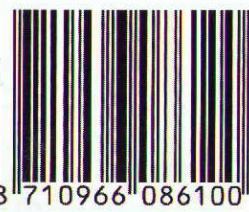


RB elektronica

Nr. 9/10 oktober/november 2002

prijs Euro 13,95

72 jaar RB



8 710966 086100



10

“Maar de stekker hou ik zelf!”

Radiohobby-avonturen in de jaren '50 toen makkelijk nog moeilijk was

Wim van Bussel

Radiohobby-avonturen in de jaren '50 toen makkelijk nog moeilijk was, is een boek geworden dat voor iedereen interessant is om te lezen. De ouderen onder ons herkennen hierin hun eigen avonturen. Herinneringen komen weer boven.

De jongeren ontdekken dat er meer bestaat dan de computer en de huidige technieken. Het is immers niet eens zo lang geleden dat wij, ik spreek inmiddels ook uit ervaring, dergelijke gebeurtenissen, zoals alleen Wim van Bussel ze zo sprekend op papier kan zetten, schering en inslag vormde met als uiteindelijk doel het laten functioneren van iets waar iedereen met bewondering naar luisterden en later naar keek. Een tijdperk vol nostalgie, waarin jong ontdekt waarom wij ouderen zo vol enthousiasme over deze beginperiode kunnen vertellen. Het boek is verluchtigd met een groot aantal sprekende tekeningen van de hand van zijn dochter Christien van Bussel.

Dit unieke boekwerk, dat inmiddels is verschenen,
kan tegen een aantrekkelijke prijs van € 34,00
worden verkregen. (incl. verzendkosten)
Zie ook onze website: www.rbe.nl

U kunt het boek bestellen door het bedrag van € 34,00 over te maken op Postbanknr. 21.35.596 t.n.v. Bureau Belper met als kenmerk Radiohobby. Vergeet niet u naam en adresgegevens te vermelden. Abonnees van RB Elektronica krijgen een korting en dienen slechts € 29,50 over te maken. Vergeet niet u abonneenummer te vermelden.

Radiohobby-avonturen in de jaren '50 toen makkelijk nog moeilijk was, is een uitgave van Bureau Belper, uitgever van onder andere RB Elektronica.

RB Elektronica 9/10

Gestabiliseerde regelbare voeding 2...30 V/15 A 5

Een goede regelbare gestabiliseerde voeding is een van de eerste apparaten waar een elektronica hobbyist behoefte aan heeft in zijn lab. De hier beschreven voeding van BMM electronics heeft uitstekende eigenschappen en kan "iets" meer stroom leveren dan de gemiddelde laboratorium voeding die in de elektronica literatuur wordt beschreven. Vrijwel alle componenten welke nodig zijn voor gelijkrichting, stabilisatie en beveiliging zijn ondergebracht op één enkele printplaat van 160 x 140 mm waardoor de bouw van deze voeding, mits zorgvuldig gebouwd, zelfs voor de beginnende hobbyist geen probleem zal opleveren.

Geïntegreerde kracht en intelligentie in motion control applications 12

Een aantal motion control (aandrijfregelingen) ontwerpen maken tegenwoordig gebruik van een MCU (Micro Controller Unit) of een digitale signaal controller (DSC) om de noodzakelijke motion control algoritmen uit te voeren. De kosten van dergelijke elementen zijn het afgelopen decennium aanzienlijk afgenomen. Deze enorme prijsverlaging biedt dan ook de mogelijkheden om dergelijke elementen ook in zogenoemde low-cost applicaties toe te passen, compleet met alle voordelen van dien.

Buizenversterker in de simulator 17

Met behulp van de MicroCap-Spicesimulator wordt onderzocht, of het model van de triode voor de simulatie van een audioversterker bruikbaar is. Dit is wellicht interessant voor de audiofreaks, die veranderingen aan een eigen buizenversterker voor de opbouw met de soldeerbout eerst in de computer willen testen.

Halfgeleiderindustrie kan niet zonder mechatronica 22

Oratie prof. Herman Soemers 22
De halfgeleiderindustrie kan niet zonder oplossingen uit de mechatronica om de vereiste precisie te halen. Maar voor mechatronisch ontwerpers is het gevaarlijk om alle kaarten te zetten op de 'race' in de halfgeleiderindustrie. De voortgaande miniaturisatie zet de ontwerpers van machines voortdurend op scherp, maar wat gebeurt er als dat niet meer de belangrijkste drijfveer is? Mechatronisch ontwerpen kan daarentegen nog veel méér betekenen in het verbeteren van mechanische constructies en producten. In de opleidingen moeten daarom de creatieve ontwerpvakken meer in balans zijn met het meer fundamentele, op analyse gerichte deel van het studieprogramma. Dat stelt prof.ir. Herman Soemers, die de kunst van het mechatronisch ontwerpen graag wil overbrengen vanuit zijn industriële achtergrond. Hij houdt op 7 november zijn intrede als hoogleraar Mechatronisch Ontwerpen aan de Universiteit Twente. Zijn benoeming is mede mogelijk gemaakt door de Stichting Mechatronics Valley Twente.

Het gebruik van embedded web servers in applicaties 24

Er is niets nieuws onder de zon als we praten over een microcontroller (MCU) waarop een TCP/IP stack draait en waarop web pagina's worden verwerkt. Een groot aantal microcontrollers bevatten een implementatie van een TCP/IP stack, waarmee ze in staat worden gesteld om met het Internet verbonden te worden. Hoewel dit een legaal gebruik is, kunnen dergelijke componenten meer van betekenis zijn als ze binnen een applicatie worden toegepast. Veel toepassingen maken gebruik van een status of een diagnostische poort waarmee de gebruiker in staat wordt gesteld om naar de interne bewerkingen te kijken.

Spraak-gestuurde robotarm 27

Ontwerp en maak een spraakgestuurde robotarm die gebruikt kan worden bij de voorlichting over de technische opleidingen van de Hanzehogeschool Groningen. Dat was de afstudeeropdracht van vierdejaars student Elektrotechniek Raymond Eisinga.

Gebundelde interactiviteit combineert digitale televisie met Internet 31

De uitdaging die ons wacht om televisie interessant te maken voor een nieuwe generatie van technologieën en consumenten is enorm. Om de consumentengewoonten die gevormd zijn in de afgelopen 60 jaar te veranderen en televisie op dezelfde snelheid te brengen als de interactieve inhoud die nu beschikbaar is via mobiele telefoons, pc's en PDA's (ook wel "handhelds" genoemd), hebben we zowel middelen als technologie nodig. De enorme mogelijkheden van Internet zal in combinatie met hoogwaardige digitale televisie het televisiekijken zoals we dat nu kennen transformeren tot een krachtig, nieuw, interactief medium voor consumenten.

Licht om door een ringetje te halen 34

Ringetjes van vijf tot hooguit vijftig micrometer in doorsnee, waarin licht een rondje loopt. Dat zijn de 'optische microresonatoren' die promovendus Dion Klunder heeft ontwikkeld aan het MESA+ research-instituut van de Universiteit Twente. Ze zijn geschikt als optisch equivalent van de transistor, concludeert hij in zijn proefschrift, en kunnen functies overnemen zoals schakelen of filteren. Klunder's onderzoeksresultaten hebben geleid tot een nieuw Europees project op het gebied van 'next generation' optische schakelingen. Hij promoveert op 4 oktober aan de faculteit Technische Natuurwetenschappen.

ACDSee 5.0 en ACDSee 5.0

Powerpack

ACDSee 5.0 PowerPack is een bundel van de drie meest bekende programma's van ACD Systems die voldoen aan de eisen die zowel fotohobbyisten, amateurfotografen als professionals stellen aan het beheren en bewerken van digitale afbeeldingen.

ACDSee 5.0, de nieuwe versie van de veelbekroonde image management software, is nog sneller als tevoren en bevat nieuwe mogelijkheden die het nog gemakkelijker maken om foto's op een gemakkelijke manier te beheren en lokaliseren:

- Groeperen van afbeeldingen, audio en video in categorieën - De mogelijkheid om afbeeldingen en multimedia bestanden in meerdere categorieën te groeperen, verschaft gebruikers de gelegenheid om afbeeldingen, audio en video op een handige en snelle manier te organiseren en terug te vinden en tegelijkertijd besparing van schijfruimte.

- Kalender overzicht - Met de kalender feature is het gemakkelijk om foto's te vinden die op een bepaald tijdstip genomen zijn (dag, maand, jaar), tot op de minuut nauwkeurig.

- Aanpasbare interface - de gebruiker kan bij het inrichten van de toolbars en window zelf kiezen tussen de layout van versie 4.0 of versie 3.1

- Bovendien kunnen ACDSee 5.0 gebruikers meer dan 50 multimedia formaten bekijken en door hele collecties afbeeldingen op CD-ROM browsen zonder het verwisselen van CD schijven. Met ACDSee 5.0 kun je snel en gemakkelijk digitale afbeeldingen en foto's ophalen, beheren, bekijken, organiseren, afdrukken en delen.

ACD FotoCanvas 2.0 verschaft de gebruiker tools voor het snel optimaliseren, bewerken en toevoegen van creativiteit aan afbeeldingen en foto's. Meer dan 25 nieuwe filters zijn toegevoegd aan FotoCanvas waaronder unsharp mask, bulge en shrink, ripple, solarize, add noise en sepia. Andere bekende mogelijkheden zijn red-eye reduction, lighting correction, sharpen edges, adjust picture angle, auto-levels, contrast en helderheid, toevoegen van tekst en multipage TIFF-bestanden bewerken en bewaren.

ACD FotoAngelo 2.0 heeft een nieuwe layout waarmee het nu nog makkelijker is om afbeeldingen, audio, tekst en kleur te combineren bij het maken van diaprojecties en screensavers. Met FotoAngelo 2.0 kan de gebruiker nu een watermerk toevoegen aan de diaprojectie. Andere mogelijkheden zijn de keuze uit meer dan 20 overgangseffecten, toevoegen van één of meerdere muziek- of geluidselipsen, achtergrondkleuren instellen, een titeldia toevoegen en het delen van presentaties dmv van een EXE-bestand.

Info: CD & E Distribution (Europe), www.cd-e.com

C o l o f o n

RB Elektronica

(jaargang 72)

is een uitgave van

Bureau Belper Communications V.O.F.

Batterijlaan 39

NL - 1402 SM Bussum

Tel. +(0)35 6424 831

Fax.: +(0)35 6936293

E-mail: rbe@rbe.nl

WEB-site: WWW.RBE.NL

Postbank: 21.35.596

Hoofdredactie: D.J.F. Scheper

Redactieraad: G.R. Belecke, S. Swolffs, S.D. Scheper, A. Rens, J. van der Aa, H. Tuininga, A. de Bruin, Leo Oostveen

Vaste medewerkers: G. van de Werff, R. Wals, S. Swolffs, A.J. Hurenkamp, J.W. Richter

Prepress: BB Prepress opmaak

Advertentieverkoop

D.J.F. Scheper, tel.: +(0)35 6424831

Abonnementen Nederland

Standaard Nederland 45 Euro per jaar

Standaard België 60 Euro per jaar (vanuit Nederland verzonden), via Partner Press 45 Euro

Buitenland 102 Euro per jaar

Studenten 32 Euro per jaar

Abonnementen worden automatisch verlengd, tenzij uiterlijk drie maanden voor het einde van de aflooperperiode schriftelijk bericht is ontvangen.

Druk

Van der Weij Grafische Bedrijven BV

Abonnementen België

Partner Press - RB Elektronica

Charles Parentéstraat 11

BE - 1070 Brussel/Bruxelles

Tel.: 02/5564140

Fax.: 02/5564146

Auteursrecht

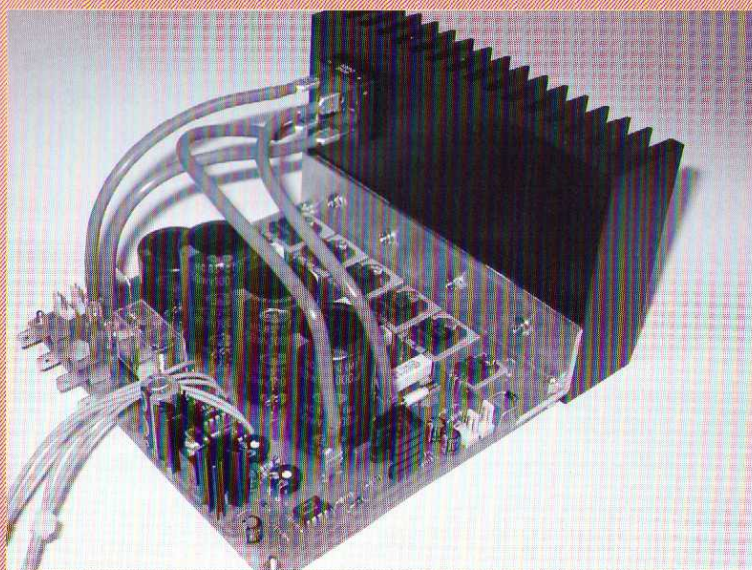
Het geheel of gedeeltelijk overnemen, kopiëren of op enige andere wijze vermenigvuldigen van de in dit tijdschrift gepubliceerde artikelen is uitsluitend mogelijk na schriftelijke toestemming en met bronvermelding. Gepubliceerde schakelingen en software kunnen door een (Nederlands) octrooibureau zijn beschermd. De uitgever is niet aansprakelijk voor de gevolgen van eventuele fouten.

ISSN: 0928-500

Gestabiliseerde regelbare voeding

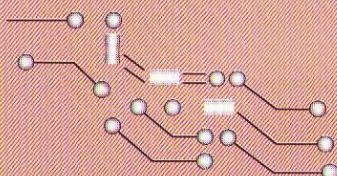
2...30 V/15 A

Een goede regelbare gestabiliseerde voeding is een van de eerste apparaten waar een elektronica hobbyist behoefte aan heeft in zijn lab. De hier beschreven voeding van BMM electronics heeft uitstekende eigenschappen en kan "iets" meer stroom leveren dan de gemiddelde laboratorium voeding die in de elektronica literatuur wordt beschreven. Vrijwel alle componenten welke nodig zijn voor gelijkrichting, stabilisatie en beveiliging zijn ondergebracht op één enkele printplaat van 160 x 140 mm waardoor de bouw van deze voeding, mits zorgvuldig gebouwd, zelfs voor de beginnende hobbyist geen probleem zal opleveren.



De transformator

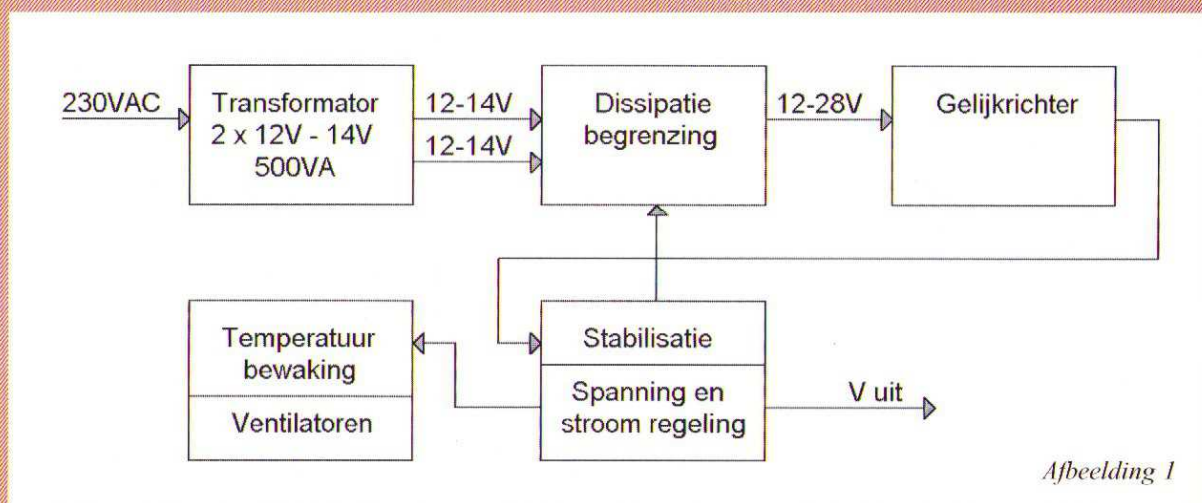
De secundaire spanning en het vermogen van de transformator zijn bepalend voor de maximale uitgangsspanning en stroom van de voeding. Gebruik als transformator het liefst een ringkern type van 2 x 12 volt 500 VA of eventueel een van 2x 14 volt 500 VA als een iets hogere uitgangsspanning gewenst is. Bij een transformator van 2 x 12 volt 500VA is de maximale uitgangsspanning $2 \times 12 \text{ V} \times \sqrt{2}$ min de verliezen in de gelijkrichter dus ongeveer 32,4 volt waardoor de maximale uitgangsstroom is $500 \text{ VA} / 32,4 \text{ V} = 15,43 \text{ A}$. Bij een transformator van 2 x 14 volt 500 VA is de maximale uitgangsspanning $2 \times 14 \text{ V} \times \sqrt{2}$ min de verliezen in de gelijkrichter dus ongeveer 38 volt waardoor de maximale uitgangsstroom is $500 \text{ VA} / 38 \text{ V}$.



J.B.G. Benoist

Het blokschema

Zoals te zien is in afbeelding 1 is de voeding te verdelen in vijf functionele blokken welke we afzonderlijk zullen bespreken.



Afbeelding 1

= 13,15 A. De keuze is dus aan jou maar natuurlijk wordt deze mede bepaald door de beschikbaarheid van de gewenste transformator. Het is ook mogelijk om een transformator met een kleiner vermogen te gebruiken waardoor de maximale uitgangsstroom lager wordt. Een transformator type met een enkele secundaire wikkeling is niet geschikt voor gebruik in deze voeding. Pas er overigens wel voor op dat je de secundaire transformator spanning niet te hoog kiest omdat de gebruikte LM723 spanningregelaar een maximale voedingsspanning heeft van 40 volt. Gebruik eventueel een L146 i.p.v. de LM723 als een hogere uitgangsspanning is gewenst.

Dissipatie begrenzing

Bij het ontwerpen van de voeding is uitgegaan van een transformator met twee secundaire wikkelingen. Hierdoor is het mogelijk om, wanneer een uitgangsspanning onder de 12 volt gewenst is, een van de secundaire wikkelingen van de transformator uit te schakelen. De geïntegreerde dissipatie begrenzer bekrachtigt het relais automatisch wanneer de uitgangsspanning onder de ingestelde drempel wordt ingesteld waardoor de warmte ontwikkeling in de uitgangstransistoren wordt beperkt. Zouden we dit niet doen dan zou de vermogensdissipatie enorm kunnen oplopen. Bij een uitgangsspanning van 5 volt en 10A zou de totale dissipatie $32,4 \text{ V} - 5 \text{ V} = 27,4 \text{ V} \times 10 \text{ A} = 274 \text{ watt}$ bedragen. En bij 5 volt en 15 A $32,4 \text{ V} - 5 \text{ V} = 27,4 \text{ V} \times 15 \text{ A} = 411 \text{ watt}$ dus ongeveer 82 watt per transistor waardoor deze zeker zouden sneuvelen. De temperatuur van het koelprofiel zou daarbij oplopen tot

$411 \text{ W} \times 0,58 \text{ K/W (SK85)} = 238 \text{ }^\circ\text{C}$. Met begrenzing is dit $15,6 \text{ V} - 5 \text{ V} = 10,6 \text{ V} \times 15 \text{ A} = 159 \text{ watt}$. Wat neer komt op ongeveer 31,8 watt per transistor en daarmee ruim binnen de specificaties van de TIP3055 en dat bij een koelprofiel temperatuur van $159 \text{ W} \times 0,58 \text{ K/W (SK85)} = 92,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Thermostaat en ventilatoren
Zoals uit bovenstaande berekeningen blijkt kan de temperatuur van het koelprofiel aardig oplopen. In het ontwerp van de voeding is hiervoor een thermostaat opgenomen welke een tweetal ventilatoren inschakelt wanneer de temperatuur te hoog mocht oplopen. Het inschakelpunt van de thermostaat is in te stellen tussen ongeveer $30 \text{ }^\circ\text{C}$ en $70 \text{ }^\circ\text{C}$ waardoor de ventilatoren alleen worden ingeschakeld als deze werkelijk nodig zijn. De 12 volt voeding voor de thermostaat en de ventilatoren wordt betrokken uit één van de secundaire transformator wikkelingen en heeft een eigen stabilisatie schakeling om de werking van de voeding en de uitgangsspanning zo min mogelijk te beïnvloeden.

