1 = BAV21 0,25 A (RM 5)
 D2 = LED, rood, 3 mm (RM 2,5)

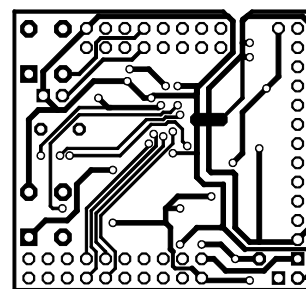
Diversen:

Q1 = kristal 11,0592 MHz (HC-49/U)
 T1, T2 = print-druktoetsen met maakcontact, 6 x 6 mm

X1, X2, J1 = 15-polige header, enkele rij (RM 2,5)
 X3, X4 = 36-polige header, dubbele rij (2 x 18, RM 2,5)

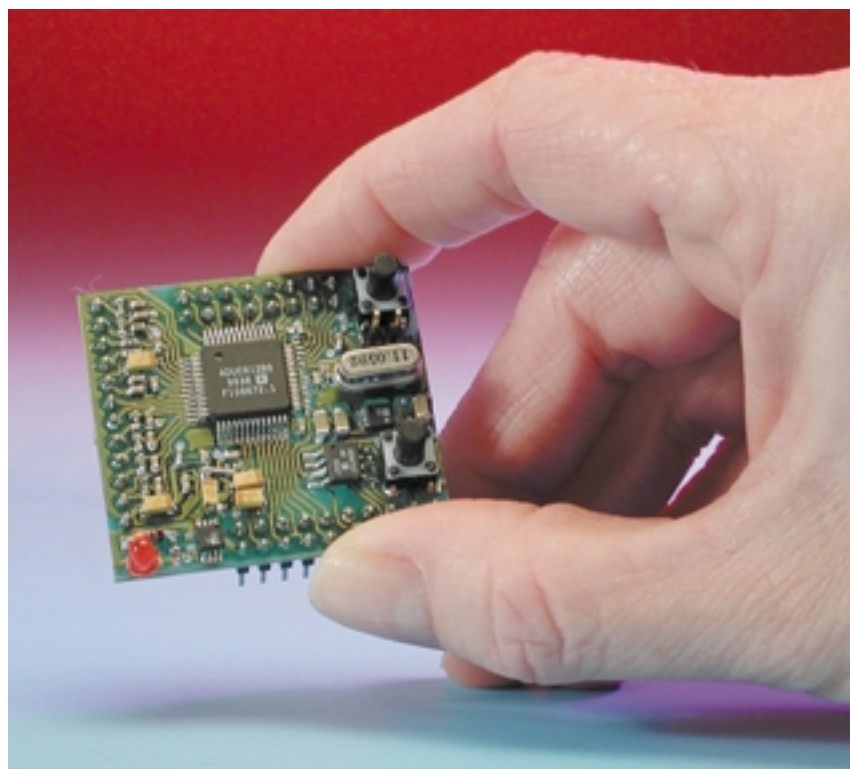


Schaal 1 : 1



Schaal 1 : 1

Figuur 2. De SMD-print is kant en klaar opgebouwd en getest verkrijgbaar.



uitgangspoorten. Eventuele bescherming moet extern gerealiseerd worden.

De reset-schakeling bestaat uit IC2 (ADM707), waarvan de belangrijkste gegevens in **tabel 1** zijn samengevat. De AD μ C812 wordt automatisch gereset bij het inschakelen van de voedingsspanning of door op knop T1 te drukken.

De niveau-aanpassing van de signalen van de seriële interface (voor de communicatie met de ontwikkel-PC) van TTL-niveau naar RS232 en terug wordt afgehandeld door IC3 (ADM101E). Dit is een 1-kanaals niveau-aanpasser die voor deze taak maar 3 condensatoren nodig heeft. Op de website van Analog Devices is een uitgebreide datasheet over dit interessante IC te vinden [2].

De voedingsspanning voor de kubus wordt geheel traditioneel opgewekt middels een

Tabel 2.

Aansluitgegevens van de headers van de ISAC-kubus.

X1		X3			X4				
X1.1	ADC0	X3.1	DV _{DD}	9V...12V	X3.2	X4.1	GND	A12/20	X4.2
X1.2	ADC1	X3.3	P32	P33	X3.4	X4.3	A13/21	A14/22	X4.4
X1.3	ADC2	X3.5	P34	P35	X3.6	X4.5	A15/23	ALE	X4.6
X1.4	ADC3	X3.7	P36	P37	X3.8	X4.7	PSEN\	EA\	X4.8
X1.5	VREF	X3.9	SCLOCK	SDATA	X3.10	X4.9	AD0	AD1	X4.10
X1.6	DAC0	X3.11	A11/19	A10/18	X3.12	X4.11	AD2	AD3	X4.12
X1.7	DAC1	X3.13	A9/17	A8/16	X3.14	X4.13	AD4	AD5	X4.14
X1.8	ADC4	X3.15	PFI	RESET\	X3.16	X4.15	AD6	AD7	X4.16
X1.9	ADC5	X3.17	RESET	TXD	X3.18				
X1.10	ADC6	X3.19	PFO\	RXD	X3.20				
X1.11	ADC7								
X1.12	AGND								

X2	
X2.1	AV _{DD}

ADP3335 (IC4), waar in verband met de kwaliteit van de analoge secties nog een aantal extra componenten aan zijn toegevoegd. De ADuC812 beschikt zowel over een 12-bits A/D-omzetter als over een 12-bits D/A-omzetter. Deze beide omzetters stellen door hun groot oplossend vermogen bijzondere eisen aan de voedingsspanning (AV_{DD} en AGND). De voedingsspanning DV_{DD} voor het digitale deel wordt meteen na de ADP3335 aangesloten. De analoge voedingsspanning $AV_{DD}/AGND$ wordt eerst stevig gefilterd (C19, L1, C22, R11, C23 en C24) voordat ze naar de ADuC812 gaat.

Bovendien moeten de beide massasystemen (analoge massa AGND en digitale massa DGND) storingsvrij met elkaar verbonden worden. Over het ontwerpen en uitvoeren van voedingsaansluitingen geeft Analog Devices gratis de 'ADuC812 User Manual: Hardware Design Guide' uit [1]. Verder valt nog op te merken dat de gekozen spanningsregelaar ADP335 een low-dropout-type is. Bij de maximale uitgangsstroom van 500 mA hoeft de ingangsspanning maar 200 mV hoger te zijn dan de ingangsspanning om toch nog een $\pm 0,9\%$ nauwkeurige regeling te krijgen voor de voeding van de ISAC-kubus. Hierdoor is het mogelijk om de ISAC-kubus met batterijen te voeden die dan ook nog eens heel effectief, 'tot de laatste druppel', worden gebruikt.

De aansluitingen van de opsteek-

print van de ISAC-kubus staan in **Tabel 2**.

De kubus trekt ongeveer 40 mA met aangesloten LED D2 en een voedingsspanning van 9 V.

Constructie van de ISAC-kubus

Ook voor de doorgewinterde elektronik is de constructie van de ISAC-kubus geen eenvoudige zaak. SMD-aansluitingen en SMD-behuizingen wordt steeds vaker toegepast, de IC's worden steeds kleiner en de afstanden tussen de aansluitpennen

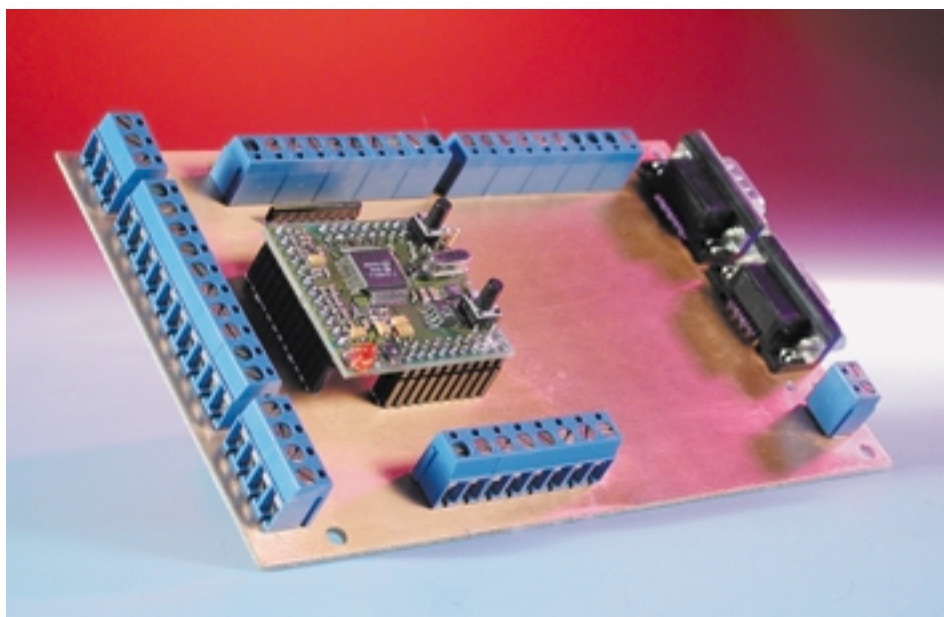
idem dito. Zonder speciaal SMD-gereedschap of een compleet ingerichte SMD-werkplek is het solderen van de componenten op de print van de ISAC-kubus in **figuur 2** praktisch niet te doen.

Om dit project toch voor iedere elektronica-liefhebber mogelijk te maken, hebben de auteurs besloten om alle geïnteresseerde lezers een kant en klaar opgebouwde en geteste kubus aan te bieden. Hierdoor kan de SMD-print als zelfstandige module als een groot en krachtig IC op de vertrouwde manier worden toegepast. De aansluitpennen van de kubus hebben de normale raster-afstand van 2,54 mm.

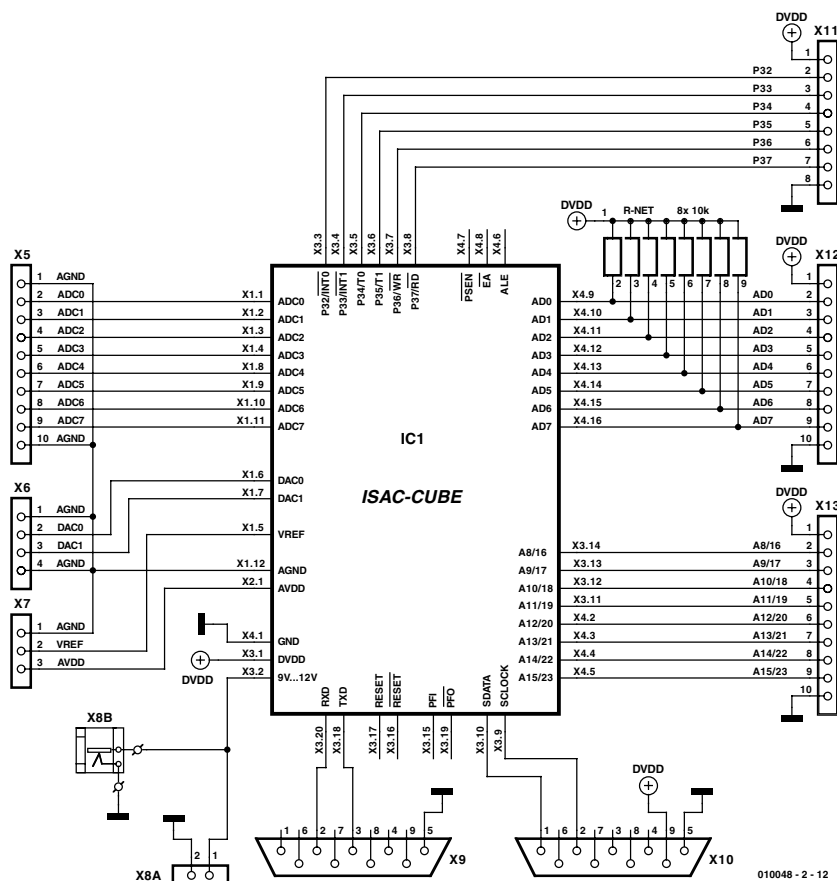
Deze geprepareerde kubus is al voorzien van een geprogrammeerde ADuC812, zodat het gemakkelijk is om er meteen mee aan de slag te gaan. Er is ook een eenvoudige experimenteerprint ontwikkeld, waar de kubus zo ingeprikt kan worden, zodat alle aansluitingen beschikbaar zijn. De basisprint met de ISAC-kubus is te zien in **figuur 3**. Het schema is te zien in **figuur 4**. De print-layout en componentenopstelling zijn in **figuur 5** te zien. Met deze eenvoudige print kunnen de eerste programmeerstappen worden gedaan. Ook kunnen eenvoudige toepassingen worden gerealiseerd. Later in dit project is echter ook nog in een print met meer mogelijkheden voorzien.

Ingebruikname en test

Voor het in bedrijf nemen en een eerste test van de ISAC-kubus is niet veel nodig. Een voedingsspanning van 9 V en een PC (met een terminal-programma) zijn voldoende. Hoe



Figuur 3. De experimenteerprint met de ISAC-kubus erop geprikt.



Figuur 4. Schema van de eenvoudige basisprint.

