

PC SIMULEERT PROGRAMMEER- BARE BESTURING



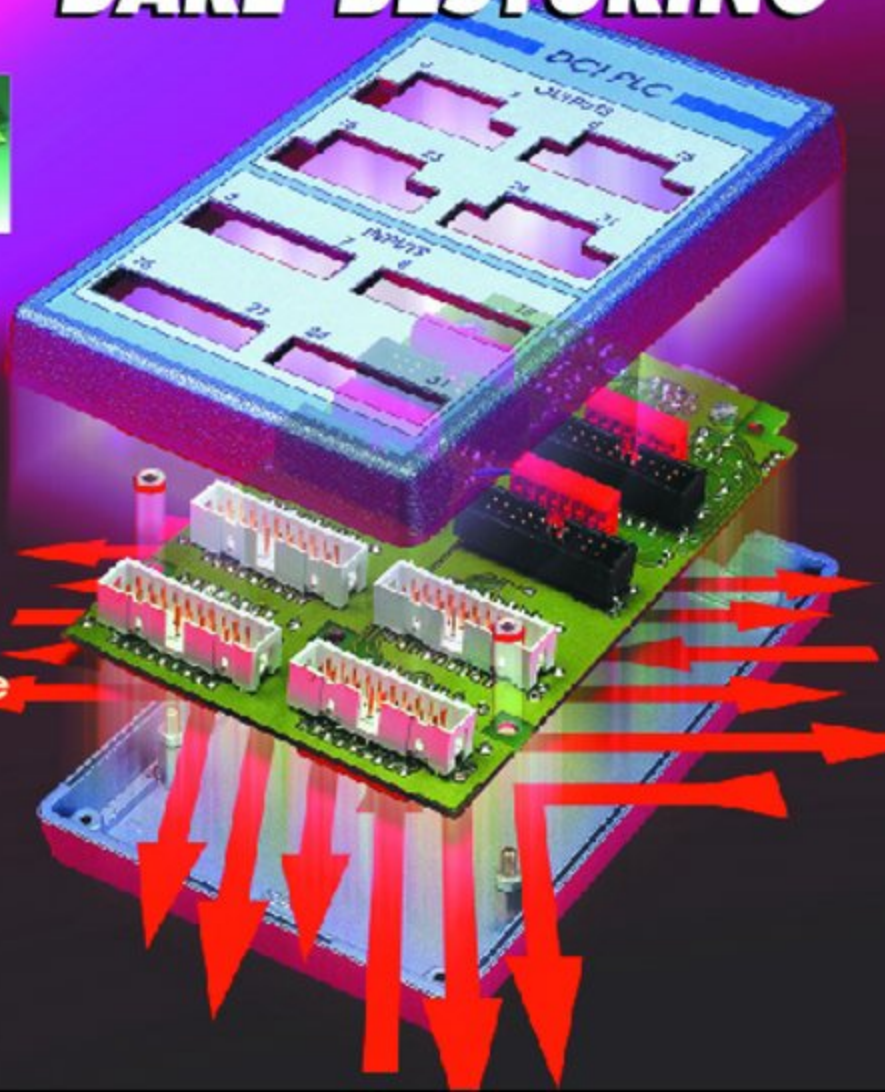
elektronische
metronoom/
stemvork



modulair
puntmatrix-
display

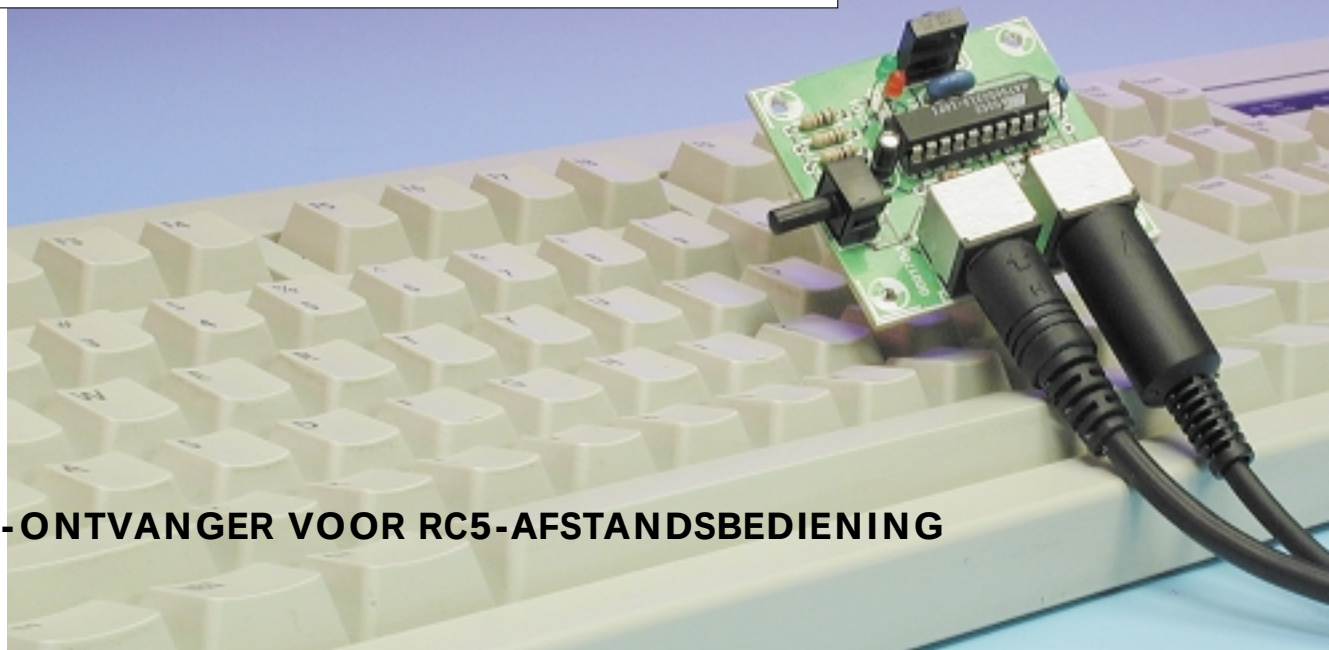
32 analoge
ingangen
via RS232

EDA-software
de belangrijkste
pakketten





PC-remote-control



PC-ONTVANGER VOOR RC5-AFSTANDBEDIENING

Met deze infrarood-ontvanger voor de PC kan men gewoon een willekeurig aantal programma's met een normaal te verkrijgen RC5-afstandsbediening besturen. Dit is vooral handig als de PC met TV-kaart als televisie of bijvoorbeeld met Winamp als MP3-speler functioneert.

Als men de PC in de woonkamer als televisie of als onderdeel van de hifi-installatie zou willen gebruiken, dan is een afstandsbediening nagenoeg onmisbaar. Want wie wil nu graag voortdurend naar het PC-keyboard reiken om bijvoorbeeld de geluidssterkte aan te passen of een andere zender in te stellen? Jammer genoeg heeft een PC geen geïntegreerde infrarood-ontvanger die compatibel is met een normale IR-afstandsbediening. Zo ontkomt men er niet aan de noodzakelijke hard- en software zelf te maken.

Om ervoor te zorgen dat de PC op de infrarode impulsen van de afstandsbediening reageert, zijn enkele tussenstappen noodzakelijk. Een schakeling moet de infrarode impulsen ontvangen en zo verwerken dat ze door een microcontroller worden begrepen en overeenkomstig zijn (door de gebruiker bepaalde) programmering in een ander formaat kunnen worden omgezet. Hierbij zou in wezen een willekeurige PC-poort kunnen worden gebruikt, bijvoorbeeld de seriële RS232 of de parallelle Centronics-interface. De ontvanger voor deze afstandsbediening is echter speciaal geschikt voor het gebruik van de toetsenbord-interface. Dit heeft alleen maar voordelen: De hardware blijft minimaal (een niveau-aanpassing is bijvoorbeeld niet nodig), de voedingsspanning komt uit de toetsenbord-interface (dit bespaart een externe voeding) en de signalen van het

toetsenbord naar de PC en terug worden gewoon via software doorgelust (de ontvanger kan continu in de verbinding blijven, het verwisselen van connectors is hierbij niet nodig).

Op de computer hoeft geen software te worden geïnstalleerd, waardoor de schakeling geheel onafhankelijk is van het besturingssysteem en onder Windows net zo goed functioneert als onder Linux of DOS. Omdat Apple-computers hetzelfde AT-toetsenbord-protocol gebruiken als PC's, werkt de schakeling zelfs onder MacOS en co.

Hard- en software

De hardware is, zoals in **figuur 1** te zien is, werkelijk minimaal. Zij bestaat uit slechts twee IC's, een paar passieve componenten en als 'gebruikersinterface' een drukknop en twee LED's. Het toetsenbord komt aan PS2-connector K2, de PC wordt met een verbindingkabel (aan twee kanten een male-connector) op de female PS2-connector K1 aangesloten.

IC1 is de bekende gecombineerde IR-ontvanger/demodulator TSOP1736 van Vishay (info op Internet:

www.vishay.com/products/optoelectronics/tsop17x.html) of de SFH5110, de opvolger van de SFH506 van Siemens. Bij de keuze van het type moet men rekening houden met een modulatiefrequentie van 36 kHz, zoals door de meeste IR-afstandsbedieningen

Johannes Ferber
McFerber@gmx.net



wordt gebruikt. Het signaal van de afstandsbediening staat gedemoduleerd, versterkt en vrijgemaakt van storingen ter beschikking op de uitgang van het ontvanger-IC (pen 2).

De microcontroller, een AT90S2313 van Atmel, ontvangt het signaal via poort PD2. Deze 8-bit-controller behoort tot de AVR-familie met RISC-architectuur van Atmel en werd al vaker in Elektuur-projecten toegepast. De instructieset, de datasheet en toepassingen vindt u op www.atmel.com/atmel/products/prod200.htm.

Voor ons is de belangrijkste eigenschap van de AT90S2313 dat de controller over een EEPROM van 128 bytes beschikt, waarin tijdens de programmeringsfase de toevoegingen van afstandsbedienings- en toetsenbordcommando's worden vastgelegd en tijdens het normale bedrijf worden opgeroepen.

Het hele, ongeveer 1 KB grote programma voor de Atmel-controller werd met de op de Atmel-homepage (www.atmel.com/atmel/products/prod203.htm) gratis ter beschikking gestelde assembler geschreven. U kunt op drie verschillende manieren aan de software komen: Het eenvoudigst kunt u een geprogrammeerde controller onder bestelnummer 000170-41 bij Elektuur bestellen. Maar u kunt ook de controller zelf programmeren. Hiervoor bieden wij de software aan (source en hex) op diskette (EPS

000170-11) of kosteloos in de download-sectie van de Elektuur-site (www.elektuur.nl). Daar vindt u ook een PDF-file van de print-layout (voor degenen die deze zelf willen etsen).

De software is op dit ogenblik alleen voor RC5-afstandsbedieningen geschikt, de auteur werkt echter aan de implementatie van andere afstandsbedieningscodes. Het probleem hierbij is echter het aantal gebruikte control-bits (en daarmee het maximaal mogelijke aantal IR-opdrachten). Omdat uit de IR-code het EEPROM-adres voor de opslag van de keyboard-codes wordt afgeleid, mag het aantal IR-codes het aantal EEPROM-bytes (hier 128) niet overschrijden. Bij veel IR-standaarden is dit echter toch het geval. Een oplossing zou bijvoorbeeld een extra I²C-EEPROM zijn.

Over de opbouw van de kleine print uit **figuur 2** hoeven we niet veel te vermelden. Als u geen onderdelen verkeerd monteert (denk eraan dat de lens van de IR-ontvanger naar buiten kijkt!), zal de schakeling bij de eerste poging functioneren. Het is belangrijk dat de twee PS2-connectoren correct worden aangesloten, anders werkt de software niet (hoewel de groene LED als voorgeschreven knippert).

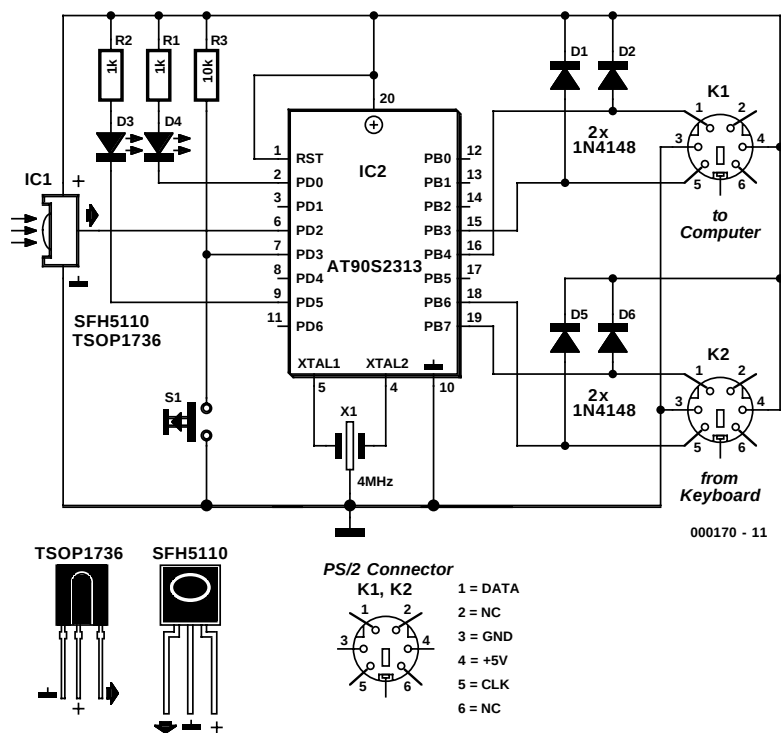
Pas op: bij verwisselde voedingsaansluitingen bij de controller of de IR-ontvanger-IC's bestaat de kans op schade aan het moederbord; daarom vóór het plaatsen van de IC's de polariteit van de voeding nog een keer nameten.

Programmering

Programmering door de gebruiker is eenvoudig. Aanvankelijk, na het inschakelen van de PC, knippert de groene LED. Als men op knop S1 drukt, springt de controller-software in de programmeer-mode. Dit is te zien aan het continu branden van de groene LED. Nu moet een toets van de gebruikte afstandbediening worden ingedrukt, bijvoorbeeld PLAY. De ontvangst wordt door het wisselen van de toestand van de rode LED bevestigd. Nu wordt de bijbehorende toets op het toetsenbord ingedrukt (in Winamp toets X voor play), wat opnieuw een toestandsverandering van de rode LED tot gevolg heeft. De programmering van deze toewijzing is hiermee afgesloten, maar kan altijd door dezelfde procedure worden overschreven.

Toetscombinaties als CTRL + T worden zoals gebruikelijk gemaakt door het indrukken van de CTRL-toets en aansluitend de toets T indrukken, waarbij de toets CTRL nog ingedrukt moet zijn. Het proces wordt voor andere toewijzingen herhaald tot met maximaal 64 toewijzingen de EEPROM gevuld is.

Door de toch wel begrensde EEPROM-capaciteit zijn slechts toetscombinaties met niet meer dan twee make-codes (twee toetsen) toegestaan (CTRL + S mag, CTRL + ALT + A mag niet). Hiermee kunnen praktisch alle gebruikelijke shortcuts worden ondersteund.

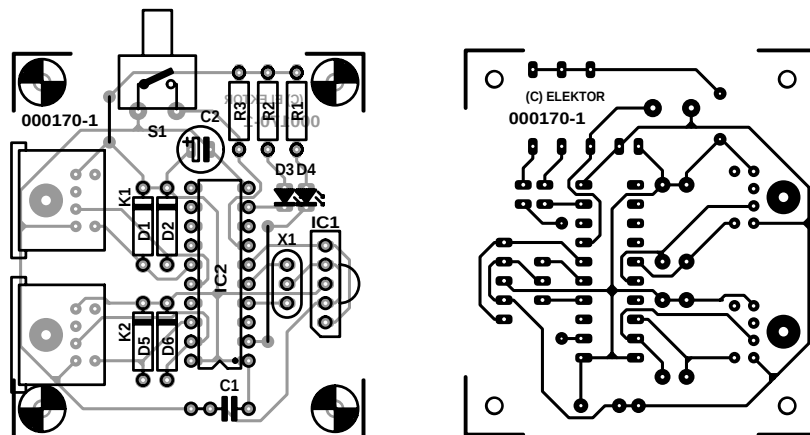


Figuur 1. Het schema van de schakeling bestaat voornamelijk uit een microcontroller.

Een niet ondersteunde shortcut of langere toetsenbord-invoer kan natuurlijk als macro via een ondersteunde shortcut worden opgeroepen. Dit slechts ter aansporing.

Als men met de programmering klaar is, wordt de leer-mode door nog een keer op de knop te drukken beëindigd, waardoor de groene LED weer knippert. Drukt men op een toegewezen toets van de afstandsbediening, dan bevestigt de microcontroller de ontvangst door het toggelen van de rode LED en zendt hij de overeenkomende keyboard-code naar de PC.

(000170)



Figuur 2. Print-layout en componentenopstelling van de PC-remote-control.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1, R2 = 1 k
R3 = 10 k

Condensatoren:

C1 = 100 n
C2 = 10 μ /16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1, D2, D5, D6 = 1N4148

D3 = LED, rood, high efficiency
D4 = LED, groen, high efficiency
IC1 = TSOP1736 (o.a. verkrijgbaar bij Conrad, nr. 171069) of SFH5110 (Display/DIL nr. 01.00.5110.36)
IC2 = AT90S2313 (geprogrammeerd, EPS 000170-41))

Diversen:

S1 = drukknop 1x maak
K1, K2 = 6-polige mini-DIN-connector

(female) voor printmontage
X1 = resonator 4 MHz, met 3 aansluitingen
geprogrammeerde controller EPS 000170-41

De software voor dit project is beschikbaar op de Elektuur website:
www.elektuur.nl

Desoldeer-tip

Charles Verschuur

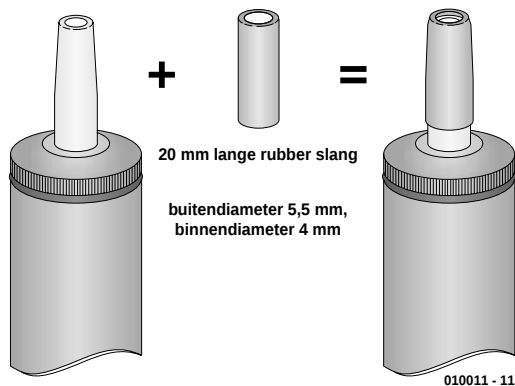
Sommige desoldeer-klusjes zijn rond-uit lastig. Om onverklaarbare redenen weigeren bepaalde soldeertinresten domweg zich te laten verwijderen, ook al doe je alles 'volgens het boekje'. Dat leidt ertoe dat de gebruikte desoldeer-pomp bij elke volgende poging steeds harder op de print wordt gedrukt, waarbij de kans op beschadiging van fragiele printsporen niet denkbeeldig is. Met een simpele modificatie van de desoldeerpomp valt het risico op fatale beschadigingen een stuk te verminderen en wordt de effectiviteit van de pomp bovendien verbeterd.

De truc is dat we het harde kunststof mondstuk van de desoldeerpomp omtoveren tot een zacht mondstuk. Dat doen we door over het mondstuk een stukje (15 à 20 mm lang) soepele siliconenrubberen slang te schuiven, zoda-

nig dat deze ongeveer 3 mm buiten het originele mondstuk uitsteekt. Slangen van dit materiaal zijn onder meer te krijgen in modelbouwwinkels; in de modelbouw worden deze namelijk vaak als brandstofleiding gebruikt. Teflon-slang is ook heel geschikt, maar

daar is wat lastiger aan te komen. De meeste kans bieden radio-amateurmarkten, omdat dit materiaal bij zend/ontvangers wordt toegepast ter isolatie en afwerking van hoogspanningscircuits en antenneleidingen.

(010011-1)





DCI-PLC

COMPUTER SIMULEERT PLC

PLC's zijn microcontroller-bordjes die veel worden toegepast in de industrie voor allerlei besturings- en automatiseringsdoeleinden. De hier voorgestelde PLC is software-matig gerealiseerd. Op een gewone Windows-PC wordt een volledige PLC nagebootst. Dankzij een apart aansluitkastje kan de PC ook allerlei reële zaken besturen en meten.

De afkorting PLC staat voor Programmable Logic Controller. In de Nederlandse literatuur spreekt men ook wel van 'vrij programmeerbare besturing'. Met deze kreet wordt een elektronische schakeling bedoeld die gebruikt kan worden om machines en processen te automatiseren. Een PLC vervangt hiermee de conventionele relaischakelingen.

Een PLC bevat altijd een CPU-module en een aantal digitale in- en uitgangsmodulen. Het aantal in- en uitgangsmodulen is afhankelijk van de grootte van het te controleren proces.

Een van de grote voordelen van een PLC is dat uitbreidingen en wijzigingen van een proces zeer gemakkelijk te realiseren zijn. In de industrie is de PLC dan ook al jaren niet meer weg te denken bij het automatiseren van processen.

De laatste tijd doet de PLC ook zijn intrede in woningen. Thuis willen veel mensen ook bepaalde dingen geautomatiseerd zien. Het gazon besproeien, rolluiken open en dicht, een beveiligingssysteem en nog veel andere mogelijkheden zijn dingen die een enkele PLC gemakkelijk aan kan sturen. Uitbreidingen of aanpassingen ach-

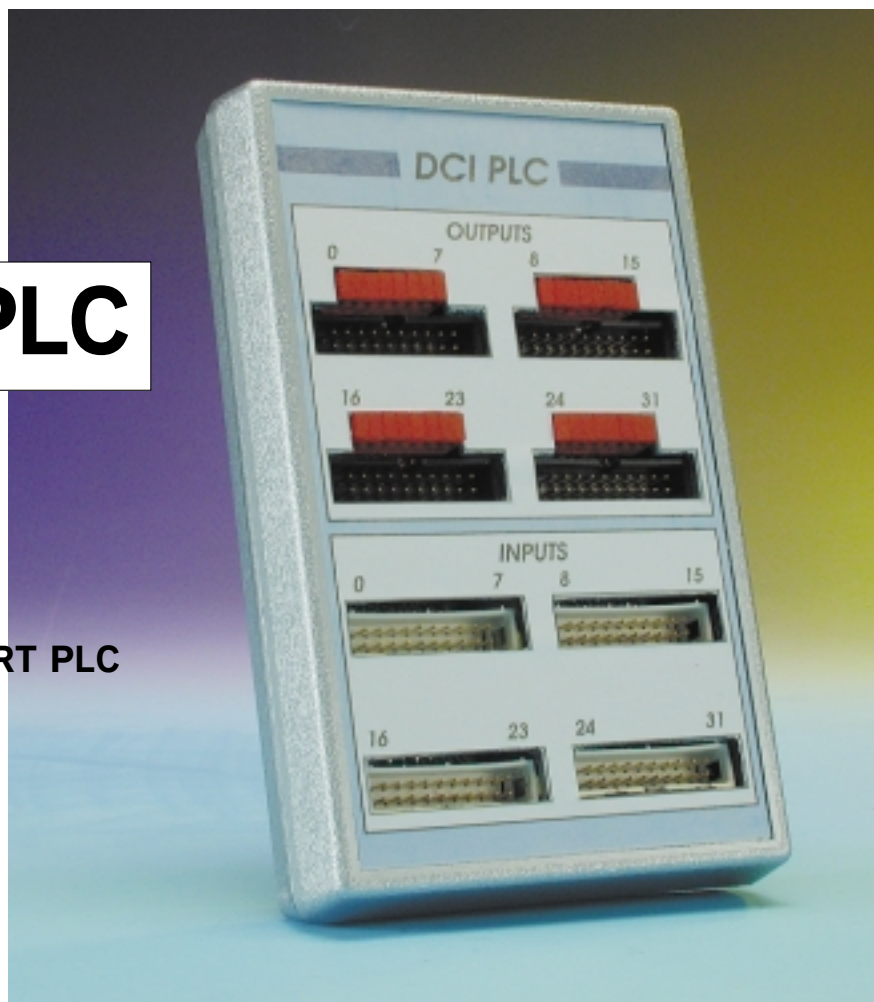
teraf kunnen op een vrij eenvoudige manier gerealiseerd worden.

In **figuur 1** is een voorbeeld gegeven van een eenvoudige motorschakeling, eenmaal opgebouwd met drukknoppen en relais, en eenmaal gerealiseerd met een PLC. Als men de werking wil aanpassen, moet de hardware van de relaischakeling veranderd worden. Bij de PLC hoeft men alleen maar het programma aan te passen.

De bedoeling van het DCI-PLC-ontwerp is om op een relatief eenvoudige en goedkope manier met een slechts beetje hardware, een seriële kabel en PC-software een PLC te realiseren, zonder dat daarvoor een echte PLC hoeft te worden gebouwd. De programmering verloopt bovendien zeer intuïtief en gebruikersvriendelijk.

De opzet

DCI-PLC is eigenlijk een programma dat de CPU-module van een PLC vervangt en waarin we het programma kunnen ontwerpen en aanpassen. Via een seriële kabel en hardware kunnen 32 ingangen op hun toestand gecontroleerd worden en kunnen 32 uitgangen aangestuurd worden. Tevens beschikt



men over 32 timers, 32 tellers en 32 flags.

Het programma werkt met het besturingssysteem Windows 95/98/ME.

Op Windows NT werkt het programma weliswaar, maar kan men de hardware niet aansluiten omdat NT niet toelaat de hardware rechtstreeks aan te spreken.

Een Pentium 100 is minimaal vereist. De installatie neemt met de voorbeelden ongeveer 3 MB in beslag.

De hardware van het ontwerp bestaat alleen uit een gedeelte dat zorgt voor het omzetten van de informatie op de seriële poort van de PC naar een aantal in- en uitgangen. De in- en uitgangsin-terface moet de gebruiker zelf ontwerpen. Deze kan via een flatcable worden verbonden met de interface-print van de DCI-PLC. Het is onmogelijk een universele interface te ontwerpen die aan ieders behoefte voldoet. Voor de meeste lezers van *Elektuur* zal het niet zo moeilijk zijn om een interface voor een bepaalde toepassing te ontwerpen. Aan het einde van het artikel zullen we overigens nog enkele voorbeelden van zulke interfaces laten zien.

De hardware

Bij het bekijken van het schema van de hardware (**figuur 2**) zien we dat er eigenlijk alleen maar gebruik is gemaakt van schuifregisters van het type CD4094 en CD4021.

Het schuifregister 4094 is een schakeling die bestaat uit 8 in serie geplaatste flipflops.

Bij ieder kloksignaal zal het logische niveau ('0' of '1') op de data-ingang één plaats opschuiven, zodat we na 8 kloksignalen en een strobe-puls beschikken over een 8-bits uitgangssignaal. Bij deze schakeling zijn vier van die schuifregisters in cascade geplaatst (IC5...IC8). Hierdoor hebben we de beschikking over 32 uitgangen.

Het schuifregister 4021 heeft ten opzichte van een 4094 het voordeel dat dit ook 'andersom' kan werken. Hiermee kunnen dus de niveaus op de acht ingangen worden ingelezen. De uitgangsniveaus van de acht interne flipflops verschijnen achter elkaar op de seriële uitgang bij het toedienen van pulsen op de klok-ingang van het IC. In de beginsituatie staat de toestand van bit 7 al op uitgang Q7. Iedere klokpuls zal er daarna voor zorgen dat de data een plaats opschuift. Door hier ook gebruik te maken van 4 schuifregisters (IC1...IC4) beschikken we over een interface met 32 ingangen.

De keuze voor de verbinding tussen hardware en PC is gevallen op de seriële poort omdat dit een aantal voor-

delen biedt:

- De seriële poort is niet snel stuk te krijgen (kortsluitbeveiliging).
- De connector mag aangesloten worden wanneer de PC in werking is.

De RS232-signalen worden in het hardware-gedeelte begrensd door de zeners D1...D3 op respectievelijk +4,7 en -0,6 V. R1...R3 zorgen daarbij voor de stroombegrenzing.

In de basiscursus 'Experimenteren met de PC' is in het begin van dit jaar in *Elektuur* uitgebreid aandacht geschonken aan de seriële poort.

Voor meer informatie over de werking van de hier gebruikte schuifregisters en seriële poorten is het boek 'PC-Poorten anders benut', geschreven door B. Kainka, een aanrader.

Op de print is naast alle schuifregisters nog een voedingsstabilisator aanwezig die een spanning van 5 V levert. De ingangsspanning mag liggen tussen 10 en 20 V. Verder zien we nog 32 LED's (D5...D36) met bijbehorende weerstanden, die de niveaus op de 32 uitgangen zichtbaar maken. Tenslotte moeten we nog vermelden dat alle 32 ingangen van IC1...IC4 voorzien zijn van pullup-weerstanden, zodat hier dus een hoog niveau staat als een ingang niet ge-

bruikt wordt.

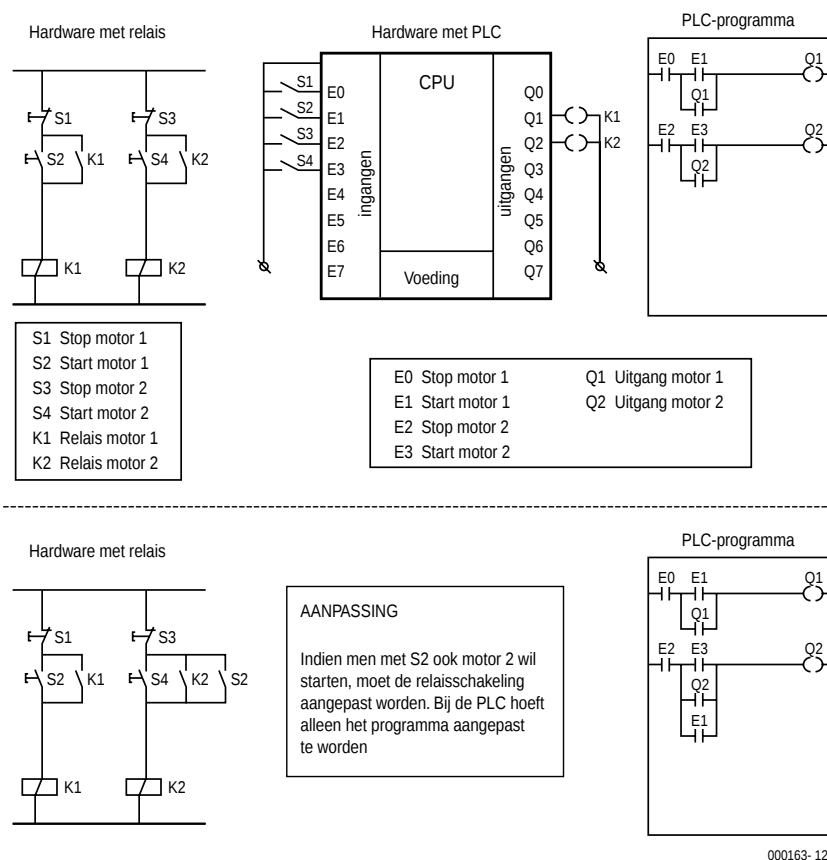
In **figuur 3** is de layout afgebeeld van de print die voor de hardware ontworpen is. Deze is dubbelzijdig uitgevoerd om veel draadbruggen te vermijden.

De opbouw van de print is zeker niet moeilijk. Aangezien de stroomopname van de IC's gering is, hoeft de 7805 niet voorzien te worden van een koelvin.

Voor de LED's zijn rechthoekige typen gekozen, zodat steeds groepjes van acht stuks dicht tegen elkaar kunnen worden geplaatst, precies tegenover de bijbehorende header-pennen.

Voor de aansluitingen met de buitenwereld zijn gewone 2x10-pinheaders of boxheaders gebruikt, waar men gemakkelijk een stuk flatcable met een persconnector op kan prikken. Op elke connector zijn +5 V en massa ieder op twee extra pennen aanwezig, terwijl tegenover iedere signaalaansluiting ook nog eens een massa-aansluiting zit (zie schema). Denk er aan dat de headers aan de soldeerzijde van de print moeten worden gemonteerd. Dan klopt ook de nummering van de in- en uitgangen zoals die op de frontplaat (**figuur 4**) is vermeld.

Wie het geheel netjes wil afwerken, kan de schakeling in een kastje bouwen en het kastje voorzien van een



Figuur 1. Voorbeeld van een start- en stop-schakeling voor twee motoren, een keer uitgevoerd met relais en een keer met een PLC.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1...R3 = 10 k

R4...R7 = weerstand-array 8 x 10 k

R8...R11 = weerstand-array 8 x 1 k

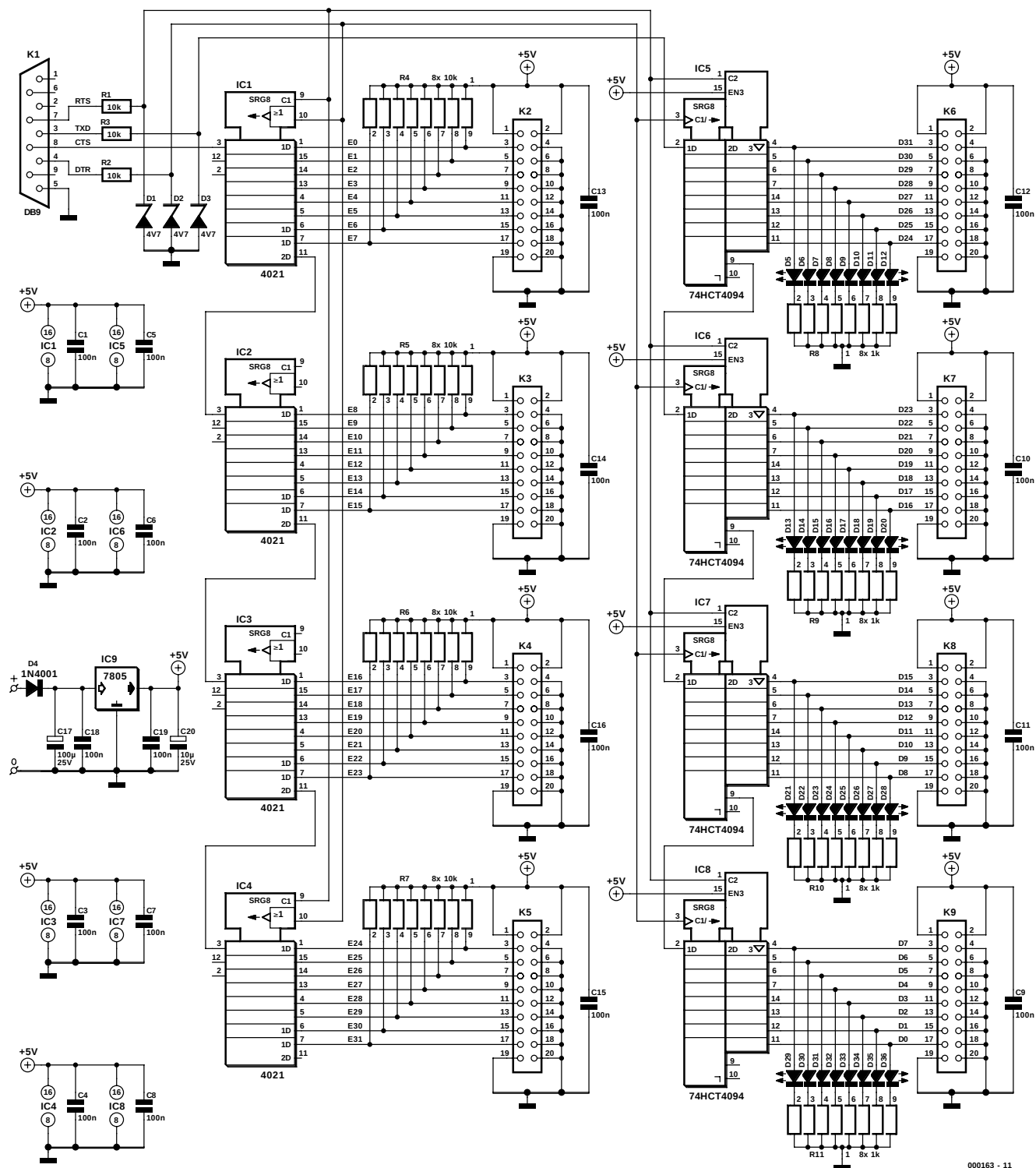
Condensatoren:

C1...C16, C18, C19 = 100 n

C17 = 100 μ /25 V radiaalC20 = 10 μ /25 V radiaal

Halfgeleiders:

D1...D3 = zenerdiode 4,7 V/400 mW



000163 - 11

Figuur 2. De hardware bestaat grotendeels uit een aantal schuifregisters van het type 4021 en 4094.

