

RB elektronica

RADIO
BULLETIN

september 1994, nr. 9

prijs fl.7,95/Bfr.160

Een compleet systeem
op twee batterijen

Evaluatie van
praktijkervaringen

Hoe werkt
Dolby Surround

Kies de optimale topologie

Noise Considerations

Simulatie van
vermogenslektronica



Weller & FLUKE

meet
instrumenten



Soldeer
gereedschap



Display Elektronika: véél fabrikanten - één leverancier

Samengevat in een overzichtelijke Katalogus. De Katalogus wordt gratis verstrekt aan de industrie, overheid en instellingen. Stuur ons een fax als u hem nog niet heeft.

display
Elektronika

Display Elektronika B.V. Postbus 9299 3506 GG Utrecht
Telefoon: 030 - 611 855 Telefax: 030 - 622 024

Filialen in Apeldoorn, Arnhem, Eindhoven, Enschede, Haarlem, Utrecht en Zwolle.

HITACHI



EEN NIEUWE
DIMENSIE OP HET GEBIED VAN MEETAPPARATUUR,
OSCILLOSKOPEN & MULTIMETERS

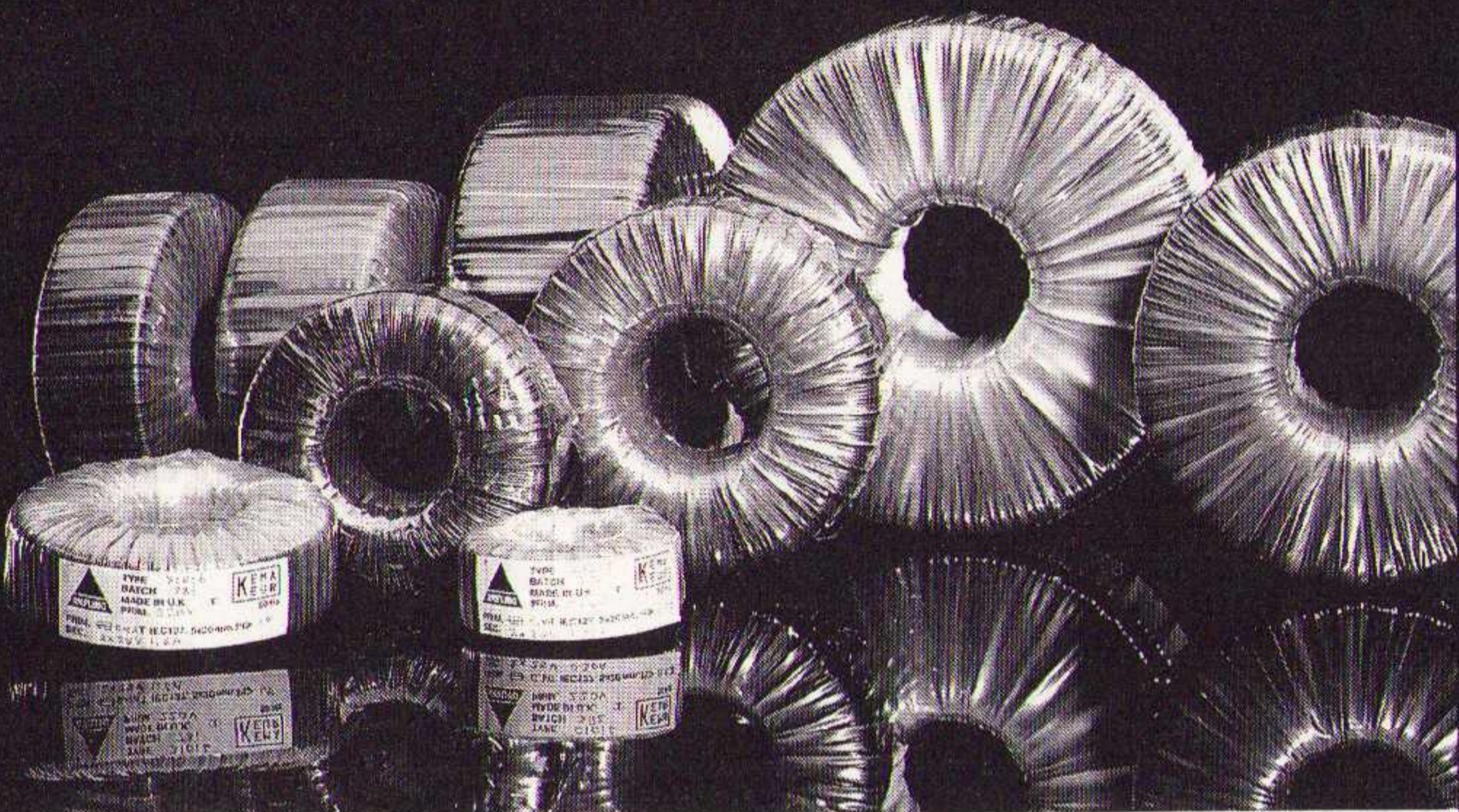
 **technex bv**

Industrieweg 35, 1521 ne wormerveer holland
telefoon/phone 075 - 289461 / fax 075 - 213663

Technex - meetapparatuur op maat

KKC 3081 I-B

AMPLIMO ringkerntrafo's



AMPLIMO LEVERT NÚ RINGKERNTRAFOS MET DE BESTE GARANTIE



Het KEMA-KEUR-merk is de beste garantie voor kwaliteit en veiligheid. De AMPLIMO ringkerntrafo's dragen nu dit keurmerk.

AMPLIMO is de eerste in Nederland met KEMA-KEUR voor liefst 170 types van 15 t/m 1000VA.

Alle zijn uit voorraad leverbaar. Topkwaliteit in combinatie met een uitstekende veiligheid.

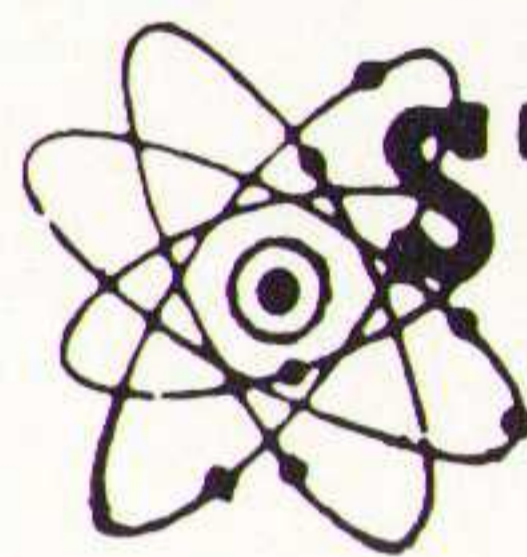
De wikkeling met de gevaarlijke netspanning is volledig omgeven door een driebouddige isolatie, welke liefst 5000V kan weerstaan.

Het ontwerpen en wikkelen geschiedt zeer zorgvuldig en de eindcontrole wordt uitgevoerd volgens ISO9003. Zelfs trafo's met andere wikkelingen in de 12 standaard formaten worden met het beroemde KEMA-KEUR geleverd! Duidelijk advies over de toe te passen zekering voor optimale veiligheid. Het voldoen aan de strenge KEMA eisen heeft bij AMPLIMO nauwelijks of geen prijsverhoging tot gevolg. Vraag de nieuwe folder.

AMPLIMO

AMPLIMO b.v.
Vossenbrinkweg 1
7491 DA Delden

Telefoon 05407-62024, na 1995: 074 376 3765
Fax 05407-63132, na 1995: 074 376 3132



STUUT en BRUIN B.V.

middelpunt van de elektronica

WIJ LEVEREN UIT VOORRAAD 18.000 IC'S/HALFGELEIDERS

JAPANESE IC'S MET DE LETTER AANDUIDING.
* AN, BA, CX, HA, LA, LB, LC, LD, M, MB, SI, STA, STK,
* STR, TA, TC, TD, UCM UD, UPA, UPC, UPD.

JAPANESE HALFGELEIDERS 2156 TYPE'S
* 1N, 2N, 2SA, 2SB, 2SC, 2SD, 2SJ, 2SK, 2N, 3SK,
* MPSA, MPSU.

EUROPESE IC'S MET DE LETTER AANDUIDING
* AD, ADC, ADG, AM, AY3, AY5, CA, CDP, CEM, CNX, CNY
* CX, DAC, DM, DS, EF, ER, ICM, ICL, IL, ILD, ILG,
* KPY, KSY, KPZ, L, LF, LM, MAT, MAX, MC, MK, MM,
* MUZ, NF, OP, PC, PCF, PLL, PM, RC, REF, S, SO, SAA,
* SAB, SAF, SAK, SAS, SAD, SL, SN, TAA, TBA, TCA, TDA,
* TEA, TIL, TL, TLC, TMS, U, UA, UDA, UL, V, XR ZN,
* 4N, 6N, 78, 78L, 78T, 78S, 6800, 68000, Z80 SERIE'S.

EUROPESE HALFGELEIDERS 2284 TYPE'S
* AC, AD, AF, ASY, BA, BB, BAY, BAX, BC, BCW, BCX,
* BCY, BD, BDT, BDV, BDW, BDX, BPY, BF, BFQ, BFR,
* BFZ, BFS, BFT, BFW, BFX, BFY, BLW, BLX, BLY,
* BPW, BPX, BPY, BR, BRX, BSS, BSV, BSX, BSY, BT,
* BTW, BU, BUT, BUV, BUW, BUX, BUY, BUZ, BY, BYZ
* OC, TIC, TIP, TIPL, ZX, ZL.

DIGITALE IC SERIE'S.
* 7400, 74ALS, 74LS, 74AS, 74C, 74F, 74HC,
* 74HCT, 74S, 74LS(SMD), 74HCT (SMD),
* 5400, 54LS, 54S,
* CD 4000, HEF 4000, HEF 4000 (SMD).

DIT IS EEN KLEIN OVERZICHT VAN DE DOOR ONS UIT VOORRAAD TE LEVEREN DIGITALE EN ANALOGE IC'S en HALFGELEIDERS.

STUUT EN BRUIN B.V.

Ook op dit gebied staan wij u met (voor)raad en daad terzijde. Wij leveren onder rembours op telefonische of schriftelijke bestelling

Prinsegracht 34 - 2512 GA - DEN HAAG
tel.: 070-3604993 - Fax.: 070-3639084
Postgiro: 283062 - AMRO-bank: 45.35.75.418

RB ELEKTRONICA

(Jaargang 63)
Is een uitgave van
De Muiderkring B.V.,
Hogeweyselaan 227,
Postbus 313,
1380 AH Weesp
telefoon: 02940-15210
telefax: 02940-12782
bank: 48 49 54 563
giro: 83214

Directie:
Ir. S.M.Th. Kremer

Hoofdredacteur:
Ing. D.J.F. Scheper

Eindredactie:
J.E.E. van der Hoogte

Vaste medewerkers:
J. van Emden, L. Foreman,
J.H.M. Goddijn, ir. S.J. Hellings,
O.C.A. van Lidth de Jeude,
A.G.W.M. van Ommeren, J.W.
Richter, drs. ing. C.F. Ruyter, J.
Smilde, ing. B. Stuurman,
C.G.C. van der Vlies.

Vormgeving:
J. Oosterdijk

Advertenties:
De Muiderkring B.V.
tel. 02940-15210

Abonnementen:
B. Hofman
Abonnementsprijs per jaar:
f 75,-/Bfr. 1500.
Studenten: f 60,-/Bfr. 1200.
Abonnementen worden auto-
matisch verlengd, tenzij uiterlijk
drie maanden voor het einde
van de aflooptermijn schriftelijk
bericht is ontvangen. Vermeld
bij correspondentie altijd uw
abonneenummer (zie wikkel).

Typografie:
MK Typopress

Druk:
Grafische Bedrijven
Bosch & Keuning, Baarn

Distributie:
Betapress

RB in België:
Keesing Uitgevers N.V.
S. van der Rijt
Redactionele bijdrage en cor-
respondentie sturen naar:
Keesing Uitgevers N.V.
Keesinglaan 2-20, B 2100
Antwerpen/Deurne.
Tel.: 03-324.38.90
Fax: 03-324.38.98
Bankrekening: 408-0502011-04

Auteursrecht:
Het geheel of gedeeltelijk overne-
men, kopiëren of vermenigvuldigen
van in dit tijdschrift gepubliceerde
artikelen is uitsluitend mogelijk na
schriftelijke toestemming en met
bronvermelding. Gepubliceerde
schakelingen en software kunnen
door een (Nederlands) octrooi zijn
beschermd. Toepassing voor per-
soonlijk gebruik is toegestaan. De
uitgever stelt zich niet aansprakelijk
voor de gevolgen van eventuele
fouten.

ISSN: 0928-5008

13

Dikkefilm hybridetechniek

In dit deel 5 komen vooral de praktische aard van dikkefilm techniek aan de orde. Een uitgebreide literatuurlijst voor verdere informatie is eveneens opgenomen.

18

Evaluatie praktijkervaringen met toerenregelingen

TNO heeft van Novem de opdracht verkregen om een aantal evaluaties uit te voeren aan toerengeregelde ventilatoren, pompen en compressoren. Hier het eerste deel, waarin de praktijkervaringen worden besproken.

28

Kies de optimale topologie bij 'High Power Factor Supplies'

Actieve Power Factor Correctie maakt het nodig om een sinusvormige ingangsstroom te forceren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een stroomgeprogrammeerde preregulator.

32

Noise Considerations of PC-based Data Acquisition Systems

Het gebruik van data-acquisitiekaarten in de pc biedt tal van voordelen. National Instruments Nederland ligt het een en ander toe.

38

Simulatie van vermogenselektronica

De TU delft heeft in samenwerking met de Haagse Hogeschool Sector Techniek een compleet simulatieprogramma ontwikkeld onder de naam CASPOC. Hier een verslag.

EN VERDER:

Feedback	6
Hoe werkt Dolby Surround	7
EP-journaal	9
Agenda	12
Componentennieuws.....	24
Produktnieuws	35
Een compleet systeem op twee batterijen	42
Varianieuws	46

COVERFOTO:

Deze anechoïsche ruimte is de grootste van Europa. Er worden EMC-testen op complete voertuigen uitgevoerd, waarbij zowel emissie- als immuniteitstesten tot 200 V/m tot de mogelijkheden behoren. Het project is te vinden in Greiding bij Neurenberg in Duitsland en werd in zijn geheel geleverd door Rohde & Schwarz. Deze fabrikant van test- en meetapparatuur is specialist op het gebied van groot- en kleinschalige EMC-projecten.

(Foto: Rohde & Schwarz te Nieuwegein)

Nieuwe aandacht voor koppeling sensor en object

De koppeling tussen sensoren en de fysische of chemische eigenschappen van het te meten object wordt nog steeds verwaarloosd, terwijl nieuwe materialen en technieken interessante impulsen aan de techniek van het meten geven. Deze koppeling verdient opnieuw onder de aandacht gebracht te worden, aldus professor Bosman in zijn afscheidsrede aan de Universiteit Twente. Na 25 jaar neemt hij afscheid als hoogleraar Meettechniek en Instrumentatie aan de faculteit Elektrotechniek.

De sensor verandert, dus moet ook zijn inbedding in de constructie waaraan wordt gemeten veranderen. Ook stoorbronnen vormen geen constante factor: om het effect van storing te compenseren moet de koppeling aan de sensor gedetailleerd bekend zijn. Tenslotte is het met de huidige complexe meetprocessen mogelijk dat sensoren elkáár beïnvloeden.

"Als er niets verandert hoeven we niks te meten of te regelen: alles is dan bekend tot het einde der tijden" is zijn mening. De behoefte om veranderingen te tellen en te registreren is een drijfveer voor de meettechniek. Bovendien is tevens het vakgebied onderhevig aan veranderingen. Was aanvankelijk de infrarood-meettechniek een uitdaging, is geleidelijk het accent verschoven naar beeldbewerking met de computer. In de instrumentatie constateert hij een verschuiving van fysische realisatie naar programmatuur: waar vroeger signaalbewerkende functies werden nagebootst met materialen en hun specifieke eigenschappen zitten nu 'overal kleine rekenaars', kleine digitale schakelingen.

Een uitdaging en een interessant onderwerp voor onderzoek ziet Bosman in de zichzelf ijkende sensor, die bijvoorbeeld toegepast kan worden in meet- en registratiesystemen van energieverbruik, die zoals hij zegt hoognodig is wil het concept van de 'electronic highway' toepasbaar zijn voor automatische verrekening van o.a. energiedragers en water.

Dirk Scheper

ELEKTRONICA EN ELEKTROTECHNIEK INTERNATIONAAL



AMROH: internationaal een gerenommeerde naam als het gaat om de levering van elektronische en elektro-mechanische componenten; meet- en regelapparatuur en hoogwaardige HI-FI-producten.



MEGGER instrumenten 80 jaar over de gehele wereld in gebruik. Het leveringsprogramma omvat: *Isolatie testers
*Lage weerstandmeters * Netspanningsbewakingsapparatuur
*Hoogspanningstesters * Aardtesters en *Meetapparatuur voor glasvezeltechniek. Keuze uit meer dan 30 modellen, waaronder met Kema-keur en analoge/digitale uitlezing.
Vraag de uitgebreide documentatie!

AMROH

Postbus 370, 1380 AJ Weesp, telefoon 02940 - 15350

Neem nú een abonnement op RB Elektronica,
óf geef iemand een abonnement cadeau.
Tijdens de maand van Het Instrument (april 1994) kost een dergelijke gift aan een
bevriende relatie u slechts fl.60,00 i.p.v. de gebruikelijke fl.75,00.

EBV in Europa:
betrouwbaar,
snel en
concurrerend.

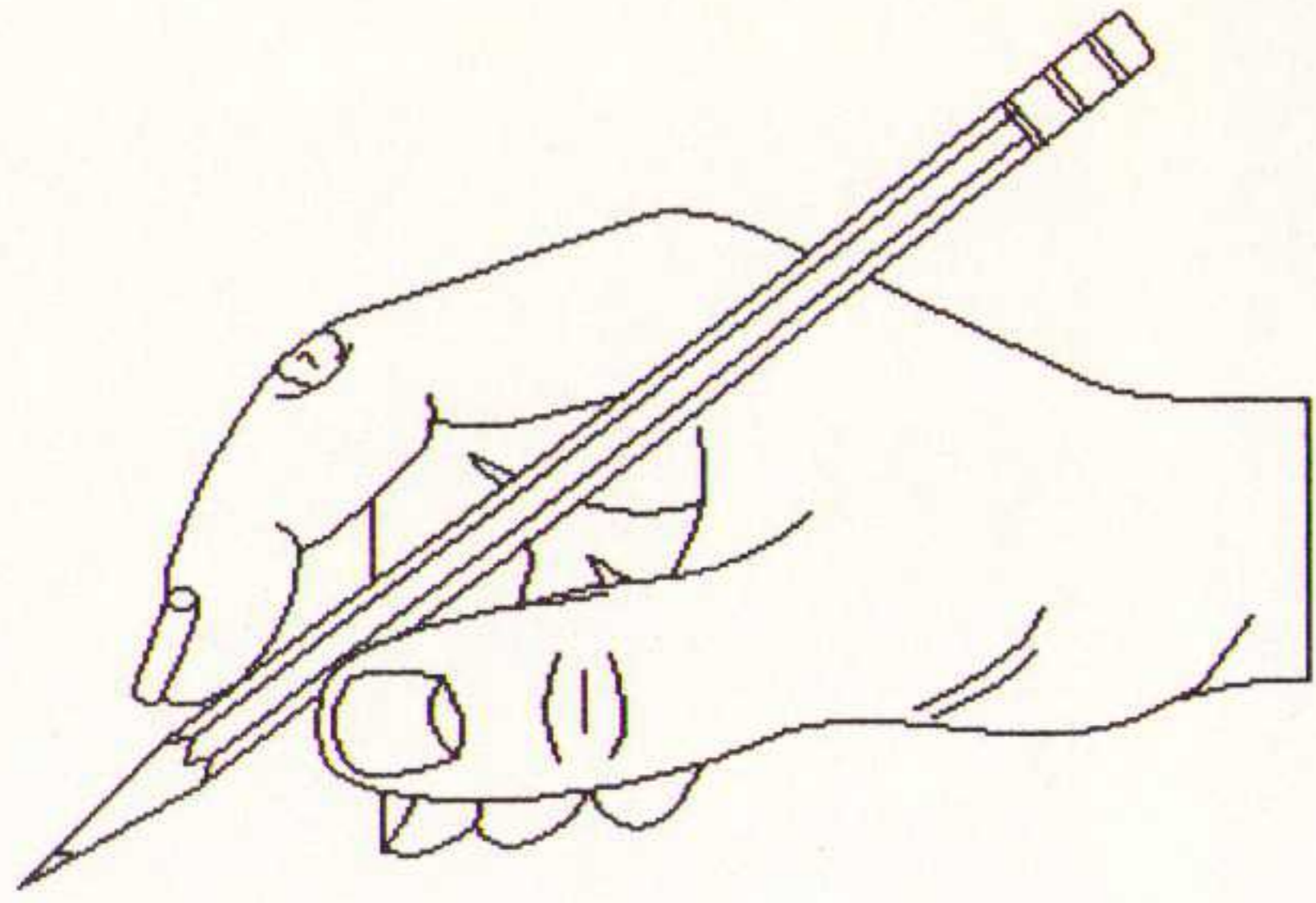


EBV  ELEKTRONIK
AUTHORIZED DISTRIBUTOR FOR SEMICONDUCTORS AND MICROSYSTEMS

NL-3606 AK Maarssebroek
Planetenbaan 2
Tel. 0 34 65-6 23 53
Fax 0 34 65-6 42 77

B-1930 Zaventem
Excelsiorlaan 35 / Av. Excelsior 35
Tel. 02-7 16 00 10
Fax 02-7 20 81 52

FEEDBACK



Het is duidelijk: de markt verandert voortdurend. Als toonaangevend blad op elektronicagebied is het van groot belang om regelmatig op die veranderende trend in te spelen. Inmiddels zijn een aantal zaken gerealiseerd, maar we zijn er nog niet. Deze pagina zal in het vervolg de communicatie tussen u als lezer en belanghebbende en de redactie moeten versnellen, vergemakkelijken en er voor zorgen dat wij als redactie nog beter op uw wensen kunnen inspelen. Deze 'feedback'-pagina komt u in het vervolg in ieder nummer tegen. U kunt een kopie naar ons toesturen; faxen mag uiteraard ook. Wij van de redactie hopen dat u veelvuldig van deze 'feedback' gebruik maakt.

artikelnaam	uitstekend	goed	middelmatig	slecht
Hoe werkt Dolby Surround	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EP-Journaal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dikkefilm hybridetechniek deel 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evaluatie praktijkervaringen deel 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kies de optimale topologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Noise Considerations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulatie van vermogenselektronica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Een compleet systeem op twee batterijen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Componentennieuws	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Varianieuws	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produktnieuws	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Opmerkingen (hieronder kunt u uw commentaar en wensen weergeven, ook wat u mist of graag wilt zien):

Versturen naar: De Muiderkring, redactie RB Elektronica, Postbus 313, 1380 AH Weesp, fax.: 02940-12782.

Hoewel Dolby Surround al uit 1982 stamt, begint het nu pas in de huiskamer populair te worden. Er zijn al ruim 3000 speelfilms van deze extra rondom informatie voorzien, maar ook CD's, CD-i's, en computerspelletjes worden al van Dolby Surround voorzien.

Hoe werkt Dolby Surround

R. Sonéponse

Oorspronkelijk werd Dolby voor bioscoopfilms ontwikkeld, na jarenlange experimenten, om in de bioscoopzaal meer geluidseffekten en/of rondom geluid te creëren. Ook voor de huiskamer zijn pogingen gedaan om meerkanaals-stereo, o.a. in de vorm van quadrafonie te populariseren. Zonder succes overigens, omdat het aan wereldstandaard ontbrak. Met de snelle uitbreiding van stereo-televisie, stereo-videorecorders en stereo-beeldplaatspelers enerzijds en de kennismaking van het publiek met Dolby Surround in de bioscopen anderzijds, was de tijd rijp om ook Dolby Surround apparatuur voor de huiskamer te ontwikkelen.

De duizenden Dolby geëncodeerde films worden immers niet alleen in de bioscoop vertoond, maar ook via de televisie uitgezonden of zijn beschikbaar als huur/koop-video's of beeldplaten. In deze vorm is de surround-informatie nog steeds aanwezig en vraagt erom gedecodeerd te worden.

Dolby Stereo filmgeluid

Alle geluid van Dolby Surround is op de film ook in twee kanalen aanwezig. Dat heeft een paar praktische redenen, zoals de vereiste mono-compatibiliteit. Twee kanalen zijn echter niet genoeg voor film stereo, want de projectieschermen in de bioscoop zijn zo breed, dat een afzonderlijk middenkanaal noodzakelijk is om de dialogen te kunnen lokaliseren voor toeschouwers die uit het midden zitten. Om zeker te zijn van mono-compatibiliteit, een hoog kwaliteitsniveau en acceptatie door de filmindustrie, moest een systeem worden ontwikkeld dat het mogelijk maakt om twee fysieke sporen op filmprints te encoderen met vier kanalen informatie. De gevonden methode is afgeleid van de matrixtechnieken zoals die werden toegepast bij quadrafonie voor de huiskamer. Alleen is de configuratie van de weergavekanalen anders, nl. links, midden, rechts en surround.

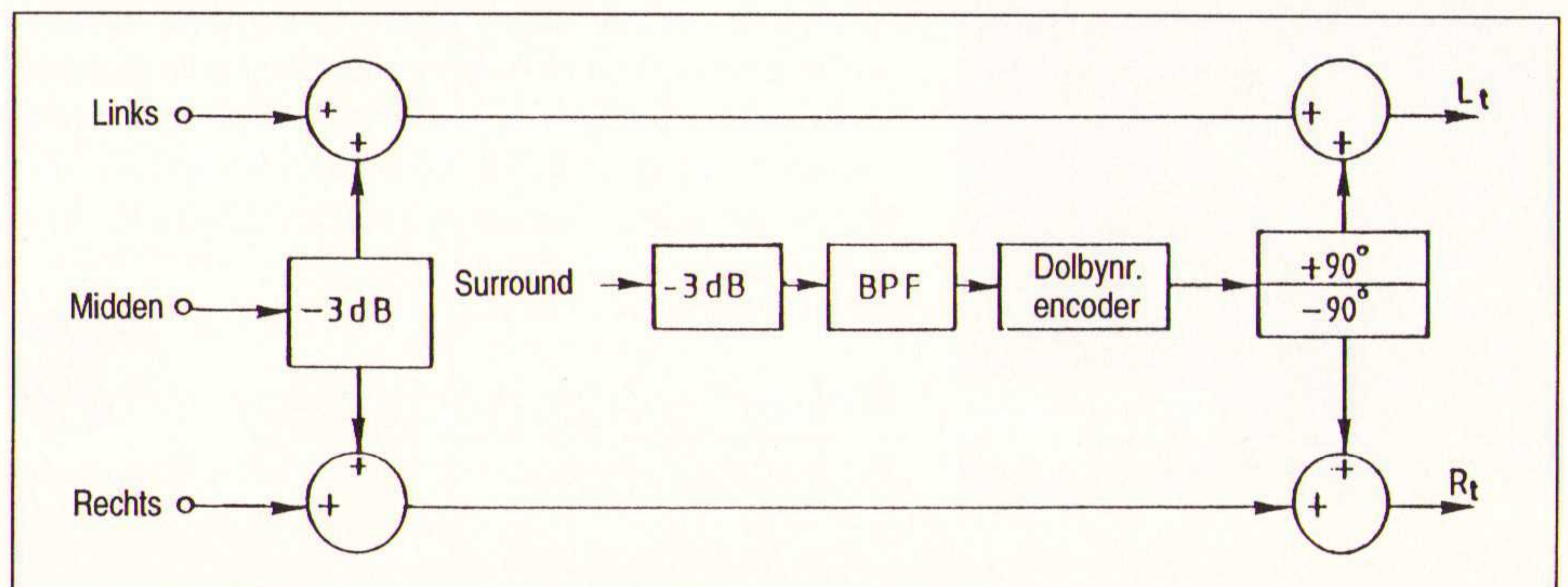
Wanneer Dolby Stereo wordt weergegeven via een gewone stereo-installatie, hoort men een normale stereoweergave. Het surroundsignaal, hoewel hoorbaar, wordt echter niet in het juiste ruimtelijk perspectief weergegeven. Om te begrijpen hoe de huidige decoders

dit wél kunnen, moeten we eerst kijken hoe de signalen geëncodeerd worden. Overeenkomstig fig. 1 accepteert de encoder vier afzonderlijke ingangssignalen: links, midden, rechts en surround (L, M, R, S) en levert twee uitgangssignalen, links-totaal en rechts-totaal (Rt en Lt). De L- en R- ingangssignalen gaan direkt en ongewijzigd naar de Lt- en Rt-uitgangen en de M-ingang wordt gelijkmatig verdeeld over de Lt- en Rt-uitgangen met een 3dB-niveaupermindering, om een constant akoestisch vermogen te handhaven.