Gelijkrichter

De in deze voeding gebruikte gelijkrichter is van het type B80/70-25 dus geschikt voor spanningen tot 80 volt bij 25 A. Omdat er een kleine spanning valt over de gelijkrichter, ongeveer 1,5 volt, waardoor warmte wordt ontwikkeld, dient deze op de koelplaat te worden gemonteerd. Bij een stroom van 15 A is het gedissipeerde vermogen in de gelijkrichter ongeveer $1,5 \text{ V} \times 15 \text{ A} = 22 \text{ W}$ waardoor deze aardig warm kan worden en een koelplaat van ongeveer 2 K/W is gewenst. Op de koelplaat bij de uitgangstransistoren monteren dus en met korte

draden aansluiten op de hiervoor bestemde aansluitlippen op de printplaat.

Stabilisatie en regeling

De stabilisatie is eenvoudig van opzet. De drie 10.000 mF 50 volt condensatoren verzorgen een voldoende stabilisatie met 2000 mF per ampère. Wil je een grotere buffer toevoegen gebruik dan een beker elco van b.v. 47.000 mF 50 of 63 volt en sluit deze aan op de daarvoor bestemde klemmen (EB+ en EB0) op de printplaat.

De regeling is opgebouwd rond het bekende LM723 spanningsregelaar IC. Dit IC heeft de mogelijkheid om zowel de uitgangsspanning als de stroom traploos te regelen. De maximale uitgangsstroom welke de LM723 kan leveren is 150 mA waardoor deze niet rechtstreeks de uitgangstransistoren kan aansturen. Hiervoor is een BD243C opgenomen welke een versterking (Hfe) heeft van 15 bij een Ic van 3 A. Deze stuurt op zijn beurt de basis van de vijf TIP 3055 transistoren aan welke een Hfe hebben van minimaal 20 bij een Ic van 4A waardoor een darlington paar ontstaat met minimaal een Hfe van $15 \times 20 = 300$. De maximale uitgangsstroom die de schakeling kan leveren is daarmee $300 \times 0,15 \text{ A (LM723)} = 45 \text{ A}$ en dat is ruim boven de gewenste 15 A voor deze voeding. Theoretisch zou het mogelijk moeten zijn om met slechts twee TIP3055 transistoren de gewenste uitgangsstroom van 15A te realiseren echter lopen we dan het risico dat deze zullen sneuvelen door de enorme warmte ontwikkeling bij hoge belasting. De keuze voor vijf uitgangstransistoren maakt deze voeding dus zeer

robuust met voldoende marge bij overbelasting.

Paneelmeters

In een volgende uitgave van RB elektronica zullen de digitale LED paneelmeters worden beschreven. De aansluitingen en voeding voor deze paneelmeters zijn op de printplaat van de voeding geïntegreerd.

De bouw

Doordat vrijwel alle componenten op de printplaat worden gemonteerd is het bouwen van deze voeding relatief eenvoudig. Begin met het monteren van het hoekprofiel met de uitgangstransistoren T1 t/m T6. Let hierbij vooral op de montage van de isolatie materialen. Monteer de transistoren als te zien is in afbeelding 2 en vergeet daarbij de koelpasta niet. Deze is absoluut noodzakelijk om een goede overdracht van warmte van de transistor op het koelprofiel te verkrijgen. De pasta dient zowel tussen transistor en mica plaatje als tussen mica plaatje en het profiel te worden aangebracht. Pas op dat je niet te veel koelpasta gebruikt omdat deze op olie basis is en gaat smelten als later het koelprofiel warm wordt. Om een knoeiboel te voorkomen kan je het beste als volgt te werk gaan. Buig de aansluitingen van de transistor in een hoek van 90°. Neem een kleine schroevendraaier en neem op het mes een klein beetje koelpasta. Niet te veel want de pasta wordt later bij het aandraaien van de montageschroef tussen de materialen uitgeperst. Breng een beetje pasta aan op het midden van het metalen vlak van de transistor en druk daar het mica plaatje op. Druk de isolatie ring samen met het boutje van boven af in de

transistor (zie afbeelding 2) en breng vervolgens koelpasta aan op het mica plaatje en monteer deze samen met het profiel op de printplaat. Draai het moertje handvast en herhaal dit tot alle transistoren zijn gemonteerd. Stel het profiel zodat dit recht op de printplaat zit en schroef te transistoren stevig vast. Soldeer nu de aansluitdraden van de transistoren op de printplaat. Het is verstandig om, nadat de transistoren zijn gemonteerd, nog even met een universeelmeter na te gaan of de transistoren goed geïsoleerd zijn van het hoekprofiel. (zie afbeelding 2)

De montage van de overige componenten zal nauwelijks problemen opleveren. Let wel goed op de positie van de elco's, diodes en IC's en let er bij het monteren van de vermogensweerstand wel op dat deze minimaal 5mm boven de printplaat worden gemonteerd. Deze kunnen aardig warm worden.

Diode D2 is de temperatuur sensor van de ventilator thermostaat en de behuizing van deze diode dient contact te maken met het hoekprofiel. Let er bij het monteren van D2 op dat de aansluitdraden het hoekprofiel niet raken. Om een goed thermisch contact met het hoekprofiel te verkrijgen is het raadzaam om een beetje koelpasta te gebruiken tussen diode en profiel.

De aansluitingen waar hoge stromen lopen zijn op de printplaat voorzien van 6,3mm platte stekkers. Monteer haakse typen op de zes aansluitingen W1, W2, Vout+ en Vout0.

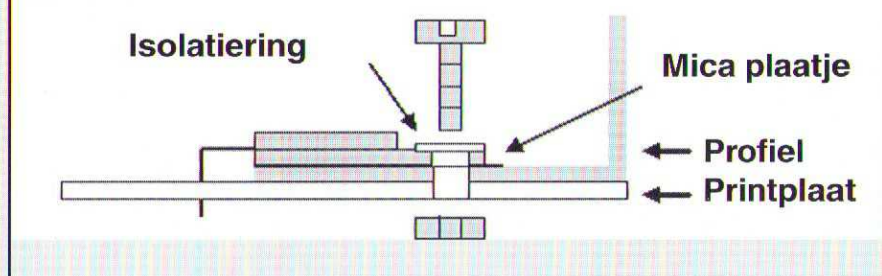
In het schema is te zien hoe de meerslagen potentiometers dienen te worden aangesloten. CW = clock wise (klok richting) en CCW = counter clock wise (tegen klok richting).

Nadat alle componenten op de printplaat zijn gemonteerd kan het grote SK85 koelprofiel worden gemonteerd. Vergeet hierbij de koelpasta niet tussen het hoek- en het koelprofiel en schroef deze stevig op elkaar vast.

Aansluiten van de transformator op de printplaat gaat eenvoudig door 6,3mm kabelschoentjes op de transformator aansluitdraden te knippen en eventueel te solderen. Deze kunnen vervolgens direct op de vier platte stekkers (W1 en W2) op de printplaat worden geschoven. Let er hierbij wel op dat de transformator wikkelingen in serie komen te staan.

Voor de verbindingen van de printplaat naar de gelijkrichter en de externe uitgangsklemmen kan het beste 6mm" soepel geïsoleerd draad worden gebruikt. Voorzie deze aan een zijde van 6,3mm kabelschoentjes en steek deze op de platte stekkers op de printplaat

Afbeelding 2

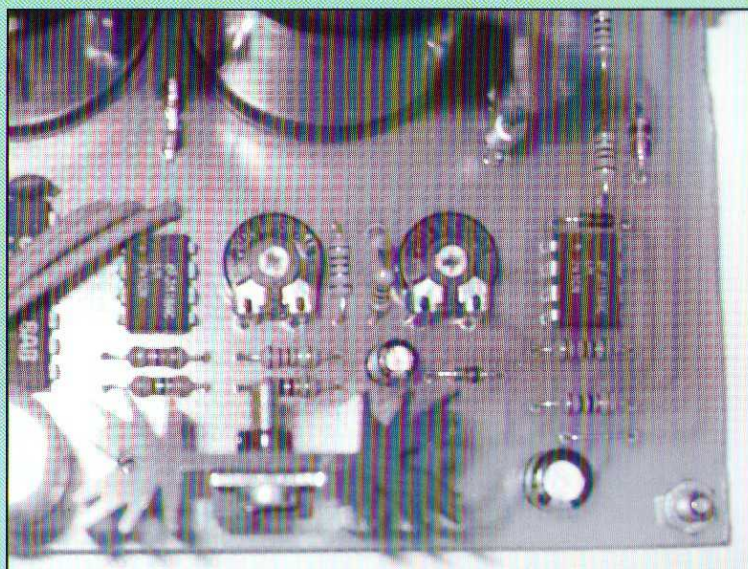


en soldeer de andere zijde resp. op de brugcel en de externe uitgangsklemmen.

Vergeet tijdens de montage van de transformator de primaire (lichtnet) zekering van 4A traag niet.

Afregeling

De afregeling van de dissipatie begrenzing en de thermostaat van de ventilatoren is erg eenvoudig. Zet beide instelpotentio-meters in de "midden" stand en schakel de netspanning in. Sluit een multimeter aan op de uitgangsklemmen en regel de uitgangsspanning (Vout+ en Vout0) op 10 tot 11 volt. Verdraai nu P1 totdat het relais net afvalt en de dissipatie



begrenzing is afgeregeld. Als je er niet zeker van bent dat het relais is uitgeschakeld meet dan de spanning over een van de elco's C4 tot C6. Deze dient ongeveer 15 volt te zijn.

Het afregelen van de thermostaat van de ventilatoren is niet erg kritisch. Om op 30°C af te regelen ga je als volgt te werk. Houd de behuizing van de diode D2 tussen je vingertoppen, zorg er hierbij voor dat je de aansluitdraden niet raakt, en verdraai P2 totdat de ventilatoren net gaan draaien. Als je de diode D2 nu los laat zullen de ventilatoren vrijwel direct afslaan en de thermostaat is afgeregeld.

Stuklijst

(Zie hieronder)

Halfgeleiders

T1- T5	Transistor TIP3055
T6	Transistor BD243C
T7	Transistor BD244C
T8	Transistor BC516
IC1	IC LM723
IC2,IC3	IC LM741
D1	Diode P600
D3,D7	Diode 1N4148
D4	Zener 10V 1,3W
D2,D5,D8,D9	Diode 1N4001
D6	Zener 5V1 0,4W
BR1	Gelijkrichter B80/70-25
BR2,BR3	Gelijkrichter B40C1500
L1	LED 3mm

condensatoren

C1,C2,C13	Elco 10uF 63V
C3	Elco 2200uF 50V
C4,C5,C6	Elco 10000uF 50V
C7,C8,C9	100nF folie
C10	680pF keramisch
C11,C14	Elco 1000uF 25V
C12	Elco 1uF 63V

Transformator 2 x 12V 500VA

Ventilatoren 80 x 80mm 12V-150mA

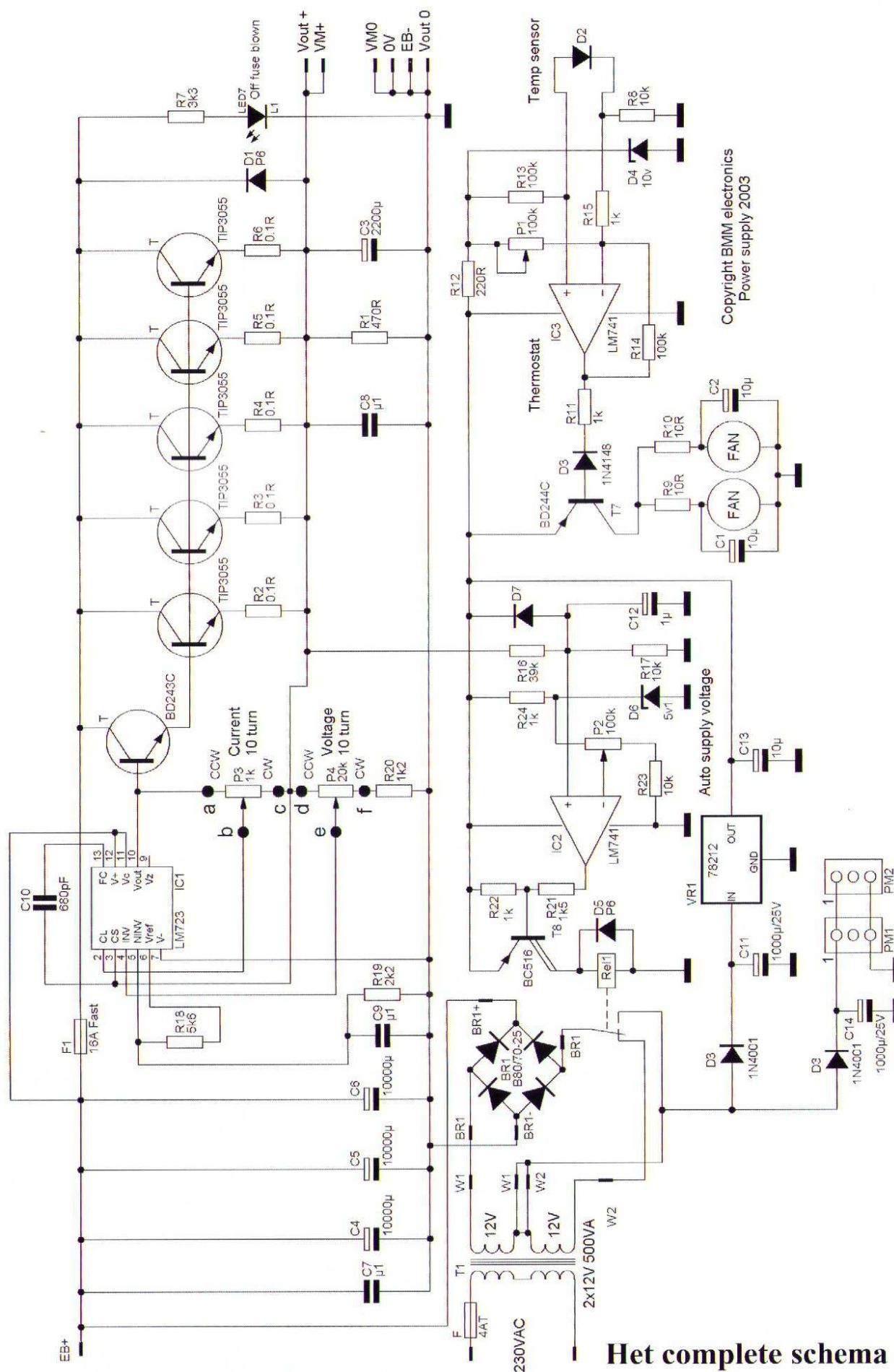
Headers 4 x Molex 2510 3 polig

Weerstanden

R1	470R 5W
R2,R3,R4,R5,R6	0R1 5W
R7	3K3 0,6W
R8,R17,R23	10K 0,6W
R9,R10	10R 0,6W
R11,R15,R22	1K 0,6W
R20	1K2 0,6W
R21	1K5 0,6W
R19	2K2 0,6W
R18	5K6 0,6W
R12	220R 0,6W
R13,R14	100K 0,6W
R16	39K 0,6W
P1,P2	100K 10mm HOR
P3	1K 10 slagen potm
P4	20K 10 slagen potm

Diversen

REL1	Relais 12V 16A
Hoekprofiel	30x30x160x4mm
Koelprofiel	SK85
Koelplaat	SK104-25
Koelplaat	FK220 (T7)
5 x isolatie	TO208
1 x isolatie	TO220
4 x bout	M4 x 10
6 x platte stekker	6,3mm haaks
9 x platte stekker	6,3mm recht
Koelpasta	



Het schema

(Zie vorige pagina)

Het hoekprofiel waarop de uitgangstransistoren worden gemonteerd dient van minimaal 4mm dik aluminium te zijn. Afmetingen 30x30x160 mm en 4 mm dik.

Het is van groot belang dat de 16A snellezekering in de schakeling niet wordt vervangen door een zwaarder type of wordt kortgesloten. Hierdoor kan schade ontstaan aan de uitgangstransistoren.

De in deze schakeling opgenomen stroombegrenzing is niet geheel stabiel. Bij oplopende temperatuur in de uitgangstransistoren heeft

deze de nijging om op te lopen tot +20 %. Verder is deze stroombegrenzing alleen bedoeld als een kortstondige bescherming van de test schakling bij stromen onder 10 A.

Componenten

opstelling

schaal 1:1 (Zie pagina hiernaast)
De printplaat (Zie hieronder. De schaal is GEEN 1:1!!)

Bouwkosten

De totale bouwkosten van deze voeding bedragen ongeveer ,150,= voor de printplaat met componen-

ten en ,80,= voor de transformator.

Let op!