D4 = 1N4001

D5...D36 = rechthoekige rode LED,
high efficiency

IC1...IC4 = 4021

IC5...IC8 = 74HCT4094

IC9 = 7805

Diversen:

K1 = haakse 9-polige sub-D-connector
voor printmontage, female

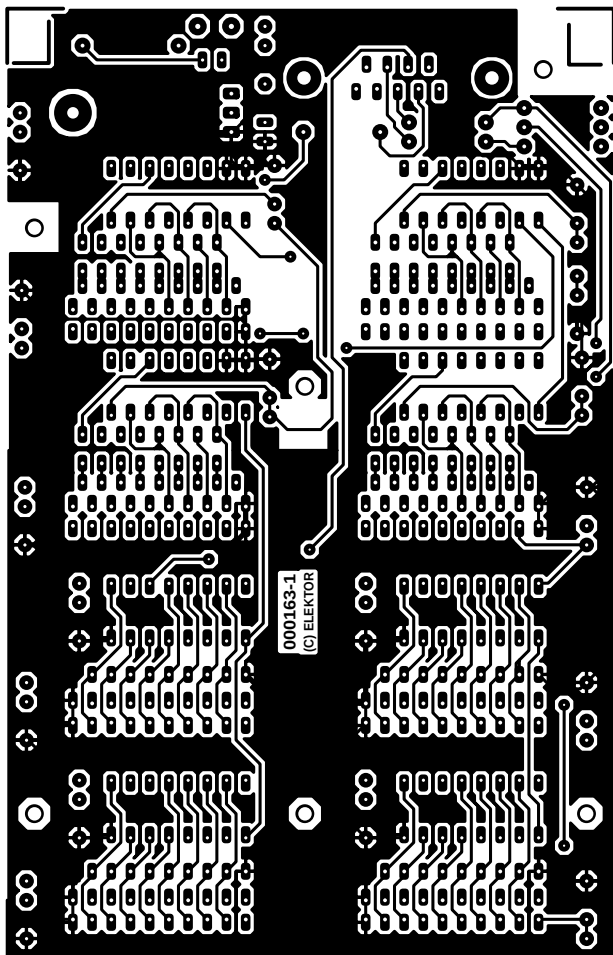
K2...K9 = 2x10-polige boxheader
behuizing: Teko 160x95x45 mm
(Conrad bestelnr. 526177)

print: EPS 000163-1 (zie service-

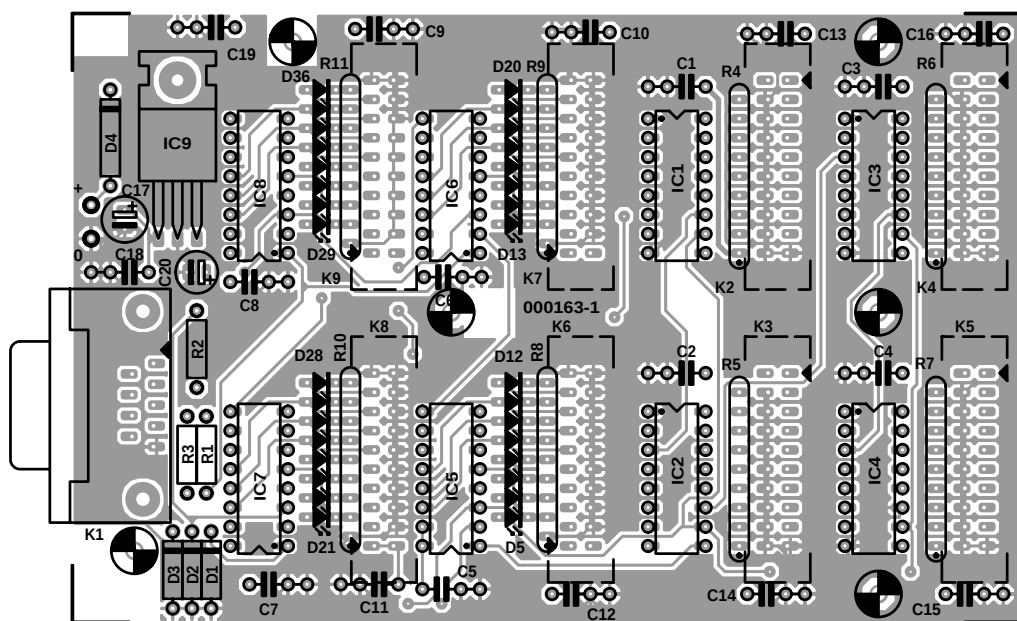
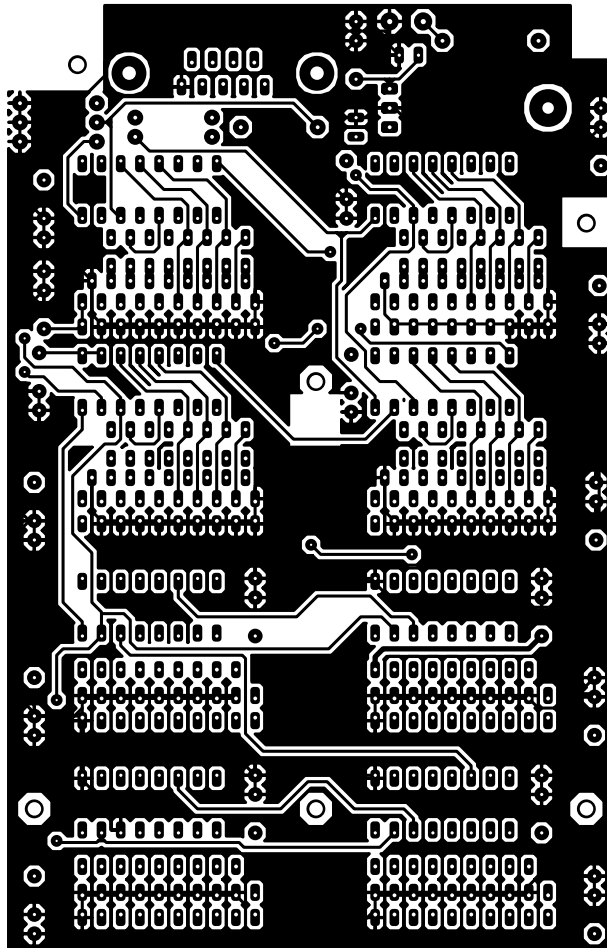
pagina's)

3,5"-floppy met Windows-
programma: EPS 000163-11
combinatiepakket, bestaande uit
print + floppy: EPS 000163-C

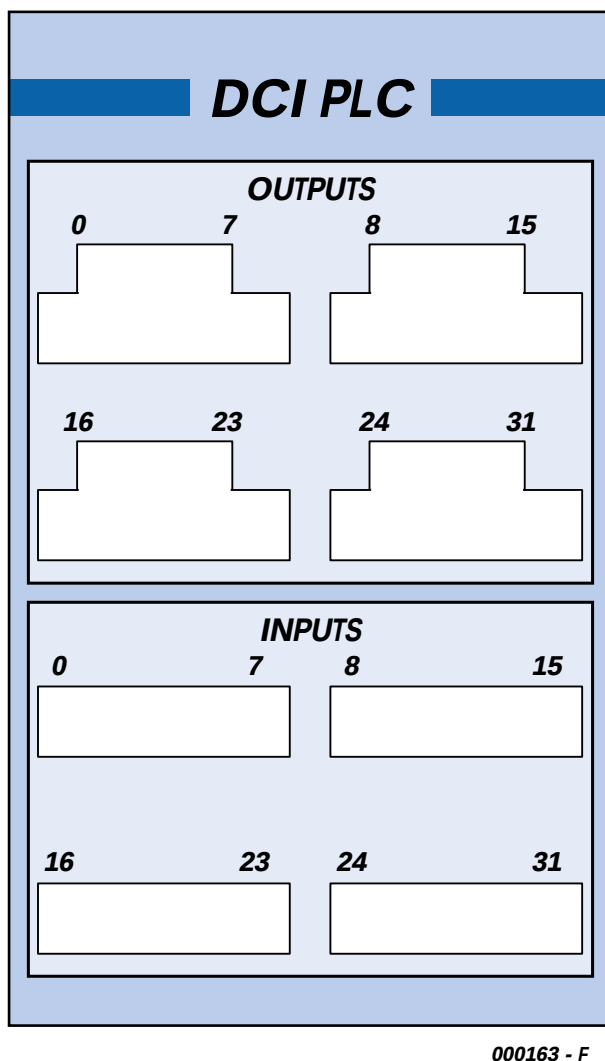
soldeerzijde



componentenzijde



Figuur 3. De dubbelzijdige print voor de hardware van de DCI-PLC.



Figuur 4. Voorbeeld van een passende frontplaat voor de print uit figuur 3.

frontplaatje zoals het in figuur 4 afgebeelde exemplaar.

Werken met de software

Het programma DCI-PLC is zodanig opgezet dat men door het plaatsen van blokken eenvoudig een programma kan maken voor de PLC.

De lengte van een ladderdiagram dat op deze wijze wordt gemaakt, mag maximaal 99 regels lang zijn. Een ladderdiagram vertoont veel overeenkomsten met een relaischema en is een veelgebruikte manier om op een grafische wijze een programma te schrijven. Bij een ladderdiagram moet men er altijd aan denken dat de symbolen in het ladderdiagram instructies weergeven en niet de fysieke contacten. Bij het uitvoeren van de instructies in het programma worden de toestanden van de ingangen bekeken. Afhankelijk hiervan wordt een uitgang hoog of laag gemaakt.

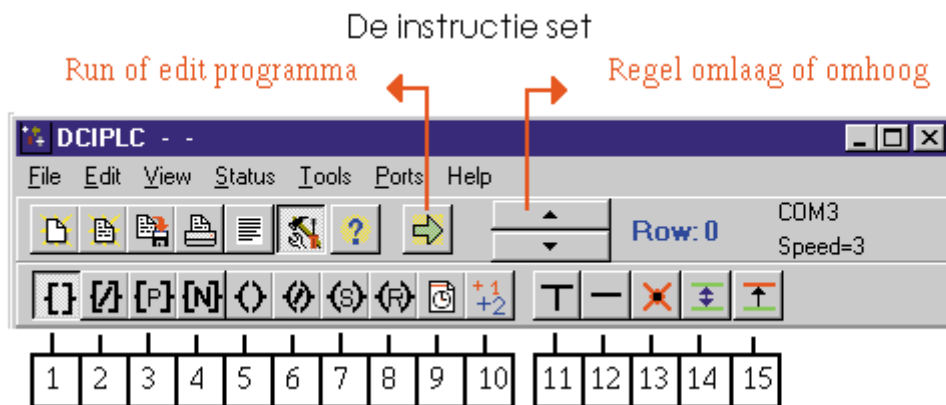
Instructieset

De instructieset van de DCI-PLC bevat de volgende onderdelen (zie figuur 5):

1. *Controleer op 'AAN'.* Deze instructie onderzoekt of er spanning aanwezig is en kan een toewijzing krijgen naar een ingang, uitgang, flag, timer of teller. De status van deze instructie is 'WAAR' wanneer er spanning aanwezig is (wanneer de instructie een toewijzing heeft gekregen naar een ingang of een uitgang).
2. *Controleer op 'UIT'.* Deze instructie kijkt naar de afwezigheid van spanning en kan een toewijzing krijgen naar een ingang, uitgang, flag, timer of teller. De status van deze instructie is 'WAAR' wanneer er geen spanning aanwezig is (wanneer de instructie een toewijzing

heeft gekregen naar een ingang of een uitgang).

3. *Positieve-flank-detectie.* De status van deze instructie wordt 'WAAR' bij het detecteren van een opgaande flank. Dit blijft slechts geldig gedurende één programmacclus. Deze instructie kan alleen een toewijzing krijgen naar een flag.
4. *Negatieve-flank-detectie.* De status van deze instructie wordt 'WAAR' bij het detecteren van een neergaande flank. Dit blijft slechts geldig gedurende één programmacclus. Deze instructie kan alleen een toewijzing krijgen naar een flag.
5. Dit symbool staat voor een *interne of externe uitgang* en kan een toewijzing krijgen naar een flag of een uitgang. Deze uitgang zal hoog worden wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'WAAR' is.
6. Dit symbool staat voor een *geïnverteerde interne of externe uitgang* en kan een toewijzing krijgen naar een flag of een uitgang. Deze uitgang zal hoog worden wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'NIET WAAR' is.
7. *SET interne of externe uitgang.* Dit symbool kan een toewijzing krijgen naar een flag of een uitgang. Deze uitgang zal hoog worden wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'WAAR' is. Ook als het logische onderzoek voor de hele regel daarna 'NIET WAAR' wordt, zal de uitgang hoog blijven. Alleen *RESET uitgang* kan de uitgang weer laag maken.
8. *RESET interne of externe uitgang.* Dit symbool kan een toewijzing krijgen naar een flag of een uitgang. Deze uitgang zal laag worden wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'WAAR' is. Ook als het logische onderzoek voor de hele regel daarna 'NIET WAAR' wordt, zal de uitgang laag blijven. Alleen *SET uitgang* kan de uitgang weer hoog maken.
9. De *timer* is een instructie die gedurende een ingestelde tijd laag of hoog is (afwisselend hoog en laag is ook mogelijk). Deze instructie moet altijd in de laatste kolom van een regel geplaatst worden. De timer zal starten wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'WAAR' is en dat ook gedurende de hele timer-tijd blijft.



Figuur 5. De taakbalken in het DCI-PLC-programma. De nummering onder de knoppen verwijst naar de verklaringen van deze knoppen in de tekst.

Indien het logische onderzoek voor de hele regel 'NIET WAAR' wordt, zal de timer gereset worden. De waarde t1 is de tijd in seconden dat de timer laag is, terwijl t2 de tijd in seconden voorstelt gedurende welke de timer hoog is. De waarde van t1 en t2 mag liggen tussen 1 en 9999. Bij het toewijzen van een timer moet t1 of t2 een waarde krijgen, anders volgt er een foutmelding. Indien t1 en t2 een waarde krijgen, heeft men een pinker ter beschikking (een soort knipperlicht-functie). Voor het realiseren van zeer lange tijden kan men een timer en een teller combineren.

10. De *teller-instructie* levert een hoog niveau na een bepaald aantal pulsen. Het tellen zal starten wanneer het logische onderzoek voor de hele regel 'WAAR' is en dat ook blijft. Indien het logische onderzoek voor de hele regel 'NIET WAAR' wordt, zal de teller gereset worden. De teller kan een waarde hebben van 1 tot 9999. De teller heeft twee ingangen, een voor optellen en een voor aftellen. Aan deze ingangen kan een flag, ingang, timer, uitgang of andere teller toegewezen worden. Men moet minstens een van beide ingangen toewijzen. Alleen wanneer de teller gelijk is aan de ingestelde waarde, zal deze hoog worden! De teller-instructie moet altijd in de laatste kolom geplaatst worden.

11. *Begin of einde van een OR-instructie.* Deze instructie kan alleen geplaatst worden in kolom 1...8 en moet een begin en een einde hebben. Er kan maar één OR-instructie toegepast worden per regel en de OR mag maximaal 7 regels breed zijn. In de map /examples op de floppy staan

twee bestanden (or.plc en bador.plc) die laten zien wat kan en niet kan met een OR-functie.

12. *Lijn-instructie* Deze instructie vangt een signaaldraad in een schema. Deze instructie geeft altijd het niveau van het voorgaande vak door.

Voor het maken van een programma beschikken we over de volgende hulpmiddelen:

13. Verwijder een instructie.

14. Invoege van een regel.

15. Verwijderen van een regel.

Opmerking: Een flag (in het Nederlands ook wel merker genoemd) is een soort interne uitgang die gebruikt wordt voor het opslaan van tussenresultaten. Een flag kan als uitgang 'geset' en 'gereset' worden en is zo eigenlijk een onzichtbare uitgang.

Het maken van en programma

Het is een goed uitgangspunt om bij het ontwerpen van een programma van links naar rechts te werken en pas als een regel af is aan de volgende regel te beginnen. Dat laatste is ook nodig omdat het programma een controle op lege regels bevat.

Maak er bij het programmeren van een PLC verder een goede gewoonte van om in een programma altijd maar één uitgang met dezelfde toewijzing te gebruiken.

Elke PLC werkt op de volgende manier.

1. Bij een nieuwstart (PLC naar run-

mode) worden alle uitgangen spanningsloos.

2. De toestand van alle ingangen wordt ingelezen.

3. Het gebruikersprogramma werkt de instructies na elkaar af met de signaaltoestanden die in punt 2 zijn ingelezen.

Indien tijdens de verwerking van het programma een ingangssignaal van toestand verandert, wordt daar dus geen rekening mee gehouden tijdens de op dat moment lopende cyclus.

Tijdens de verwerking van het programma wordt wel rekening gehouden met de toestanden van timers, tellers en flags.

4. Na de verwerking van het gebruikersprogramma worden de resultaten naar de uitgangen gestuurd.

5. De punten 2, 3 en 4 worden cyclisch doorlopen.

Indien twee maal dezelfde uitgang gebruikt is in een programma, zal deze uitgang de toestand krijgen van de laatste regel waar de uitgang is geplaatst!

Het DCI-PLC-programma doorloopt 20 tot 100 maal per seconde een programma. Dit is afhankelijk van snelheid van de gebruikte PC en de lengte van het programma.

Voorbeeld

In het volgende voorbeeld gaan we een eenvoudige sproei-installatie maken voor een tuin.

We willen op twee plaatsen in de tuin sproeien. Afhankelijk van de droogte van de grond moeten we kunnen kiezen uit drie mogelijkheden: een korte sproeitijd, een lange sproeitijd en een heel lange sproeitijd.



- IY2: Input Yes nr. 2, voor dertig minuten sproeien.

Selecteer de instructie **SET uitgang** (7) en klik in vak 9. De uitgang wordt geplaatst en het dialoogvenster voor het toewijzen van een uitgang verschijnt. Selecteer **Flag** en vul **10** in. Eventueel kunt u ook nog tekst toevoegen.



Ziezo, de eerste regel staat er. Maak op soortgelijke wijze de overige regels, zoals afgebeeld is in **figuur 6**. Als dit gebeurd is, kan men het programma opslaan en is het klaar om te testen.

Voor het testen van het programma of als de hardware niet beschikbaar is, kan men gebruik maken van de simulatie-mode.

Klik daartoe op **Simulation mode** in het menu **Status**. Er verschijnt een venster waarin de niveaus van de 32 ingangen kunnen worden ingesteld en de toestanden van de uitgangen kunnen worden gecontroleerd. Maak nu ingang 1 even hoog en laag. Hierdoor wordt timer 2 gestart en zijn de uitgangen 1 en 2 gedurende 20 minuten hoog.

In het programma wordt de toestand van de in- en uitgangen visueel weergegeven en is de momentele waarde van de timers zichtbaar.

Als het sproeien eenmaal is gestart, heeft het hoog maken van een van de ingangen geen effect meer. Dit komt door de vergrendeling op regels 1, 2 en 3.

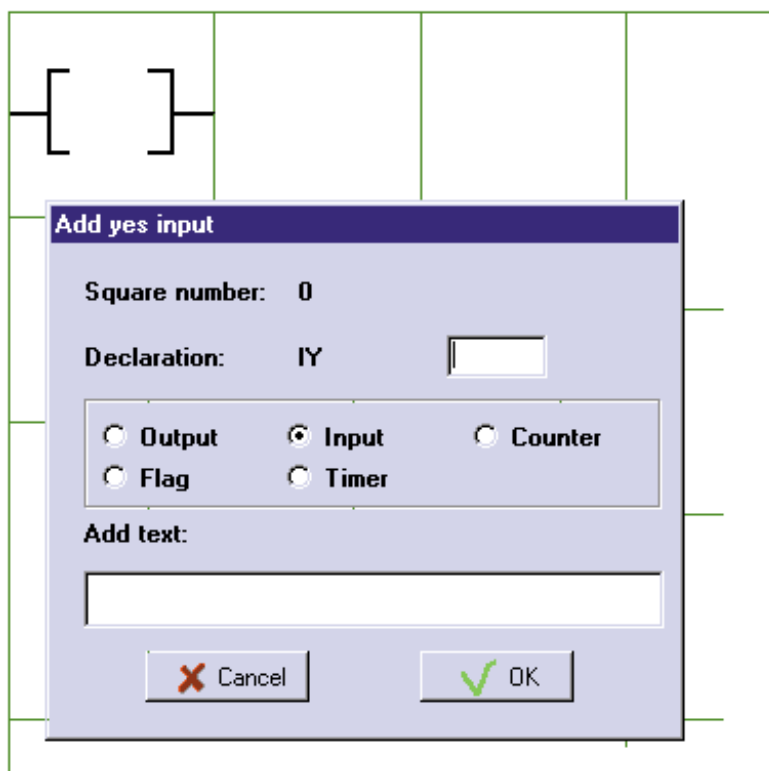
Als de hardware is aangesloten, kunt u nu de juiste poort-instellingen doen in het menu **Ports**.

U kunt kiezen uit COM1...COM4 en de snelheid kan worden ingesteld. Het is verstandig om eerst de laagste snelheid in te stellen en daarna in RUN-mode te controleren of de ingangen goed reage-

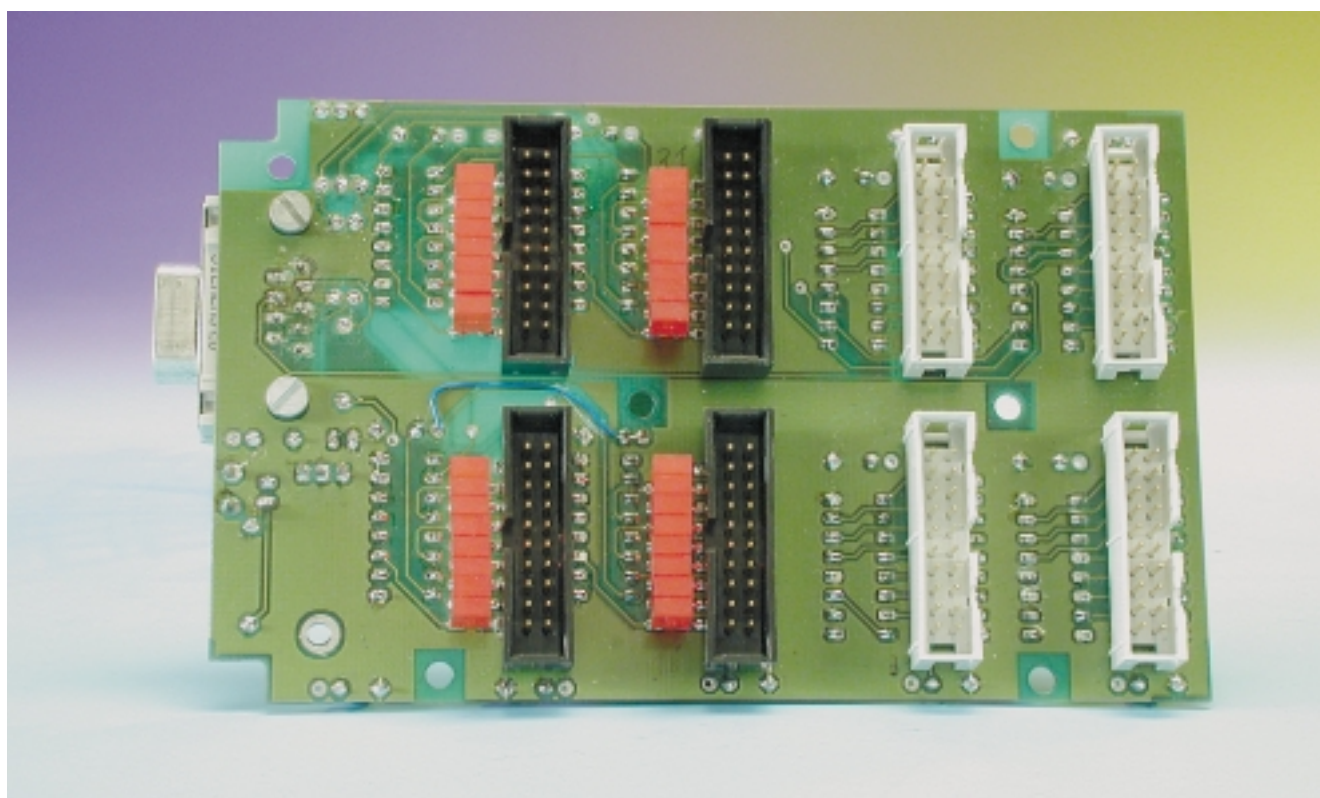
ren en de uitgangen juist aangestuurd worden. Klik op **Run mode** in het **Status**-menu of klik op de knop met de groene pijl op de werkbalk.

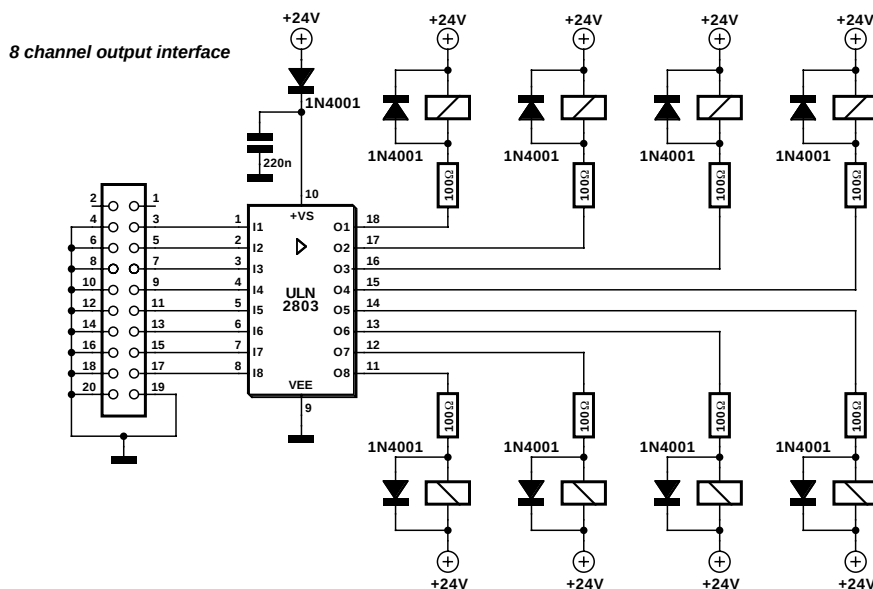
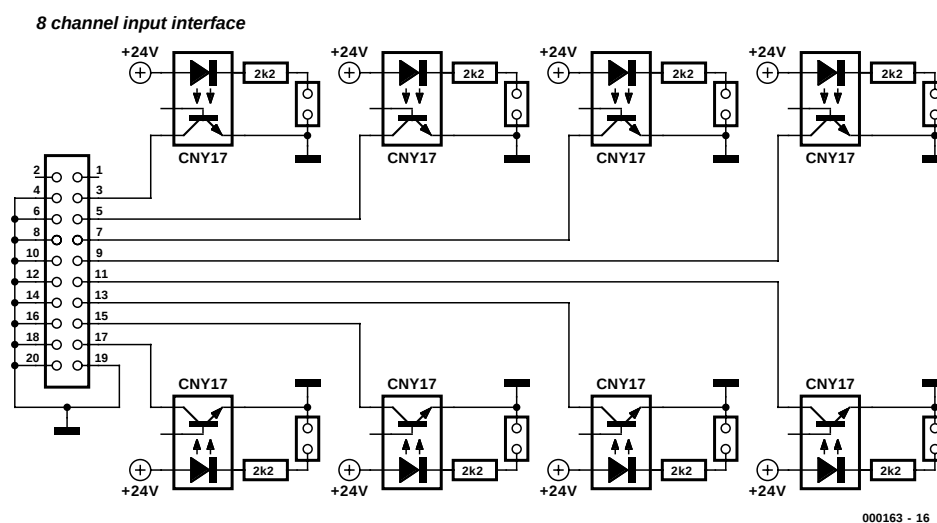
U kunt op elk moment terug naar de

edit-mode door te klikken op **Edit mode** in het menu **Status** of te klikken op de knop met de rode cirkel. Hierna worden alle uitgangen van de hardware terug op nul gezet.



Figuur 7. Bij het plaatsen van een instructie verschijnt een dialoogvenster voor de toewijzingen, eventueel commentaar, enzovoort.



a**b**

000163 - 16

Figuur 8. Twee voorbeelden voor mogelijke interfaces. **a** toont een schema met acht relais-uitgangstrappen en **b** toont acht ingangen met opto-couplers.

De volgende tips geven een optimale werking van het programma in de run-mode:

- Zorg ervoor dat zo weinig mogelijk programma's actief zijn.
- Zet de schermbeveiliging uit.
- Start geen ander programma.
- Plaats geen diskette of CD-ROM in de PC.

Door deze maatregelen kan Windows een maximale tijd voor het DCI-PLC-programma reserveren, wat de prestaties ten goede komt. Als bijvoorbeeld een CD-ROM in de lade van de CD-speler wordt gelegd, dan zal het DCI-PLC-programma gedurende een paar seconden niet meer reageren. Dit komt omdat Windows de prioriteit geeft aan het CD-ROM-station. Gedurende deze tijd worden de timers niet meer bijgehouden en worden ingangen niet ge-

controleerd. Indien men de voorgaande voorzorgen in acht neemt, zal het programma iedere ingang minstens 10 keer per seconde controleren en zal een timer maximaal een afwijking van 2 seconden hebben per 24 uur. Op een Pentium 400 haalt het sproeier-programma een snelheid van 90 cycli per seconde.

Op de floppy met het programma (ook beschikbaar op de Internet-site van Elektuur: www.elektuur.nl) staan nog enkele voorbeelden om mee te oefenen.

Interfacing

Voor de koppeling met allerlei apparaten, relais en signaalgevers kunnen Elektuurlezers putten uit een zeer grote voorraad aan schakelingen die daarvoor in voorgaande jaren in Elektuur al eens gepubliceerd zijn. Maar toch willen we nog enkele een-

voudige voorbeelden geven. **Figuur 8a** toont een 8-kanaals uitgangsisnterface die bestaat uit een buffer-IC en 8 relais. Op deze wijze kunnen 8 apparaten of schakelingen van spanning worden voorzien (bij de juiste relaiskeuze kan hier zelfs netspanning mee worden geschakeld, maar let wel op een veilige opbouw).

In **figuur 8b** is een 8-kanaals ingangsisnterface getekend. Het gaat hier om acht opto-couplers met bijbehorende stroombegrenzingsweerstand. Als de twee aansluitpennen worden doorverbonden, verschijnt er een hoog niveau op de bijbehorende PLC-ingang.

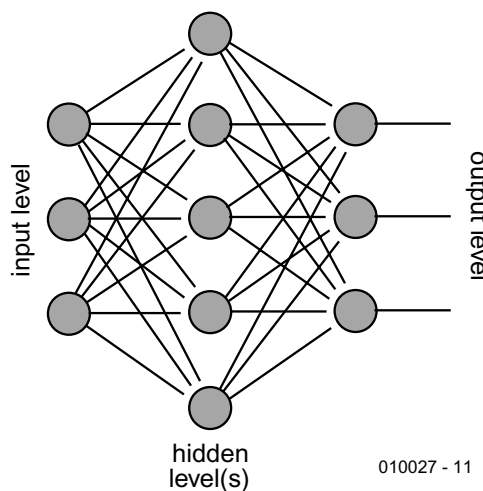
(000163)

De auteur heeft een eigen website voor de DCI-PLC:

<http://home.planetinternet.be/~dc11cd/>

Neurale netwerken

DE NEUROCOMPUTERS ZIJN ER



Figuur 1. Een kunstmatig neurale netwerk bestaat uit minstens drie lagen van met elkaar verbonden neuronen.

De meeste acties van dieren worden aangestuurd vanuit een netwerk van zenuwcellen of neuronen. In dit artikel wordt de overeenkomst met de werking van de neurocomputer onderzocht.

Neuronen zijn gewoonlijk georganiseerd in goed gedefinieerde structuren zoals de hersenen, het ruggenmerg en het decentrale zenuwstelsel. Elke neuron is een centrum van informatie-overdracht. Het kan informatie ontvangen van andere neuronen in het netwerk door middel van elektrische signalen. Deze informatie wordt in het neuron verwerkt en weer doorgegeven aan andere neuronen. In de menselijke hersenen bijvoorbeeld is elke neuron verbonden met niet minder dan 10.000 andere neuronen. De mate waarin informatie wordt uitgewisseld, hangt af van het aantal fysieke verbindingen tussen de neuronen en de intensiteit (of sterkte) van elke verbinding. Het aantal mogelijke verbindingen is veel groter dan het aantal aanwezige neuronen. Naar schatting bestaan in de menselijke hersenen meer dan 10^{16} van deze verbindingen, wat enorme mogelijkheden biedt voor geheugen en intelligentie.

Het leerproces

Een jong dier begint het leven met een bepaalde hoeveelheid 'ingebouwde' netwerkverbindingen. Al snel breidt het aantal verbindingen zich uit door het opdoen van ervaringen waarin het

dier leert zinvol te reageren op prikkels van buiten. Dit leren leidt niet alleen tot het ontstaan van nieuwe verbindingen. Ook worden sommige bestaande verbindingen versterkt en weer andere verbindingen verzwakt. Het leerproces is dus een essentiële eigenschap van het neurale netwerk. Het dier leert hoe het moet reageren in een bepaalde situatie. Het leert ook patronen, zoals het herkennen van een vriend of vijand of het herkennen van de geur van lekker eten.

Het neurale netwerk van een dier is dus geschikt om complexe taken uit te voeren. Met dit voor ogen heeft een aantal onderzoekers geprobeerd een kunstmatig equivalent, een artificial neural network (ANN), op te bouwen. Een ANN bestaat uit neuronen die het gedrag van dierlijke neuronen nabootsen. Het netwerk heeft een signaalinput, een proces en een uitgangstrap. De eerste elektronische ANN's waren opgebouwd met vacuümbuizen. In de eerste jaren werd weinig vooruitgang geboekt, tot de komst van de VLSI (uitgebreide geïntegreerde schakeling). Tegenwoordig kan, door de enorme rekenkracht van de huidige microprocessors, een ANN betrekkelijk eenvoudig worden opgebouwd. Dit kan door gebruik te maken van een conventionele

Owen Bishop

processor (met Harvard-architectuur), zoals zal worden geïllustreerd met het later in dit artikel beschreven programma. Daarnaast zijn er speciale processors ontwikkeld die worden aangeduid met true neurocomputers. Deze processors maken gebruik van parallelle verwerking, waardoor ze uitermate geschikt zijn voor de taken van een ANN.

Hoewel een ANN is opgebouwd uit neuronen die de biologische neuronen zo goed mogelijk imiteren, zal hooguit een oppervlakkige gelijkenis bestaan met het gedrag van levende wezens en niet meer dan dat. Er is inmiddels veel bekend over de structuur en de activiteit van dierlijke neuronen. Helaas is echter nog weinig bekend over de manier waarop neuronen onderling informatie uitwisselen. Een neurocomputer werkt in principe op een heel andere manier dan hersenen. Toch kan een neurocomputer vergelijkbare taken uitvoeren.

Architectuur

De structuur van een gemiddeld ANN is te zien in **figuur 1**. Er is hier sprake van minimaal drie lagen en elke laag heeft een willekeurig aantal neuronen. De ingangslaag bestaat uit neuronen die informatie ontvangen van de sensors. In een praktisch besturingssysteem kan gedacht worden aan temperatuur- of optische sensors, maar ook aan naderings- of druksensors. In een visueel herkenningssysteem bijvoorbeeld, bestaan de ingangssignalen uit bepaalde deelgebieden van het beeld van een videocamera. De uitgangslaag van het ANN bestaat uit neuronen die de actuators (zoals motoren, magneetschakelaars of lampen) sturen. Maar de uitgangslaag kan ook een reeks bits genereren die later worden geïnterpreteerd door een computer. Tussen de ingangs- en uitgangslaag zijn één of meerdere verborgen lagen aanwezig, die niet direct contact hebben met de buitenwereld.

In het netwerk van **figuur 1** planten signalen zich voort vanaf de ingangslaag, door de verborgen lagen, in de richting van de uitgangslaag. Deze constructie staat bekend als de feedforward-architectuur en wordt het meest gebruikt. Bepaalde toepassingen kunnen een andere architectuur vereisen voor wat betreft de terugkoppeling en de verbindingen tussen de neuronen.

Het construeren van een ANN

Er zijn een aantal computerprogramma's beschikbaar waarmee een ANN

kan worden geconstrueerd. Eén van deze programma's is Easy NN van Stephen Wolsterholme. Om een ANN in bedrijf te zien construeren we een besturingssysteem voor een denkbeeldige robot. Deze robot bezoekt regelmatig alle werkplekken in een fabriek, levert componenten aan en haalt de geproduceerde werkstukken op. De route die de robot moet volgen, wordt aangegeven met een witte lijn op de vloer. Deze lijn beschrijft een complete cirkel met aftakkingen naar de diverse werkplekken. De robot heeft aan de voorkant twee optische sensors die links en rechts van de lijn de vloer afzoeken. Als de robot zich recht boven de lijn beweegt, zullen beide sensors niets waarnemen en de motoren van het linker en rechter wiel zullen even snel draaien. Als de lijn echter afbuigt, zal één van de sensors geprikkeld worden. De motor aan die zijde zal dan worden afgeremd, waardoor de robot terugkeert naar de lijn. Als de robot een vertakking van de lijn tegenkomt, dan zullen beide sensors worden geprikkeld omdat de lijn daar extra breed is. In dat geval kan de robot van de hoofdlijn afwijken en kiezen voor de zijtak. Dat zal de robot ook doen als de oproepsensor op dat moment een speciaal teken van de werkplek ontvangt, in de vorm van een lichtbundel.