De S-ingang wordt eveneens gelijk verdeeld tussen Lt en Rt, maar ondergaat drie extra bewerkingen:

1. beperking van de bandbreedte van 100 Hz tot 7 kHz;
2. encodering met een gemodificeerde Dolby B-ruisonderdrukking;
3. ±90graden-faseverschuiving om een 180graden- faseverschuiving te creëren tussen de componenten die resp. aan Lt en Rt worden toegevoerd.

Fig. 1 Principeschema van de Dolby stereo/Dolby surroundencoder.



Het is duidelijk dat er geen verlies van kanaalscheiding is tussen de oorspronkelijke L- en R-kanalen. Niet zo voor de hand liggend is, dat er geen theoretisch verlies van scheiding is tussen het midden en surround kanaal. Omdat het surround-signaal wordt teruggewonnen door het verschil te nemen van Lt en Rt, zullen de identieke middenkanaal-componenten in Lt en Rt elk van de andere opheffen in de surround-uitgang. Omdat het middenkanaal wordt afgeleid van Lt en Rt, zullen de gelijke en tegengestelde surroundkanaal-componenten elkaar op dezelfde wijze in de middenuitgang opheffen. In welke mate de hoge kanaalscheiding tussen midden en surroundsignalen gehandhaafd blijft, hangt in hoge mate af van de amplitude- en fasekarakteristieken van de twee transmissiekanalen.

Het decoderen

Bij Dolby Surround decoderen gebeurt in principe het omgekeerde. Fig. 2 laat zien dat, afgezien van correcties en kanaalbalans, de Lt- en Rt-signalen ongewijzigd passeren en resp. het linker- en rechteruitgangssignaal worden. Lt en Rt bevatten eveneens het middensignaal (M); dit wordt dus hoorbaar als een "fantom" beeld tussen de linker- en rechterluidspreker. Het "past" dus ook overal tussen linker- en rechterluidspreker en is dus in feite een optie, omdat het niet strikt nodig is om dit middensignaal te decoderen. De L-R trap in de decoder zal het surroundsignaal detecteren door het verschil van Lt en Rt te nemen en dit een 7kHz-low-pass-filter, een vertagingslijn en een Dolby ruisonderdrukkingsschakeling te laten passeren. Het surroundsignaal wordt ook weergegeven door de linker- en rechterluidspreker. Maar omdat deze componenten uit-fase zijn, zal het ge-

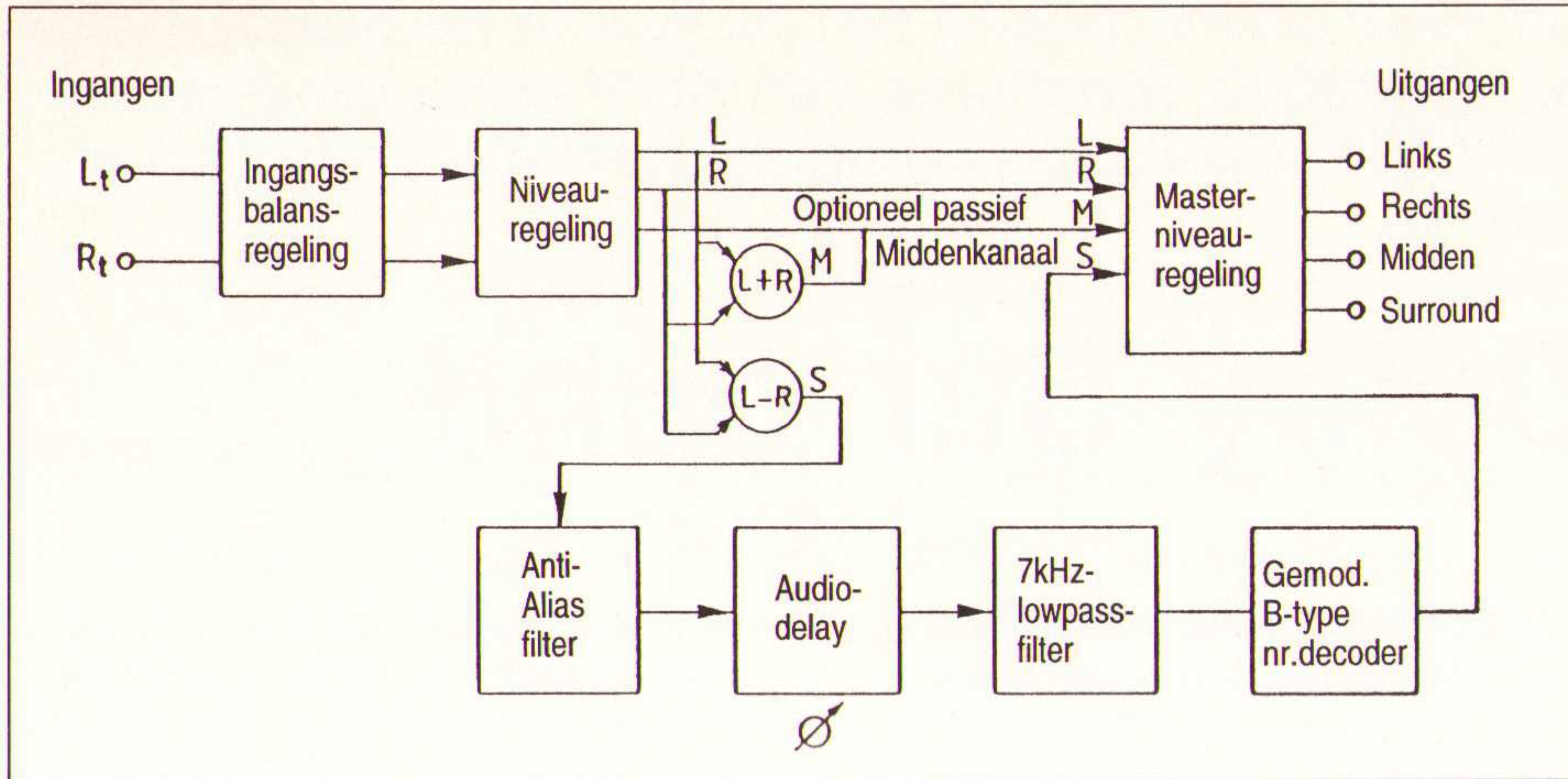


Fig. 2 Blokschema van de passieve surrounddecoder.

luidsbeeld diffuus klinken. Omdat het hart van het decodeerproces een eenvoudige L-R versterker is, wordt het algemeen aangeduid als een "passieve" decoder. Dit ter onderscheid met decoders waarin actieve processen worden gebruikt om de kanaalscheiding te verbeteren.

Psycho-akoestische processen spelen een belangrijke rol in de perceptie van de surround gewaarwording. En ook in welke mate het toelaatbaar is welke kanalen in de andere kanalen overspraak veroorzaken. Het 7kHz-filter bijvoorbeeld wordt om verschillende redenen gebruikt; de belangrijkste is, dat voor een gegeven azimuthfout tussen de twee weergavekanalen de amplitude van het overspraaksignaal met de frequentie zal toenemen, waardoor scheiding bij hoge frequenties moeilijk te realiseren is. Sisklanken in de dialogen zouden zonder filter tamelijk sterk in het surroundkanaal kunnen worden. Het reduceren van de hoge frequenties heeft ook het effect alsof de surroundluidsprekers verder weg lijken te zijn en moeilijker te lokaliseren, twee eigenschappen die in het bijzonder van belang zijn voor de personen die zich het dichtst bij de surround luidsprekers bevinden. Gemodificeerd Doby wordt gebruikt om ruis alsmede doordringen van

frontsignalen naar het surroundkanaal te verminderen. Het effect van dit procent werd echter verminderd van 10 dB naar 5 dB om te voorkomen dat het geëncodeerde surround signaal teveel van natuur zou gaan verschillen ten opzichte van het linker- en rechterkanaal.

Actieve decoder

De hierboven beschreven passieve decoder vertoont hier en daar nogal wat tekortkomingen. Een ervan is, dat het lokaliseren van geluidsbronnen slechts binnen een klein gebied goed mogelijk is. Om dit te verbeteren moet meer rekening worden gehouden met dominante geluiden. Dit zijn geluiden die in een mix het meest prominent aanwezig zijn op een willekeurig tijdstip. Deze geluiden hebben een grote invloed op de perceptie van de "discreetheid" van de effectieve scheiding van het geluidsspoor. De hoogste graad van dominantie treedt op als al het geluid op één lokatie wordt geplaatst. Bij een passieve decoder wordt een dergelijk signaal van de bedoelde uitgangsklokatie weergegeven en, ongewenst van de naastliggende kanalen. Er zijn andere geluiden die dit "lek" helpen maskeren. Ook onder andere omstandigheden treden soms ongewenste effecten op. Om deze redenen werd Pro Logic ontwikkeld om de mate van dominantie in het geluids-

spoor te detecteren. Bij lage waarden blijft de decoder in een "langzame" maar volledig operationele mode. Boven een bepaald niveau kan de decoder naar een hogere snelheid omschakelen om elk individueel geluidselement te bewerken. Het relatieve niveau van het ene geluid ten opzichte van een ander bepaalt de perceptie van scheiding; het is daarom wenselijk om detectie schakelingen te gebruiken die het absolute signaalniveau negeren, maar meer kijken naar naar het verschil in niveau tussen twee signalen. In elektrisch opzicht is dit geen eenvoudige taak, maar door het nemen van de logaritme van elk signaal en dit van een ander af te trekken, kan een maat voor relatieve dominantie worden verkregen.

De resulterende regelspanning - in deze logaritmische vorm - weerspiegelt de wijze waarop loudness wordt ervaren. Als gevolg hiervan biedt het uiteindelijke proces een verbetering van de scheiding met een hoeveelheid die nodig is om te voorkomen dat overspraak hoorbaar wordt en evenredig met de mogelijkheid van het dominante geluid om ruimtelijke herverdeling van niet-dominante signalen te maskeren. Zoals de L-R verschiltrap het hart is van een passieve decoder, is de adaptieve matrix het hart van deze decoder. De decoder kijkt dus continu naar het geëncodeerde geluidsspoor en evalueert de inherente geluidsveld dominantie. Hieruit wordt een signaal dominantie vector afgeleid waarmee signaalverzwakende VCA-trappen worden gestuurd. Door de uitgangssignalen de juiste amplitudes en tekens te geven ontstaat de gewenste directionele versterking waarbij - als belangrijke eigenschap - een constant akoestisch vermogen voor de signaalcomponenten gehandhaafd blijft. De decoder levert een scheiding van 30 dB tussen elk paar kanalen. Dit is bijzonder goed te noemen. Bij digitale schakelingen is weliswaar een scheiding van 90 dB mogelijk, maar daar moeten dikwijls niet-gerelateerde signalen uit elkaar gehouden worden, zoals verschillende talen, terwijl dat hier niet het geval is.

COOPER
CooperTools



Uw soldeerdampen voor 99,97% gezuiverd

Veel technici (her)kennen de geur van soldeerdamp. Soldeerdampen zijn schadelijk voor u: ze kunnen vervelende klachten en/of ziekten veroorzaken. Astma, een lopende neus, tranende ogen of een rauwe keel zijn hiervan sprekende voorbeelden uit de praktijk.

De FE-soldeerbouten van Weller zuigen direct bij de soldeerstift de onstane dampen meteen weer op. Via een 4-trapsfilter in het Weller Zero-Smog-systeem wordt vervolgens de damp voor maar liefst 99,97% gezuiverd. Voorkom gezondheidsklachten. Bel Technical Tools voor de gratis catalogus en u kunt morgen uw keuze al maken.

Weller® soldeertechniek.

Een klasse beter.



TECHNICAL TOOLS b.v.

Hoogstraat 62-64,
3011 PT Rotterdam
Postbus 22031,
3003 DA Rotterdam
Tel.: 010-4125697/4125874
Fax: 010-4115835

EP-Journaal

f 2,95

Elektronica Pers Journaal

Onderdeel van RB ELEKTRONICA

EP-Journaal is een internationaal samenwerkingsverband van toonaangevende elektronica vakbladen

Electron

EDITIE 6/94

Een eenvoudige meetzender voor zelfbouw

Beschrijving van een eenvoudige meetzender met slechts één IC, namelijk de MC1648 met een frequentie van $\pm 3,3$ tot 50 MHz.

De paoSSB Transceiver (6)

In dit deel de beschrijving van het schema met alle bewegingen daarbij, de printplaat, de recepten om de verschillende transformatoren te maken en de meetresultaten aan het prototype.

Eén antenne met twee signalen

Een diplexer voor 145 MHz en 434 MHz.

Detectorkop voor PEP-meter

Bouwpakketje voor het moeilijke deel van de Peak Envelope Power-meter: de detectorkop.

EDITIE 7/94

De paoSSB Transceiver (7)

In dit artikel wordt beschreven hoe de keus van filters tot stand is gekomen en waarom filters met 7 of 9 polen voorkeur verdienen boven de veel gebruikte 5-polige filters.

Een zelfbouw transceiver voor de 70 cm band (deel 3)

In dit deel wordt het programma voor de transceiver stapsgewijs besproken.

Transformator zelf wikkelen (deel 2)

Deel 2: een andere formule om het vermogen te bepalen.

Impedantie transformatie

Theorie en praktijk van impedantiemtransformaties voor de hogere amateurfrequenties: VHF, UHF en SHF banden.

Een 13 cm ATV-converter

Converter die deel uitmaakt van een bouwproject dat gestart is in de afdeling 't Gooi om o.a. het 13 cm ATV-relais (PI6HVS) in Hilversum te kunnen ontvangen.

Elektronik plus

EDITIE 3/94

Im Kopfrechnen Note 1

Vier rekenprogramma's vergeleken.

PC-Messtechnik: Eine Branche im Boom

Virtuele instrumenten, standaardisering en het streven naar real time mogelijkheden.

Messdaten im Fenster

Data-acquisitie/productie-programmapakket DT VEE.

Auswerten und einstellen

INSIGHT registreert meetgegevens en stuurt de omzetterkaarten.

Kundenspezifische Messdatenerfassung

Visual Designer verenigt basisfuncties van standaardpakketten en programmeervrijheid.

Objektorientierte Messdaten-Analyse

TestPoint 1.01: ook ingewikkelde programmaverlopen kunnen overzichtelijk weergegeven worden.

Bus-Transfer unter Kontrolle

Met een speciale 8bit-insteekkaart voor IBM-compatible PC's is het met dit programma mogelijk om alle Datatransfers op de IEEE-488-bus te schrijven en te documenteren.

Virtuelle Instrumente im Griff

LabWindows/CVI voor professionele meettechniekprogrammering.

Workstation-Power auf dem PC

HP-VEE: testprogramma-ontwikkeling overgebracht van werkstations naar PC's.

Beherrscht auch Fuzzy-Technik

Van DIA/DAGO tot het nieuwe, grafisch gebaseerde meettechniekprogramma DIAdem.

Messtechnik-Datenbank

Programmapakket Search voor omvangrijke analyse van complexe verzamelingen van meetgegevens.

Für Mechanik und Akustik

Softwarefamilie voor registratie van dynamische meetwaarden.

Prozesse überwachen und automatisieren

FIX DMACS voor Windows bekeken.

GPIB/VXI-Tests im Griff

Met WaveTest 4.1 laten meet-/testtechniekprogramma's zich ontwerpen als stroomdiagrammen.

Hybride Prozessregelung

Beschreven wordt het MSR- en simulatietechniekprogramma FLOWCHART.

Messwerte - anschaulich analysiert

Met Origin 3.0 zijn ook ingewikkelde twee- en driedimensionale afbeeldingen geen probleem.

Charts in Hülle und Fülle

160 verschillende presentatiegrafieken met Stanford Graphics 2.1.



AMATEURFUNKMAGAZIN
CLUBZEITSCHRIFT DES DARC

EDITIE 6/94

Universeller Fax-Decoder nicht nur für Wettersatelliten

Besproken wordt de bouw van een fax-decoder.

Empfängereingangsstufen mit Röhren und Transistoren

De voor- en nadelen van moderne halfgeleiderschakelingen en buizenschakelingen vergeleken.

Hochflexible 2-m-Aufsteckantenne für Handys

Beschreven wordt de bouw van een opsteekantenne met de volgende eigenschappen: flexibel, goedkoop, makkelijk na te bouwen, onverkorte kwartgolfstraler.

Junior-2

Een eenvoudige wedstrijdpeilontvanger voor de 144 MHz-band.

Peter I. Island Expedition 1994

Verslag over de expeditie naar het eiland Peter I., deel 2, slot.

EDITIE 7/94

Horkheimerpreis 1994 für Kees van Dijk, PAAdia.QC

Tijdens de Ham Radio 1994 in Friedrichshafen is de Horkheimerpreis uitgereikt aan Kees van Dijk.

Funkamateure sprechen mit einer Stimme

Op 11 juni 1994 is in Koningswinter de 'Runde Tisch Amateurfunk' (RTA) opgericht.

Antennenbau am Silbersee

De 'antenneplantage' van DH4BAQ, Manfred in Wehdel ziet er niet alleen interessant uit, maar heeft ook een bereik van 47 MHz tot 4 GHz.

Automatisches NC/NH-Akku-Ladegerät

Schakeling die in twee versies te bouwen is, voor het laden van NC- en NH-accu's of voor het laden van twee accupakketten.

EMC

Wat de zendamateur moet weten van elektromagnetische compatibiliteit.

DSPCOM

Een DSP-multimode controller voor de amateurzender.

DTMF-Decoder

Schakeling van een DTMF-decoder.

Was ist, was kann, wie geht das: Amateurfunkpeilen (1)

In dit eerste deel: geschiedenis, techniek en theorie van de zendpeiling.

Prijzen vakbladen

Communications International £ 5
Electronic Design £12

EW \$ WW £ 35 (12x)
International Broadcasting £ 60 (12x)

C't*	f 11,60	f 125,- (12x)
Elektronik*	f 9,95	f 200,- (26x)
ELRAD*	f 8,50	f 99,- (12x)
Funkschau*	f 8,50	f 193,- (26x)
MC*	f 10,15	f 113,- (12x)
VMEbus*	f 19,95	f 131,- (12x)
CQ DL Amateurfunkmagazin		DM69,- (12x)
Electron		f 62,50 (12x)

Funkamateur	DM 5,40	DM46,80 (12x)
Telecommunication	CHF7,50	CHF90,- (12x)

Titels aangeduid met * zijn verkrijgbaar bij De Muiderkring

VHDL - Die Hochsprache für die Entwicklung

Voordelen van de over de hele wereld geldige VHDL-standaard IEEE 1076.

Was der Asic-/FPGA-designer benötigt

Ontwerpomgeving voor Windows-NT platformen: VeriBest.

PADS - in sieben Jahren über 15 000 Mal verkauft

De PADS-serie heeft een standaard-platformen voor schema's, lay-out en autorouting.

Design-for-Test-Analyse-Werkzeug für PLDs, FPGAs und Asics

SmartCAT: technische aspecten en innovatie.

Vom Designer zum Systemarchitekten

Nieuwe mogelijkheden met universeel synthese-, partitioning- en mapping-tool ASYL+.

Mehr Funktionalität ohne Zusatzkosten

De FPGA-ontwerpsystemen Designer en Designer Advantage zijn nu verkrijgbaar met een interface voor MS-Windows.

Hersteller-unabhängige Entwicklungsvorgänge

Het combineren van bestaande PLD's in CPLD's en FPGA's.

Aufbruch ins Windows-Zeitalter

Schakelschema-editor, bibliotheekeditor en autorouting in één pakket.

Neue Massstäbe setzen

Real time integratie staat voor identieke databestanden op alle niveaus.

Alle Module in einem Paket

Eagle 2.6: een grafiekeditor waarmee men print lay-outs op standaard AT-PC's kan ontwerpen.

System sowohl für Windows als auch für Sun Open Windows

PLD-designtools en digitale schakelingsimulator als extra geïntegreerd in Design Center 6.0.

Gemischt auf PCs und Unix-Workstations einsetzbar

Het Ariadne EDA-systeem bestaat uit verschillende softwarecomponenten die als één geheel in te zetten zijn, maar ook als stand-alone-tools.

Design eines Evaluationsboards

Ontwikkelomgeving met geïntegreerde synthese- en simulatietools.

TXF-Schnittstelle als Brücke zur Windows-Version

Top-CAD voor Windows: volledige compatibiliteit met DOS-versie verzekerd.

Designsystem für Macintosh-Plattformen

RUN EDS is het eerste CAE-ontwerp-programma dat - dank zij REAL-annotatie - de scheiding van schakelschema en printplaatontwerp opheft.

EDITIE 4/94

MCT - ein neuer Leistungsschalter mit niedrigen Verlusten

De MCT, een combinatie van een thyristor met twee MOSFET's.

Mikropower-Operationsverstärker für batteriebetriebene Systeme

Keuze niet alleen gericht op minimale stroomopname.

Intelligenter Doppeltreiber für induktive Lasten

BCD-technologie maakt foutbewaking mogelijk.

Mikropower-DC/DC-Wandler mit sehr hohem Wirkungsgrad

Nieuwe, veelzijdige bouwsteen maakt optimaal gebruik van de batterijcapaciteit.

100 Watt aus dem DIL-Gehäuse

Voedingseenheid met minimale verliezen.

Schalten statt Heizen

HiFi-Audio-eindtrap met PWM.

Getakteter Relaisreiber mit verminderter Wärmeentwicklung

Geklokte relaisstuurder neemt minder plaats in, met een hogere betrouwbaarheid.

Bessere Schaltungsteile durch Leistungsfaktor-Korrektur

IC zorgt voor sinusvormig stroomverloop.

Wer Batterien spart, schont die Umwelt

Voor het produceren van batterijen is veel energie nodig in verhouding met de energie die batterijen afgeven; wie minder batterijen verbruikt, spaart dus energie.

Der transparente Akku

Monitor-IC maakt het mogelijk te zien hoeveel energie er nog in een accu zit. **Energiesparen für batteriebetriebene Kleinverbraucher**
Dubbele schakelende regelaar trekt alles uit de batterij.

Schnellladen mit Verstand

Accu en lader in systeemverband.

Energiesparen in Computern

Automatische omschakeling naar 'stand-by' voor computers op komst.

ELECTRONIC DESIGN

EDITIE 10/94

Rail-to-rail in-and-out IC op amps run off 2.7 V

Twee geavanceerde bipolaire Opamp-architecturen geven micropower single-supply IC Opamps een grotere snelheid en precisie.

Innovative flash memories match DRAM densities

Flashgeheugens, met hun vele mogelijkheden, worden in veel systemen toegepast.

Tips for designing high-gain amplifiers

Bepaalde technieken die nadruk leggen op intuïtie en niet op analytische resultaten helpen om het ontwerp van een high-gain versterker met hoge bandbreedte te vereenvoudigen.

Low-cost tool automates ASIC/ASSP prototyping

Combinatiepakket van hard- en software geeft IC-ontwerpers een high-speed herprogrammeerbare oplossing.

EDITIE 11/94

DAC focuses on synthesis and ESDA tool advances

Technische bladen en producten laten een trend zien naar een verhoogde ontwerpabstractie.

Nix physical design flaws before layout

Interconnect Synthesis maakt gebruik van elektrische beschrijvingen om goedwerkende high-speed PC-kaarten en MCM's te maken.

The pitfalls of speaker selection for multimedia

Ontwerpers krijgen te maken met de problemen van trillingen en de magnetische interacties tussen de speakers en andere systeemcomponenten.

Benchtop DSO features full autoranging

Een digitale en analoge oscilloscoop wisselt automatisch verzwakking en tijdbasis af om veranderende signalen op te sporen.

Parallel processor puts out 2.56 billion MACs

Adaptive Solutions introduceert de CNAPS/PC, een parallelle processor-board voor 128 processoren om patroonherkenningsalgoritmen te versnellen.

EDITIE 12/94

MAC protocols: the key to robust wireless systems

Preview van de IEEE 802.11 media-access-control protocol voor draadloze LAN's.

No-compromise controller combines DSP, data comm

Motorola heeft een chip ontworpen met een 68000 CPU-kern, die een 24 bit processor, een PCMCIA controller en verschillende high speed seriële kanalen combineert.

Linear-phase filters aid high-speed communications

De juiste filters kiezen voor digitale communicatiesystemen voor het verkrijgen van een maximum datadoorvoer bij minimale bandbreedte.

SCSI controller excels in handling multitasking

AdvanSys heeft een nieuwe SCSI-controller ontworpen die ook veeleisende applicaties aan kan.

PCI bus links directly to processor bus

De PCI-controller werkt zowel als bus-master of als slaaf.

IC brings workstation 3D graphics to PCs

Met de low-cost grafische chip GLINT van 3Dlabs wordt interfacing naar de PC-bus vereenvoudigd.



Bestelformulier EP-Journaal

(geldig tot 3 maanden na publicatie!)

Hierbij bestel ik de volgende editie(s):

Editie en titel:

Het totaal bedrag is (incl. f 2,50 porti- en administratiekosten)

heden overgemaakt op postbankrekening 83214 t.n.v.

Uitgeverij De Muiderkring te Weesp.

vermeld op bijgevoegde girostortings- of betaalkaart.

NAAM:

FUNCTIE:

FIRMA:

ADRES:

POSTCODE: PLAATS:

Dit formulier opsturen naar: Uitgeverij De Muiderkring B.V.,
Antwoordnr. 6114, 1380 VB Weesp NEDERLAND
(tel. 02940-15210/fax. 02940-12782).

EP-Journaal



EDITIE 6/94

Jetzt macht Intel Dampf

Getest: één Dual en vier single processorsystemen.

CD-ROM-Drives unter 500 DM

Acht CD-ROM-drives onder de 500 DM beschreven.

Elektronische Bücher

Hoe worden elektronische boeken geschreven - strategieën en producten.

PCMCIA-Modems

15 PCMCIA-modems vergeleken.

VisualBASIC krepelt das Programmieren um

VisualBASIC maakt programmeren eenvoudiger.

Mac-Fehlercodes

Foutmeldingen van Mac-OS uitgelegd.

Trägerische Sicherheit

Snelle on-line diskbeveiliging brengt risico's met zich mee.

Videokonferenzsysteme

Communicatiemogelijkheden per ISDN.

Borland C++4.0

Besproken wordt Borland C++4.0, een ontwikkelingsysteem voor DOS en Windows.

World Wide Web im Internet

Biedt World Wide Web echt een tijdsbesparende, maar toch veelomvattende zoektocht naar informatie?

Power Mac intern

Apples Power Mac in detail, deel 1: software.

EDITIE 7/94

Leichte Ware

Uitvoerige test van actuele notebooks en toebehoren.

EPP, ECP...etc.

Printerpoortmetamorfoses.

Twist in Farbe und Schwarzweiss

Monochroom en kleuren LCD's: hoe functioneren ze?

Jetzt funkt's

Concepten en aanbiedingen in het D1-, D2- en E-Plus-net.

Innovation durch Inflation

Zes C-/C++-compilers voor PC's vergeleken.

Volk-Bibliotheken

Borlands OWL 2.0 vergeleken met Microsofts MFC 2.5.

Edle Pixel-Hardware

De grafiekkarten topklasse met 4 MByte VRAM.

Tuschkasten-Bürokratie

Grafieprogramma's onder Windows.

Medienkontrolle

Multimedia met MCI.

OS/2 für 4 MByte

Beta-test van de 4 MByte versie van OS/2.

Internet privat

Wat heeft een particulier nodig om aan Internet deel te kunnen nemen en tot wie moet men zich wenden?