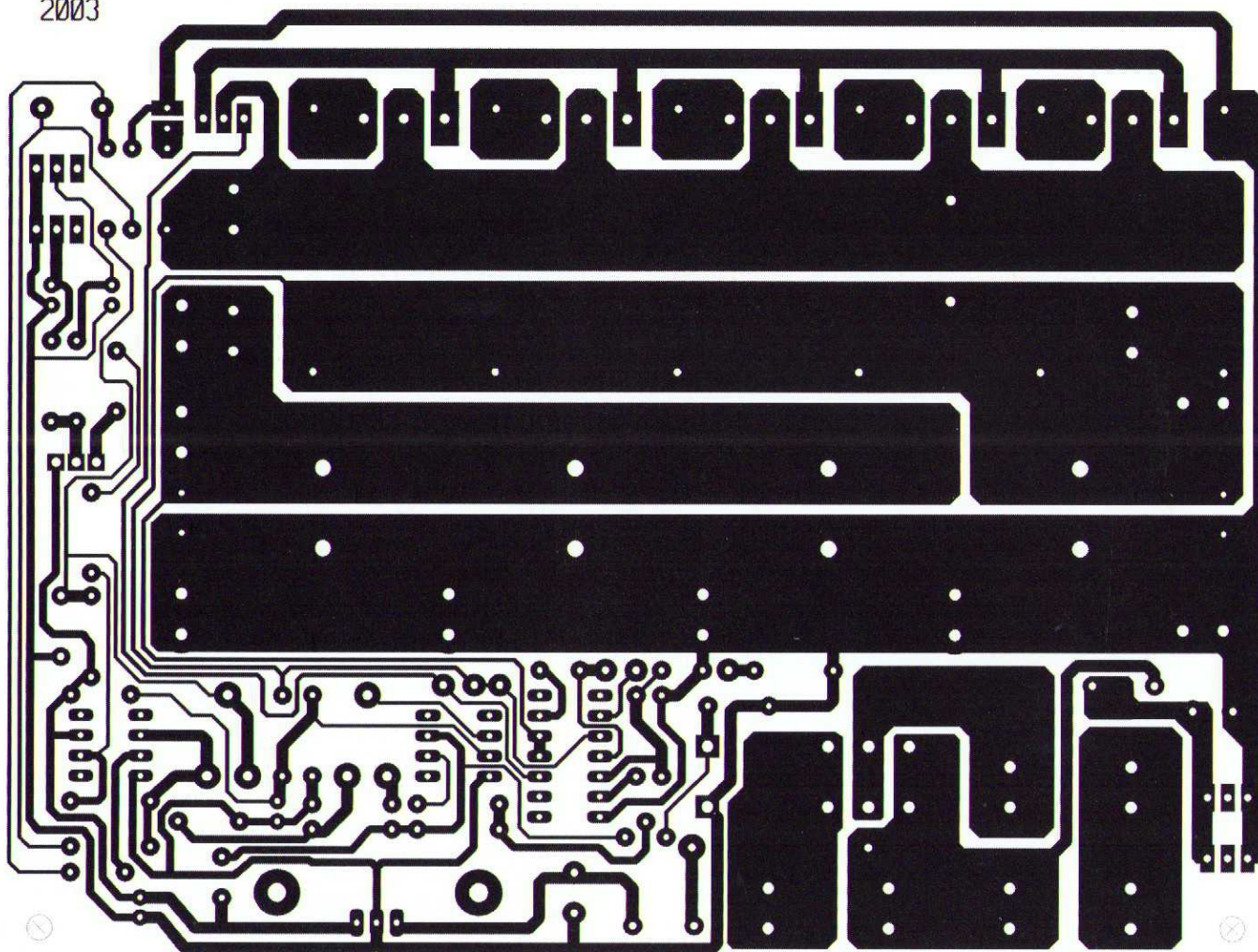
Om de hoge stromen te kunnen verwerken dient de koperlaag op de printplaat 70µm dik te zijn i.p.v. de gebruikelijke 35µm. Basismateriaal met deze koperdikte is bij de goede elektronica vakhandel verkrijgbaar.

Bestellen

Deze voeding is als compleet bouw pakket, met vertinde 70 µm printplaat, te bestellen onder artikelnummer 2003 via de website www.rbc.nl.

BMM electronics

2003



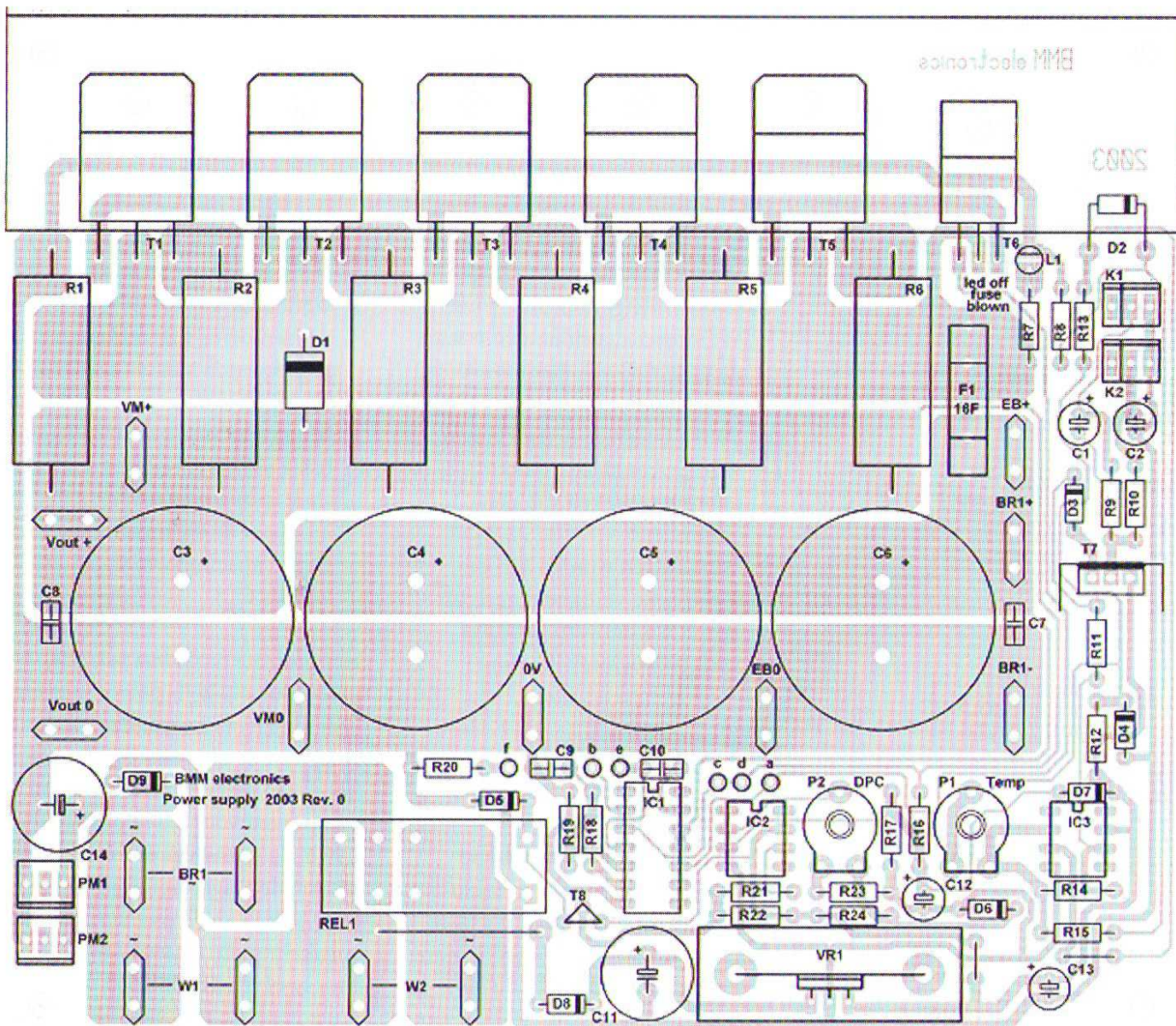
PowerDesk Pro 5

PowerDesk Pro 5 van Ontrack geeft de mogelijk om op een eenvoudige manier allerlei bestanden (tekstdocumenten, spreadsheets, digitale foto's, MP3 bestanden en webafbeeldingen) te beheren en te organiseren. U kunt bestanden sorteren, zoeken, bekijken, kopiëren, verplaatsen, ftp-en, zippen/ontzippen, labelen, encrypten/decrypten, converteren, totaal verwijderen. PowerDesk Pro 5 is veel meer dan alleen maar een luxe uitgevoerde filemanager. PowerDesk Pro 5 is een totale vervanging van Windows Verkenner.

Belangrijke functies

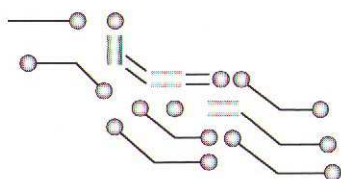
- o Bestanden weergeven in dual pane mode (gemakkelijk voor drag and drop)
- o Commentaar toevoegen aan tekstbestanden, foto's en MP3 bestanden, zichtbaar in bestandslijst
- o Prioriteit toekennen aan folders d.m.v. verschillende kleuren
- o Bekijken van meer dan 200 verschillend bestandsformaten
- o Bestandslijst met extra kolom voor relevante bestandsinfo
- o Converteren, ook in batch-formaat, van meer dan 30 grafische formaten
- o Zoeken van bestanden aan de hand van heel veel criteria
- o MP3 bestanden zoeken op naam, titel etc
- o Dialog Helper voor gemakkelijker openen en wegschrijven van bestanden
- o Synchroniseren van PC en desktop
- o Synchroniseren van willekeurige folders of subfolders op PC en in netwerk
- o Maken van eigen "Toolbar" voor snelle toegang tot applicaties, folders, bestanden, printers
- o Veel gebruikte functies toevoegen aan "Toolbar"
- o Size Manager geeft grootte van folders, subfolders en bestanden grafisch weer en in getal
- o Uitgebreide FTP-mogelijkheden met o.a afbreken/hervatten van uploaden/downloaden
- o Met Size Manager een folderlijst exporteren naar een tekstbestand
- o Zippen/ontzippen met wachtwoordbescherming
- o Encryptie van ZIP-bestanden met wachtwoordbescherming
- o Grafische afbeeldingen bekijken aan de hand van thumbnails
- o Ondersteuning van USB flashkaarten voor digitale camera's
- o Totaalbeheer van MP3 bestanden (afspelen, bewerken, sorteren, zoeken etc)

Info: CD & E Distribution (Europe), www.cd-e.com



Geïntegreerde kracht en intelligentie in motion control applications

Een aantal motion control (aandrijfregelingen) ontwerpen maken tegenwoordig gebruik van een MCU (Micro Controller Unit) of een digitale signaal controller (DSC) om de noodzakelijke motion control algoritmen uit te voeren. De kosten van dergelijke elementen zijn het afgelopen decennium aanzienlijk afgenomen. Deze enorme prijsverlaging biedt dan ook de mogelijkheden om dergelijke elementen ook in zogenoemde low-cost applicaties toe te passen, compleet met alle voordelen van dien.



Steve Bowling, Principal Applications Engineer
Microchip Technology Inc.
www.microchip.com

In dit artikel komen enkele van de technieken aan de orde, die gebruikt worden om de logische I/O (in- en uitgangen) van een MCU of DSC te bufferen (interfacing) om de elektronische stuurschakelingen van voldoende vermogen te voorzien. Er is een aantal mogelijkheden die ons ter beschikking staan om een interface-ontwerp met betrekking tot de prijs/prestatieverhouding te realiseren. De keuze voor de interface componenten wordt in de regel bepaald door de volgende vragen:

- Welke soort beweging moet worden aangestuurd?
- Welk type algoritme wordt voor de besturing van de motor toegepast?
- Welke interface-eisen kunnen worden gereduceerd door gebruik te maken van een controller?
- Welke eisen worden aan de elektrische veiligheid gesteld?
- Wordt het ontwerp gebruikt voor productontwikkeling?

De gate stuur interface

De meest toegepaste topologie voor het aansturen van uiteenlopende motortypen is wel de halve brug topologie. Onder deze motortypen vallen onder meer de ge-

lijkstroommotor met borstels, de borstelloze gelijkstroommotor, wisselstroom inductie motoren en de wisselstroommotoren met permanent magneet. De vermogenstrap vereist een gate stuur schakeling die ten minste over de volgende functies beschikt:

- Spanningsniveau verschuiving om de uitgangen van de MCU (logische spanningsniveaus) te verschuiven naar een potentiaalverschil van 10 ... 15 V tussen de gate en de source van de transistor;
- De beschikking heeft over voldoende stuurstroom tijdens de turn-on en turn-off om het zogenoemde Miller (capacitair) effect te voorkomen. (De Miller-capaciteit is de collector-basis terugwerkingscapaciteit en staat in analogie met de parameters voor de elektronenbuis. Deze capaciteit wordt aangegeven als C_{cb}).

Het grootste probleem voor de gate stuurschakeling vormt de spanningsvoerende zijde (high-side) van de uitgangstrap. Wenselijk is om hier een N-kanaals component voor toe te passen voor zowel de spanningsvoerende zijde als aan de laagspanningszijde (low-side) van de gate stuur schakeling. Een P-kanaals component heeft namelijk altijd een hogere aan-weerstand dan een

equivalent met dezelfde doorslagspanning en dezelfde 'die'-grootte (deel van een silicium wafer waarop het component is gereali-seerd). Daarentegen kan het gebruik van een P-kanaals compo-nent de gate stuurschakeling wel vereenvoudigen, maar nemen de kosten van het ontwerp toe. De grootte van de 'die' is puur geld en een P-kanaals component zal met andere woorden altijd meer kosten met zich meebrengen met een overeenkomstig N-kanaals compo-nent.

Het genereren van een voedings-spanning voor de gate voor de componenten aan de low-side in de vermogenstrap is eenvoudig, omdat deze componenten betrek-king hebben op de massa van de schakeling (circuit ground). De gate stuurspanning heeft daarente-gen betrekking op de voedings-spanning. Deze spanning varieert van minimaal tot maximaal voor de high-side transistor. Dit is dan ook de reden dat er een gate voedingsspanning voor de high-side componenten in de vermo-genstrap is vereist. Een voedings-spanning die met de source spanning kan meegaan.

Tegenwoordig staat er een selectie van naar verhouding goedkope IC's ter beschikking om de werkzaamheden voor het ontwerpen van een gate stuur-schakeling te vereenvoudigen. Een aantal van deze componenten bestaat uit relatief eenvoudige stuur-schakelingen voor hoge stromen en die

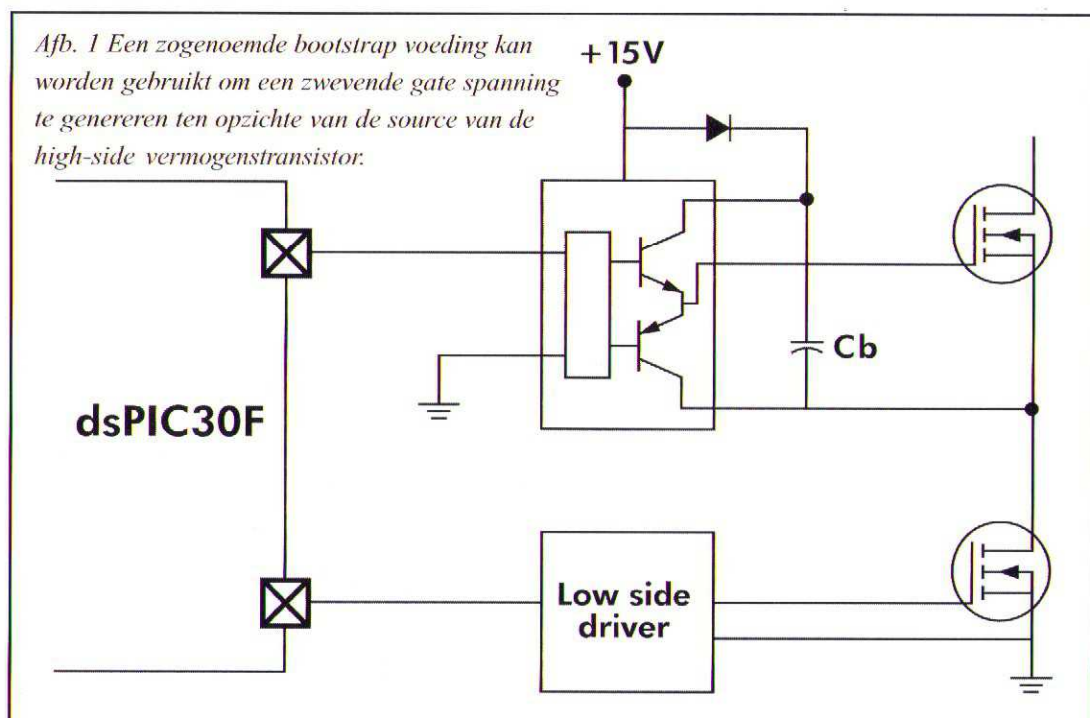
niet over een schakeling voor het verschuiven van het niveau be-schikken zoals die vereist is voor de high-side component. Andere IC's beschikken wel weer over de schakeling om het spanningsni-veau te kunnen verschuiven en kunnen direct als interface tussen de logica en de vermogenscompo-nenten worden gebruikt. De gekozen gate stuurschakeling kan verder nog afhangen van de gestelde isolatie eisen van het ontwerp. In de regel worden hiervoor optische koppelaars (optocouplers) ingezet, waarmee tevens kan worden voldaan aan de eisen om het spanningsniveau te verschuiven. Het voordeel van het gebruik van dergelijke optische elementen is dat er een eenvoudi-ger uitgevoerde gate stuurschake-ling in het ontwerp kan worden gebruikt.

De voedingsspanning voor veel van de motion control applicaties wordt verkregen van een volledige gelijkrichtbrug die direct op de wisselspanning is aangesloten en waarvan de uitgangsspanning gefilterd wordt. De lage span-

ningskant van de gelijkrichter wordt ingezet als referentie (0 V) voor de volledige schakeling. Echter moeten we opmerken dat deze referentie niet gelijk is aan de massa (ground); er staat een wisselspanning op de lage span-ningszijde die tussen circa 0 V en de piekspanning van de wissel-spanning fluctueert! Het is in de meeste gevallen raadzaam om de MCU of de DSC binnen vooral low-cost applicaties met deze fluctuatie mee te laten gaan. Wel wordt aangeraden om een signaal isolatie als extra veiligheid op te nemen op het moment dat het ontwerp wordt gebruikt voor testdoeleinden of voor service doeleinden in het veld. Als mini-mum regel moeten we stellen dat de hardware voor de motor stuur-schakeling gedurende de ontwik-kelcyclus van het product gebruik maakt van signaal isolatie.

Het gebruik van isolatieschakelin-gen is tevens van belang in ver-band met schade als gevolg van ingeslopen fouten. Zelfs als de terugkoppelsignalen in een speci-fiek ontwerp niet zijn geïsoleerd,

Afb. 1 Een zogenoemde bootstrap voeding kan worden gebruikt om een zwevende gate spanning te genereren ten opzichte van de source van de high-side vermogenstransistor.



wordt het aangeraden om de gate stuursignalen te isoleren. Doen we dit niet, dan kan de vermogenscomponent schade oplopen en een kortsluiting veroorzaken op een dusdanige wijze dat de gelijkstroomvoeding teruggekoppeld wordt via de stuurschakeling in de logica met alle gevolgen van dien.

Gate stuur IC's beschikken in de regel over extra mogelijkheden en/of eigenschappen, zoals een beveiliging tegen onderspanning, het inlassen van een dode-tijd, een overslagbeveiliging en een automatische stroom afschakeling. We moeten echter wel de extra kosten die deze eigenschappen met zich meebrengen in de gaten houden.

Het vermogen voor de gate stuurschakeling kan op een aantal manieren worden gerealiseerd. Uiteindelijk moet de stuurschakeling aan de hoge spanningszijde een spanning die 10 tot 15 V hoger ligt dan op de gelijkspanningsbus voor de uitgangstrap genereren. Een van de voordeligste oplossin-

gen vormt een zogenoemde zelfstartende (bootstrap) voeding omdat een zwevende voeding niet is vereist. In afbeelding 1 (vorige pagina) zien we dat de bootstrap schakeling een capaciteit oplaadt dat zwevend ligt ten opzichte van de source spanning van de high-side uitgangstransistor. Deze schakeling laadt de capaciteit alleen dan op als de onderste transistor wordt aangeschakeld en vervolgens de source van de high-side transistor naar 0 V trekt. De capaciteit moet in staat zijn om voldoende lading op te nemen om de vereiste gate stuurspanning tijdens de tijd dat de bovenste transistor wordt ingeschakeld ook te kunnen handhaven. Deze eis vormt de begrenzing van het gebruik van een bootstrap voeding – de bovenste transistor kan niet onbepaald worden aangeschakeld. De spanning op de bootstrap capaciteit zal afnemen en het high-side component zal afschakelen.