De robot heeft aan de voorkant ook een botssensor, waarmee hij een blokkade waarneemt als hij bij een werkplek is aangekomen. De robot stopt dan en laat een attentiesignaal horen. De componenten en werkstukken kunnen dan op- of afgeladen worden, waarna de robot weer terugkeert naar de hoofd-

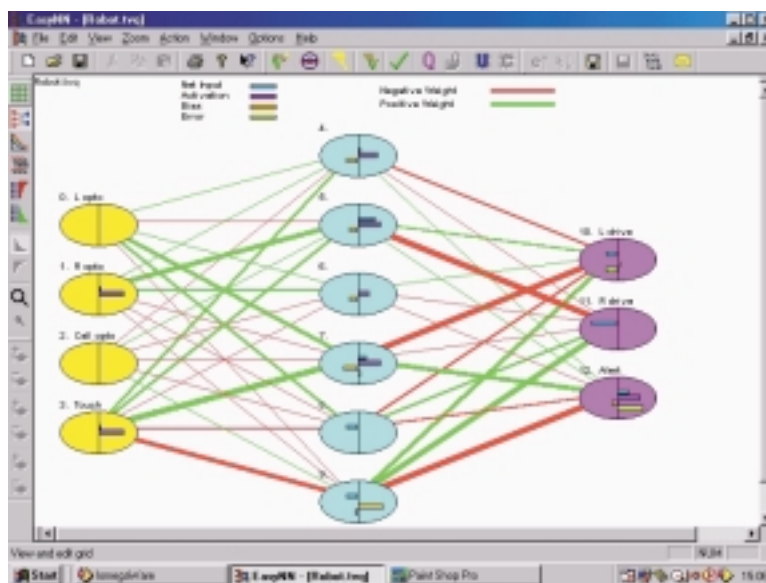
lijn. Als de robot onderweg een obstakel tegenkomt, dan zal de botssensor dit waarnemen. De robot stopt dan en geeft een hoorbaar signaal totdat het obstakel uit de weg geruimd is.

Dit is een overdreven simpel voorbeeld van een besturingssysteem en deze robot zal in praktijk waarschijnlijk niet eens goed werken. Het voorbeeld dient alleen als illustratie van de aard van een ANN. Een ander zwak punt van dit voorbeeld is dat de ingangssignalen tweewaardig zijn. Een goed opgebouwd ANN kan echter uitstekend overweg met analoge ingangssignalen.

De training

Bij het gebruik van het programma Easy NN is de eerste stap bij het construeren van de robot het definiëren van de verschillende lagen. De ingangslaag heeft vier neuronen, de uitgangslaag heeft drie neuronen en er is één verborgen laag. De beslissing hoeveel neuronen de verborgen laag zal bevatten, wordt overgelaten aan het programma. Vervolgens wordt het netwerk verteld hoe het zich moet gedragen door een tabel in te voeren. In deze tabel wordt voor elke mogelijke combinatie van de ingangswaarden een uitgangstoestand gegeven. De robot in dit voorbeeld heeft vier binaire ingangen (16 mogelijke ingangstoestanden) en de tabel heeft de gedaante van een waarheidstabel. Deze fase van het ontwerp staat bekend als training door supervisie en is het equivalent van het programmeren bij een expert-systeem.

Nu het programma bijna zover is dat



Figuur 2. Dit ANN modelleert het besturingssysteem van een eenvoudige robot.

het neurale netwerk gegenereerd kan worden, moet eerst het benodigde aantal neuronen in de verborgen laag worden bepaald. Vervolgens worden alle neuronen verbonden (figuur 1) en de verbindingen krijgen een willekeurige, maar zwakke waarde. Dan worden de verschillende ingangswaarden aangeboden, de uitgangen berekend en vergeleken met de verwachte uitgangswaarden. Dit proces wordt herhaald en, omdat elk neuron een bijbehorende geheugencel heeft, kan de sterkte van de verbindingen zodanig worden aangepast dat de berekende uitgangswaarden beter overeenkomen met de gewenste uitgangswaarden. Het proces gaat net zolang door tot stabiele uitgangswaarden worden bereikt. Het netwerk wordt dan getoond als een diagram (figuur 2). Hierin is te zien dat het programma heeft verkozen om in de verborgen laag zes neuronen te gebruiken. De verbindingen tussen de neuronen zijn te zien als lijnen met een verschillende dikte. Sommige lijnen op het beeldscherm hebben een groene kleur, om aan te geven dat het om een positieve (stimulerende) actie gaat. Andere lijnen zijn rood om aan te geven dat het een remmende actie betreft. De signalen die bij een neuron aankomen, worden gewogen en ge-

sommeerd. In de meeste systemen worden een aantal zwakke signalen zelfs volledig genegeerd. Alleen als de som van de signalen een bepaalde drempel overschrijdt, zal het neuron een uitgangssignaal geven. Figuur 2 toont een bepaalde toestand van ingangssignalen met overeenkomstige uitgangssignalen. De parameters bij elk neuron zijn te zien als strookjes waarvan het tweede van boven de mate van activiteit laat zien. Om het gedrag van het netwerk te onderzoeken kunnen de ingangswaarden worden veranderd met behulp van het 'query panel'. De resulterende uitgangswaarden worden direct berekend en op het display getoond. In figuur 2 bijvoorbeeld zijn de waarden van de rechter opto-sensor en de botssensor beide '1'. De linker opto-sensor en de oproepsensor hebben een waarde '0'. De daarbij behorende uitgangstoestand is '0' voor de motoren en '1' voor het attentiesignaal. De robot is dus een obstakel tegengekomen. Als de ingangswaarden voor de opto-sensors beide '1' gemaakt worden terwijl de botssensor '0' blijft, zal de uitgang onmiddellijk veranderen in linker motor '1', rechter motor '0' en attentiesignaal '0'. De robot slaat rechtsaf bij een vertakking. Alle ingangstoestanden resulteren nu in de

gewenste uitgangstoestanden, in overeenstemming met de training. Deze simpele besturing kan natuurlijk ook worden gerealiseerd met logische poorten of met een paar regels code in een BASIC-programma. In plaats daarvan hebben we gebruik gemaakt van een algoritme dat het gedrag van een neuron beschrijft. Ook is beschreven wat er gebeurt als meerdere neuronen met elkaar zijn verbonden in een netwerk. De overdracht van de ingang naar de uitgang van het netwerk wordt volledig door de training bepaald. Als we het een andere training geven, zal het netwerk ook anders reageren.

Analoge signalen

Een van de voorbeelden die zijn te zien op de website van Easy NN maakt duidelijk hoe goed een ANN overweg kan met analoge signalen. Het netwerk is getraind om drie soorten irissen te onderscheiden aan de hand van de lengte en breedte van het bloemblad en het kelkblad. Het netwerk heeft vier ingangsneuronen, één voor elk van de ingangswaarden. Het heeft drie uitgangsneuronen, één voor elk van de soorten *I.setosa*, *I.versicolor* en *I.virginica*. Het programma gebruikt zeven neuronen in de tussenlaag.

Bij het gebruik van analoge ingangen kan het netwerk niet worden getraind aan de hand van een waarheidstabel. In plaats daarvan wordt analoge informatie als voorbeeld gegeven. Van vijftig voorbeeldbloemen worden de vier maten in een tabel ingevoerd. In de drie uitgangskolommen wordt alleen 'true' ingevoerd als het deze bloemsoort betreft. In de andere twee kolommen wordt de waarde 'false' gegeven. Vijftig voorbeelden per bloemsoort wordt als voldoende beschouwd voor de training. Hoewel het onderscheiden van bloemsoorten aan de hand van de bladvorm toch geen eenvoudige taak

is, leert het netwerk snel de verschillende irissen uit elkaar te houden.

Toepassingen

Aan de hand van een ingangspatroon leert een ANN een uitgangspatroon te produceren. We hebben voorbeelden gezien op het gebied van besturing en van biologische classificatie. ANN's worden vaak gebruikt om grote hoeveelheden gegevens te onderzoeken met als doel patronen te vinden. Visuele herkenning is belangrijk voor de robottechnologie en bij bewakingsapparatuur. Hier vinden veel ANN's

hun toepassing. De flexibiliteit van een ANN en de mogelijkheid om te reageren op veranderende ingangspatronen maken een dergelijk netwerk zeer bruikbaar om de juiste parameters van fuzzy-logic-systemen te vinden. In de toekomst is het mogelijk dat steeds meer huishoudelijke apparaten bestuurd zullen gaan worden door een combinatie van fuzzy logic en een neuraal netwerk.

Meer details over het programma Easy NN zijn te vinden op de website:

<http://www.tropheus.demon.co.uk>

(010027-1)

Volgende maand:

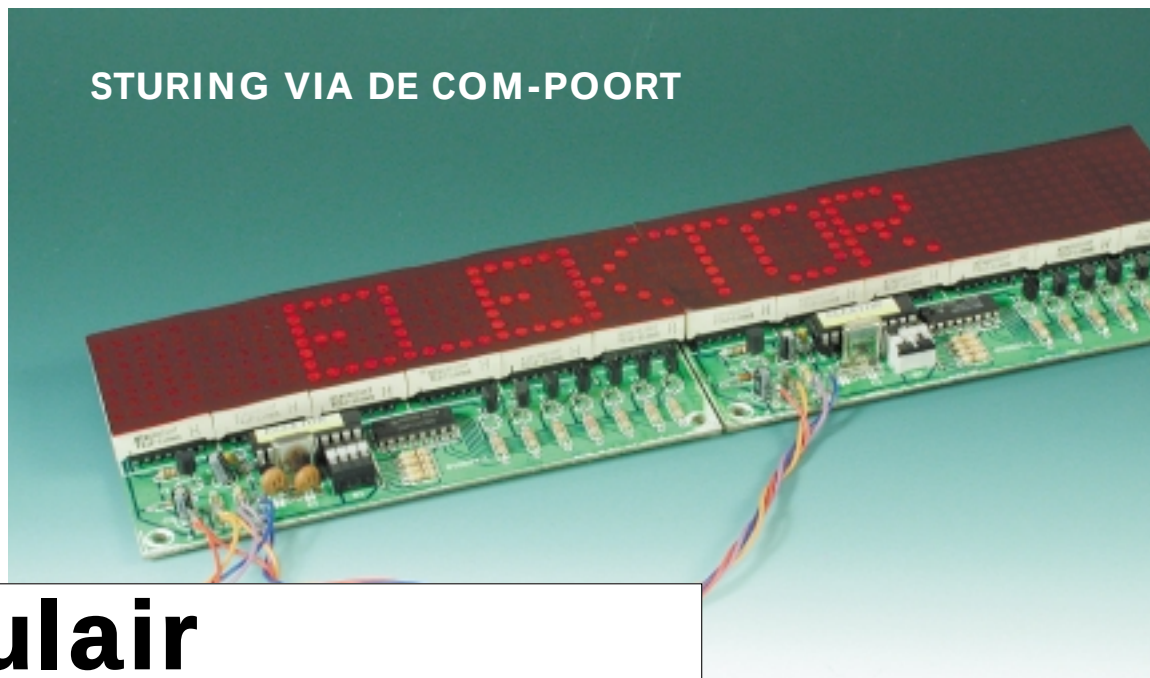
Het jaarlijkse dubbelnummer van Elektuur.

De Halfgeleidergids 2001 met

meer dan 100 schakelingen, ideeën en tips.

EXTRA: Bouw zelf een mini-webserver

STURING VIA DE COM-POORT



Modulair puntmatrix-display

Industrieel vervaardigde puntmatrix-displays zijn meestal duur en niet erg flexibel voor wat betreft het aantal karakters en de beschikbare tekenset. Voldoende redenen om de soldeerbout te pakken en zelf een puntmatrix-display te maken dat kan worden toegespitst op een specifieke toepassing.

Het hier voorgestelde puntmatrix-display heeft zes karakterposities en zonder enige aanpassing aan de hardware kunnen tot 16 modules achter elkaar worden gezet. Het maximale aantal karakters komt dan op 96. De print is ontworpen voor matrixdisplay's met een penafstand van 33,0 mm (30 mm karakterhoogte) maar door middel van adapterprinten kunnen willekeurig grote (of kleine) matrix-display's worden gestuurd. Het is zelfs mogelijk losse LED's te gebruiken als ze elektrisch/optisch voldoende compatibel zijn.

De kosten van het display zijn in vergelijking met industriële producten zeker laag te noemen (hier wordt zelfbouw beloond!). De digitale IC's zijn standaardproducten, de gebruikte passieve componenten kosten bijna niets en zelfs de toegepaste AT89C2051 microcontroller met flash-geheugen is voor een paar tientjes te koop. De totale kosten hangen vooral af van het aantal en de grootte van de matrix-displays.

De controller die het display stuurt, bezit een karakterset van 95 tekens. Daartoe behoren behalve de letters (groot en klein) en cijfers ook een flink aantal bijzondere tekens. Het is echter - zelfs voor assembler-analfabeten - betrekkelijk eenvoudig om de karakterset aan te passen en zelfs eenvoudige grafieken af te beelden.

Gemultiplexte aansturing

Een enkel karakter wordt gewoonlijk in een 5x7 of 8x8 matrix opgebouwd. Als iedere diode een stroom van 10 mA trekt, bedraagt de maximale stroom voor een karakter 350 mA respectievelijk 640 mA. Voor een display met maar een paar karakters zou al een flinke netvoeding nodig zijn, nog afgezien van de vele stuurleidingen en voorschakelweerstand. Daarom is voor een gemultiplexte aansturing gekozen. Daarbij wordt door de aansturing een hele matrixrij in tussengeheugens of schuifregisters gezet. Dan wordt de hele rij door een transistor kort ingeschakeld en geeft daarbij een intens licht. Vervolgens wordt de tweede rij in de registers geladen en geactiveerd. Deze procedure gaat door tot de zevende of achtste rij en wordt steeds herhaald.

Als de herhalingsfrequentie hoog genoeg is, wordt dit door de traagheid van het oog ervaren alsof alle diodes tegelijkertijd branden. Een probleem is echter wel de lichtopbrengst. Afhankelijk van het aantal rijen is de tijd dat een rij brandt 1/7 of 1/8 van de herhalingsrij. In de praktijk nog korter, want tijdens de omschakeling moeten de LED's uit zijn. Als we dus een flinke lichtopbrengst willen hebben moeten de LED's meervoudig over-

A. Köhler

stuurd worden.

Bij de hier voorgestelde schakeling wordt de rij-informatie in een schuifregister gezet dat bestaat uit 6 IC's van het type 74LS164. Van ieder IC worden slechts vijf bits gebruikt. De zeven rijen worden door de controller geselecteerd met P1.0...P1.2 via een 1-uit-8-decoder 74LS138 (IC2). Voor het laden van het schuifregister zijn slechts twee poortlijnen van de controller nodig. Poort 1.7 is voor de data en poort 1.6 geeft het kloksignaal voor het schuifregister. De reset-ingang van de schuifregister-IC's wordt niet gebruikt (activering zou alle LED's doen branden). De displayprocedure begint met de activering van rij acht, die er niet is. Hierdoor weet men zeker dat alle LED's uit zijn. Anders zouden alle dioden zwak branden tijdens de op-

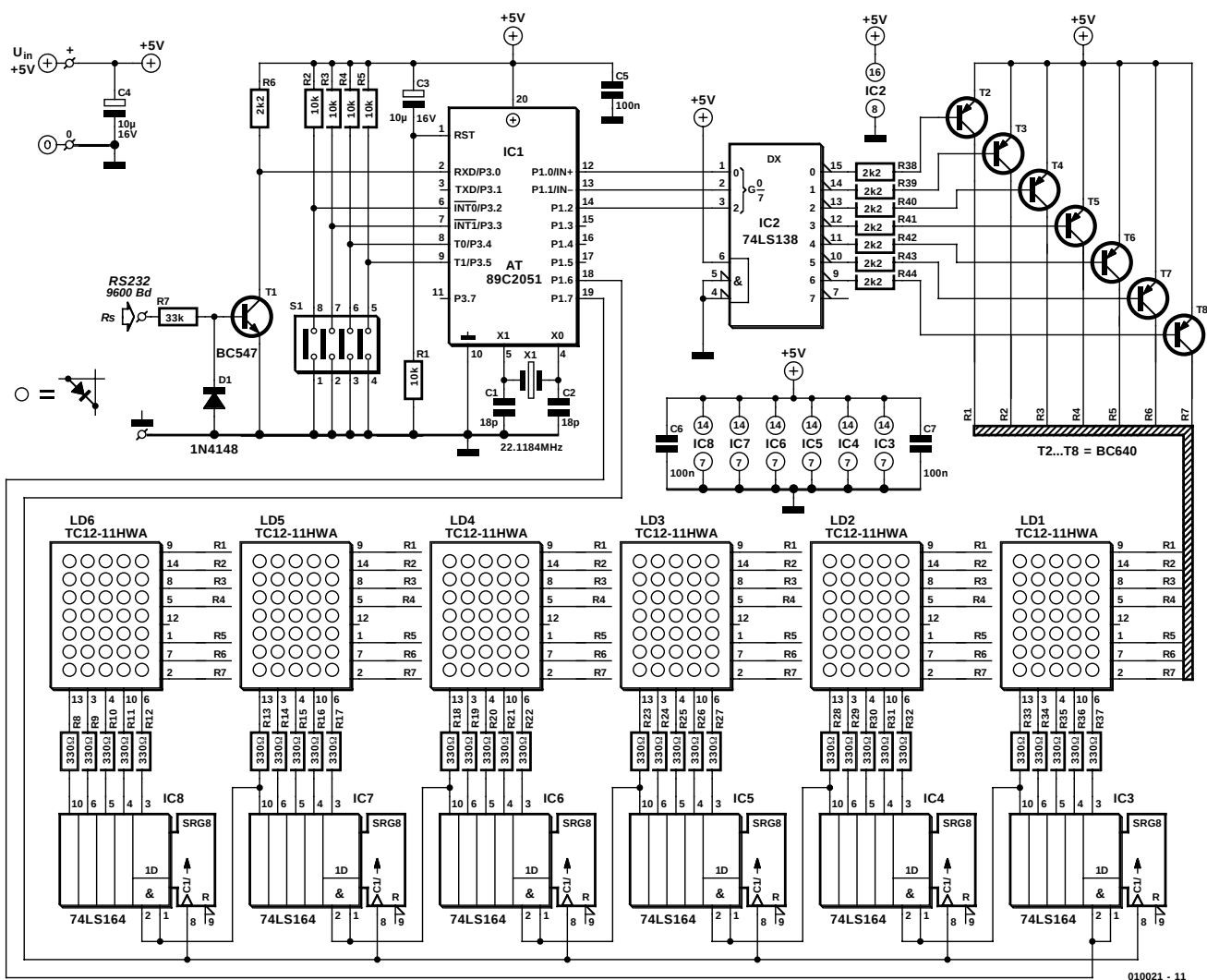
bouw van het karakters. De microcontroller haalt het op te bouwen teken uit zijn interne geheugen en adresseert daarmee een patroon in de tekengenerator. Daar leest de controller het eerste byte en analyseert de individuele bits. Als het bit 0 is, brandt de desbetreffende LED; als het 1 is, is de LED uit. Het bit wordt op de datalijn van het schuifregister gezet, waarna de controller een klokpuls geeft zodat het bit door het schuifregister wordt overgenomen. Deze procedure wordt voor het eerste teken vijf maal herhaald en hetzelfde gebeurt bij de vijf overige tekens. Als alle patronen in het schuifregister zijn beland, wordt de transistor voor de eerste rij (R1) aangezet. Alle LED's, waarvan de kolomingang laag is, branden korte tijd. Vervolgens wordt weer rij 8 gekozen en alle LED's doven. Aansluitend wordt de informatie voor rij twee in het register gezet en de transistor voor rij 2 aangezet. Dit gaat zo door tot rij 7, waarna rij 1 weer aan de beurt is. Alleen als een nieuw teken

wordt ontvangen, wordt de displaycyclus onderbroken.

De schakeling beter bekeken

Nu de principiële werking van de schakeling bekend is, kunnen we wat dieper ingaan op enkele bijzonderheden. De rijdecoder 74LS138 heeft uitgangen die actief laag zijn. De anodes van de rij-LED's zijn echter actief hoog, daarom zijn inverter/buffers onmisbaar. Hiervoor dienen zeven PNP-transistoren van het type BC640. De kolommen, dus de kathodes van de LED's, zijn via 330-Ω-voorschakelweerstand op de schuifregisters aangesloten. Low-power TTL-IC's kunnen afhankelijk van het type 8...10 mA opnemen.

Voor wat betreft de uitlezing is gebruik van kant-en-klare puntmatrix-display's ongetwijfeld de eenvoudigste oplossing. Bovendien zijn daarbij de individuele LED's geselecteerd op helderheid. Jammer genoeg is het aanbod daarvan



010021 - 11

Figuur 1. Het overzichtelijke schema van de puntmatrix-module.

niet erg groot. Geschikt zijn bijvoorbeeld de rood oplichtende Kingbright-displays TC12-11HWA (verkrijgbaar bij Conrad). Maar een nadeel van dit type is, dat ze voor multiplexgebruik minder geschikt zijn vanwege de lage lichtopbrengst. Deze is slechts 560...1400 μCd en zelfs met het viervoudige van de nominale stroom (40 mA) wordt maar ongeveer de dubbele helderheid gehaald. Trouwens, de lichtopbrengst kan probleemloos iets worden verhoogd door de voorschakelweerstand te verlagen tot 220 Ω .

Uit dezelfde serie zijn ook lichtsterkere displays verkrijgbaar met een andere kleur. Het is wel lastig om ze in kleine aantallen te kopen.

TC12-11	lichtopbrengst in mCd (IF=10 mA)	kleur
	min...typ	
HWA	560...5600	rood
YWA	2200...5600	geel
SGWA	3600...9000	groen
EWA	3600...9000	superrood
SRWA	5600...14000	hyperrood

Natuurlijk kan het matrixdisplay ook uit losse dioden worden opgebouwd. Men moet dan beslist low-current LED's gebruiken, ook al zijn die misschien duurder. Bij een stroom van 2 mA geven ze al even veel licht als een gewone LED bij 10 mA. Een lastige bijkomstigheid is wel dat ze stuk voor stuk moeten worden uitgericht.

Met de vier DIP-schakelaars die met P3.2...P3.5 zijn verbonden, kan het adres van de module worden ingesteld. Het adresbereik loopt van 0...15 en moet binair worden ingesteld. S1-8 is het LSB en de schakelaar is gesloten als de schuif naar de controller wijst. De DIP-switches worden tijdens de initialisatiefase ingelezen. De modules worden individueel geadresseerd en kunnen/moeten daarom ook parallel op de RS232-lijn worden aangesloten. Alle modules ontvangen dus dezelfde informatie via de RS232-lijn.

De RS232-interface is heel eenvoudig. Hij bestaat uit een transistor, twee weerstanden en een diode. De serie-weerstand begrenst de basisstroom door de transistor bij een hoog ingangsniveau. Dat niveau wordt door de transistor omgekeerd, zodat op P3.0 dan een '0' aanwezig is. Een laag ingangsniveau wordt door diode D1 begrensd op circa -0,7 V, waardoor T1 tegen te hoge negatieve spanningen wordt beschermd. Op P3.0 staat dan een '1'.

De interface wordt op de seriële poort

van de PC aangesloten. Omdat er geen handshaking is, moeten enkele pennen met elkaar worden doorverbonden: bij een 25-polige connector aansluiting 4 met 5 en 6 met 8 en met 20; bij een negenpolige connector zijn het 7 met 8 en 1 met 4 en met 6 (figuur 2).

De data-overdracht gebeurt met 9600 Bd, geen pariteit, acht databits en een stopbit. Hieruit valt af te leiden dat voor de controller een kristal met een frequentie van 22,1184 MHz kan worden gebruikt. Als de controller anders wordt ingesteld, zijn ook andere frequenties mogelijk.

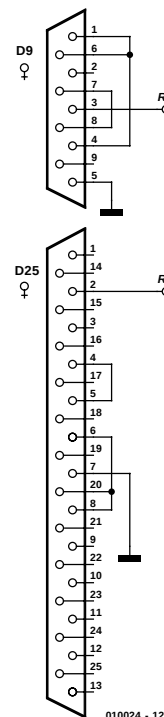
De voedingsspanning bedraagt 5 V. De wat gedateerde LS-IC's gebruiken in rusttoestand ongeveer 200 mA, de stroom door de LED's kan - afhankelijk van de karakters - tot $5 \times 6 \times 10 = 300$ mA bedragen. De voeding moet dus 500 mA per module kunnen leveren.

In figuur 3 zijn de print en de onderdelenopstelling van het puntmatrix-display te zien. De onderdelen staan niet echt dicht op elkaar, maar toch is er sprake van een redelijk compacte unit met een handelbare grootte. De montage van de onderdelen mag geen moeilijkheden opleveren. Leg eerst de acht draadbruggen. Voor de schuifregisters mogen geen, voor de displays moeten voetjes worden gebruikt. Let er op dat de onderdelen die onder de displays zitten niet te hoog uitsteken. Voor de microcontroller en de decoder (IC2) kunnen beter wel voetjes worden gebruikt. Na een grondige inspectie van het montage- en soldeerwerk is de module (hopelijk) klaar voor gebruik.

Controller software

Belangrijk voor dit project is de software. Deze kan in de vorm van een geprogrammeerde controller, als diskette (verkrijgbaar bij Elektuur) of als download-bestand van de Elektuur-Internet-site (www.elektuur.nl) worden verkregen. Behalve het HEX-bestand voor het programmeren van de controller is ook een assembler-versie met duidelijk commentaar aanwezig. Wie zich daarin niet wil verdiepen, kan direct naar het volgende hoofdstuk gaan. Voor de meer nieuwsgierigen onder ons, is het volgende wellicht interessant...

De software begint met de initialisatie. Hier worden de stack-pointer, de registers voor de seriële poort en het timer-register geladen. Verder wordt de interrupt voor de seriële poort startklaar gemaakt. In de routine PBE (die alleen bij de power-up-reset wordt doorlopen) leest de controller het met de DIP-schakelaars ingestelde module-adres. Door middel van wat rekenwerk wordt de

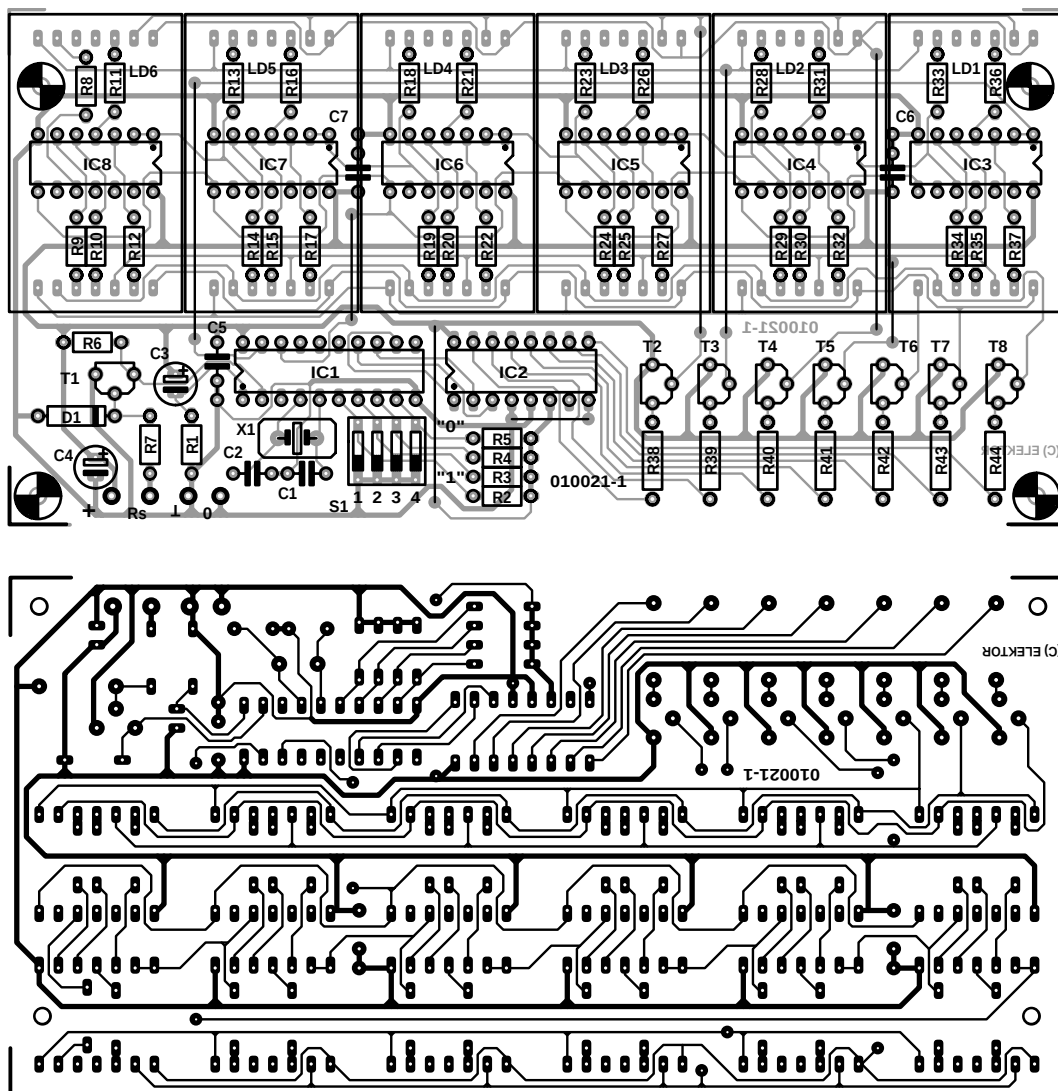


Figuur 2. Aansluiting op de COM-poort met enkele doorverbindingen.

positie van het eerste teken (voor de desbetreffende module) uit een string bepaald en deze wordt opgeslagen. De overige vijf posities worden door incrementeren verkregen.

De routine LOE wist het display. Hierbij wordt iedere uitgang van het schuifregister hoog gemaakt en de rij-driver op de niet-aanwezige rij gezet. Verder wordt de teller voor de karakters die via de seriële poort zijn ontvangen, teruggezet. Om te voorkomen dat er ongeldige tekens worden getoond, worden ook de registers voor de te tonen tekens gewist.

Vervolgens begint de microcontroller het display aan te sturen. Omdat alle registers zijn gewist, blijft dit donker. Dat wordt anders als door de PC een ASCII-teken wordt verstuurd. Dan wordt de interrupt-routine SERIN doorlopen. Het eerste karakter wordt tijdelijk opgeslagen en geteld. Dan wordt getest of het 0Ch (Ctrl I) is, het enige controlekarakter dat mogelijk is. Als dat het geval is, wordt het display gewist en de karakterteller teruggezet. Dan wordt in routine SER0 getest of het karakter groter dan 20h is. Anders zou een deel van de programmacode als tekengenerator worden gebruikt, wat natuurlijk onzinnig is. Behalve dat onzintekens zouden verschijnen, zou de vertaalslag lang duren waardoor het display zou knipperen. Tekens die door de gebruiker worden gedefinieerd, moeten daarom altijd vooraan in de te-



Figuur 3. Printlayout en onderdelenopstelling.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1...R5 = 10 k
R6,R38...R44 = 2k2
R7 = 33 k
R8...R37 = 330 Ω *

Condensatoren:

C1,C2 = 18 p
C3,C4 = 10 μ /16 V radiaal
C5...C7 = 100 n

Halfgeleiders:

D1 = 1N4148
LD1...LD6 = TC12-11HWA (Kingbright,
o.a. verkrijgbaar bij Conrad)

T1 = BC547
T2...T8 = BC640
IC1 = 89C2051-24PC (geprogrammeerd,
EPS 010021-41)
IC2 = 74LS138
IC3...IC8 = 74LS164

Diversen:

S1 = 4-voudige DIP-schakelaar
X1 = kristal 22,1184 MHz
geprogrammeerde controller
EPS 010021-41
3,5"-floppy met source-code:
EPS 010021-11

* zie tekst

kengenerator staan. SER1 test of het ontvangen karakter daadwerkelijk voor de displaypositie bestemd is. Daartoe worden alle door PBE bepaalde posities met de karakterteller vergeleken. Bij ongelijkheid wordt de routine

verlaten, alleen de karakterteller is dan veranderd. Alleen het karakter dat voor de desbetreffende positie geldig is, komt na een correctie van de ASCII-waarde (alle tekens <20h worden uitgefilterd) in een display-register.

Na ontvangst en verwerking van de karakters worden ze op het display gezet. In een lus worden de rijen na elkaar afgewerkt. Uit het rijnummer en de tekencode in het display-register wordt de tekengeneratorcode berekend en tijdelijk opgeslagen in register A. De routine ANZ onderzoekt de tekengeneratorcode bitgewijs. Afhankelijk van de logische toestand wordt bit na bit in het schuifregister gezet. Na elkaar worden zo alle zes display-registers R2...R7 afgehandeld. Als een rij volledig in het schuifregister zit, wordt die gedurende drie tijdseenheden door de rijdecoder geactiveerd. Dan volgt de achtste, niet-aanwezige rij, tijdens welke de volgende rij wordt opgebouwd. Dit herhaalt zich tot alle rijen aan de beurt zijn geweest en het spel vangt weer van voren af aan.

PC-software

Laten we de blik eens wenden naar de andere kant van de RS232-lijn, dus

Andere tekens

Om zelf tekens te definiëren, moet de programmacode (punzelek.a51) van de controller worden veranderd. Hiervoor hoeft men geen specialist te zijn, het is voldoende als men wat ervaring met assembler heeft. Wat nodig is, is (natuurlijk) een programmeerapparaat met bijbehorende software. Die laatste is gratis verkrijgbaar bij

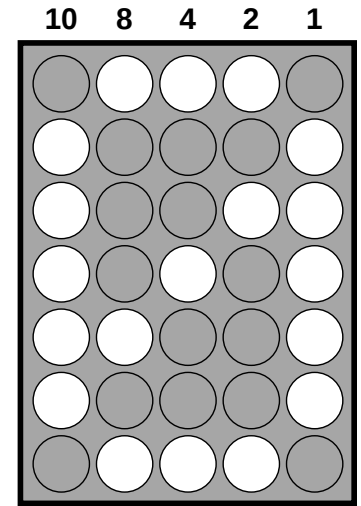
<ftp://www.atmel.com/pub/atmel/asmb51.exe>

<ftp://www.atmel.com/pub/atmel/mlasm51.exe>

De figuur toont de opbouw van een 5x7-puntmatrix. In een rij worden de waarden van alle niet-brandende LED's bij elkaar opgeteld, waarna er 0E0h bij wordt opgeteld. De zeven uitkomsten worden als volgt na elkaar in de tekengenerator aan het einde van de programmacode gezet:

```
DEFB 0F1H, 0EEH, 0ECH, 0EAH, 0E6H, 0EEH, 0F1H ; 0
```

Het kost wat moeite, maar men wordt wel beter in hexadecimaal rekenen!



010021 - 14

naar de PC. Hier is een terminalprogramma nodig, dat de ASCII-karakters in RS232-formaat over de seriële interface verstuurt. Een programma als Hyperterminal is daarvoor bruikbaar, maar het is handiger om een speciaal voor de desbetreffende toepassing gemaakt programmaatje te gebruiken. In **figuur 4** is een BASIC-voorbeeldprogramma te zien, dat nauwelijks uitleg behoeft. Het verstuurt over COM2 de tekst 'Door Andreas Koehler voor ELEKTUUR ontworpen' als loopschrift van rechts naar links door twee modules. De ZA-uitvoerlus moet aan het aantal aangesloten modules worden aangepast. Daartoe zet men in de regel

```
FOR ZA = V + 1 TO V + 12
```

als laatste getal het aantal displayposities, dus 6 bij een module, 12 bij twee, 18 bij drie enzovoort.

De vertraging in de volgende ZT-tijdslus bepaalt de snelheid waarmee de tekst loopt. Een aantal van 50000 lusdoorlopen is voor wat langzamere PC's heel acceptabel. Bij moderne snelle PC's zal de waarde vertien- of zelfs verhonderdvoudigd moeten worden.