Native Software für den Power Mac

Krachtige software voor de native mode van de Power Mac.

Drucker für Windows

Vijf GDI-laserprinters vergeleken.

Stereogramme selbstgemacht

Autostereokarakteristieken zelf maken.

ET4000/W32 ausgereizt

Programmering van de grafische versnellers in ET4000/W32, deel 1.

So wird Windows 4.0

Nieuws over de opvolger van DOS/Windows: Chicago.

EDITIE 8/94

PCI-Glückspiel

Een voordelige overstap van ISA- en VLB-bus naar PCI belooft drievoudige combiboards voor Intel PC's.

Tuning bei 486 und Power Mac

Drie artikelen die u duidelijk maken hoe u met weinig middelen meer uit uw computer kunt halen.

Tintenstrahldrucker

Inkjetprinters tot 650 DM vergeleken.

Digitale Bilder

Verschillende artikelen over desktop video.

Chemie-Simulation

D.m.v. computersimulaties slagen natuurkundige en scheikundige proeven veel sneller en stank, vlekken en explosies komen er niet aan te pas.

DOS 7 durchleuchtet

Een kritische blik op Novell DOS 7.

OCR-Programme

Nieuwe en betere OCR-programma's.

Kryptologie

Beveiliging van uw computersysteem.

Lernen am Computer

De grenzen en mogelijkheden van het leren via de computer.

FA-Typenblatt: TS-50S

Gegevens van de TS-60S kortegolfontvanger.

Dolby S und Dolby Surround

Besproken wordt het verschil in kwaliteit tussen Dolby S en Dolby Surround.

Die Microsoft-Story

Het verhaal achter Microsoft Corporation.

Faxen mit dem PC

Voor faxen met de PC zijn buiten een PC en een telefoonaansluiting twee dingen nodig: een faxmodem en de bijbehorende software.

Softwarepiraten verursachen Verluste

Softwarepiraterij veroorzaakt veel schade bij softwarebedrijven.

PCI - der Standard der neunziger Jahre?

Dit artikel gaat in op de PCI-Bus: hoe functioneert deze en welke componenten en moederboards zijn nu al verkrijgbaar.

Pascal für Mikrocontroller der 8031-Familie

NiliPascal, een nieuw ontwikkelingssysteem voor microcontrollers uit de 8031-familie op de PC.

Mikrocontrollertechnik für universelle Anwendung (12)

Netwerk met microcontrolleraansturing, deel 5.

Alles MUP oder was? (3)

Deel 3: lay-outprogramma's.

Passiv-IR-Sensorbaugruppe als Personendetektor

Schakeling die gebaseerd is op een pyroelektrische sensor die op de geringste warmtestraling reageert.

Vielseitiger Tondecoder mit Timer-IC 555 und Schaltstufe für CB-Geräte

Veelzijdige toondecoder met timer-IC 555 en schakeltrap voor CB-ontvangers.

Neues vom Bauelemente-markt

Geschakelde offline-stroomvoorzorging met 1 MHz en audioprocessor-IC met Surround-Sound-functies.

LM 1868 - AM/FM-Empfängersystem für Lautsprecherbetrieb

Bouwgegevens van het AM/FM-ontvangersysteem LM 1868.

LM 3098 - FM-ZF-Verstärker, Demodulator, NF-Verstärker

Bouwgegevens van de LM 3089.

EDITIE 7/94

Tips zum Satellitenfunk (2)

Praktische aspecten van het zenden via satellieten.

CQ-Rufgeber mit Sprachausgabe-Schaltkreis (3)

In dit deel het stroomschema en de functieverklaring.

QRP, die Alternative: 10-MHz-Transceiver mit 2,5 W (2)

Deel 2 van deze serie over de QRP-ontvanger voor de 30 m band.

Portable KW-Yagi-Antennen nach dem Baukastenprinzip

Draagbare KW-Yagi-antenne zelf bouwen.

Empfangskonverter fürs Handy

Converter om het ontvangstbereik van de handy te vergroten.

Schnäppchen: 2-m-FM-PA

Bouwpakket voor een 2 m vermogensversterker in twee varianten.

KW-Contestprogramme - eine Übersicht (4)

De belangrijkste verbeteringen aan de nieuwe versie 4.

CW-Training am PC

Besproken worden HFMORSE 3.0 en MORSE-TUTOR 4.0.

FA-Typenblatt: IC-736

Gegevens van de IC-736, een kortegolfontvanger met 6 m band.

Das Geheimnis der Batchdateien

Batchdata, wat zijn het en wat kun je er mee doen.

Lohnt sich eine RAM-Disk?

De voor- en nadelen van een RAM-disk.

R/C-Messung mit dem PC

Meetinrichting voor de PC te realiseren met eenvoudige middelen.

Mini-Einbruchsmeldanlage mit EMR-Steuerung (1)

Een inbraaksysteem dat met name geschikt is voor kleine te beschermen objecten.

Elektronischer Farbwürfel mit kreisender Anzeige

Elektronische dobeelsteen met uitlopende weergave.

Bevor das Mass voll ist

Bouwbeschrijving van een overstromingsmelder.

Alles MUP oder was? (4)

In dit deel: lay-out programma's.

EMR-gesteuerter FM-RDS-Scanner (1)

De hier beschreven RDS-scanner tast continue het totale UKW-gebied af en slaat alle gegevens van de ontvangen RDS-stations op.

Quarze in Schwingenschaltungen (3)

Eigenschappen en gebruik van kwartoscillatoren.

Universalbaustein AY 3-1015

De mogelijke opvolger van COM 8017.

Ereigniszähler für 4½-stellige LC-bzw. LED-Anzeigen

Gegevens van de ICM 7224 en de ICM7225.



Das Magazin für Funk Elektronik · Computer

EDITIE 6/94

Tips zum Satellitenfunk (1)

In deel 1 van deze serie geeft de schrijver enkele tips voor beginners die gaan communiceren met satellieten.

CQ-Rufgeber mit Sprachausgabe-Schaltkreis (2)

In deze bijdrage worden de printen van de CQ-Rufgeber met het spraak-IC ISD 1016 behandeld, worden adviezen gegeven voor de bouw en worden tegelijkertijd de schakeling van de tweede variant op basis van een spraakrecorderschakeling getoond.

QRP, die Alternative: 10-MHz-Transceiver mit 2,5 W (1)

Na een introductie van het thema QRP wordt de bouw van een ontvanger voor de 30 meter band beschreven.

9-MHz-SSB-Sendebaugruppe (2)

In dit deel: tips voor de bouw en de zeer zorgvuldig uitgevoerde metingen aan de schakeling.

KW-Contestprogramma - eine Übersicht (3)

In dit deel een Duits programma: QW.

HFL 14,50/Bfr 290


RB VERZAMELBAND

Functionele verzamelband, waarin u zonder problemen een heel jaargang RB ELEKTRONICA kunt opbergen.

Bestelnr. 470004

Portokosten Hfl 5,-/Bfr 100

AGENDA

DATUM	ACTIVITEIT	LOKATIE	
Augustus			
28-2/9	IFIP Congress '94	Hamburg (D)	494035692268
30-2/9	Computer graphics Leipzig	Leipzig (D)	205752055
30-3/9	BIK '94	Leipzig (D)	205752055
30-3/9	BUGRA	Leipzig (D)	205752055
September			
3	Regionale computerbeurs	Goes (NL)	40430141
10	Regionale computerbeurs	Enschede (NL)	40430141
12-14	Max+plus II (workshop)	Delft/Eindhoven (NL)	15609585
13	Flowmeettechniek (cursus)	Urmond (NL)	215958728
13	Laser-optisch uitlijnen	Vught (NL)	416373176
13-14	International CAN Conferentie	Mainz (D)	51164052
13-14	Informatie-Infrastructuren (cursus)	Eindhoven (NL)	206233094
14	Machineconditiebewaking (cursus)	Vught (NL)	416373176
14-15	Open dagen Comtest	Zoeterwoude (NL)	71417531
15	SPM onderhoudssoftwareprogr.(curs.)	Vught (NL)	416373176
14-17	TGA '94	Leipzig (D)	205752055
19-20	MUST: Onder de loep genomen	Veldhoven (NL)	703919859
19-23	Wireless computer networks	Den Haag (NL)	703327947
20	Toepassing Gebouwbeheersysteem	Den Bosch (NL)	174513921
20-22	Method Engineering (cursus)	Enschede (NL)	206233094
20-22	Beheer van Informatiesystemen	Delft (NL)	206233094
21-22	4e Nationale Omroep Congres	Amsterdam (NL)	35258699
22	Vochtmeettechniek (cursus)	Naarden (NL)	215958728
23-25	Benelux Computer '94	Eindhoven (NL)	40430141
24	Computerbeurs Friesland	Gorredijk (NL)	51331647
25-27	Eur. professors in autom. & control	Wageningen (NL)	8370-83331
26-28	Software Performance Engineering	Utrecht (NL)	206233094
26-29	APPC/APPN Conference	Amsterdam (NL)	44817411922
27	Genetische Algoritmen (cursus)	Utrecht (NL)	206233094
27-29	Cad Cam 94	Kortrijk (B)	56204000
27-29	Industriële meettechniek	Delft (NL)	15158055
29	Nieuwe Technologieën (symposium)	Delft (NL)	15786122
Oktober			
5	Analysemeetapparatuur (workshop)	Naarden (NL)	215958728
5-7	Hi-Tech Materials '94	Utrecht (NL)	418078881
6	Adventures with radioisotopes	Delft (NL)	15786712
7	Strategische samenwerking in R&D	Amsterdam (NL)	205924253
8	Regionale computerbeurs	Zuid-Laren (NL)	40430141
11-15	MEBA	Leipzig (D)	205752055
12	Niveaumeetapparatuur (workshop)	Naarden (NL)	215958728
24-26	IT94	Amsterdam (NL)	205491212
30	Regionale computerbeurs	Den Bosch (NL)	40430141
November			
3	Flowmeetapparatuur (workshop)	Naarden (NL)	215958728
4	'ing van het jaar' (NIRIA)	Eindhoven (NL)	703522141
5	Regionale computerbeurs	Delft (NL)	40430141

In dit deel 5 over dikkefilm hybridetechniek wordt verder ingegaan op hetgeen in deel 4 ter sprake is gekomen. Nu komt onder meer het temperatuurproces aan bod, de thermodynamiek, de verschillende bestanddelen in de pasta's en het droogproces.

Dikkefilm hybridetechniek

deel 5: thermodynamiek, temperatuurproces, bestanddelen en processen.

Na de theoretische delen 1, 2 en 3 komen in de laatste delen vooral de praktische aard van de dikkefilm-hybridetechniek aan de orde. Aan het einde van dit artikel is een literatuurlijst opgenomen, waarmee men in staat wordt gesteld om dieper op deze interessante materie over een moderne elektronica-montagetechniek in te gaan. Reacties zijn en blijven uiteraard welkom.

Temperatuurprocessen in de meerlaagstechniek

(Deze paragraaf werd samengesteld aan de hand van /6/.)

Na het zeefdrukken worden de elektrische, mechanische alsmede de betrouwbaarheidbepalende eigenschappen van de laag met behulp van thermische processen gevormd. Overeenkomstig de bij de diverse temperatuurbereiken verkregen effecten voor het vormen van een laag kan de volgende indeling worden geschetst:

Drogen - uitbakken - inbranden - afkoelen

In fig. 19 zijn de temperatuurbereiken met de daarbij optredende hoofdeffecten schematisch voorgesteld. Het droogproces wordt in principe in een afzonderlijke oven - gescheiden van de overige temperatuurbehandelingen - uitgevoerd, omdat de daarmee verwijderde organische oplosmiddelen de uitbak- en inbrandatmosfeer te sterk zouden belasten. Uitbakken en inbranden vinden plaats in een doorloopoven met meerdere zones waarbij de gedroogde pasta, vanaf het moment dat deze bij kamertemperatuur in de oven wordt ingevoerd, tot een temperatuur van circa 150 °C bereikt wordt, een tweede droogproces doorloopt.

Voor een beter begrip van het afgewikkelde proces dient men eerst de thermodynamische eigenschappen van de voornaamste pasta-bestanddelen alsmede de wisselwerking ervan tijdens de temperatuurbehandeling te kennen.

Thermodynamica bij het uitbakken van pasta's

De belangrijkste chemische reacties bij het uitbakken zijn reductie- en oxidatie-

reacties tussen een element E en de zuurstof O:

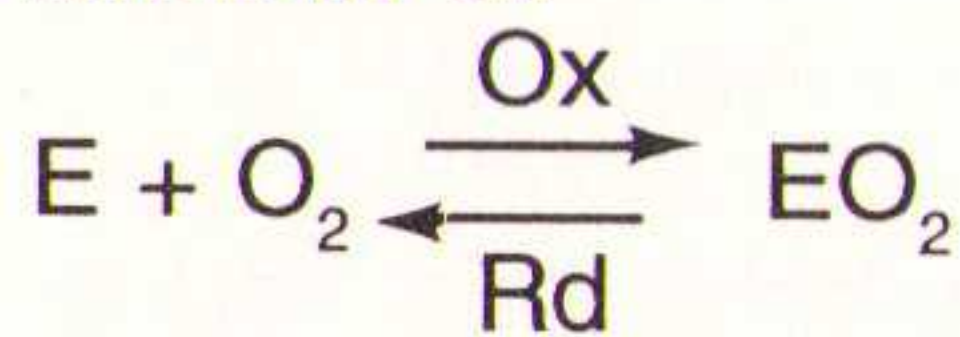
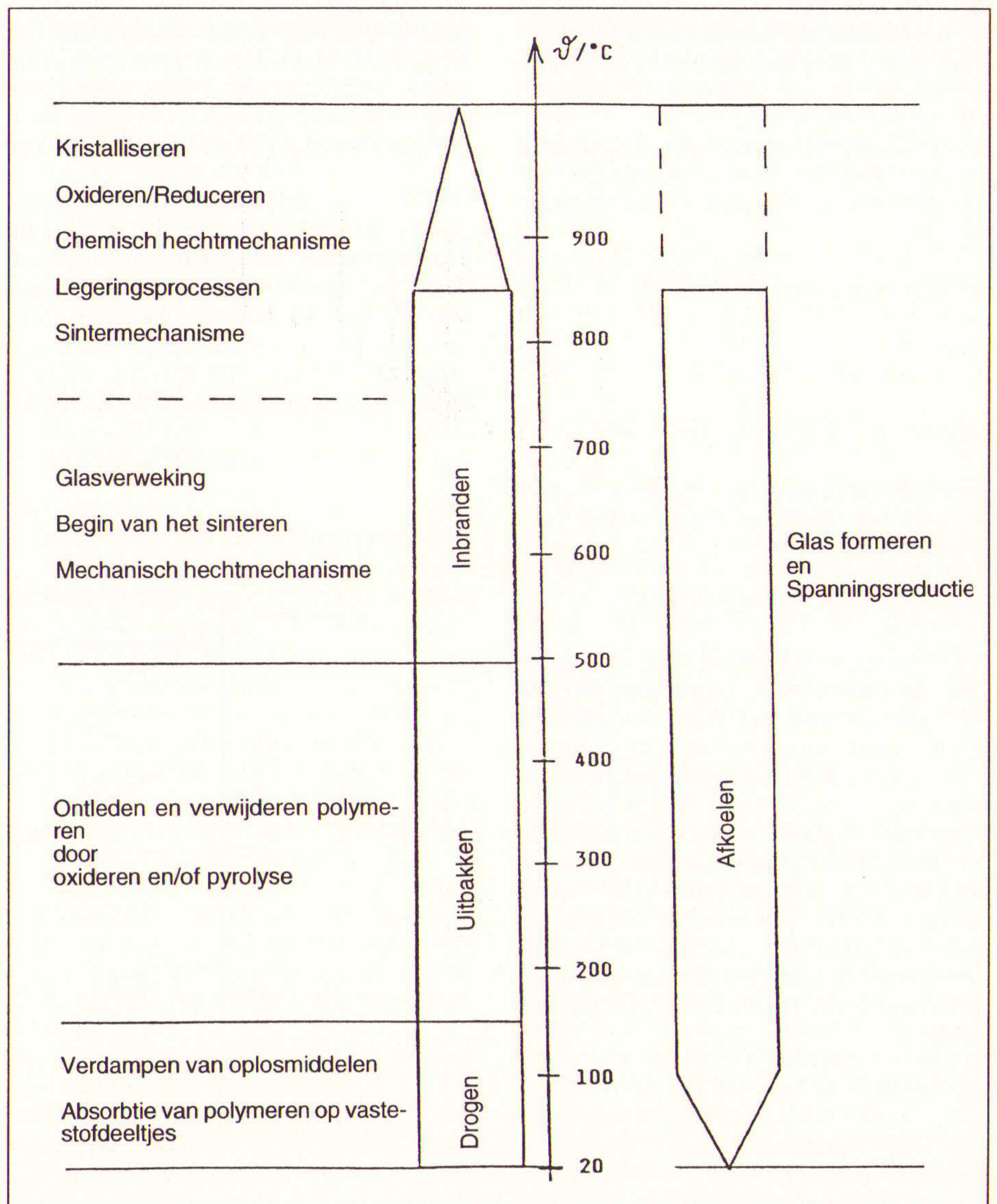


Fig. 19 Schematisch verloop van temperatuurbehandelingen en de invloeden daarvan op de laagvorming.

De richting van het reactieproces wordt bepaald door de vrije bindingsenthalpie van het oxide. De vrije bindingsenthalpie beschrijft de chemische affiniteit van een reactie bij constante temperatuur en constante druk. De verandering van de vrije bindingsenthalpie door een chemische reactie komt overeen met de maximaal bruikbare arbeid uit een reversibel proces. Bij een spontane reactie is de verandering kleiner dan nul (energie-afgifte), bij een geforceerde reactie daarentegen groter dan nul (energietoevoer). Komt er geen verandering in de vrije bindingsenthalpie dan verloopt de reactie in thermodynamisch evenwicht. De verandering van de vrije bindingsenthalpie is een functie van de concentratie van de bij de reactie be-



THEORIE

trokken stoffen respectievelijk producten, en van de molaire energieën daarvan.

De bruikbare arbeid van een proces wordt beschreven door de isothermische toestandsverandering van een ideaal gas, dat gekenmerkt wordt door een constante temperatuur en de overgang van de ene gasdruk naar de andere. Bij vermenging van meer gassen is dat de betreffende partiële druk van het beschouwde gas. Men definieert standaardtoestanden met een vrije binding-senthalpie gelijk aan nul en kent daar een zogenaamde standaardaffiniteit aan toe, die voorwaarde is voor de vorming van een verbinding uit de elementen ervan. Bij standaardtoestanden wordt doorgaans gerefereerd aan een druk van e'e'n atmosfeer (101,325 kPa) en een temperatuur van 273,15 K.

De standaardaffiniteit van chemische reacties wordt geschreven als:

$$\Delta G = 0 \rightarrow -\Delta G^\circ = R \cdot T \cdot \sum n_i \cdot \ln p_i$$

waarin

ΔG° = standaard affiniteit

ΔG = verandering van de vrije binding-senthalpie

R = gasconstante: 8314.4 J (kmol)⁻¹K⁻¹

T = absolute temperatuur

N_i = Molgetal van het gas

p_i = partiële druk

K_p = Evenwichtsconstante van de partiële druk (komt overeen met de afhankelijkheid van de chemische affiniteit van de concentratie).

De evenwichtsconstante kan eveneens in concentraties of molfracties respectievelijk als ionenactiviteit beschreven worden.

In algemene vorm:

$$\Delta G - \Delta G^\circ = R \cdot T \cdot \ln K_a$$

(a: chemische activiteit)

$$\text{waarin } K_a = (a_c^c \cdot a_d^d) / (a_a^a \cdot a_b^b)$$

Voor de reductie- en oxidatiereacties tussen een element en zuurstof volgt daaruit:

$$\Delta G - \Delta G^\circ = R \cdot T \cdot \ln \frac{a_{EO_2}}{(a_E \cdot a_{O_2})}$$

De chemische affiniteit van het oxide van een element is gelijk aan dat van het element zelf, wanneer het element en het oxide ervan in vaste of vloeibare vorm alsmede in zuivere vorm beschikbaar zijn en bovendien een te verwaarlozen kleine wederzijdse oplosbaarheid bestaat. Dit geldt bijvoorbeeld voor alle metalen en metaaloxiden. De chemische activiteit van een gas wordt beschreven door de partiële druk ervan. Voor het inbranden is de partiële zuurstofdruk in de ovenatmosfeer van belang:

$$\Delta G - \Delta G^\circ = R \cdot T \cdot \ln 1/p_{O_2}$$

$\Delta G < 0$: oxidatie

$\Delta G > 0$: reductie

$\Delta G = 0$: thermodynamische evenwicht

Voor het thermodynamische evenwicht geldt dat de reacties geen wijzigingen in de vrije bindingsenthalpie tot gevolg hebben. Met behulp van deze evenwichtsvoorwaarde kunnen voor belangrijke, het verloop van de reacties bij het inbranden bepalende pastacomponenten, zogenaamde fasenevenwichtsdiagrammen (coëxistentielijnen) worden getekend. Het aanleggen van de partiële evenwichtsdruk bovenop de temperatuur maakt het mogelijk conclusies te trekken over de te verwachten chemische reacties onder uiteenlopende inbrandvoorwaarden. Fig. 20 laat aan de hand van een voorbeeld van koperpasta en de daarmee overeenstemmende partiële zuurstofdruk een dergelijk diagram zien.

De coëxistentielijnen kenmerken de thermodynamische evenwichtsvoorwaarden: boven de lijn is het betreffende oxide en onder de lijn het zuivere element thermodynamisch stabiel. Op de lijn zijn beide in evenwicht.

Van bijzondere betekenis voor het uitbakken is de CO/CO₂/C-lijn (ook voor in lucht inbakbare systemen):

Alle metaaloxiden, die boven de koolstoflijn liggen, bezitten een minder negatieve vrije standaardenthalpie dan CO en CO₂ en kunnen derhalve door in de pasta respectievelijk in de ovenatmosfeer aanwezige koolstof in deze temperatuurbereiken worden gereduceerd.

Uit de thermodynamische verhoudingen volgen echter uitsluitend principiële mogelijkheden. De snelheid en de omvang van een reactie in een "mengsel van elementen" worden bepaald door reactiekinetica en massabalans. Zo oxideert bijvoorbeeld als gevolg daarvan alleen het oppervlak van de werkfase

van koper terwijl die volgens de coëxistentielijn volledig in Cu₂O zou moeten worden omgezet.

Bestanddelen in cermetpasta's en de wisselwerkingen ervan met de temperatuurbehandeling

Werkfasen:

Geleidende pasta's:

Au; Ag; Cu; Au- respectievelijk Ag-legeringen met maximaal 10 % platina en/of maximaal 30 % palladium

Weerstandspasta's:

Bismut-ruthenium-oxide (in lucht inbakbaar)
Lanthaan-hexaboride (inert inbakbaar, laagohmig)
Tantal-tin-oxidefase (inert inbakbaar, hoogohmig)

Isolatiepasta's:

Loodsilicaatglas met titaanoxide en Al-oxide, Zn₂SiO₄; BaTiO₃ (kristalliserende composieten)
Al₂O₃; ZrO₂; Mg₂Al₂O₄; kwarts (kristallijne composiet)

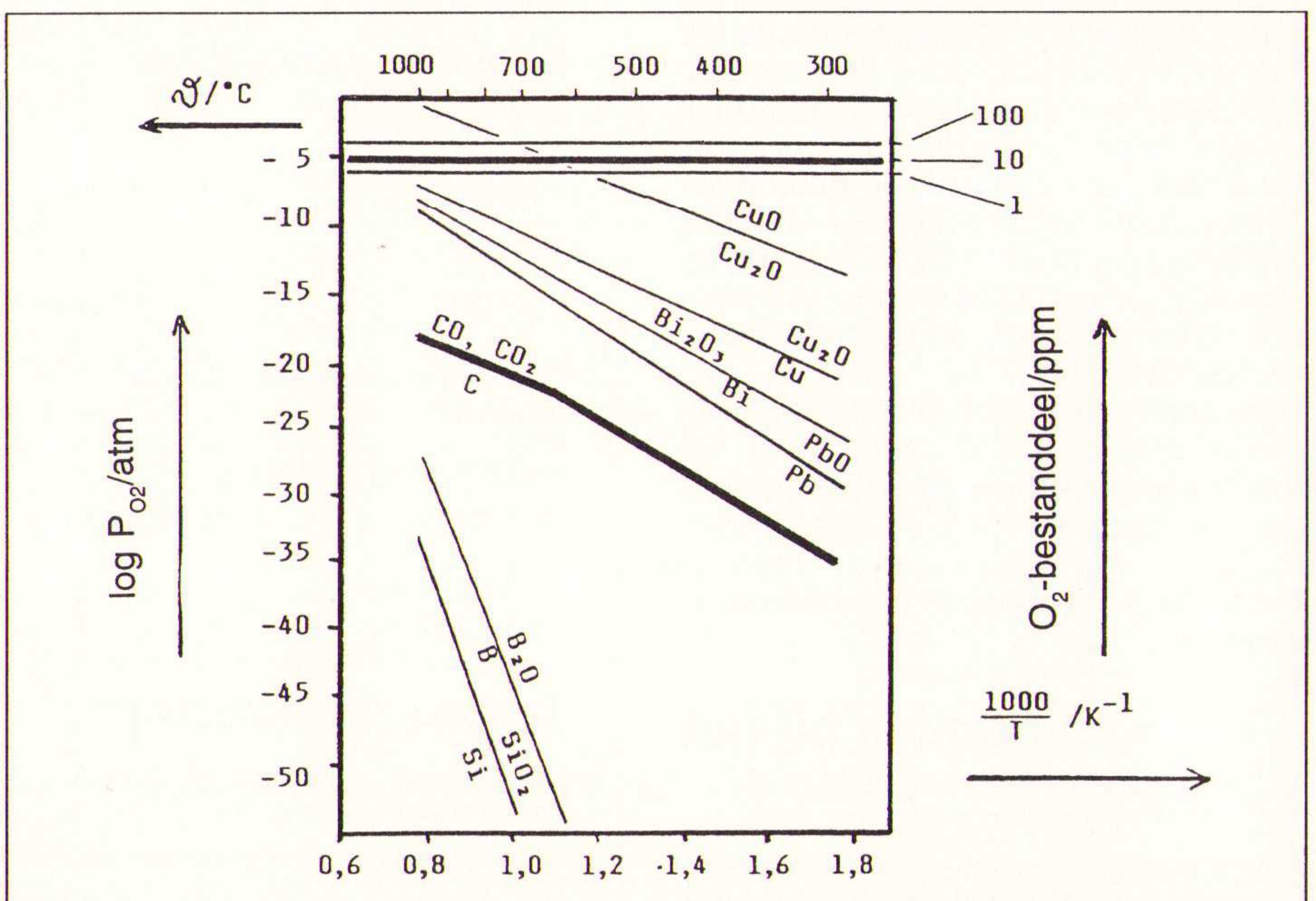
Anorganische binders:

Lood-borosilicaatglas, bismuthoudende glazen; barium-calcium-borosilicaatglas; zink-aluminium-lood-borosilicaatglas. Anorganische binders zijn niet eenduidig af te bakken van de werkfasen voor isolatiepasta's.

Organische binders:

Vetalcoholen en de esters daarvan: bijvoorbeeld acetaten; synthetische harsen: bijvoorbeeld polyacrylaat, polyester, polymethylacrylaat, cellulosederivaten: bijvoorbeeld ethylcellulose

Fig. 20 Het fasenevenwichtsdiagram / 7/.



Organische oplosmiddelen (5 % - 25 % massabestanddeel in de matrijs):
Terpine-olie; dennenolie e.a.

Thixotropiemiddelen:
Bijvoorbeeld ricinusolie-derivaten.

Bevochtigingsmiddelen
Bijvoorbeeld oplossing van een vetkoolwaterstof in vetkoolwaterstofolie (voor koper)

Verdere bestanddelen:
 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ Verbeterd de chemische hechtvastheid door de vorming van stabiele aluminaten met het substraat.

SiO_2 en/of B_2O_3 Als glasvormers zorgen deze voor een hoge viscositeit van de anorganische binders boven de verwekingstemperatuur ervan en daarmee voor een geringe uitbreiding over de ondergrond. Bovendien verhinderen ze ongewenste kristallisatie-effecten in het glas en daarmee mogelijk sterktevermindering.