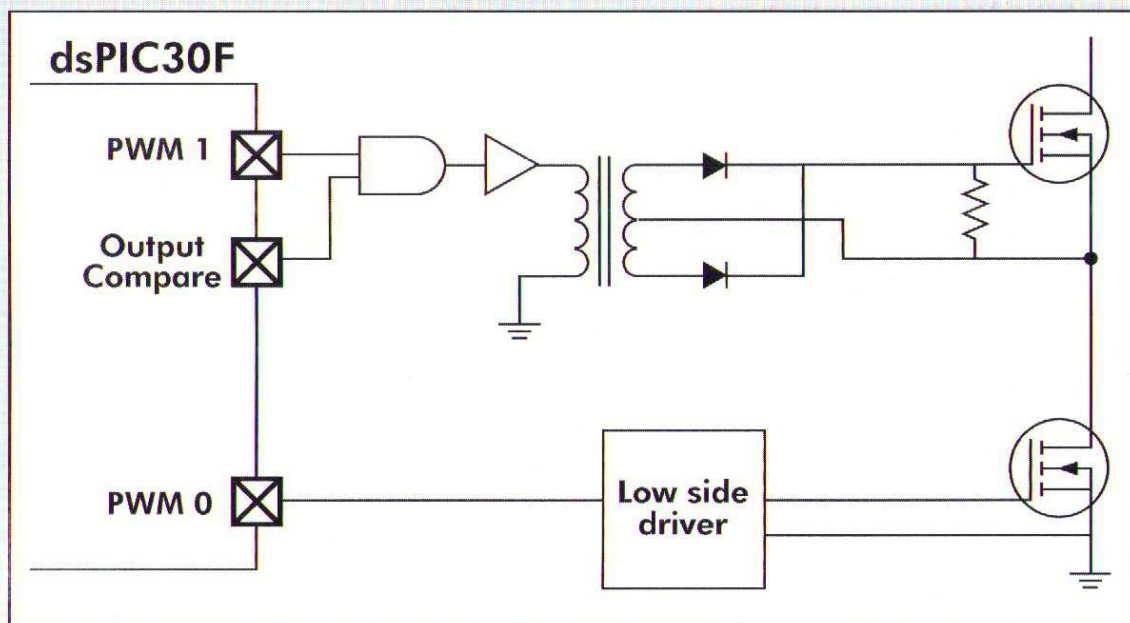
De neveneffecten van een dergelijke bootstrap voeding hangt af van

de gebruikte type motor. Motoren die aangedreven worden door sinusvormige stromen betekent dit dat de voeding de limitatie vormt van de PWM schakelcycli die naar de inverter kan worden gevoerd. De grootte van de componenten van de bootstrap schakeling kan worden gewijzigd door het verhogen van de beschikbare schakelcyclus. Echter zijn het de commutatie eisen (stroomwisselingen) van BLDC en SR motoren die het in het algemeen niet toestaan om een bootstrap voeding toe te passen.

Een zwevende voeding moet, als de gate sturing voor het high-side element continu moet functioneren, worden geïmplementeerd om een spanning van 10 V tot 15 V hoger dan de gelijkspanning te kunnen genereren. Een mogelijke oplossing is het implementeren van een "charge pump" schakeling, met als referentie de source van de high-side transistor. Een andere techniek is om het gate stuursignaal te moduleren met een hoge frequentie, dusdanig dat deze

Afb. 2 De high-side gate sturing kan met behulp van een transformator en een signaal met een hoge

frequentie worden geïsoleerd, zoals hier wordt aangegeven. In deze schakeling wordt de dsPIC30F Output Compare periferie gebruikt voor het genereren van het zogenoemde chopping signaal.



hoge frequentie altijd aanwezig is als het gate stuursignaal actief is. In afbeelding 2 (pagina hiernaast onder) wordt het gemoduleerde signaal gekoppeld aan de gate en de source van de transistor via een transformator en gelijkgericht aan de secundaire zijde om op deze manier de gate stuurspanning te realiseren. Beide technieken verhogen echter wel de kosten van het ontwerp.

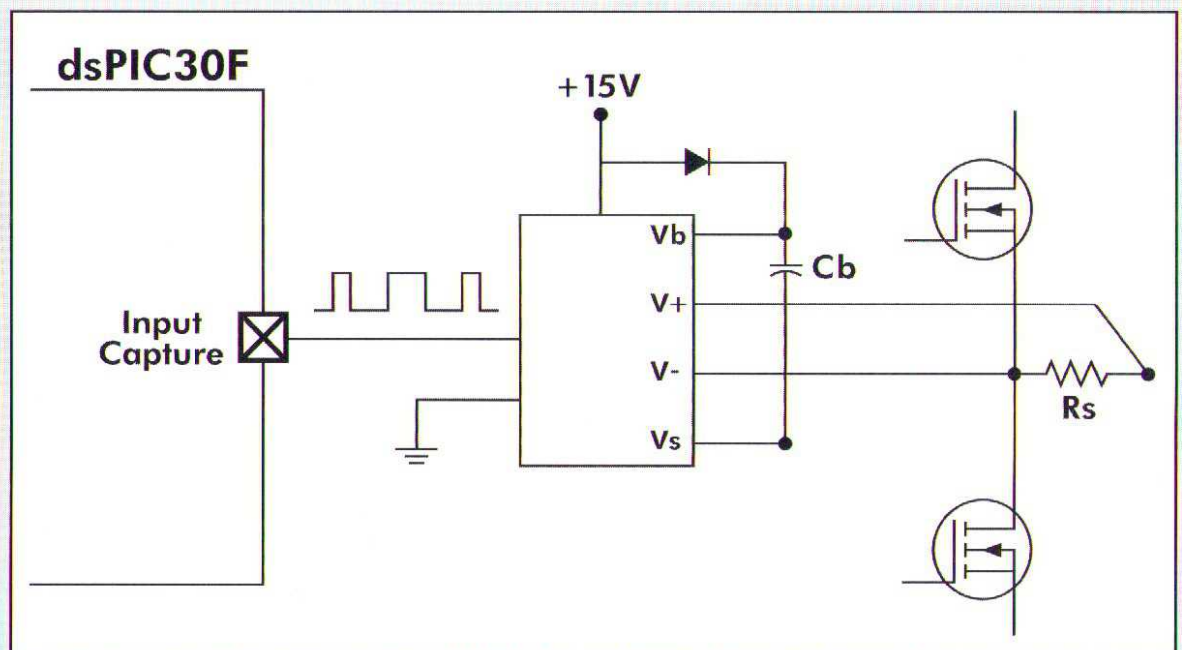
Motor terugkoppelsignalen

Een aantal signalen van de motor en de elektronica is vereist, afhankelijk van het type motor en het regelalgoritme. Een aantal acquisitiemethoden staat voor een bepaald terugkoppelsignaal ter beschikking. Vele motor regelalgoritmen moeten bijvoorbeeld weten welke fasestroom er door de belasting loopt. De eenvoudigste wijze om hierachter te komen is met behulp van een Hall-element (een magnetische stroom transducer). Deze

componenten zijn geïsoleerd opgesteld ten opzichte van de hoogspanningschakeling, waarmee de motor wordt aangedreven. Deze Hall effect sensor maakt gebruik van de voeding voor de logica en vereist slechts enkele componenten. En dan alleen maar voor de interfacing naar de AD-omzetter op de MCU of de DSC.

Een andere wijze om de fase van de stroom te meten is met behulp van een PWM stroomsensor IC. Deze sensor meet de spanningsval over de stroommetende weerstand die in serie staat met de belasting. Deze componenten zijn ontworpen om zwevend met de spanningszwaai van de vermogens uitgangstrap mee te gaan en met een bootstrap voeding te kunnen werken. Het uitgangssignaal van deze sensor bestaat uit een PWM signaal, waarvan de schakelverhouding (duty cycle) proportioneel verloopt met de stroom door de sensor weerstand. Dit PWM signaal kan vervolgens weer op twee manieren met de controller

worden verbonden. Ten eerste kan de PWM uitgang met behulp van een RC-filter worden gefilterd, waarmee het verkregen signaal weer in een analoge spanning wordt omgezet. Het nadeel van deze benadering is dat het regel algoritme niet in staat is om welke vorm van rimpel of fase fouten van het filternetwerk te tolereren. Bovendien beïnvloeden de voor het filter noodzakelijke componenten de kosten in negatieve zin. Het tweede is een alternatief, namelijk om de PWM uitgang direct met een input capture periferie (vang schakeling) van de controller (zie ook afbeelding 3) te verbinden. Deze periferie neemt de telwaarde van een vrijlopende digitale tijdbasis op. Dit gebeurt op de stijflank van het ingangssignaal, de neergaande flank of op beide. De opgenomen waarde kan vervolgens verder in de applicatiesoftware worden verwerkt om op deze manier de periode van het ingangssignaal, de frequentie of de schakeltijd te bepalen.



Afb. 3 Een pin (Input Capture pin) mag

gebruikt worden voor het meten van het PWM uitgangssignaal, afkomstig van een stroom sensor schakeling, zoals hier wordt weergegeven.

Digitale omzetting vormt een goed alternatief voor het gebruik van analoge isolatie versterkers in een ontwerp op het moment dat er ingangsspanningen op de controller voor het vangen (capture) van het signaal beschikbaar zijn. Het analoge signaal wordt in een digitale omgezet door gebruik te maken van een V/F omzetter of een spanning naar PWM converter. Het signaal loopt dan door de isolatiegrens heen door middel van de optische koppelaars. De oplossing van de gecombineerde V/F omzetter en de optische isolator is in de regel goedkoper qua kosten dan de analoge oplossing van isolatie.

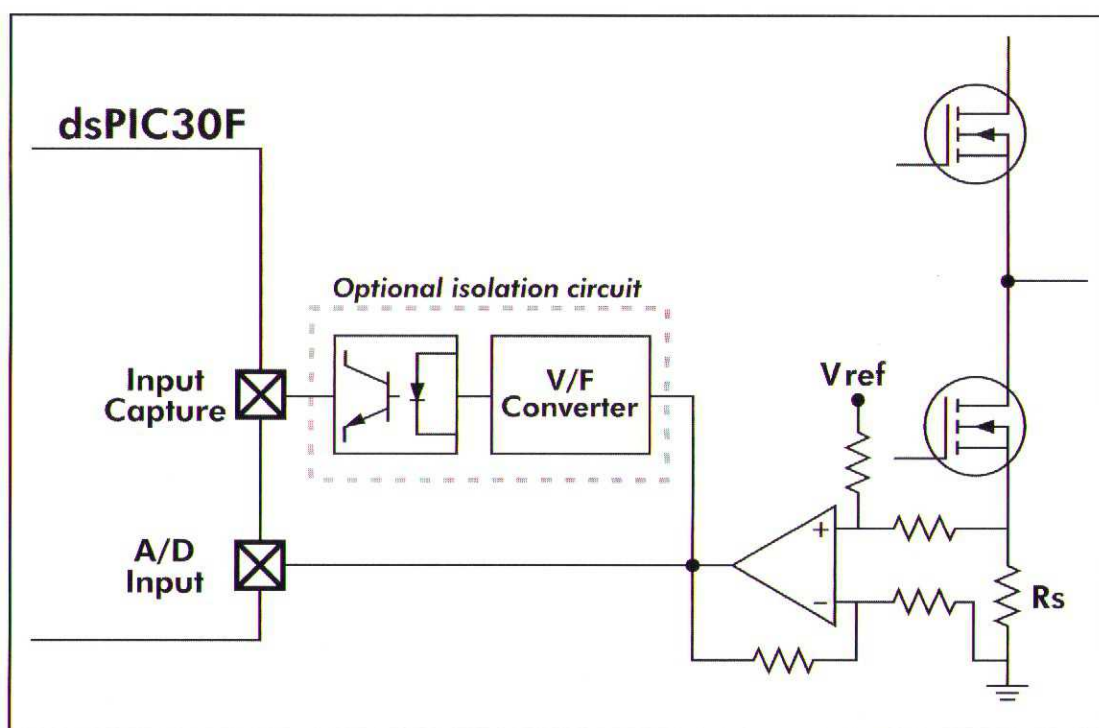
Een derde methode om de fase stromen te meten maakt gebruik van sensor weerstanden in serie met de source van iedere low-side transistor in de vermogenstrap (zie afbeelding 4). De spanning over de weerstand wordt versterkt door een differentieel versterker schakeling en verbonden met een A/D-ingang. Wordt deze techniek gebruikt, dan moet de A/D omzetting met het

PWM signaal dat iedere transistor regelt worden gesynchroniseerd. De meting moet dan plaatsvinden als de low-side transistor in de uitgangstrap wordt ingeschakeld. Dit om een nauwkeurig stroom signaal te verkrijgen. Een controller die over een ingebouwde A/D omzetting beschikt maakt het toepassen van deze shunt stroom meting eenvoudiger.

Software ontwikkeling

De ontwikkeling van de motion regelsoftware door gebruik te maken van de traditionele emulatie van de onderdelen is altijd een netelige kwestie. Een emulatie programma geeft de gebruiker de mogelijkheid om de applicatie programmatuur op ieder willekeurig moment te stoppen. Hij kan dan de register waarden bekijken, de code verwerking nog eens doornemen en dergelijke grollen meer. Helaas is het zo dat als de software op een willekeurig punt wordt gestopt dit het slechtste is wat kan

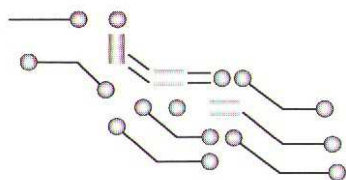
gebeuren voor zowel de motor als de vermogenslektronica! PWM regelwaarden worden dan niet meer opgewaardeerd (updated) op het moment dat de programmatuur stopt, wat resulteert in hoge gelijkstromen in de motor en in de vermogenstrappen. Om dit probleem te voorkomen, moet de emulator het PWM signaal in een stand die de belasting geen schade toebrengt zetten. De dsPIC30F familie PWM periferieën kunnen bijvoorbeeld alle PWM uitgangsspanningen op een niet-actieve status zetten als de emulator wordt gestopt. Hiermee worden alle uitgangskomponenten afgeschakeld en wordt de motor in staat gesteld op een goede wijze te stoppen. Tijdens het ontwikkelen van het product kan het van veel belang zijn om extra hardware eigenschappen als beveiliging van de vermogenstrap in te bouwen. Een dergelijke voorziening beschermt de hardware voor de mogelijke fouten in de software. Bovendien kunnen deze voorzieningen in de productieversies weer worden verwijderd om kosten te



Afb. 4 Een conceptueel shunt sensor schakeling.

Buizenversterker in de simulator

Met behulp van de MicroCap-Spicesimulator wordt onderzocht, of het model van de triode voor de simulatie van een audioversterker bruikbaar is. Dit is wellicht interessant voor de audiofreaks, die veranderingen aan een eigen buizenversterker voor de opbouw met de soldeerbout eerst in de computer willen testen.



J.W. Richter

In de voorbeelden, die de firma Spectrum met de demo-versie van de simulator meelevert, zijn een triode, een potentiometer en een transformator beschikbaar. Deze modellen zijn echter universele beschrijvingen, zodat wij de beschrijvende parameters voor de onderdelen eerst uit de handboeken voor onze buizen en de specificatie van de eindtrafo moeten aanpassen. Een pentode is helaas niet beschikbaar, zodat wij een eenvoudige drietraps versterker met trioden ontwerpen.

Modellering van de onderdelen

De triode wordt in de simulator beschreven met de volgende 3/2-machtsfunctie:

$$-K * \text{pow}((V(\text{PLATE}) - (1 + \text{MU}) * V(\text{CATH}) + \text{MU} * V(\text{GRID})), 1.5)$$

De parameters k , μ , C_{gp} , C_{gc} , and C_{pc} worden als parameters ingevoerd. Een voorbeeld voor de modelbeschrijving luidt:

Triode(1E-5,20,1nf,2nf,.1nf)

Een probleem vormen daarbij de eerste parameter k en parasitaire capaciteiten van de buis. Bij de buis ECC81 bedraagt de C_{gp} ongeveer 1,5pF, C_{gc} ca. 2,5 pF en de capaciteit van het rooster t.o.v. punten met vaste spanningen ca. 2 pF. De C_{pc} wordt eveneens op 2 pF geschat. Wij willen echter nog de invloed van de bedrading en de buisvoet meenemen en verdubbelen deze waarden daarom in ons model. De μ van de ECC81 is 60. Daarna is nog slechts een parameter k in het model onbe-

besparen. Voorbeelden van dergelijke voorzieningen zijn stroombegrenzings, beveiligingen voor het overslaan van spanningen en het voorkomen van conductie-over-slag.

Controller selectie

De keuze voor de controller heeft effect op de selectie van de componenten waarmee dit onderdeel gekoppeld wordt aan de elektronische vermogenstrap. Een algemeen bruikbare MCU mag weliswaar

kunnen werken met het algoritme en de verwerkingseisen die daaraan worden gesteld, maar hoeft niet de beschikking te hebben over periferie schakelingen die direct een aandrijfregeling kan aansturen. Additionele hardware in de interface schakeling is mogelijkterwijs vereist om de uitgangsc componenten te beschermen of om additionele signaal conditionering voor de terugkoppeling te realiseren. Componenten die vooral ontwikkeld zijn voor de regeling van aandrijfbesturingen, zoals de

dsPIC30F (een 16 bit digitale signaal controller serie) beschikt over gespecialiseerde motion control periferie waarmee de complexiteit van de vermogenstrap en de interfacing daarvoor aanzienlijk kan reduceren.



kend. De buis moet bij 250 V anodespanning en 2 volt rooster-spanning 10 mA stroom trekken. Wij tekenen de buis X3 nu in een schema met een anodespanning van 250 volt, leggen het rooster aan aarde en kiezen de kathode-weerstand van 200 ohm. Vervolgens passen wij de faktor k in het model voor X3 aan, totdat de kathodespanning 2 volt bedraagt. Deze berekeningen worden in het schema voor de versterker uitgevoerd en in het derde hoofdstuk (Gelijkstroombijstelling) van dit artikel beschreven. Voor de vereiste instelling moet de modelparameter $k = 0.7E-5$ zijn. Onze modelbeschrijving voor de ECC81 is dus:

Triode(0.7E-5,60,3pF,5pF,4pF)

Deze definitie wordt als VALUE aan de buizen X1,X2 en X3 ingegeven.

Vervolgens komt de transformator aan de beurt. De transformator

wordt gespecificeerd met drie parameters: de primaire en secundaire inductiviteit en een koppelfactor. De koppelfactor is iets kleiner dan 1 en wij mogen hier 0,99 aannemen.

Uit de specificatie van de eindtrafo AD9020 voor de eindbuis EL84 lezen wij af, dat de primaire inductiviteit 10 Henry bedraagt. De transformatieverhouding is voor een 5 ohm luidspreker 33 maal, dus moet de secundaire inductiviteit $10/1000 = 0,01$ Henry zijn. Onze modelbeschrijving voor de eindtrafo AD9020 luidt nu:

10,.01,.99

Deze waarde wordt eveneens als VALUE aan het element T1 gedefinieerd. De inwendige weerstand (540 ohm) van de trafo modelleren wij als extra weerstand (R15) in het schema. Parallel aan de primaire winding bevindt zich een condensator C3, die zowel de capaciteit van de winding als ook een compensatie voor het frequentiebereik modelleert.