Onderdelenlijst eenvoudige basisprint

Weerstanden:

R-Net = 8 x 10 k weerstandsnetwerk (RM 2,5)

Diversen:

X5, X6, X7, X8A, X11, X12, X13 = printkroonsteen, 47-polig, enkele rij (RM 5)

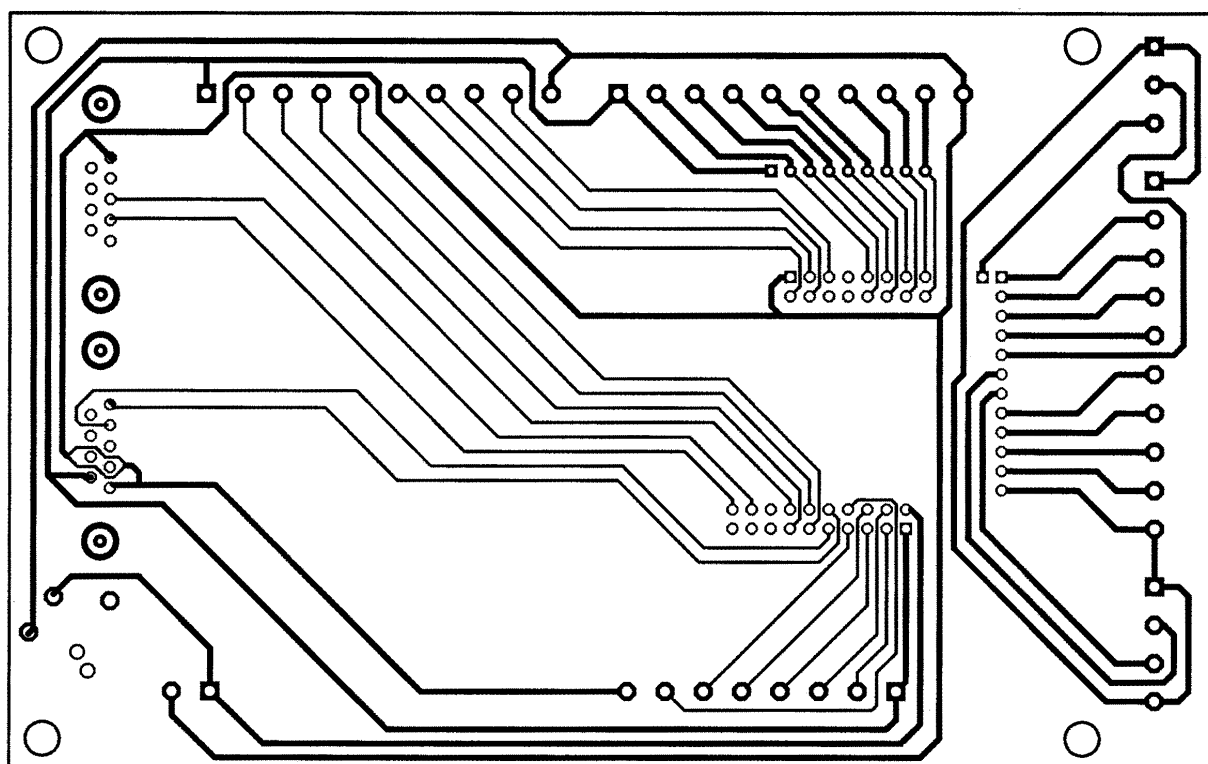
X9 = sub-D-connector male, 9-polig, haaks, voor printmontage (RM 2,5)

X10 = sub-D-connector female, 9-polig, haaks, voor printmontage (RM 2,5)

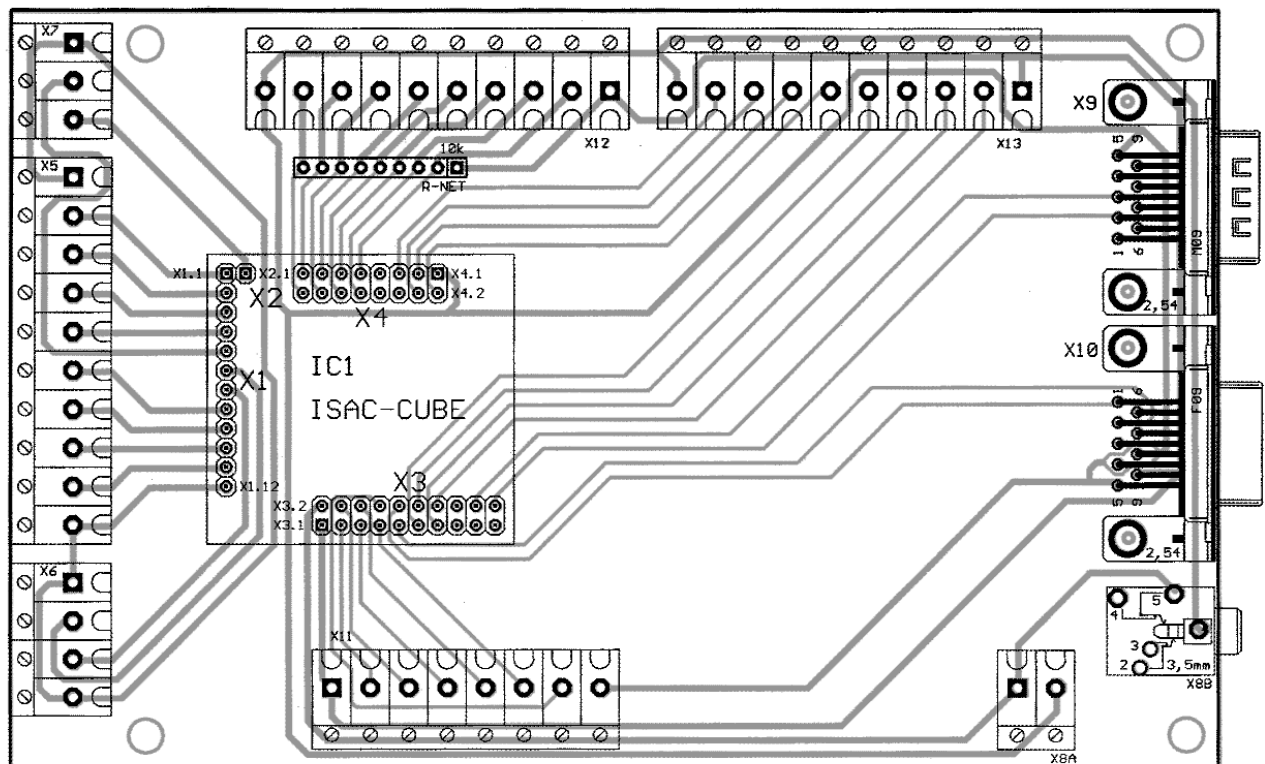
X8 = jackplug-aansluiting 3,5 mm, mono, voor printmontage (RM 2,5)

Header, 15-polig, enkele rij (RM 2,5)

Header, 36-polig, dubbele rij (2 x 18, RM 2,5)



Figuur 5. Layout van de basisprint.



het allemaal aangesloten moet worden, is in **figuur 6** te zien. Begin met het meten van de voedingsstroom, die moet niet veel hoger zijn dan 40 mA.

Druk nu de reset-knop in en kijk wat er op het scherm van de PC verschijnt. Als het goed is, dan komt er een welkomstboodschap van de ADuC812. Deze boodschap komt natuurlijk alleen maar bij een voor-

geprogrammeerde kubus waarbij de ADuC812 al voorzien is van een klein programmaatje. Als je zelf een eigen kubus bouwt, dan is de ADuC812 nog leeg en moet er eerst een gelijksoortig programma worden geladen. Voor de communicatie tussen de kubus en de PC is elk willekeurig terminal-programma te gebruiken, zoals bijvoorbeeld Hyperterminal dat wordt meegeleverd met Windows.

De parameters zijn in ieder geval hetzelfde: 9600 baud, 8 databits, geen pariteit, 1 stop-bit en geen protocol.

Hiermee zijn alle hardware-zaken voor de inzet van de ADuC812 besproken. In het volgende deel van deze ISAC-serie houden we ons bezig met de programmaturomgeving en het schrijven van ons eerste eigen programma.

(010048-2)

Websites:

[1] MicroConverters:

www.analog.com/microconverter

[2] Analog Devices:

www.analog.com

De ISAC-kubus is verkrijgbaar bij:

PalmTec - Mikrocontroller-Lernsysteme

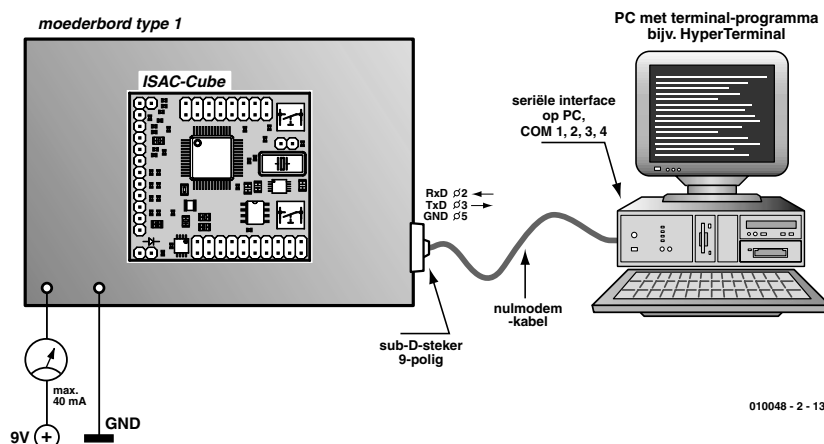
Prof. Dr. Bernd vom Berg

Mintarder Weg 27

45219 Essen

Tel.: 02054/84884

Internet: www.palmtec.de



010048 - 2 - 13

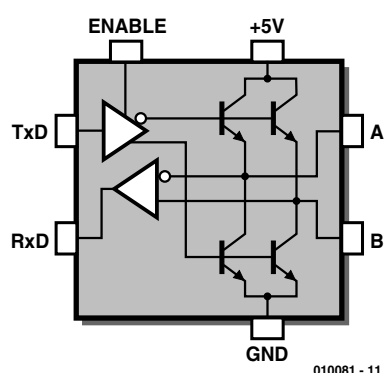
Figuur 6. Aansluitschema voor de eerste test met de ISAC-kubus.

RS485 meets CAN

Twée systemen op één bus

K. J. Thiesler

In het nieuwe veldbusconcept TTP/A (Time Triggered Protocol Type A) worden sinds kort RS485 en CAN naast elkaar op een bus toegepast in auto's en in de automatisering.



Figuur 1. Het inwendige van een RS485-transceiver.

Bij het TTP/A-Protocol is het de bedoeling dat in een bussysteem zowel CAN- als RS485-transceiverbouwstenen naast elkaar als deelnemers samenwerken. Het oorspronkelijke toepassingsgebied van de CAN-bus ligt in de auto-industrie en van de RS485-bus in de industriële automatisering. Met de methode die hier wordt voorgesteld is het mogelijk om beide systemen op een bus te gebruiken met een datasnelheid tot 1 Mbit/s.

CAN en RS485 maken gebruik van ongeveer hetzelfde transportmedium. Beide systemen verzenden differentiële signalen via twisted-pair-kabel. De signaalniveaus zijn echter verschillend, zodat er bij een directe verbinding fouten optreden.

RS485

De bus is lijnvormig en moet aan beide uiteinden afgesloten worden met een weerstand van ongeveer 120 Ω . Een RS485-bouwsteen is voorzien van twee complementaire stuurtrappen die de low/high-signalen laagohmig op de bus zetten. Bij het zenden wordt de TxD-stuurtrap vrijgegeven middels een signaal op de enable-ingang; in rust is de zender-stuurtrap hoogohmig afgeschakeld, zodat de andere busdeelnemers dan de bus kunnen gebruiken. In **figuur 1** is de inwendige opbouw van een RS485-transceiver te zien. Een digitaal signaal aan de ingang verschijnt weer als een differentieel signaal op de bus. Een hoog niveau (logische één) wordt omgezet naar een positief differentieel signaal ($U_A > U_B$) en een laag signaal (logische nul) geeft dan een negatieve differentieële spanning ($U_A < U_B$). De niveaus van hoog en laag zijn bij RS485 gelijkwaardig. Deze symmetrie geeft een schoon signaal en laat een busfrequentie toe tot 12 Mbit/s. Een nadeel is de enable-ingang voor het in- of uitschakelen van de stuurtrap.

In **figuur 2** zijn de absolute busniveaus naast elkaar te zien. De getoonde waarden zijn benaderingen die kunnen veranderen al naar gelang de toegepaste kabel en het soort verbinding. Daarentegen zijn de relatieve waarden in **tabel 1** grenswaarden die zijn vastgelegd

in het communicatieprotocol, zodat alle gebruikers van de bus met elkaar kunnen communiceren. De fysieke lengte van de bus heeft invloed op de maximale transportfrequentie. Als bovengrens geldt 1200 m met 93,7 Kbit/s en maximaal 32 deelnemers. Met behulp van repeaters (tussenversterkers) zijn vier groepen van elk 32 deelnemers mogelijk. Typische RS485-bouwstenen zijn de SN75176 van Texas Instruments en de MAX485 van Maxim.

CAN

De CAN-bus werd in 1981 door Bosch en Intel ontwikkeld voor het bedraden van auto-elektronica-modulen. Inmiddels is dit oorspronkelijke domein verlaten en is de CAN-bus ook in huishoudelijke apparatuur en in industriële besturingen te vinden. De beschrijving van het transfer-protocol beschrijft het CAN-sigitaal met een dominant en een recessief spanningsniveau. Een laag niveau (logisch nul) komt overeen met een positief verschilsignaal ($U_{CANH} > U_{CANL}$); dit is het dominante (eersterangs) busniveau. Een hoog niveau (logisch één) komt overeen met een klein verschilsignaal ($U_{CANH} \approx U_{CANL}$) en dit is het recessieve (tweederangs) busniveau. In **figuur 3** is de inwendige opbouw van een CAN-bouwsteen weergegeven. Het dominante laagniveau kan het recessieve hoogniveau overschrijven zonder een botsing of storing te veroorzaken. Daar is geen enable-sigitaal voor nodig. De duidelijk hogere uitgangsweerstand beperkt de hoogste transportsnelheid echter tot 1 Mbit/s.