Al_2O_3 Verhoogt de weerstandsbestedigheid tegen vocht alsmede de legerbestendigheid.

Na_2O en/of K_2O Alkali-oxiden verlagen de glasverwekingstemperatuur en verbeteren de bevochtiging van de werkfasen respectievelijk van de ondergrond.

De gevoeligheid van pasta's met het oog op reproduceerbare kwaliteiten dient aan de hand van enkele wisselwerkingen tussen pastabestanddelen en temperatuurproces verduidelijkt te worden. Hoewel dit ook in het voorbeeld van de koperpasta's gebeurt, moeten de problemen algemeen gesteld worden. Koperpasta's zijn voor wat betreft de uitbakvoorwaarden bijzonder kritisch en daarmee heel goed te verduidelijken.

Poederwerkfasen voor geleidende pasta's

De diameter van kogelvormige korrels moet in het bereik van 0,5...1...5...10 μm liggen. Bij een te kleine diameter neemt de pakkingsdichtheid als gevolg van te sterke adhesiekrachten af, en daarmee de verdichting van de pasta. Bovendien zijn dan voor een goede verwerkbaarheid meer polymeerbestanddelen in de pasta vereist. Bij een te grote diameter verslechtert de kinetika van het sinteren, bovendien treedt gemakkelijker verstopping van de openingen in de matrijs op.

Het specifieke oppervlak van het poeder moet circa 1 m^2/g bedragen. Grotere specifieke oppervlakken leiden tot sterkere oppervlakte-oxidatie van de korrels, en belemmeren het uitbakken van de organische bestanddelen. Een dunne oppervlakte-oxidelaag daarentegen draagt bij tot het contact tussen de werkfase en de matrijs en daarmee tot

betere reologische verwerkingseigenschappen van de pasta. Omdat een dunne oxidelaag het korreloppervlak glad maakt, treedt bij het drogen van de pasta een sterkere verdichting van de laag op waardoor het sinteren tijdens het inbranden effectiever wordt.

Werkfasen voor isolatiepasta's:

Daar het hierbij om materialen met een laag verwekingspunt gaat, doet zich een probleem voor: bij herhaald inbranden moet opnieuw verweken van anorganische werkfasen verhinderd worden omdat anders de laag niet vormstabiël zal zijn. Dit is op twee manieren mogelijk:

* Kristalliserende composieten. Het uitgangskarakter daarvan is die van een glas. Met toenemende temperatuur vindt een overgang naar een kristallijne structuur plaats. Zo kristalliseren bijvoorbeeld lood-silicaatglas met titaan- en Al-oxide tot barium-aluminium-silicaat of aluminiumtitaanaat, waarvan de verwekingstemperaturen boven de inbrand-temperaturen liggen.

Bezwaarlijk is dat de kristalvorming voldoende ver onder de peak-temperatuur moet plaatsvinden. Dientengevolge treden hierbij vastestofreacties op en kunnen gemakkelijk mechanische spanningen geïnduceerd worden. De kristallen moeten tijdens de houdtijd van de peak-temperatuur geformeerd worden. De ontstane kristallen hebben een relatief geringe thermische geleidbaarheid en uitzettingscoëfficiënten.

Pasta's met kristalliserende composieten zijn ongeschikt voor multilayer-schakelingen.

* Kristallijne composieten. Als uitgangssysteem wordt kristallijn poeder met een relatief groot specifiek oppervlak, dat wil zeggen kleine korreldiameter, toegepast. De bij de peak-temperatuur taaivloeibare kristaldeeltjes lossen voor een deel op in het glas (anorganische binders) en versinteren. De korreltjes die bij het afkoelen weer uitkristalliseren, hebben een aanzienlijk kleinere specifieke oppervlakte, die nogmaals oplossen onmogelijk maakt.

Bezwaarlijk is dat de grote specifieke oppervlakte van de composieten een hoog dragerbestanddeel in de pasta nodig maakt, wat het uitbakproces bemoeilijkt.

De thermische geleidbaarheid is met $20 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ tweemaal zo groot als bij kristalliserende composieten terwijl de thermische uitzettingscoëfficiënt heel goed aan Al_2O_3 -substraten is aangepast.

Pasta's met kristallijne composieten zijn heel goed geschikt voor compacte multilayer-schakelingen.

Anorganische binders:

De anorganische binder zorgt voor een goede adhesie van de laag op het substraat en bevordert de sinterprocessen bij het inbranden door de effecten van het vloeistoffase-sinteren. De verwekingstemperatuur ligt derhalve onder de 600°C , oppervlaktespanning en viscositeit zijn relatief laag. De dominerende verbindingen zijn lood-borosilicaatglas en bismut- respectievelijk loodhoudende glazen.

Bismutoxide in koperpasta's is bijzonder kritisch gebleken. Het heeft een bestanddeel van circa 80 massaprocent aan organische binders en werkt als vloeimiddel. Ten opzichte van lood-borosilicaatglas bewerkstelligt het een hogere en op langere termijn stabielere hechtvastheid en een betere bevochtiging van de werkfase tijdens het vloeistoffase-sinteren. Het probleem: bismutoxide is door koolstof gemakkelijk reduceerbaar (zie evenwichtsdiagram). Overigens heeft zuiver bismut een voordeel: het smelt bij 271°C , omhult de metaaldeeltjes en ondersteunt op die manier het sinteren in de lagere temperatuurbereiken. Boven de 600°C verdampt en ontsnapt het. Bij verontreinigingen van de ovenatmofeer met bestanddelen van organische binders blijven overigens Bi-bestanddelen in de pasta achter en vormen na het uitharden ervan een brokkelige laag, die de vervormbaarheid en de hechtvastheid van het sinterstructuur bederft. In koperpasta's zijn daarvoor bismutconcentraties van 30 ppm al voldoende.

Alternatief wordt ook met PbO gewerkt, dat weliswaar ook gereduceerd kan worden maar geen negatieve invloed op de filmvorming heeft. (In isolatiepasta's kunnen overigens bij te grote hoeveelheden zuiver lood problemen met de isolatieweerstand ontstaan.) Ook zuiver lood ondersteunt het sinteren, maar is door zijn grotere thermodynamische stabiliteit en slechtere bevochtiging van de werkfase minder effectief.

Het droogproces

Het merendeel van de oplosmiddelen wordt verdampt. Deze mogen niet te snel uit de pasta ontsnappen, omdat bij een explosie-achtig ontwijken van oplosmiddelen scheur- en blaasjesvorming kan ontstaan. Als gevolg van de tussen de vastestofdeeltjes in de pasta heersende capillaire en oppervlaktespanningen treedt bij het drogen een volumevermindering op. De kinetika van de volumevermindering is afhankelijk van het droogregime, van het bestanddeel aan oplosmiddel en van de grootte en verdeling van de vastestofdeeltjes.

Tijdens het drogen treedt aan het oppervlak van de vastestofdeeltjes absorptie op van het dragerpolymeer. Dit wordt ondersteund door het toevoegen van bevochtigingsmiddelen en leidt tot een stevigere, vormstabiele laag, waarop weer een andere laag gedrukt kan worden.

Het uitbakproces

Bij het uitbakken moet de organische binder volledig en zonder resten uit de laag verwijderd worden. Bij lange koolwaterstofketens gebeurt dat in twee stappen: ontleden van de molecuulketens in gasvormige respectievelijk gemakkelijk te verwijderen vaste producten en in aansluiting daarop afvoeren uit de pasta en uit de ovenatmosfeer die de pasta omringt. Voor de stromingsmechanische beheersing van dit proces is de lokale atmosfeer vlak boven de pastalaag doorslaggevend. (Daarmee is een enkele micrometers dikke omhullende mantel bedoeld.) Blijven binderproducten in de lokale atmosfeer achter dan bemoeilijkt respectievelijk verhindert dat een verder verwijderen van de binder uit de laag. Daarbij kunnen door koolstofresten in de pasta ongewenste reductieprocessen ontstaan. Dit betreft echter niet alleen de reeds genoemde reductie van bismutoxide. Ook koperoxide, dat als hechttingsbevorderaar ook in edelmetaalpas-ta's wordt toegepast, wordt gemakkelijk gereduceerd, evenals loodoxide als alternatief voor bismutoxide.

Voor het ontleden van molecuulketens worden de volgende thermodynamische processen gebruikt:

In wisselwerking met de ovenatmosfeer treedt aan het laagoppervlak, en in de onmiddellijke nabijheid daarvan, ontleding door oxidatie op waarbij, afhankelijk van de concentratieverhoudingen en diffusieprocessen, het zeer diep binnendringen van zuurstof uit de lucht tot de ondergrond van de laag problemen kan geven.

Onder invloed van de voortdurend stijgende temperatuur bij het doorlopen van de oven treedt thermische ontleding (pyrolyse) van de organische binder op, ook in de onderste gebieden van de laag. Het effect van dit mechanisme is echter aanzienlijk geringer dan van oxidatie, wat voor de procesvoering bij het inbranden van koperpasta's, maar ook van dikke lagen en/of oppervlaktebedekkingen van belang is. Bij koperpasta's overheerst de pyrolyse door de geringe partiële zuurstofdruk van circa 10 ppm.

Het uitbakken is het meest kritische temperatuurproces. Van het effect daarvan hangt in grote mate de kwaliteit en betrouwbaarheid van de lagen af. Omdat de in de laag aanwezige restanten

van de drager respectievelijk de restproducten ervan de te formeren laageigenschappen negatief beïnvloeden. Het is dan ook heel belangrijk om ook in de lokale atmosfeer voor optimale stromingscondities in de ovenatmosfeer voor het afvoeren van de restproducten van de drager en voor het aanvoeren van verse gassen te zorgen. Negatieve effecten kunnen zijn: onregelmatige respectievelijk poreuze oppervlakken, slechte soldeerbaarheid, verminderde hechtvastheid en instabiel langetermijngedrag van de lagen.

Het inbrand- en afkoelproces

De vastestofdeeltjes van de werkfase en de organische binder die de elektrische en mechanische eigenschappen bepalen, vormen als gevolg van dit proces een sinterlichaam, respectievelijk een glasmatrix. Bovendien treden legeringsprocessen op. Structuurveranderingen (bijvoorbeeld van een glasstructuur in een kristallijne structuur) en chemische reacties, op deze laatste werd voor een deel al eerder nader ingegaan. In het volgende komen de sinterprocessen aan de orde.

De voornaamste bedoeling achter alle sinterprocessen is de eigenschap van deeltjessystemen grote bijdragen aan vrije energie als gevolg van materiaaltransport te leveren, af te remmen. Bijvoorbeeld door een drastische vermindering van alle externe en interne oppervlakken en een omvangrijke vermindering van structuurdefecten en onevenwichtige toestanden.

Reeds bij temperaturen onder de 500 °C beginnen in de vloeistoffase onderlinge processen als gevolg waarvan de laag sterk krimpt. Vloeistoffasesinteren is een proces dat plaatsvindt in een mengsel van materialen bij temperaturen boven het smeltpunt van een van de componenten van het mengsel. Voorwaarde daarvoor zijn een goede bevochtigbaarheid van de vastestofdeeltjes van de werkfase door de vloeibare fasen (gas, vloeimiddel PbO respectievelijk Bi₂O₃), een voldoende ruim aanwezige hoeveelheid van de vloeibare fase (de poriën in de laag moeten opgevuld zijn) en een zekere oplosbaarheid van de vaste in de vloeibare fase. In aanwezigheid van de vloeibare fase treedt een verdichting van de deeltjes op door het wegglijden van de vaste deeltjes in de aanwezige tussenruimten (rangschikking van de primaire deeltjes onder invloed van capillaire krachten) /8/. Omdat al aan het begin van het sinteren een relatief stevige hechting tussen de laag en de ondergrond bestaat, treedt de krimp vrijwel uitsluitend in verticale richting op: de laagdikte krimpt /9/.

Door het aangroeien van sinterhalzen tussen de vastestofdeeltjes treden al in

een vroeg stadium van het inbrandproces de eerste vastefaseprocessen op. Met stijgende temperatuur neemt deze contactvorming van metallische aard echter af. In een later stadium van het inbrandproces (ongeveer vanaf 100 K onder de peak-temperatuur) overheersen korrelgroeiprocessen die zeer procesgevoelig zijn. Derhalve moeten de procesparameters nauwe toleranties hebben $T_{Peak} \pm 3K$; $t_{Peak} \pm 1$ min.

Door het werkfase van het toegepaste materiaal bepaald, is bij isolatiepasta's het aandeel van het vloeistoffasesinteren groter dan bij geleidende pasta's. De na het afkoelen afgescheiden kristallijne korreltjes zijn in isolatiepasta's betrekkelijk groot en hebben een scherpe, hoekige vorm. Er ontstaat een grovere sinterstructuur met een grotere poriëndichtheid dan bij geleidende pasta's. Hierbij ontstaan problemen met de dichtheid van dergelijke lagen met als gevolg verschijnselen als geringe doorslagvastheid, geringe hermetisering of migratieverschijnselen bij dicht opgepaste geleidersporen. Met succes probeert men met nieuwe pastarecepten verbeteringen met betrekking tot de dichtheid van dielectrica te bereiken /10/.

De hechtmechanismen tussen pastalaag en substraat

Bij een stevige hechting van de gesinterde laag op de ondergrond zijn diverse mechanismen betrokken die in het voorbeeld verduidelijkt worden aan de hand van een geleidend koperspoor /11/.

De in anorganische binders aanwezige glazen en metaaloxiden ondersteunen drie mechanismen:

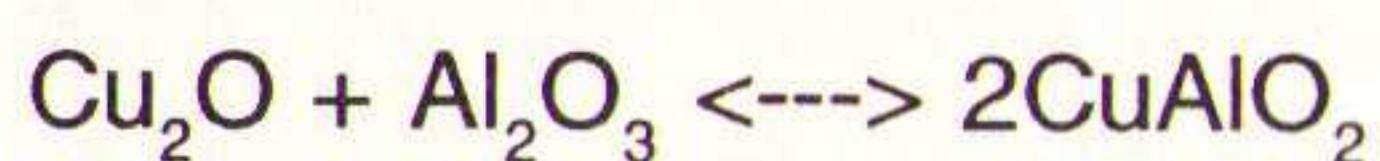
* Het aandeel van het glas, dat ook na het inbrandproces ongekristalliseerd achter blijft, levert door het binnenvloeien in de poriën aan de oppervlakte van de ondergrond een zuiver mechanische adhesiehechting omdat het glas zich na afkoeling daarin verankert.

* Een tweede mechanisme is de chemische wisselwerking tussen de te verbinden lagen. Daarvoor moet zich over het hele aanrakingsoppervlak van de te verbinden materialen een zo groot mogelijk aantal, zo gelijkmatig mogelijk verdeelde, hechtplaatsen kunnen vormen. Belangrijke voorwaarden daarvoor zijn weer de geringe viscositeit en oppervlaktetension van de organische binder, een laag verwerkingspunt ervan en een voldoende hoge dichtheid. Het proces wordt ondersteund respectievelijk gestart door bevochtigingsmiddelen als Bi₂O₃ of PbO en metaaloxiden als Cu₂O (dat ook in pasta's met edelmetalen wordt ge-

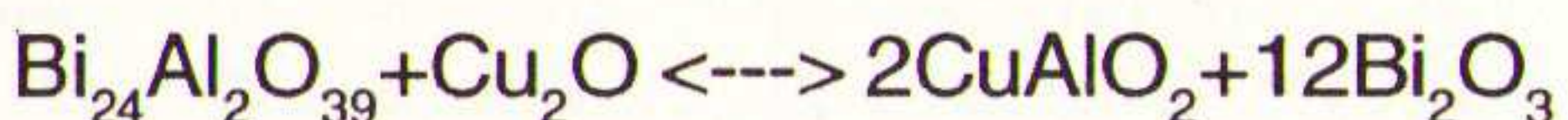
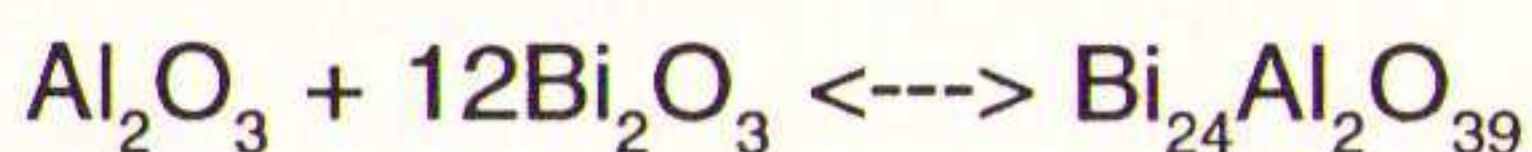
bruikt) voor het chemisch ontsluiten van het Al_2O_3 . Bij onvolledig uitbakken van de organische binder kunnen deze hechtingsbevorderaars gemakkelijk gereduceerd en daarmee ineffectief worden.

De vloeibare glasfase neemt niet alleen het transport van de hechtingsbevorderaar van de grenslaag naar de ondergrond over, maar het stabiliseert ook de grensvlakken door een zekere compensatie van thermisch geïnduceerde spanningen als gevolg van een geleidelijker verloop van de thermische uitzettingscoëfficiënt.

Voor het chemische hechtmechanisme is de vorming van een vaste verbinding tussen het metaaloxide als pastabestanddeel en het Al_2O_3 van het substraat doorslaggevend:



Vloei- en bevochtigingsmiddelen treden bij deze reactie gelijktijdig als katalysator op zodat de ontsluiting van het Al_2O_3 reeds in het bereik van 600 tot 900 °C en met aanzienlijk kortere reactietijden dan in het binaire systeem mogelijk is ($T > 1000 \text{ °C!}$):



(Vereenvoudigde voorstelling van het proces voor bismouthoudende glazen / 11/.)

* In /11/ wordt een verdere bijdrage aan de stabiliteit van de kristalfase-glasstructuur beschreven zoals die aan koperpastalagen werd waargenomen. Het koperaluminaat groeit epitaxiaal ten dele zeer diep in de sinterlichamen in. De oppervlakte van het substraat wordt door de aluminaatvorming en de epitaxie verschillend sterk doorgroefd. Het resultaat is een sterke vermenging respectievelijk splijten van de grensvlakken en daarmee tot een verdere versterking van de laagstructuur.

De ter illustratie besproken gewenste en ongewenste effecten bij de vorming van lagen verduidelijken niet alleen de reproduceerbaarheid van eigenschappen als oppervlakteweerstand of bond- en soldeerbaarheid, maar ook de betrouwbaarheid respectievelijk de langetermijnstabiliteit van een laag moeten in nauwe relatie tot de andere in de bedra-

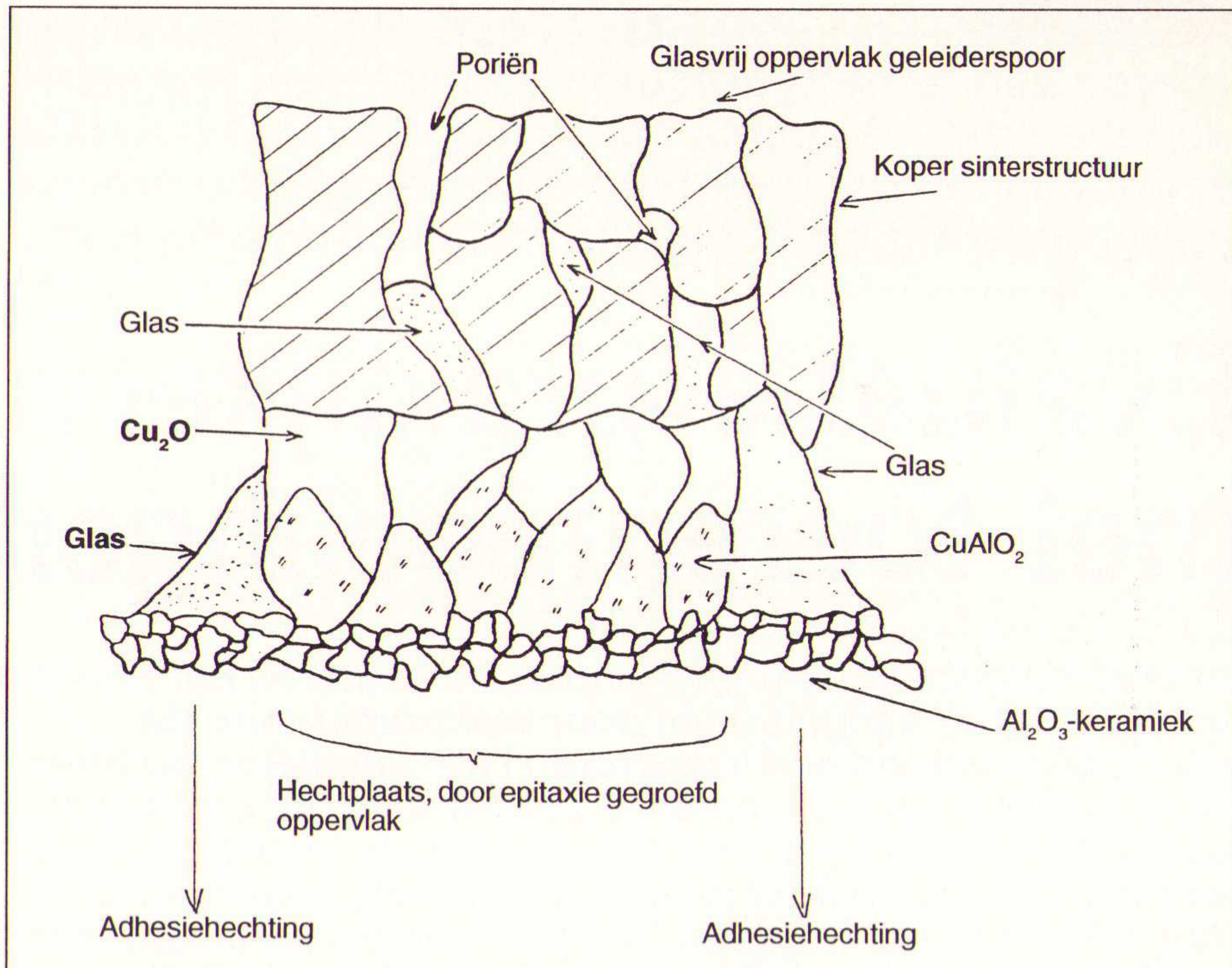


Fig. 21 Schematische opbouw van de keramiek-koperlaagstructuur /11/.

dingsdrager toegepaste materialen en tot de procesvoering van de temperatuurbehandeling worden bezien. Op voorwaarde dat de materialen compatibel zijn, moeten dan ook aan het uitbak-, inbrand- en afkoelproces hoge - en in de praktijk vaak onderschatte - eisen aan de optimalisering van dit proces en het handhaven van de technologische discipline worden gesteld.

Bronvermelding:

- /1/ Photoformed Conductors on Ceramic Substrates Interim Product Bulletin Du-Pont/EMD 1988
- /2/ D.L. Hasenmayer Dielectric transfer tape for hybrid circuits Informationsschrift Rohm and Haas Company 1988
- /3/ DI-TRAN Dielectric Transfer Tape Firmenschrift EMCA (Rohm and Haas Company) 1988
- /4/ F. Reinhold Grundlagenuntersuchungen zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit ausgewählter Siebdruckparameter unter dem Aspekt der Automatisierbarkeit TU-Dresden, Dissertationsschrift 1988
- /5/ B. Schulz Erarbeitung und Anwendung von Modellen zur Untersuchung von Wirkmechanismen

des Druckprozesses der Dickschichttechnologie TU-Dresden, Dissertationsschrift 1988

/6/ Th. Arnhold Erhöhung der Qualität und Zuverlässigkeit kompakter Dickschichtverdrahtungsträger durch Optimierung des Ausbrandbedingungen bei der Verarbeitung von Kupferpasten TU-Dresden, Dissertationsschrift 1989

/40 en /7/ C.M. Val Thick film copper multilayer systems Proc. of the Int. Symp. on Microelectronics 1978, Minneapolis

/8/ J. Besold Zusammenhänge zwischen dem Sinterprozess des Kupferfeinstpulvers und den physikalischen Eigenschaften der Leitschicht unter Berücksichtigung des Einflusses weiterer Pastenkomponenten ZFW der AdW Dresden, Dissertationsschrift 1988

/9/ H.Z. Wu; R.W. Vest; G.M. Vest; C.S. Man Adhesion and densification studies of oxide-free copper conductors Procc. of the Int. Symp. on Microelectronics 1986, Atlanta

/10/ K. Stender Entwicklung eines neuen Dielektrikas für kostengünstige Mehrlagenhybride Du-Pont, Vortrag ISHM-Deutschland 1990, München

/11/ G. Auerswald Untersuchung der Wechselwirkung von Gläsern mit Kupfer und Keramik, die als Haftvermittler in Dickschichtleitpasten eingesetzt werden ZFW der AdW Dresden, Dissertationsschrift 1987

IS EEN AUTOROUTER BETER DAN EEN PRINTONTWERPER?

Nee! Autorouters zijn weliswaar sneller, maar een goede printontwerper met een krachtig CAD-systeem is kwalitatief beter

Verrijgbaar van een Low-cost DOS tot een 32 bit PC en SUN versies met onbeperkte ontwerpcapaciteit. In het bijzonder de REAL-TIME eigenschappen spreken de professionele ontwerper aan. Met ruim 10.000 gebruikers wereldwijd behoort ULTIboard tot de toonaangevende EDA-systemen. Vraag de gratis demodisk

Energiestraat 36 • 1411 AT Naarden • Tel. 02159-44444 • Fax -43345
Kard. Mercierplein 1 • 2800 Mechelen • Tel. 015-401895 • Fax -401879

• V A N C O N C E P T T O T P L O T I N E É N D A G •

Novem heeft aan TNO (IMET) opdracht gegeven een aantal evaluaties uit te voeren aan toerengeregelde ventilatoren, pompen en compressoren. De uitgevoerde evaluaties hadden als doel de bereikte energiebesparing, de economische haalbaarheid en de mogelijke procesverbeteringen van de toerenregeling op basis van frequentieregeling vast te stellen.

Evaluatie praktijkervaringen met toerenregelingen

(deel 1)

In veel installaties worden pompen, ventilatoren en compressoren aangedreven door elektromotoren. De vermogens van de elektromotoren (van ventilator, pompen en compressoren) zijn meestal berekend op de maximale behoefte die zich maar een deel van de tijd voordoet. Vaak wordt de overcapaciteit (ventilator en pomp) door middel van een regelklep weggesmoord waardoor veel elektrische energie verloren gaat. Een methode om de capaciteit van ventilatoren, pompen en compressoren zo optimaal mogelijk aan te passen aan de vraag is door het toerental van de aandrijfmotor te regelen met behulp van toerenregeling op basis van frequentieregeling (vermogens-elektronica). Toerenregeling op basis van frequentieregeling van ventilatoren, pompen en compressoren vindt in Nederland nog relatief weinig plaats terwijl het inmiddels toch een beproefde en betrouwbare technologie is. De voordelen van toerenregeling zijn dat naast een aanzienlijke besparing op het elektriciteitsverbruik ook een betere procesbeheersing kan worden verkregen. Om meer bekendheid te geven aan toerenregeling op basis van frequentieregeling zijn in dit artikel een aantal succesvolle geëvalueerde projecten uit de industrie beschreven. Daarnaast is nagegaan wat de bedrijfszekerheid van toerenregeling is ten opzichte van smoorregeling bij ventilatoren en pompen.