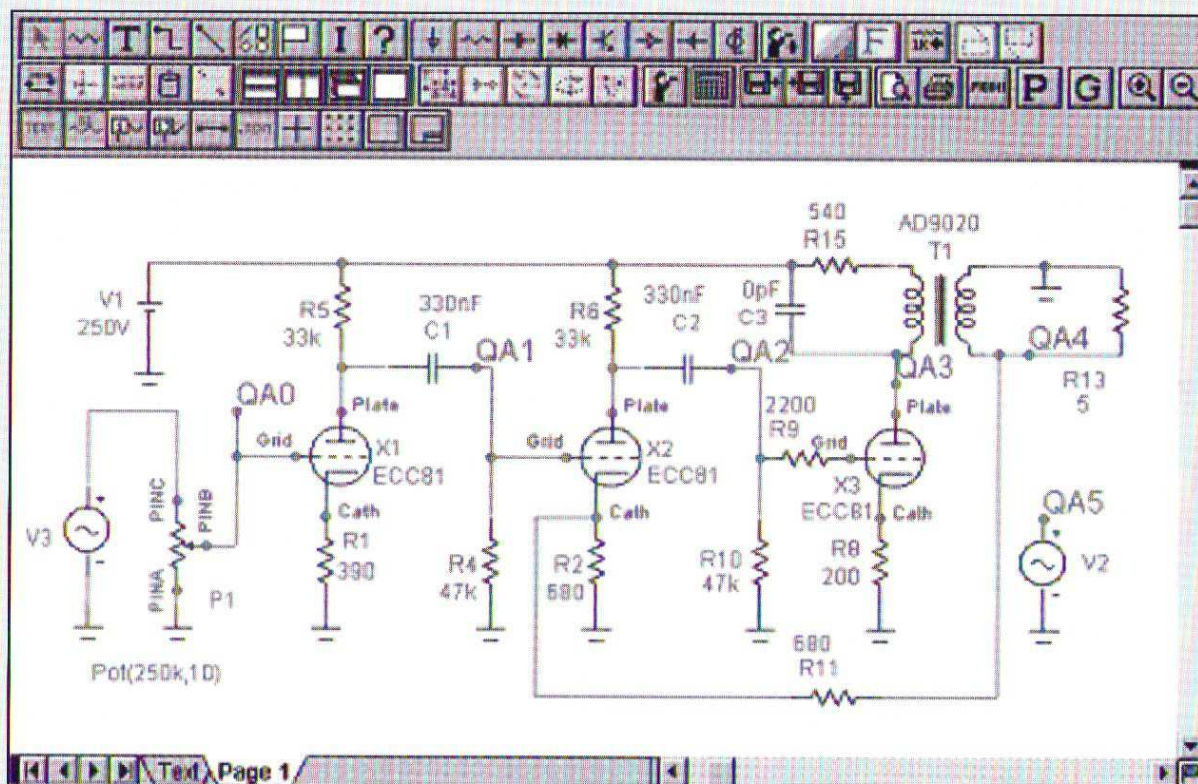
Deze condensator wordt voorlopig op 0 pF gezet.

In het schema (afb. 1) willen wij de versterker met een amplitude van 10 millivolt via een potentiometer met een waarde van 250 kohm en loperinstelling van 10 % sturen. Het model voor de potentiometer luidt nu:

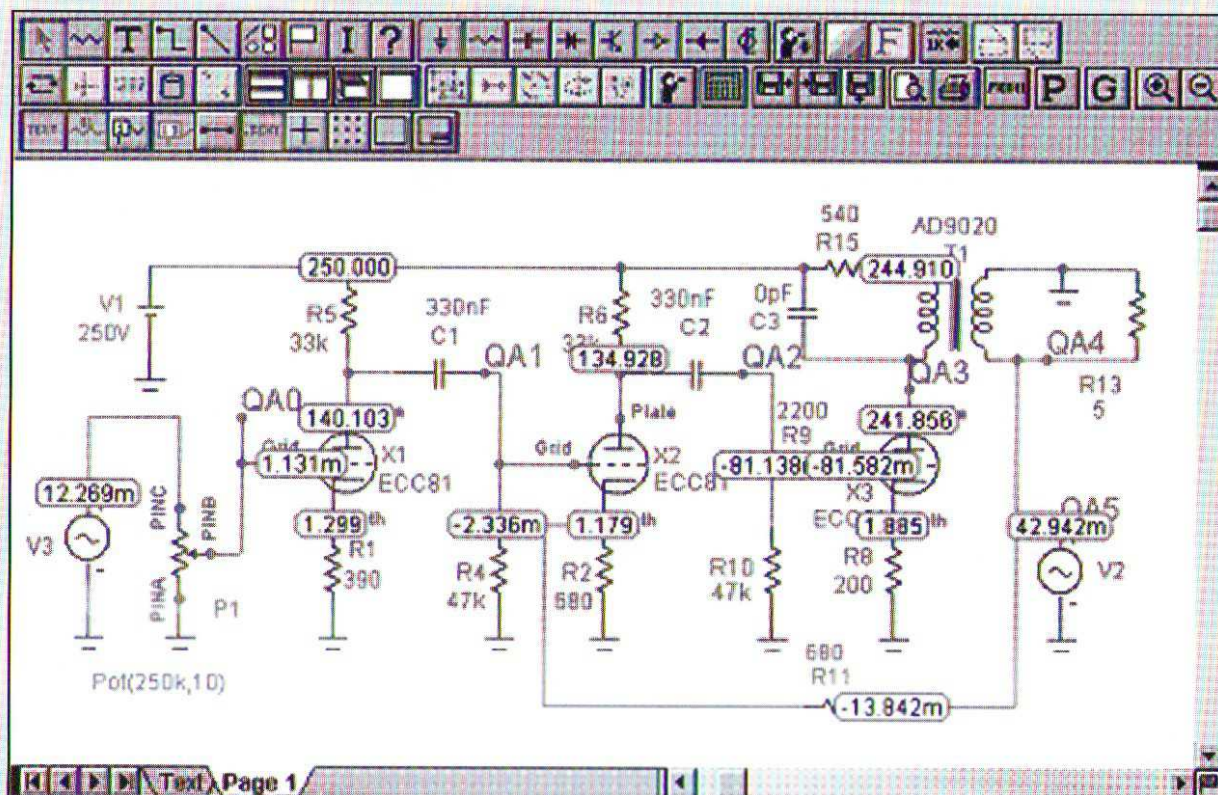
Pot(250k,10)

Ook deze waarde wordt als VALUE aan het element P1 ingegeven. De VALUE=250V van de gelijkspanningsbron V1 wordt direct aan het symbool voor V1 geschreven. Dit is de (ideale) spanningsbron voor de hoogspanningsvoorziening. De stroombron voor de glocidraden mogen wij in de simulator natuurlijk weglaten. De simulatie van de hoogspanningsvoeding met de afvlakking is wel belangrijk, maar wordt in dit artikel weggelaten. Als ingangsspanning V3 voor de transientsimulator kiezen wij een sinusgolf van 1 kHz met 100 mV amplitude.

Afb. 1
Audioversterker
met buizen.



Afb. 2
Gelijkspan-
ningen in de
audio-
versterker.



Wij kunnen aan deze golfvorm een willekeurige naam toekennen en noemen de bron bijvoorbeeld OTTO. Het model OTTO wordt vastgelegd op de tekstpagina, die zich achter het schema bevindt. De amplitude, fase en de gelijkspanningscomponente worden in deze definitie vastgelegd, bijvoorbeeld voor een 1kHz-bron met een amplitude van 100 mV zonder gelijkspanning en met een beginfase van 1,23 rad.:

.MODEL OTTO SIN (A=0.1
DC=0 F=1000 PH=1.23)

Door de keuze van deze startfase geven wij de versterker eveneens een sprongfunctie als startimpuls, waardoor de simulator eventueel instabiliteit en oscillaties kan detecteren. Deze instabiliteit wordt door een sprong aangestoten. Schema van de buizenversterker Nadat wij hebben gecontroleerd, dat voor alle problematische onderdelen een bruikbaar model ter beschikking staat, tekenen wij

het schema in de Micro-Cap-simulator:

Gelijkspanningsinstelling

De eerste stap, die wij uitvoeren is de controle van de gelijkspanningsinstelling. Daartoe wordt eenmaal de transientsimulator gestart en onmiddellijk met close weer afgesloten. Nu levert de simulator op een knopdruk (vierde knop van links op de onderste rij) in het schema alle gelijkspanningen. Wij controleren de instelling van de buizen:

buis	anode	kathode	Rk	stroom
X1	140 volt	1,3 V	390 ohm	3,3 mA
X2	135 volt	1,2 V	340 ohm	3,5 mA
X3	242 volt	1,9 V	200 ohm	10 mA

Met dezelfde knop kunnen alle spanningen weer uit het schema (afb. 2) gewist worden. De audioversterker wordt afgesloten met een weerstand R13 van 5

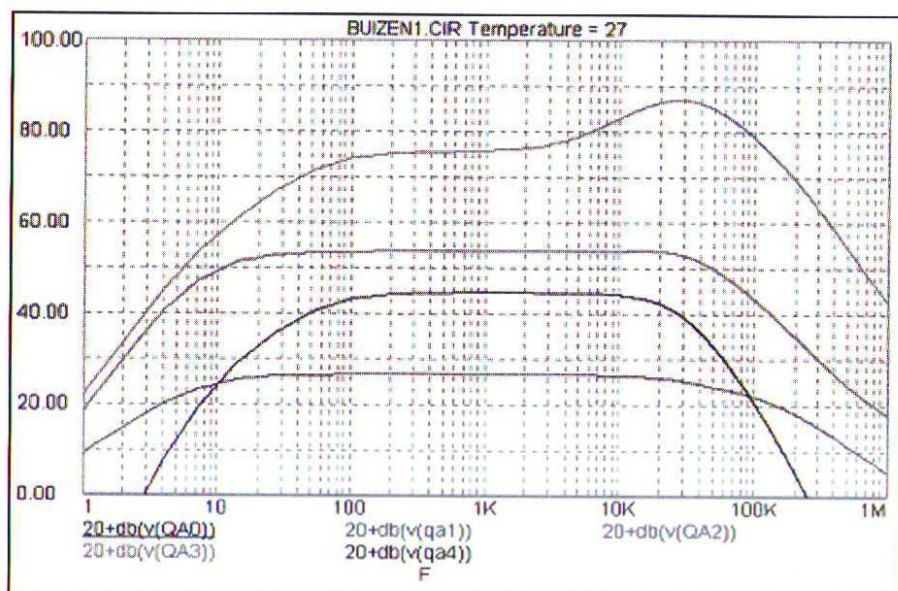
ohm, die een ideale luidspreker voorstelt. De versterker bevat een enkele terugkoppeling via weerstand R11, die wij nu willen analyseren en dimensioneren.

Openlus versterking

Allereerst wordt de weerstand R11 aan aarde gelegd, om de openlus versterking te simuleren. Wij mogen R11 niet gewoon weglaten, omdat deze weerstand een deel van de kathodestroom voert. (Zie afbeelding 3 op de volgende pagina). De openlus

versterking wordt aan alle trappen berekend. Daartoe wordt in de AC-analyse in de

logaritmische schaal ter compensatie van de potentiometerinstelling 20 dB bij elk signaal opgeteld. Bij de specificatie van het frequentiebereik geeft men eerst de bovengrens,



Afb. 3 Openlus versterking.

daarna de ondergrens aan: 1 Meg-Hz, 1. Na de berekening van de curven kunnen wij het plotbereik gemakkelijk zelf kiezen. Daartoe een dubbele klik in de tekening en het bereik voor de Y-as aanpassen op bijvoorbeeld:

Range Low = 0 dB

Range High = 50 dB of bijvoorbeeld 100 dB

De nauwkeurigheid van de berekeningen is afhankelijk van de tijdsduur, die wij daarvoor ter beschikking stellen. Deze tijdsduur hangt af van de ingangsamplitude. Bij kleine amplitudes is het rekenwerk eenvoudiger en de simulator beduidend sneller klaar. Een bruikbaar compromis is een waarde Maximum Change tussen 0.01% en 0.001 %. Bij 0.01 % voert de simulator de berekening binnen enkele seconden uit. Interessant is natuurlijk de uitgangsspanning met de kleinste bandbreedte tussen slechts ongeveer 100 Hz en 20 kHz in afb. 3. De openlus versterking bedraagt bij 1 kHz ca. 44 dB ten opzichte van 10 mV en bedraagt dus ongeveer 1,5 volt amplitude in de weerstand van 5 ohm (afb. 4).

De golfvorm van afb. 4 wordt in de transientanalyse getekend. Als maximaal bereik is 4 ms voor 4 volledige perioden van het 1 kHz signaal gespecificeerd. Het beschikbare vermogen is natuurlijk erg laag, maar wij willen in dit geval geen vermogensversterker ontwerpen.

De drie trappen versterken elk ongeveer 25 dB, waarbij de laatste trap in het hogere frequentiebereik rond 30 kHz nog eens 10 dB extra versterkt. Bij een ingangssignaal van 10 mV wordt de eindtrap reeds

vol uitgestuurd. Bij 90 dB versterking in het bereik 30 kHz bedraagt de amplitude reeds ongeveer 300 Volt.

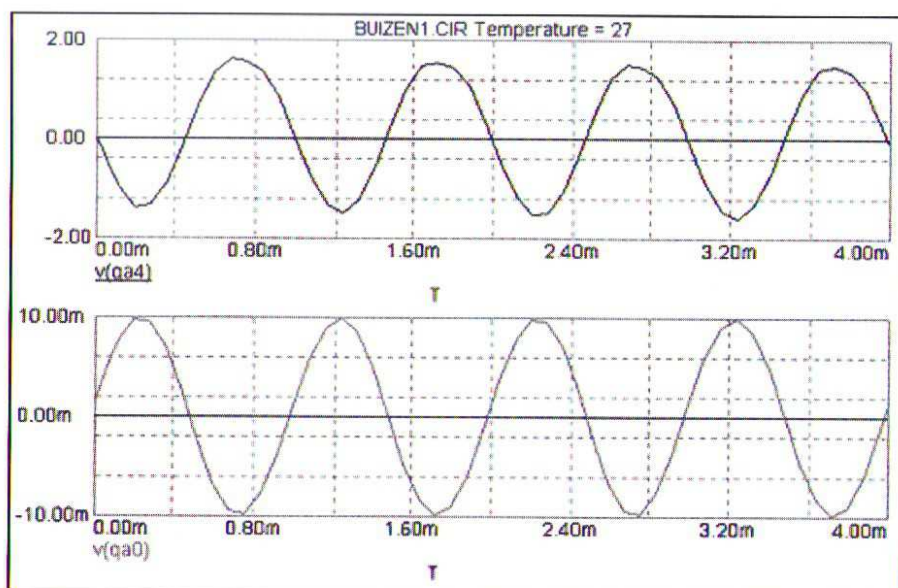
Wij kunnen ook de fasedraaiing van de signalen berekenen, maar besteden daaraan in dit voorbeeld geen aandacht, omdat het faseverloop volgens de theorie van Bode in een lineair systeem direct met het amplitudeverloop samenhangt. De triode is weliswaar geen lineair element, maar in de versterker zal geen noemenswaardige afwijking in de fasekarakteristiek optreden.

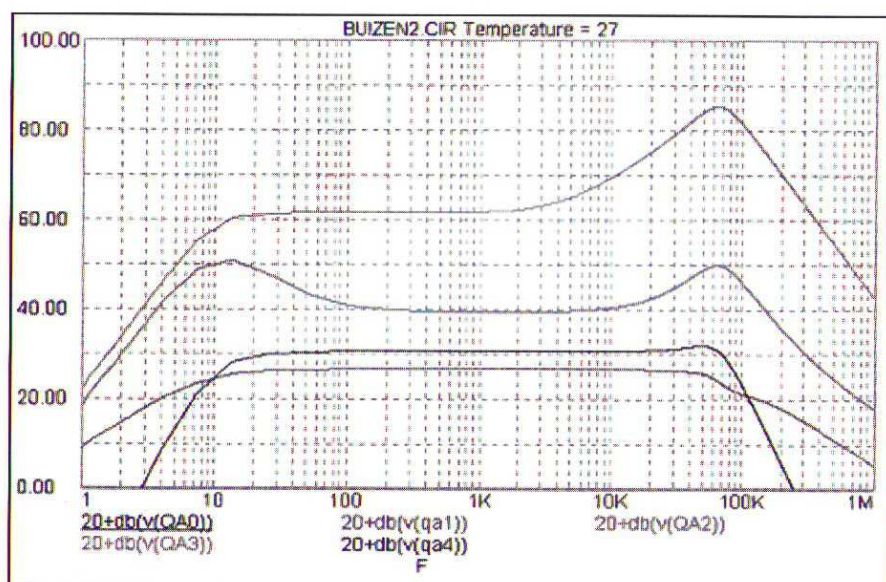
Terugkoppeling

In een volgend experiment wordt de terugkoppeling opgevoerd door R11 aan de luidsprekeruitgang te koppelen (afb. 5).

De versterking van het uitgangssignaal (300 mV) is nu 30 dB ten opzichte van 10 mV, maar de bandbreedte is nu recht van ca. 20 Hz tot 70 kHz. Indien wij de condensator C3 vergroten, leidt dit tot een hogere versterking in het bereik 70 kHz. De toename van de bandbreedte volgt nauwkeurig de wetten van de elektronica. De simulator heeft correct gewerkt.

Afb. 4 Ingangs- en uitgangsspanning van de openlus versterker.





Afb. 5 Versterking bij terugkoppeling.

Vervorming

Met behulp van de potentiometer kunnen wij de oversturing in de transientanalyse zichtbaar maken. Bij de instelling 10 % is de vorm van het uitgangssignaal nog een sinus. Na oversturing met een instelling 100 % snijdt de versterker de bovenste helft van de sinus gedeeltelijk weg. Helaas zien wij een vervorming in de sinusvorm niet duidelijk genoeg. Daartoe wordt in het volgende experiment een tweede bron V2 met de modeldefinitie OTTO_F ingevoerd:

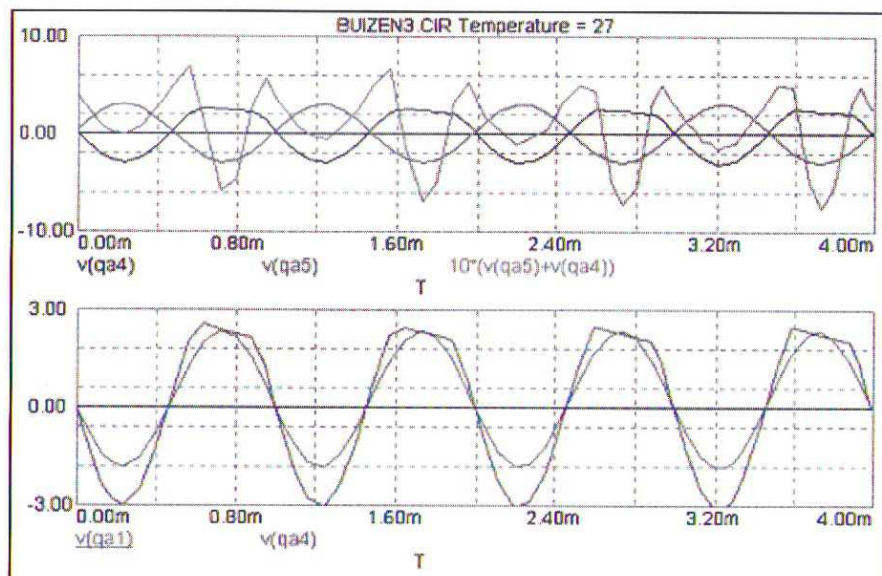
```
.MODEL OTTO SIN (A=0.1
DC=0 F=1000 PH=0.123)
.MODEL OTTO_F SIN (A=3.0
DC=0 F=1000 PH=0.123)
```

Deze bron heeft een amplitude van 3 volt en eventueel een andere fase. De spanning van deze bron wordt op meetpen QA5 aangesloten. Wij trekken nu deze mathematisch correcte sinus af van het uitgangssignaal en vermenigvuldigen het verschilsignaal met 10, zodat wij de vervorming als verschil van de vervormde en echte sinus duidelijk kunnen zien.