(010021)

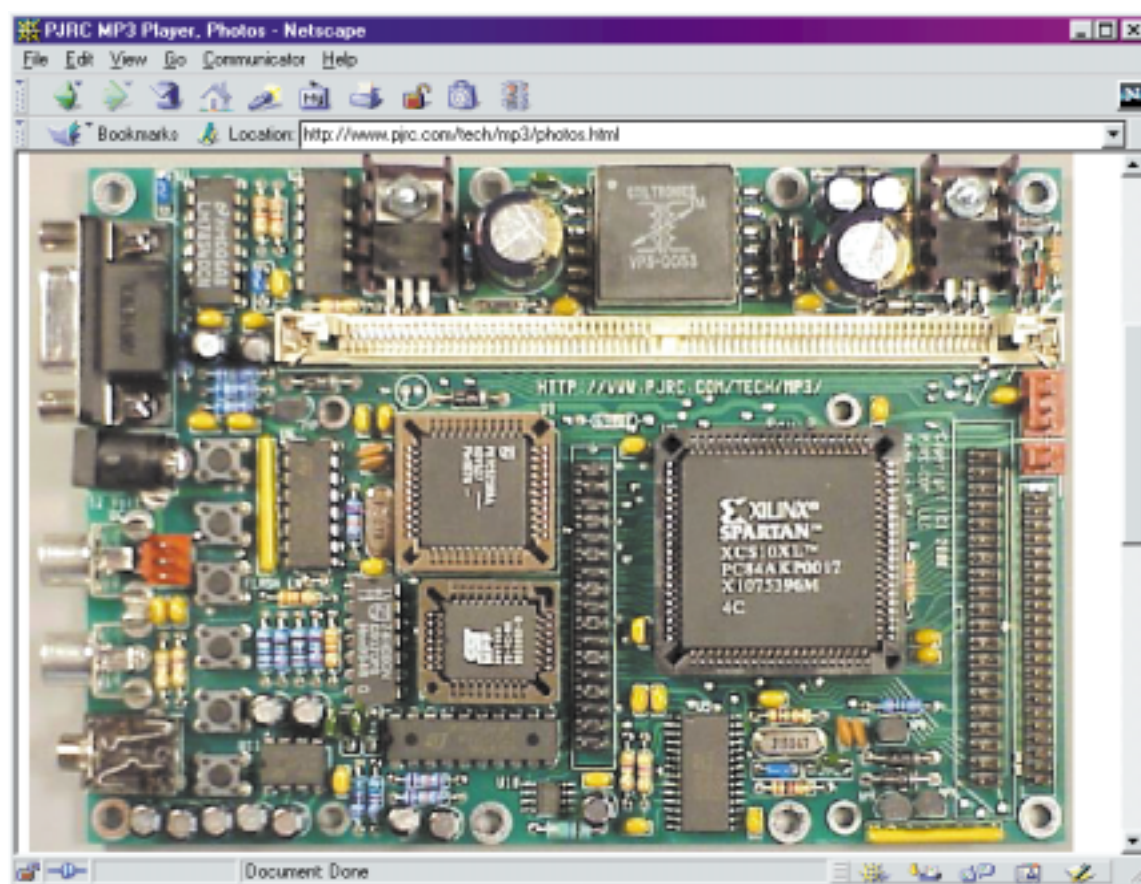
```
REM Demonstratieprogramma voor aansturing van het puntmatrix-
REM display met LED's in een 5x7 matrix
REM De tekst wordt van rechts naar links geschoven tot
REM het display helemaal leeg is
REM Dan volgt een pauze van 1 s en het geheel wordt herhaald
REM tot er een toets wordt ingedrukt
REM -----
REM Openen COM-poort en initialisatie
REM -----
OPEN "COM2:9600,N,8,1,CS,DS" FOR OUTPUT AS #1
PRINT #1, CHR$(12);
REM -----
CLS
LOCATE 10, 10
PRINT "Demoprogramma voor looplicht"
LOCATE 12, 10
PRINT "Druk op een toets om te stoppen"
Z$ = "Door Andreas Koehler voor ELEKTUUR ontworpen."
REM -----
REM Output-lus
REM -----
M2: V = 0
M3: FOR ZA = V + 1 TO V + 12
      PRINT #1, MID$(Z$, ZA, 1);
    NEXT ZA
    V = V + 1
    FOR ZT = 1 TO 50000
    NEXT ZT
    PRINT #1, CHR$(12);
    IF V < LEN(Z$) THEN GOTO M3
    SLEEP (1)
    A$ = INKEY$
    IF A$ = "" GOTO M2
END
```

Figuur 4. BASIC-programma voor een looplicht.



Meer MP3-projecten

PORTABLES VOOR ZELFBOUW



Enkele maanden geleden hebben we in deze rubriek al verschillende Internet-adressen gepresenteerd met MP3-projecten. Meestal werd daarbij uitgegaan van de hardware uit een oude PC. Maar het kan ook anders. Er zijn projecten waarbij je zelf een echt draagbare MP3-speler kunt bouwen.

Een opzet met een PC-moederbord, harddisk of CD-ROM-drive en wat bedieningstoetsen, LCD en speciale software is zo gek nog niet om je eigen MP3-speler te maken, maar echt klein is zo'n combinatie niet. Het onderwerp MP3 is intussen zo populair dat meer elektronici zich inmiddels hebben verdiept in deze materie en nu treffen we complete websites aan die zich bezig houden met het bouwen van echt draagbare MP3-spelers (in plaats van 'verplaatsbaar'). Als opslagmedium wordt gebruik gemaakt van een (mini) harddisk, een CD-ROM-drive of een flash-geheugenkaart.

Een goed uitgangspunt voor het zoeken van dergelijke projecten vormt de site **MP3Projects** [1]. Deze geeft een uitgebreid en actueel overzicht van MP3-zelfbouwprojecten in het wereldwijde web.

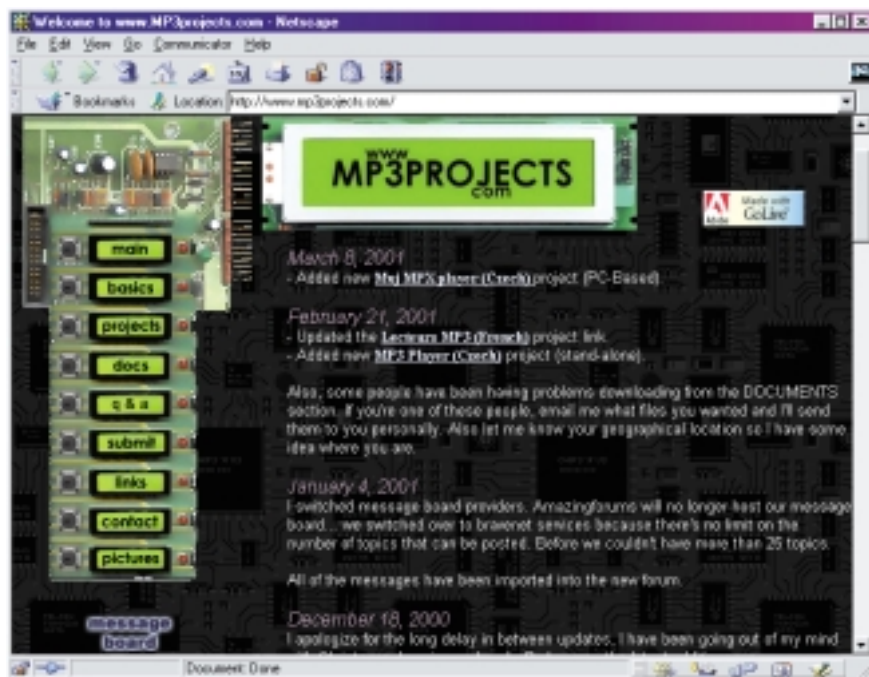
We hebben vanuit deze site een aantal MP3-adressen bezocht die zich bezig houden met kleine draagbare spelers. De grotere constructies (met PC-moederborden) zijn ditmaal bewust overge-

slagen.

Een heel fraai exemplaar van een MP3-speler is de **MP3 PuBliC** van **MP3ar** [2]. Het gaat hier om een printje dat iets groter is dan een computermuis. Een LCD kan bovenop de print worden gestoken en men kan in de nieuwste versie zowel een CD-ROM-drive als een harddisk aansluiten. Een bijbehorend PC-programma stelt de gebruiker in staat om bestanden van de PC te downloaden naar de harddisk. Alle printlayouts, software en source-codes voor dit project zijn gratis beschikbaar. Het project is opgezet door drie Argentijnse elektronici. De geraamde kosten liggen in de buurt van 130 dollar.

Een ontwerp dat wat meer IC's bevat maar zeker nog de status 'portable' verdient, is de **High Capacity MP3 player** van **PJRC**[3]. Deze speler maakt gebruik van een gewone (mini) IDE-harddisk waarop plaats is voor honderden uren muziek. Dankzij een 24-bits DAC levert het apparaat een uitstekende geluidskwaliteit. De speler kan overweg met verschillende MP3-com-

Harry Baggen



pressies, zodat de gebruiker zelf kan bepalen welke geluidskwaliteit hij wil hebben. MPRJ levert zelf alle onderdelen voor dit project. U kunt een compleet opgebouwde en geteste print kopen (\$ 150,-), maar ook een losse print of de afzonderlijke componenten. De source van de firmware is beschikbaar voor degenen die zelf nog dingen willen veranderen aan de speler.

Een ontwerp dat nog volop in ontwikkeling is, is de **MoP3-player** van Frank Hickl & Mario Becker [4]. Het systeem is opgebouwd rond een goedkope embedded controller, de MC68HC11. Evenals bij veel andere spelers komt de MP3-decodering voor rekening van een MAS3507D of STA013. Een vrij groot

LC-display (128x64 pixels) vergemakkelijkt de communicatie met het apparaat. De foto's tonen een vrij kleine print, zodat we dit echt als een draagbare speler kunnen beschouwen. Momenteel werkt het apparaat met een CD-ROM-drive, het is de bedoeling om straks ook te kunnen werken met een harddisk.

Een site waar wel heel hard gewerkt wordt, is **YAMPP** [5] Dit staat voor Yet Another MP3 Player. Hier vinden we vier verschillende hardware-ontwerpen, waarvan sommige nog in ontwikkeling zijn. Alle spelers hebben een aansluiting voor een IDE-harddisk en een display. Het is interessant om de ontwerpen eens te bestuderen en te

vergelijken, want er zijn benaderingen gekozen met verschillende processoren. Ook hier zijn, zoals bij de meeste van deze ontwerpen, alle gegevens van hardware en software vrij beschikbaar.

Een bijzonder project dat nog in zijn kinderschoenen staat, is **Audio Affinity 2000** [6] van een aantal elektronici uit Florida. Het bijzondere hieraan is dat men met dit apparaat moet kunnen opnemen en afspelen in MP3-formaat. Er zijn tot nu toe weinig concrete zaken te zien op deze site, maar het is goed om deze in de toekomst af en toe eens te bezoeken.

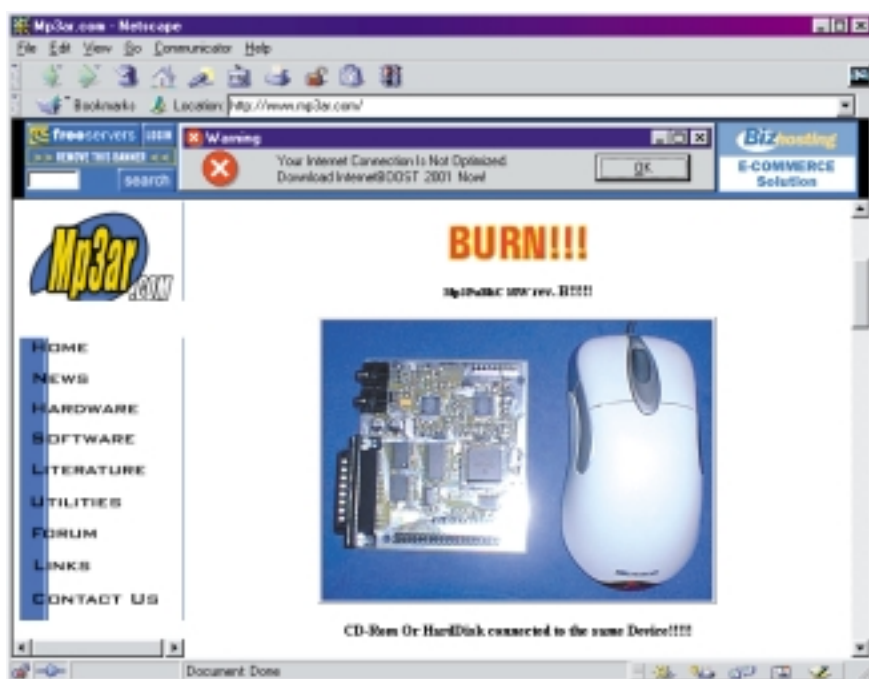
De **ELM MP3 Player** [7] is een ontwerp dat er uit ziet alsof het een commercieel product is, althans het prototype dat de Japanse ontwerper gemaakt heeft. Het spelertje gebruikt voor de opslag van de muziek Smartmedia-geheugenkaartjes. De schakeling is opgebouwd rond een Atmel-controller en een DSP/DAC-chipset van Micronas.

Tot slot gaan we naar een speler die zo te zien is voortgekomen uit een afstudeerproject van enkele studenten (Peter D'Antonio en Daniel Riiff). Het ontwerp met de benaming **EE 476, Final Project: Portable MP3 Player** [8], verkeert weliswaar nog in de prototype-fase, maar de totale omvang valt reuze mee. Als de heren het geheel nog weten onder te brengen op een print-ontwerp van acceptabele afmetingen, dan is deze speler zeker interessant. Het bijzondere van deze speler is dat hij gebruik maakt van Flash-geheugenkaartjes.

(015065)

Internet-adressen:

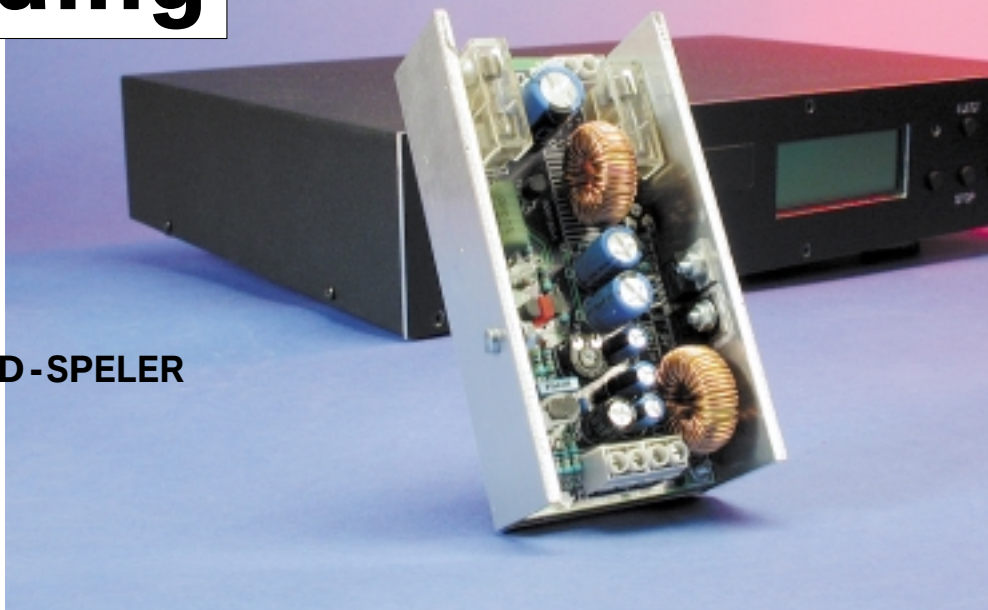
- [1] MP3Projects:
<http://www.mp3projects.com/>
- [2] MP3 PuBliC:
<http://www.mp3ar.com/>
- [3] PJRC:
<http://www.pjrc.com/tech/mp3/>
- [4] MoP3:
<http://www.geocities.com/SiliconValley/Circuit/3150/index.html>
- [5] YAMPP:
<http://www.mylpace.nu/mp3/>
- [6] Audio Affinity 2000:
<http://www.audioaffinity.com/>
- [7] ELM MP3 Player:
http://elm-chan.org/reports/mpc/report_e.html
- [8] Portable MP3 Player:
<http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/FinalProjects/s2000/peterdan/final.htm>





Schakelende autovoeding

VOOR OSCAR MP3-CD-SPELER



De in september en oktober vorig jaar beschreven MP3-speler blijkt zeer populair bij onze lezers. Zo populair dat veel mensen hem ook graag in de auto, boot of caravan zouden willen gebruiken. Met de hier beschreven DC/DC-converter is dat in elk geval voedingstechnisch geen probleem.

Eigenlijk hebben we het ons zelf moeilijk gemaakt. Want in het eerste deel van het artikel over de OSCAR waren we zo onverstandig ons te laten ontglippen dat voor mobiel gebruik van deze MP3-CD-speler een speciale DC/DC-converter aan te bevelen is. Dan kun je natuurlijk prompt de vraag verwachten 'wanneer komen jullie met zo'n converter?' Daarom zijn we daar maar meteen aan gaan werken, en het resultaat ziet u hieronder. De benodigde elektronica bleek achteraf best mee te vallen.

Twee spanningen

De OSCAR heeft twee (stabiele) voedingsspanningen nodig: +5 V/2 A en +12 V/2 A, waarbij de exacte stroomopname afhankelijk is van de toegepaste CD-ROM-drive en harddisk.

Om die spanningen uit een 12-V-accu te betrekken, lijkt in eerste instantie echt een 'piece of cake'. Een beetje elektronicus denkt dan aan een 'dikke' driebenige regelaar voor het 5-V-deel, terwijl het voor de 12-V-voeding een redelijke optie lijkt om de accuspanning maar simpelweg door te lussen.

Maar zo eenvoudig ligt het nu ook weer niet. Een 'gewone' 5-V-spanningsregelaar zou wel erg veel te dissiperen krijgen en verder moeten we er bij het 12-V-deel ernstig mee rekening houden dat de accuspanning in een auto tijdens bedrijf behoorlijk kan variëren; al

naar gelang de belasting kan die spanning namelijk schommelen tussen pakweg 11 V en 14,4 V. Soms ligt het maximum zelfs nog hoger!

De problemen bij het 5-V-deel zijn op te lossen door hier geen gewone regelaar toe te passen, maar een schakelende stepdown-converter. Zelfs bij een accuspanning van 14,4 V blijft de dissipatie dan binnen hanteerbare grenzen.

Voor de 12-V-voeding kan prima worden volstaan met een low-drop-stabilisator. De uitsluitend voor de loopwerken gebruikte voedingsspanning van 12 V blijkt in de praktijk ook een stuk lager te kunnen worden gekozen zonder nadelige gevolgen. De OSCAR bleek zelfs nog probleemloos op 8 V te draaien. Wij hebben gekozen voor een gestabiliseerde spanning van 10 V en deze valt met betrekkelijk eenvoudige middelen uit de accuspanning te destilleren. De dissipatie blijft daarbij beperkt genoeg om niet naar een schakelende regelaar te hoeven uitwijken.

5 V/5 A

Voor het opwekken van de 5-V-spanning hebben we onze toevlucht genomen tot de al vaker in Elektuur toegepaste LT1074CT. Dit is een geïntegreerde schakelende regelaar die maar liefst 5 A kan leveren en bijzonder weinig externe componenten nodig heeft. Hoewel opgezet volgens de klassieke 'chopper'-configuratie, maken

ontwerp: Ton Giesberts
tekst: Sjef van Rooij

een aantal verfijningen het mogelijk het IC zowel als positief-naar-negatief-converter, negatieve 'boost-converter', en negatieve flyback-converter te gebruiken. Aangezien de LT1074 is voorzien van een analoge vermenigvuldiger in de tegenkoppellus, reageert hij vrijwel vertragsloos op ingangsspanningsvariaties, terwijl de lusversterking daarnaast onafhankelijk is van de ingangsspanning. De LT1074 is voorts uitgerust met een zeer degelijk stroombegrenzingscircuit, zodat het IC nagenoeg ongevoelig is voor overbelasting en kortsluiting. Het ingangsspanningsbereik strekt zich bij normaal gebruik uit van 8 V tot 60 V. Als we een blik op het in

figuur 1 afgebeelde schema werpen, vinden we daar in het bovenste deel de rond de LT1074CT (IC1) opgebouwde 5-V-stabilisator terug. Zoals te zien, zijn er inderdaad maar heel weinig externe componenten nodig. We zullen de schakeling even wat nader bekijken.

De ingangsspanning wordt ontkoppeld met L1 en C2...C4 om de schakelpulsen te filteren. F1 zorgt ervoor dat bij een eventuele foutsituatie de accu niet kortgesloten wordt.

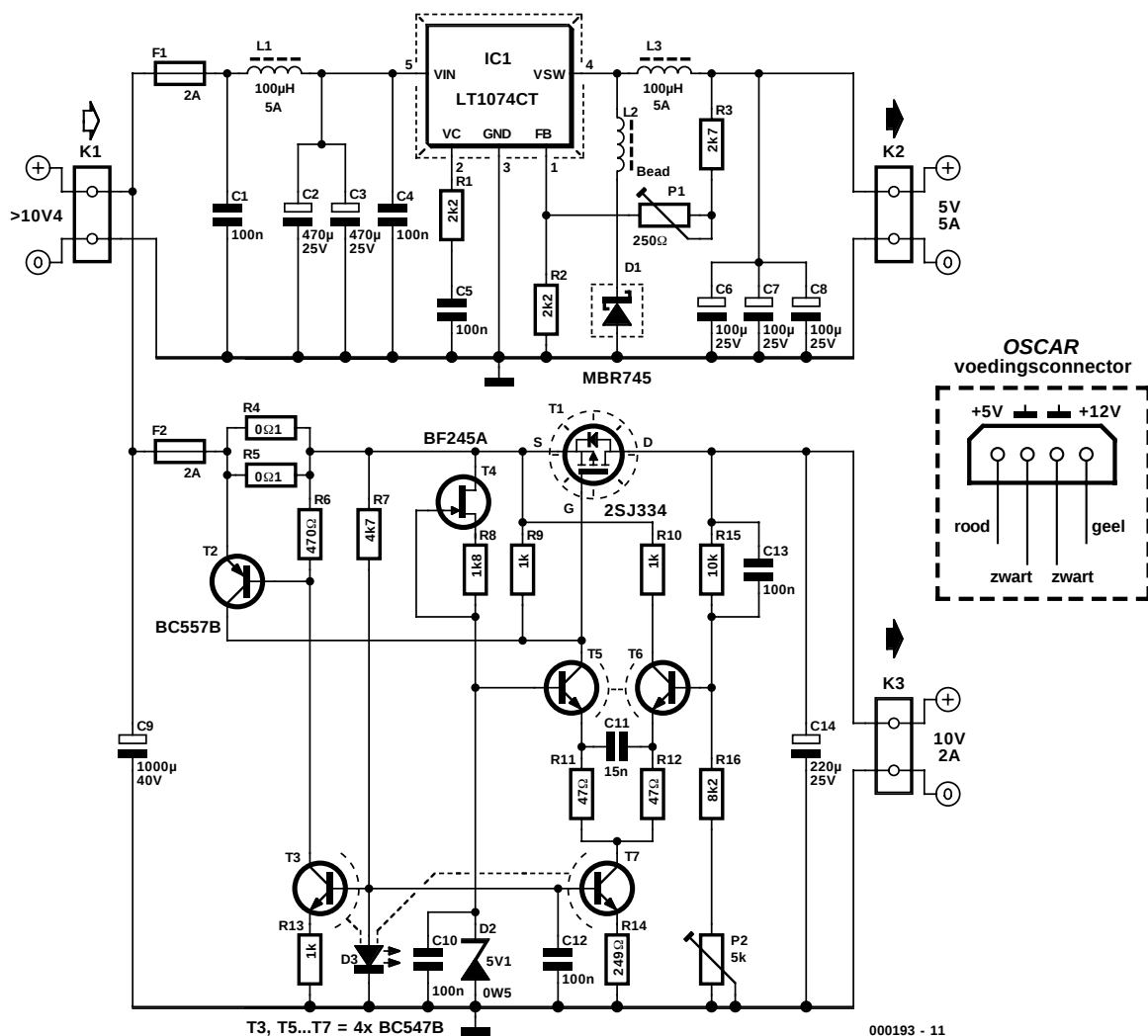
R3/P1/R2 zijn bepalend voor de uitgangsspanning. Met P1 kan de geproduceerde spanning op exact 5 V ingesteld worden. De spanningsdelers is bewust achter L3 aangesloten om het spanningsverlies over de ontstoorspoel buiten de regeling te houden.

Het netwerk R1/C5 is nodig voor de frequentiecompensatie van het IC. Ferrietkraaltje L2 is een optie om eventuele HF-straling door het schakelen van D1 te dempen; strikt noodzakelijk is dit kraaltje niet en men mag hiervoor ook gewoon een draadbrug monteren.

Voor L1 en L3 zijn twee standaard 100 μ H/5 A ontstoorspoelen gebruikt. Die zijn goed verkrijgbaar en hebben als voordeel dat ze geschikt zijn voor zowel de LT1074CT als voor de 2-A-regelaar LT1076CT. Die laatste is pin-compatibel en als de stroom in kwestie de 2 A niet te boven gaat, mag men die dus ook gebruiken.

De parallelschakeling van de elco's C2/C3 en C6/C7/C8 doet in eerste instantie misschien wat raar aan, maar heeft het voordeel dat zo de stroompulsen per elco verkleind worden (levensduur!) en de totale ESR en parasitaire inductiviteit wezenlijk afnemen (kleinere spike's).

Zowel het 10-V- als het 5-V-voedingsdeel zijn met zekeringen van 2 A beveiligd tegen langdurige overbelasting. Wanneer echt een stroom van 5 A uit de de 5-V-voeding nodig zou zijn, dient de zekering te worden vergroot (tot 2,5 A bij 12 V in), maar aangezien de belasting door de OSCAR veel lager is, voldoet een 2-A-zekering prima.



Figuur 1. Het schema van de autovoeding. Met P1 en P2 is een nauwkeurige afregeling van de uitgangsspanningen mogelijk.

10 V/2 A

Voor de 10-V/2-A-regelaar is een discrete oplossing gekozen, zodat gemakkelijk op maat ontworpen kon worden. Het concept is een low-drop-regelaar rond een verschilversterker met stroombegrenzing om de regelaar kortsluitvast te maken.

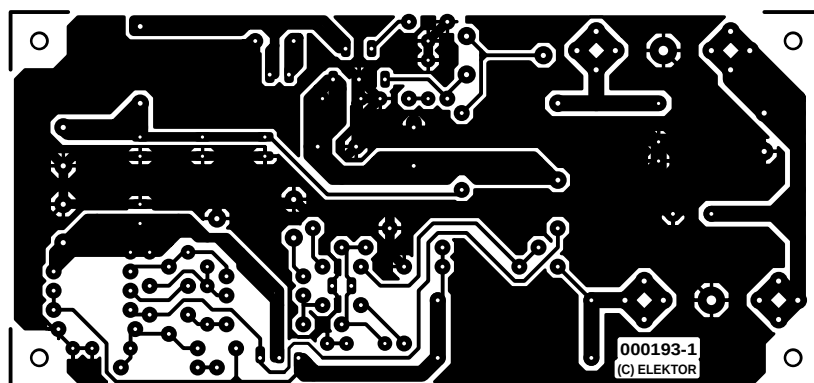
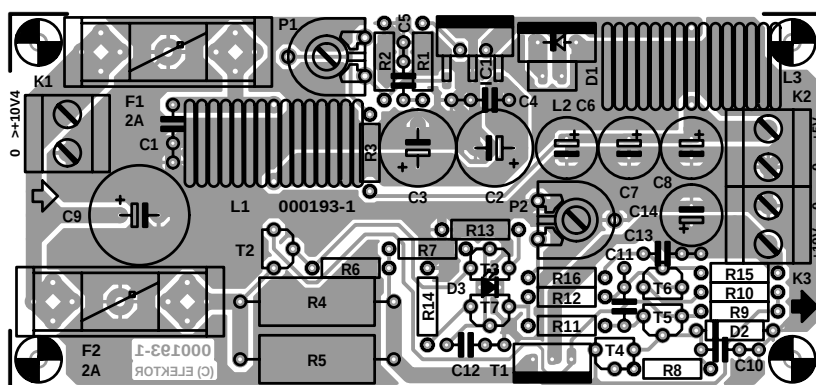
Als referentie wordt gebruik gemaakt van een eenvoudige JFET-stroombron (T1) en een 5,1-V-zenerdiode (D2). De basis van T5 vormt de niet-inverterende ingang van de verschilversterker. De uitgangsspanning wordt via spanningsdeler R15/R16/P2/C13 naar de inverterende ingang teruggevoerd. Met P2 kan de gewenste uitgangsspanning ingesteld worden, en dat mag ook iets meer of minder dan 10 V zijn.

De interne versterking (vooral bepaald door R9/R11/R12) en daarmee de rimpelonderdrukking is met oog op de toepassing bescheiden gehouden. In deze configuratie daalt de uitgangsspanning bij 2 A uitgangsstroom ongeveer 0,4 V, hetgeen volkomen toelaatbaar is in ons geval.

De uitgangstrap bestaat uit een enkele P-kanaal-vermogens-MOSFET van het type 2SJ334. Doordat hier de drain als uitgang fungeert, wordt de drop-outspanning alleen nog door de kanaalweerstand van de MOSFET, de shunt voor de stroombegrenzing (R4/R5) en de zekering bepaald. De minimale weerstand van de transistor plus de shunt bedraagt minder dan 110 mΩ.

De MOSFET is een logic-level-type, dat reeds bij 2 V in geleiding en bij 4 V vrijwel volledig opengestuurd is. Toepassingsgebied van de 2SJ334 is eigenlijk alles waar spanningen geschaald worden, maar als lineair element voldoet deze transistor hier eveneens uitstekend. VDSS bedraagt maximaal 60 V en de drainstroom mag zelfs 30 A DC zijn. De SOA (safe operating area) van de 2SJ334 laat bij kortsluiting en 14,4 V ingangsspanning een kleine 3 A toe; en op deze waarde is de stroombegrenzing dan ook berekend.

Bij toenemende temperatuur zal T2 steeds vroeger begrenzen, wat een welkome extra beveiliging is, gezien de omgeving waarin de voeding behoort te werken (hete auto in de zomerzon). Stroombegrenzing vindt plaats doordat de collector van T2 de UGS van T1 verlaagt. De sturing van de gate is maximaal 4 mA door R9 (bepaald door stroombron T7). Door de basis van T2 van een voorspanning te voorzien (spanning over R6) kon de benodigde spanning om T2 in geleiding te brengen wezenlijk worden gereduceerd. Dit heeft als aangename consequentie dat ook de drop-out-spanning van de complete spanningsregelaar kon worden



Figuur 2. De print is compact en gemakkelijk op te bouwen. IC1, D1 en T1 moeten worden gekoeld.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1,R2 = 2k2
R3 = 2k7
R4,R5 = 0Ω1 5W
R6 = 470 Ω
R7 = 4k7
R8 = 1k8
R9,R10,R13 = 1 k
R11,R12 = 47 Ω
R14 = 249 Ω
R15 = 10 k
R16 = 8k2
P1 = 250 Ω instel
P2 = 5 k instel

Condensatoren:

C1,C4,C5,C10,C12,C13 = 100 n
keramisch
C2,C3 = 470 μ/25 V radiaal
C6...C8 = 100 μ/25 V radiaal
C9 = 1000 μ/40 V radiaal
C11 = 15 n
C14 = 220 μ/25 V radiaal

Spoelen:

L1,L3 = 100 μH/5 A, bijv. SFT12-50 TDK
L2 = ferrietkraaltje *

Halfgeleiders:

D1 = MBR745
D2 = 5V1/0W5
D3 = platte rode LED
T1 = 2SJ334 (Toshiba)
T2 = BC557B
T3,T5...T7 = BC547B
T4 = BF245A
IC1 = LT1074CT (Linear Technology)

Diversen:

K1...K3 = 2-polige printkroonsteen,
steek 5 mm
F1,F2 = 2A + zekeringhouder voor
printmontage
print: EPS000193-1 (zie Service-
pagina's)

*) zie tekst

verlaagd, aangezien we de weerstand van shunt R4/R5 hierdoor kleiner konden kiezen.

De voorspanning van T2 wordt geleverd door stroombron T3, die dezelfde referentie-LED (D3) gebruikt als stroombron T7 voor de verschilversterker. De stroom voor de LED wordt via R7 direct uit de ingangsspanning betrokken. Op de print zijn T3 en T7 aan weerszijden vlak tegen D3 geplaatst, zodat ze elkaars temperatuur volgen en het thermisch verloop van de voeding minimaal is. Ook bij de instelling van FET-stroombron T4 heeft de thermische stabiliteit als leidraad gediend: de hier gekozen stroom van 0,6 mA is namelijk een waarde waarbij de temperatuurcoëfficiënt van een BF245A nihil is.

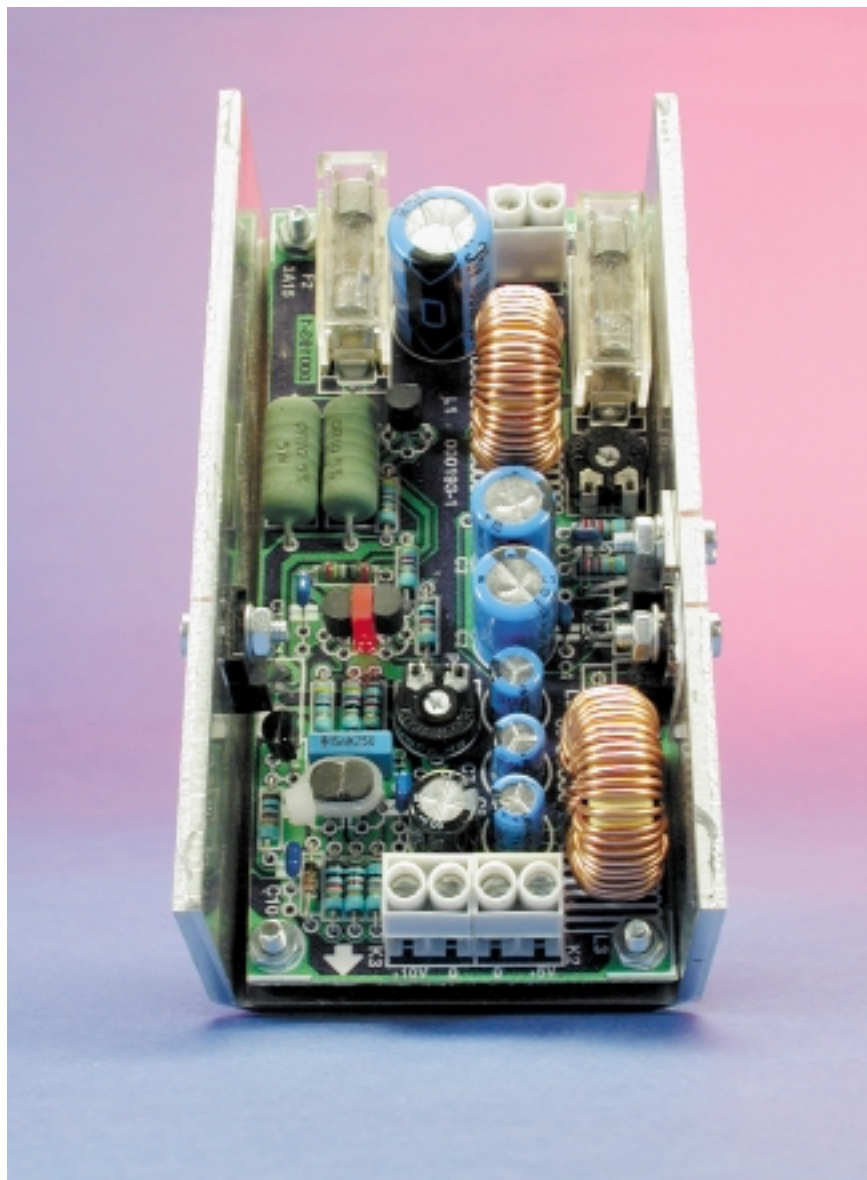
C11 en C13 zijn toegevoegd om de impulsresponsie van de spanningsregelaar te verbeteren. C10/C12 en C14 zijn extra ont koppelingen. R10 is in de collectorleiding van T6 opgenomen om een goede controle van de instelling van de verschilversterker mogelijk te maken.

Print

Voor de autovoeding is (uiteraard) een print ontworpen, waarop het geheel inclusief zekeringen en ontstoorspoelen op compacte wijze kan worden ondergebracht. In **figuur 2** is de layout daarvan afgebeeld. Over de opbouw van de print zijn nauwelijks bijzonderheden te melden. Over het thermisch koppelen van T3/D3/T7 hebben we het al gehad. Ook voor het verschilpaartje T5/T6 geldt dat een goede thermische koppeling de stabiliteit bevordert en het is daarom raadzaam deze beide transistoren met behulp van bijvoorbeeld een bindstrip tegen elkaar te klemmen.

Zoals te zien, bevinden zich de in- en uitgangen tegenover elkaar aan de korte zijden van de print, waarbij de aansluitingen voor de OSCAR in dezelfde volgorde als die van een PC-voedingsconnector zijn geplaatst: +5V/0/0/+10V. Omwille van de duidelijkheid is bij het schema van figuur 1 trouwens een dergelijke connector afgebeeld.