Selectie projecten

Voor de selectie van de evaluatieprojecten zijn, in nauw overleg met de Novem vele leveranciers van frequentieregelaars benaderd met de vraag of zij goede voorbeeldprojecten (met het oog op terugverdientijd en energiebesparing) hadden waar toerenregeling, in plaats van smoorregeling, bij ventilatoren, pompen en compressoren (volast/nullast/aan-uit) wordt toegepast. Voor de selectie van de evaluatieprojecten werd ook als criterium gehanteerd: de oude regeling (smoorregeling) moest nog aanwezig zijn in verband met het uitvoeren van vergelijkende energiemetingen. Voor compressoren geldt dat deze volast/nullast/uit geregeld moet kunnen worden. In het algemeen werd door de leveranciers zeer goede medewerking gegeven. De meeste leveranciers hadden soms wel meerdere voorbeeldprojecten beschikbaar maar in de meeste gevallen echter was

de smoorregeling door het plaatsen van de toerenregeling gedemonteerd, waardoor geen vergelijkende energiemetingen meer konden worden uitgevoerd zodat deze projecten afvielen. De geselecteerde projecten zijn:

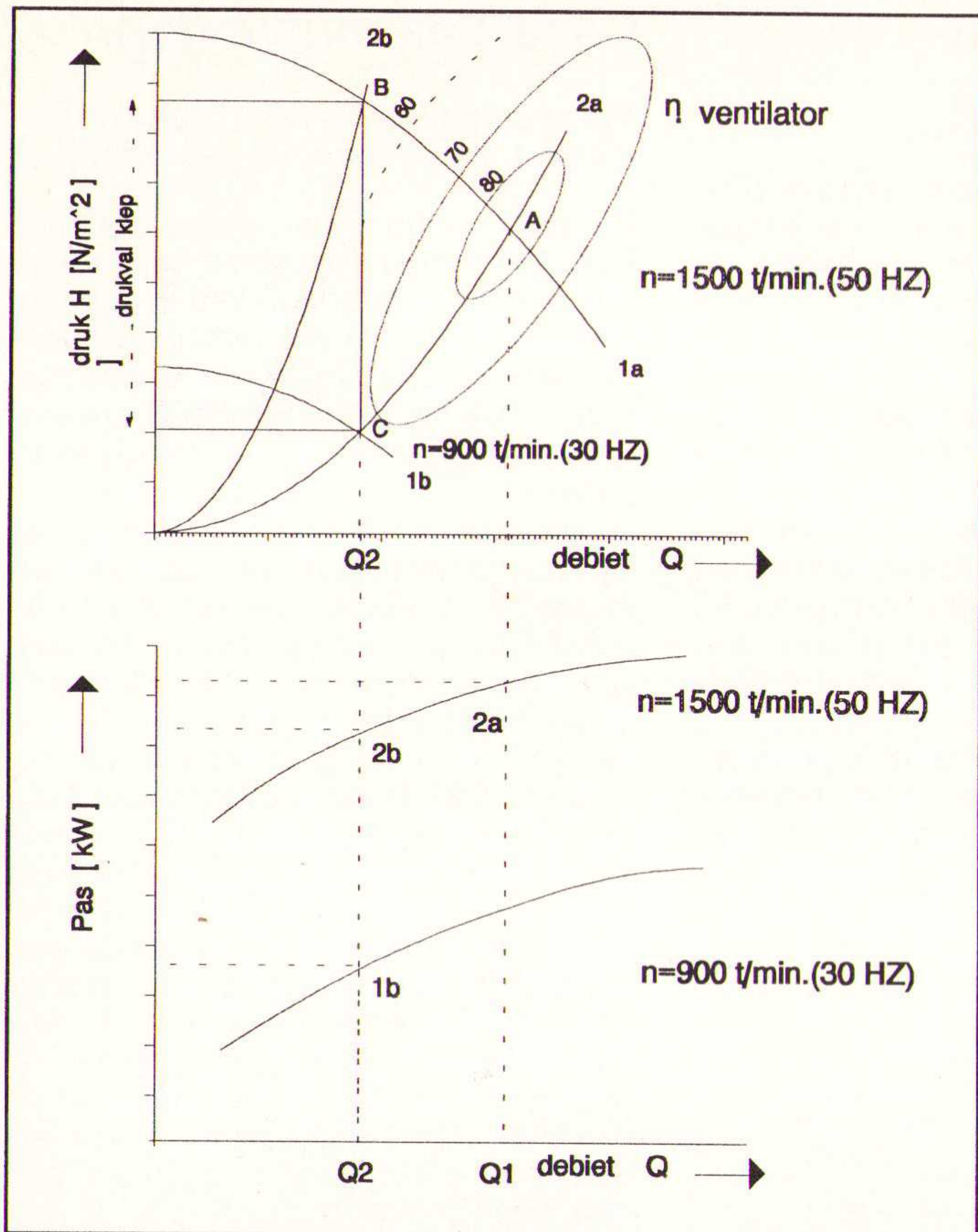
1. Toerengeregelde aandrijfmotor (160 kW) van een rookgasventilator bij een aluminiumsmelterij (evaluatie afgerond);
2. Toerengeregelde aandrijfmotor 77 kW van een afzuigventilator bij een slibverwerkingsbedrijf (evaluatie afgerond);
3. Toerengeregelde aandrijfmotor 5 kW van een pomp bij een wei-verwerkingsbedrijf (evaluatie afgerond);
4. Toerengeregelde aandrijfmotoren (160 kW) van een compressorinstallatie bij een boekbinderij (evaluatie afgerond);
5. Toerengeregelde aandrijfmotor 75 kW van een afzuigventilator bij een maalbedrijf van minerale grondstoffen. (evaluatie gestart);
6. Toerengeregelde aandrijfmotor (5,5 kW) van een compressor van een pilot-installatie (evaluatie afgerond);
7. Toerengeregelde aandrijfmotoren van ruwwater bij een bierbrouwerij (is door het bedrijf zelf geëvalueerd).

Werkingsprincipe

Smoorregeling versus toerenregeling

Er zijn diverse methoden om het debiet (lucht of vloeistof) aan te passen aan de behoefte van het moment. De eenvoudigste methode om het debiet aan te passen (regelen) is door een regelklep in het systeem te plaatsen waarmee het overtollige debiet als het ware wordt weggesmoord, de zogenaamde "smoorregeling". Een nadeel van smoorregeling is dat veel elektrische energie vernietigd wordt. Een energiezuinige methode, die momenteel steeds meer wordt toegepast, is het aanpassen van het toerental van de ventilator aan het debiet van het moment door het toepassen van "toerenregeling". Aan de hand van een ventilator, pomp motor-karakteristieken (zie fig. 2.1.) zal verklaard worden op welke wijze de besparing op het elektriciteitsverbruik door het toepassen van toerenregeling ten opzichte van smoorregeling mogelijk is. Het debiet van een ventilator of pomp verloopt volgens een zogenaamde Q-H kromme (zie fig. 2.1). Hierin is Q het debiet, de hoeveelheid per tijdseenheid, en H de opvoerhoogte. Het zogenaamde werkpunt (A) van de ventilator en pomp wordt bepaald door het snijpunt van de ventilatorkarakteristiek (curve 1a) en de belastingkarakteristiek van de installatie (curve 2a). Het verloop van de ventilator/pompkarakteristiek wordt bepaald door het toerental van de ventilator of pomp, waarin $H \propto n^2$ en $Q \propto n$. Het verloop van de belastingkarakteristiek wordt bepaald door de drukval over het systeem (leidingennet, kleppen, enz.) en verloopt meestal kwadratisch. Curve 1b geeft de ventilator/pompkarakteristiek bij een lager toerental ($n = 900$ toeren per minuut) weer.

Bij debietregeling op basis van smoorregeling wordt de belastingkarakteristiek (curve 2a) van de Q-H curve zodanig omhoog geregeld (curve 2b), dat het snijpunt (B) van de ventilator/pompkarakteristiek (curve 1a) precies bij het gewenste debiet Q_2 uitkomt. Uit de fig. 2.1 blijkt duidelijk dat hierdoor de druk over de smoorklep aanzienlijk toeneemt waardoor veel energie verloren gaat.



figuur 2.1. Q-H en P-Q curve ventilator.

Uit de onderste grafiek van de figuur blijkt dat de afname van het asvermogen (Pas in kW) van de ventilator/pomp bij smoorregeling gering is en van 2a naar 2b gaat. Bij debietregeling op basis van toerenregeling zal door het omlaag brengen van het toerental (n=900 t./min.) de ventilator karakteristiek (curve 1a) omlaag gaan (curve 1b) waardoor het werkpunt in C komt te liggen en het gewenste debiet Q2 wordt verkregen. Het opgenomen asvermogen van de ventilator en pomp zal in dit geval dalen van 2b naar 1b. Hieruit blijkt dat de vermogenswinst veel groter is dan bij smoorregeling.

Het mechanisch opgenomen vermogen van de ventilator gelijk is aan:

$$Pas = (Q \cdot H) / \eta \quad [kW]$$

waarin: **Q** = het debiet [m³/s]
H = druk [N/m²]
 η = rendement ventilator [%]

Uit de grafiek blijkt dat bij het toepassen van toerenregeling het rendement (η is 70 %) van de ventilator of pomp hoger is dan bij smoorregeling (η is 55 %) waardoor extra op het energieverbruik zal worden bespaard. Veruit de grootste besparing wordt echter bereikt doordat bij toerenregeling het produkt Q*H over de smooklepp komt te vervallen.

Dit verschil is als het gearceerde deel in de grafiek weergegeven.

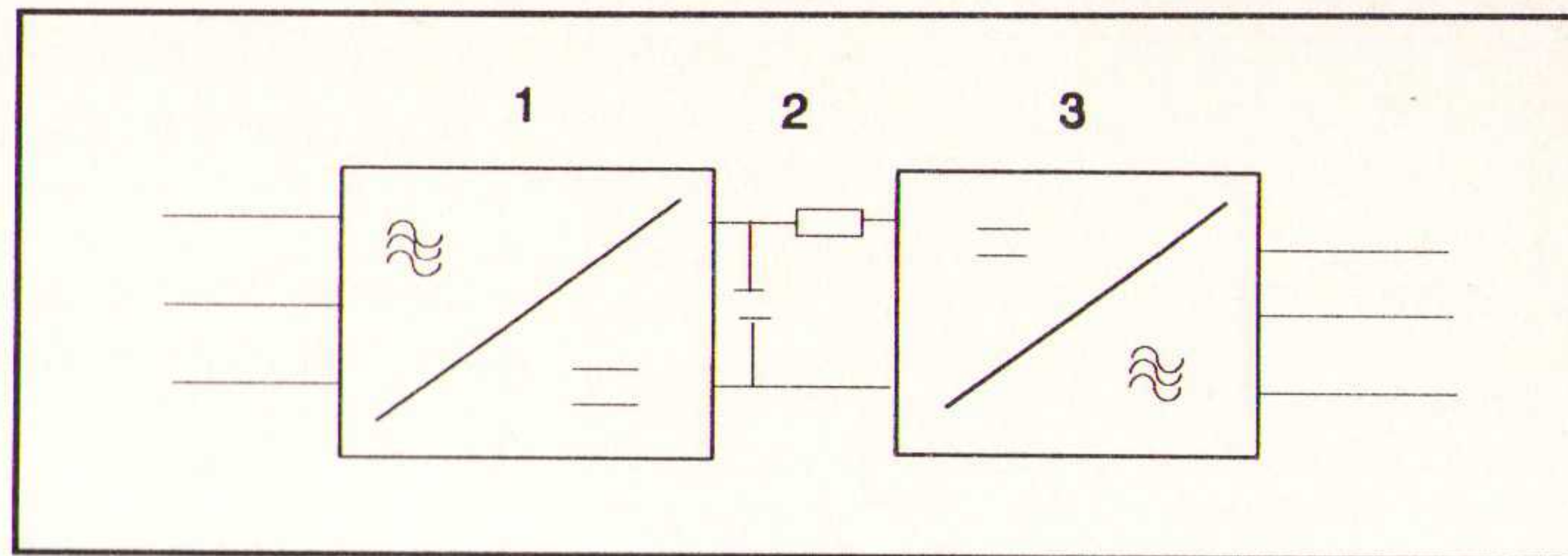
Toerenregeling aandrijfmotor

Uit het bovenstaande blijkt dat door het toerental van de ventilator aan te passen aan het gewenste debiet aanzienlijk op het elektriciteitsverbruik kan worden bespaard. Voor de aandrijving van ventilatoren en pompen worden in het algemeen asynchrone elektromotoren toegepast. Het toerental van een asynchrone elektromotor verloopt volgens de formule:

$$n = ((f \cdot 60) / p) (1 - s)$$

Waarin: **n** = toerental/minuut
f = de frequentie voedingsspanning [Hz]
p = het aantal poolparen.
s = de slip [%]

Hieruit volgt dat het toerental van de elektromotor kan worden geregeld door de frequentie van de voedingsspanning van de elektromotor te regelen. Zo zal bijvoorbeeld bij een elektromotor met twee poolparen bij het veranderen van de frequentie van 50 naar 30 Hz het toerental van de elektromotor van $(50 \cdot 60) / 2 = 1500$ naar $(30 \cdot 60) / 2 = 900$ toeren per minuut dalen (bij s=0). Hieruit blijkt dat het toerental van de aandrijfmotor proportioneel met de frequentie kan worden geregeld. Normaal is het motortoerental ten gevolge van slip iets lager. De slip wordt veroorzaakt doordat de snelheid van de rotor iets lager is dan de snelheid van het draaiveld. Normaal ligt de slip tussen de 4 en 8 %.



figuur 2.2. Principeschema frequentieregelaar.

Frequentieregelaar

Met behulp van een frequentieregelaar wordt de driefasen voedingsspanning van 50 Hz uit het net omgezet in een variabele frequentie geregeld tussen de 5 - 50 Hz. In principe gaat het er steeds om zowel de frequentie als de spanning aan de klemmen van de aandrijfmotor te regelen. In fig. 2.2 is het principeschema van de frequentieregelaar opgenomen. De gelijkrichter (1) van de frequentieregeling vormt de ingaande driefasen wisselspanning van het net om naar gelijkspanning. In de tussenkring (2) wordt de gelijkspanning gebufferd waardoor een vlakke en constante gelijkspanning ontstaat. Door middel van de inverter (3) wordt de gelijkspanning weer omgezet in een driefasen wisselspanning waarvan de frequentie kan worden geregeld (toegepast is frequentieregeling met vectormodulatie). Een bijkomend voordeel van een frequentieregelaar (spanningsgestuurde) is dat de arbeidsfactor (cosinus ϕ) nagenoeg 1 is zodat het elektriciteitsnet geen blindstroom meer behoeft te leveren.

Uitvoering evaluatie

Elektriciteitsmetingen

Het belangrijkste doel van de evaluatiemeting is een vergelijking te maken tussen het elektriciteitsverbruik van beide debietregelingen (smoorregeling versus toerenregeling) bij zoveel mogelijk gelijkblijvend debiet (m³/uur). Om een inzicht te krijgen in het energiebesparingseffect, zijn vermogens- en verbruiksmetingen (kW en kWh) aan de elektromotoren bij smoor- en frequentieregeling onder bedrijfscondities uitgevoerd. Daarnaast is gekeken of de elektriciteitsbesparing ook is vast te stellen aan de hand van de maandelijkse elektriciteitsfacturen van het Energiebedrijf. Dit blijkt alleen mogelijk indien de elektrische belasting (kW) van de toerengeregelde aandrijfmotor zeer dominant is ten opzichte van de totale elektrische belasting (kW) van het bedrijf.

Opbouw van het elektriciteitstarief voor grootverbruikers

De besparing op het elektriciteitsverbruik door het toepassen van toerenregeling wordt niet alleen bepaald door het verminderen van het kWh-verbruik maar ook door vermindering van het blindverbruik (kWhvar) en de kW-belasting van het bedrijf. Het tarief waarin

een verbruiker is ingedeeld hangt af van het verbruikspatroon van het bedrijf. Het tarief voor grootverbruikers is in het algemeen uit de volgende componenten opgebouwd:

- **vaste kosten.** Dit zijn vergoedingen voor de trafohuur en distributiekosten en kunnen niet direct beïnvloed worden door verlaging van het elektriciteitsverbruik door bijvoorbeeld het toepassen van toerenregeling;
- **brandstoffenverbruik.** Hiermee wordt de stijging van de brandstofprijzen in de kWh-prijs doorberekend;
- **vergoeding kWh-verbruik.** De vergoeding per kWh is de verrekening van het aantal verbruikte kWh. Deze vergoeding is opgesplitst in een normaal kWh-tarief, lopende van 7.00 uur tot 23.00 uur, en laag kWh-tarief, lopende van 23.00 uur tot 7.00 uur op werkdagen en in het weekend en op algemeen erkende feestdagen;
- **vergoeding blindverbruik (kWhvar).** Indien een verbruiker een arbeidsfactor (cosinus [phi]) heeft die kleiner is dan 0,85 dan wordt door het elektriciteitsbedrijf een blindstroommeter geplaatst en wordt het blindverbruik maandelijks in de tarieven doorberekend;
- **vergoeding gecontracteerd vermogen en maximale kW-belasting continu.** Het gecontracteerd vermogen is het vermogen dat op basis van het jaarlijksbelastingspatroon door het Nuts-bedrijf wordt vastgesteld. Gedurende het gehele jaar wordt in de meeste gevallen 60 % van het gecontracteerd vermogen betaald. Het kW-tarief bedraagt momenteel circa fl. 11,-/kW dit wordt het gehele jaar betaald dus 12 * fl. 11,- * gecontracteerd vermogen. Boven het gecontracteerdvermogen wordt meestal ook circa fl. 11,- per kW in rekening gebracht. De maximale kW-belasting wordt het gehele jaar door continu elk kwartier gemeten. Het elektriciteitsbedrijf controleert jaarlijks de maximale kW-belasting in verband met mogelijke tariefsaanpassingen. Door het toepassen van toerenregeling is het mogelijk dat de maximale kW-belasting zal dalen en men in een lagere kW-belastingsschijf terecht komt.

Opgemerkt dient hierbij te worden dat indien men gedurende het jaar slechts één kwartier boven het nieuw gecontracteerde vermogen uitkomt, door bijvoorbeeld even over te schakelen van toeren- naar smoorregeling, men weer in een hoger kW-tarief terecht zal komen. Het toepassen van "load management" is hierbij dus aan te bevelen;

- **maximale kW-belasting in de piektijd.** In de maanden november tot en met februari wordt bij de meeste bedrijven elke dag gedurende een aaneengesloten tijdvak van 2 uur de maximale piek gemeten. Hiervoor betaald men circa fl. 11,- per kW per maand. Door het toepassen van toerenregeling zal ook de maximale piek lager worden. Ook hier geldt dat indien tijdens de maand slecht één kwartier een hoog piekverbruik optreedt, binnen het tijdvak van 2 uur, men fl. 11,- per kW moet betalen. Niet bij alle bedrijven wordt de piek gemeten. **Opmerking:** De boven genoemde opbouw van de elektriciteitstarieven kunnen echter per district sterk verschillen;
- **globale kWh-prijs.** Uit bovenstaande blijkt dat het exact uitrekenen van de elektriciteitsbesparing een tijdrovende zaak is. Uit ervaring opgedaan met de besparingsberekeningen bij de diverse evaluatieprojecten blijkt dat de kWh-prijs globaal verloopt zoals in onderstaande tabel is weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de kWh-prijs sterk afhankelijk is van het aantal bedrijfsuren van de aandrijfmotor. Dit wordt veroorzaakt doordat bij een toenemend aantal bedrijfsuren het nachttarief een steeds dominantere rol gaat spelen.

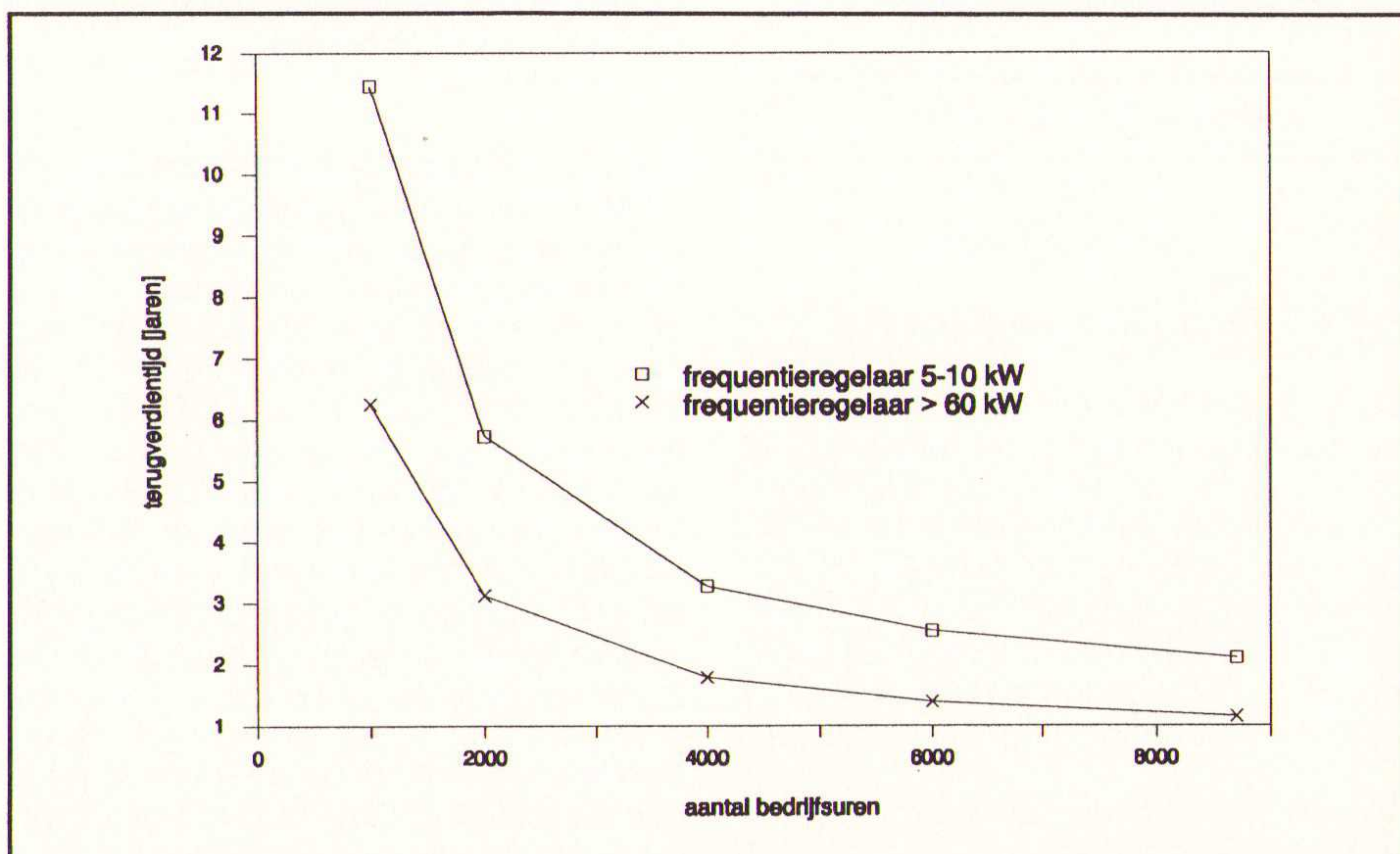
Rentabiliteit van de toerenregeling

Bij een financieel/economische evaluatie (terugverdientijd) wordt de besparing vergeleken met de investering. De totale elektriciteitsbesparing die door de toerenregeling is bereikt, ten opzichte van de smoorregeling, wordt dan gedeeld door de investering. Ook de besparing op personeelskosten, minder productiestops en minder onderhoud zijn in de besparingsberekeningen betrokken. Subsidies worden echter niet in de berekeningen betrokken. Bij het uitvoeren van de rentabiliteitsberekeningen van de geëvalueerde projecten bleek dat naast de invloed van het aantal bedrijfsuren op de terugverdientijd ook de prijsopbouw van de frequentieregelaar een belangrijke rol speelt.

aantal bedrijfsuren	kWh-prijs
8760	f 0,10
7000	f 0,11
6000	f 0,12
5000	f 0,13
4000	f 0,14
3000	f 0,15
2000	f 0,16

Fig. 3.1 Terugverdientijd als functie van het aantal bedrijfsuren/jaar en de kostprijs frequentieregelaar bij een besparing op het elektriciteitsverbruik van 30%.

Naarmate de vermogens van de frequentieregelaars toenemen daalt de kostprijs per kW aanzienlijk (50 %). In figuur 3.1 is het verband aangegeven van de terugverdientijd als functie van het aantal bedrijfsuren en het geïnstalleerde vermogen van de frequentieregelaar bij een besparing van 30 % op het elektriciteitsverbruik.



Case beschrijvingen

Toerenregeling van een rookgasventilator bij een aluminiumsmelterij

Bij het smelten van aluminiumafval (schroot) komen rookgassen vrij die door een rookgasventilator worden afgezogen. In fig. 4.1 is het principeschema van de rookgasreinigingsinstallatie met toerenregeling (smoor- en frequentieregeling) van de rookgasventilator weergegeven.

De rookgassen worden met behulp van de rookgasventilator door de rookgasreinigingsinstallatie, bestaande uit een vonkenvanger, rookgaskoeler en doekenfilter, gezogen waarna ze via een 45 meter hoge schoorsteen naar de buitenlucht worden afgeblazen. Sinds augustus 1992 is de aandrijfmotor (160 kW) van de rookgasventilator voorzien van een toerenregeling op basis van frequentieregeling. Voordat toerenregeling werd toegepast werd het debiet van de rookgassen geregeld door middel van een drosselklep die achter de rookgasventilator is geplaatst. Omdat de capaciteit van de rookgasventilator en aandrijfmotor in de huidige situatie iets overgedimensioneerd is, dit in verband met mogelijke uitbreidingen van de productie, was de drosselklep meestal gedeeltelijk geopend. Omdat hierdoor veel elektrische energie verloren ging en men het debiet van de rookgasventilator nauwkeurig en geheel automatisch wilde regelen werd besloten toerenregeling toe te passen op basis van frequentieregeling. Toegepast wordt de nieuwste generatie frequentieregelaars met vectormodulatie.

Gemeten besparing

Maandelijks facturen Nutsbedrijven

De besparing op het elektriciteitsverbruik van de toerenregeling is vastgesteld door de maandelijkse elektriciteitsverbruiken (facturen Energiebedrijf) van januari tot en met juli 1992 (met smoorregeling) vergeleken met maan-

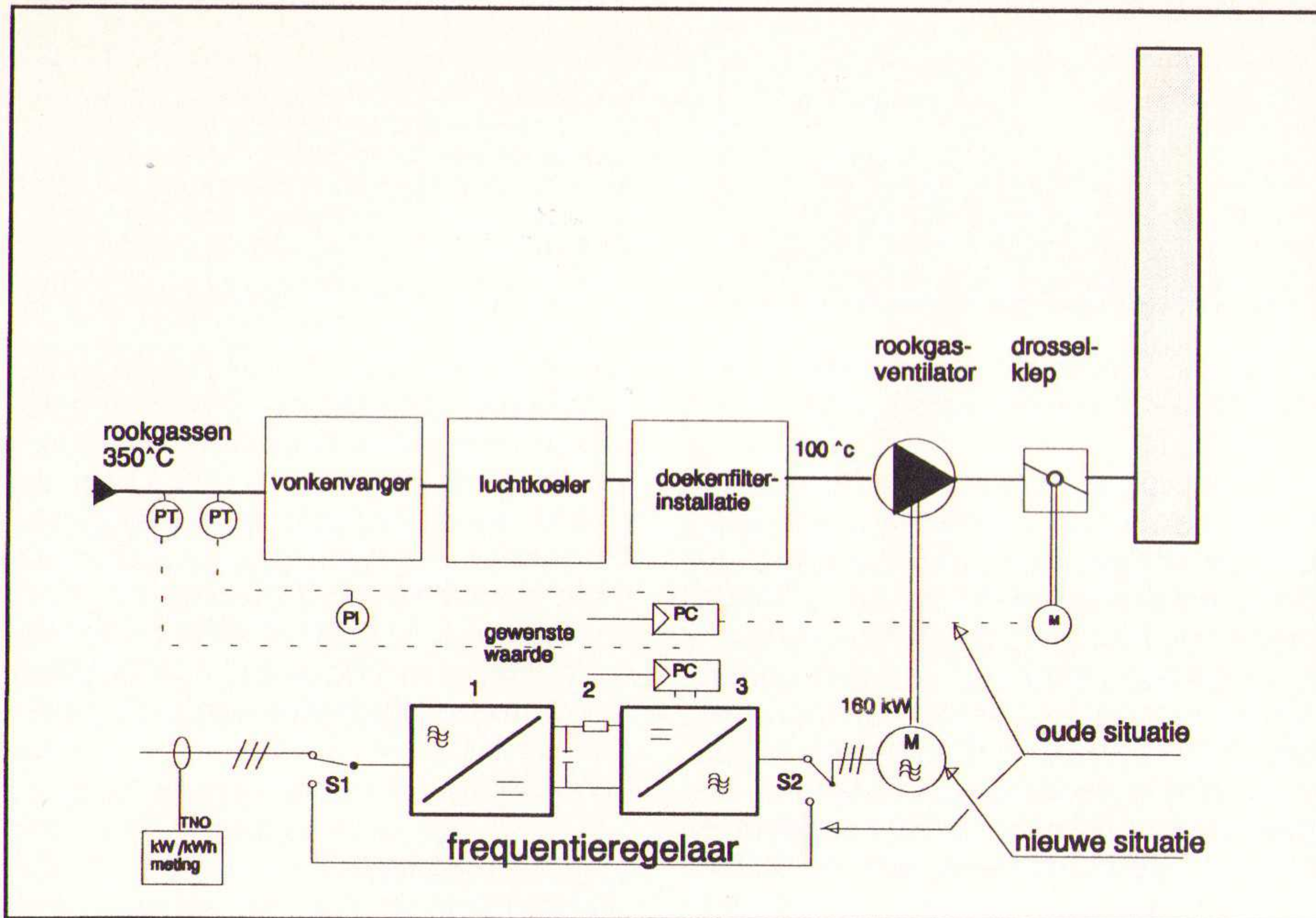


Fig. 4.1 Principeschema toerenregeling (smoorregeling versus toerenregeling).

delijkse elektriciteitsverbruiken van september tot en met november 1992 (met toerenregeling). De elektriciteitsverbruiken van de maanden augustus en december zijn niet in de besparingsberekeningen betrokken omdat in augustus de toerenregeling werd geplaatst en in december de rookgasventilator werd gereviseerd waardoor de verbruikscijfers niet geheel representatief zijn.