De fysieke CAN-bus ziet er net zo uit als de RS485-bus. Hij bestaat uit twisted-pair-kabel,

afgesloten met 120-Ω-weerstanden aan beide einden om de karakteristieke impedantie van 120 Ω vast te houden. Het absolute en het relatieve signaalniveau zijn in **figuur 4** weergegeven en nog eens in **tabel 2** samengevat. Ook hier zijn alleen de differentieële spanningen, de spanningsverschillen tussen de twee draden van de bus, belangrijk omdat de absolute waarden slechts startwaarden zijn die afhankelijk zijn van de topografie en de deelnemers.

De fysieke lengte van de bus wordt beperkt door de speciale wijze van bus-arbitrage van de CAN-signalen en door de looptijd van het signaal. Bij een overdrachtssnelheid van 1 Mbit/s is de maximale lengte 30 m. Die snelheid zakt tot 62,5 Kbit/s bij een lengte van 1000 m.

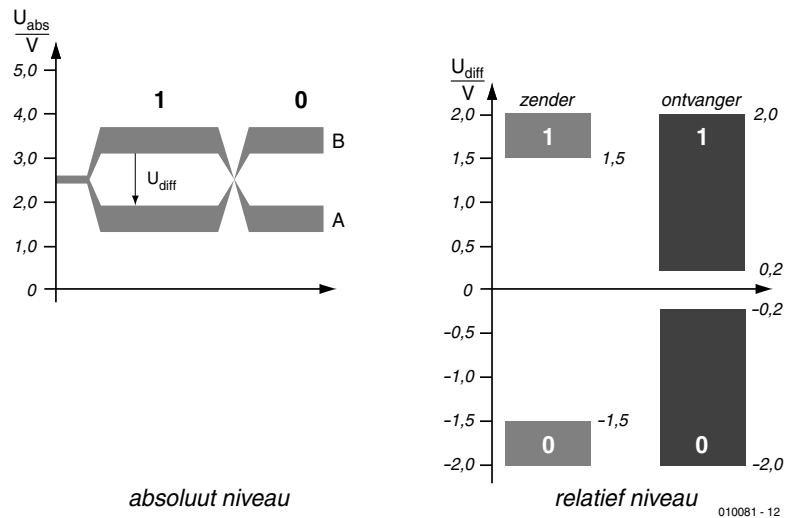
Bekende bouwstenen voor een CAN-transceiver zijn de SN75LBC031 van Texas Instruments en de PCA82C250 van Philips.

Koppeling

CAN en RS485 lijken behoorlijk op elkaar. Het transport van data is in beide systemen differentieel. De niveaus overlappen gedeeltelijk, zowel in absolute zin als in het differentieële bereik. Het transportmedium is identiek. De karakteristieke impedantie ligt tussen 100 Ω en 120 Ω. De RS485-driver bestaat uit twee complementaire eindtrappen. Bij de CAN-transmitter daarentegen worden er twee open-collector-transistors gebruikt om de signalen op de bus te zetten.

Door de symmetrie aan de uitgang in beide eindtrappen kan men met RS485 een significant snellere gegevensoverdracht krijgen dan met CAN mogelijk is. Samengevat verschillen beide standaards dan alleen nog maar behoorlijk in de signaalniveaus op de bus. Een CAN-receiver kan zonder meer het niveau van het RS485-protocol interpreteren, maar omgekeerd gaat het mis. Een RS485-ontvanger herkent alleen het laagniveau van een CAN-zender op de juiste wijze. Het CAN-hoog-signaal daarentegen valt helemaal in het ongedefinieerde bereik van de RS485-niveaus.

Om er voor te zorgen dat de RS485-ontvanger het CAN-H-signaal juist interpreteert, moet dat signaal minstens 0,25 V in de negatieve richting worden opgeschoven. Dat is met een 470-Ω-pulldown-weerstand te doen. Om er voor te zorgen dat de signaalniveaus weer symmetrisch rond 2,5 V liggen, wordt het CAN-L-signaal met dezelfde waarde verhoogd. De CAN-L-draad krijgt een 470-Ω-pullup-weerstand. De enable-status die dient om de complementaire driver-trappen bij ontvangst uit te schakelen, zit ons bij de RS485-signaaloverdracht nog in de weg. Door de ingang van de RS485-bouwsteen anders aan



Figuur 2. Busniveaus bij RS485.

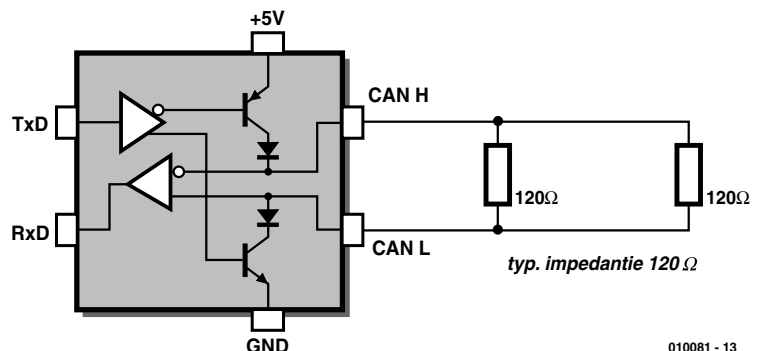
Voor de werking van het geheel zijn de verschilwaarden van belang die bij alle bouwstenen hetzelfde zijn. De absolute waarden daarentegen spelen een ondergeschikte rol, die variëren behoorlijk al naar gelang component, belasting en exemplaar.

Relatieve RS485-busniveaus

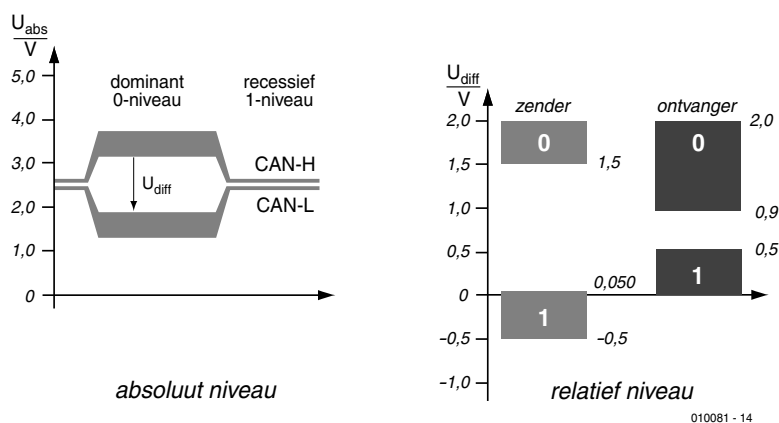
U_{DIFF}	H-niveau	L-niveau
Receiver/ontvanger	0,2...2,0 V	-0,2...-2,0 V
Transmitter/zender	1,5...2,0 V	-1,5...-2,0 V

Relatieve CAN-busniveaus

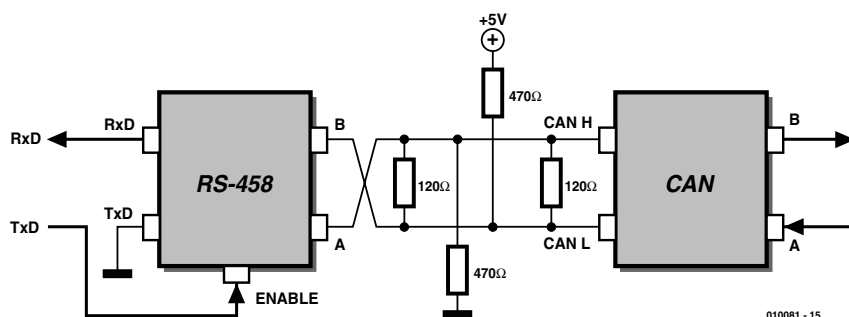
U_{DIFF}	recessief H-niveau	dominant L-niveau
Receiver/ontvanger	0...0,50 V	0,90...2,00 V
Transmitter/zender	0,05...-0,50 V	1,50...2,00 V



Figuur 3. Het inwendige van een CAN-transceiver.



Figuur 4. Relatieve en absolute busniveaus.



Figuur 5. Gewogen CAN-veldbus met tristate-sturing van de RS485-driver.

te sluiten kunnen de complementaire drivers in plaats van in tri-state mode nu als open-collector-drivers gebruikt worden. De enable-ingang wordt als data-ingang gebruikt terwijl de TxD-ingang op GND-potentiaal is aangesloten. Bij een logische één schakelt de driver in en sluit het logische nul-sigitaal (GND) aan op de TxD-ingang op de bus. Bij een logische nul staat de driver uit en dan worden beide uitgangen hoogohmig. De uitgangen zijn nu echter geïnverteerd ten opzichte van wat in het transportprotocol is afgesproken. Geen probleem: door de ingangen A en B te verwisselen is dat probleem weer opgelost. De complete schakeling van een gecombineerde bus zoals hierboven besproken, is in **figuur 5** te bewonderen.

al opgelost. Er is nu echter geen sprake meer van dominante en recessieve niveaus. Dit gecombineerde veldbusprincipe wordt daarom ook wel als gewogen CAN aangeduid. Bitsnelheden van 1 Mbit/s zijn nu geen probleem. Ondanks de koppelingsweerstand lijden de signaalfanken niet onder de iets hogere belasting.

Zonder de uitwendige pull-up/pull-down weerstanden heeft het netwerk een weerstand van 60 Ω, met deze weerstanden 48 Ω. De werking van de twee 470-Ω-weerstanden wordt duidelijk bij de spreiding tussen de twee kanalen, die bij -0,3 V ligt. Normaal gesproken zouden beide kanalen het met hun recessieve CAN-H-niveau en het uitgeschakelde RS485-H-nivo afleggen.

(010081)

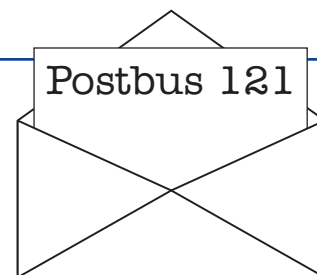
Conclusie

Met de twee extra weerstanden en de andere aansluiting aan de ingang van de RS485-driver is het probleem

Alleen vragen of opmerkingen die voor meer lezers interessant zijn en die betrekking hebben op Elektuur-publicaties niet ouder dan 2 jaar, komen voor beantwoording in aanmerking. Gezien de hoeveelheid kunnen helaas niet alle brieven worden beantwoord en kan

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

Stuur uw brief naar Postbus 121,
6190 AC BEEK.



Printen maken

Wat heb ik nodig om relatief goedkoop zelf de printen te maken die in Elektuur verschijnen? En hoe gaat dat in zijn werk?

W. Vandermeiren

Lees bijvoorbeeld de artikelen 'Printen ontwerpen' uit Elektuur april '99 en 'Zelf printen maken' van november '94 door en laat u door uw handelaar informeren over de beschikbare materialen.

Motoracculader

Het loopt weer tegen de winter. Daarom ben ik voor mijn motorfiets op zoek naar een lader die tijdens de winterstop het onderhoud van de accu voor zijn rekening neemt. Kunt u mij helpen aan een geschikte zelfbouwschakeling?

J. Puls

U kunt kiezen uit twee schakelingen: de 'Motoracculader' van september '94 en de 'Onderhoudslader' van december '97. Beide laders zijn bedoeld om 's winters permanent op de accu aangesloten te blijven en houden de accu in topconditie zonder kans op overlading.

Elektronisch kompas

Wij zijn bezig met het bouwen van een robot. Om de richting van de robot te bepalen en deze de goede kant op te sturen, ben ik op zoek naar een elektronisch kompas. Maar ik kan zoiets nergens vinden. Alle elektronicawinkels sturen me door naar een outdoorzaak. Ik heb gehoord dat er ooit eentje in Elektuur is beschreven. Ik ben benieuwd of dat waar is.

Crisley Espoza

In Elektuur komen de meest uiteenlopende onderwerpen aan bod, zo blijkt maar weer eens. Een zelfbouwontwerp van een elektronisch kompas is te vinden in de Elektuuruitleg van september '96. In het oktobernummer van hetzelfde jaar is nog een beschrijving gegeven van de analoge kompassensor 6070.

Accu-revitalisator

De in het afgelopen septembernummer beschreven accu-revitalisator is een leuk project, maar roept bij mij een paar vraagtekens op.

- Levert elco C2 de hele stroom door de opslingerspoel? Zo ja, dan moet er wel sprake zijn van een flinke rimpelspanning.

- Waarvoor dient punt A? Is dit misschien bestemd voor aansluiting van een druppellader?

- De print-layout verdient geen schoonheidsprijs. Wat is de reden?

- Verder merk ik nog op dat een gezonde accu geen 12 V levert, maar 13,4...13,7 V.

S. Groenenberg

- C2 levert inderdaad de hele energie voor de puls, dat is mogelijk omdat de *gemiddeld* benodigde energie niet zo groot is, aangezien de puls maar kort is ten opzichte van de herhalingsfrequentie. Er verschijnt inderdaad een rimpel op de spanning over C2, maar dat is in dit geval volstrekt onbelangrijk; het gaat hier immers niet om een gestabiliseerde voeding.

- Punt A zijn we in de tekst helaas vergeten te belichten. Dit punt is bedoeld om een eenvoudige ongestabiliseerde netadapter (12 V/300...500 mA) aan te sluiten als lader.

- Bij het afdrukken van de print-layout in het blad is helaas iets misgegaan, waardoor hij er wat merkwaardig uitziet.

Hieronder een 'normale' afdruk van de layout.