De verschilcurve is als onregelmatige golfvorm in de bovenste grafiek van afb. 6 weergegeven. De bijbehorende in- en uitgangsgolven zijn in de onderste grafiek van afb. 6 geschetst.

Natuurlijk weten wij nog niet, welke spectrale componenten aan de vervorming bijdragen, maar als controle op een zuivere signaalform is de methode bruikbaar. Bij deze berekening is het natuurlijk handig, om de twee bronnen ten opzichte van elkaar in fase te kunnen verschuiven.

Afb. 6 Vervorming bij potentiometerinstelling 100 %.



Als alternatieve bewerking van de vervormingsmeting kunnen wij de berekende signalen in digitale vorm opslaan en in een ander programma analyseren.

Samenvatting

De simulator levert een goed inzicht in de werking van de onderdelen in de versterker. De schakeling is vergelijkbaar met de „HIFI“-buisenversterkers, die wij in de zestiger jaren hebben gebouwd. De favoriete buizen waren destijds de ECL82, ECC83 en EL84. Alhoewel ik de schakeling na de simulatie niet heb gebouwd en nagemeten, ziet de simulatie er betrouwbaar uit en komt overeen met een werkend schema met deze buizen. Ook een balanstrap moet de simulator kunnen verwerken. Vermoedelijk is het aantal onderdelen in dit geval te groot voor de gratis demoversie en moet U daartoe een volwaardige software bij de firma Spectrum bestellen.

Voor het ontwerpen van een hoogwaardige versterker zijn de modellen van de nietlineaire elementen (buisen, transformator, luidspreker) ontoereikend. De

eindbuis (pentode) kan wellicht met het standaard model voor de FET worden beschreven, die immers in het verloop van de karakteristieken en de belangrijkste eigenschappen (steilheid, inwendige weerstand, versterkingsfactor, roosterstroom) goed overeenstemt met de buis. Ongetwijfeld zijn ook de geringe waarden voor de parasitaire capaciteiten in de bedrading rondom de trioden te optimistisch voor de gemiddelde zelfbouw versterker. Indien wij in de modeldefinitie

Triode(0.7E-5,60,10pF,15pF,12pF)

deze waarden rond 10 pF kiezen, reduceren wij de openlus bandbreedte van 20 tot 12 kHz en de bandbreedte van de teruggekoppelde versterker van 70 kHz tot 40 kHz. In de transformator zijn is de verzadiging niet gemodelleerd, terwijl de voedingsfilters, de luidspreker, de kabels en het scheidingsfilter in een goed model ook reactieve elementen bevatten. De simulator is echter met behulp van nauwkeurige Spicemodellen in staat de combinatie voeding, versterker, eindtrafo, toevoerkabels, scheidingsfilters & luidspreker als een samenhangend systeem te dimensioneren. Een systeem is immers steeds beter dimensioneerbaar dan een verzameling van losse onderdelen. Daartoe moet de elektronicus weliswaar de probleemgevallen eindtrafo en luidsprekers modelleren, maar dit lijkt mij niet onhaalbaar.

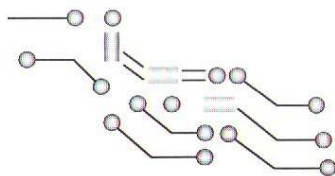
Wie probeert het eens uit ?



Halfgeleiderindustrie kan niet zonder mechatronica

Oratie prof. Herman Soemers

De halfgeleiderindustrie kan niet zonder oplossingen uit de mechatronica om de vereiste precisie te halen. Maar voor mechatronisch ontwerpers is het gevaarlijk om alle kaarten te zetten op de 'race' in de halfgeleiderindustrie. De voortgaande miniaturisatie zet de ontwerpers van machines voortdurend op scherp, maar wat gebeurt er als dat niet meer de belangrijkste drijfveer is? Mechatronisch ontwerpen kan daarentegen nog veel méér betekenen in het verbeteren van mechanische constructies en producten. In de opleidingen moeten daarom de creatieve ontwerpvakken meer in balans zijn met het meer fundamentele, op analyse gerichte deel van het studieprogramma. Dat stelt prof.ir. Herman Soemers, die de kunst van het mechatronisch ontwerpen graag wil overbrengen vanuit zijn industriële achtergrond. Hij houdt op 7 november zijn intrede als hoogleraar Mechatronisch Ontwerpen aan de Universiteit Twente. Zijn benoeming is mede mogelijk gemaakt door de Stichting Mechatronics Valley Twente.



Mechatronica, begonnen als een verstandshuwelijk tussen mechanica en elektronica, is inmiddels een systeembenadering waarin verschillende disciplines van meet af aan betrokken zijn bij een productontwerp. Een auto zit vol mechatronica, en een robot of dvd-speler is ook een mooi voorbeeld. De rol van de soft-

prof.ir. Herman Soemers



ware hierin is drastisch toe- genomen. Soemers vraagt zich in zijn oratie daarom af of de term 'mechatronica' de lading nog wel dekt.

Een grote drijvende kracht is de halfgeleiderindustrie, waar uiterst precieze positionering nodig is bij de fabricage van chips. De productiemachines kunnen al lang niet meer alleen door een mechanisch ontwerper worden ontworpen, een geïntegreerde benadering met regel- techniek is voorwaarde om aan de precisie-eisen te kunnen vol- doen en tegelijk de kosten bin- nen de perken te houden. Toch is het gevaarlijk om alle kaarten te zetten op deze sector, stelt Soemers. De "uiterst agressieve roadmaps" van de halfgeleider- industrie leveren nog uitdaging genoeg, maar wat gebeurt er als miniaturisering niet langer de drijvende kracht is of een heel andere technologie levensvatbaar blijkt?

Massa-spiraal

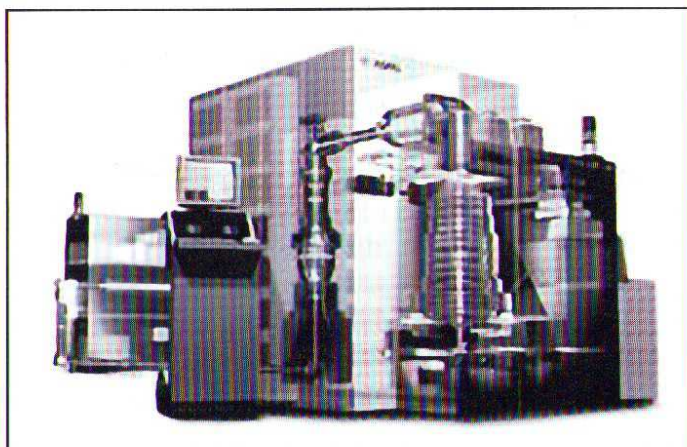
De uitdagingen voor de mechatronica ziet Soemers in bijvoorbeeld het doorbreken van de 'massa-spiraal': om aan de precisie-eisen te voldoen, wordt een machine in opeen- volgende stappen vaak steeds zwaarder; een spiraal waar ook de ruimtevaart mee te kampen heeft. Wat kan een actieve regeling daarin betekenen, zoals de smart disc die de UT onlangs ontwikkelde, die trillingen compenseert en de constructie toch relatief licht houdt? Of een lerende regeling die versto- ringen vooraf kan compen- sieren?

Snel bouwen

Soemers, die zijn industriële achtergrond bij Philips CFT (Centre for Industrial Tech- nology) koppelt aan dit nieuwe deeltijd hoogleraarschap bij Elektrotechniek en Construc- rende Technische Wetenschap- pen, vindt het ontwerpvak lastiger te doceren dan bij- voorbeeld stromingsleer of andere meer analytisch gerichte vakken. Ontwerpen heeft eveneens een analytische kant, maar het begint vaak met een wat ongrijpbare, creatieve fase. Deze twee moeten in balans zijn, vindt de hoogleraar, en dat ontbreekt er nog wel eens aan in de technische opleidingen,

pen moet worden als oplossing. Iteratieslagen zijn vaak nodig, maar 'snel iets bouwen' is altijd aan te raden, volgens Soemers, om tussentijds een oordeel te kunnen vormen.

Soemers is benoemd door een gezamenlijke inspanning van het Drebbel Institute for Mechatronics van de UT en 'Mechatronics Valley Twente', waarin een aantal onder- nemingen waaronder DEMCON en Thales de regionale krachten op dit gebied bundelen.



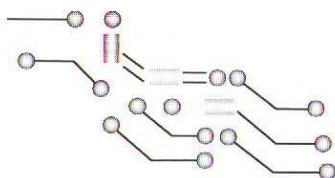
Een waferstepper voor het maken van patronen op een chip

waar de analyse de boventoon voert. Hij bestrijdt overigens dat echte creativiteit alleen mogelijk is in een omgeving van vrije research. Onder tijds- en productiedruk bouwt de mens misschien wat blokkades in voor creatieve idee-vorming, maar door even de druk van de ketel te halen komen de ideeën toch vanzelf boven. De ene ontwerper is vervolgens sneller dan de andere in staat om te beoordelen of iets 'waarschijn- lijk wel mogelijk is' of verwor-



Het gebruik van embedded web servers in applicaties

Er is niets nieuws onder de zon als we praten over een microcontroller (MCU) waarop een TCP/IP stack draait en waarop web pagina's worden verwerkt. Een groot aantal microcontrollers bevatten een implementatie van een TCP/IP stack, waarmee ze in staat worden gesteld om met het Internet verbonden te worden. Hoewel dit een legaal gebruik is, kunnen dergelijke componenten meer van betekenis zijn als ze binnen een applicatie worden toegepast. Veel toepassingen maken gebruik van een status of een diagnostische poort waarmee de gebruiker in staat wordt gesteld om naar de interne bewerkingen te kijken. Het kan een behoorlijke klus worden om een dergelijke interface te ontwikkelen met zijn protocollen en om de resulterende software op een externe computer te laten draaien of een handheld systeem om de informatie weer te kunnen geven. Het is veel eenvoudiger om een al bestaande algemene standaard te gebruiken: de internet en web browsers. Vrijwel iedereen heeft wel eens over het web gesurft en kan een web pagina eenvoudig bedienen. Het gebruik van embedded web servers om de status en de diagnostische informatie via web pagina's weer te geven reduceert niet alleen de kosten voor het ontwikkelen van een dergelijk systeem door een systeem ontwerper, maar reduceert tevens de kosten die verbonden zijn aan het geven van trainingen en de apparatuur op het moment dat het systeem wordt ontwikkeld.



By Rodger Richey
Applications Manager
Microchip Technology Inc.
www.microchip.com

De meeste grotere systemen bevatten een embedded netwerk, in de regel met behulp van een RS232, RS485, I2C of een CAN, van waaruit informatie over de werking van het systeem kan worden verkregen. Een goedkope microcontroller van 8 bit kan de interfacing voor dit netwerk verzorgen en met uiteenlopende subsystemen communiceren ten einde de status informatie te vergaren en de besturing over deze systemen te realiseren. De microcontroller beschikt tevens over een internet interface. Hiermee kan een service technicus in het veld via een standaard pc een verbinding krijgen met het systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van een seriële poort of een Ethernet poort. De configuratie van de pc kan automatisch plaatsvinden op het moment dat de pc wordt gestart, omdat het IP adres van de microcontroller op alle systemen hetzelfde is. De technicus hoeft alleen nog maar de web browser te starten en beginnen met het contro-

leren van de status of van gewijzigde parameters in het systeem.

Hardware Interfaces

De Internet interface is er in twee variaties: serieel en Ethernet. De Internet interface is gelijk aan die voorziening waarvan veel mensen tegenwoordig gebruik maken om met een modem te communiceren. In dit geval is er geen modem nodig, omdat de stack op de microcontroller er een emuleert. De enige eis voor wat betreft de hardware is een niveau verschuiver (level-shift) schakeling die de RS232 niveaus ($\pm 15V$) omzet naar een digitaal 0 V and +5 V niveau voor de microcontroller. Hier zijn verschillende componenten voor beschikbaar, waaronder de MAX232 of de DS275, die deze omzetting of verschuiving eenvoudig realiseren.

De Ethernet interface vereist eveneens een interface schakeling.

Dit IC is aanzienlijk complexer dan de eerder genoemde voor de RS232. Dit onderdeel vormt een buffer voor het versturen van pakketjes informatie of bij het ontvangen van pakketjes data, het controleert het adres en het controlegetal (checksum) van de pakketjes en zorgt bovendien voor het interfacen naar de netwerk media. De componenten voor de Ethernet interfaces bevatten de Realtek RTL8019AS of de Crystal CS8900A. Naast de interface schakelingen (IC) zijn bovendien een klok en een zogenoemde media interface, zoals een transformator, vereist.

De seriële interfaces kunnen voordelen hebben van de geïntegreerde seriële poort die zich standaard op een aantal microcontrollers bevindt. Ethernet interfaces moeten desondanks voorzien worden van een embedded en een standaard geïmplementeerde type PC bus interface, zoals een ISA of een PCI. Dit is dan ook de reden dat de interface naar de microcontroller standaard beschikt over een groot aantal I/O pennen voor data, adressen en de besturing.

Het tweede deel van de Internet interface is de microcontroller. De microcontroller moet als eerste in staat zijn om met het bestaande netwerk in de applicatie te kunnen communiceren. Het implementeren van de web server met geïntegreerde periferie bespaart bovendien

CPU belasting op het hoofdsysteem in vergelijking met geïmplementeerde virtuele periferie. I2C is populair en wordt veel toegepast in reksystemen voor milieu applicaties. RS485 wordt vooral in industriële toepassingen gebruikt. CAN wordt toegepast in zowel industriële applicaties als in toepassingen binnen de automobielindustrie. Een voorbeeld van een component dat aan de meeste van de gestelde eisen voldoet is de PIC18F6720 Flash microcontroller van Microchip Technology. Dit onderdeel beschikt over een USART interface die in staat is om zowel RS232 en RS485 te ondersteunen alsmede beschikt over een SPI module en een I2C-module. Het bevat bovendien 128 kbyte programmeergeheugen en een 3,8 kbyte datageheugen wat in de regel voldoende is voor het implementeren van de interface naar het applicatienetwerk en de TCP/IP stack.

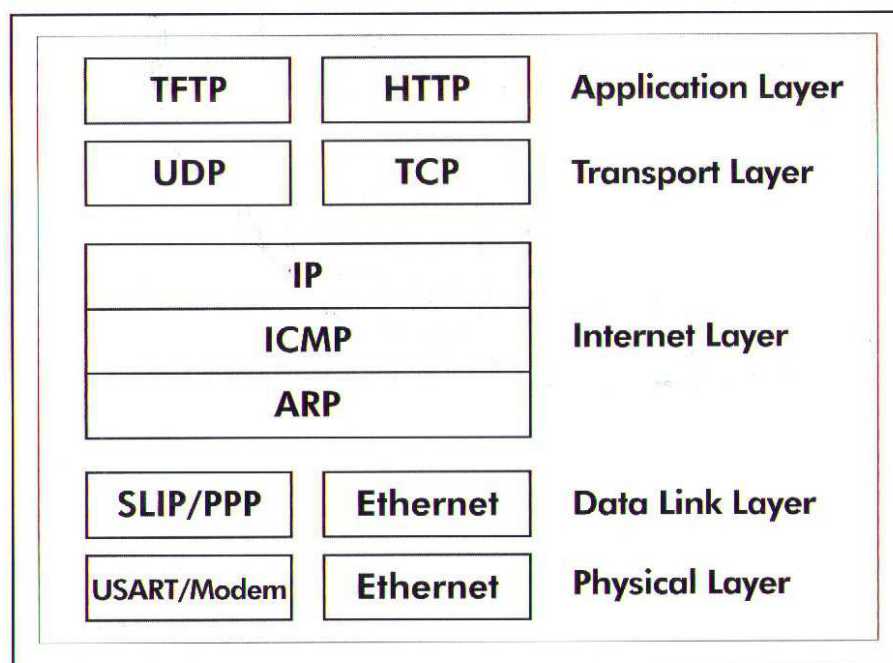
TCP/IP protocollen

Nu gaan we over tot het definiëren van de set Internet protocollen die we nodig hebben voor het imple-

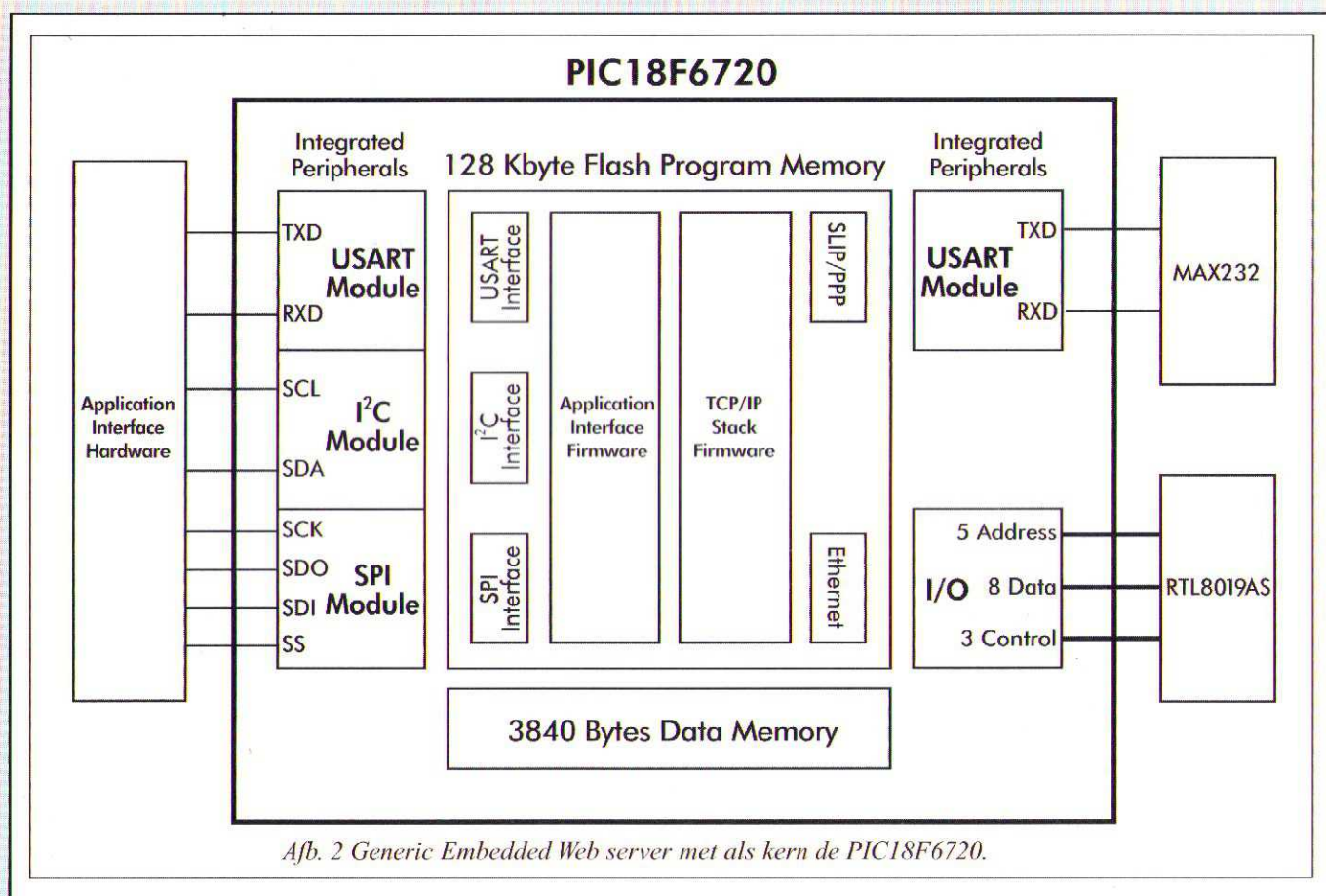
menteren van de embedded web server. De eisen die we stellen kunnen we in afbeelding 1 zien. Deze afbeelding toont een model van een TCP/IP stack die uit verschillende lagen bestaat.