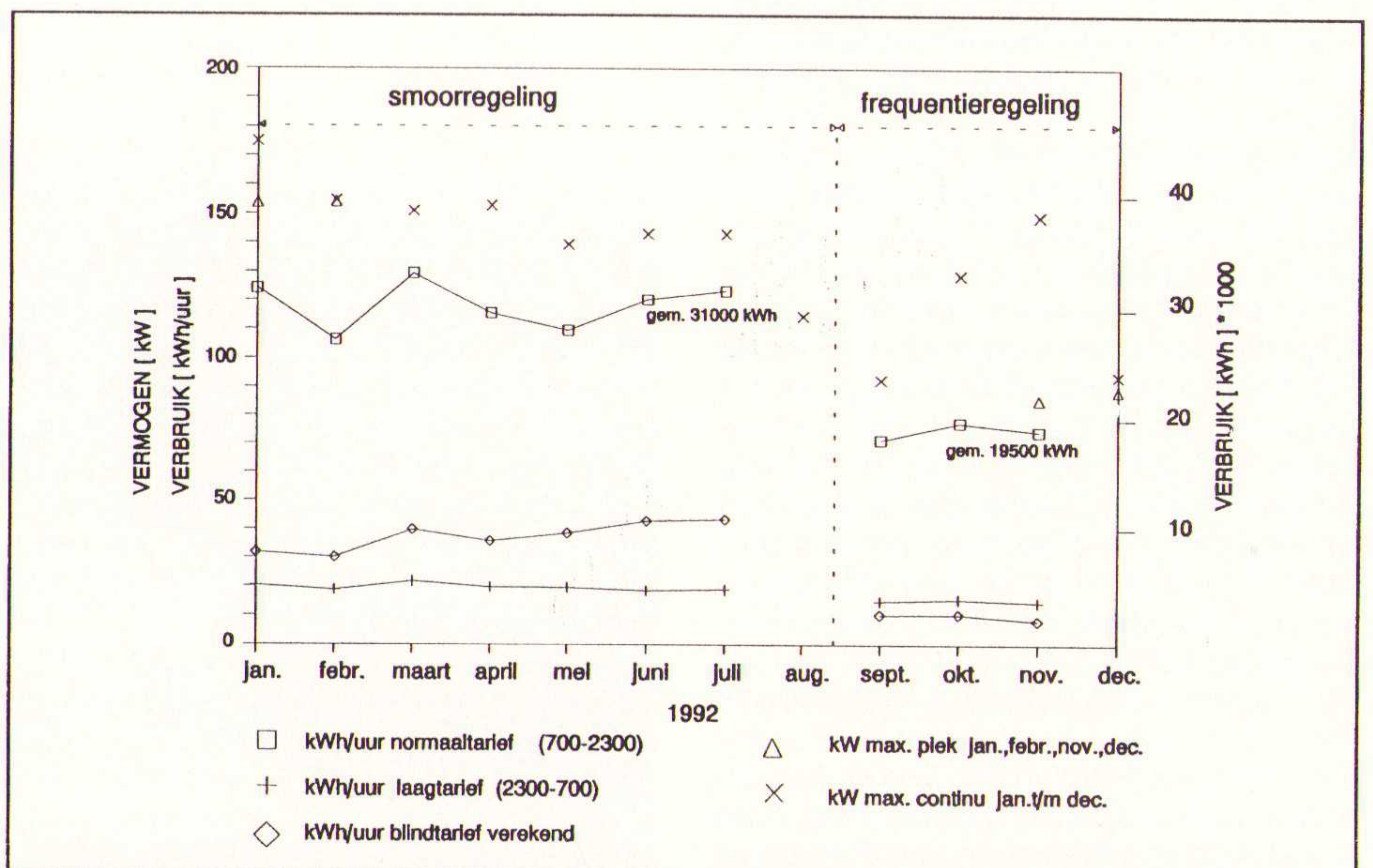
Om de invloed van de spreiding tussen de maandelijkse opnamedata van meterstanden (30 ± 5 dagen), de feest- en vakantiedagen bij het uitvoeren van de besparingsberekeningen te voorkomen zijn de maandelijkse elektriciteitsverbruiken gedeeld door het aantal werkelijk gemaakte productie-uren per maand. Het elektriciteitsverbruik wordt dan weergegeven in kWh/uur. De maandelijkse aluminiumproductie is volgens het bedrijf vrij constant waardoor deze geen invloed zal hebben op de besparingsberekening.

In fig. 4.2 zijn de maandelijkse elektriciteitsverbruiken grafisch uitgezet. Weergegeven zijn:

- kWh/uur normaal tarief, gemeten tussen 7.00 en 23.00 uur, is berekend door het aantal kWh/maand te delen door het aantal produktiedagen en uren;
- kWh/uur laagtarief, gemeten tussen 23.00 en 7.00 uur, is berekend door het aantal kWh/maand te delen door het aantal produktiedagen en uren;
- kWhvar/uur blindverbruik, gemeten tussen 7.00 en 23.00 uur, is berekend door het aantal kWhvar/maand te delen door het aantal produktiedagen en uren;
- maximale belasting, kW piek;
- maximale belasting, kW continu.

Uit het verloop van de elektriciteitsverbruiken blijkt dat door het toepassen van toerenregeling het elektriciteitsverbruik aanzienlijk is gedaald. Voor nor-

maalsverbruikscijfers (kW) geven een spreiding te zien. Aan de hand van statistische verwerkingsmethodes is aangetoond dat de nauwkeurigheid van de besparingsberekeningen, uitgaande van een gebruikelijk betrouwbaarheidsinterval van 95 %, liggen tussen de ± 8 %. Uit fig. 4.2 blijkt dat de gemiddelde maximale piek-belasting (kW) is gedaald van 154 kW naar 86,7 kW en de gemiddelde maximale continu belasting (kW) gedaald is van 151,3 naar 123,5 kW. De grote piekbelasting in november (150 kW) is het gevolg van een kleine aanpassing van de toerenregeling waardoor enige uren op smoorregeling werd overgeschakeld. De daling van de maximale continu belasting (kW) biedt weinig voordeel omdat volgens het elektriciteitscontract minimaal 150 kW in rekening wordt gebracht. In tabel 4.1. is een overzicht gegeven van de bereikte besparingen voor normaal-, laag- en blindverbruik.



figuur 4.2. Verloop van de elektriciteitverbruiken van smoor- naar toerenregeling.

maalverbruik is het gemiddelde elektriciteitsverbruik (kWh/uur) gedaald van 118,4 kWh/uur naar 74,4 kWh/uur. Voor laagverbruik van 19,6 kWh/uur naar 15,2 kWh/uur en voor blindverbruik van 37,4 kWh/uur naar 9,9 kWh/uur. De elektrici-

Registrerende kW-metingen

Een andere methoden om de besparing van de toerenregeling vast te stellen is

tabel 4.1 Overzicht van de besparing op het elektriciteitsverbruik

kWh-meter	Elektriciteitsverbruik						verschil/besparing	
	smoorregeling			toerenregeling			kWh/jaar	%
	kWh/uur*	kWh/maand**	kWh/jaar***	kWh/uur*	kWh/maand**	kWh/jaar***		
normaal	118,4	31080	372960	74,4	19530	234360	138600	37
laag	19,6	3675	44100	15,2	2850	34200	9900	22,5
blind	37,5	9843	118125	9,9	2598	31185	86940	37,5

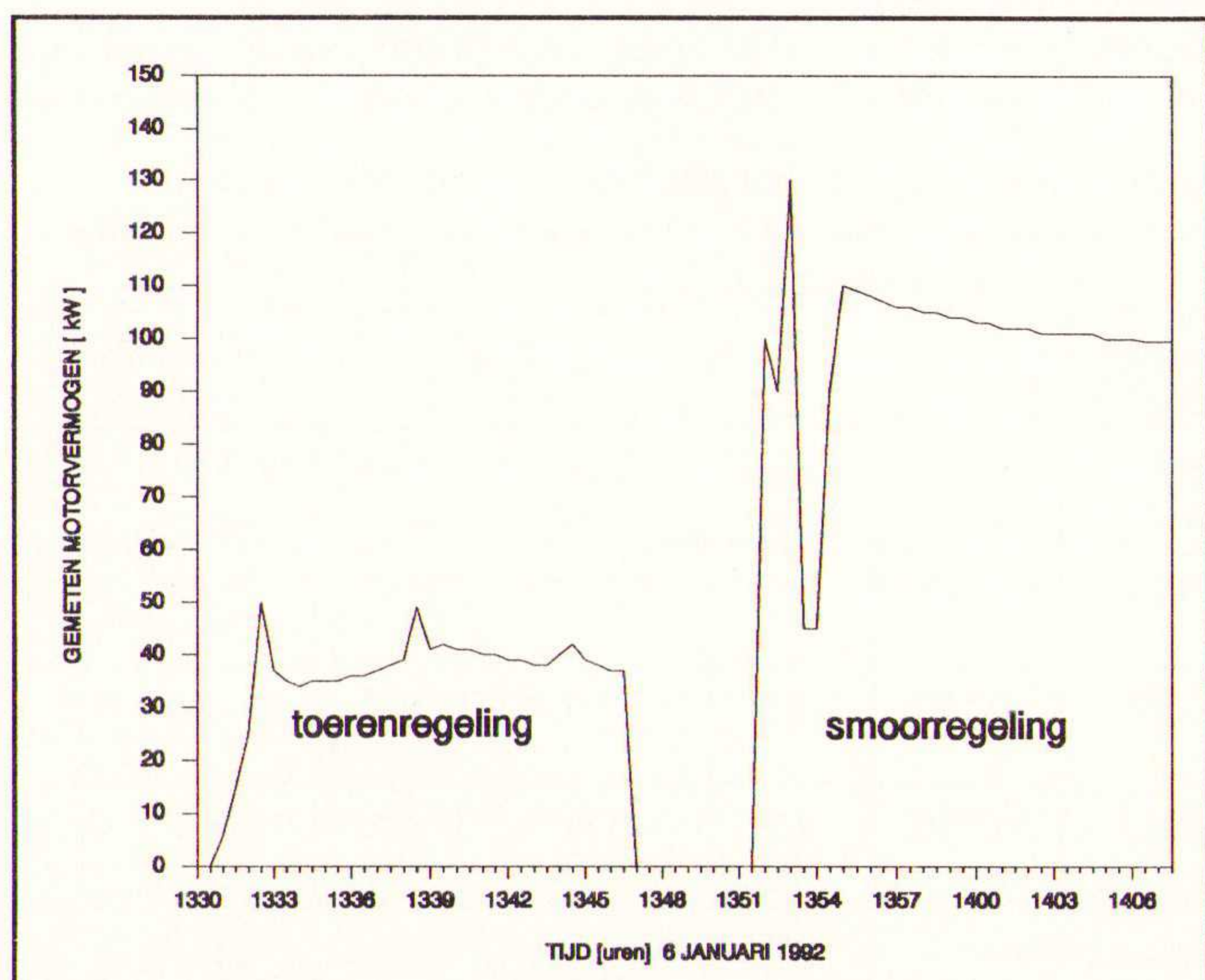
* gecorrigeerd voor het aantal productie-uren
** kWh/maand= kWh/jaar/12

*** kWh/jaar= kWh/uur* 225 (prod.dag.per jaar)* 14 (prod.uren per dag)

verkregen door aan de aandrijfmotor bij smoor- en toerenregeling registrerende kW-metingen uit te voeren (zie voor meetpunt vermogensmeting fig. 4.1). Vergelijking van de kW-verbruiken geeft dan inzicht in de elektriciteitsbesparing. Door het omschakelen van de schakelaars S1 en S2 kan eenvoudig van smoor- naar toerenregeling worden overgeschakeld. De metingen aan de smoor- en frequentieregelaar zijn zoveel mogelijk onder vergelijkbare omstandigheden uitgevoerd zodat de vermogensmetingen goed met elkaar kunnen worden vergeleken. Omdat geen debietmetingen van de rookgasventilator in het kader van dit project waren opgenomen is uitgegaan als maat voor een vergelijkbaar rookgasdebiet de onderdruk (110 Pa) voor het rookgasfilter. De onderdruk is afgelezen van de drukmeter (PI) die zich op het bedieningspaneel van de smoorregeling bevindt.

In fig. 4.3 is het elektrische vermogen (kW) van de aandrijfmotor gemeten bij smoor- en toerenregeling weergegeven. Uit de fig. 4.3 blijkt duidelijk dat het opgenomen vermogen van de elektromotor bij toerenregeling aanzienlijk lager ligt dan bij smoorregeling. Het gemiddelde gemeten opgenomen vermogen van de elektromotor bij toerenregeling bedroeg tijdens de meting circa 40 kW tegenover circa 100 kW bij smoorregeling. De frequentie van de toerenregeling varieerde tijdens de meting tussen de 30 en 34 Hz. Om een indruk te krijgen van het verloop van het motorvermogen als functie van het toerental c.q. frequentie is aan de hand van de meetgegevens (kW en frequentie) de vermogenscurve berekend uit de relatie $P \propto n^3$ (zie fig. 4.4). Volgens het bedrijf ligt het frequentiegebied, waar binnen wordt geregeld, tussen 29 en 36 Hz met een meest voorkomende frequentie van 35 Hz (1050 toeren per minuut). In fig. 4.4 is het frequentie- c.q. het motortoerentalgebied aangegeven waarbinnen

figuur 4.3. Vermogensmeting (kW) aandrijfmotor bij smoor- en toerenregeling.



kW-meter	Belasting			
	smoorregeling	toerenregeling	verschil/besparing	
	kW	kW	kW	%
piek continu	175	149,2	25,8	14,7
piek 4 maanden	154	88,6	65,4	42,5

Tabel 4.2. Overzicht van de besparing van de maximale belasting (kW).

de aandrijfmotor van de rookgasventilator regelt. Uit de vermogenscurve blijkt dat het opgenomen motorvermogen bij een frequentie van 35 Hz circa 50 kW bedraagt. Hieruit volgt dat het elektrisch opgenomen vermogen van de aandrijfmotor door het toepassen van toerenregeling gemiddeld met 100 kW - 50 kW = 50 kW is gedaald. Dit betekent, uitgaande van $(225 \cdot 14)$ 3150 bedrijfsuren per jaar, een besparing van $3150 \cdot 50 = 157.750$ kWh op het elektriciteitsverbruik. De besparingsberekeningen op grond van de maandelijkse meterstanden geeft echter een besparing aan die $157.750 \text{ kWh} - 138.600 \text{ kWh} = 19150$ kWh (12%) lager is. Dit verschil is op grond van de metingen niet verklaarbaar. Een verklaring zou mogelijk kunnen zijn dat gemiddeld met een hogere frequentie wordt geregeld, bijvoorbeeld 36 Hz. In tabel 4.2 is een overzicht gegeven van de besparing van de maximale belasting van de kW-piek continu gemeten gedurende 4 maanden (jan., febr., nov. en dec.). Het gecontracteerd vermogen voor piek continu is 150 kW. Dit betekent dat minimaal altijd 150 kW in rekening wordt gebracht.

Rentabiliteit van de toerenregeling

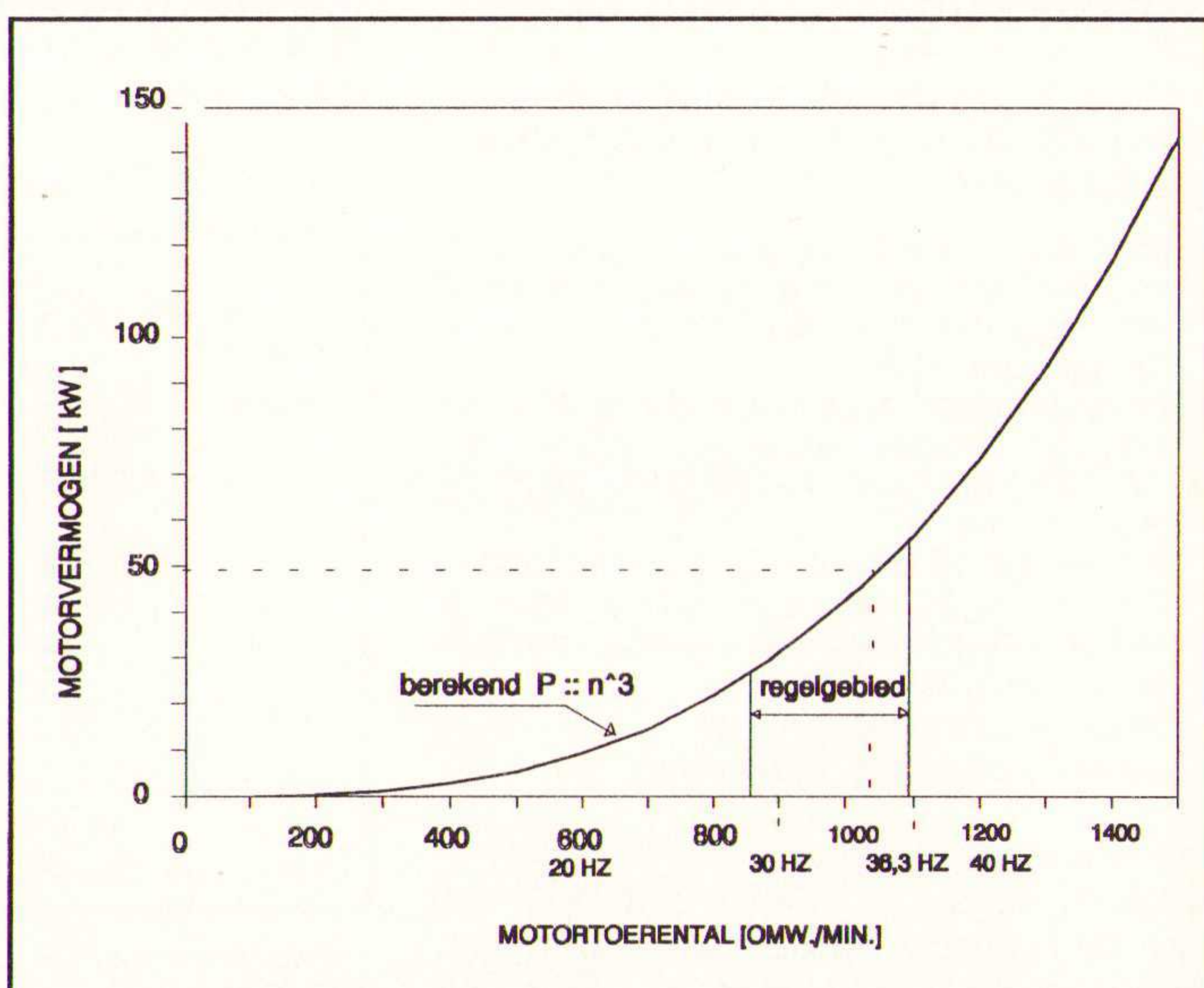
Bij de financieel-economische evaluatie wordt de besparing vergeleken met de investering. De totale besparing op het elektriciteitsverbruik die door de toe-

renregeling is bereikt bedraagt fl. 17.490,- per jaar. De investering van de toerenregeling bedraagt fl. 60.000,- inclusief plaatsing (fl. 8.000,-) en exclusief subsidie. Daarnaast is door het toepassen van toerenregeling, door dat minder controle op de rookgasregeling noodzakelijk is, circa fl. 6750,- op personeelskosten bespaard. Dit betekent dat de terugverdientijd dan fl. 60.000,- / (fl. 17490,- + fl. 6.750,-) = 2,5 jaar bedraagt.

Conclusies

- De toerenregeling bij de aluminiumsmelterij geeft een aanzienlijke elektriciteitsbesparing te zien. Op jaarbasis is door het toepassen van toerenregeling een besparing bereikt van 138.600 kWh (37 %) op het normaalverbruik, 9.900 kWh (22,5 %) op het laagverbruik en 860.940 kWh (37,5 %) op het blindverbruik. Daarnaast is ook de "kW piek continu" en "kW-piektijd" respectievelijk met 67,3 kW en 1,3 kW gedaald. De hier bereikte besparing komt overeen met de besparingsberekeningen van de leverancier van de frequentieregelaar.
- De korte tijdsduur (4 maanden) waarin het besparingseffect is bepaald blijkt voldoende groot om een betrouwbaar besparingscijfer vast te stellen. Uitgaande van een gebruikelijk betrouwbaarheidsinterval van 95 % is berekend dat de betrouwbaarheid van de besparingscijfers ligt tussen de $\pm 8\%$.
- Uitgaande van de elektriciteitsprijzen van 1992 bedraagt de totale besparing op het elektriciteitsverbruik fl. 17.490,-. Daarnaast is ook op de personeelskosten bespaard, doordat door het toepassen van de toerenregeling minder controle op debietregeling noodzakelijk was. Op jaarbasis is dit geschat op fl. 6.750,-.
- De kostprijs van de toerenregeling bedraagt, inclusief plaatsing fl. 60.000,- (exclusief subsidie). Uitgaande van de elektriciteitsbesparing bedraagt de terugverdientijd 2,5 jaar.

figuur 4.4. Motorvermogen als functie van het motortoerental.

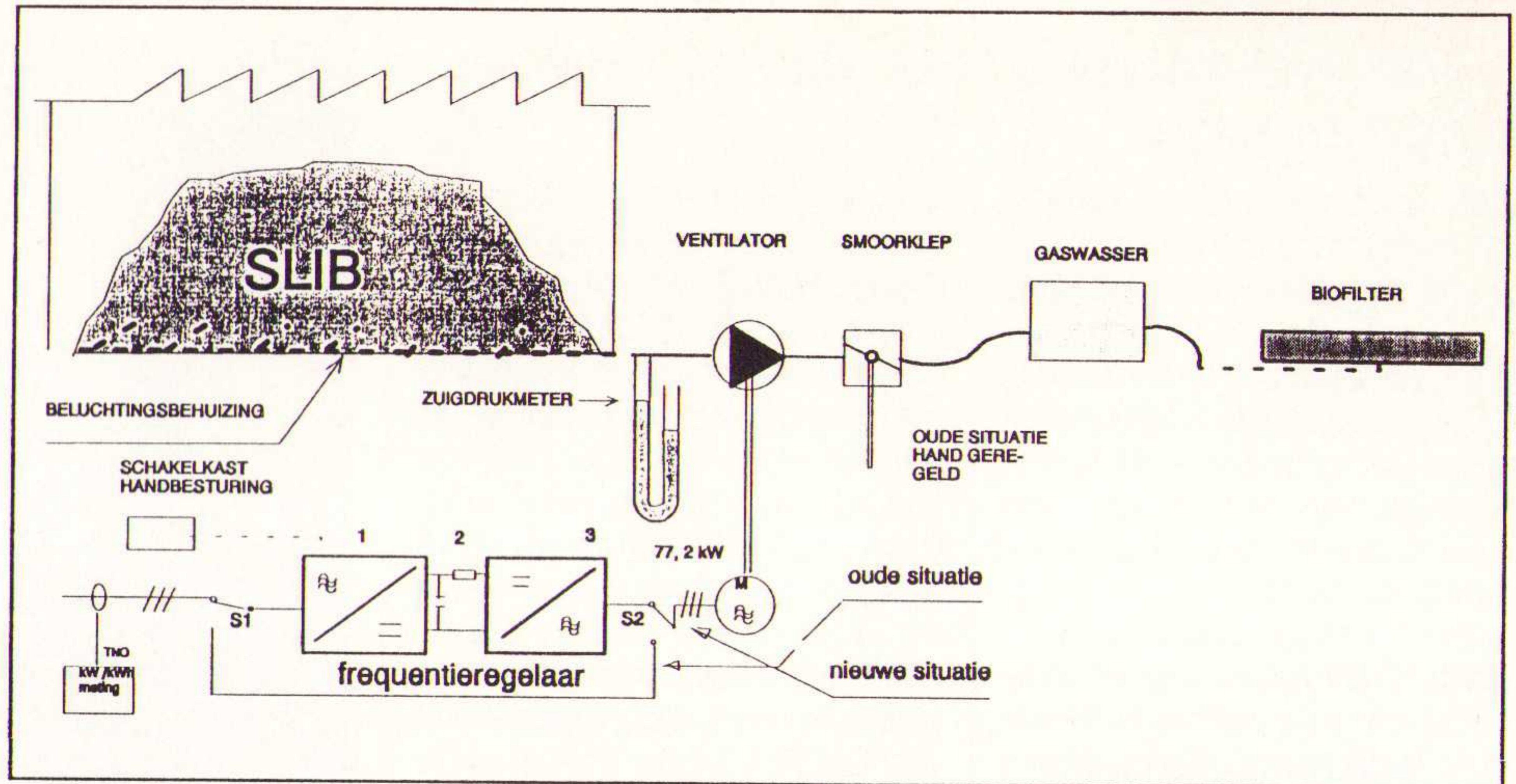


- Het toerentalgebied (frequentie) waarbinnen de aandrijfmotor regelt ligt tussen de 870 (29 Hz) en 1080 (36 Hz) toeren per minuut. Dit komt overeen met een aandrijfvermogen van respectievelijk 27 tot 57 kW. Bij smoorregeling werd een vermogen van 100 kW (50Hz en 1500 toeren/minuut) gemeten. Het maximale vermogen van de aandrijfmotor is 160 kW. De capaciteit van de aandrijfmotor is overgedimensioneerd in verband met mogelijke uitbreiding van de produktie.
- Het geluidsniveau van de toerenregeling is 79 dB(A)-77 dB(A)= 2dB(A) lager ten op zichte van smoorregeling.

Toepassen van toerenregeling bij slibverwerking

Principe slibverwerking

In fig. 4.5 is het prinsipeschema van de slibverwerkingsinstallatie met luchtventilator, aandrijfmotor (77,6 kW), frequentieregelaar en de smoorregeling weergegeven. Vanaf de diverse zuiveringsinstallaties van het Zuiverschap Gelderland wordt het voor ontwaterde rioolslib op het slibverwerkingsbedrijf aangevoerd. Het slib wordt met een wiellaadenschap in een doseertrechter gedeponeerd. Vanuit een tweede en derde doseertrechter worden respectievelijk nieuwe en in het proces hergebruikte houtchips aan het slib toegevoegd, alsmede een hoeveelheid van reeds geproduceerde compost. Met het mengsel wordt een ril opgebouwd van circa 3 meter hoog. Onder de ril liggen beluchtungsbuizen die lucht aanzuigen (zie foto 4.1). Door de aanwezigheid van zuurstof en vocht breken de micro-organismen in het slib de organische bestanddelen af. Met het gevolg een verhoging van de temperatuur. De aangezogen lucht stijgt in temperatuur en raakt verzadigd met waterdamp, waardoor het slib verder stabiliseert en gedroogd



figuur 4.5. Prinsipeschema toerenregeling (smoorregeling versus toerenregeling).

wordt. Door het aanzuigen van meer of minder lucht wordt de temperatuur in de ril beheerst. De temperatuur in de ril kan oplopen tot 55 à 60 °C. De beluch-

foto 4.1.