- Een gezonde 12-V-accu levert zeker geen 13,7 V. Dat doet hij alleen als hij net van de lader is losgekoppeld. Normaliter staat zo'n accu in geladen toestand op een spanning van ca. 12,5 V

Luidsprekerbeveiliging

Van een verkoper in een luidsprekerzaak hoorde ik dat jullie in het verleden een ontwerp van een speakerbeveiliging hebben gepubliceerd, waarbij er geen relais in serie met de luidspreker zit. Voor een dergelijke schakeling heb ik grote belangstelling.

Hans de Grom

Waarschijnlijk doelde de bewuste verkoper op de beveiligingsschakeling die we destijds hebben ontworpen voor 'The current amp', een speciale eindversterker voor bandluidsprekers. In die beveiliging zitten inderdaad geen relais, maar worden in geval van calamiteiten de voedingslijnen door middel van triacs kortgesloten. Genoemde eindversterker is beschreven in november/december '92.

Crescendo ME

Het artikel over de Crescendo-versterker uit april '01 roept bij mij een paar vragen op, waarvan ik hoop dat jullie ze kunnen beantwoorden.

1) Mag, kan of moet de combina-

tie R36/C11 worden weggelaten en wat is het effect hiervan?

2) Moet de ruststroom van de versterker belast of onbelast worden afgeregeld?

3) Ik zou graag een bestaande voedingstrafo willen gebruiken van 2 x 24 V/6 A. Is dat mogelijk?

Gert-Jan de Laat

1) Het Boucherot-netwerk kan zondermeer vervallen, zoals in de tekst staat vermeld. Zoals gebruikelijk bij een eindversterker, was hier op voorhand ruimte voor gereserveerd op de print, maar het effect van het netwerk is bij deze versterker nihil.

2) Het beste is altijd om onbelast af te regelen.

3) Wij zijn uitgegaan van een trafo met 2 x 35 V. U kunt geen 2 x 24 V gebruiken. Twee oplossingen: U gaat naar een trafofabrikant en laat de secundaire bijwikkelen tot 2 x 35 V. Of u koopt een trafo van 2 x 9 V met dezelfde uitgangsstroom en schakelt de wikkelingen hiervan in serie met het exemplaar van 2 x 24 V. Let in het laatste geval wel op de juiste fase, zodat de 9 V er aan beide kanten echt bij wordt opgeteld en niet van wordt afgetrokken!

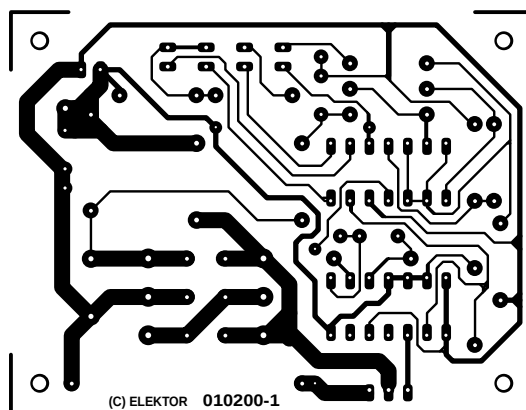
Motorfietsintercom

Ik ben naarstig op zoek naar een intercom-schakeling die ongeveer een jaar of vier geleden in jullie blad heeft gestaan. Deze was speciaal bedoeld voor motorfietsen en had als bijzonderheid dat er gebruik werd gemaakt van twee microfoons; een voor het normale geluid en een om het motorgeruis in tegenfase toe te voegen, zodat dit geruis werd vermindert.

Weet u nog wanneer bedoelde schakeling gepubliceerd is?

Tonio de Jong

De tijd gaat soms sneller dan we denken. De schakeling die u bedoelt is de 'selektieve motorfietsintercom' gepubliceerd in april '87 (pag. 55...57). Dus geen vier maar veertien jaar geleden!



(C) ELEKTOR 010200-1

PC-surround-eindversterker

Uitgevoerd als 6-kanaals insteekkaart

techniek: Ton Giesberts

tekst: Sjef van Rooij

naar een idee van Maurice Ghanem

Deze 6-kanaals versterker is zo uitgevoerd dat hij in een ISA- of PCI-connector geplaatst kan worden en vanuit de PC zijn voeding betreft. In combinatie met een stel (eventueel zelfgebouwde) luidsprekerboxen kan zo een betaalbaar en niettemin prima klinkend PC-surroundsysteem worden gerealiseerd.

Hoewel de meeste PC's al lang geflankeerd worden door luidsprekers, komt er met de toenemende populariteit van DVD-drives nog een dimensie bij. Wanneer de PC is voorzien van een 5-kanaals software-player en een geluidskaart met 5-kanaals uitgang, kan het audiodeel worden uitgebouwd tot een compleet surround-systeem.

niet actief, zodat men weer men een ander probleem zit: hoe kunnen we een dergelijk surround-systeem op simpele wijze zelf 'activeren'?

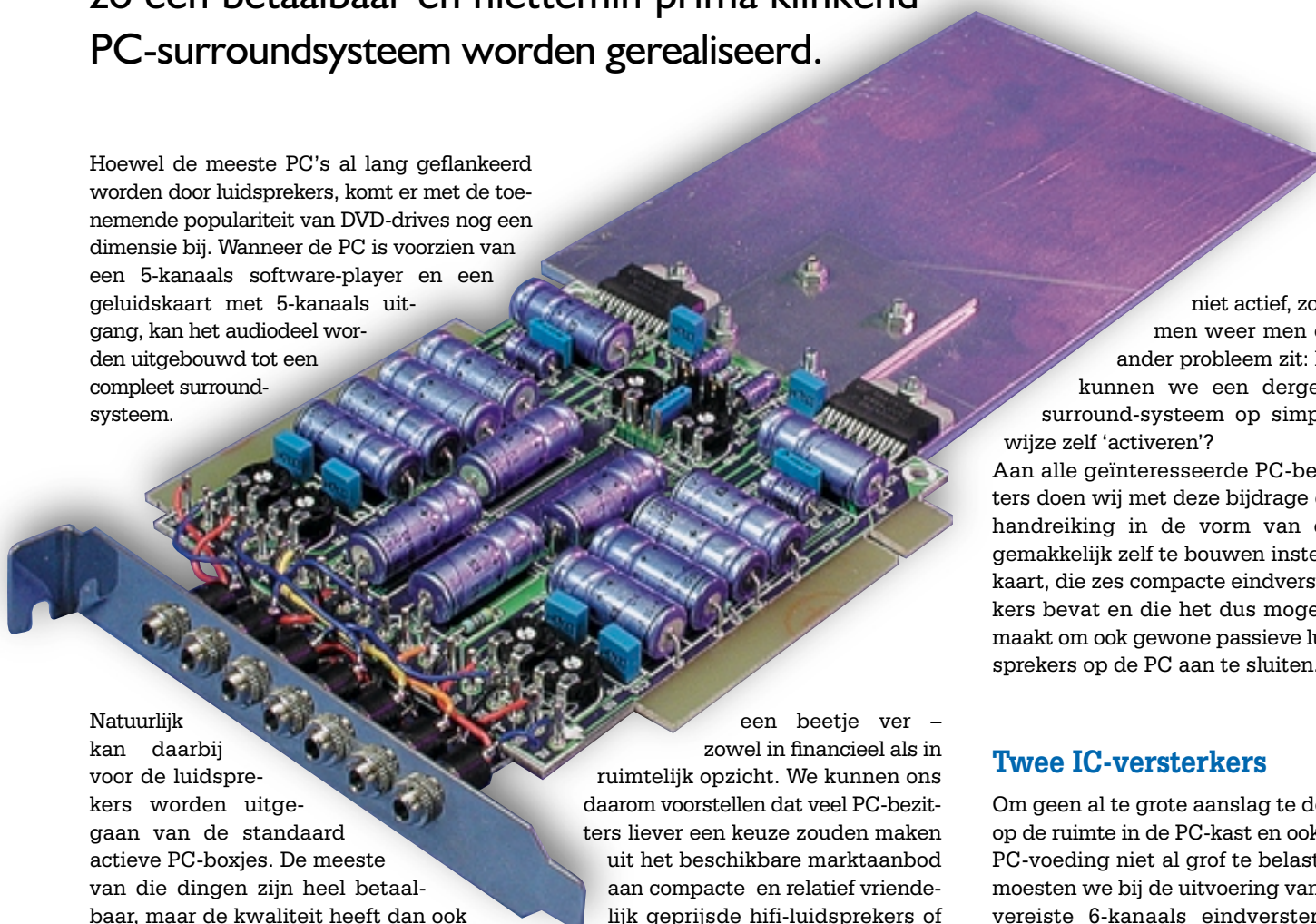
Aan alle geïnteresseerde PC-bezitters doen wij met deze bijdrage een handreiking in de vorm van een gemakkelijk zelf te bouwen insteekkaart, die zes compacte eindversterkers bevat en die het dus mogelijk maakt om ook gewone passieve luidsprekers op de PC aan te sluiten.

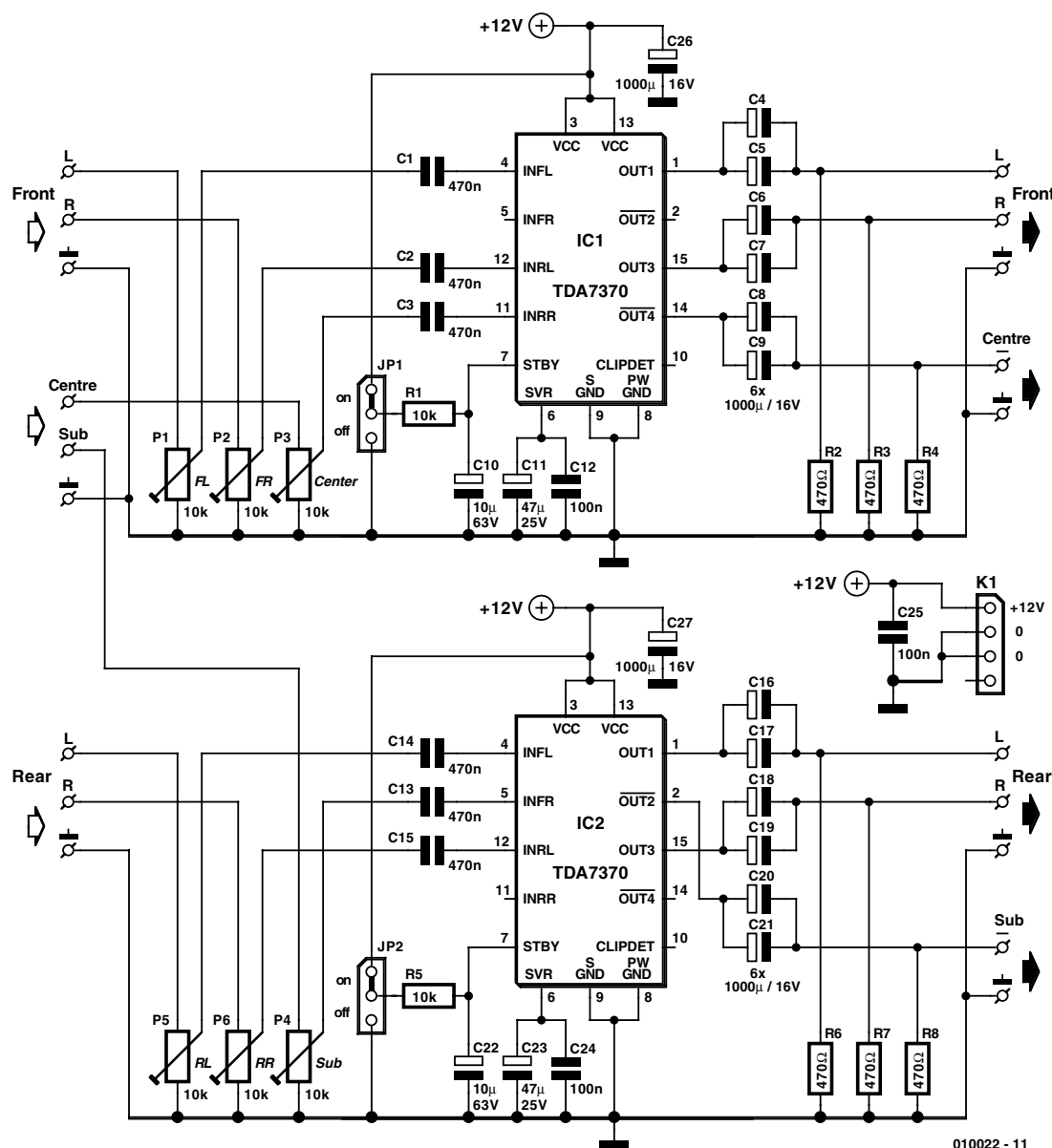
Natuurlijk kan daarbij voor de luidsprekers worden uitgegaan van de standaard actieve PC-boxjes. De meeste van die dingen zijn heel betaalbaar, maar de kwaliteit heeft dan ook weinig met het begrip 'hifi' te maken. Wat dan? Om een complete set actieve huiskamer-hifispeakers aan de PC te knopen gaat ook

een beetje ver – zowel in financieel als in ruimtelijk opzicht. We kunnen ons daarom voorstellen dat veel PC-bezitters liever een keuze zouden maken uit het beschikbare marktaanbod aan compacte en relatief vriendelijk geprijsde hifi-luidsprekers of eventueel zelf een stel geschikte boxjes willen bouwen. Alleen zijn dat soort luidsprekerboxen doorgaans

Twee IC-versterkers

Om geen al te grote aanslag te doen op de ruimte in de PC-kast en ook de PC-voeding niet al grof te belasten, moesten we bij de uitvoering van de vereiste 6-kanaals eindversterker uiteraard enige bescheidenheid betrachten. Grote vermogens zijn voor deze toepassing ook niet echt





010022 - 11

Figuur 1. Voor een 6-kanaals eindversterker mag dit rustig een supersimpele schakeling worden genoemd.

nodig, aangezien PC-gebruikers nu eenmaal vlak bij de luidsprekers zitten en er een quadratisch verband bestaat tussen luisterafstand en noodzakelijk versterkervermogen. Om op 5 meter afstand dezelfde geluidsdruk te produceren als op 1 meter, is daarom 25 keer zoveel vermogen vereist. Voor PC-gebruik is dus eigenlijk niet meer dan 1 of 2 watt per kanaal nodig.