De Physical Layer doet dienst als low-level interface tussen de microcontroller en de fysieke media. In het geval van een seriële interface omvat dit tevens de firmware voor het emuleren van een modem en/of routines voor het overdragen van data met behulp van de seriële poort. Een Ethernet interface vereist routines voor het besturen van de I/O pennen die een verbinding vormen voor het adres, de data en de besturingslijnen. De Physical Layer transporteert data bits of bytes tussen de media en de volgende laag in de stack.

De Data Link Layer zet de ruwe data, afkomstig van de Physical Layer, om in logische frames die de volgende laag kan herkennen. Een seriële interface zal standaard gebruik maken van een van de twee volgende protocollen: Serial Line Interface Protocol (SLIP) of Poit-to-Point Protocol (PPP). SLIP



Afb. 1 TCP/IP Stack Model.



is een eenvoudige methode om datastromen in frames te hakken, waarbij gebruik wordt gemaakt van een zogenoemd delimiting karakter in de datastroom zelf. PPP is een complexer protocol en voorziet ook in compressie en bezit nog enkele geavanceerde eigenschappen. PPP wordt meestal gebruikt in combinatie met seriële interfaces voor inbelverbindingen naar het Internet. SLIP is echter vooral vanwege zijn eenvoud geschikter voor een diagnostische en een besturingspoort.

De Network Layer is verantwoordelijk voor het afhandelen en adresseren van boodschappen en route informatie van bron naar bestemming. Het wordt bijvoorbeeld gebruikt om een hardware adres, zoals een Ethernet adres, om te zetten in een logisch adres, zoals een IP adres. De in deze laag toegepaste protocollen zijn Adress

Resolution Protocol (ARP), Internet Control Message Protocol (ICMP) en Internet Protocol (IP). ARP vertaalt het fysieke adres in een logisch adres. ICMP voorziet in een methode voor het herkennen van communicatiefouten en andere boodschappen tussen twee knooppunten (nodes) in het netwerk. Een van de meest bruikbare eigenschappen van ICMP voor het debuggen (ontluizen, herstellen van fouten) van embedded systemen is de zogenoemde 'echo request and reply' ofte wel PING. Deze eigenschap geeft de mogelijkheid aan een systeem om te kijken of een ander systeem aan het netwerk is gekoppeld. IP vormt de backbone van het Internet. Enkele van de eigenschappen van IP zijn het adresseren en routen van pakketten, fragmentatie en het in de oorspronkelijke staat terugzetten van data, herkennen van

packet time out en het geven van prioriteiten aan pakketten.

De Transport Layer regelt de datastroom tussen de knooppunten in een netwerk en verdeelt de datastroom in beter beheersbare grootten voor de omringende lagen. Het kan tevens voorzien in foutcontrole (error checking), foutafhandeling en het accepteren van de data die op het protocol is gebaseerd. Twee belangrijke protocollen worden binnen de transportlaag gebruikt: User Datagram Protocol (UDP) en Transmission Control Protocol (TCP). UDP is een niet gebonden (verbindingsloos) gebaseerd protocol waar datapakketten zonder enige vorm van handshaking of bevestiging van ontvangst worden verzonden. Het is aanzien-

Wordt vervolgd op pagina

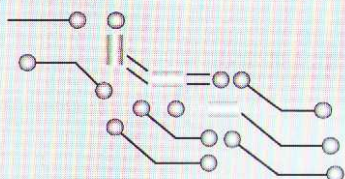
Spraak- gestuurde robotarm

Ontwerp en maak een spraakgestuurde robotarm die gebruikt kan worden bij de voorlichting over de technische opleidingen van de Hanzehogeschool Groningen. Dat was de afstudeeropdracht van vierdejaars student Elektrotechniek Raymond Eisinga.



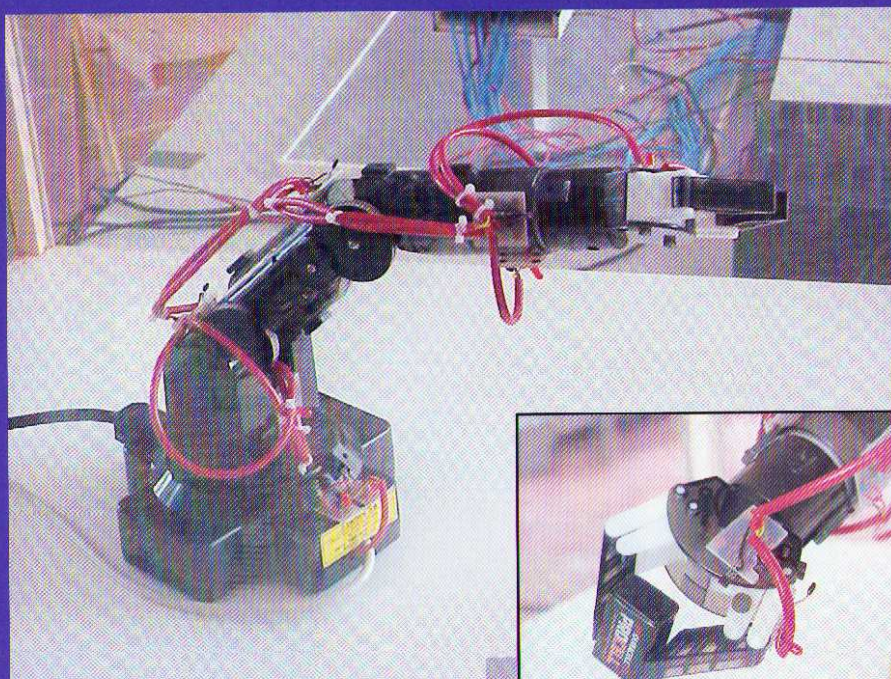
Raymond had zijn ontwerp snel op papier. Het wachten was op onderdelen. Tijdens deze wachtperiode ging hij en passant aan de slag met de verbetering van een model van de zweeftrein. Een probleem waar vele voorgangers op waren vastgelopen. (zie ook RB Elektronica nr.02 1999)

Na vijf maanden had hij de zweeftrein zwevend en was de spraakgestuurde robotarm klaar voor gebruik op open dagen, manifestaties en beurzen.



Een waar huzarenstukje, deze twee projecten. Raymond blijft er nuchter onder. "Na een kort onderzoek wist ik wat ik nodig had en wat er verkrijgbaar was. Het model bestaat uit een spraakchip, een microprocessor/microcontroller en een robotarm met aansturing. Er was helaas maar een klein budget beschikbaar dus moesten we kiezen voor een eenvoudig model. Zelf heb ik daarna aanpassingen gemaakt voor de motoraansturing en een stukje software geschreven voor de microprocessor/microcontroller en de vermogensinterface aangepast. De voorbereiding ging best snel en alles lag klaar om ingebouwd te worden".

Omdat de spraakgestuurde robot gebruikt gaat worden tijdens voorlichtingsactiviteiten moet het eenvoudig te bedienen zijn, verplaatsbaar zijn en er moest een mogelijkheid zijn om het model in de toekomst uit te breiden. De keuze voor een microcontroller had te maken met deze eisen want door het stukje software in het



geheugen kan de robot functioneren zonder koppeling aan een pc.

“Robot” roept Raymond indringend in de microfoon. Op zijn volgende commando “Roteer rechtsonder” wordt de opdracht door de robot bevestigd en langzaam gaat de grijphand naar rechts. De robot reageert perfect op zijn stemgeluid. “Dat was in het begin wel anders”, aldus Raymond. “De robot kreeg wel opdrachten maar de eindstand ontbrak en er kwam



geen feedback. Ik heb daarom 10 extra Hallsensoren aangebracht waarmee het probleem verholpen was”.

“Robotarmen zijn niet zo bijzonder meer, maar wel spraakgestuurde zoals deze. Maar uniek is het niet. Er wordt in de medische wereld al wel gebruik van gemaakt. Maar dat is ook het leuke aan dit project. Je laat zien wat er mogelijk is met techniek en daarbij horen ook herkenbare praktische toepassingen. Het is een manier om techniek zichtbaar te maken.”



De spraakgestuurde robotarm mag dan niet uniek zijn. Volgens Wouter Eisema, begeleider van Raymond is zijn afstudeerproject wel uniek. “Zijn dubbele prestatie van zowel de robotarm als de zweeftrein is een knappe prestatie. Uiteindelijk werd de meeste tijd en aandacht besteedt aan de zweeftrein maar hij zorgde er ook voor dat zijn oorspronkelijke opdracht goed werd afgerond. We konden daarom tijdens de open dagen dan ook prachtige modellen laten zien.”

De nieuwe Hoofdcatalogus 2003

Prijs € 3.75

Alles op het gebied van:

- Computer & Kantoor
- Communicatie
- Zendapparatuur
- Satelliet • Audio • Video
- Licht & Geluid
- Auto-HiFi • Auto-accessoires
- Gereedschap • Soldeertechniek
- In en om het huis
- Energie & Milieu
- Modelbouw • Modelspoor
- Meettechniek • Netvoedingen
- Bouwpakketten
- Componenten



Ruim 960 pagina's boordevol elektronica en techniek

Ja, ik wil graag de nieuwe Hoofdcatalogus 2003 ontvangen

en ik machtig Conrad Electronic Nederland om € 3.75 (als bijdrage in de verzendkosten) van onderstaande bank- of girorekening af te schrijven

NaamM/V

Plaats

Bedrijfsnaam

Rekeningnummer

Adres

Postcode

Handtekening

Knip de bon uit en stuur hem op naar: Conrad Electronic • Antwoordnummer 1001 • 7500 VB Enschede

Vervolg van pagina 26

lijk eenvoudiger dan TCP en kan in een groot aantal embedded toepassingen met succes worden gebruikt. TCP is aan de andere kant voorziet in een betrouwbare methode van het bezorgen van pakketten op de bestemming. TCP voorziet in een volledige duplex verbinding (full duplex) en kan pakketten die zonder bericht aankomen compenseren. Het kan zijn werking dusdanig wijzigen dat het de bezorging optimaliseert, gebaseerd op netwerk vertragingen en de grootte van de verzonden pakketten. TCP is een extreem robuust protocol maar betekent wel een aanzienlijke belasting voor de CPU.

Tot hier hebben we nog geen discussie gevoerd over wat er met de data moet gebeuren, alleen hoe we er aan kunnen komen en hoe we het kunnen verplaatsen van de ene plaats naar de andere. De Application Layer beschikt over de noodzakelijke diensten om de binnenkomende data te kunnen interpreteren. Voorbeelden van dergelijke diensten zijn bestands overdracht (file transfer), mail en web browsing. De twee belangrijkste protocollen voor de embedded systemen zijn TFTP (Trivial File Transfer Protocol), wat gebaseerd is om UDP transport, en Hypertext Transfer Protocol (http), wat gebaseerd is op een TCP transport. TFTP is een eenvoudige methode om de data naar de MCU te verplaatsen, zoals nieuwe firmware dat zich zelf moet programmeren in een Flash programma geheugen of om een nieuwe web pagina te laten zien. HTTP is een onderliggend protocol voor web browsers. Dit protocol interpreteert de Hyper Text Markup Language (HTML) en coördineert de over-

dracht van data en grafische informatie ter ondersteuning van de web pagina. De web browser is de meest universeel toegepaste grafische gebruikers interface (GUI) ter wereld en wat nog belangrijker is: het is gratis!!

Er zijn verscheidene applicaties die van de voordelen van een embedded web server voor het diagnosticeren en besturen gebruik kunnen maken. De huidige auto bijvoorbeeld bestaat uit een aantal subsystemen die via een netwerk communiceren. In de regel wordt hiervoor het CAN netwerk gebruikt. Dit netwerk regelt de communicatie tussen de motor module, de aandrijf regel module, de feitelijke regeling en andere elementen. Een vliegtuig beschikt over een gelijksoortig systeem waarmee onder andere de oppervlakken in de gaten worden gehouden en die eveneens uit een aantal subsystemen bestaat die onder meer de motoren regelen en die over industriële vlucht systeem applicaties beschikt die wederom gebruik maken van sensoren om alle proces variabelen te meten en weer te kunnen geven op een display, zoals stromingssnelheden, temperaturen, drukken en dergelijke. Verder is apparatuur aangebracht, zoals servers, die over voedingsspanningen in de gaten te houden, temperaturen te controleren en de propellersnelheden blijven monitoren. In afbeelding 2 wordt een voorbeeld getoond van hoe een algemeen inzetbaar systeem er uit ziet dat op een PIC18F6720 is gebaseerd. Alle applicaties kunnen worden voorzien van een intuïtieve interface voor de service technicus voor het uitvoeren van diagnostische testen, onderhoud, foutzoeken en om het systeem te modificeren.

Het gebruiken van de protocollen van de TCP/IP suite is het meest geschikt voor een embedded omgeving, waarin een 8 bit controller een interne embedded web server kan creëren, die in staat is om de buitenwereld met het applicatie netwerk te kunnen laten communiceren. Het systeem kan van een eenvoudige GUI worden voorzien om de status van het systeem te bekijken en om de toepassing te besturen. Het belangrijkste is echter wel dat het ontwikkeltijd reduceert en daarmee de kosten omlaag brengt die gepaard gaan met diagnostische apparatuur en om de service technicus te trainen.

Bronmateriaal met toestemming overgenomen uit ECN Magazine, November 2001.



Gebundelde interactiviteit combineert digitale televisie met Internet

De uitdaging die ons wacht om televisie interessant te maken voor een nieuwe generatie van technologieën en consumenten is enorm. Om de consumentengewoonten die gevormd zijn in de afgelopen 60 jaar te veranderen en televisie op dezelfde snelheid te brengen als de interactieve inhoud die nu beschikbaar is via mobiele telefoons, pc's en PDA's (ook wel "handhelds" genoemd), hebben we zowel middelen als technologie nodig. De enorme mogelijkheden van Internet zal in combinatie met hoogwaardige digitale televisie het televisiekijken zoals we dat nu kennen transformeren tot een krachtig, nieuw, interactief medium voor consumenten.

**Eric LE BIHAN &
Eric ROSIER**

Wat is gebundelde interactiviteit? In deze context heeft Netgem en haar partners een plan voor interactieve televisie, dat gebaseerd is op zowel het Europese DVB (Digital Video Broadcasting) als op bekende Internetnormen gelanceerd. Het softwareplatform, Netgem 4.0 Digital, is ontworpen rond het concept van Gebundelde Interactiviteit, waarin de applicaties en technologieën met elkaar worden geïntegreerd op basis van Linux. Het idee is een enkele, eenvoudige interface voor consumenten te creëren, die hun toegang verschaft tot verpersoonlijkte diensten en content die worden gehaald uit omroepprogramma's of van Internet, variërend van elektronische televisiegidsen en e-mail tot chatten via een TV-scherm.

Een van de voordelen van digitale televisie is dat de consument de keuze heeft uit meer kanalen. Televisiekijkers hebben toen er steeds meer themakanalen bijkwamen duidelijk de wens geuit een nog bredere programmering te krijgen, zodat er programma's zijn voor elk mogelijk interessegebied. Nu de technologie dergelijke keuzes mogelijk maakt, zal de tendens van specialisatie waarschijnlijk toenemen, waardoor het aantal kanalen dat een dergelijke programmering aanbiedt ook zal toenemen. Voor het bedrijf betekent gebundelde interactiviteit ook dat zij consumenten deze gevarieerde mogelijkheden zo goed mogelijk wil laten benutten. Dit kan door verpersoonlijkte diensten aan te bieden, zoals op de consument afgestemde elektronische televisiegidsen en andere middelen. Deze diensten zullen ervoor zorgen dat kijkers de generatie interactieve televisie snel

zullen accepteren en dat interactiviteit voor elk project een voorwaarde voor succes zal worden. Kijkers verwachten daarnaast toegang te krijgen tot alle Internetdiensten (Internet en communicatiediensten, zoals e-mail, chatten, of SMS) waarmee zij reeds bekend zijn, als uitbreiding van de eerdergenoemde interactieve diensten.

De sleutel tot het succes van het aanbieden van een interactieve vorm van televisie aan een traditioneel passief publiek is eenvoudig. De gebundelde interactiviteit is zo ontworpen dat de overgang naar interactieve televisie voor elke consument zo eenvoudig mogelijk verloopt.

Gebundelde interactiviteit is krachtig doordat het informatie uit verschillende bronnen betreft. Dankzij de verpersoonlijkte elektronische televisiegids kan een televisiekijker die van tijgers houdt er bijvoorbeeld op worden geattendeerd dat er vanavond een documentaire op tv is over de "Verdwijnde tijgers van India", op BBC 1. Tegelijkertijd leest de kijker op het scherm dat er een nieuw artikel over tijgers op de website van National Geographic is verschenen, en dat een reisagent tegen een spotprijs een fotosafari aanbiedt. Met één druk op de afstandsbediening krijgt de kijker meer informatie over een van deze zaken. De informatie wordt visueel weergegeven in een gestandaardiseerd, eenvoudig te gebruiken formaat, of het nu informatie van een omroep, een webpagina, of een adverteerder betreft.

Ieder gezinslid kan zijn individuele portaal aanpassen aan zijn eigen

voorkeuren, waardoor een persoonlijke kijkervaring ontstaat, die is gebaseerd op het idee van persoonlijke interactiviteit. De "traditionele" kijkervaring van het gezin dat samen voor de buis zit, blijft bestaan, maar wordt aangevuld door een nieuwe manier van tv-kijken, waarbij de kijker onvertraagde interactiviteit, die voorheen alleen in verband werd gebracht met computers, mobiele telefoons en PDA's, nu combineert met televisieprogramma's.

Als het waar is dat timing belangrijk is, dan hebben de beleidmakers die beslissen over het ontwikkelen van de nieuwe generatie digitale televisie geluk. De reden daarvan is dat ze de mogelijkheid hebben om via Internet toegang te krijgen tot een enorme bron van content voor nieuwe multimedia. De aanbieder kan de steeds groter wordende toevoer van web-, HTML-, rich media en streaming inhoud gebruiken en deze aanpassen aan de parameters die benodigd zijn voor televisie.