Overzicht van de beluchtungsbuizen.



tingsperiode duurt ongeveer vier weken. De hoeveelheid lucht wordt door een ventilator, die wordt aangedreven door 77 kW elektromotor, aangezogen. De aangezogen lucht gaat na de ventilator door een wasser en wordt via een biofilter naar de buitenlucht afgeblazen. Sinds maart 1992 is de aandrijfmotor (77,6 kW) van de ventilator voorzien van een toerenregeling op basis van frequentieregeling. Voordat toerenregeling werd toegepast werd het debiet van de afgezogen lucht geregeld door middel van een smoorklep die achter de ventilator is geplaatst. Omdat hierdoor veel elektrische energie verloren ging werd besloten toerenregeling toe te passen op basis van frequentieregeling. De ventilator is het gehele jaar continu in bedrijf. Toegepast wordt de nieuwste generatie frequentieregelaars met vectormodulatie.

J. de Boer
TNO-Milieu en Energie
Afdeling Warmte- en Koudetechniek

Soldeercomfort als nooit tevoren

Het unieke ergonomische handvat op onze nieuwste Mini 2000 Serie soldeerboutjes geeft een veel gemakkelijker greep voor duim en wijsvinger. Een tegelijkertijd verbeterde kabelondersteuning geeft u daarbij nog eens extra bewegingsvrijheid bij het werken met het boutje.

In 12, 15 en 20 Watt uitvoeringen, eventueel uitgerust met "longlife" verijzerde stifen voor langdurig gebruik, biedt de Weller kwaliteit u lange-termijn soldeercomfort.

Weller® Mini 2000 Serie

The Cooper Group b.v.
P.O. Box 600, Rietveldenweg 15
5201 AP's-Hertogenbosch, Holland
Tel: (073) 219001, Telex: 50109
Fax: (073) 210247

COOPER
CooperTools

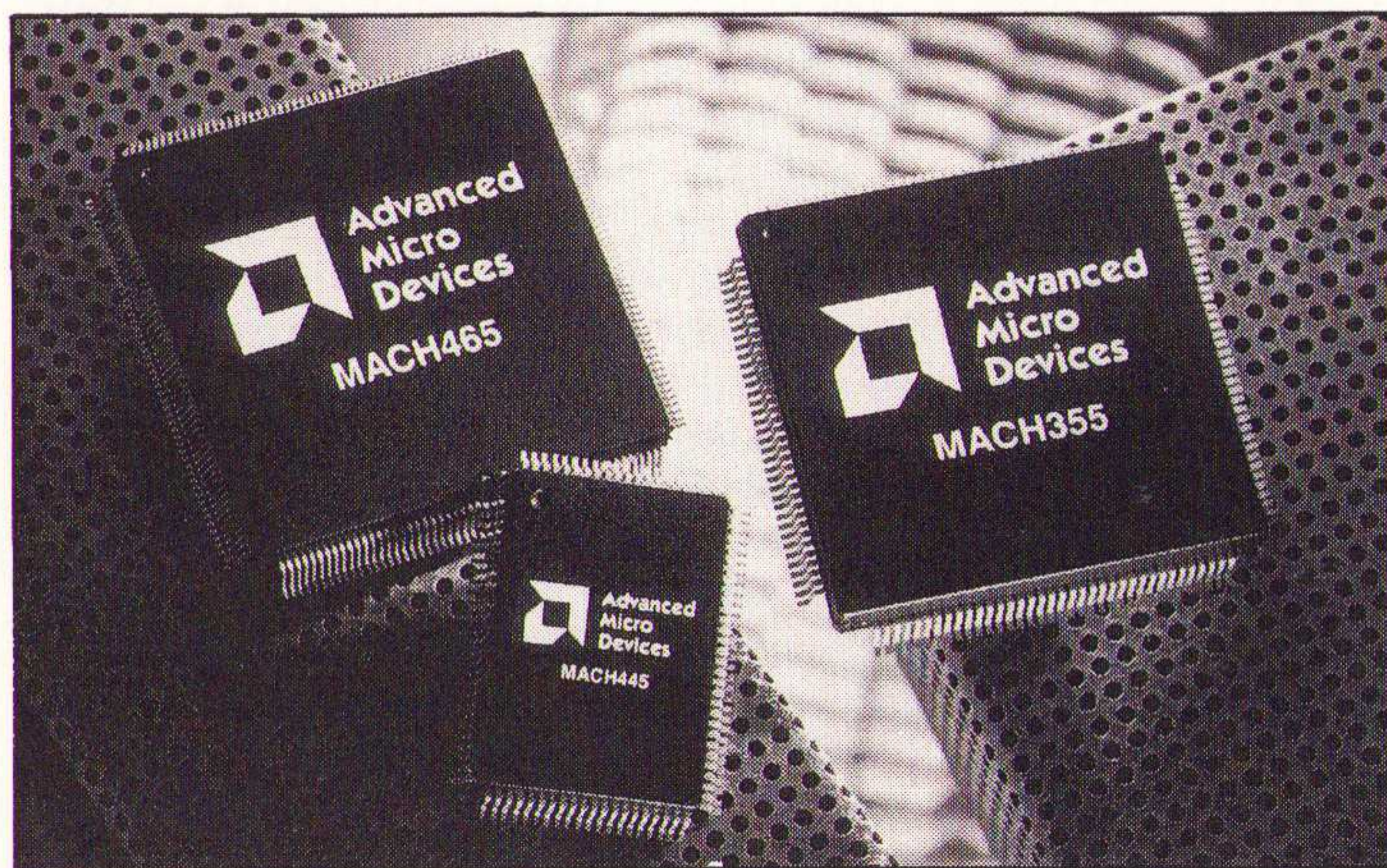
CLPD met zowel JTAG als 5 V interne programmatie

AMD introduceert de eerste complexe programmeerbare logica met zowel JTAG-test als 5 V interne programmatie-eigenschappen. JTAG-testing maakt onderlinge connectiviteitstesten tussen verschillende systemen binnen de hardware mogelijk zonder dat daarvoor de zo kenmerkende 'spijkerbed' testopstelling hoeft te worden gemaakt. 5 V interne programmatie stelt de ontwerper in staat om componenten intern te (her)programmeren zodat zo weinig mogelijk handelingen nodig zijn. MACH-componenten kunnen op het board worden geprogrammeerd en getest. De

AMD's MACH 3&4 familie.

MACH445 heeft 5.000 pooten met 128 macrocellen, 64 I/O's en 100 aansluitingen. Het component is JEDEC compatible met de 84-pins MACH435 en zorgt voor een gemakkelijk migratiepad van de 84-pins PLCC naar de kleinere 100-pins PQFP-behuizing. De MACH445 heeft double-metal CMOS elektrische wisbaarheid en meervoudige schakelmatrixen. Inbegrepen bij de 5 V en JTAG componenten is een ontwikkelkit voor het implementeren van 5 V interne programmatie, met onder andere MACHPRO software en een interne programmeerkabel.

Inl.: Gea van Dijk, Eindhoven, tel.: 040-853265.



Industriële rail-to-rail 100 ns comparatoren

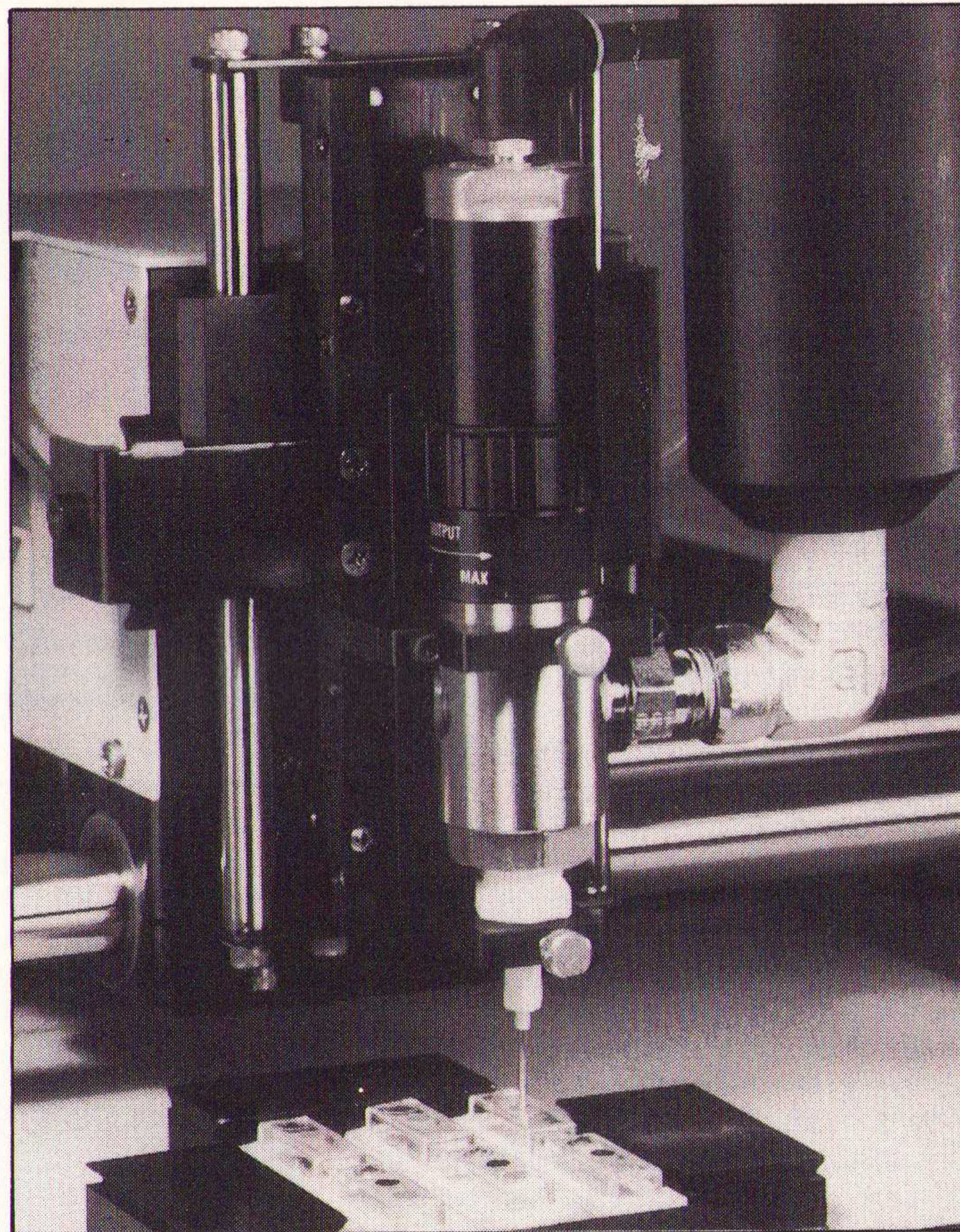
Maxim Integrated Products introduceert de MAX941/MAX942/MAX944, de eerste high-speed, low-power comparatoren voor industriële toepassingen. De comparatoren garanderen een rail-to-rail ingangsspanning en een vertraging van minder dan 100 ns per comparator bij een verbruik van minder dan 350 μ A. De uitgangen trekken beide voedingsrails naar 0,4 V zonder extern pull-up circuit. Alle in- en uitgangen zijn kortsluitvast. De comparatoren bevat-

ten interne hysteresis en zorgen voor schone uitgang switching. De enkele MAX941 heeft een latch en een 12 μ A shutdown mogelijkheid. De single MAX941 en dual MAX942 zijn beschikbaar in een 8-pin DIP- en SO-behuizing en de quad MAX944 is beschikbaar in een 14-pin DIP- en SO-behuizing. De comparatoren zijn te verkrijgen in commerciële, uitgebreid-industriële en militaire versies. Inl.: Koning en Hartman, Delft, tel.: 015-609906.

Onderhoudsvrij doseersysteem

Doseerventiel type 725D is met name bedoeld voor het doseren van soldeermaskers, (siliconen)lijmen, smeermiddelen en vele andere in de industrie toegepaste vloeistoffen. Het compacte, lichtgewicht ventiel kan in elke posi-

tie worden toegepast en is ongevoelig voor trillen of schokken. De juiste vloeistofafgifte wordt bepaald door de vloeistofdruk, de openingstijd van het ventiel, alsmede type en maat van de doseernaald. De EFD 725D werkt met een



EFD model 725D in een geautomatiseerde toepassing.

ingangsdruk van 4,8 en 6,2 bar. Het ventiel kan geïntegreerd worden in bestaande productieprocessen of als

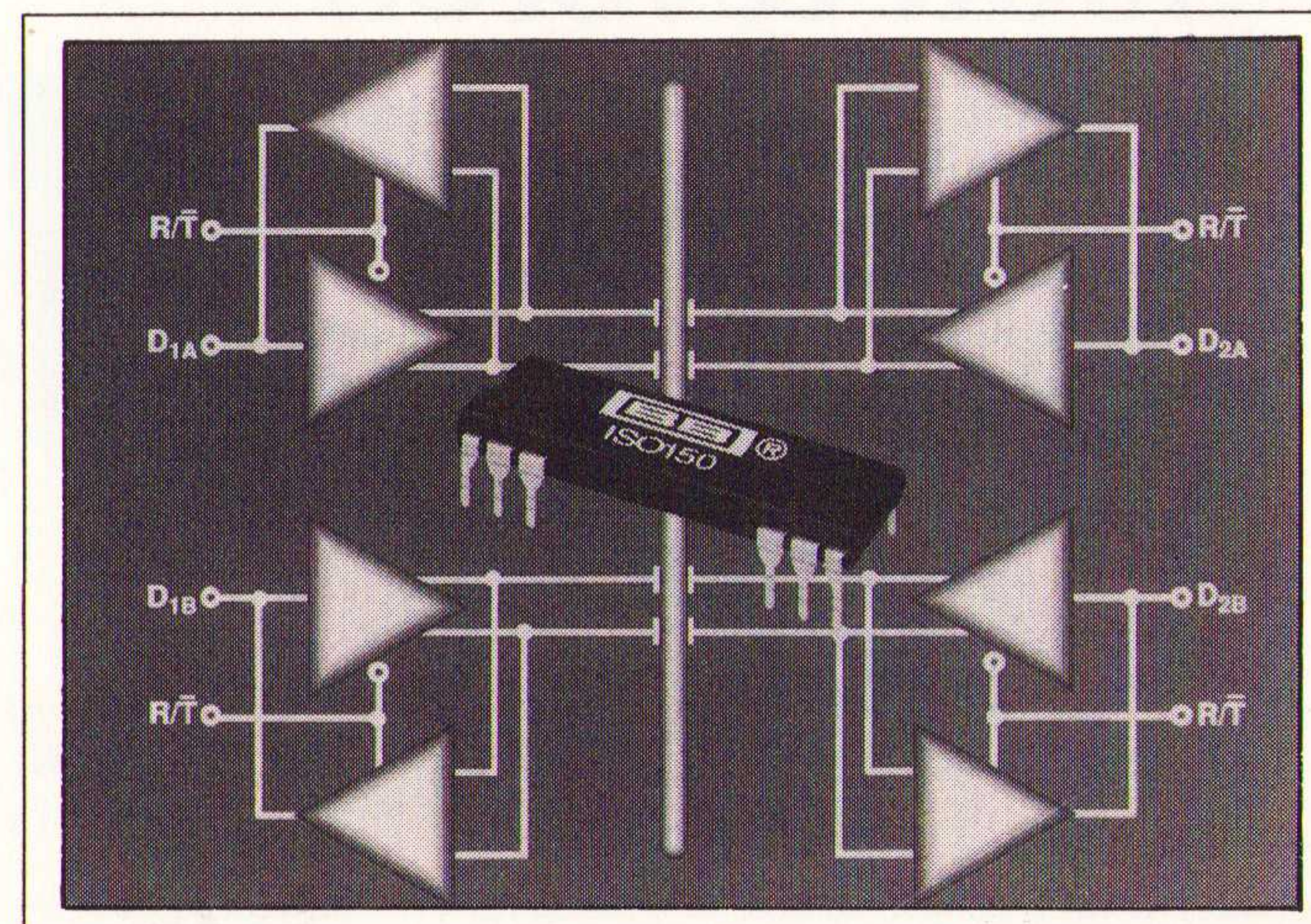
stand-alone doseersysteem samenwerken met microprocessorgestuurde EFD-controllers, die het ventiel binnen 10 msec kunnen activeren. Inl.: Weld-Equip Sales, Helmond, tel.: 04920-42225)

ISO150 vervangt optocouplers

Burr-Brown's (Maarsse, tel.: 03465-50204) ISO150 is een dual bi-directionele snelle (type 80 MBaud) capacitief gekoppeld digitale isolatie-IC voor datacommunicatie, AD/DA-conversiesignalen, I/O-poortisolatie, enz. De ISO 150 is ontworpen ter vervanging

van optocouplers. Het IC gebruik high voltage condensatoren in plaats van LED's. Door afscherming en toepassing van differentiële overgangen is de ISO150 EMC- en transient-ongevoelig. Het vermogensverbruik is 25 mW per kanaal en de isolatiespanning is 2400 Vrms.

De ISO150 van Burr-Brown.



Kleinste Nickel-Hydride knopcel

Varta (Utrecht, tel.: 030-480480) introduceert de kleinste (11,5 mmdia. en 3,1 mm hoogte) oplaadbare Nickel-Hydride knopcel ter wereld: de V 11 H. Nickel-Hydride knopcellen zijn tot 120 mAh pincompatibel met Nickel-Cadmium knopcellen. De knopcellen van Varta bevat-

Nickel-Hydride knopcellen van Varta.

ten geen cadmium, kwik of lood en hoeven daarom na gebruik niet afzonderlijk afgevoerd te worden. Ze hebben een levensduur tot zes jaar bij druppellading (20°C), een hoge overlaadcapaciteit, een geringe zelfontlading, zijn onder bepaalde voorwaarden geschikt voor snelladen en zijn temperatuurbestendig tot 65°C.

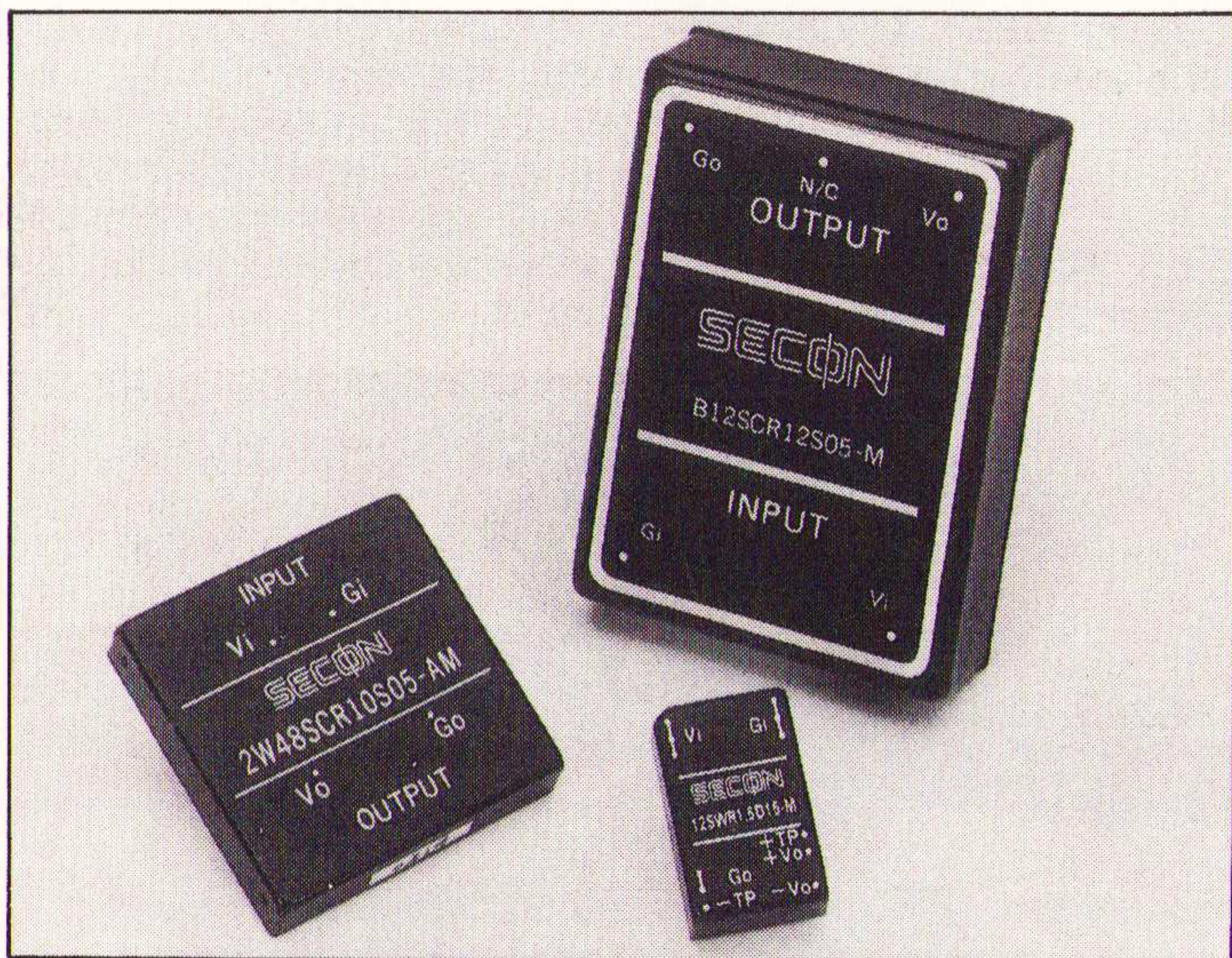


Converter met 10-72 volt inputbereik

Stoet Electronics (Den Haag, tel.: 070-3814481) brengt een serie DC-DC converters van Secon op de markt met een 'ultra wide input range'. De nominale inputspanning is 48 VDC. De 10 W uitvoering

DC-DC converters in DIL-behuizing met Ultra Wide input.

is ondergebracht in een metaal huis (50 x 50 x 10 mm) en is bedoeld voor printmontage. De nullasten zijn laag en het rendement is tot 82%. De beschikbare outputspanningen zijn 5, 12, 15, ±12 en ±15 VDC. De regulatie is 0,2% line en 1% load. Beschikbaar in twee pinconfiguraties.



SPARC-produkten voor de OEM-markt

Force computers heeft haar programma SPARC-produkten uitgebreid met een serie

moederborden en industriële werkstations voor de OEM-markt. De embedded SPARC

platforms (ESPs) zijn gebaseerd op de SPARC-chip van Weitek en de microSPARC en super SPARC microprocessorchips van Texas Instruments. De Microforce-systemen bestaan uit een reeks industriële werkstations op deze ESP-produkten. Alle

borden en systemen zijn voorzien van SBUS I/O-aansluitingen en zijn beschikbaar met de besturingssystemen Solaris 1.x of 2.x en diverse real time besturingssystemen.

Inl.: Koning en Hartman, Delft, tel.: 015-609906.

Keramische meerlaags SMD-condensatoren

Philips (Eindhoven, tel.: 040-783749) introduceert keramische meerlaags SMD-condensatoren van de diëlektricumtypen X7R en NPO, geschikt voor permanente spanningen of piekspanningen tot 50 V. De condensatoren worden uitgebracht in de formaten 1206, 1210 en 1812. Voor

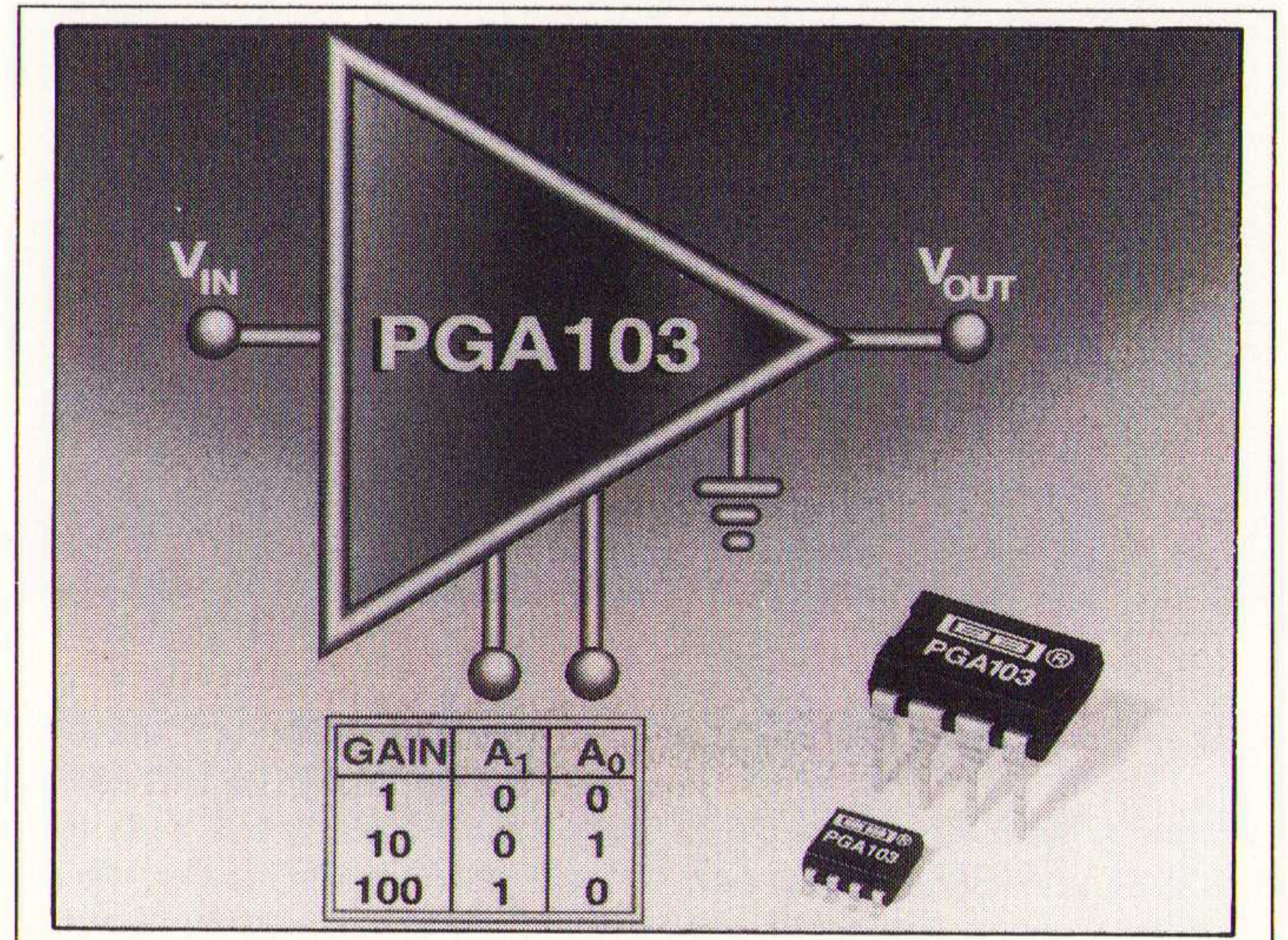
de NPO-typen lopen de capaciteitswaarden van 10 pF tot 1 nF, met afwijkingen van maximaal ± 2, 5 of 10%. De X7R-condensatoren zijn verkrijgbaar met een capaciteit van 470 pF tot 15 nF (± 5, 10 of 20%). De NiSn-contacten zijn zowel geschikt voor golf als voor reflow-solderen.

Programmable-gain versterker

Burr-Brown's (Maarsse, tel.: 03465-50204) PGA103 is een monolitische, digitaal te programmeren versterker in een 8-pins DIP of SO-8 SMD-behuizing. Versterkingsfactor is TTL/CMOS instelbaar tussen 1, 10 en 100 keer. PGA103 heeft een settlingtijd van ongeveer 2,5 µs bij een versterking van 1 en 10 en 8 µs bij

een versterking van 100 (0,01%) en kan gebruikt worden in gemultiplexed data-acquisitiesystemen. De bandbreedte is 250 kHz bij G=100, de ruststroom is niet meer dan 2,6 mA. Zijn versterkingsstappen zijn zeer nauwkeurig, van 0,02 tot 0,2%, afhankelijk van de versterking. De PGA103 werkt bij een spanning tussen 4,5 en 18 V.