Wij hebben voor deze surround-versterker onze toevlucht genomen tot twee geïntegreerde 'quad power amplifiers' van het type TDA7370B, die van huis uit bedoeld zijn voor gebruik in de auto. Die hebben het voordeel dat ze zijn ontworpen voor

een voedingsspanning van 12 V, en kunnen bij die spanning een dikke 3 watt per kanaal aan 4 Ω leveren of 1,5 watt aan 8 Ω . Dat lijkt misschien wat mager, maar in de praktijk zal elke PC-gebruiker ervaren dat dit vermogen ruimschoots voldoende is om oorverdovende geluidsniveaus te produceren.

Simpel schema

Het grote voordeel van IC-eindversterkers is dat alles al is 'voorgekookt' door de fabrikant (in dit geval SGS-Thomson) en dat dit soort IC's doorgaans is uitgerust met een hele

rits beveiligingscircuits. Ze zijn daardoor onder normale omstandigheden nauwelijks stuk te krijgen en stellen zich tevreden met een minimum aan externe componenten. Dat laatste is bijna een 'must' als je zoals in ons geval een en ander als PC-insteekkaart wilt uitvoeren.

Hoe eenvoudig een 6-kanaals IC-eindversterker er uit kan zien wordt meteen duidelijk bij een blik op **figuur 1**, waar het complete schema van het hier beschreven ontwerp is afgedrukt. Naast de twee IC's en de onvermijdelijke in- en uitgangs- en ontkoppelcondensatoren, telt de schakeling eigenlijk alleen maar een zestal instelpots voor het ingangsniveau. Dat laatste is nodig om eventuele verschillen in rendement van de luidsprekers en mogelijk andere afwijkingen

Prestaties

Het formaat en de kostprijs in aanmerking genomen, zijn de prestaties van deze mini-surroundversterker zonder meer verbluffend. Toen we er voor een eerste test een stel hifi-luidsprekers op hadden aangesloten, geloofde in eerste instantie niemand dat al dat geluid echt door dat nietige PC-kaartje werd geproduceerd. Het geluidsbeeld is heel volwassen en volumineus en je hebt geen moment het idee dat je iets tekort komt, noch qua kwaliteit noch qua vermogen.

Om degenen tevreden te stellen die niet zonder cijfers kunnen, hebben we ook wat metingen aan de versterker verricht. Niet te veel natuurlijk, want tenslotte gaat het hier niet om een ontwerp met highend-aspiraties. Bovendien vormt de compacte constructie van zes kanalen op één print natuurlijk zowiezo een belemmering voor een optimale kanaalscheiding en overspraak.

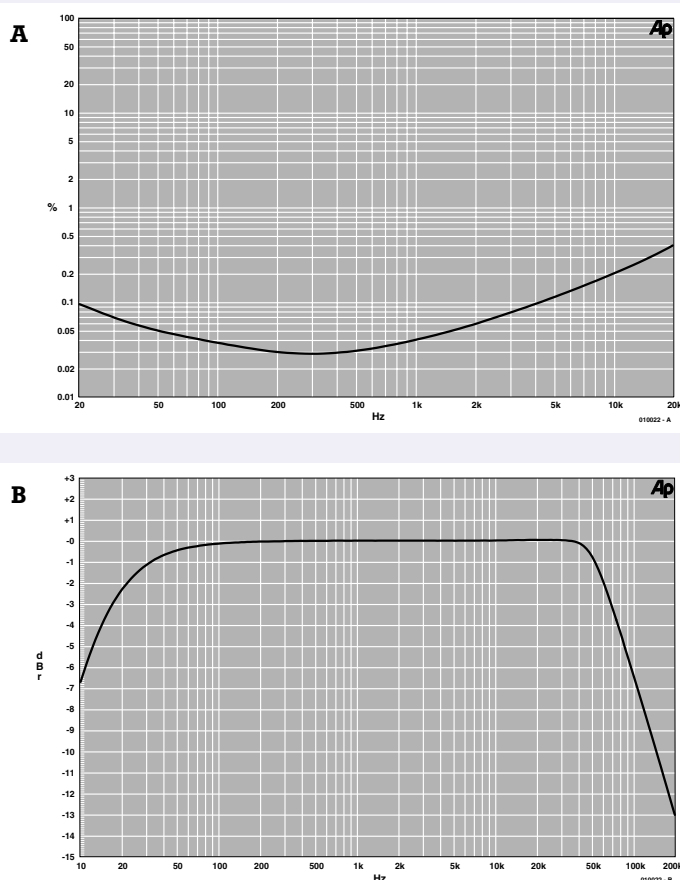
Eerst een kort cijferlijstje, gemeten bij een voedingsspanning van 12 V en een belasting van 8 Ω :

- ingangsgevoeligheid: 0,38 V_{eff}.
- P_{max.} (THD+N = 0,1%): 1,8 W
- THD+N (1 kHz/1,5 W): 0,04%
- (20 kHz/1,5 W): 0,4%
- bandbreedte (-3 dB): 17 Hz...70 kHz
- ruststroom: 0,24 A

Volledigheidshalve hebben we ook nog twee curves voor u opgetekend. Curve **A** toont de vervorming als functie van de ingangsfrequentie bij een bandbreedte van 80 kHz.

Zoals te zien een mooi rustig verloop, zonder rare uitschieters. De interne beveiligingen maken dat de vervorming bij dit soort IC-versterkers altijd wat aan de hoge kant is, maar niet zodanig dat er reden tot ongerustheid is.

In curve **B** zien we de amplitude als functie van de frequentie: keurig recht met kantelpunten op 17 Hz en 70 kHz. Het hoge kantelpunt wordt geheel door het inwendige van de TDA7370B bepaald. Bij het lage kantelpunt spelen de in- en uitgangscapacitors natuurlijk een belangrijke rol.



weg te kunnen regelen.

Een TDA7370B bevat vier versterkers, waarvan er hier drie worden gebruikt; we hebben er immers in totaal maar zes nodig. IC1 verzorgt de versterking van de beide Front-kanalen en het Center-kanaal, IC2 neemt de twee Rear-signalen en het Subwoofer-kanaal voor zijn rekening.

Bij het aansluiten van de luidsprekers dient wel goed op de polariteit te worden gelet. De TDA7370B is namelijk zo opgezet dat de vier eindtrappen heel gemakkelijk tot twee brugversterkers kunnen worden getransformeerd. Daarom zijn de versterkeruitgangen OUT2 en OUT4 geïnverteerd ten opzichte van OUT1 en OUT3. In ons geval houdt dit in dat de polariteit van de Center- en Subwoofer-speakers moet worden omgekeerd ten opzichte van de rest. Vandaar de min-tekens bij de desbetreffende aansluitingen.

Nog even een paar details. Dat de uitgangselco's hier steeds bestaan uit een parallel-schakeling van twee exemplaren heeft twee redenen. In de eerste plaats neemt hierdoor

de serieweerstand en parasitaire zelfinductie af. Maar de belangrijkste reden is dat we de print graag zo plat mogelijk wilden hebben en de diameter van 1000- μ -elco's nu eenmaal een stuk kleiner is dan van 2200- μ -exemplaren. Voorts zijn de weerstanden R2...R4 en R6...R8 toegevoegd om de uitgangscapacitors te laden, zodat geen hinderlijke knal- of plop-effecten hoorbaar worden als na het inschakelen van de versterker de luidsprekers worden aangesloten.

Met JP1 en JP2, tenslotte, kunnen de beide TDA's op standby geschakeld worden. Dit kan nuttig zijn als men de eindversterkerkaart een tijdlang niet gebruikt, want de ruststroom wordt dan gereduceerd tot ongeveer 1 μ A per IC. Onder het motto 'wees zuinig met energie' is het zelfs aan te bevelen om de jumpers te vervangen door kleine schakelaars. Het in-

en uitschakelen van de standby-stand gebeurt overigens ook geheel 'plopvrij'; men hoeft dus niet benauwd te zijn dat de aangesloten luidsprekers worden beschadigd.

Print

De in **figuur 2** afgebeelde print is heel bewust zodanig ontworpen dat hij probleemloos in een ISA- of PCI-slot van de PC kan worden geplaatst. De opbouw van de print is een fluitje van een cent, want welbeschouwd zitten er maar heel weinig onderdelen op. Er bevinden zich acht draadbruggen op de print, daar kunt u het beste mee beginnen. Met de montage van de beide IC's is het even opletten geblazen; dat komt zometeen uitgebreid aan de orde in het hoofdstuk 'koeling'.

De aansluitbussen zijn met opzet

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R5 = 10 k
R2...R4, R6...R8 = 470 W
P1...P6 = 10 k instel

Condensatoren:

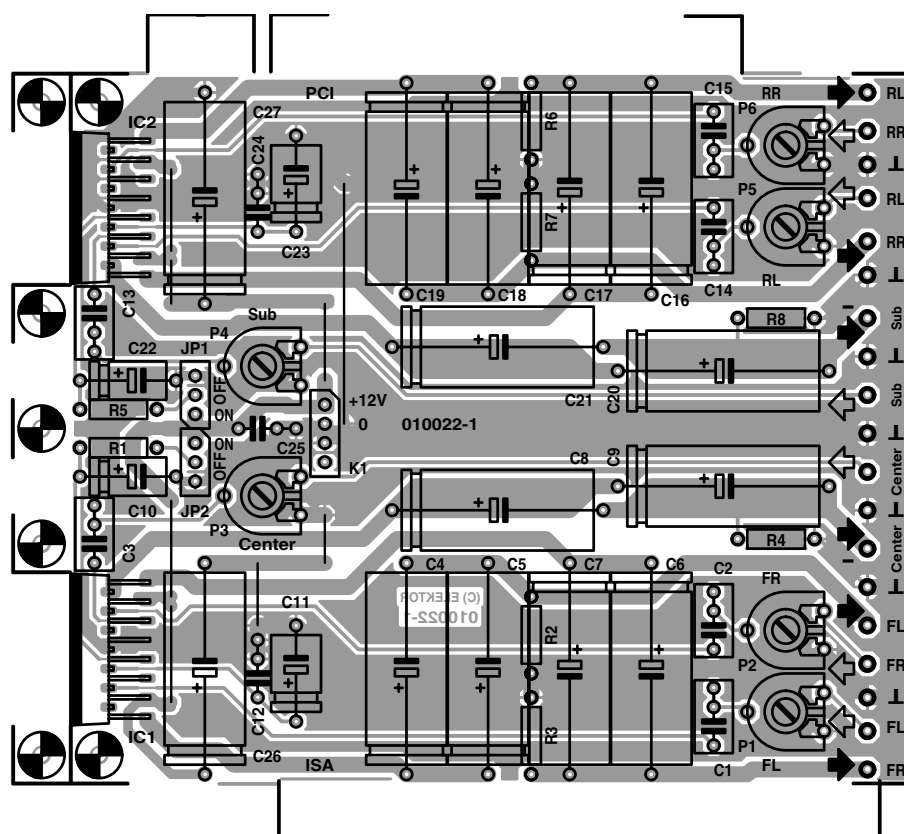
C1...C3, C13...C15 = 470 n
C4...C9, C16...C21, C26, C27 =
1000 m/16 V axiaal, diam. 10
mm/steek 28 mm
C10, C22 = 10 m/63 V axiaal
C11, C23 = 47 m/25 V axiaal
C12, C24, C25 = 100 n

Halfgeleiders:

IC1, IC2 = TDA7370B ST

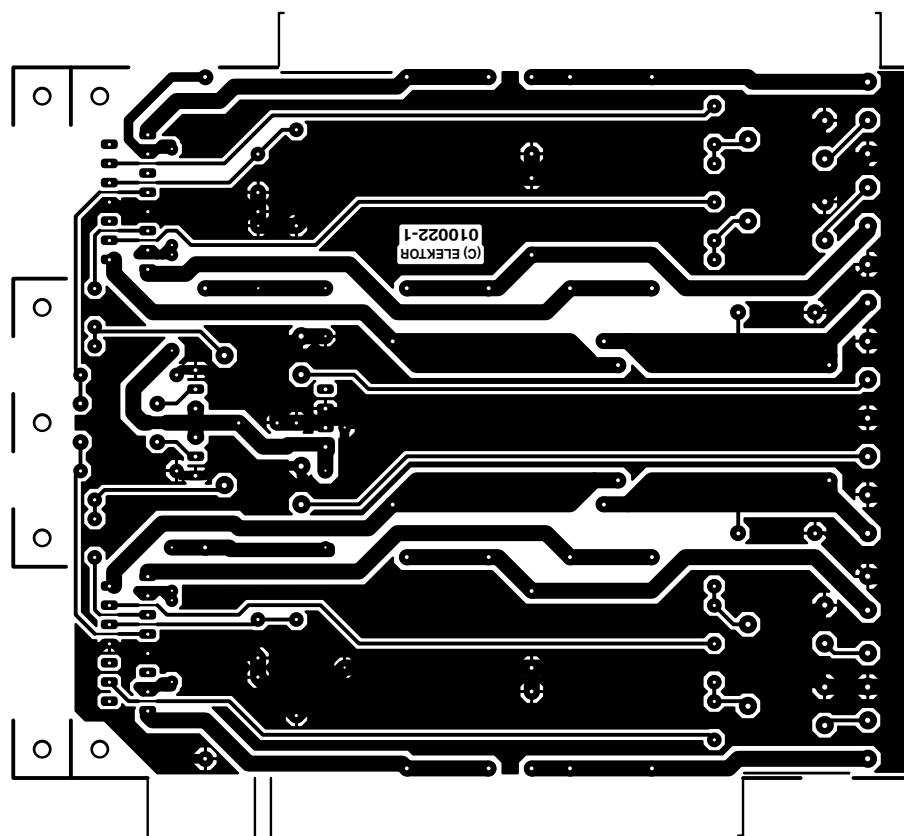
Diversen:

JP1, JP2 = 3-polige pinheader +
jumper
K1 = 4-polige pinheader
7 x 3,5 mm stereo-jack voor
chassismontage
PC-bracket

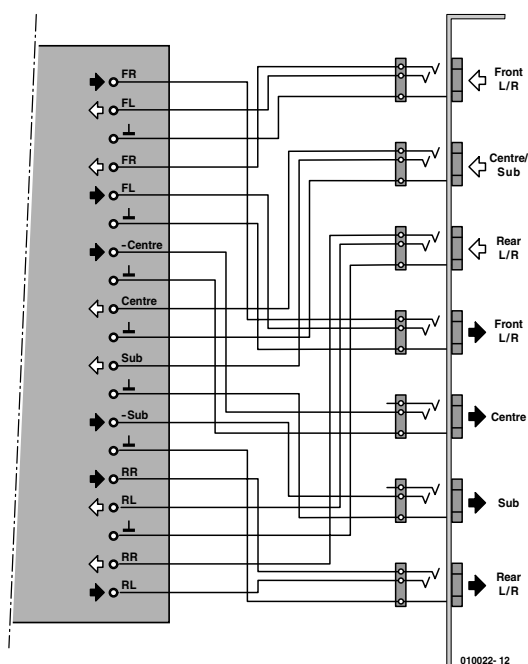


niet op de print gemonteerd, zodat iedereen zelf kan beslissen hoe de in- en uitgangen worden uitgevoerd. Voor ons proefmodel hebben we een losse bracket genomen en daarop zeven 3,5 mm jacks voor chassismontage bevestigd, zodanig dat het geheel in elke PC past. Als hartafstand tussen de jack-connectors hebben we 10 mm aangehouden. In **figuur 3** in geschetst hoe de bedrading van een en ander verloopt.

Het is vanzelfsprekend niet verplicht om de versterkerprint in de PC in te bouwen. Er is bijvoorbeeld geen enkel bezwaar tegen om hem als standalone-apparaat uit te voeren en hem samen met een geschikte voeding in een afzonderlijke behuizing onder te brengen. Dat heeft zelfs voordelen. In de eerste plaats heeft men dan de vrijheid een iets hogere voedingsspanning toe te passen en zodoende het uitgangsvermogen nog wat op te krikken. Bij de gangbare spanning van 14,4 V levert de TDA7370B 5 watt aan 4 Ω en bij de maximale voedingspanning van 18 V zelfs 8 watt. Voorts hoeven bij plaatsing buiten de PC geen moeilijke toeren met de koeling te worden uitgehaald en kunnen de IC's van een normaal koellichaam worden voorzien.



Figuur 2. De print is als PC-kaart uitgevoerd. De layout wordt gedomineerd door de grote hoeveelheid elco's.



Figuur 3. Voor de aansluitingen zijn bij het proefmodel 3,5 mm jacks gebruikt.

Koeling

Omdat we bij inbouw in de PC nu eenmaal gedwongen zijn de ruimte in de diepte te zoeken, moet de voor de IC's benodigde koelplaat echt op maat worden gemaakt. Om het formaat nog enigszins acceptabel te houden, hebben we hem gedimensioneerd op de bij muziekweergave optredende dissipatie en niet op maximale uitsturing van zes kanalen met een sinusgenerator – dat laatste is trouwens ook niet bijster realistisch.

De beide foto's van **figuur 4** laten vrij goed zien wat de bedoeling is. Als basis is een 3 mm dikke aluminium plaat genomen van ca. 15,5 x 9,5 cm, waartegen de (vlakliggende) IC's worden geschroefd, terwijl de koelplaat op zijn beurt weer met een klein hulpplaatje aan de rand van de print wordt vastgeschroefd. De constructie is op zich niet echt moeilijk, maar er zijn een aantal dingen die de nodige aandacht vragen.

Om te beginnen moeten de pennen van de IC's naar achter worden gebogen, zodat ze liggend kunnen worden gemonteerd. Dat kan het beste gebeuren door eerst de achterste rij pennen met behulp van een recht stukje metaal om te buigen en daarna de voorste rij. Ondersteun daarbij de pennen op de plaats waar ze de IC-behuizing verlaten, met een dunne maar stevige metalen rand, zodat bij het buigen de behuizing niet wordt beschadigd. Als dit klusje naar behoren geklaard is, steken de pennen nog ver genoeg door de print om ze goed te kunnen solderen. Dat sol-

deren gebeurt trouwens pas als de koelplaat en de IC's met schroeven op hun plaats zijn bevestigd.

De twee stukken print die zich net onder de nu vlakliggende IC's bevinden, worden met behulp van een figuurzaag verwijderd, zodat van deze printrand alleen het middelste stuk met de drie montagegaten overblijft. Hierop wordt het eerdergenoemde aluminium hulpplaatje geschroefd, dat voor de mechanische verbinding zorgt tussen de koelplaat en de print. Uit de rand van de grote koelplaat zelf wordt een opening van ca. 30 x 9 mm gezaagd, waar het uitstekende stuk print met de drie montagegaten in valt. Op deze manier sluit de koelplaat precies aan tegen de print.

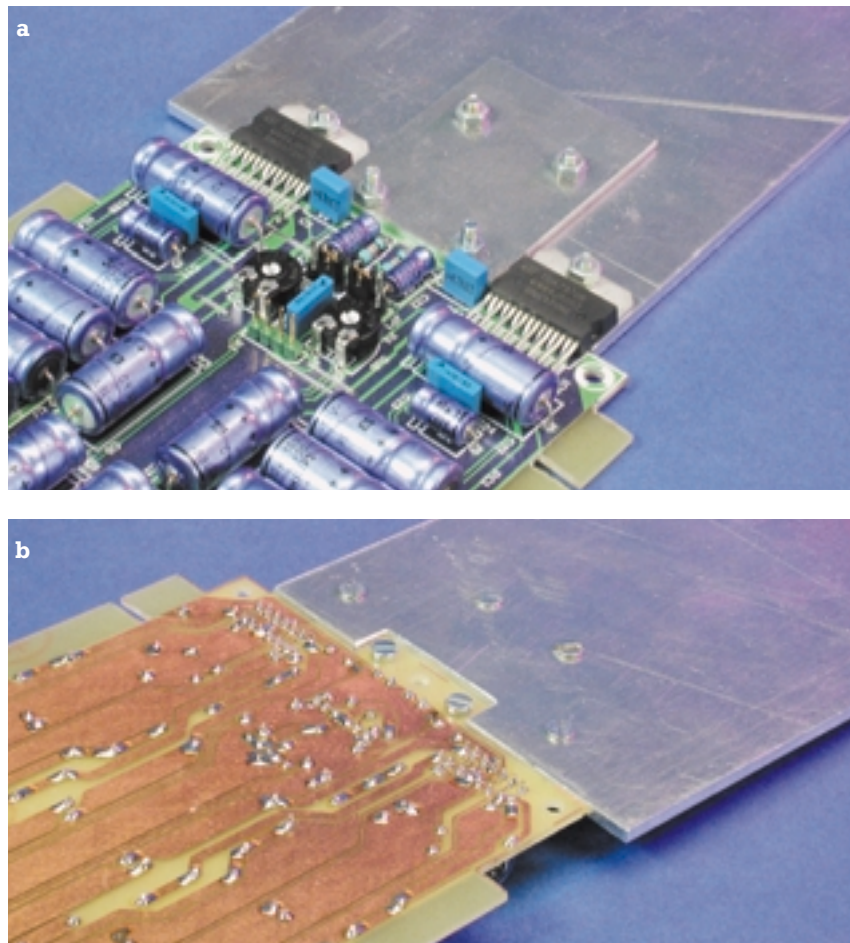
Pas als de koelplaat bevestigd is, worden de IC's er tegen geschroefd en vervolgens op de print vastgesoldeerd. Tussen IC's en koelplaat wordt uiteraard warmtegeleidende pasta aangebracht, maar isolatieplaatjes zijn niet nodig aangezien de

IC-behuizingen intern met massa zijn verbonden en ook de koelplaat op massapotentiaal behoort te liggen.

Voeding

Voor het aansluiten van de voeding is een kleine PC-voedingsconnector toegepast (K1), waarbij alleen de +12 V wordt gebruikt. Bij volledige uitsturing van alle zes kanalen aan 8-Ω-luidsprekerboxen bedraagt het gemiddelde stroomverbruik ca. 1,1 A. Wel dient er rekening mee te worden gehouden dat er in dat geval kortstondige pieken van zo'n 4 A kunnen optreden. Normaliter zal dat voor een PC-voeding geen enkel probleem zijn, maar wil men de capaciteiten van de PC-voeding liever voor andere zaken reserveren, dan kan men op de bracket een voedingsplug monteren en gebruik maken van een externe voeding. Maar nogmaals: echt nodig zal dat niet gauw zijn.

(010022)



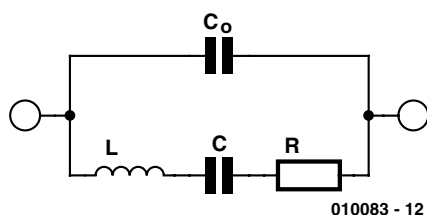
Figuur 4. Montage van de koelplaat in bovenaanzicht (a) en onderaanzicht (b).

Kristallen en oscillatoren

Als stabiliteit belangrijk is...

Owen Bishop

In dit artikel gaan we wat dieper in op de werking van kristallen en hoe deze in oscillatoren kunnen worden toegepast. Van de verschillende typen oscillatoren wordt bovendien besproken op welke wijze ze het best kunnen worden gebruikt.



Figuur 1. Elektronisch equivalent van een kristal.

De stabiliteit van goede RC-oscillatoren is ongeveer 0,1%, terwijl die van LC-oscillatoren maximaal 0,01% bedraagt. Als een grotere stabiliteit nodig is, zal de keuze op een kristaloscillator vallen. Sommige kristallijne stoffen zoals kwartskristal bezitten de eigenschap dat ze een elektrisch veld opwekken als ze mechanisch worden belast. Omgekeerd worden ze vervormd als er een elektrische spanning op wordt gezet. Deze eigenschap, die het piëzo-elektrische effect heet, maakt het mogelijk dat een kristal zo geslepen kan worden dat het bij een bepaalde frequentie gaat trillen als er een wisselspanning op wordt gezet. In plaats van de elektromagnetische resonantie bij een LC-kring is er bij een kristal sprake van elektromechanische resonantie, maar dan met het voordeel dat kristallen zeer nauwkeurig kunnen worden geslepen tot een nauwkeurigheid van wel 10 ppm

(parts per million).

Hoewel kwartskristal het meest wordt gebruikt, worden voor bepaalde toepassingen ook andere materialen gebruikt zoals lithium-niobaat, lithium-tantalaat, bismuth-germaniumoxide en aluminium-fosfaat. Ook zijn er keramische materialen zoals PZT-keramiek, dat bestaat uit een mengsel van lood, zirconium en titaan. Een andere categorie piëzo-elektrische stoffen zijn sommige polymeren, waaronder polyvinylchloride en difluor-polyethyleen. Bij deze stoffen worden de piëzo-elektrische eigenschappen er als het ware ingebakken door de dunne kunststof folie te verhitten en in een sterk elektrisch veld te polariseren. Na afkoeling blijft de polarisatie bestaan en daarmee de piëzo-elektrische eigenschap.

Elektronisch vervangingschema

Een kristal kan elektronisch worden beschouwd als een kring bestaande uit een spoel, een weerstand en twee condensatoren (**figuur 1**). Spoel L stelt de massa van het schijfje voor, condensator C representeert de stijfheid van het schijfje, weerstand

R staat voor het verlies dat optreedt bij de vervorming van het schijfje ten gevolge van het piëzo-elektrische effect en de tweede condensator C_0 is de capaciteit tussen de elektroden aan weerszijden van het schijfje. Normaal gesproken is de inductie van L heel groot en de capaciteit van C erg klein. Bij bijvoorbeeld een kristal dat is geslepen voor een frequentie van 200 kHz is L 27 H, C slechts 0,024 pF, R 2 kΩ en C_0 9 pF. Dit soort waarden wordt dan ook gebruikt in computerprogramma's waarin de werking van een kristal wordt nagebootst. De verhouding tussen L en C is bij een kristal veel hoger dan met normale onderdelen mogelijk zou zijn. De kwaliteitsfactor (Q-factor) kan wel 100.000 bedragen, terwijl met een LC-kring hooguit een paar honderd kan worden bereikt. Kristallen kunnen werken in seriëresonantie of parallelresonantie. Bij de seriëresonantie-frequentie gedraagt het kristal zich als een serieschakeling van een spoel en een condensator. De impedantie van het kristal is dan minimaal (feitelijk alleen R). Bij de parallelresonantie-frequentie - die iets hoger is - gedraagt het kristal zich als een parallelschakeling van een spoel en een condensator. Bij

deze frequentie bereikt de impedantie het maximum. Er zijn dan ook kristallen voor serieresonantie en kristallen voor parallelresonantie. Beide typen zijn zodanig geslepen dat ze in de desbetreffende resonantiemodus optimaal functioneren. Ook is het mogelijk om kristallen zodanig te slijpen, dat ze in plaats van op hun grondfrequentie (fundamentele frequentie) op een boventoon resoneren. Boventonen zijn de oneven harmonischen van de grondfrequentie. Een kristal dat op een grondfrequentie van bijvoorbeeld 100 kHz oscilleert, kan ook op boventonen van 300 kHz, 500 kHz, 700 kHz en hoger oscilleren.