Belangrijk is dat IC1, D1 en T1 van voldoende koeling worden voorzien. Daarom hebben wij ons prototype bij wijze van 'kastje' uitgerust met een zelfgemaakte koelplaat van 3 mm dik aluminium genomen. Deze plaat is in een U-profiel gebogen waarbij de binnen-breedte en lengte van de 'U' dezelfde afmetingen als de print hebben en de hoogte zodanig is dat na plaatsing van de print (op kunststof af-



Figuur 3. Het zelfgemaakte aluminium profiel heeft zowel een koelende als beschermende werking.

standsbusen) de zijden net boven de onderdelen uitkomt (ca. 35 mm). Daarmee is niet alleen een goede koeling gewaarborgd, maar is tegelijk een zeer robuuste voedingsmodule verkregen die bij gebruik in de auto tegen een stootje kan. **Figuur 3** toont hoe het geheel van print en koelprofiel er uitziet. Overigens: als men geen zin heeft om zelf zo'n U-profiel te buigen, dan is vrijwel hetzelfde resultaat natuurlijk ook mogelijk met twee stukken L-profiel. De behuizing van de LT1074CT (IC1) wordt gebruikt om de aluminium plaat met massa door te verbinden, door deze niet te isoleren. De behuizing van de 2SJ334 is van kunststof en hoeft niet geïsoleerd te worden. Diode D1 moet naast gekoeld ook elektrisch geïsoleerd worden, omdat de behuizing met de cathode doorverbonden is. Dit kan met

een micaplaatje gebeuren. Gebruik bij de montage van zowel IC1, D1 als T1 op het koellichaam thermische pasta (dun aanbrengen!).

Voor het aansluiten van de CDROM-drive en de hoofdprint in de OSCAR kan gebruik gemaakt worden van een standaard Y-adapter voor PC-voeding: één male/groot naar twee female/groot. De connector van de male-versie kan dan uit elkaar genomen worden. De pennen laten zich eruit trekken door twee borglipjes aan de contactzijde in te drukken.

(000193)

Tuinverlichting op zonnecellen

Je ziet ze langzamerhand steeds meer, die volledig 'self-supporting' tuinlampen die voor hun energievoorziening gebruik maken van zonnecellen. Hoe werken die dingen eigenlijk? Wij hebben er eens eentje opengemaakt.

Uit milieu- en energietechnische overwegingen valt de aanschaf van zo'n zonnecel-tuinlamp natuurlijk alleen maar aan te bevelen. Het is op zich een prima zaak dat de energie die nodig is om de lamp 's avonds te laten branden, betrokken wordt uit het zonlicht dat overdag gratis ter beschikking staat. Daarbij komt nog dat zo'n lamp ontzettend praktisch in het gebruik is; hij kan gewoon op elke gewenste plek in de tuin worden neergepoot zonder dat er een sleuf dwars door de beplanting hoeft te worden gegraven. Zo kun je ook nog eens van mening veranderen over de beste plaats voor de lamp - iets dat bij normale tuinlampen meteen vervelende consequenties heeft.

Wat zit er nu in zo'n zonnecellamp? Om zijn werk te kunnen doen, zal hij in elk geval een aantal elementen dienen te bevatten. Dat er een lamp en zonnecellen in zitten, is duidelijk. Maar de lamp wordt uiteraard niet rechtstreeks door de zonnecellen van stroom voorzien, dus zal er ook een accu aanwezig dienen te zijn en een passend laadcircuit om de accu op te laden vanuit de zonnecellen. Verder is het de bedoeling dat de lamp alleen 's avonds en 's nachts brandt, en dat vraagt om een schemerschakelaar met een lichtgevoelige cel. Voor het uitschakelen hoeft niets te worden ondernomen, want dat gaat automatisch als de accu's leeg zijn.

Sommige luxe modellen hebben in plaats van een gewoon lampje een klein TL-buisje en in dat geval is er ook

nog een simpele omvormer nodig. De door ons aan de tand gevoelde uitvoering was echter uitgerust met een halogeenlampje van 2,5 V/75 mA en had dus geen omvormer nodig. In elektronisch opzicht kan de zaak dan heel eenvoudig blijven.

Eenvoud troef

Onze tuinlamp bestaat uit een simpele kunststof constructie met bovenop acht zonnecellen en binnenin het halogeenlampje, twee penlight-NiCd-cellen en een klein printje met elektronica. **Figuur 1** illustreert dat het alles bij elkaar echt niet veel voorstelt. De lamp kostte ongeveer vijftig gulden en is op verschillende plaatsen te koop. Ook qua elektronica blijkt het om een uiterst simpele aangelegenheid te gaan.

In **figuur 2** zien we het complete schema van het inwendige. Links de schemerschakelaar, uitmondend in transistor T4 die het lampje stuurt. Rechts de aan/uit-schakelaar, de twee NiCd-cellen, een diode en de acht zonnecellen.

Laden

Overdag, als er voldoende licht is, wekken de zonnecellen onder ideale omstandigheden een spanning van 8 x 0,45 V op en een stroom die afhangt van de grootte van de cellen, in dit geval ongeveer 140 mA. Bij minder licht wordt er minder stroom geleverd. Het laadcircuit bestaat simpelweg uit



Karel Walraven / Sjef van Rooij

een enkele Schottky-diode (D1). Via deze diode, met zijn typerende lage spanningsval van 0,3 tot 0,4 V, worden de NiCd-cellen met de door de zonnecellen geproduceerde stroom opgeladen. Er is geen overlaadbeveiliging. Dat is ook niet echt nodig want NiCd-cellen kunnen in ieder geval continu een laadstroom ter grootte van 1/10 van de capaciteit (60 mA dus) verdragen, maar de moderne typen zijn zo robuust dat ook de dubbele stroom geen probleem vormt. Het voordeel van het laden met een wat grotere stroom is natuurlijk dat de accu al na enkele uren zon vol is en dat er ook op een regen- of winterdag nog wat wordt geladen.

Zonnecellen gedragen zich als lichtafhankelijke stroombronnen, dus hoe meer licht, hoe meer stroom. De spanning hierbij wordt bepaald door de belasting (maar kan niet hoger worden dan de genoemde 0,45 V per cel). Om twee NiCd's op te laden is ongeveer 2,8 V nodig. Inclusief de over D1 vallende spanning komen we dus uit op een benodigde waarde van 3,2 V. Dat is 0,4 V per zonnecel. Het laden gebeurt continu, ook als schakelaar S1 uit staat. Het is belangrijk om de eerste keer ervoor te zorgen dat beide NiCd's vol geladen zijn. Anders kan het gebeuren dat bij het ontladen de ene accu eerder leeg raakt dan de andere. Die bewuste cel kan als gevolg daarvan worden omgepoold, hetgeen niet goed is voor de levensduur. Dus bij ingebruikname van de lamp dient men hem minstens een dagje in de volle zon of twee dagen bij bewolkt weer buiten neer te zetten met S1 uitgeschakeld.

Branden

Wordt S1 gesloten, dan komt er spanning op het elektronische gedeelte waarin ook het lampje zich bevindt. Met behulp van een LDR wordt vastgesteld of het buiten licht of donker is. Overdag is de weerstand van de LDR laag en de spanning op de basis van T1 is laag zodat deze spert. T2, T3 en T4 sperren dan ook, zodat het lampje niet oplicht. Zodra het donker wordt, wordt de LDR hoogohmiger en de spanning op de basis van T1 gaat stijgen. Bij ongeveer 0,65 V begint T1 te geleiden. Daardoor gaan ook T2, T3 en T4 geleiden en gaat het lampje branden. Via R4 krijgt T1 nu nog een beetje extra stroom zodat, als het geheel net op het randje zit, er toch goed wordt geschakeld. Dit heet hysteresis. Het betekent dat er een drempel wordt gemaakt waardoor, als het lampje eenmaal uit is, het wat minder licht nodig heeft om weer aan te gaan en omgekeerd. Hierdoor reageert de schakeling niet



Figuur 1. Opengemaakt blijkt er maar heel weinig in te zitten.

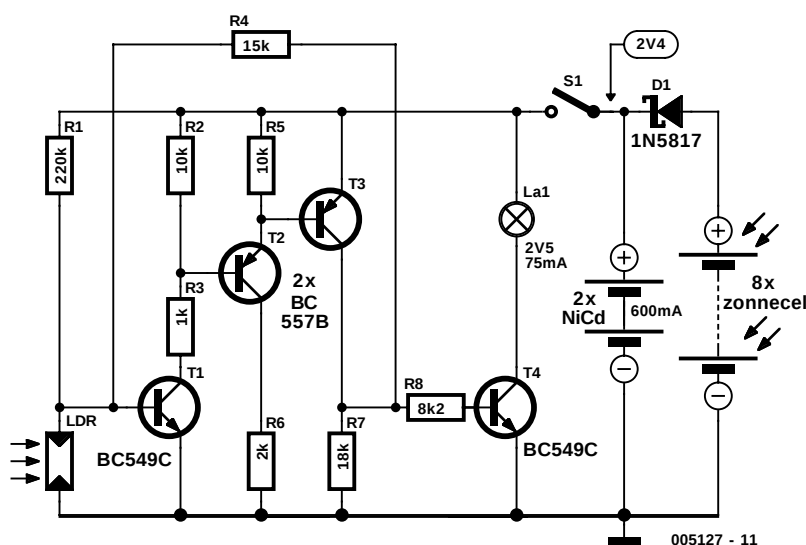
op ieder wolkje of rondvliegend insect. Zolang het donker is, blijft de lamp dus branden totdat de accu leeg is.

Capaciteit

Een volgeladen accu heeft een capaciteit van 600 mAh en daar kan het 75-mA-lampje dus ongeveer 8 uur op branden. Dat is toereikend voor de avond en een flink deel van de nacht. 's Winters lukt dat niet, aangezien de accu dan overdag door gebrek aan zonlicht waarschijnlijk niet 100% wordt opgeladen. Raakt de accu leeg, dan daalt zijn spanning. Zakt die tot onder 1,25 V, dan gaan T2 en T3 sperren, want omdat hier twee basis/emitter-

overgangen in serie staan, hebben die minstens deze spanning nodig. Het lampje gaat dan uit en de accu wordt niet verder ontladen. De lange termijn NiCd-accu's kunnen doorgaans zo'n 500 à 1000 laad/ontlaadcycli mee. Dus na twee à drie jaar continuegebruik zullen de twee penlight-cellen van de tuinlamp waarschijnlijk aan vervanging toe zijn. Die dingen zijn echter zo goedkoop tegenwoordig dat dit geen nadeel van betekenis vormt. Het lampje heeft qua levensduur natuurlijk eveneens zijn beperkingen, maar ook hiervoor geldt dat het snel en goedkoop door een nieuw exemplaar is te vervangen.

(005127-1)



Figuur 2. De benodigde functies blijken met eenvoudige elektronische middelen te realiseren.



Metronoom/stemvork



MET EEN PIC16F84 MICROCONTROLLER

In het hier beschreven muzikale hulpmiddel zijn een metronoom en een elektronische stemvork gecombineerd. Eén van de ontwerpdoelen was de schakeling zo simpel mogelijk te houden. Toch doen de mogelijkheden van dit apparaatje niet onder voor die van de high-end producten die in de muziekwinkel te koop zijn. Een centrale rol speelt natuurlijk de microcontroller PIC16F84.

C. Salmeron

De PIC16F84 in deze schakeling neemt een heleboel taken voor zijn rekening, waaronder het opwekken van de ritmische tikken in metronoom-mode, het digitaal opwekken van pure tonen (sinusgolven) over een groot bereik (van C_2 tot B_7) in stemvork-mode en het sturen van een LCD-module.

In metronoom-mode produceert de schakeling tikken waarvan het geluid kort en scherp is. Hiermee wordt een mechanische metronoom nagebootst. Een belangrijke detail hierbij is dat de eerste tik van elke maat een extra accent krijgt. Dit wordt bereikt door de toonhoogte iets te veranderen en bovendien een LED even te laten flitsen. De schakeling kan ook onregelmatige ritmes (5/4, 7/4 en 8/4) produceren en desgewenst iets dat het best kan worden aangeduid met 'geen ritme', namelijk regelmatige tikken (zonder accenten) zoals een mechanische metronoom die produceert.

In stemvork-mode kan elke noot tussen C_2 en B_7 worden geproduceerd. De tonen zijn puur, met weinig harmonischen. Aangezien de klok voor de pro-

cessor kristalgestuurd is, zijn de stabiliteit en de nauwkeurigheid van de frequentie uitstekend. Deze stemvork behoeft dus geen afregeling, de stemming is altijd goed.

Schemabeschrijving

Het hart van de schakeling (zie figuur 1) is een PIC16F84-microcontroller van Microchip. Zoals ieder inmiddels weet, is de PIC16F84 een compacte computer op een enkele chip. Deze chip beschikt over 1024 woorden flash-programmageheugen, 68 bytes werkgeheugen (RAM), 64 bytes niet-vluchtig geheugen (EEPROM), een klokgenerator, 13 I/O-pennen, een tellerschakeling en verschillende andere handige voorzieningen. Voor een volledige beschrijving van deze controller en de bijbehorende instructieset verwijzen we naar het Microchip-databoek of naar de website www.microchip.com. Hier is behalve de datasheet ook een uitgebreide verzameling programmaproeven te vinden.

Na het ontwikkelen en testen van de

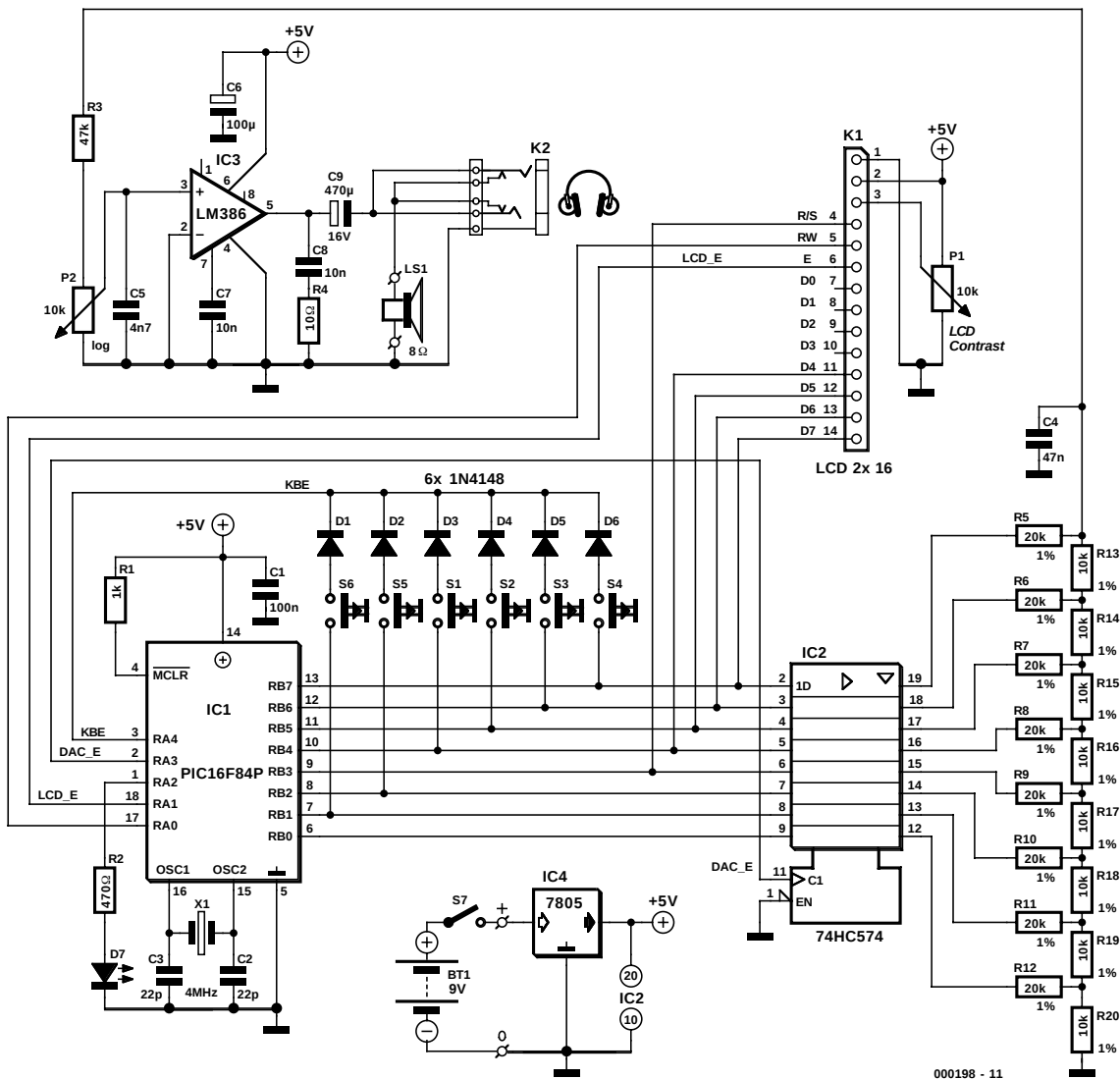
Technische eigenschappen

Metronoom

- Tempo instelbaar van 40 tot 240 beats per minute.
- Klinkt als een mechanische metronoom.
- De eerste tel van de maat heeft een accent.
- Elke tel van de maat is op het display zichtbaar, de tellen worden naast elkaar getoond.
- Het geluid en de LED kunnen onafhankelijk van elkaar aan en uit gezet worden.
- Verschillende ritmes zijn beschikbaar:
 - regelmatische ritmes van 2 tot 7 tellen per maat,
 - onregelmatige ritmes zoals 5/4, 7/4 en 8/4,
 - geen ritme, alleen regelmatige tikken zoals een mechanische metronoom.
- Alle informatie wordt op het display weergegeven.
- Hoofdtelefoon-uitgang en volumeregeling.

Stemvork

- Elke noot van C_2 tot B_7 kan worden weergegeven. Selectie per octaaf of per noot in stapjes.
- Keuze uit twee toonladders: pentatonisch (T) en gelijkzwevende stemming (T).
- Wekt een zuiver geluid op, zonder harmonischen. De toon is kristal-stabiel.
- Het display geeft de gekozen toon en de toonladder weer.
- Hoofdtelefoon-uitgang wordt aangeraden voor zeer lage tonen (C_2 tot C_3).



Figuur 1. Het schema van de metronoom/stemvork.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1 = 1 k
R2 = 470 Ω
R3 = 47k
R4 = 10 Ω
R5...R12 = 20 k 1%
R13...R20 = 10 k 1%
P1 = 10 k preset
P2 = 10 k logaritmisch

Condensatoren:

C1 = 100 n
C2, C3 = 22 p
C4 = 47 n

C5 = 4n7

C6 = 100 μ /16 V radiaal

C7, C8 = 10 n

C9 = 470 μ /16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1...D6 = 1N4148

D7 = rode LED, high efficiency

IC1 = PIC16F84-04/P

(geprogrammeerd, EPS 000198-41)

IC2 = 74HC574

IC3 = LM386

IC4 = 7805

Diversen:

S1...S6 = druktoets (bijv. Multimec CTL4 met kap D6K0)

K2 = stereo 6,3 mm klinkstekerbus, voor printmontage

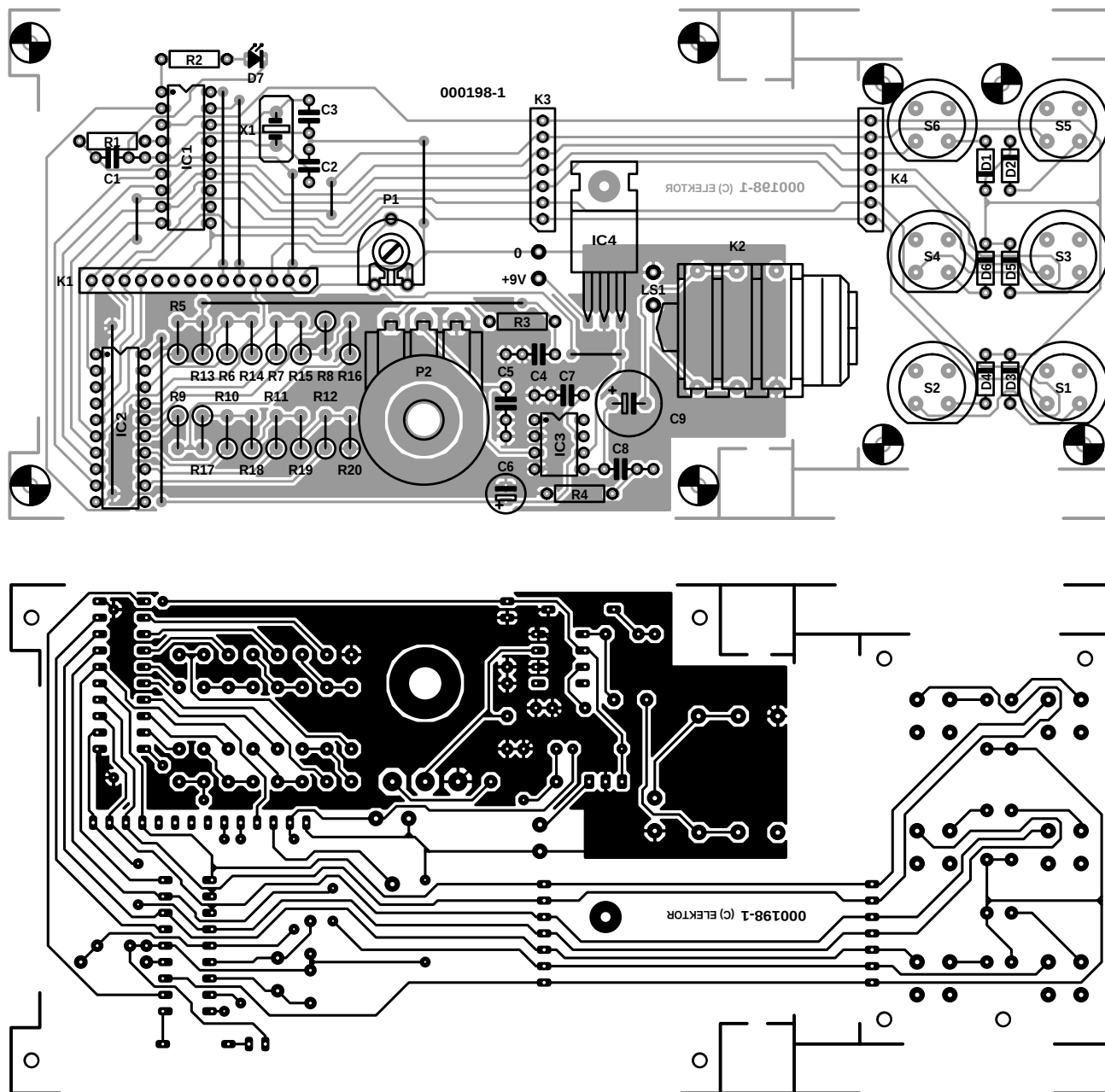
LCD met 2 regels van 16 karakters (bijv. PCF1602)

9-V-batterij met batterijclip

kastje, afm. circa 145 x 90 x 45 mm (bijv. Retex, verkrijgbaar bij Conrad nr. 54 15 59)

print EPS 000189-1 (zie service-pagina's)

3,5"-floppy met software: EPS 000189-11



Figuur 2. Print-layout en componentenopstelling voor de schakeling van de metronoom/stemvork.

eerste versie van deze schakeling bleek er nog voldoende programmeergeheugen over te zijn voor extra functies. Vervolgens werd besloten om de geluidskwaliteit van de luidspreker (toen nog piëzo-elektrisch) te verbeteren. Voor de meeste muzikanten klinken de tikken van een mechanische metronoom aangenamer dan de korte piepjes van een piëzo-zoemer. Anderzijds moet een stemvork mooie sinusgolven laten horen, vrij van harmonischen. Een piëzo-elektrische buzzer produceert, wanneer deze wordt gestuurd met een blokgolf, veel oneven harmonischen. Ook bleek de gebruikte buzzer sterke resonanties te vertonen,

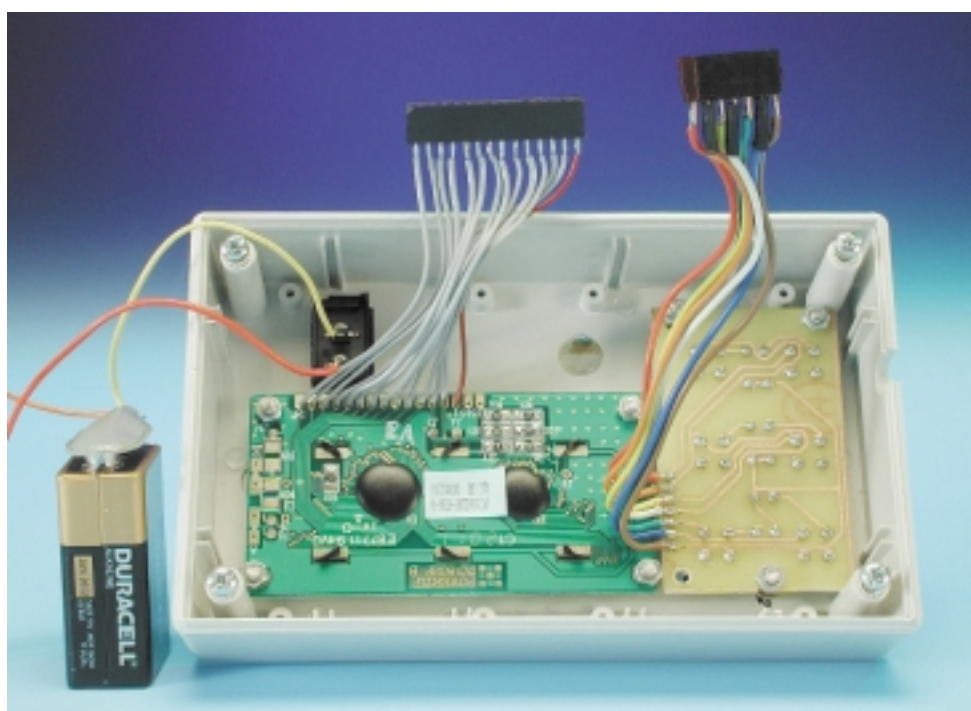
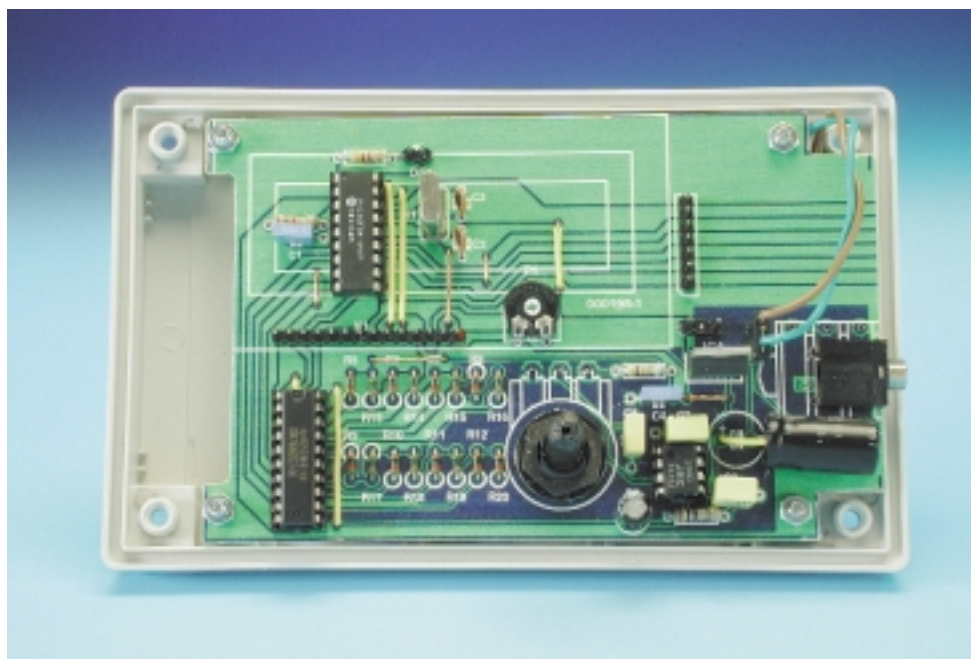
waardoor de geluidsterkte erg afhankelijk was van de frequentie. Bij sommige noten was de derde harmonische zelfs sterker dan de grondtoon. Om deze redenen is uiteindelijk besloten een echte luidspreker te gebruiken.

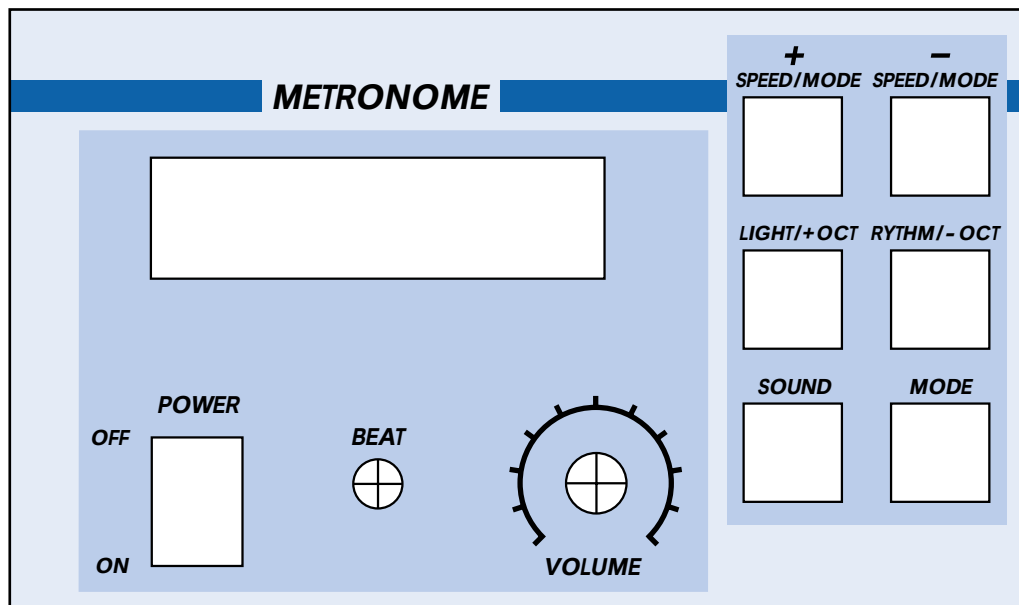
Naast microcontroller IC1 bestaat de schakeling uit een LCD-module, zes drukknoppen, een digitaal-naar-analoog-converter (opgebouwd rond IC2) en een compacte audioversterker van het type LM386. De DAC is uitgevoerd als een discreet R-2R-laddernetwerk rond een 74HC574. Eén van de opvallende aspecten van de schakeling is de bus RB0...RB7 die door verschillende componenten wordt gedeeld: het toetsenbord, de LCD-module en de DAC.

Om de bus te kunnen delen moeten deze componenten elk beschikken over een enable-lijn. De LCD-module en de 74HC574 hebben al een enable-lijn die hiervoor kan worden gebruikt. Bij het toetsenbord is elke toets in serie geschakeld met een diode (D1...D6). Deze diodes komen samen op de lijn KBE (keyboard enable) die is verbonden met poort RA4. De diodes hebben een dubbele functie. Als twee knoppen tegelijk worden ingedrukt, voorkomen de diodes dat de uitgangen van de controller onderling worden kortgesloten. Aan de andere kant zal, wanneer de lijn KBE hoog wordt gemaakt, de functie van de knoppen vervallen, waardoor de bus vrij is voor andere doeleinden.

Een belangrijk praktisch aspect betreft de luidspreker. Voor dit ontwerp is gebruik gemaakt van een echte luidspreker. Het geproduceerde volume en de geluidskwaliteit zijn sterk afhankelijk van het gekozen type. Dat is niet alleen merkbaar bij het gebruik als stemvork, maar vreemd genoeg ook in de metronoom-mode. Bij sommige luidsprekers gaf de metronoom een korte prettig klinkende tik, terwijl bij andere luidsprekers een nauwelijks waar te nemen klikje te horen was. Experimenteren met verschillende luidsprekers is dus aan te raden. Desgewenst kan via connector K2 een hoofdtelefoon worden aangesloten. Tijdens het oefenen stellen vooral de burens dit op prijs.

Wat het schema betreft kan nog gewezen worden op het laagdoorlaatfilter na de DAC. Dit is niet meer dan een simpel RC-netwerk en bestaat feitelijk uit een combinatie van C4, R3, P2 en C5. Zoals al eerder genoemd, was het een ontwerpdoel om de schakeling zo klein en eenvoudig mogelijk te houden. Als gevolg hiervan is enige audio-kwaliteit opgeofferd ten gunste van de eenvoud van dit filter. Uiteindelijk is het de bedoeling dat in metronoom-mode de conus van de luidspreker zo snel uitwijkt dat het klinkt alsof erop getikt wordt. Dit wordt bereikt door een korte reeks blokgolven te sturen (in feite slechts drie of vier periodes) met erg steile





000198 - F

Figuur 3. Voorbeeld van een frontplaat voor de metronoom/stemvork.

flanken en dus een aantal sterke harmonischen. De grensfrequentie van het filter moet dus voldoende hoog liggen om een prettige tik te kunnen produceren. Uiteindelijk is een compromis gevonden tussen twee tegengestelde eisen: een lage harmonischen-inhoud voor de stemvork en voldoende steile flanken voor de metronoom.

Het programma

De PIC wordt bestuurd door een tamelijk eenvoudig programma. De broncode is uitvoerig van commentaar voorzien en wie bekend is met deze processor zal weinig problemen hebben met het begrijpen van de werking. De software is verkrijgbaar op diskette (EPS-nummer 000198-11) of gratis te downloaden van onze website.

Metronoom-mode

Na het opstarten zal de processor eerst intern initialisaties verrichten, waarna voor ongeveer een seconde een welkomstboodschap op het display verschijnt. Vervolgens stapt het programma door naar de hoofdloop waarin de metronoom wordt gestart. In deze mode moet het programma tegelijk vier taken uitvoeren: 1) het produceren van tikken en het regelmatig laten flitsen van de LED; 2) de informatie op het display zonodig modifieren; 3) het toetsenbord scannen en bij een ingedrukte toets de bijbehorende actie uitvoeren, en 4) het bijhouden van de tel-

lers die voor het ritme zorgen. Omdat een metronoom natuurlijk een constant ritme moet geven, is deze laatste functie het meest kritisch. De andere functies zijn hiermee vergeleken van ondergeschikt belang en een uitstel van enkele milliseconden voor de verwerking van de toets- of LCD-informatie is niet relevant. In dit programma wordt alles gesynchroniseerd door de ingebouwde timer van de controller. De mogelijkheid voor Timer0-interrupts wordt ingeschakeld en vervolgens komt elke 256 μ s een interrupt. Na elke interrupt volgt een interrupt-serviceroutine (ISR) en zodoende wordt exact elke 256 μ s een aantal zaken afgehandeld. De tijdtellers worden verhoogd en er wordt gekeken of het tijd is om een tik te laten horen. Na het beëindigen van de ISR gaat het programma weer terug naar de hoofdloop en hervat waar het mee bezig was voordat de interrupt kwam. In deze hoofdloop worden de eerder genoemde taken 2 tot 4 uitgevoerd.

Stemvork-mode

In de stemvork-mode hoeft de processor maar twee taken uit te voeren: het produceren van een sinusgolf met de gewenste frequentie en het scannen van het toetsenbord. De techniek die hier gebruikt is om een sinusgolf te produceren, is gebaseerd op het principe van de Directe Digitale Synthese (DDS). In een DDS-circuit speelt een sinustabel een centrale rol.

Gebruikmakend van de sinustabel wordt een D/A-converter (DAC) aangestuurd en door middel van een teller (de zogenaamde fase-accumulator) wordt door de tabel heen gestapt. In dit programma wordt de fase-accumulator gevormd door een 16-bit variabele met de naam nPhase. Deze variabele bestaat uit de twee 8-bit onderdelen nPhaseH en nPhaseL. Bij elke lusdoorgang van het programma wordt de fase-accumulator verhoogd met nPhaseInc. De variabelen nPhase en nPhaseInc kunnen worden beschouwd als zijnde een integerwaarde i en een fractionele waarde f (iiiiiii.ffffff), waarbij de integerwaarde overeenkomt met een stap van 1/256 periode van de sinus. De integerwaarde wordt gebruikt als index voor de sinustabel (adres) en de uitgelezen waarde (data) van de tabel wordt naar de DAC gestuurd.

Bij elke lusdoorgang wordt van het toetsenbord gecontroleerd of er een toets is ingedrukt. Als dat het geval is, wordt de subroutine 'read keyboard' uitgevoerd. De interrupt-voorziening van poort B is alleen actief voor de lijnen RB0...RB3. Hoewel het testen van het toetsenbord bij elke doorgang de lus trager maakt, is de sample-frequentie nog steeds hoog genoeg (> 20 kHz). Voor de diverse toonhoogtes van de sinusgolf zijn verschillende waarden van de fasestap (nPhaseInc) nodig. Deze waarden zijn opgeslagen in een opzoektabel (lookup-table) en deze waar-

Tabel 1. De beschikbare functies van de metronoom.