Door gebruik te maken van de grote investeringen die de afgelopen jaren zijn gedaan in Internetinfrastructuur en van de verbinding met een wereldwijde gemeenschap van software-engineers en -ontwikkelaars, beschikken de ontwikkelaars van de digitale televisiebranche over een schat aan informatie, applicaties en diensten die de eerste pogingen tot het brengen van interactieve televisie op basis van eigen technologie doet verbleken.

De kosten van de overgang naar interactieve televisie worden al snel tenietgedaan door nieuwe inkomstenstromen uit interactieve reclame, interactief winkelen, en andere diensten die nog kunnen worden bedacht. Degenen die digitale programmering en het net succesvol met elkaar weten te combineren, zullen de grote winnaars zijn.

Recente ontwikkelingen in klantenrelatiebeheer en database mining hebben een verandering teweeggebracht in de manier waarop Internet door veel consumenten wordt gezien. Het vermogen van websites om in te spelen op de specifieke voorkeuren en keuzen van consumenten, zorgt voor een belangrijke relatie tussen bedrijf en consument die niet moet worden onderschat.

Als een website een e-mail verstuurt met de aankondiging dat er een nieuw boek is verschenen van een van uw favoriete auteurs, wiens laatste boek u heeft aangeschaft via deze website, bestaat er een grote kans dat u het

nieuwe boek ook zult kopen. Het vermogen van de site om een persoonlijke Internetrelatie met u op te bouwen, maakt de informatie van grotere waarde voor u als klant. Klantenrelatiebeheer en data mining-technieken worden toegepast om de klant het idee van sterk verpersoonlijkt contact te geven. Wanneer deze technieken goed worden gebruikt, brengen ze het concept van gebundelde interactiviteit op een hoger plan, en creëren ze boeiende info voor interactieve televisie, met de garantie dat elke kijker tot een geboeid publiek gaat behoren.

De door de partners voorgestelde oplossing voor gebundelde interactiviteit voldoet aan de verwachtingen die de consument en de makers van digitale televisie. Dit wordt bereikt door ons ontwerp van een softwareplatform dat enkele belangrijke technologieën integreert en vereenvoudigt, terwijl andere bedrijven deze juist aanvallen door hun eigen software over systemen met verschillende compatibiliteitsniveaus te leggen. Op deze manier biedt de oplossing voor gebundelde interactiviteit elk project op het gebied van digitale interactieve televisie stabiliteit, rendabiliteit en flexibiliteit. De software is gebaseerd op open Internetnormen (HTML, JavaScript, Linux) en Europese televisienormen (DVB, conditionele toegangsbeheersing).

De kern van de oplossing voor gebundelde interactiviteit is "Netgem 4.0 Digital", het interactieve televisie-softwareplatform.

Netgem 4.0 Digital is geschikt voor alle op Linux gebaseerde hardwareplatforms, die steeds vaker de norm worden voor ingebbede systemen. Het is bijzonder geschikt voor televisieapplicaties. De huidige decoderchips voldoen niet aan de snelheidseisen die aan interactieve systemen worden gesteld. Daarom hebben enkele grote fabrikanten van chips voor televisie-decoders bekendgemaakt bij het produceren van de nieuwe generatie chips over te stappen op ingebbede ontwerpen die geschikt zijn voor Linux.

Voor Europese klanten hebben wij ons werk rond televisiesystemen gebaseerd waarvan de info gebruikmaakt van de huidige Europese DVB-normen. Interactieve elementen in deze programma's werken via de DVB-informatieservice en de normen voor toegangscontrole die zijn aanbevolen door DVB (Viaccess etc.).

Bij Internetinformatie worden interactieve diensten gebaseerd op het gebruik van zowel HTML en presentatietaal als JavaScript-taal (gebruikt door DVB-HTML). Belangrijke normen van Rich Media gegevens worden ook ondersteund (Flash Macromedia, MP3 voor geluid, MP4, Real Video etc.).

De keuze van HTML en JavaScript-talen garandeert dat info op een eenvoudige manier kan worden ontwikkeld, zonder aan creativiteit in te moeten. Het aanpassen van huidige Internetapplicaties voor de gebruiker met afstandsbediening is relatief eenvoudig. Het betekent veelal dat de informatie moet worden verkleind, omdat rekening moet worden gehouden met de kleinere resolutie van het televisiescherm en dat de bedienings- en navigatieopties voor de televisiekijker moeten worden vereenvoudigd. Bij DVB worden interactieve diensten uitgezonden door gegevens te integreren in het zendsignaal. De gebundelde interactiviteitsoftware ondersteunt DVB-HTML, een onderdeel van DVB-MHP. Netgem is van mening dat het nieuwe MHP Profile 3 - DVB HTML de beste oplossing is voor zowel de makers van digitale televisie als de consumenten. DVB-J, een ander onderdeel van de norm, kan optioneel worden ondersteund. Het vermogen om de binnenkomende DVB-informatiestroom te analyseren en te verwerken, stelt consumenten in staat om ofwel unidirectionele informatie te ontvangen waarvoor geen retouraansluiting nodig is (bijvoorbeeld teletekstinformatie of meertalige uitzendingen), ofwel bidirectionele diensten waarbij de consument binnenkomende content (bijvoorbeeld een elektronische televisiegids, advertentielinks etc.) kan aanklikken en hierop kan reageren, en dat allemaal binnen de gebundelde interactiviteitsomgeving.

Voor grote projecten op het gebied van digitale interactieve televisie zijn oplossingen nodig die rendabel, flexibel, schaalbaar, upgradebaar, stabiel, en direct beschikbaar zijn. De ervaring die Netgem heeft als Europese marktleider op het gebied van de ontwikkeling van software voor interactieve televisie, brengt deze elementen naar een hoger plan. Het bedrijf houdt het eenvoudig voor zowel consumenten, die de televisie herontdekken dankzij digitale interactiviteit, als besluitvormers die ontdekken dat gebundelde interactiviteit de verstandige keuze is voor vandaag en morgen.

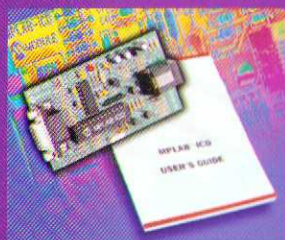
FLASH Microcontrollers

Bespaar cruciale design tijd

Microchip's nieuwe 8-bit PIC18 FLASH microcontroller familie omvat de power van een 16-bit kern met tot 32K bytes eigen-programmeerbaar FLASH geheugen en één miljoen schrijf/wis cyclussen. PIC® Flash microcontroller producten bieden aanvullend een brede serie van periferie zoals:

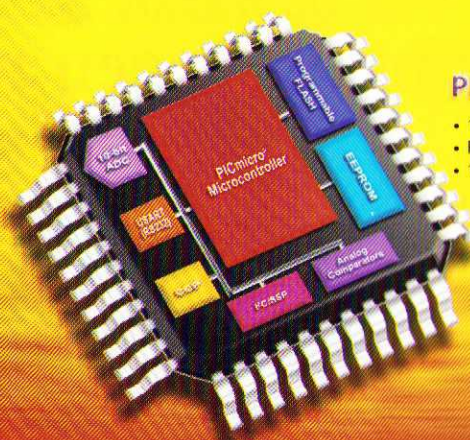
- Veelvoudige communicatie interfaces, inclusief I²C™, CAN, RS-232
- 10-bit A/D converters

Alles wat nodig is om snel een design te maken met de flexibiliteit om veranderingen door te voeren tijdens de levenscyclus van een product.



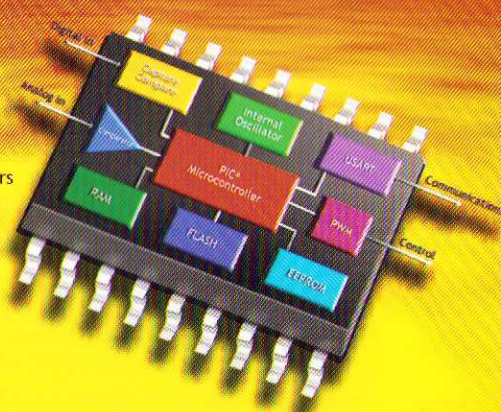
Microchip's world-class ontwikkel apparatuur, inclusief MPLAB® integreerde ontwikkel omgeving en de zeer goedkope In-Circuit Debugger, geven de mogelijkheid om code revisies zeer snel en eenvoudig aan te maken voor een prototype, zodat business in een FLITS gegenereerd kan worden.

Check nu de veelomvattende Microchip portefeuille met her-programmeerbare FLASH microcontrollers en ontdek waarom de PIC architectuur voortaan uw keuze zal zijn.



PIC18F452

- 10-bit A/D converter
- RS-232
- 10 MIPS @ 10 MHz



PIC16F628

- 2 analogue comparators
- USART
- Internal oscillator

PIC FLASH Microcontrollers

Package Size	Processor	Parts in Production	Memory Configurations (Bytes)			Digital I/O	Communication Ports	Analogue Interface (Channels)	Low-Cost Flash In-Circuit Debug	Development Tool Suite
			Programme	RAM	Data E ² PROM					
18/20 Pin	PIC16	5	1.7K-3.5K	68-224	64-128	13	RS-232, I ² C/SPI™	—	Available	Available
28 Pin	PIC16	6	3.5K-14K	128-368	64-256	22	RS-232, I ² C/SPI	10-bit ADC (5)	Available	Available
28 Pin	PIC18	4	16K-32K	768-1536	256	23	RS-232, I ² C/SPI, CAN 2.0B	10-bit ADC (5)	Available	Available
40/44 Pin	PIC16	5	3.5K-14K	128-368	64-256	33	RS-232, I ² C/SPI	10-bit ADC (8)	Available	Available
40/44 Pin	PIC18	4	16K-32K	768-1536	256	34	RS-232, I ² C/SPI, CAN 2.0B	10-bit ADC (8)	Available	Available

Bezoek onze website voor
meer informatie
www.microchip.com/flashmcus

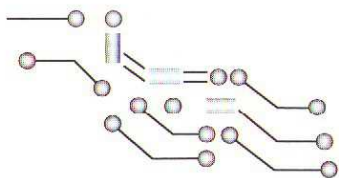


MICROCHIP
The Embedded Control Solutions Company®

Licht om door een ringetje te halen

Optische opvolger transistor - Licht om door een ringetje te halen

Ringetjes van vijf tot hooguit vijftig micrometer in doorsnee, waarin licht een rondje loopt. Dat zijn de 'optische microresonatoren' die promovendus Dion Klunder heeft ontwikkeld aan het MESA+ research-instituut van de Universiteit Twente. Ze zijn geschikt als optisch equivalent van de transistor, concludeert hij in zijn proefschrift, en kunnen functies overnemen zoals schakelen of filteren. Klunder's onderzoeksresultaten hebben geleid tot een nieuw Europees project op het gebied van 'next generation' optische schakelingen. Hij promoveert op 4 oktober aan de faculteit Technische Natuurwetenschappen.

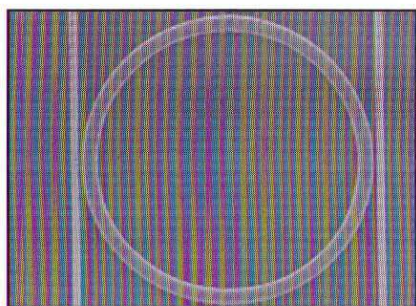


Een volledig optische computer, die werkt met alleen licht en geen 'conventionele' elektronica meer bevat, is er voorlopig nog niet mee te bouwen, maar de microresonatoren zijn wel geschikt voor opto-optisch schakelen. Als informatie via licht wordt getransporteerd, is schakelen vaak nog een vertragende stap, omdat tot nu toe een omweg nodig is via micro-elektronica. Het licht wordt dan vertaald naar een elektrisch signaal en nadien weer terugvertaald. Meteen met licht schakelen is dus een grote wens. Het voordeel van de transistor, de elektronische versterker/schakelaar is echter wel dat er inmiddels miljoenen op een chip van een vierkante centimeter passen. Daarom zou ook schakelen met licht bij voorkeur op een klein oppervlak moeten plaatsvinden. De afmetingen van de ringetjes liggen in het bereik van vijf tot vijftig micrometer. Ze liggen (zie

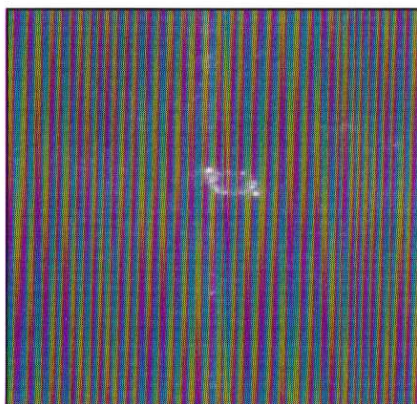
foto) vlak náást de rechte lichtgeleider.

Klunder heeft vooral gekeken naar de 'fotonfysische eigenschappen' van de resonatoren: hoe hangt de werking af van de omgeving, van de brekingsindex en de golflengte van het licht. Dat heeft geleid tot een aantal nieuwe methoden om de werking van ringetjes te simuleren en ze daadwerkelijk te fabriceren en te karakteriseren in de clean-room van het research-instituut MESA+, waarvan de 'Lightwave Devices' groep deel uitmaakt. Behalve als schakelaar zijn de nieuwe structuurtjes geschikt als filter en als sensor.

Optische schakelingen zijn 'hot': Klunder's onderzoeksresultaten hebben dan ook geleid tot de start van het onderzoeksproject Next Generation Active Integrated optic Subsystems (NAIS). Dit NAIS-project maakt deel uit van het programma Information Society Technologies, een vijfde kaderprogramma van de Europese Unie. Meer informatie is te vinden op www.mesaplustwente.nl/nais Klunder's onderzoek is gefinancierd door de stichting FOM, www.fom.nl



Een micro-ring resonator met aan weerszijden rechte kanalen van een micrometer breed. De ring heeft een diameter van 50 micrometer.



Licht in een rechte geleider, met ernaast een resonator die helder oplicht



Svetlana

buizen



6N1P



EL34



6L6GC



6550C



300B

**AMPLIMO IS DE BENELUX IMPORTEUR
VAN DEZE KWALITEITSBUIZEN
NU OOK UIT VOORRAAD LEVERBAAR:**



EF86



SV83



KT88



SV811-3



6AS7G



6D22S

Door de grote belangstelling voor het nieuwe boek 'Moderne High End Buizenversterkers met ringkerntrafo's' van ir. Menno van der Veen is er veel vraag naar deze topklasse buizen.

Want wie zo'n high end versterker bouwt met de nieuwe generatie ringkern-uitgangstrafo's wil daarbij de beste buizen toepassen.

Specificaties en prijslijst worden op aanvraag toegezonden, ook via onze Internet site

AMPLIMO

AMPLIMO B.V.
Vossenbrinkweg 1
7491 DA Deelen

Internet www.amplimo.nl
Email info@amplimo.nl

Telefoon 074 376 3765
Fax 074 376 3132

SPEAKER & CO



en

speakerland

Speaker & Co en Speakerland zijn erkende zelfbouw-luidspreker-specialisten, bij ons vind je alles op het gebied van exclusieve luidsprekers. Van slanke zuilen voor stereo en Dolby Digital, tot actieve subwoofers.



Elke luidspreker is leverbaar, met of zonder houtpakket, of als u dat makkelijker vindt, met afgewerkte kasten in elke gewenste kleur. De kosten? Al gauw de helft van een vergelijkbaar fabrieksmodel. Je weet wat je koopt omdat je de speakers vooraf kunt beluisteren. Wij hebben tevens een ruime sortering in onderdelen en accessoires. Laat u eens overtuigen en kom vrijblijvend langs voor een demonstratie in beeld en geluid.

Speaker & Co Groningen Kleine kruisstraat 12-14 Tel: (050) 3144978

Speaker & Co Rotterdam Bergweg 283 Tel: (010) 4672777

Speaker & Co Haarlem Jansweg 37 Tel: (023) 5320230

Speakerland Oss Smalstraat 21 Tel: (0412) 647650

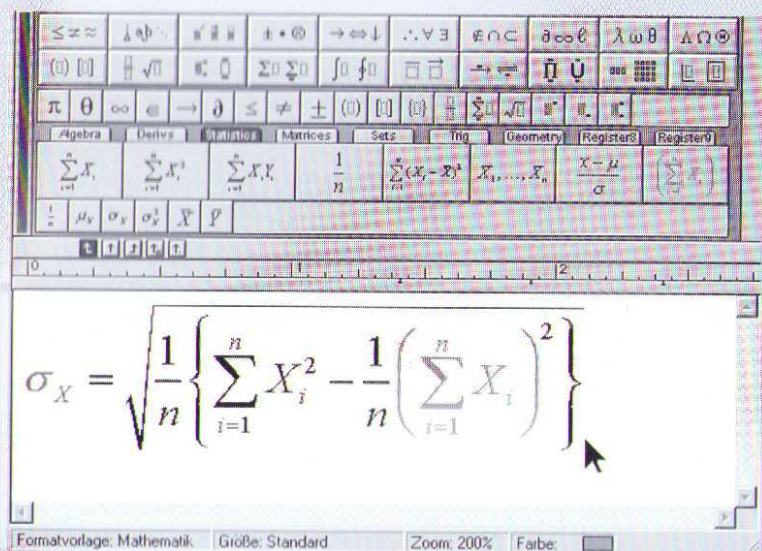
website op www.speakerenco.nl of www.speakerland.nl

MathType 5

Het mathematische, ook wel aangeduid als het wiskundige, programma MathType 5 is de laatste versie van een bekende wiskundige editor als aanzienlijke verbetering op de formule-editor in Word. Het programma kenmerkt zich in het eenvoudige gebruik en de flexibiliteit die het aan de gebruiker geeft. Met MathType 5 wordt het de gebruiker mogelijk gemaakt om op een eenvoudige wijze complete technische manuscripten en verhandelingen te schrijven zonder allerlei vreemde sprongen te moeten maken

om formules in het boekwerk, artikel of ander tekstdocument op te kunnen nemen. Bureau Belper heeft hiervoor de verkooprechten verworven. Kijk op www.rbe.nl, ga vervolgens naar de RB-Winkel met behulp van de betreffende knop en kies dan voor Elektronica Software. U verkrijgt dan meer informatie over dit programma en de bestelwijze.

U kunt ook een bedrag van Euro 134,00 (inclusief verzendkosten) overmaken op Postbank 21.35.596 t.n.v. Bureau Belper te Bussum. Vergeet niet uw naam en adresgegevens te vermelden. Als u abonnee bent, vergeet niet uw abonnenummer te vermelden, u hoeft dan geen verzendkosten te betalen. U maakt dan een bedrag over van Euro 129,00. Levertijd circa 10 werkdagen.



Hoofdcatalogus 2002

boordevol slimme elektronica en techniek



Vul de bon in
en stuur 'm op!

...of bestel hem nu op
0800 - 099 66 00
...of **www.conrad.nl**

Alles op het gebied van:

- Communicatie
- Computers
- Meettechniek & Netvoedingen
- Energie & Milieu
- In en om het huis
- Satelliet, Audio & Video
- Licht & Geluid
- Hobby & Vrije tijd
- Gereedschap & Soldeertechniek
- Bouwpakketten
- Componenten
- Zendapparatuur
- Modelbouw

Ja, ik wil graag gratis de nieuwe Hoofdcatalogus 2002 ontvangen

Naam

Adres

Postcode/Woonplaats

Telefoon

Vul de bon in en stuur 'm naar: Conrad Electronic • Postbus 12 • 7500 AA Enschede