Naarmate de grondfrequentie waarvoor een kristal is geslepen hoger wordt, zal het schijfje steeds dunner worden. Daarom is het niet mogelijk om kristallen te maken met een grondfrequentie hoger dan circa 70 MHz. Het schijfje zou te dun en te kwetsbaar worden. Kristallen voor hogere frequenties worden daarom als boventoon-kristallen gebruikt. De grondfrequentie kan dan betrekkelijk laag blijven. In boventoon-modus is zo'n 500 MHz het hoogst bereikbare. Voor sommige toepassingen van oscillatoren is thermische stabiliteit heel belangrijk. De temperatuurcoëfficiënt hangt af van de hoek waaronder een kristal uit het hexagonale basismateriaal wordt gezaagd. Bij de veelgebruikte AT-snede bedraagt de temperatuurcoëfficiënt $\pm 0,002\%$ over het bereik $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vergelijk dit maar eens met condensatoren met een temperatuurcoëfficiënt van vaak meerdere procenten. De temperatuurstabiliteit van een kristal kan worden verhoogd door een snede te gebruiken waarbij de beste temperatuurstabiliteit hoger is dan bij kamertemperatuur. Het kristal wordt dan in een 'oventje' gezet, dat het tot deze temperatuur verwarmt. Een thermische stabiliteit van ± 5 ppm is dan haalbaar; nadelen zijn het volume, het energieverbruik van de oven en de opwarmtijd.

Met het toenemend gebruik van communicatie-apparatuur op hoge frequenties en hoge kloksnelheden bij digitale apparatuur worden in plaats van kristallen steeds vaker resonators gebruikt. Dat zijn dunne schijfjes van PTZ-keramiek (of gelijk-

waardig piëzo-elektrisch materiaal) die kunnen werken tot in het gigahertz-bereik.

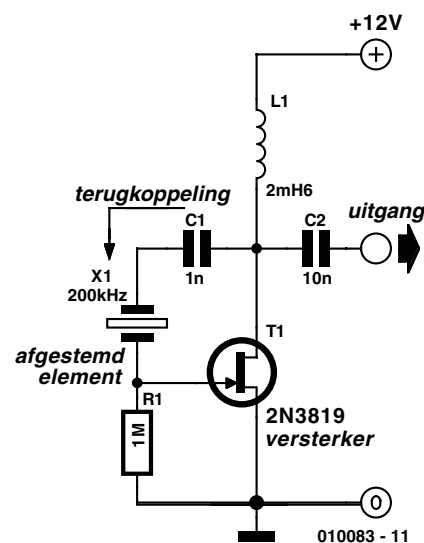
Kristaloscillatoren

Kristallen worden gebruikt als vervanging (soms deels) van de resonantiekring in oscillatoren die normaal met LC-componenten zijn opgebouwd. Zo heeft de kristalgestuurde uitvoering van een Colpitts-oscillator in plaats van spoel L1 een kristal en een condensator. Door het kristal is de frequentie veel nauwkeuriger dan met de spoel mogelijk zou zijn. In een dergelijke schakeling werkt het kristal in parallelresonantie. De impedantie bij de resonantiefrequentie is dan maximaal en daarmee wordt een uitgangssignaal met de grootst mogelijke amplitude verkregen.

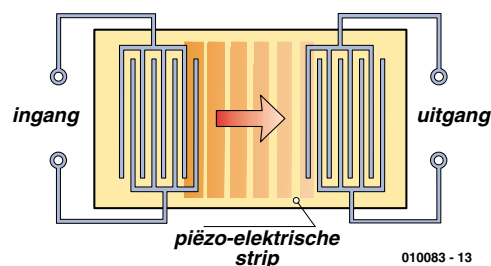
De Pierce-oscillator (figuur 2) is een goed voorbeeld van een kristal in serieresonantie. De terugkoppeling loopt via het kristal en is maximaal als het kristal in serieresonantie is, dus bij minimale impedantie. Interessant is dat een afgestemde kring hier niet nodig is; de oscillatiefrequentie wordt uitsluitend door het kristal bepaald.

Kristaloscillatoren zijn niet alleen heel nauwkeurig, maar tevens de snelste van de meest gebruikte typen oscillatoren. In moderne digitale schakelingen zijn hoge klokfrequenties nodig, tot soms wel een paar honderd megahertz. Vaak wordt daarbij een CMOS-inverter als actieve component gebruikt, met een kristal in de tegenkoppellus als frequentiebepalend element.

In sommige heel snelle oscillatoren worden Surface Acoustic Wave (SAW) componenten gebruikt. Dat zijn smalle strips piëzo-elektrisch materiaal met aan beide kanten opgedampte metalen 'kammen' (figuur 3). Door een elektrisch veld op de ingang wordt het materiaal vervormd en ontstaat er een golf die over het oppervlak van de strip beweegt. Deze geluidsgolf beweegt met de snelheid van het geluid in dat materiaal, zo'n 3000 m/s. Een fractie van een seconde later bereikt de golf het andere einde van de strip en op de uitgangselektroden wordt dan een elektrische spanning



Figuur 2. Pierce-kristaloscillator.



Figuur 3. Een surface acoustic wave (SAW) filter.

opgewekt. SAW-componenten worden gebruikt als banddoorlaatfilters, omdat de afstand tussen de vingers van de kam bepalend is voor de golflengte die het best wordt overgebracht. De tijd die het golf front nodig heeft om zich over de strip te verplaatsen, geeft het filter de eigenschap van een vertragslijn. Een SAW-vertragslijn kan als frequentiebepalend element in een oscillator worden gebruikt. Het is te vergelijken met de RC-keten die een faseverschuiving van 180° geeft. De tijd die nodig is om met een SAW-element een faseverschuiving van 180° te krijgen, is heel kort en de frequenties van dergelijke oscillatoren zijn extreem hoog (tot wel 2 GHz). Oscillatoren met diëlektrische resonators in de tegenkoppellus kunnen zelfs nog hogere frequenties halen.

(010083-1)

Puntmatrix-display voor PC's

Mini-gebruikersinterface

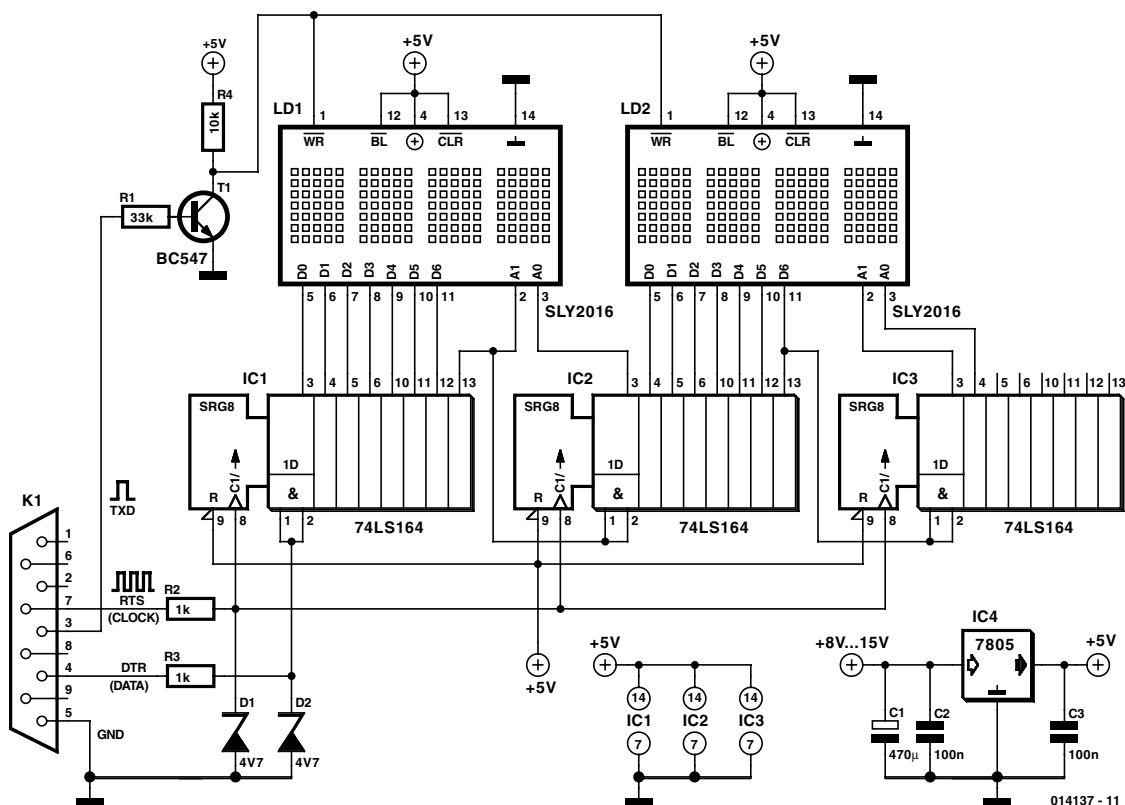
Bernd Oehlerking en Peter Cohrs

Als een PC uitsluitend voor een bepaalde taak wordt gebruikt, zijn een keyboard en beeldscherm niet altijd nodig. Vaak zijn voor de bediening een paar druktoetsen en een klein alfanumeriek display voldoende.

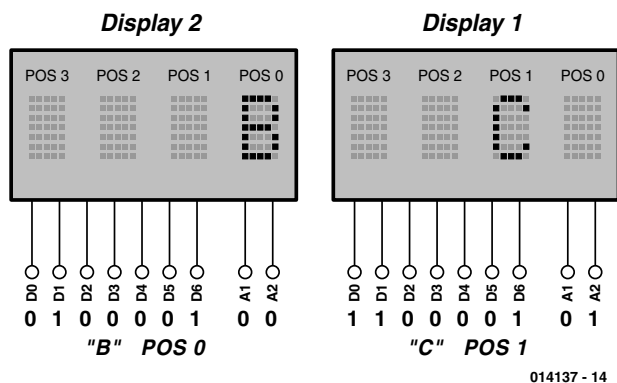
Steeds vaker worden PC's of PC-boards voor taken gebruikt, die niet vallen onder het klassieke toepassingsgebied van de desktop-PC (zoals een MP3-speler in de woonkamer of bij industriële besturingen). Bij dergelijke toepassingen worden slechts geringe eisen gesteld aan de HID's (Human Interface Devi-

ces). Vaak zijn een paar drukknoppen en enkele LED's voldoende om de toestand van zo'n systeem af te kunnen lezen en te sturen. Een beeldscherm of LCD-paneel is dan een overbodige luxe en feitelijk weggegooid geld.

Als alternatief zijn er tegenwoordig kleine alfanumerieke displays die weinig kosten, bijna geen ruimte innemen en die vrijwel overal kunnen worden gebruikt. Ze zijn als het ware voorbestemd voor toepassing in: – Parameterinstelling bij embedded



Figuur 1. De elektronica voor de sturing van een looptekst bestaat uit drie schuifregisters.

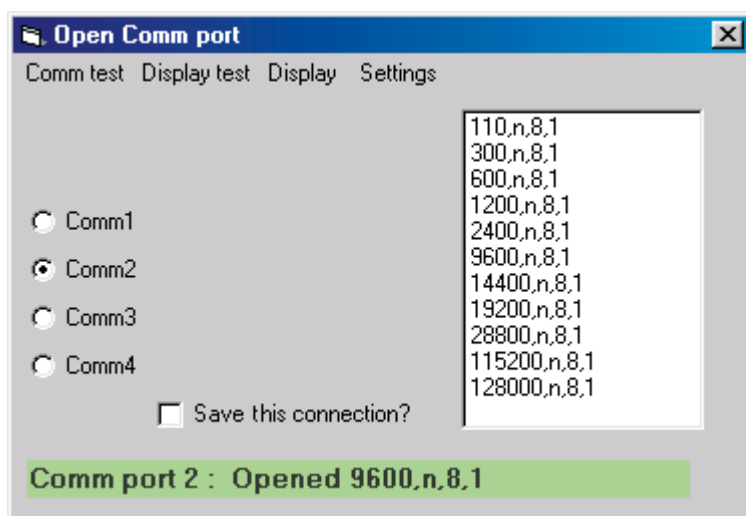


Figuur 2. Principe van de aansturing van het display.

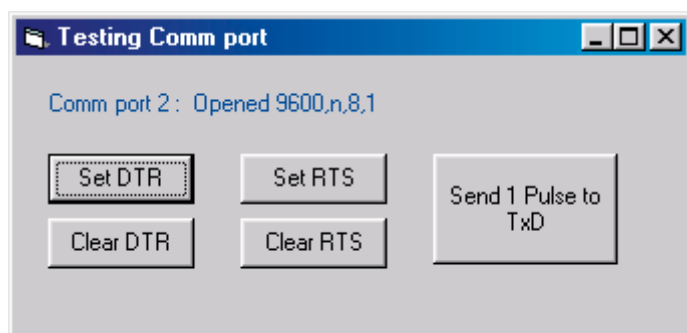
systemen.

- Weergave van PC-gegevens (klok-frequentie, temperatuur, CPU-belasting) bij werkende systemen met uitgeschakelde monitor.
- Uitvoer van gegevens (meetwaarde, tellerstanden, datum/tijd, wekkerfuncties).