TOETS	FUNCTIE
+	verhoog tempo (max. 240 bpm)
-	verlaag tempo (min. 40 bpm)
Light/ -Oct	schakel LED aan/uit
Rhythm/ +Oct	kies maatsoort (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 5/4, 7/4 of 8/4)
Sound	schakel geluid aan/uit
Mode	kies stemvork-mode diatonisch, pentonisch of metronoom-mode

Tabel 2. De beschikbare functies van de stemvork

TOETS	FUNCTIE
+	verhoog noot (hoogste is B7)
-	verlaag noot (laagste is C2)
Light/ -Oct	verlaag octaaf
Rhythm/ +Oct	verhoog octaaf
Sound	schakel geluid aan/uit
Mode	kies stemvork-mode diatonisch, pentonisch of metronoom-mode

den zijn berekend volgens de vergelijking:

$$\text{Fasestap} = 256 \times f_{\text{gewenst}} \times T_{\text{sampling}}$$

De factor 256 komt overeen met het aantal samples waaruit de sinustabel bestaat en hierbij komen 256 stappen overeen met 2π radialen. Omdat de 16-bits fase-accumulator een decimaal deel heeft van 8 bits, wordt nu de waarde 65536 gebruikt in plaats van 256. De sample-frequentie bedraagt 25 kHz, zoals later zal worden toegelicht. De sample-tijd bedraagt daarom 40 μ s. In computertaal wordt de vergelijking nu:

$$\text{Fasestap} = (\text{int}) (65536 * 40e-6 * f_{\text{gewenst}})$$

De fasetabel is berekend met het hulpprogramma PHASETBL.C dat na compileren het programma PHASETBL.EXE oplevert. Dit programma levert uiteindelijk het bestand PTBL.INC (de feitelijke fasetabel) dat als include in het programma voor de PIC, de zogenaamde source file, wordt gebruikt. Omdat de elektronische stemvork twee verschillende toonladders kan opwekken (de diatonische en pentatonische ladder) zijn er twee fasetabellen nodig. Met behulp van de fasetabel wordt de bijbehorende amplitudewaarde uit de sinustabel uitgelezen. De sinustabel bevat een 8-bits amplitudewaarde in 256 stappen. De tabel is zodanig geschaald dat de amplitudewaarden in het bereik [-1,0; 1,0] overeenstemmen met de binaire waarden [00h; FFh]. Om

geheugenruimte te sparen zijn alleen de sinuswaarden in het bereik van 0 tot 90 graden opgeslagen (64 samples). De amplitude is opgeslagen als 7-bits woord, terwijl het achtste bit fungeert als tekenbit. De amplitude is gelijk aan:

$$127 * \sin(\text{fase} * 2 * \pi / 256)$$

waarbij fase in het gebied van 0 tot 63 ligt. De sinustabel is berekend met het hulpprogramma SINETBL.C dat na compilatie het programma SINETBL.EXE levert. Dit programma genereert uiteindelijk het bestand STBL.INC dat als include in de source-code wordt gebruikt.

Zodra het programma in de stemvork-mode terecht komt, worden de volgende acties uitgevoerd. Alle interrupts worden uitgeschakeld en na enige initialisatie komt het programma in een lus. In deze programmalus worden achtereenvolgens:

- 1) de fasewaarde gemodificeerd (dit duurt 6 μ s),
- 2) de sample-waarde wordt opgezocht in de sinustabel (14 μ s),
- 3) de sample-waarde wordt naar de DAC gestuurd (5 μ s) en
- 4) er wordt gekeken of een knop op het toetsenbord is ingedrukt (15 μ s) en zo niet, dan wordt de lus herhaald.

De totale doorlooptijd van de lus is dus altijd 40 μ s, tenzij een toets wordt ingedrukt. Dit betekent dat de sample-frequentie precies 25 kHz bedraagt. Deze waarde ligt hoog genoeg om de hoogste toon (B₇, bijna 8 kHz) goed te kunnen weergeven.

Opbouw

De printlayout is afgedrukt in **figuur 2**. De opbouw van de schakeling is tamelijk eenvoudig. Behalve de contrastinstelling voor het LCD is er geen afregeling noodzakelijk. Afhankelijk van de gekozen behuizing kan het keyboard al of niet separaat van het moederbord worden gebruikt. Bij het gebruik van miniatuurweerstand kunnen deze waarschijnlijk wel horizontaal worden gemonteerd in plaats van verticaal, zoals bij de componentenopdruk is aangegeven. Controleer zorgvuldig de plaatsing van de gepolariseerde componenten, met name de diodes die verbonden zijn met het toetsenbord. Als display is elk type met 2 lijnen van 16 tekens en een Hitachi-chip HD44780 geschikt. Veel displays van verschillende fabrikanten zijn uitgevoerd met deze Hitachi-chip. Als het gebruikte LCD achtergrondverlichting heeft, dan moet deze apart worden aangesloten. Er is niet voorzien in een afregeling voor het kristal omdat zelfs de grootst denkbare statische frequentiefout van het kristal ruimschoots binnen de toegestane toleranties valt. Voor wie niettemin een sterke behoefte voelt het kristal af te regelen: Vervang één van de condensatoren C2 of C3 door een 40-pF-trimmer. In **figuur 3** is een voorbeeld te zien van een frontpaneel.

Bediening

Als het apparaat wordt ingeschakeld, zal het display gedurende een seconde een welkomstboodschap geven. Vervolgens wordt de metronoom-mode ingeschakeld in een driekwartsmaat met een tempo van 240 bpm (beats per minute). De gebruiker kan de instellingen wijzigen met de daarvoor bestemde toetsen. De bediening is eenvoudig en men zal daar snel mee vertrouwd raken. Sommige toetsen hebben een dubbele functie. De eerste is van toepassing in de metronoom-mode, de tweede in de stemvork-mode. De diverse mogelijkheden worden verder verduidelijkt in **tabel 1** en **tabel 2**. (000198-1)



CD-ROM's op harddisk kopiëren?

Ik vind het eigenlijk best lastig dat ik de drie CD's van de 'digitale schakelingenbibliotheek' elke keer in de CD-ROM-speler moet doen om een schakeling te bekijken. Is het niet mogelijk dat ik ze op de harde schijf installeer en dus rechtstreeks vanaf hd kan werken?

Bob Nijman

Als uw harde schijf voldoende opslagcapaciteit heeft, is het geen probleem om die CD's daarop te kopiëren. Het probleem is alleen dat veel programma's dan niet willen draaien. Dat kan weer worden verholpen door het installeren van een programma dat een CD-ROM op de harddisk simuleert. Zo'n programma is bijvoorbeeld "Virtual CD-ROM".

Metaaldetector?

Ergens in de jaren '80 heeft u een ontwerp van een metaaldetector gepubliceerd. Ik vond dat toen een geweldig ontwerp en heb dit apparaat toen met veel plezier nagebouwd. Met de huidige stand der techniek moet het in principe echter mogelijk zijn veel betere metaaldetectoren te construeren. Mijn vraag is dan ook: of jullie van plan zijn in de nabije toekomst een nieuw metaaldetector-ontwerp te publiceren? U zou er veel lezers een groot plezier mee doen.

H. Kunst

Voor Elektuur zelf hebben we momenteel geen plannen in die richting (of er zou hier morgen iemand moeten binnenwandelen met een schitterend ontwerp...). Er verschijnt binnenkort echter wel een boek over metaaldetectoren, maar daarvan zal voorlopig uitsluitend een duitstalige versie leverbaar zijn. Op onze website zal daar binnenkort meer over te lezen zijn.

Digitale I/O-perikelen

Ik heb uw project 990079 gebouwd ('digitale in/uitgangen' van december '99) samen met het adapterprintje. Ik sloot de schakeling aan op mijn Soundblaster Live! 1024 en heb vervolgens het geheel uitvoerig getest buiten de

PC. Daarna installeerde ik Liveware 3.0. Volgens de helpinfo van Liveware zou er dan een tabblad 'digital I/O' moeten verschijnen bij de kaartinstellingen. Dit gebeurt niet. Als ik op de uitgangen meet, vind ik alleen maar ruis. Wat kan ik hier aan doen? Is het project niet compatibel met Liveware 3.0?

Raf Smet

Dit lijkt ons een typisch software-probleem. Volgens de ontwerper in kwestie moet dat tabblad voor digital I/O altijd verschijnen, ook als de SB Live! 1024 aanwezig is zonder digitale adapter. Misschien moet u alles nog eens herinstalleren.

Schema okee?

In zou de 'HEXFET Power-amp' uit het boek 'Topklasse audio' willen bouwen, maar dat boek stamt uit 1997. Zijn er inmiddels nog wijzigingen aangebracht of is dat schema okee?

Andy Delecluyse

De schakeling zoals afgedrukt in het boek functioneert goed en heeft geen wijzigingen meer ondergaan. Wel raden we u aan eerst te controleren of alle onderdelen nog verkrijgbaar zijn, voordat u besluit met bouwen te beginnen.

RC-afstandsbediening

Hebben jullie ooit een ontwerp gepubliceerd voor een RC-afstandsbediening (bijv. voor een raceauto), of publiceren jullie nog iets dergelijks in de toekomst?

Kris Coopman

In verband met allerlei wettelijke voorschriften is het ons niet mogelijk om RC-afstandsbedieningen te publiceren die op de daarvoor vrijgegeven frequentiebanden werken. U bent daarvoor dus aangewezen op de kant-en-klare modules die via de handel worden aangeboden. In september '98 hebben we wel iets geschreven over een draadloze afstandsbediening op 433 MHz. Misschien is dat ook interessant voor u.

Tesla-trafo's

Graag zou ik van u willen weten waarom Elektuur niet eens een

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.

bouwontwerp publiceert van een Tesla-transformator. Dit is een heel interessant onderwerp.

P. Notebaart

We hebben al eens overwogen om iets te publiceren met een Tesla-trafo, maar er is tot nu toe niets praktisch uit voortgekomen. Dat komt mede omdat de veiligheid van zulke ontwerpen toch wel een serieus probleem vormt. Het is natuurlijk niet de bedoeling dat iemand letsel oploopt na het bouwen van een Elektuurontwerp. Volgens de wet zijn wij daar dan verantwoordelijk voor.

GSM-afstandsbediening

Aangezien (prepaid-) GSM's bijna niets meer kosten, zou je met twee GSM's en een DTMF-tone-decoder alles in huis en auto op afstand kunnen bedienen. Bijvoorbeeld gewaarschuwd worden als je autoalarm afgaat of vanuit de auto of werkplek de CV thuis inschakelen. Daarvoor zou kunnen worden volstaan met het intoetsen van het GSM-nummer, gevolgd door een entree-code en besturingscode. Zou hier eens aandacht aan besteed kunnen worden?

W. Wubs

Wij vinden het een aardig idee. Misschien dat het te zijner tijd tot een bruikbare schakeling valt uit te werken. Bedankt.

MP3-speler

In mei 2000 werden in Elektuur 'chipssets voor MP3-spelers' beschreven. In het artikel stond dat het afgebeelde prototype binnenkort gepubliceerd zou worden. Is dat al gebeurd? Ik zou het apparaat graag willen bouwen.

Ogus Meteer

De MP3speler is onder de titel 'Oscar' in september en oktober van 2000 gepubliceerd.

Het uiteindelijke apparaat ziet er trouwens wel anders uit dan op het omslag van het meinummer. En als u misschien toch liever een heel ander ontwerp wilt bouwen: in de rubriek Elektronica-online elders in dit nummer worden een aantal draagbare MP3-spelers beschreven die op het Internet worden aangeboden als bouwproject.

RS485/RS232-converter

Ik ben op zoek naar een schema voor een converter van het RS484-protocol naar RS232 en omgekeerd. Ik beschik over heel veel jaargangen Elektuur, maar ben tot nog toe geen ontwerp tegengekomen.

Verder ben ik ook geïnteresseerd in een wisselrichter van 25...50 V DC naar 220 V AC, voor aansluiting van mijn zonnepanelen aan het elektriciteitsnet. Alle ideeën daaromtrent zijn welkom.

Jan van der Veer

In mei 1994 hebben we een artikel over RS485 gepubliceerd. Hierin wordt beschreven hoe je met behulp van een SN75176B een RS485-interface kunt maken voor een microprocessor-board. Misschien kunt u zelf met behulp van dit IC zo'n converter maken. Wij hebben een dergelijke schakeling tot nu toe niet gepubliceerd.

Dan de DC/AC-converter. Voor aansluiting op het elektriciteitsnet worden er nogal wat eisen gesteld, want het uitgangssignaal zal bijvoorbeeld bij benadering sinusvormig moeten zijn. Een echt goed zelfbouwontwerp voor een omzetter van laagspanning naar 230 V hebben we helaas nog niet onder ogen gehad.

Easytrax

Een collega vertelde mij dat er een tijdje geleden in Elektuur een 'Place en Route'-programma be-

schreven stond dat layouts geneerde voor een gaatjesprint. Ik kan het echter nergens terugvinden.

Marco Vrouwe

Het programma dat u zoekt, heet Easytrix en is beschreven in het artikel 'PAL-TV-testbeeld-generator' in *Elektuur* november 2000. Als u op onze website kijkt bij de hyperlinks, dan vindt u bij november 2000 onder genoemde artikelkop ook de bijbehorende websites.

Macrovision-decoder

In welk nummer vind ik de laatste versie van een Macrovision-decoder? Deze moet wel geschikt zijn om vandaag de dag te gebruiken. Zijn er ook kant-en-klare Macrovision-decoders te koop?

Guido Vranken

De laatste Macrovision-decoder die wij gepubliceerd hebben, werkt helaas niet meer met de hedendaagse films. Er wordt op dit moment gewerkt aan een nieuwe versie, maar we kunnen nog niet met zekerheid zeggen wanneer die gepubliceerd gaat worden. In Nederland kennen we geen firma's die Macrovision-decoders leveren (misschien zijn ze er toch wel). In Duitsland worden wel Macrovision-decoders voor particulier gebruik aangeboden. Kijk daarvoor maar eens in advertenties van enkele Duitse videobladen (zoals het tijdschrift 'Video').

PIC-programmer

Aangezien ik wil gaan knutselen met PIC-processors, ben ik op zoek gegaan naar een zelf te maken PIC-programmer. In de onlangs aangeschafte (en trouwens handig te doorzoeken) jaar-gangs-CD van 2000 vond ik wat ik zocht. In het juli-augustusnummer staat een Mini-programmer voor de PIC16F84. De vermelde website waar de besturingssoftware verkregen kan worden, blijkt echter niet te werken. Is er een andere manier om aan de software te komen?

Martijn Goedhart

Bij de hyperlinks op onze website staat een recent Internet-adres dat wel werkt, namelijk:

<http://www.xs4all.nl/%7Ewf/wouter/pic/jal/>
Hier kunt u het programma downloaden.

Versterkervoeding

Ik ben een arme student en wil graag de Crescendo-eindversterker gaan bouwen. Kan ik de elco's in de voeding kleiner maken zonder dat de geluidskwaliteit achteruit gaat? Kan ik voor een stereo-versie de voeding combineren en dan grotere elco's, zwaardere dioden en trafo's toepassen?

Ik wil ook graag een volumeregelaar toevoegen. Gewoon een potmeter aan de ingang is zeker te simpel. Hebben jullie een idee?

M. Janssen

Het is best mogelijk om de voeding voor de Crescendo wat spaarzamer uit te voeren, want wij hebben hem heel royaal bemeten. Als u de elco-capaciteit halveert, gaat met name de basweergave er uiteraard wel iets op achteruit. Maar desastreus zal het verschil niet zijn. Ook een stereo-voeding is toegestaan; alleen loopt u dan het risico dat bij gelijktijdige volle uitsturing van beide kanalen wat minder vermogen wordt geleverd. Dat laatste komt in de praktijk echter zelden voor. Een potmeter aan de ingang is zeker mogelijk. U moet hier dan wel een signaalbron op aansluiten die voldoende spanning levert (bijv. een CD-speler).

Dolby Digital

Ik heb thuis een Dolby-Surround-installatie en nu wil ik deze ombouwen naar Dolby Digital. Is dit mogelijk en zo ja, leent dit zich voor een Elektuurproject of hebt u iets dergelijks misschien al besproken?

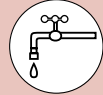
R. Heijser

Voor Dolby Digital zijn speciale signaalprocessoren nodig met een Dolby-licentie. Voor zelfbouw zijn deze niet beschikbaar en daarom behoort een Elektuurproject helaas niet tot de mogelijkheden.

Verbindingskabels

Ik ben op zoek naar een goede interconnector om mijn CD-speler

Het LEK van Elektuur



Dokatimer (april 2001)

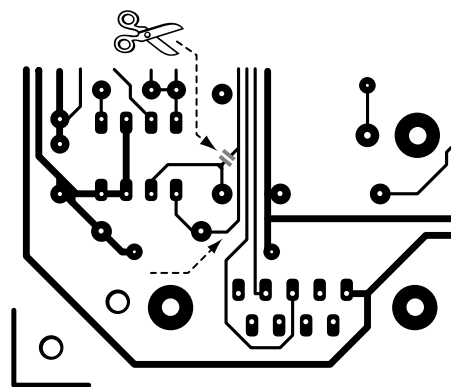
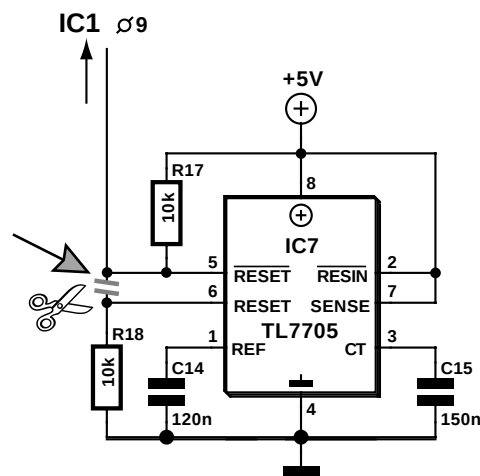
In de onderdelenlijst staat voor IC3 een Sharp S201S01 vermeld. Dit type heeft geen nuldoorgangsdetector en kan mogelijk wat storing produceren tijdens inschakelen. Het type S201S02 (Conrad bestelnr. 168165) geniet daarom de voorkeur.

AM-ontvanger (febr. 2001)

Op de print is de massa van de antenne-aansluiting nergens mee doorverbonden. Aanbevolen wordt daarom om dit eilandje via een stukje draad door te lussen met de omliggende massa. Overigens zal dit alleen verschil maken als de massa ook daadwerkelijk wordt gebruikt.

Schakelklok (mei 2001)

Zowel in het schema als op de print zijn de pennen 5 en 6 van IC7 verwisseld. Pen 6 moet alleen verbonden worden met R18; pen 5 wordt verbonden met pen 9 van IC1. Bijgaande figuren illustreren wat de bedoeling is.



aan mijn versterker te koppelen. Vanwege het grote aantal aanbieders zie ik door de bomen het bos niet meer. Is het niet mogelijk om zelf goede interconnectors te maken? Hebben jullie hier ooit een artikel over geschreven?

Marko Dol

(bouwmarkt) van de gewenste lengte aan beide uiteinden te voorzien van een goede metalen (vergulde) cinch-steker (hifi- of onderdelenhandel). Gaat het om analoge aansluitingen, dan kunt op dezelfde manier twee verbindingskabels maken met een goede afgeschermd audiokabel als medium. Bij veel hifi-zaken is audiokabel in diverse kwaliteiten verkrijgbaar.

Een digitale verbindingskabel is uitstekend zelf te maken door een stuk RG-75 coaxkabel

schreven stond dat layouts geneerde voor een gaatjesprint. Ik kan het echter nergens terugvinden.

Marco Vrouwe

Het programma dat u zoekt, heet Easytrix en is beschreven in het artikel 'PAL-TV-testbeeld-generator' in *Elektuur* november 2000. Als u op onze website kijkt bij de hyperlinks, dan vindt u bij november 2000 onder genoemde artikelkop ook de bijbehorende websites.

Macrovision-decoder

In welk nummer vind ik de laatste versie van een Macrovision-decoder? Deze moet wel geschikt zijn om vandaag de dag te gebruiken. Zijn er ook kant-en-klare Macrovision-decoders te koop?

Guido Vranken

De laatste Macrovision-decoder die wij gepubliceerd hebben, werkt helaas niet meer met de hedendaagse films. Er wordt op dit moment gewerkt aan een nieuwe versie, maar we kunnen nog niet met zekerheid zeggen wanneer die gepubliceerd gaat worden. In Nederland kennen we geen firma's die Macrovision-decoders leveren (misschien zijn ze er toch wel). In Duitsland worden wel Macrovision-decoders voor particulier gebruik aangeboden. Kijk daarvoor maar eens in advertenties van enkele Duitse videobladen (zoals het tijdschrift 'Video').

PIC-programmer

Aangezien ik wil gaan knutselen met PIC-processors, ben ik op zoek gegaan naar een zelf te maken PIC-programmer. In de onlangs aangeschafte (en trouwens handig te doorzoeken) jaar-gangs-CD van 2000 vond ik wat ik zocht. In het juli-augustusnummer staat een Mini-programmer voor de PIC16F84. De vermelde website waar de besturingssoftware verkregen kan worden, blijkt echter niet te werken. Is er een andere manier om aan de software te komen?

Martijn Goedhart

Bij de hyperlinks op onze website staat een recent Internet-adres dat wel werkt, namelijk:

<http://www.xs4all.nl/%7Ewf/wouter/pic/jal/>
Hier kunt u het programma downloaden.

Versterkervoeding

Ik ben een arme student en wil graag de Crescendo-eindversterker gaan bouwen. Kan ik de elco's in de voeding kleiner maken zonder dat de geluidskwaliteit achteruit gaat? Kan ik voor een stereo-versie de voeding combineren en dan grotere elco's, zwaardere dioden en trafo's toepassen?

Ik wil ook graag een volumeregelaar toevoegen. Gewoon een potmeter aan de ingang is zeker te simpel. Hebben jullie een idee?

M. Janssen

Het is best mogelijk om de voeding voor de Crescendo wat spaarzamer uit te voeren, want wij hebben hem heel royaal bemeten. Als u de elco-capaciteit halveert, gaat met name de basweergave er uiteraard wel iets op achteruit. Maar desastreus zal het verschil niet zijn. Ook een stereo-voeding is toegestaan; alleen loopt u dan het risico dat bij gelijktijdige volle uitsturing van beide kanalen wat minder vermogen wordt geleverd. Dat laatste komt in de praktijk echter zelden voor. Een potmeter aan de ingang is zeker mogelijk. U moet hier dan wel een signaalbron op aansluiten die voldoende spanning levert (bijv. een CD-speler).

Dolby Digital

Ik heb thuis een Dolby-Surround-installatie en nu wil ik deze ombouwen naar Dolby Digital. Is dit mogelijk en zo ja, leent dit zich voor een Elektuurproject of hebt u iets dergelijks misschien al besproken?

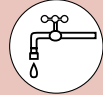
R. Heijser

Voor Dolby Digital zijn speciale signaalprocessoren nodig met een Dolby-licentie. Voor zelfbouw zijn deze niet beschikbaar en daarom behoort een Elektuurproject helaas niet tot de mogelijkheden.

Verbindingskabels

Ik ben op zoek naar een goede interconnector om mijn CD-speler

Het LEK van Elektuur



Dokatimer (april 2001)

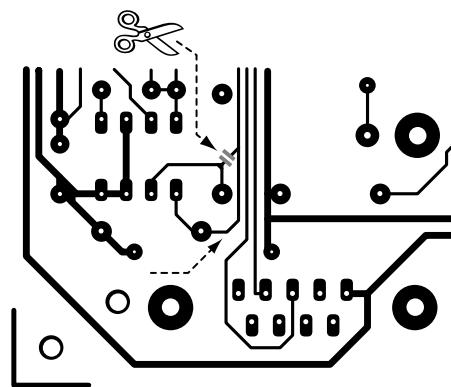
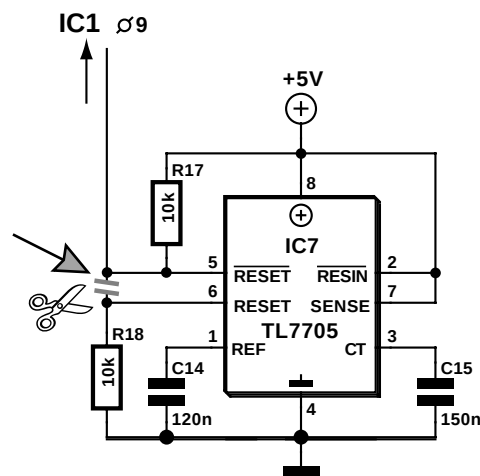
In de onderdelenlijst staat voor IC3 een Sharp S201S01 vermeld. Dit type heeft geen nuldoorgangsdetector en kan mogelijk wat storing produceren tijdens inschakelen. Het type S201S02 (Conrad bestelnr. 168165) geniet daarom de voorkeur.

AM-ontvanger (febr. 2001)

Op de print is de massa van de antenne-aansluiting nergens mee doorverbonden. Aanbevolen wordt daarom om dit eilandje via een stukje draad door te lussen met de omliggende massa. Overigens zal dit alleen verschil maken als de massa ook daadwerkelijk wordt gebruikt.

Schakelklok (mei 2001)

Zowel in het schema als op de print zijn de pennen 5 en 6 van IC7 verwisseld. Pen 6 moet alleen verbonden worden met R18; pen 5 wordt verbonden met pen 9 van IC1. Bijgaande figuren illustreren wat de bedoeling is.



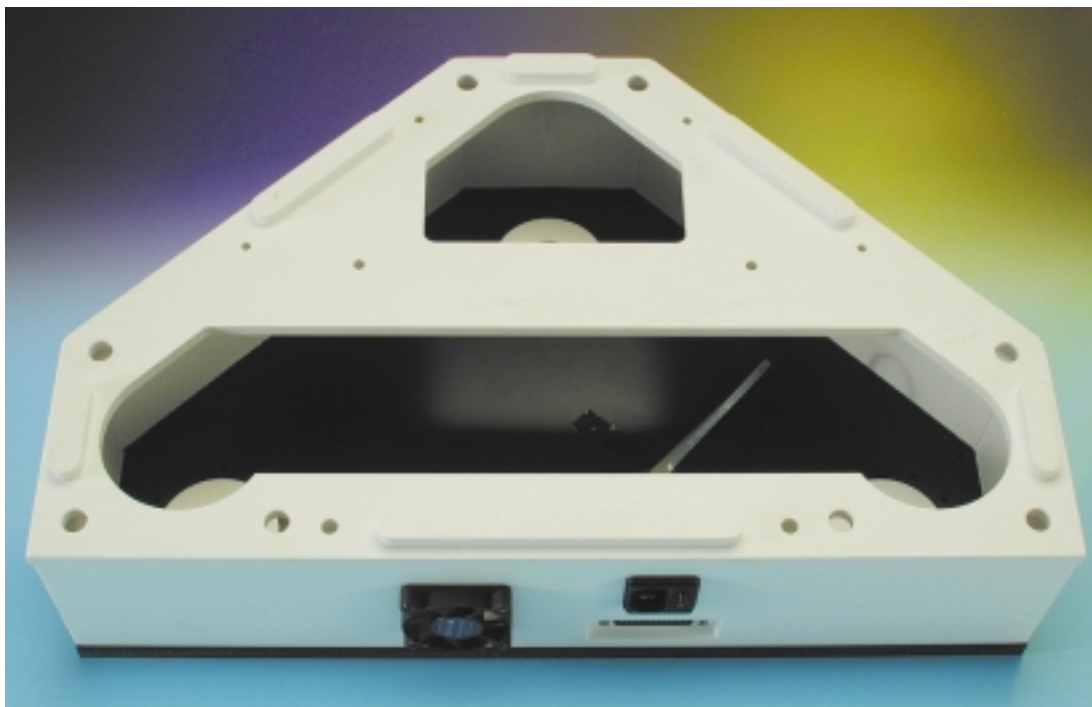
aan mijn versterker te koppelen. Vanwege het grote aantal aanbieders zie ik door de bomen het bos niet meer. Is het niet mogelijk om zelf goede interconnectors te maken? Hebben jullie hier ooit een artikel over geschreven?

Marko Dol

(bouwmarkt) van de gewenste lengte aan beide uiteinden te voorzien van een goede metalen (vergulde) cinch-steker (hifi- of onderdelenhandel). Gaat het om analoge aansluitingen, dan kunt op dezelfde manier twee verbindingskabels maken met een goede afgeschermd audiokabel als medium. Bij veel hifi-zaken is audiokabel in diverse kwaliteiten verkrijgbaar.

TanBo

DEEL 3: BOUW IN ZEVEN STAPPEN



Figuur 1. Het machinehuis, hier met al enkele ingebouwde zaken.

TanBo wordt in elkaar gezet! Aan de passing van alle delen is de uiterste zorg besteed. Aan u de taak voor een schone werkplek te zorgen, nauwgezet te werken en het nodige geduld op te brengen.

De mechanische bouwset van TanBo bestaat uit compleet voorbereekte geboorde en gefreesde delen, die alleen nog maar met elkaar verbonden hoeven te worden. De bouwset bevat alle onderdelen die voor de bouw van een boormachine met één werktuigarm nodig zijn, ook de schroeven en lijm. Boortjes en freesjes voor het bewerken van printplaten zijn uiteraard niet aanwezig.

Bij de firma Radix is ook een gereedschapset verkrijgbaar die alle gereedschappen bevat die voor de samenbouw nodig zijn. Deze set bevat onder meer: gewone en kruiskop-schroevendraaiers, dopsleutels, gecombineerde steek/ringsleutels, inbussleutels, een ontbraamborstel, een microvezeldoekje, een zijknijptang en een afbreekmes. Dit gereedschap kan na gebruik als set bij TanBo worden bewaard (zodat bij ombouw alles bij de hand is) of bij het andere gereedschap worden opgeborgen.

Alle delen, behalve natuurlijk de gelijmde verbindingen, kunnen weer uit elkaar worden genomen. De bouwvolgorde is in feite onbelangrijk, maar onze ervaring heeft geleerd dat de hier gevolgde methode de handigste is.

Voorbereidende werkzaamheden

Alle delen die verlijmd moeten worden, zijn voorzien van sponningen of ingefreesde randen die in de sponningen passen. Bij aflevering zijn ze vetvrij en schoon en hoeven dus niet schoongemaakt te worden. Onnodig aanraken, vies of fettig maken van de verbindingplaatsen tast de kwaliteit van de lijmverbinding aan, dus niet doen.

Na het frezen blijven op hoeken en overgangen vaak kleine deeltjes, rafels of bramen achter, die natuurlijk wel verwijderd moeten worden. Door krachtig te schudden laten deze restanten zich meestal al verwijderen. Ook kan men de delen schoonblazen met perslucht (minstens 8 bar). Maar doe dat alleen als u zeker weet dat de perslucht olievrij is. Het minste spoortje olie maakt lijmen onmogelijk en u zult dan een nieuwe set moeten bestellen, want het verwijderen van de olie is praktisch onmogelijk. Het ontbramen gaat heel goed met een gewone harde tandenborstel. Borstel de hoeken en sponningen goed uit, tot alle stof/freesdeeltjes weg zijn. Bij veel delen

Thomas Müller
www.radixgmbh.de

zijn nog restanten van bruggen aanwezig, deze kunnen met een scherp mes worden verwijderd.

We hebben een volkomen vlakke, schone bouwplank nodig van minstens 50 cm in het vierkant. Heel geschikt is een restant van een gladde, met kunststof beklede keukenplaat. In bouwmarkten is zo'n plaat soms voor weinig geld te koop. Laminaatplaten zijn over het algemeen minder geschikt omdat ze bijna nooit 100% vlak zijn.

Stap 1: gedeeltelijke verlijming van het huis

Als eerste worden de witte bodemplaat en de drie zijkanten verlijmd. De delen zijn groot en grofstoffelijk en vormen daardoor een prima object om de techniek van het lijmen van een onzichtbare voeg te leren. Alle andere delen worden ook op deze manier verlijmd. De verworven kennis kan worden beschouwd als opstapje voor het in elkaar zetten van de werktuigarm, waarvan de delen fragieler zijn.

Eet van nu af aan geen vette slagroomsoezen meer en verwijder alles wat niet direct nodig is van het werkblad. Was eerst uw handen of gebruik dunne laboratoriumhandschoenen die weliswaar niet zo prettig zitten, maar wel heel geschikt zijn voor dit soort werk omdat de delen dan schoon en vetvrij blijven.

Leg de drie zijkanten, de witte bodemplaat en de zwarte afdekplaat klaar. Het huis wordt nu eerst proefsgewijs in elkaar gezet. Leg de witte bodemplaat met de sponningen naar boven op de

De gebruikte lijm

De sterkte en stabiliteit van een lijmverbinding is groter dan die van een schroefverbinding. De constructie is zo sterk als ware het een enkel deel. Alle lijmverbindingen moeten minstens 24 uur uitharden om de volledige eindsterkte te krijgen. De bouw gebeurt in twee fasen, lijmen en schroeven, en zal normalerwijze minstens over twee dagen zijn verdeeld.

Lijmen is hier eigenlijk een verkeerde term. In werkelijkheid worden de delen met elkaar versmolten. Dat werkt alleen als de lijm en de toegepaste kunststof op elkaar zijn afgestemd en wel als volgt:

Enkele componenten in de lijm kunnen de kunststof oplossen. Soms is dat niet de bedoeling. Als u wel eens een kunststof oppervlak heeft schoongemaakt met een verkeerd oplosmiddel, dan weet u wat wordt bedoeld. Aceton, een uitmuntend ontvettingsmiddel, kan veel kunststoffen (ook plexiglas) oplossen. Maar met aceton alleen kan niet worden gelijmd omdat het te snel verdampt. De dieptewerking ontbreekt. Op PVC heeft het echter vrijwel geen inwerking. De kunststoffen die hier met elkaar moeten worden versmolten, zijn polystyreen (PS) en verschillende soorten polyvinylchloride (PVC). Het lijmen van één soort onderling is geen probleem, dus PS met PS of PVC met PVC, daar zijn prima lijmen voor. Lastiger is het lijmen van PS met PVC, want PVC is bestand tegen vrijwel alle chemicaliën.

Na honderden testverlijmingen met veertien lijmsorten is de auteur tot de conclusie gekomen dat er geen lijm bestaat die voor ons doel geschikt is.

Daarom heeft hij zelf een lijm ontwikkeld die PS met PVC kan verbinden. We overdrijven niet als we zeggen dat het een gevaarlijke substantie is. Een onoverkomelijk probleem was ook de verpakking, want ongeacht welke kunststof gebruikt zou worden, binnen twee dagen zou deze 'gesmolten' zijn.

Gelukkig had ondertussen een firma een nieuwe lijmsort uitgebracht, die zowel wat betreft viscositeit, vulvermogen en verlijmingseigenschappen heel goed voor ons doel geschikt was. Deze lijm is ook in staat om PS met PS én PS met PVC te verlijmen.

Deze lijm is in de bouwset opgenomen. De hoeveelheid is zeker toereikend voor de bouw van TanBo met één werktuigarm. Gebruik de lijm niet te zuinig, maar smeer ook niet alles vol; kies de gulden middenweg. Gebruik ook uitsluitend de meegeleverde lijm en kom niet in de verleiding om in een bouwmarkt of hobbywinkel een goedkope universele kunststoflijm te kopen en te gebruiken. Het risico is te groot.



Figuur 2. Voor de verlijming wordt in één vloeiende beweging een lijmrups over de hele sponninglengte gelegd.



Figuur 3. Gedeeltelijk verlijmd werktuigarm met reeds ingebouwde spindel/hefmagneet-unit.

werkplank en schuif de achterkant in de achterste sponning. Terwijl de eerste zijkant iets scheef wordt gehouden, wordt hij eerst in de sponning in de achterkant gezet en vervolgens van achter naar voren in de sponning van de bodemplaat gebracht. Op twee plaatsen maakt hij een hoek. Breng de tweede zijkant op dezelfde manier aan. Vervolgens wordt de zwarte bovenplaat op de drie zijwanden gelegd, zodanig dat die in de sponningen van de bovenplaat komen te vallen. Controleer met een maatlat of het huis overal even hoog is, dus of alle zijwanden op de bodems van de sponningen rusten.

Til het huis aan de bodemplaat op en druk tevens licht op de bovenplaat, zodat het niet uit elkaar valt. Bekijk het van alle kanten, ook van binnen. Dat ziet er stabiel en stevig uit nietwaar? Voordat de zaak nu definitief verlijmd wordt, zijn de volgende punten van belang:

- Zijn alle spanen werkelijk weg en de voegen schoon?
- Schoof alles zonder klemmen soepel in elkaar?
- Kunt u alle delen vlot in elkaar zetten, zonder dat de zijwanden uit de achterkant schuiven?
- Stelt u zich voor dat er nu lijm was aangebracht; zou die dan ook aan uw vingers zitten?