Zo'n puntmatrix-display wordt simpelweg op een seriële COM-poort aangesloten. Aan de PC zelf hoeft niets te worden veranderd, al is het natuurlijk wel mogelijk het display in een kunststof PC-afdekkap in te bouwen. De voor de aansturing benodigde programmatuur loopt onder Visual Basic.



Figuur 3. Instelling van de poort in de startmodule.



Figuur 4. Module om de interface te testen.

De hardware

Voor de weergave van de informatie worden één of twee 7x5 matrix-displays gebruikt (SLx2016 van Siemens), ieder met vier karakterposities. Met twee displays zijn dus acht karakterposities beschikbaar. De displays kunnen zowel horizontaal als verticaal aan elkaar worden gekoppeld; door gebruik te maken van lopende tekst (de snelheid kan worden geprogrammeerd) kunnen met deze acht posities ook langere teksten worden getoond. De SLx2016 is in vier kleuren verkrijgbaar, de technische gegevens zijn in een apart kader opgenomen, samen met een paar interessante tips.

In **figuur 1** is de hardware te zien van het als looplicht geconfigureerde display. Voor de voeding wordt een 7805-stabilisator gebruikt en alle actieve componenten dienen bij voorkeur met condensatoren van 100 nF te worden ontkoppeld. In de schakeling zijn twee displays opgenomen, dus totaal acht karakterposities. De displays zijn in de kleuren rood, superrood, groen en geel verkrijgbaar en bij flink wat omgevingslicht vanaf twee meter afstand nog afleesbaar, zelfs onder een hoek bekeken.

De SLx2016 heeft een interne karaktergenerator, twee adreslijnen voor de positie van het karakter en een schrijflijn om het gekozen karakter op het display te zetten. Als op de datalijnen D0...D6 een bitcombinatie 0...127 staat, dan wordt daardoor een karakter uit de interne ASCII-karakterset geselecteerd. De toestand van de adreslijnen A0..A1 bepaalt op welk van de vier mogelijke posities het karakter zal worden gezet en een korte impuls op de schrijflijn zorgt er voor dat het karakter op het display verschijnt. Het karakter blijft daar staan tot het wordt overschreven.

Voor de sturing van de lopende tekst wordt de seriële poort van de PC gebruikt. Twee schuifregisters 74LS164 met seriële ingangen zetten de data om naar parallel. Voor twee displays met ieder vier karakterposities zijn drie schuifregisters nodig. De stuurinformatie voor de displays wordt bit na bit serieel in de schuifregisters geklokt.

Een voorbeeld

Er moet een grote B op karakterpositie 5 van het display verschijnen en de C op karakterpositie 2 moet daar blijven staan (**figuur 2**). De C staat op positie 1 van display 0, de B op positie 0 van display 2. De schuifregisters moeten met de eronder staande bitcombinatie (**figuur 2**) worden geladen. Daartoe wordt een '1' die in de registerketen moet worden geschreven, als een hoog niveau op de datalijn (DTR) gezet. Door een neergaande flank

op RTS (klok) wordt een kloksignaal gegeven en inhoud van de schuifregisters schuift een positie verder met nu de '1' in de eerste positie. Na 2x7 en 2x2 (dus totaal 18 klokslagen) staat de volledige informatie, met voor ieder display een karakter, in de schuifregisters. Door een korte neergaande puls op de $\overline{WR}$ -lijn verschijnen de twee karakters op de displays.

De software

De software is onder Visual Basic 5.0 geschreven, maar loopt ook onder VB 6.0. Ze is getest op de operating systems Windows 98 en NT 4.0. Er zijn 4 modules:

- een startformulier,
- een formulier om de gekozen poort te testen,
- een formulier waarmee losse karakters naar de hardware kunnen worden verstuurd.
- een formulier om de looptekst te laden en te starten,

De startmodule in **figuur 3** dient voor de instelling van de seriële poort (Comm1...Comm4). Deze instellingen (Settings) kunnen door 'Save this connection' in C:\commport.txt worden opgeslagen. Bij een volgende start van het programma wordt de gekozen seriële poort met de bijbehorende instellingen automatisch geopend. Het is altijd mogelijk om de poortinstellingen te veranderen en opnieuw op te slaan. Deze module is niet alleen voor deze speciale toepassing bruikbaar, maar kan ook voor andere toepassingen waarbij een seriële poort moet worden geopend, worden gebruikt. Wel zal het dan soms nodig zijn om de menu's aan te passen. Vanuit het startformulier kan onder menukeuze 'Comtest' de poort worden getest (**figuur 4**). In deze module worden de in het startformulier ingestelde gegevens van de poort getoond. Verder kunnen de lijnen RTS, DTR en TxD worden getest. Bij deze module hoort de Basic-module *mod_testcomm.bas*, zonder deze kan hij niet werken.

Vanuit de startmodule wordt door menukeuze 'Displaytest' een module gekozen, waarmee losse karakters naar de displays kunnen worden gestuurd (**figuur 5**). Hiermee kan worden gecontroleerd of de gekozen karakters ook inderdaad op de geselecteerde plaats van de displays komen. Als 'Binary' is aangevinkt, kunnen getallen tot 127 worden opgegeven. Op het display moeten dan de overeenkomende ASCII-tekenen of tekens van de extended karakterset van de Siemens displays verschijnen. Behalve de Basic-module *mod_testcomm.bas* is nu ook module *displ2.bas* nodig. Met de laatste menukeuze 'Display' wordt het venster geopend om lopende teksten te

Puntmatrix-display SLx2016

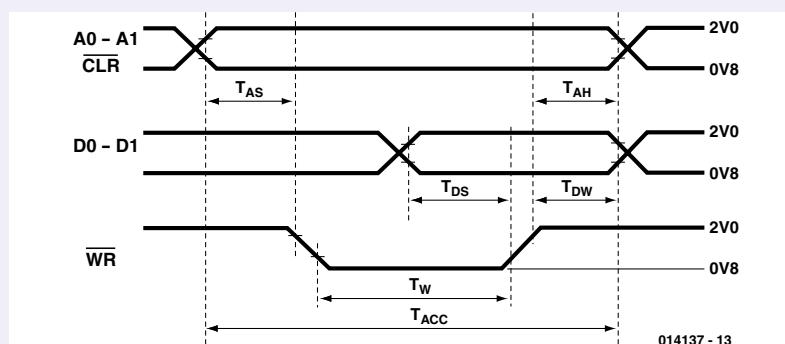
De SLR/SLO/SLG/Sly2016 is een 4-karakter puntmatrix-display met geïntegreerde CMOS-schakeling. Het is verticaal en horizontaal aaneen te schakelen, bevat een ASCII-decoder met 128 karakters, een multiplexer en drivers voor de sturing van de LED's. De afzonderlijke karakterposities zijn van rechts naar links: Digit 0...3. Het display heeft 14 aansluitingen.

Iedere digit kan individueel worden geadresseerd en behoudt zijn inhoud tot het opnieuw wordt beschreven. De sturing is asynchroon, wat gebruik mogelijk maakt in langzame tot zeer snelle systemen. Daartoe worden de adres- en data-gegevens op de desbetreffende aansluitingen gezet en door een neergaande puls op de $\overline{WR}$ -lijn op het display gezet.

Meerdere bouwstenen kunnen worden gecombineerd tot grotere displays. De datalijnen en de $\overline{WR}$ -lijn worden parallel geschakeld en de adreslijnen worden gedecodeerd. Een display dat zo is aangesloten, gedraagt zich als een geheugen-bouwsteen waaruit echter niet kan worden gelezen.

Met de CLR-lijn kan de inhoud worden gewist. Met een actieve BL(Blank)-lijn wordt de weergave blanco en is verborgen schrijven mogelijk. Van deze twee functies wordt in onze toepassing echter geen gebruik gemaakt.

De karakterset bevat behalve de standaard ASCII-set bijzondere karakters voor Engels, Duits, Italiaans, Zweeds, Noors en Deens. De displays zijn verkrijgbaar in de kleuren rood, superrood, groen en geel.



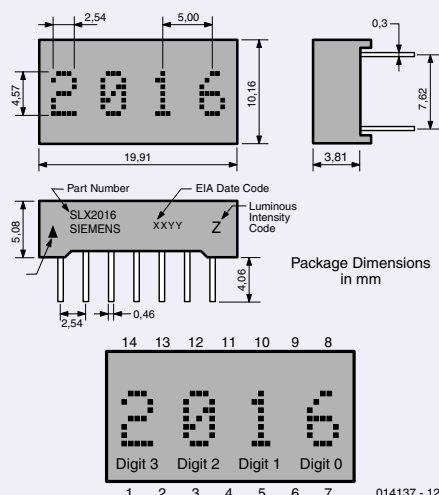
De belangrijkste gegevens:

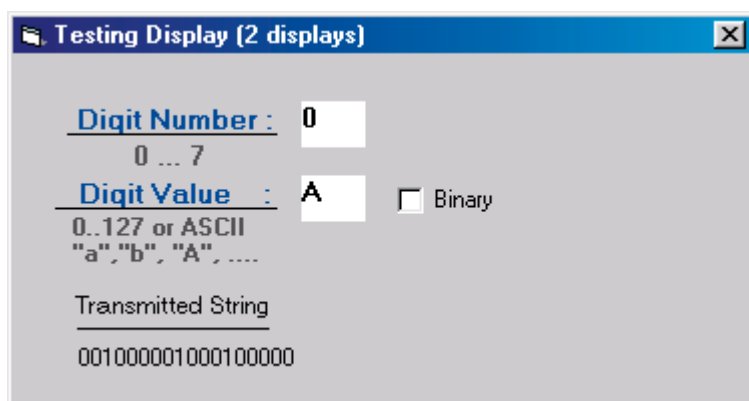
- Voedingsspanning: -0,5...+7,0 V
- Ingangsspanning t.o.v. massa (alle ingangen): -0,5...Vcc +0,5 V
- Temperatuurbereik (opslag): -40 °C...+85 °C
- Optische eigenschappen:

rood	660 nm typ. (R)
rood (hoge intensiteit)	635 nm typ. (O)
groen	565 nm typ. (G)
geel	585 nm typ. (Y)

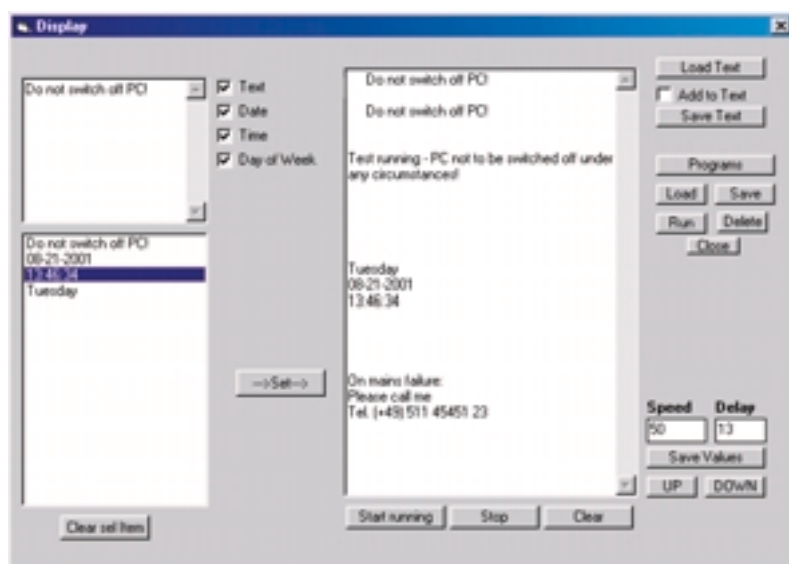
Aansluitgegevens:

- 1 $\overline{WR}$ Write
- 2 A1 Digit Select
- 3 A0 Digit Select
- 4 VCC
- 5 D0 Data
- 6 D1 Data
- 7 D2 Data
- 8 D3 Data
- 9 D4 Data
- 10 D5 Data
- 11 D6 Data
- 12 $\overline{BL}$ Display Blank
- 13 $\overline{CLR}$ Clear
- 14 GND





Figuur 5. Module om de sturing van het display te testen.



Figuur 6. Het venster voor de looptekst.

maken (figuur 6). Linksboven in het venster staat een kleine tekstbox, rechts een grote tekstbox en linksonder een listbox. Alles wat in de grote tekstbox te zien is, wordt ook naar het display gestuurd. De kleine tekstbox dient voor de opname van korte teksten. In de listbox eronder kunnen individuele items worden geselecteerd en met knop 'Set' naar de grote tekstbox worden gekopieerd. De checkboxes links zijn als array opgenomen, zodat de sourcecode gemakkelijk met meer checkboxes kan worden uitgebreid. In het rechter deel van het display-formulier staan een aantal buttons met de volgende functies:

- Laden en opslaan van ook langere teksten.
- Opnemen en opslaan van programma's d.m.v. een aparte listbox.
- Starten van een bepaald programma (bijvoorbeeld om daaruit informatie te halen en in de tekstbox te zetten).
- Instellen van de snelheid en pauzetijd van de looptekst.
- Opslaan en laden van deze snelheid en pauzetijd.
- Starten en stoppen van de looptekst.

Tot slot nog een opmerking over de Siemens-displays. De prijs per display met 4 karakters bedraagt circa 40 gulden. Dat lijkt veel, als men in aanmerking neemt dat losse puntmatrix-displays voor 1 karakter ongeveer 4 gulden kosten, dus per vier 16 gulden. Maar daarbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat daar de elektronica voor de sturing nog bij komt. In de Siemens-displays is die reeds geïntegreerd. Al met al is men met deze 'intelligente' displays waarschijnlijk toch goedkoper uit.

(014137)