Als niet alle vragen positief zijn beantwoord, is het beter om nog wat te oefenen. In het andere geval gaan we lijmen. Leg de vijf delen klaar op het werkblad. Breng in één keer over de hele lengte van de voeg (zoals bij iedere sponning!), een lijmrups aan op de onderachterkant. Zet de achterkant losjes, zonder drukken, in de sponning van de grondplaat. Het is beter als de achterkant niet precies verticaal staat, maar iets naar achteren helt. Breng bij de eerste zijkant lijmrupsen bij de onderkant aan en aan de kant die in de sponning van de achterkant komt. Zet de zijkant, beginnend bij de achterkant, in de daarvoor bestemde sponningen. De andere zijkant wordt op vergelijkbare manier aangebracht.

Plaats nu de bovenkant ZONDER lijm op de achter- en zijkanten, zodanig dat deze in de sponningen vallen. Zo wordt alles in goed verband op zijn plaats gehouden. Het lijmen gebeurt later, want eerst moeten er nog wat zaken worden ingebouwd en zo kan men er beter bij. Laat de hele constructie minstens een uur stil liggen om de lijm te laten hechten.

Stap 2: lijmen van de werktuigarm

Neem de negen delen van de werktuigarm uit de verpakking: twee zwarte zijkanten, witte onder- en bovenplaat, drie witte en twee zwarte voor/achterkanten

en versterkingsplaten. Borstel alle delen goed schoon. Voor het lijmen worden in de daarvoor bestemde openingen in twee zijkanten tien M3-moeren gedrukt voor de latere bevestiging van de spindel/magneetunit die op de foto (figuur 3) al is ingebouwd. Dat gaat het makkelijkst door iedere moer op de werkplank te leggen en de kunststof plaat op de moer te drukken. De boorkop is voorlopig nog niet nodig en kan in de verpakking blijven.

Leg een zwarte zijkant op de werkplank met de rechte lengtekant naar achteren. Zet de witte dekselplaat in de sponning. Alle te lijmen verbindingen zijn, net als bij het huis, uitgerust met sponningen en ingefreesde randen. Zet nu de beide buitenkanten op hun plaats, te beginnen in de sponning van de dekselplaat en dan in de sponning van de liggende zijkant. Doe hetzelfde met de drie tussenwanden. De onderkant maakt op twee plaatsen een hoek. Zet hem eerst aan een kant op zijn plaats en dan in de sponning in de zijkant.

Daarna wordt de andere zijkant op het geheel gezet, zodanig dat de randen in de sponningen vallen (door wat heen en weer bewegen). Zelfs zonder lijm heeft de arm al een redelijke stevigheid. Als u alles zonder problemen snel in elkaar kunt zetten, kan de arm worden verlijmd (anders doorgaan met oefenen). Zorg dat er bij het lijmen geen lijm aan uw vingers komt, want dat kan lelijke afdrukken op de arm geven. Gebeurt dat toch, laat de lijm dan drogen en schraap de plek later met een mes schoon.

Als de negen delen van de arm met elkaar zijn verlijmd, moet meteen worden gecontroleerd of de arm zuiver haaks is. Leg hem daartoe van alle kanten op de werkplank en als er speling is, druk dan van boven de delen stevig op elkaar.

Zoals later zal blijken, kan de punt van het gereedschap enigszins worden ingesteld. Hoekfouten ten gevolge van niet geheel juiste verlijmingen kunnen daardoor worden gecorrigeerd, maar dit moet wel worden gezien als laatste redmiddel.

Als de montage van de arm minstens een uur heeft geduurd, kunnen we verder gaan met de zwarte deksel die nog ongelijmd op de zijwanden van het huis ligt. Als de armmontage sneller ging, zet dan eerst een kop koffie o.i.d. zodat de lijm voldoende kan harden.

Stap 3: mechanismen aan de huisdeksel

Neem de zwarte deksel voorzichtig van het verlijmd huis af en schuif deze opzij. Pak de zakjes met de vier kegelrollagers en die met de opschriften



Figuur 4. Iedere as draait in twee kegelrollagers. Elk lager bestaat uit een buitenring en een binnendeel met de rollen.

afstandstukken gezet. Op ieder van de acht schroefinden komt nu een precisiesluitring en een M4-moer. Bij het vastdraaien van de moeren worden de lageringen iets verschoven en liggen dan absoluut vlak en recht in hun boringen. Vervolgens worden de vast aangedraaide moeren 1/4 tot 1/2 slag losgedraaid, tot de delen zijdelings iets beweeglijk zijn zonder echt los te zitten.

Neem vervolgens het zakje met de korte aluminium as uit de verpakking. Daarin zitten verder: een rubberring, drie zwarte gebogen bevestigingsonderdelen, een witte kunststof koppelschijf en een grote kunststof schijf (waarop later het draaiplateau wordt bevestigd) en drie M6-bouten.

Schroef de grote kunststof schijf zo vast op de as dat hij zowel naar boven als naar beneden nog een millimeter kan worden verschoven, dus tamelijk losjes. Op de andere kant van de as wordt het binnendeel van een rollager geschoven en de as wordt vanaf de bovenzijde van het huisdeksel in de lagerring geschoven. Op het aseinde, dat nu aan de onderkant uitsteekt, wordt een tweede rollager-binnendeel geschoven met daar direct bovenop de rubberring. Op de rubberring komt de witte kunststof koppelschijf en de drie bevestigingsdelen passen precies in de uitsparing van de aluminium as. Draai de drie bouten van de grote kunststof schijf stevig vast,

maar let op dat de bevestigingsdelen niet verbuigen.

De onderdelen uit het zakje met de lange aluminium as worden op identieke manier gemonteerd, maar de grote kunststof schijf met bijbehorende bouten ontbreekt hier.

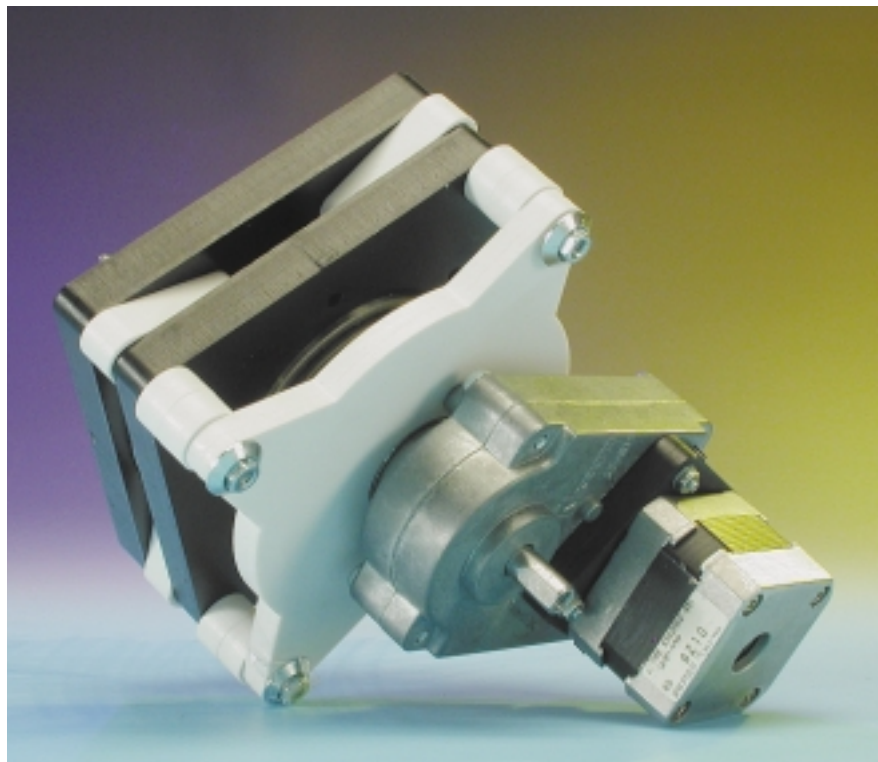
Draai nu beide assen eens wat heen en weer tot ze lekker licht lopen. Hierdoor worden ook de nog enigszins loszittende lagerflenzen in optimale positie gezet. Als alternatief kunt u ook de lagerflenzen verschuiven en voelen wat de beste positie is door de assen te verdraaien. Dan worden de flenzen met een ringsleutel goed vastgezet.

Vanaf de bovenkant op de lagerbokken kijkend, zijn vier vrije gaten te zien waarin M4-draadeinden uit zakje 3 worden gedraaid. De moeren en sluitringen uit het zakje worden later gebruikt voor de koppeling met de aandrijving.

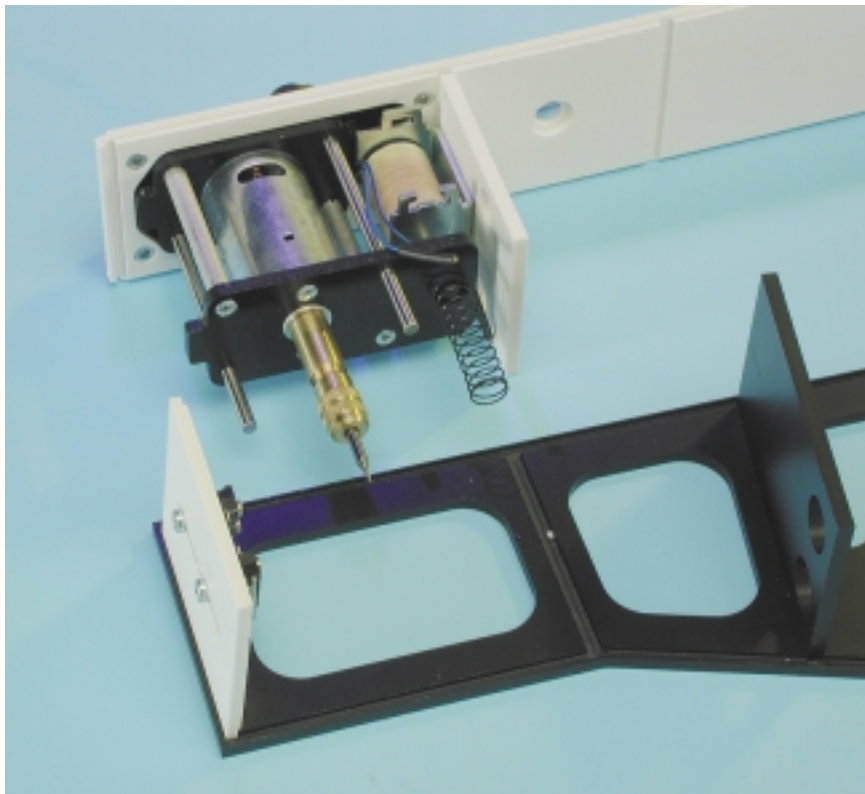
De hierboven genoemde werkzaamheden hadden natuurlijk ook uitgevoerd kunnen worden aan een vast aan het huis gelijmd deksel, maar met een losse deksel is het makkelijker. Daarom lijmen we nu pas de deksel op het huis. Op de zijden van het huis wordt flink lijm aangebracht, waarna de deksel erop wordt gezet en wat heen en weer wordt bewogen tot hij in de sponningen valt. Daarmee zijn we klaar met het lijmwerk. Het uitharden van huis en arm duurt ongeveer een dag.

'Mechanik 1' en 'Mechanik 2'. Elk bevat een complete set mechanische onderdelen voor een draai-as. De kegelrollagers (figuur 4) bestaan uit twee delen, een buitenlagerring en een binnendeel met de rollen. De lagers zijn tamelijk vettig, verwijder het vet van de buitenkant van de lagerring en de binnenkant van het binnendeel, zodat alleen nog op de loopvlakken vet zit. Druk van bovenaf twee lagerringen in de boringen van de dekselplaat, een voor het draaiplateau en een voor een arm. Druk ze iets verder in de boringen, tot ze aan de andere kant een halve millimeter uitsteken.

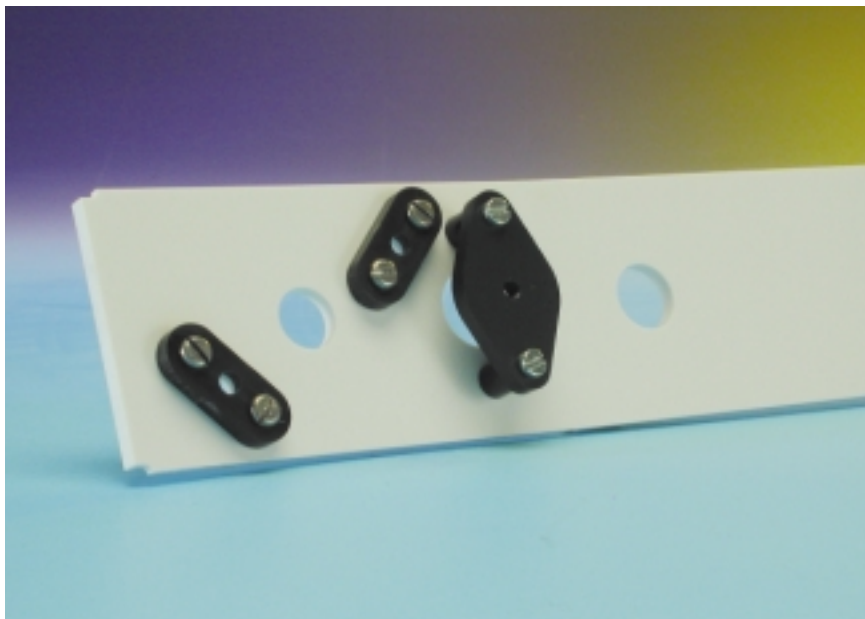
In de vier boorgaten bij de lagerring worden de lange M4-bouten gestoken, ieder met onder de verzonken kop een 90°-precisie-onderlegring. Keer de deksel nu om. Als de schroeven er niet zijn uitgevallen, zijn nu acht schroefinden te zien waarop de 10 mm dikke afstandstukken voor de snoerdoorvoer worden gezet. Hier worden later de aansluitingen voor de armelektronica naar buiten gevoerd. De twee overgebleven lagerringen worden in de twee nog ongebruikte zwarte lagerflenzen gedrukt. Evenals bij de deksel worden ze iets verder doorgedrukt tot ze ongeveer een halve millimeter uitsteken. De lagerflenzen worden bovenop de



Figuur 5. Voor de verbinding van de motor met de aandrijving wordt een tussenflens gebruikt, waaraan beide zijn vastgeschroefd. De uitgang van de vertraging wordt met de stervormige aandrijfadapter verbonden.



Figuur 6. Montage van spindel/hefmagneet-unit.



Figuur 7. Glijlagerbokken en sluitplaat voor de drukveer aan de onderkant van de arm. Op de bovenkant zitten twee identieke glijlagers.

Stap 4: montage van de motoraandrijvingen

Beide aandrijvingen worden identiek opgebouwd. Voor iedere aandrijving zijn een stappenmotor en een vertragings-unit nodig, die hermetisch is ingekapseld tegen vuil en beter niet openge-

maakt kan worden. Voor de verbinding van de motor met de vertraging wordt de tussenflens uit zakje 4 gebruikt, die met vier M3-schroeven aan de motor wordt gezet en met twee M3-schroeven aan de vertraging (figuur 5). Op de uitgang van de vertraging wordt de stervormige aandrijfadapter met vier M4-

schroeven vastgezet. De complete aandrijfunite wordt van onder af in het machinehuis geschoven, de vier draaideinden passen precies in de gaten van de stervormige adapter. Met de moeren en sluitringen uit zakje 3 wordt alles stevig tegen elkaar geschroefd. Hiermee is de montage van de aandrijvingen voltooid.

Stap 5: montage van de spindel/hef-unit

We gaan ons nu bezig houden met de aandrijving in de Z-as-richting, dus de hefinrichting voor de boorspindel. In zakje 5 zitten alle onderdelen daarvoor. Eerst wordt de boormotor - met de as naar beneden - met twee M3-schroeven op de langste van de twee zwarte kunststof platen vastgeschroefd. Ter weerszijden van de motor worden de twee lange afstandsstukken eveneens met M3-schroeven op de plaat vastgezet. De tweede zwarte kunststof plaat wordt over de achterkant van de motor geschoven en op de afstandsstukken vastgezet. De twee zilverstalen glij-assen worden in de 4-mm-gaten in de zwarte platen gestoken, zodanig dat ze boven en onder even ver uitsteken (figuur 6).

Vervolgens worden de hefmagneet en de twee eindschakelaars op de daarvoor bestemde posities gemonteerd. De complete unit wordt in de arm neergelaten; de motoras steekt er dan uit. Dan kan de bovendekselplaat worden vastgeschroefd. De schroeven moeten goed vastzitten, zodat ze niet los kunnen trillen. De zaak zit nu wel in elkaar, maar erg gammel en van precieze geleiding is geen sprake. Dit maken we snel in orde door aan de boven- en onderkant over de uitstekende zilverstalen assen de glijlagers uit zakje 6 te schuiven en ieder met twee M3-boutjes en sluitringen vast te zetten (figuur 7). Schroef de boutjes in eerste instantie niet zo vast. Vanaf de onderkant van de arm wordt in het daarvoor bestemde gat de drukveer uit zakje 6 geschoven. De veer wordt in de arm opgesloten met een sluitstuk, twee afstandsstukken en de schroeven. De veer moet in de verdieping van het sluitstuk vallen. Tot slot wordt de boorkop op de motoras vastgeschroefd. De arm is hiermee gereed voor montage.

Stap 6: bevestiging van arm en draaiplateau

Laat de arm over de lange 30-mm-aluminiumas zakken en draai hem zo dat de 10 mm dwarsboring in de as richting spindel wijst. Het gat is voor de doorvoer van de bedrading. De arm wordt op de as vastgezet met behulp van een spanconus-set, die na het vastschroeven van

as-afdekplaat de zaak hermetisch verbindt.

Het draaiplateau, het laatste grote onderdeel, laat men nu voorzichtig loodrecht over de centreerpen zakken en drukt dit op de ronde kunststof schijf. Met de M6-schroeven wordt het vastgezet. Tot slot wordt de witte liniaal met de 13 gaten in de sleuf van het draaiplateau gedrukt, zodanig dat hij daarmee vlak komt te liggen.

De stand van arm en draaiplateau is niet van belang, tijdens een initialiseringsfase door de software wordt alles in de goede positie gebracht en ook de - nu nog enigszins loszittende - spindelunit uitgelijnd.

Stap 7: bedrading

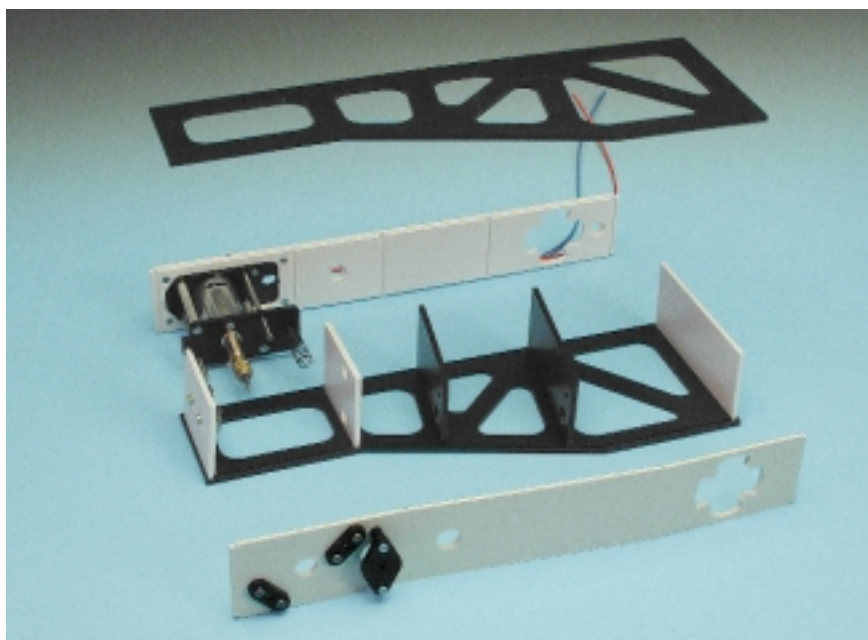
Nu is het moment aangebroken om de bedrading te installeren. Aan iedere eindschakelaar, aan de motor en de hef-magneet wordt een twee-aderig snoer gesoldeerd. Deze worden in de arm naar achteren gevoerd en door het gat in de as geleid. Aan de onderkant komen ze uit het gat bij de kabelgeleiders binnen in het huis. Alle bedrading is op lengte in het bouwpakket aanwezig.

Tot slot kunnen de connectors aan de snoeren worden gesoldeerd. Dat doen we pas nu, omdat anders de doorvoer van de snoeren lastig is. Het is beter als de elektronica nog niet in het huis wordt ingebouwd. De zaak moet nog worden getest en dat gaat makkelijker als alles goed bereikbaar naast de boormachine ligt. Het is trouwens ook een heel gepruts.

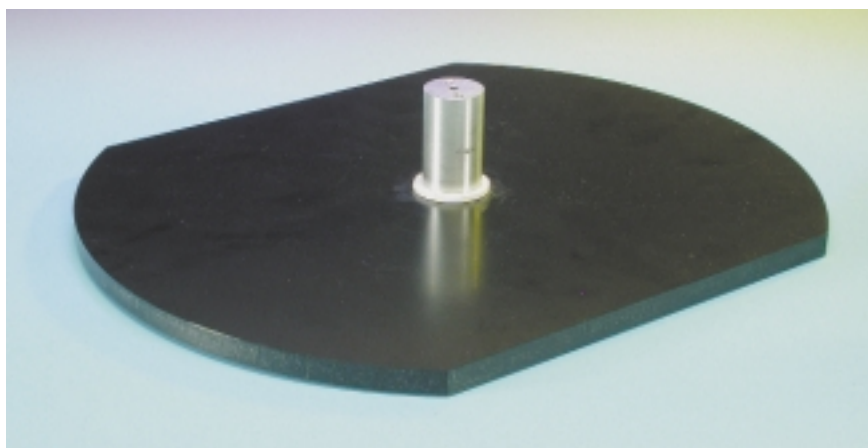
Hiermee is TanBo compleet opgebouwd en moet er uit zien zoals op nevenstaande foto.

(010024-4)

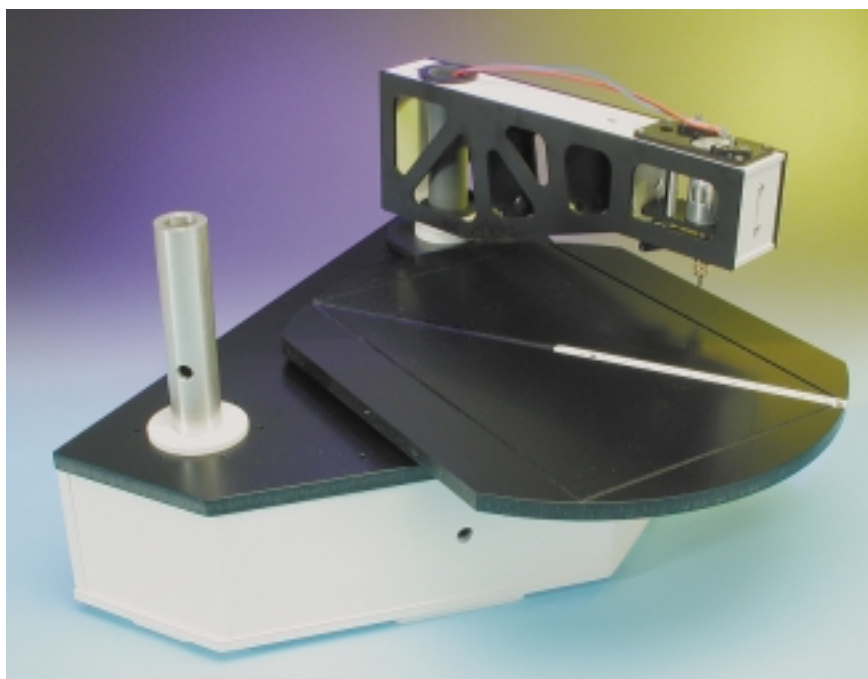
Wat nu nog dient te gebeuren is de initialisering en de uitleg van de software. Ter afsluiting van de TanBo artikelenserie wordt nog de route behandeld van layout-programma naar kant-en-klaar geboorde print.



Figuur 8. De armdelen zijn zo neergelegd, zoals ze worden verlijmd.



Figuur 9. Draaiplateau met as.





Seriële 32-kanaals A/D-converter

32 ANALOGE INGANGEN OP DE SERIËLE POORT

Het typerende aan deze seriële 32-kanaals 12-bits A/D-converter is de eenvoudige opzet. Vooral de gekozen oplossing voor de communicatie met de PC die zonder microcontroller of UART werkt, is opvallend.

Aan de PC-kant vindt men achter de seriële poort (RS232-interface) bijna altijd een UART-chip (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) op het moederbord. Dit IC zorgt voor de bidirectionele conversie van serieel naar parallel en van parallel naar serieel. Een PC heeft normaal maximaal vier seriële poorten (COM1 tot COM4). Zoals in tabel 1 te zien is, beslaat iedere poort acht adressen in de I/O-memory-map.

De lijnen TXD en RXD (zenden en ontvangen) zijn de belangrijkste signaallijnen voor de seriële communicatie. Daarnaast zijn er nog een aantal stuurlijnen (DCD, DSR, RTS, CTS, DTR, RI). Sommige van deze lijnen zijn ingangen, andere zijn uitgangen. Behalve RXD kunnen alle lijnen door een bit uit het UART-register worden bestuurd (zie tabel 2). De niveaus op de seriële poort zijn volgens RS232 geen TTL-niveaus, maar een positieve en negatieve spanning, namelijk nominaal -12 V voor een logische één en +12 V voor een logische nul.

De Hardware

Volgens het blokschema in **figuur 1** zijn de ingangen in vier groepen met telkens acht ingangen gegroepeerd (00...07, 08...15, 16...23, 24...31), die ieder op een A/D-converter (ADC) zijn aangesloten. De vier ADC-uitgangen gaan naar een COM-zender/ontvanger die voor de conversie van TTL-niveau naar RS232-niveau zorgt. Op de seriële poort worden vier ingangen bedraad: CTS, DSR, RI en DCD. Drie uitgangen van de seriële poort (TXD, DTR en RTS) worden voor de selectie van de ingangen gebruikt, die moeten worden gelezen (via het communicatieprotocol van de ADC's). Na de omzetting van RS232 naar TTL worden de groepselectiesignalen met de select-ingangen van de ADC's verbonden.

Schemadetails

In het schema van de ADC-kaart in **figuur 2** zijn de 32 ingangen verdeeld

George Vastianos

Technische gegevens

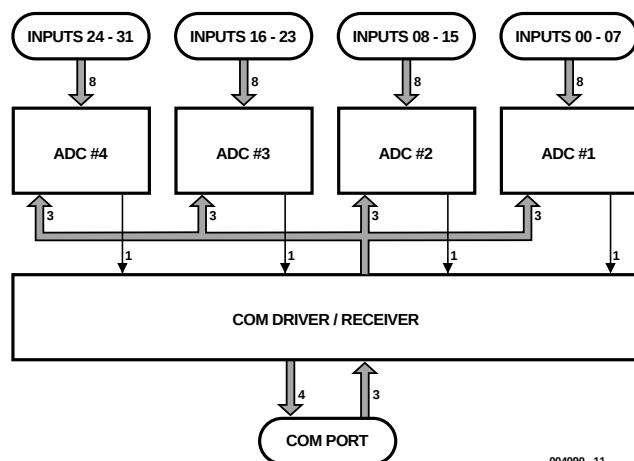
Aantal ingangen:	32
Ingangsspanning:	0...5 V
Resolutie:	12 bits
Uitgang:	seriële poort (RS232)
Communicatie:	directe toegang tot interne UART-registers van de PC
Voeding:	9 V tot 15 V gelijkspanning
Stroomopname:	ca. 30 mA (standby)

Tabel 1. Interne I/O-adressen van de UART.

Registernaam	COM1	COM2	COM3	COM4
Transmit/Receive Buffer	3F8h	2F8h	3E8h	2E8h
Interrupt Enable Register	3F9h	2F9h	3E9h	2E9h
Interrupt Identification Register	3FAh	2FAh	3EAh	2EAh
Line Control Register	3FBh	2FBh	3EBh	2EBh
Modem Control Register	3FCh	2FCh	3ECh	2ECh
Line Status Register	3FDh	2FDh	3EDh	2EDh
Modem Status register	3FEh	2FEh	3EEh	2EEh
Scratch Pad Register	3FFh	2FFh	3EFh	2EFh

Tabel 2. RS232-data- en control-adressen (I/O Map)

Pennaam	25-pens connector	9-pens connector	COM1	COM2	COM3	COM4	Bit	I/O
TXD	pen 2	pen 3	3FBh	2FBh	3EBh	2EBh	6	O
RXD	pen 3	pen 2	3FCh	2FCh	3ECh	2ECh	0	I
RTS	pen 4	pen 7	3FDh	2FCh	3ECh	2ECh	1	O
CTS	pen 5	pen 8	3FEh	2FEh	3EEh	2EEh	4	I
DSR	pen 6	pen 6	3FEh	2FEh	3EEh	2EEh	5	I
RI	pen 22	pen 9	3FEh	2FEh	3EEh	2EEh	6	I
DCD	pen 8	pen 1	3FEh	2FEh	3EEh	2EEh	7	I



Figuur 1. Blokschema van de 32-kanaals A/D-converter voor de seriële poort.

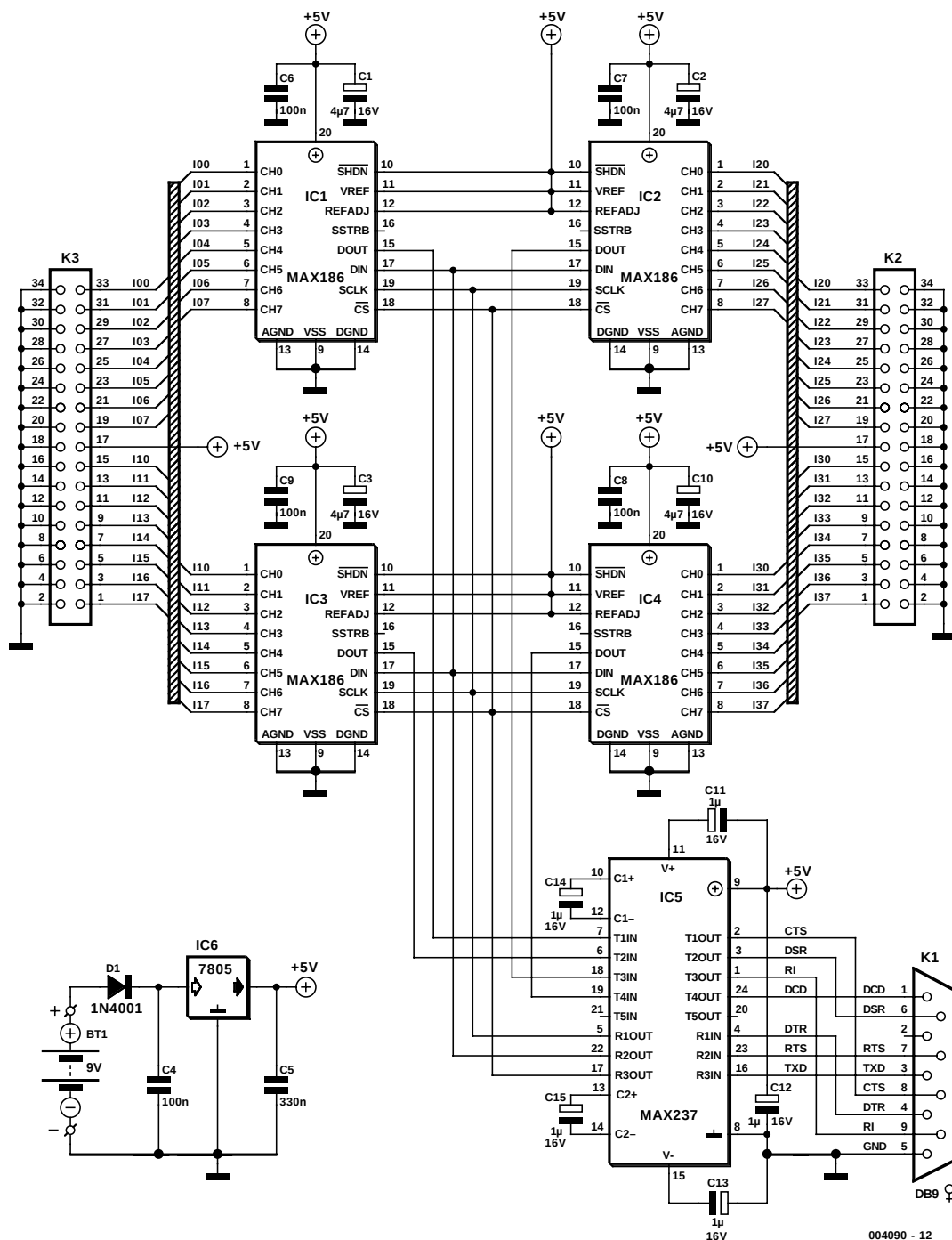
Tabel 3. Kanaaltoewijzing voor K2/K3.

K3		K2	
Kanaal	Pen-nummer	Kanaal	Pen-nummer
00	33	16	33
01	31	17	31
02	29	18	29
03	27	19	27
04	25	20	25
05	23	21	23
06	21	22	21
07	19	23	19
08	15	24	15
09	13	25	13
10	11	26	11
11	9	27	9
12	7	28	7
13	5	29	5
14	3	30	3
15	1	31	1

over de male headers K3 en K2. De header-bezetting staat in tabel 3.

Alle ingangsspanningen van de 34-polige boxheaders zijn direct verbonden met de ingangen van de MAX186-ADC's (IC1...IC4). Hier zijn geen pullup- of pull-down-weerstanden aanwezig. Zo kan de gebruiker zelf bepalen hoe de ingangen worden afgesloten. De condensatorparen C1/C6, C2/C7, C3/C9 en C10/C8 (bestaande uit een keramische of MKT-condensator van 100 nF met parallel daaraan een elco van 4,7 µF) ontkoppelen de voedingsspanning en verbeteren de stabiliteit van de schakeling.

De reeds vermelde COM-zender/ontvanger-schakeling MAX237 (IC5) dient als RS232-zender/ontvanger en converteert drie kanalen van RS232 naar TTL en vijf kanalen van TTL naar RS232. De vijf condensatoren C11 tot C15 (1 µF) heeft de MAX237 nodig voor de spanningsverdubbeling, waardoor uit de 5-V-voedingsspanning de 10 V voor de vijf RS232-uitgangen kan worden opgewekt. De MAX237 invertiert ieder kanaal. De hele schakeling wordt gevoed vanuit een 7805-spanningsregelaar die samen met C4 en C5 de ongestabiliseerde ingangsspanning van minimaal 9 V tot 5 V reduceert. Diode D1 beschermt de ingang tegen omwisselen van de voedingsspanning. De schakeling kan met een netstekervoeding of een 9-V-batterij worden gevoed.



Figuur 2. Het schema van de 32-kanaals ADC-kaart.

Bouwtips

Voor deze schakeling is een print (figuur 3) ontworpen die ook via de EPS leverbaar is onder nummer 004090-1 (zie service-pagina's).

Wie kan monteren en solderen, zal bij de opbouw waarschijnlijk geen problemen hebben. Let wel extra op de 12 draadbruggen. Deze kan men het beste voor alle andere componenten insolderen. Let er bovendien zoals altijd op dat dioden, elco's en IC's niet 180° verdraaid ingesoldeerd resp. gemonteerd worden. Door het geringe stroomverbruik van de schakeling kan de 7805-spanningsregelaar zonder koellichaam werken. Voor

alle andere IC's moet men voetjes gebruiken.

Software

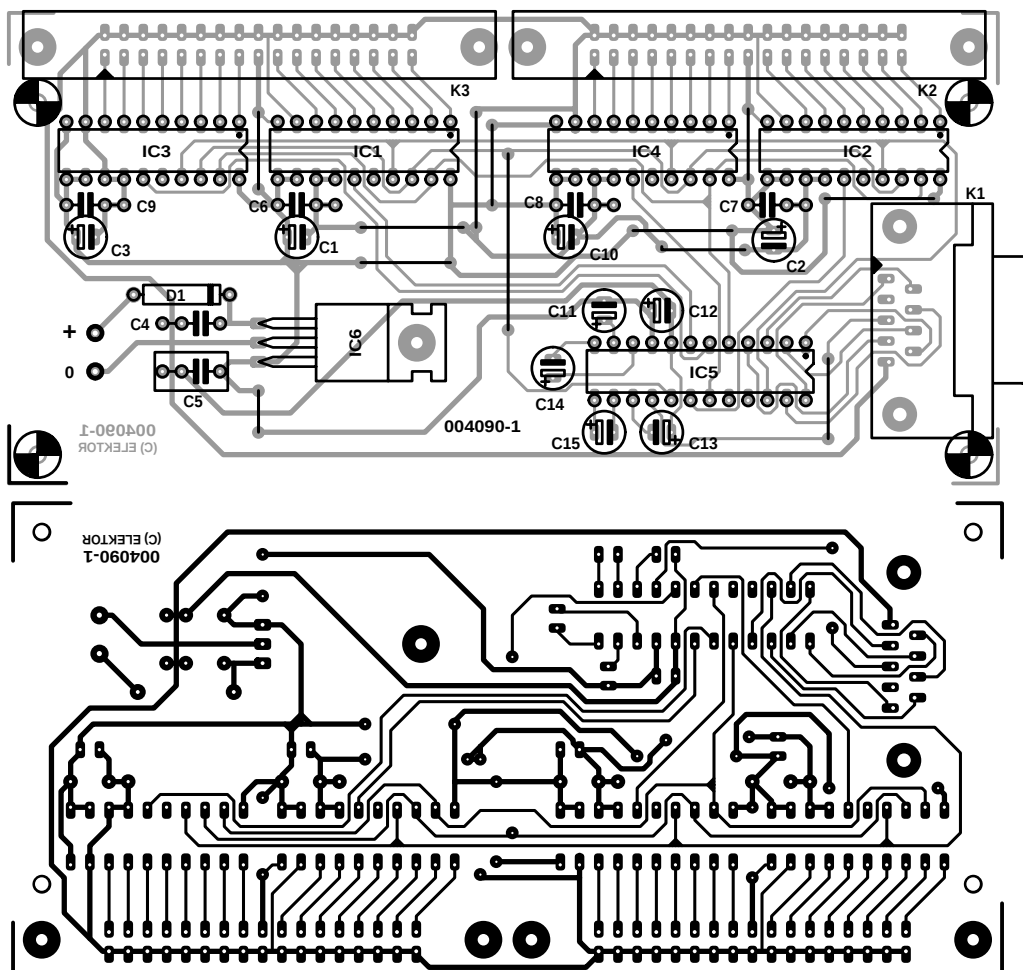
De software voor het project werd in QBASIC geschreven. De communicatieroutine heet CARD32AI. De routine kan door ieder in QBASIC geschreven programma worden aangeroepen, als men zich aan de volgende schrijfwijze (syntax) houdt:

```
CALL CARD32AI (COMADDRESS,
CHANNEL ( ))
```

Hierin is COMADDRESS de integer-variabele die (voor de oproep) het basisadres van de seriële poort bevat. Gebruikelijke waarden voor deze variabelen zijn &H3F8 voor COM1, &H2F8 voor COM2, &H3E8 voor COM3 en &H2E8 voor COM4.

CHANNEL () is een matrix-integer-variabele (met pointers van 0 tot 31), die (na de oproep) de rekenkundige waarde van ieder afzonderlijk kanaal met waarden van 0 tot 4095 bevat.

Er is een demoprogramma ontwikkeld om de kaart te testen. Figuur 4 toont



Figuur 3. Layout en componentenopstelling van de print.

een schermafbeelding van dit programma. De adressen van de seriële poort kunnen met de toetsen <1> tot <4> worden gewijzigd. Stoppen gebeurt met <Esc>.

Gratis downloaden

De broncode van de communicatieroutine (CARD32AI.SUB) en het demoprogramma (32AICARD.BAS) evenals een EXE-versie van het demoprogramma zijn samengevoegd tot een ZIP-bestand

en kunnen worden gedownload van de site van de auteur:

www.robtofreak.xs3.com

Het bestand is tevens beschikbaar op de Internet-site van Elektuur:

www.elektuur.nl.

(004090)

Onderdelenlijst

Condensatoren:

C1...C3, C10 = 4µ/16 V radiaal

C4, C6...C9 = 100 n

C5 = 330 n

C11...C15 = 1 µ/16 V radiaal

Halfgeleiders:

D1 = 1N4001

IC1...IC4 = MAX186CPP

IC5 = MAX237CNG

IC6 = 7805

Diversen:

K1 = 9-polige haakse sub-D-connector, female, voor printmontage

K2, K3 = 34-polige boxheader, male print EPS 004090-1 (zie service-pagina's)

Software: gratis te downloaden van website van auteur of Elektuur



Figuur 4. Schermafbeelding van het demoprogramma.



Mini-webserver

ALLES IN HARDWARE, INCLUSIEF TCP/IP**DEEL 1**

Wat in het groot al langer mogelijk is, is nu ook in het klein te realiseren. De microcontrollers zijn zich bewust geworden van het Internet. Ze 'spreken' nu namelijk ook TCP/IP. Elektuur (en u dus ook!) gaat aan de slag met een mini-webserver. In dit artikel worden belangrijke beginselen van communicatie over het Internet besproken en worden tips gegeven voor het programmeren van een TCP/IP-stack.

Sinds een jaar of tien is het besturen en bewaken van complexe systemen en processen vanuit een centrale locatie een gebruikelijke en beproefde methode gebleken. Dat daarbij de geografische afstanden steeds minder belangrijk worden, is in het tijdperk van breedband-netwerken natuurlijk alleen maar logisch te noemen. Zonder dat je er iets van merkt, zorgen dataverbindingen al langer voor contact tussen reisbureaus en luchtvaartmaatschappijen, voorverkoopadressen en concertorganisator, en informatiediensten en hun aanbieders. Het idee dat het wereldomvattende Internet ook geschikt kan zijn voor veel afstandbesturing en -bewaking is niet nieuw; daarmee is vanaf het begin rekening gehouden. De systemen die over het Internet met elkaar communiceren, moeten wel de juiste taal spreken. Ze moeten een stapeltje (stack) protocollen beheersen, die onder de verzamelnaam TCP/IP bekend is geworden. De delen van TCP/IP die voor ons belangrijk zijn, zullen we toelichten.

Client-server-model

Een praktijkvoorbeeld maakt snel duidelijk wat met dit begrip (dat uit de

netwerktechniek afkomstig is) bedoeld wordt. Laten we aannemen dat een meetsysteem vanaf een bepaalde afstand bediend moet worden en dat de meetwaarden (de data) op die verder weg gelegen locatie geanalyseerd moeten worden. In dit geval is het meetsysteem de server (leverancier van gegevens) en het bedien- en analysesysteem de client (afnemer van gegevens). In **figuur 1** zijn vier verschillende client-server configuraties geschetst. **Figuur 1a** stelt het eenvoudigste geval voor, dat eigenlijk geen toelichting behoeft. In **figuur 1b** zijn meerdere servers via een lokaal netwerk (LAN) met elkaar verbonden. Ze zijn samen met de stuur- en analysecentrale (de client) met elkaar verbonden. In **figuur 1c** en **1d** zijn dezelfde configuraties opgenomen als in **figuur 1a** en **1b**, met als verschil dat nu verbindingen in de vorm van 'tunnels' via het Internet lopen. Een meetsysteem dat via het Internet communiceert, waarbij dan de Internet-functionaliteit reeds in het systeem zelf aanwezig is (in het systeem ingebakken, 'embedded' is), heeft de volgende voordelen:

- Het systeem is via het web vanaf iedere locatie (en dus wereldwijd) toe-

Embedded Internet

Dit artikel is het eerste van een tweedelige serie. In dit deel gaat het over communicatie via het Internet en het programmeren van een TCP/IP-stack. In de Halfgeleidergids (dubbelnummer juli/augustus) presenteren we vervolgens het eerste Elektuur-Internet-project: een mini webserver met de volgende opmerkelijke eigenschappen:

- 80186 processorkern
- Geïntegreerde ethernet-interface
- 2 seriële poorten
- I²C-interface
- 16 digitale ingangen
- 16 digitale uitgangen
- LC-display
- Uitbreidingspoort voor zelf ontwikkelde hardware
- DOS-achtig multitasking besturingssysteem
- TCP/IP-stack met PPP/HTTP/FTP/SMTP/Telnet
- Talrijke gratis verkrijgbare voorbeeldprogramma's op Internet
- Eenvoudig te programmeren met verschillende DOS-compilers

Dipl.-Ing. Peter Stuhlmüller

gankelijk.

- Het systeem kan door specialisten bewaakt en gestuurd worden, zonder rekening te hoeven houden met plaats en tijd. De operators hoeven zich dan ook alleen met hun eigenlijke taak bezig te houden.
- Beveiliging, zoals dataversleuteling en wachtwoorden verhinderen toegang voor onbevoegden en misbruik van gegevens.
- Op software-gebied gedraagt het systeem zich alsof het lokaal geïnstalleerd is.

Natuurlijk staan er ook nadelen tegenover:

- De software is aanzienlijk ingewikkelder dan bij een stand-alone applicatie.
- Voor het realiseren van Internet-functionaliteit is specifiek daarvoor geschikte hardware nodig; dat komt de kosten niet ten goede.
- Datatransport via het Internet brengt extra kosten voor een provider met zich mee, die bij stand-alone gebruik achterwege blijven.

Route door het Internet

Om meetgegevens of andere data over het Internet te kunnen transporteren, moeten de gegevens in een daarvoor geschikt 'omhulsel' verpakt worden. De enige reden waarom dat noodzakelijk is, is dat de verbindingen die samen het Internet vormen, uit overwegend economische gronden gedeeld worden met andere gebruikers. De gegevens bereiken de client dus niet in één keer in het geheel, maar als een aantal

Tabel 1. Indeling van de Internetadressen in de groepen A tot en met E

Klasse	Netwerken	Hosts	Adresbereik
A	1...126	16 777 214	0.0.0.1 tot 127.255.255.255
B	128...191	65 534	128.0.0.0 tot 191.255.255.255
C	192...223	254	192.0.0.0 tot 223.255.255.255
D	224...239		Gereserveerd voor multicast-adressen
E	240...254		Gereserveerd, tot nu toe ongebruikt

kleine pakketten via een of meerdere tussenstations. De standaard die beschrijft hoe de gegevens van de gebruiker opgedeeld en verpakt moeten worden, heet TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol). Omdat meetgegevens opgedeeld in pakketten, samen met vele andere, vreemde pakketten op de datasnelweg onderweg zijn, moet ieder pakket door een eenduidig, slechts éénmaal voorkomend ontvanger-adres gekenmerkt worden. De adresbehandeling en verwerking bij zowel de client als server is een centraal staande taak die ieder via het Internet communicerend systeem moet beheersen.

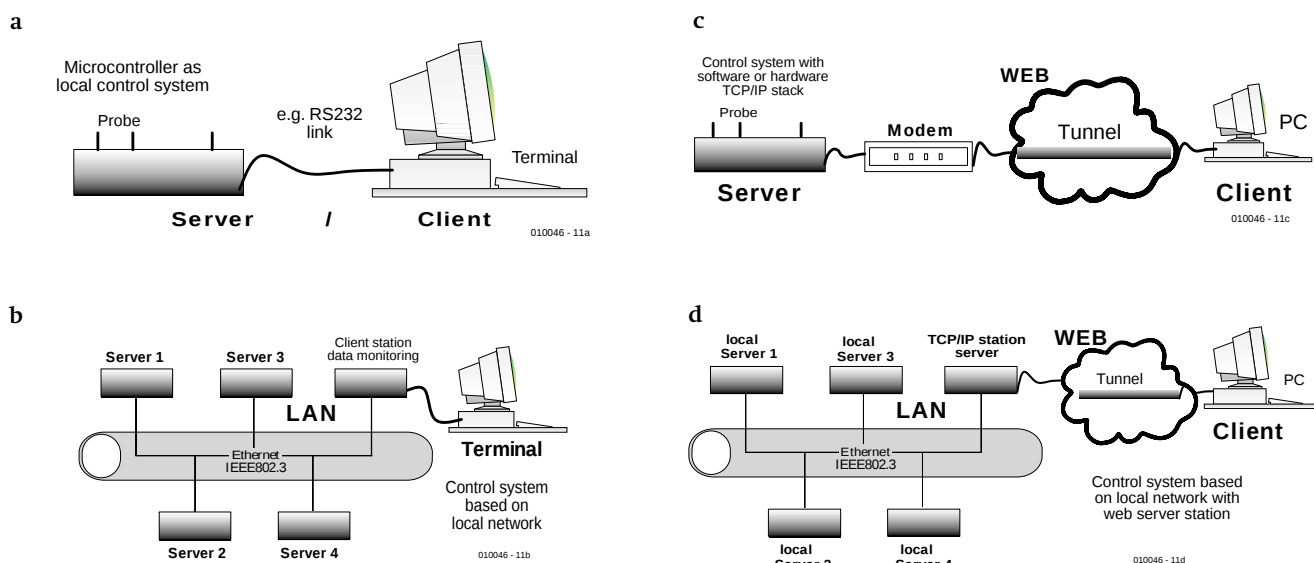
Internet-adressen

Ieder Internet-adres bestaat uit vier blokken cijfers, waarin getallen van 0 tot 255 kunnen voorkomen. Dit betekent dus dat deze adressen 32 bits lang zijn. Ze bestaan uit twee delen: het netwerkadres, dat voor alle aan hetzelfde netwerk aangesloten stations gelijk is,

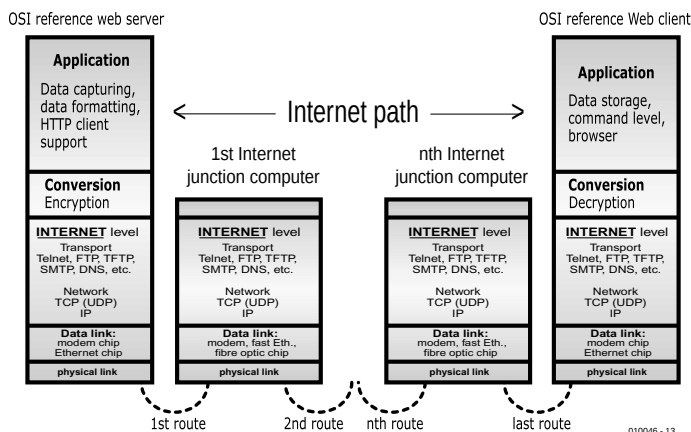
en uit het individuele host-adres. De adressen zijn in vijf klassen onderverdeeld, A tot en met E. Bij deze klassen is de onderverdeling van de 32 bits in netwerk- en host-adres telkens verschillend. Tabel 1 geeft een overzicht. Adressen kunnen worden aangevraagd bij InterNIC (Internet Network Information Center).

TCP/IP service-layers

Het ontwerp van de software-structuur van een client-server-model is onderverdeeld in zogenaamde service-layers. Het referentiemodel, dat de naam 'Open System Interconnection' (OSI) heeft gekregen, is een model voor de software-module waar een client-server-webserver absoluut niet zonder kan. In het geval van onze mini webserver weerspiegelt het model alle activiteiten die de microcontroller moet vervullen om de uiteindelijke gegevens voor de gebruiker in een voor het Internet geschikte vorm via een modem of andere dataverbinding op



Figuur 1. Client-server configuratie als stand-alone systeem (a), als onderdeel van een LAN (b), als afzonderlijk systeem, geschikt voor het Internet (c) en als deel van een aan het Internet gekoppeld LAN (d).



Figuur 2. OSI-referentiemodel van een web-gebaseerd besturingssysteem.

het net te krijgen. In **figuur 2** is deze structuur gedetailleerd weergegeven.

Erin en erdoor

Net als andere computers die deel uit maken van het Internet, moet een op een microcontroller gebaseerde web-server met een eigen besturingssysteem aansluiting kunnen vinden op het net, bijvoorbeeld via een SO-bus van een ISDN-aansluiting. Deze toegangsprocedure is gestandaardiseerd:

Opbouw van de verbinding met de computer in het knooppunt van de provider geschiedt met het netwerk-protocol Telnet. Met het platform-onafhankelijk FTP-protocol (File Transfer Protocol) wordt het datapakket verstuurd naar de computer die toegang geeft. Deze verbinding is een point-to-point (een-op-een) verbinding.

Vanaf dit moment doet TCP/IP, of preciezer gezegd IP, mee aan de datacom-

municatie. De computer bij de provider leest de data-header uit en stelt de route vast naar het volgende knooppunt. Deze 'routing' wordt verzorgd door software die met zogenaamde 'routing tables' (route-tabellen) werkt. De routing tables kunnen zowel handmatig bepaald zijn (static routing) als ook voortdurend automatisch aan de actuele situatie aangepast worden (dynamic routing). Bovendien is het mogelijk om uitsluitend hardware-matig te routeren.

Pas nadat het pakket doorgegeven is aan de eerste router wordt een terugmelding aan de computer verstuurd die het pakket afgaf. Als het pakket te lang is, moet het opgedeeld worden in afzonderlijke deelpakketten. Omdat de overdrachtssnelheden van de verschillende routes op het net behoorlijk kunnen verschillen, is het niet gewaarborgd dat de pakketten in de juiste volgorde bij de bestemming aankomen.

Het is dan de taak van de software aan de ontvangstkant om de originele data uit de ontvangen pakketten te reconstrueren.

TCP/IP-header

Uit de tabellen 2a en 2b blijkt welke parameters in het TCP-gedeelte en welke in het IP-gedeelte van de data-header vervoerd worden. De twee headers samen hebben een lengte van 32 bits. De positie in de header is telkens dusdanig gekozen dat deze gegevens zo snel mogelijk verwerkt kunnen worden. De programmeur van een client-server-websysteem moet in deze data-header absoluut de waarden opgeven die voor zijn systeem van toepassing zijn.

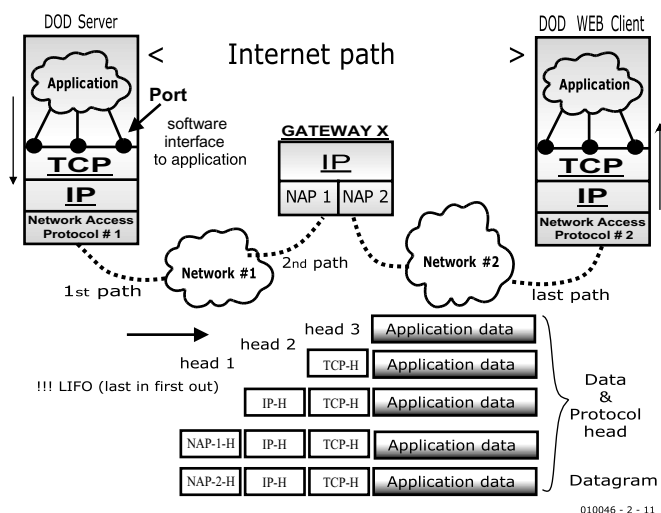
TCP/IP in een chip

Bij een aparte webserver kunnen de noodzakelijke functies in principe met een geschikte microcontroller en bijpassende software gerealiseerd worden. Een interessant alternatief wordt geboden door Seiko Instruments. Zij bieden een IC aan dat het programmeren van de TCP/IP-stack overbodig maakt. In de S7600A is de TCP/IP-stack al kant-en-klaar in hardware gegoten. Seiko Instruments heeft de actuele versie 4 van de TCP/IP protocol-suite met UDP (User Datagram Protocol) en PPP (Point to Point Protocol) in chipvorm gerealiseerd. Daarbij moet aangetekend worden dat UDP wat eenvoudig en zeker niet zo betrouwbaar is als TCP. De snelheid die met UDP bereikt kan worden, is echter hoger.

In de SA7600A is een seriële poort (UART) geïntegreerd, waarop een RS232-driver aangesloten kan worden. De 8-bits parallelle poort van de SA7600A is compatibel met gangbare microcontrollers en kan indien nodig gemakkelijk worden aangepast.

Programmeren van de TCP/IP-stack

Wat is er aan software nodig voor een webserver? De keuze van het van toepassing zijnde protocol is in ieder geval van het grootste belang. In vereenvoudigde vorm laat **figuur 3** het middelpunt van de informatiestroom zien. Als een info-pakket de server verlaat, bereikt het in ieder geval een IP-router. Het NAP (Network Access Protocol) geeft vorm aan de verbinding op de fysieke laag. Dat kan nog steeds analoog zijn, maar ook digitaal met ISDN of het relatief nieuwe ADSL. Als een homepage op het Internet beschikbaar wordt gesteld, dan moet altijd eerst de tekst



Figuur 3. Diagram van de informatiestroom tussen client en server via twee aparte LAN's en een gateway als koppeling.

Tabel 2a. Opmerkingen bij TCP.

Aanduiding	Lengte (bit)	Betekenis
Source port	16	Afzender-adres van het proces of de service van de gegevens van een hoger protocol. Mèt IP-adres een verwijzing naar de procedure 'sockets'. Datapakket bij de Telnet-poort van de ontvanger. Communicatie via de Telnet-poort tussen zender/ontvanger is géén onderdeel van het IP-adres van de afzender.
Destination port	16	'Socket'-proces of service van de gegevens van het ontvangende station. De 'sockets' blijven aan zowel de zend- als ontvangstkant net zo lang actief als de verbinding bestaat.
Sequence number	32	Datastroom: volgordenummer voor het eerste byte in een pakket.
Acknowledge number	32	Datastroom: bevestiging van de ontvangst van alle verstuurd bytes.
Data offset	5...15	Aantal 32-bits woorden in TCP vanaf dit woord, inclusief het datadeel (altijd een meervoud van 32 bits). normaliter 5
Reserved	6	Voor toekomstige uitbreidingen.
Condition control flags	6	URG, urgentie-aanduiding; ACK, het acknowledge-nummer betekent belangrijk/onbelangrijk (1/0); PSH, overdracht aan een hoger protocol ja/nee; SYN, bij de ontvanger: opbouw van de verbinding ja/nee; FIN, bij de zender: geeft het einde van een verbinding aan.
Windows limit/size	16	Voortgangscontrole tussen zender en ontvanger van het datablok in het oorspronkelijke datagram.
Checksum	16	Checksum, samengesteld uit een 96-bits pseudo-header (32+32+8+8+16 bit) IPSA + IPDA + lege protocol-indentificatie + TCP-segment.
Urgent pointer *	16	Positieve offset van het volgordenummer.
Service options **	variabel	Soort, lengte en opties in het datagram.
Padding	8	Opvulling, om het 32-bits formaat van de header te garanderen.
Data set	32	

* Geeft aan dat de TCP-data hoge prioriteit heeft. Dit veld heeft altijd betrekking op het einde van de voorafgaande data. Door de waarde van dit veld met het volgordenummer op te hogen, wordt het sequentienummer van het laatste TCP-datadeel met hoge prioriteit verkregen. Data van deze soort zijn interrupts of breaks die door het andere station verstuurd zijn.

** De lengte van dit veld is afhankelijk van de soort, lengte en eventuele speciale data. Iedere TCP-implementatie moet alle gedefinieerde TCP-opties ondersteunen.

Tabel 2b. Opmerkingen bij IP.

Aanduiding	Lengte (bit)	Betekenis
Version	4	Versie van de IP-header, op dit moment 4.
IHL	4	Internet header length.
Service type	8	Service IP-datagram, vertraging, betrouwbaarheid.
Total length	16	Lengte datagram, IP-header + datadeel.
Identification	16	Waarde t.b.v. de ordening van de fragmenten in het datagram.
Flags	3	DT: fragment, MF: last fragment/no fragment
Fragment offset	13	Niveau van de fragmentgegevens ten opzichte van het begin van het datablok in het oorspronkelijke datagram.
Time to live	16	Resterende levensduur van het datagram.
Protocol *	16	ICMP, IGMP, TCP, EGP, UDP, XNS-IDP, ISO-IP, OSPFIGP.
IP header checksum	16	Checksum voor de IP-header (1 complement).
IP source address	32	Bronadres van de server (zender).
IP destination address	32	Doeladres van de client (ontvanger).
Options **	7 min.	Klassen: controle en debugging, IT-time-stamp
Padding	8 - 24	Opvulling, om 32-bits formaat van de header te garanderen.

* ISO-IP (ISO Internet protocol), UDP (User Datagram Protocol)

** Kopieer-flag bij het fragmentatieproces.

in HTML (HyperText Markup Language) worden omgezet. In principe kan MS-Word 2000 dat verzorgen. Het komt er op neer dat bepaald wordt hoe de pagina's er (technisch gezien) voor de webserver uit moeten zien.

In onze webserver hebben we niet de beschikking over een besturingsstelsel zoals Linux of Windows, omdat het hier om hardware zonder harde schijf gaat. Het ligt dan voor de hand om Windows CE van Microsoft of VxWorks van Windriver te gebruiken. Beide zijn geïntegreerd in flash-geheugen. Ook met zo'n OS kan uiteindelijk een webpagina met zowel statische als dynamische inhoud worden weergegeven. Dit alles speelt zich af in de gebruikerslaag van het OS respectievelijk DOD-model.

Antwoord of niet?

Er moet afgesproken worden op welke manier de aanvragen tussen client, router en webserver afgehandeld zullen worden. Zo zijn er protocollen waarbij uitgegaan wordt van een verbinding, maar er bestaan ook protocollen die slechts afspraken maken over de fysieke aansluiting en verder niets. De client 'praat' als eerste, hij roept de server als het ware op. Deze eerste aanvraag wordt niet beantwoord. Als de verbinding met de (privé, dus niet algemeen beschikbare embedded webserver) is gelukt, dan kan via de terugmelding van de bestemming een virtueel pad opgebouwd worden, echter niet bij elk type protocol. Een virtuele verbinding is een via software verkregen point-to-point verbinding, inclusief een klein of groter gedeelte terugmeldingen. Zoals gezegd hangt het van de toepassing af hoe 'vast' de point-to-point verbinding moet zijn.

De beide stations moeten eerst gesynchroniseerd worden. Dat gebeurt met de SYN-flag (SYN=1). De uitwisseling die daarop met het andere station volgt, toont aan dat de verbinding inderdaad op te bouwen is. De normale gang van zaken met het driedelige vraag- en antwoordmechanisme (handshake), is het opzetten van de verbinding voor een datagram. Na de eerste handshake, die met een ACK eindigt, wordt het eigenlijke datagram verstuurd en wordt afhankelijk van de situatie de verbinding weer verbroken. In eerste instantie zal het datagram zelf niet verder bevestigd worden, de verbinding eindigt dan met de FIN-flag (figuur 4).

Grote hoeveelheden data worden vóór het versturen in brokstukken opgedeeld. De ontvanger kan dan bij de zender de volgordenummers opvragen en zo steeds een volgend deel van het geheel (frame) verkrijgen. Maar ook dit

mechanisme is erg afhankelijk van het gebruikte protocol.

Er worden in dit verhaal begrippen genoemd als SLIP, PPP, PPTP, TCP, UDP, poorten en sockets, allemaal specialistische uitdrukkingen. Hiermee worden voor webserver geschikte verbindingen-protocollen en software voor het activeren van protocollen aangeduid. Poortnummers dienen ter identificatie. De bij het programmeren meest gebruikte elementen zijn in tabel 3 samengevat.

Het UDP-protocol wordt meestal ingezet in situaties waar het aantal acknowledgments klein kan blijven. Acknowledgments zullen er altijd zijn om de integriteit van de data te garanderen, maar hun aantal wordt door het type protocol aanzienlijk beïnvloed. Fouten worden op de koop toe genomen. Na een bepaalde time-out tijdens het wachten op antwoord wordt de gehele aanvraag gewoon opnieuw verstuurd. Ook TCP garandeert niet onder alle omstandigheden volledig foutloze overdracht van de data in een pakket, hoewel het een relatief grote kans van slagen heeft.

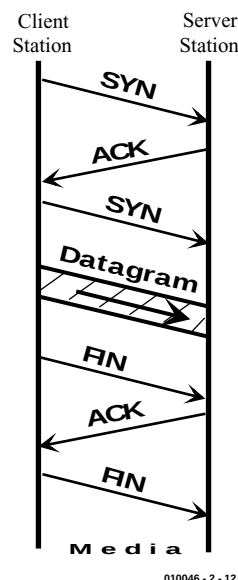
Datagram en service-primitieven

Het Internet-protocol met het IP-datagram is zeer nauwgezet gedefinieerd. Er worden functionele voorwaarden gesteld, die tot uiting komen in service-primitives en parameters. Die service-primitives zijn diensten die in een bepaalde laag geleverd worden of ter beschikking staan. Voor IP zijn twee belangrijke diensten vastgelegd: zenden en ontvangen. Als aan de Internet-kant een verzoek aan de webserver lukt, zal de TCP/IP-stack van de ontvang-service de opdracht afhandelen en met een eigen server-datagram antwoorden. Al naar gelang de aard van het verzoek blijft de socket actief of wordt weer vrijgegeven.

De poortnummers en de sockets stellen dus voor een gebruiker de eigenlijke buitenkant voor. Dit wordt ook wel de API genoemd, de Application Program Interface. In dit geval is het dus de webserver die na een verzoek van een client-station een webpagina terug moet sturen. Dit alles is voor de programmeur van TCP/IP van fundamenteel belang.

Besturingsstelsel VxWorks of Windows CE 3.0

Na wat tot nu toe verteld is, zou de indruk kunnen ontstaan dat TCP/IP niet echt eenvoudig is. Het is maar hoe je het bekijkt. Als voor een zelf geschre-



Figuur 4. De gebruikelijke drieweg-handshake, zoals die op het Internet tussen twee stations plaatsvindt voor de op- en afbouw van een verbinding.

ven programma voor een bepaalde microprocessor geen TCP/IP-module voorhanden is, dan moeten inderdaad de noodzakelijke TCP/IP-elementen uitgekozen worden. Deze kunnen dan bijvoorbeeld uit open-source bronnen (bijvoorbeeld Unix of Linux) worden verzameld en vervolgens in de eigen programmatuur voor de microprocessor worden ingepast.

Als voor een webserver bijvoorbeeld het in flash-geheugen te integreren besturingsstelsel VxWorks van Windriver wordt gebruikt, dan is het haast kinderspel. TCP/IP is hier namelijk al geïntegreerd. Er hoeven dan alleen nog maar sockets aangemaakt te worden. Verder moeten natuurlijk bepaalde voorwaarden (zoals de poortnummers) in acht worden genomen. Zonder twijfel is voor besturen op afstand Windows CE 2.12 of 3.0 ideaal. Er zijn diverse voorbeelden te vinden hoe sockets onder WinCE geactiveerd moeten worden. Het wordt de gebruiker zo echt gemakkelijk gemaakt! WinCE heeft de mogelijkheid om TCP/IP-stacks te realiseren, die zeker voor professionele toepassingen niet over het hoofd gezien mag worden. Als deze zelfde TCP/IP-stack met Unix/Linux-libraries zou moeten worden samengesteld, dan zou dat onevenredig veel meer werk kosten.

(010046)

In het tweede deel in het juli/augustus-dubbelnummer wordt een TCP/IP-stack in de praktijk gerealiseerd. We gaan dan een echte mini-webserver maken.

Tabel 3. Protocollen.

Protocollen/Services	Betekenis
SLIP	Serial Line Internet Protocol, ondersteunt directe dial-in toegang tot het Internet of TCP/IP-netwerk. Ondersteunt geen dynamische IP-adressen en beveiliging. Werkt als netwerk-interface volgens het DOD-referentiemodel (=4-laags interface: 4 application, 3 transport, 2 Internet, 1 netwerk. Fysieke overdracht: Ethernet IEEE803.3, Token ring, FDD, PPP, Frame relay en X.25.
DOD Internet layer-protocol layer	Departement of Defense model van lagen, bevat TCP/IP in de transport-layer. De gebruikerslaag (4) ondersteunt de protocollen FTP, HTTP, Telnet, NFS, SMTP, NNTP, SNMP en DNS. De Internet-laag (2) ondersteunt IP, ARP, DHCP, ICMP, IGMP, RIP en OSPF.
IPX/SPX	IPX/SPX is de Novell-standaard voor Internet, dit in tegenstelling tot de Unix-standaard TCP/IP.
PPP	Point to Point Protocol. Ondersteunt directe verbindingen via de TCP/IP-header. Biedt authenticatie en in tegenstelling tot SLIP dynamische adrestoewijzing en foutcorrectie.
PPTP	Point to Point Tunneling Protocol. Verzorgt het verzenden van pakketten vanuit een privé (versleuteld) netwerk en vormt zo als het ware een tunnel tussen dit netwerk en een openbaar netwerk (Internet).
FTP	File Transfer Protocol transporteert gegevens tussen twee stations, waarbij ook besturing over een kabel of netwerk van buitenaf wordt toegestaan. FTP wordt uitgevoerd via de TCP-poorten 20 en 21, ook in de command-mode.
TFTP	Trivial File Transfer Protocol is de meest eenvoudige vorm van data-uitwisseling. UDP-poort 69 wordt hiervoor gebruikt. TFTP ondersteunt geen bestandsbeheer, usernames of wachtwoorden ter beveiliging; hiervoor dient FTP gebruikt te worden.
UDP	User Datagram Protocol bevindt zich in de transport-layer van het DOD-model. Het werkt als unidirectionele verbinding, bijvoorbeeld van client naar de eerstvolgende router. Werkt niet (!) met een virtuele verbinding, vermijdt acknowledgements en is dus slechts weinig belastend. Minder betrouwbaar dan TCP. UDP reduceert de benodigde rekenkracht van de controller. UDP is meer geschikt voor niet-kritische verbindingen. Er wordt niet uitgegaan van vaste verbindingen.
Telnet	Hiermee is het voor de client mogelijk als terminal-station te werken. Dit is gebruikelijk bij Unix-hosts, maar voor embedded webserver niet van belang.
HTTP	HyperText Transfer Protocol is het transportprotocol op het World Wide Web. Hiermee worden meestal met (X)HTML opgemaakte documenten verstuurd.
Port	In de user-layer worden nummers genoemd, waarop bepaalde TCP/IP-diensten beschikbaar zijn. Dit geldt zowel voor TCP als UDP. Bijvoorbeeld: TCP-poort 21 = FTP, poort 23 = Telnet, poort 80 = HTTP; UDP-poort 53 = DNS, poort 69 = TFTP, poort 161 = SNMP.
Socket	Software-interface voor specifieke combinaties van IP-adres en poort. Voor toepassing uit laag 4 in DOD. Het socket-proces wordt opgeroepen uit de user-layer. De sockets blijven op zowel de zend- als de ontvangstzijde actief zolang de verbinding bestaat.
CIDR	Classless Inter Domain Routing wordt in Supernet-modellen (meerdere netwerken met aparte IP-adressen) gebruikt, om deze samen te voegen. De IP-adrestabellen kunnen worden samengevoegd en beperkt, wat de omvang van routing-tabellen vervolgens weer beperkt. Wordt door de meeste routers op Internet gebruikt.
NAT	Network Address Translation vertaalt een lokaal adres naar een geldig Internet-adres. Dit is voor servers in een LAN van groot belang.
ARP	Address Resolution Protocol bevindt zich in DOD-laag 2 (Internet) en zorgt voor de vertaling van IP-adressen in fysieke hardware-adressen. Wordt ook door WinCE ondersteund. ARP communiceert via het adres van netwerkkaarten, bijvoorbeeld ethernet-controllers. Zeer belangrijk in alle LAN's.
IGMP	Internet Group Management Protocol zet groepen van knooppunten op, ondersteunt meldingen voor sturing en diagnostiek in het netwerk. Wordt specifiek voor multicast-toepassingen gebruikt.
ICMP	Internet Control Message Protocol ondersteunt diagnostiek, specifiek als een netwerk, host of poort niet (meer) bereikbaar is. Wordt bij de ping-opdracht ingezet.
RTO	Retransmission Time Out is gebruikelijk bij TCP. Na het aflopen van deze timer wordt opnieuw een datagram verstuurd, omdat de vorige transmissie waarschijnlijk mislukt is.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol kan dynamisch IP-adressen uitdelen aan een groot aantal stations, die direct op het Internet kunnen worden gebruikt. DHCP wordt als server op bijvoorbeeld een WinNT-machine. De mogelijkheden voor een netwerkbeheerder worden hiermee behoorlijk uitgebreid. Kan van belang zijn voor een webserver als dit een station is waarop een WinNT-TCP/IP-netwerk-server is geïnstalleerd.
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol is het versturen van elektronische post tussen netwerken.
SNMP	Simple Network Management Protocol wordt gebruikt bij het beheer van een LAN. Wellicht van belang als een webserver in een LAN is geïntegreerd.
NNTP	Net News Transfer Protocol wordt gebruikt om discussiegroepen te ontvangen en er mededelingen in te doen. Wordt bijvoorbeeld gebruikt door Usenet.
NFS	Network File System zorgt ervoor dat directories van andere stations kunnen worden toegevoegd in een lokaal file-systeem. Meer geschikt voor Unix-toepassingen.
Virtual circuit	Wordt in het bijzonder bij verbindingen georiënteerde protocollen gebruikt. Bevestigings- en handshake-mechanismen verhogen de betrouwbaarheid. Er wordt een semi-permanente software-verbinding tussen client en server opgebouwd, die lijkt op een vaste lijn.
Internetwork	Bedoeld wordt hiermee meerdere tot een geheel aan elkaar gekoppelde lokale netwerken, dus niet het Internet.
ISDN	Integrated Services Digital Network, digitale versie van de telefoonlijn
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, digitale telefoonlijn met hoge download-snelheid (tot 500 Kbit/s), maar lage upload-snelheid (tot 50 Kbit/s).
LAN	Local Area Network: ethernet- of token-ring-netwerk.
WAN	Wide Area Network: samengevoegde LAN's en netwerk-hosts.