De PGA103.



12 Bit A/D-converters

Comlinear introduceert de CLC937 (12 bit, 26,5 MSPS) en de CLC938 (12 bit, 30 MSPS) A/D-converters. Beide bevatten een 12-bit quantizer, interne track & hold, referenties en ECL-compatible output. De converters hebben een differentiële lineariteit van 0,7 LSB en een kleine behuizing. De CLC937 is uitstekend

toe te passen voor Spurious Free Dynamic Range en de CLC938 voor Signal-to-Noise Rate met analoge uitgangssignalen tot 95 MHz. De converters zijn gebaseerd op een geavanceerde dunne film hybride technologie.

Inl.: Koning en Hartman, Delft, tel.: 015-609906.

50 MHz TMS320C40 producten

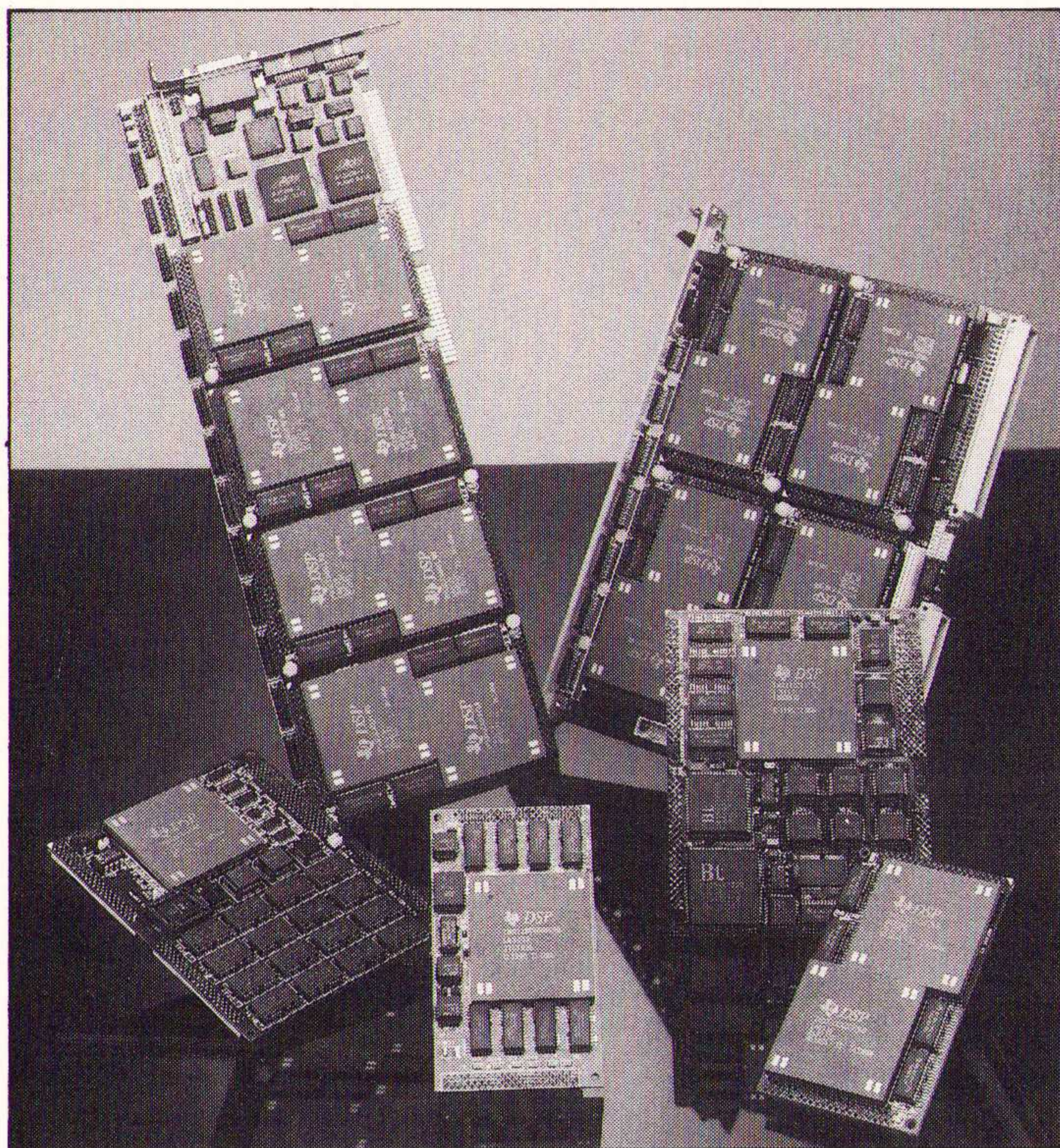
Loughborough Sound Images (LSI) is als eerste leverancier gestart met het toepassen van de 50 MHz-versie van de Texas Instruments TMS 320C 40 processor in de DSP-kaarten. LSI modulaire C40 concept omvat een reeks van geheugen, processor en I/O-modules die in VME en PC systemen gebruikt kan worden. De reeks biedt SRAM en DRAM modules voor gebruik in image processing en data acquisitie. Een voorbeeld is de LSI MDC40T module, de eerste module met twee C40 processoren, wat de PC of VME-kaarten in staat om met 8 processoren 400 MFLOPS en 2.2 GOPS rekenkracht te

bieden. De flexibele opbouw stelt ontwerpers in staat om multiprocessorsystemen op te stellen in ster, ring en pipeline configuratie. Dit kan nog verder uitgebreid worden met meerdere kaarten. LSI levert bij de DSP-kaarten werkstation of PC software die het ontwerpen in multiprocessor-omgeving eenvoudiger maakt. Een C-source level debugger, highlevel interface libraries, die de hardware en software met elkaar laten integreren.

Verder zijn er third party support tools zoals 3L's parallel C, Virtuoso van ISI, SPOX van Spectron en Helios van Perihelion.

Inl.: Transfer NL, Enschede, tel. 053-330336.

De DSP-kaarten van LSI.



De 64 megabit-chip

Siemens (Den Haag, tel. 070-3332930) en IBM hebben een 64 Mbit-chip ontwikkeld die een toegangstijd voor lezen heeft van 40 tot 60 ns met bijbehorende cyclustijden van 80 tot 110 ns. De databreedte van de bouwsteen van x4, x8 of x16 wordt door bondopties bij de montage van de chip gedefinieerd. De geheugen-chip kan in de 'fast-page'-modes of 'write-per-bit'-modes worden gebruikt. Een geïntegreerde teller maakt versies met een laag energieverbruik mogelijk. Het stroomverbruik

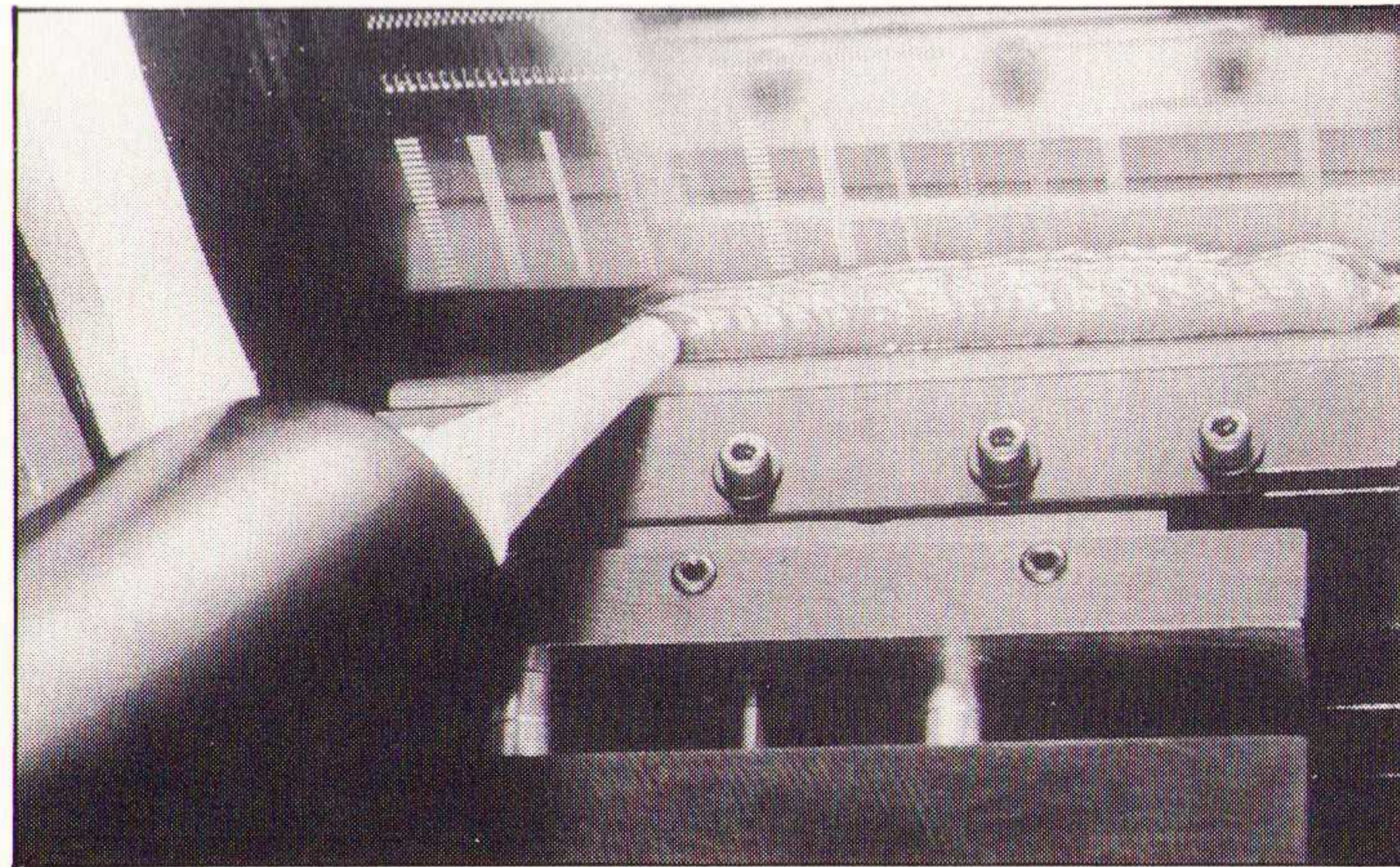
is in hoge mate afhankelijk van de cyclustijd en het aantal 'refresh'-cycli. Voor een toegangstijd van 50 ns en 4k-refreshcycli bedraagt het gespecificeerde stroomverbruik 130 mA. De in- en uitgangsniveaus zijn compatibel met de waarden die zijn gedefinieerd in de LV-CMOS- en LV-TTL-normen. Er zijn twee standaardtypen behuizingen: de SOJ- en de dunnere TSOP-II-behuizing. Onafhankelijk van het aantal aansluitingen hebben alle behuizingen een afmeting van 12,7 mm x 22,25 mm. De chip heeft een oppervlak van 193,6 mm².

Soldeerpasta

Weld-Equip Sales bv komt met de ESP 'Advanced Series' 200ADV soldeerpasta. Deze pasta maakt het mogelijk om een breed temperatuurbereik bij het reflowsolderen mogelijk te maken. De 200ADV-serie heeft een 'tack'-time van 48 uur. De soldeerpasta is homogeen en stabiel en heeft een verlengde werkingstijd.

Soldeerpasta voor SMT met verhoogde bevochtiging.

De ESP 200ADV-serie kan worden geleverd in een breed spectrum legeringen voor allerlei applicaties; het metaalpoeder is sferisch en oxidevrij. De metaalpartikelgrootte is standaard -200 + 325 (45 - 75 µm) en voor fine pitch SMT -325 + 500 (25 - 45 µm); het metaalgehalte en de viscositeit zijn afhankelijk van de verwerkingsmethodiek. De pasta's zijn verpakt in FlexPak, cartridges en potten. Voor doseringstoepassingen wordt de soldeerpasta voorverpakt in spuitjes.

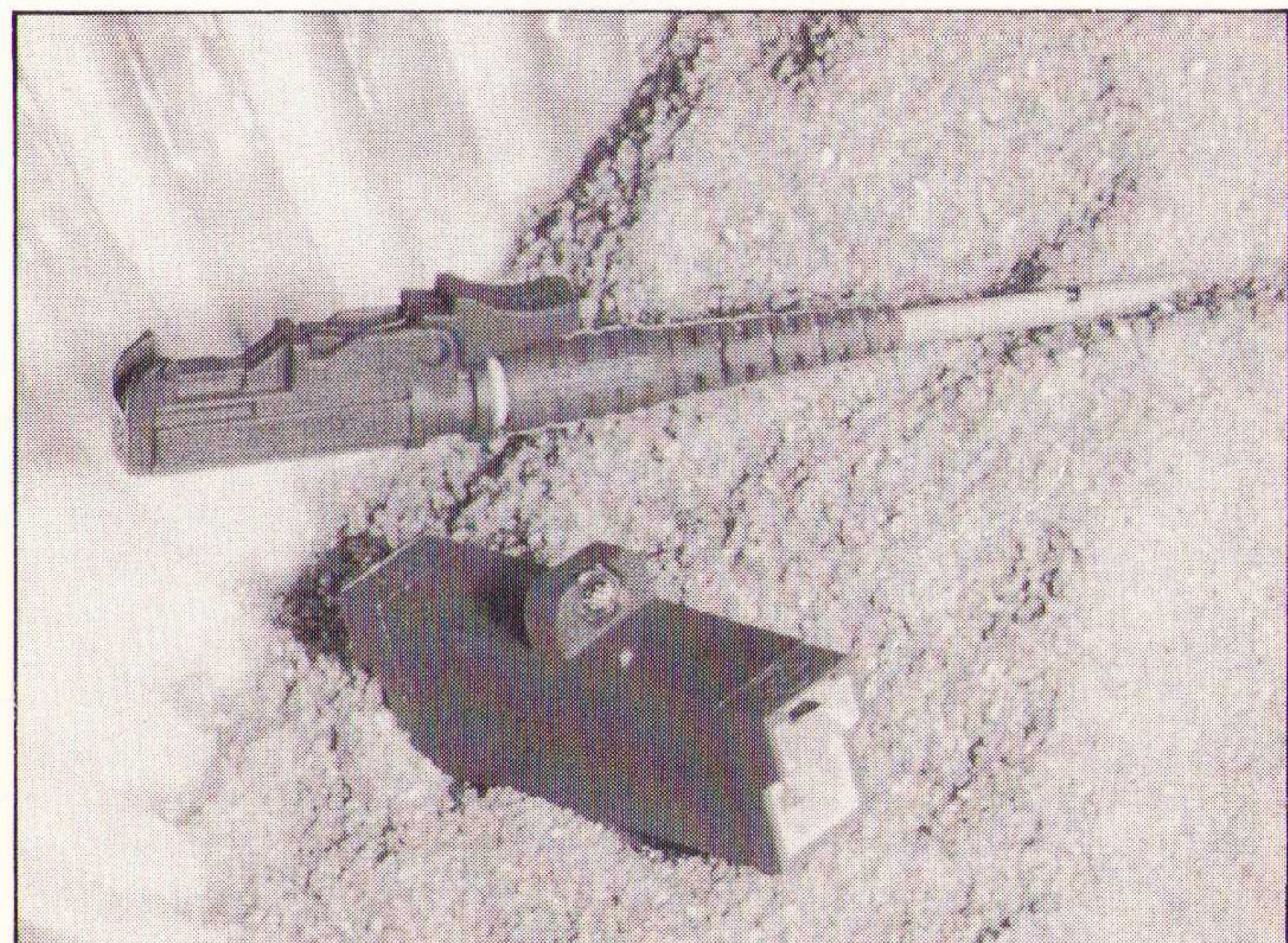


Fiber-optic connector

Simac Electronics (Veldhoven, tel. 040-582911) introduceert de nieuwste fiber-optic connector van Suhner. De E2000 is met name geschikt voor applicaties in de telecom en kabeltelevisiebranche. De optische prestatie van de E2000 is mede verbeterd door toepassing van de FUMA-techniek, waarmee het mogelijk is om de glasvezel perfect te centreren in de connector.

De E2000 fiber-optic connector van Suhner.

De connector is uitgevoerd met een geïntegreerde protectiekap, waardoor beschadiging van de ferrule onmogelijk geworden is, schoonmaakhandelingen overbodig zijn en gevaar voor uitstralend laserlicht uitgesloten is. De E2000 is uitgerust met een push-pull principe, waardoor hoge pakingsdichtheid mogelijk is. Dit principe vereenvoudigt de connectie en de borgingmogelijkheid. De E2000 connector is van kunststof, waardoor absorptie tot het verleden behoort.



High performance FPGA's

Actel introduceert drie nieuwe high performance Field Programmable Gate Arrays: de 1500 gates A1415A, de 400 gates A1440A en de 10.000 gates A14100A FPGA's. Door de -2 speed versies van de ACT3 FPGA's zijn 167 MHz counters en datapath schakelingen realiseerbaar. Met een clock-to-out vertragingstijd van 7,5 nanoseconden zijn

deze componenten de snelste FPGA's. Met de snelheid van high speed PAL's en de flexibiliteit en capaciteit van FPGA's en 80 tot 228 I/O's, is de ACT3 PFGA-familie ideaal voor applicaties op het gebied van telecommunicatie, graphics, digitale signaalverwerking, PC's en werkstations. Inl.: Transfer EDS, Enschede, tel. 053-340336.

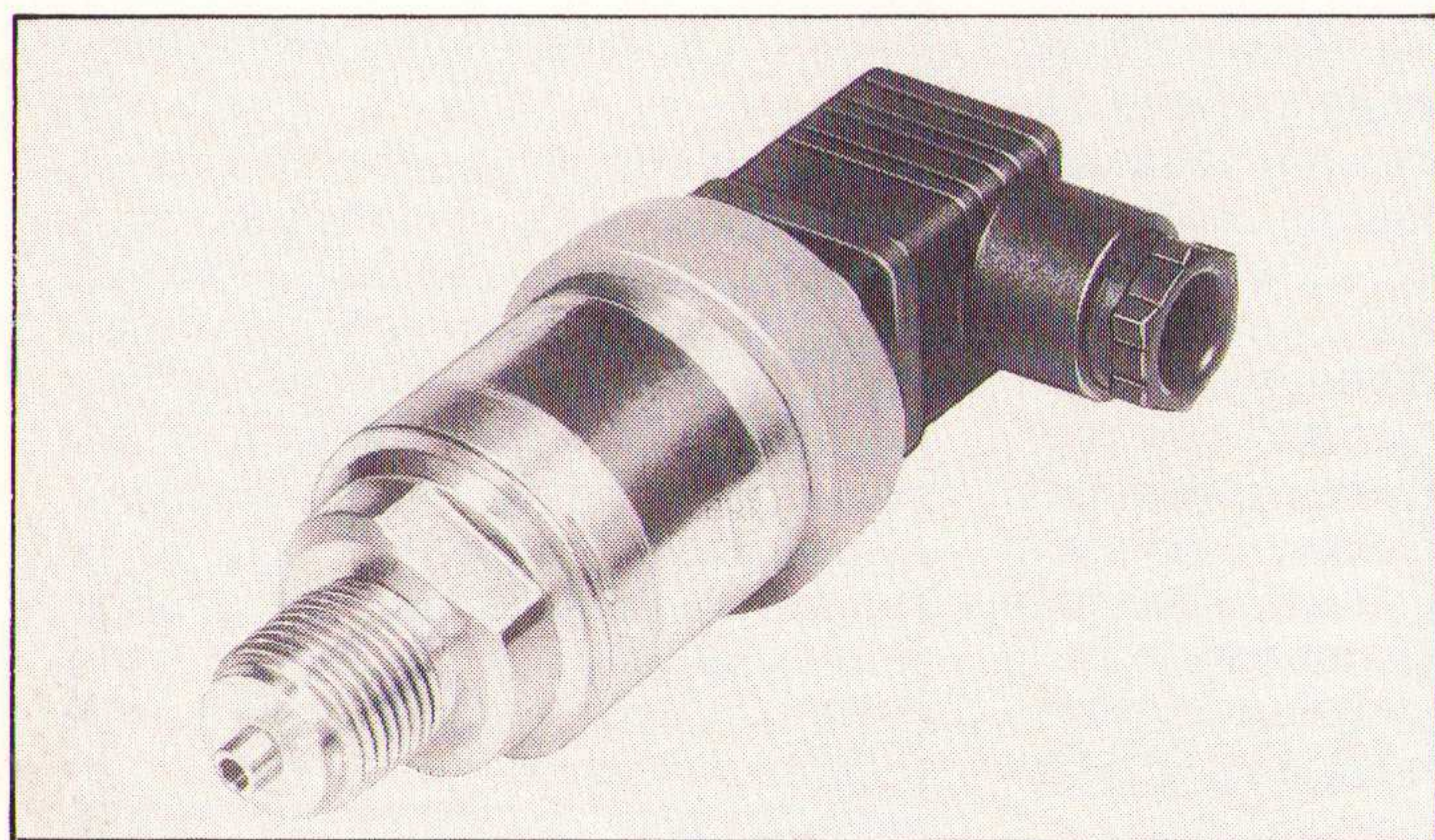
Druktransmitters

Jacs Koopman (Wijk bij Duurstede, tel. 03435-72275) heeft een viertal typen drukvormers van het Duitse fabrikaat ETA op de markt gebracht.

Het standaardtype is de MSR 313. In deze uitvoering is een groot aantal meetbereiken voorhanden, variërend van een verschuldruk van 0...250 mbar tot 0...600 mbar en 0...0,4 bar tot 0...25 bar absoluut, met een overbelasting van tweemaal het meetbereik. De MSR 314 wordt toegepast in combinatie met een aparte druksensor, die direct of via

Nieuwe drukvormer van ETA.

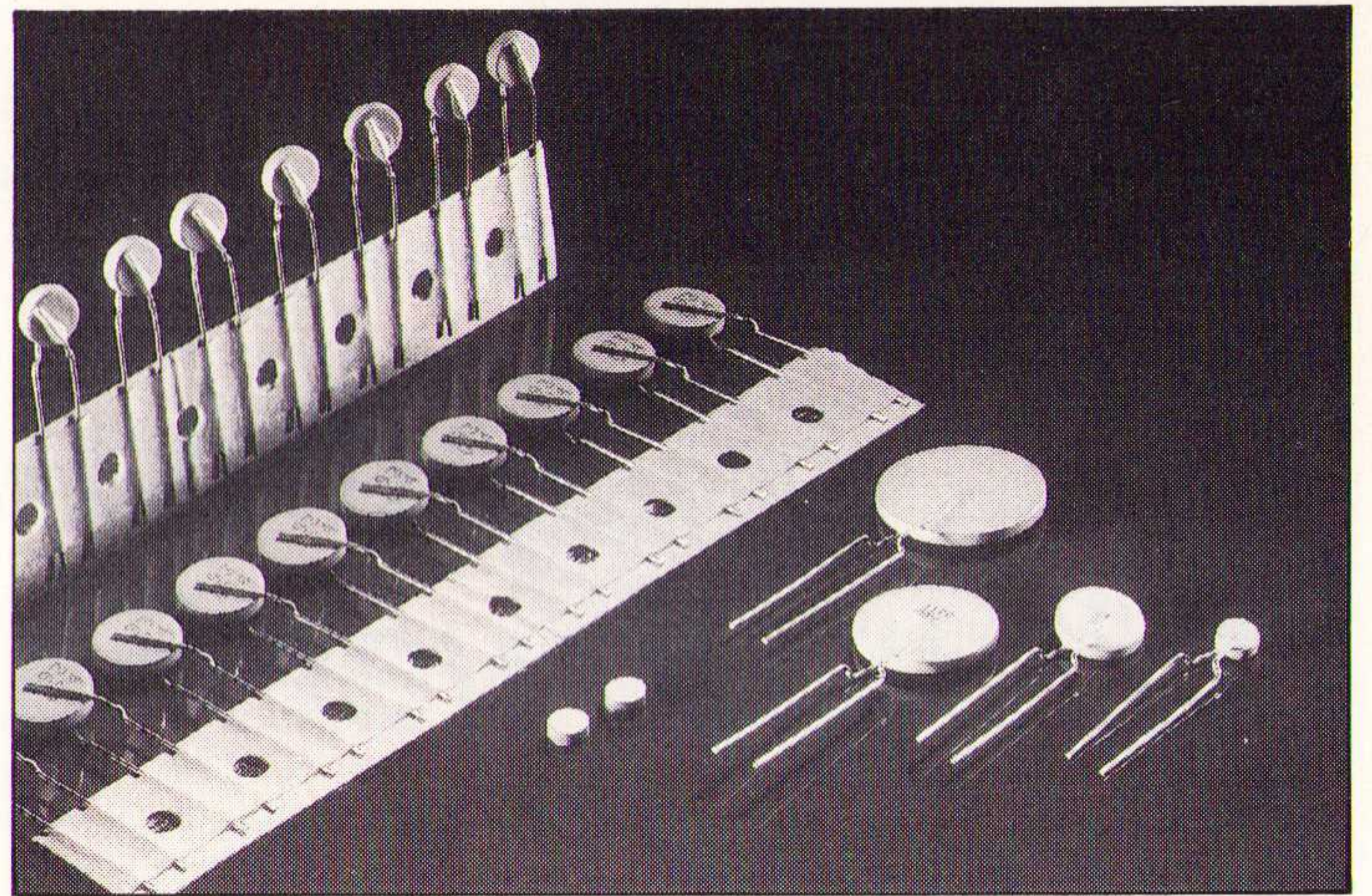
een kabel op afstand op de drukvormer aangesloten is. Door gebruik van specifieke sensoren zijn met deze omvormer ook 'moeilijke' meetopgaven zonder meer oplosbaar. Ook bij de MSR 314 kan voor diverse meetbereiken worden gekozen; de verschuldrukmeting is echter beperkt tot maximaal 0...400 bar. De MSR 315 is van een heel ander kaliber. Door zijn separate membraan zijn hiermee allerlei media indirecte metingen mogelijk, zonder dat er gevaar bestaat voor beschadiging van het meetsysteem. Het type MSR 316 is uitgevoerd met een geïntegreerde overdrukbeveiliging, die in alle meetbereiken een continue overdruk tot 250 bar toelaat.



PTC-thermistors

Het standaardprogramma Philips (Eindhoven, tel. 040-783749) PTC-thermistors voor beveiliging tegen overbelasting voldoet officieel aan de

UL-voorschriften. Philips biedt een breed programma PTC-beveiligingsthermistors tegen overbelasting van onder meer motoren, transformatoren, oplaadbare batterijen en voedingsapparatuur. Deze ther-



Philips PTC-thermistors voor beveiliging tegen overbelasting.

mistors hebben een nauwkeurig gedefinieerd stroomgedrag, een snelle reactie op overbelasting en het vermogen honderden overbelastingen met behoud van het stroomgedrag te doorstaan. De thermistors worden geleverd voor lage, middelhoge en hoge spanningen en zijn geschikt voor vele toepassin-

gen, van laagspanningssystemen in de auto tot groot-schalige elektriciteitsnetten. De houdstromen liggen in een gebied van 10 mA tot 2000 mA en de verhouding tussen de 'trip'- en de houdstroom is maximaal 1,5. De schijfvormige transistors kunnen worden geleverd met of zonder aansluitdraden of de metallisering voor thermische contacttoepassingen, zowel in bulkverpakking als op tape voor automatische montage.

Contactloze transponder

Met de subminiatur identificatiemodules, een gecodeerd identificatielabel gemonteerd in een conventionele sleutel, en een ontvangerunit in de auto, kan het autoslot alleen geopend worden als de code overeenstemt met de code in de sleutel. De labels worden via Radio-Frequentie overdracht voorzien van spanning. De Philips (Eindhoven, 040-783794) PCF7931 maakt deel uit van de PCF79xx familie van contactloze intelligente

identificatielabels. De familie kenmerkt zich door contactloze data-overdracht, lees- en schrijfmogelijkheden, 1K bits EEPROM geheugen, databeveiligingsvoorzieningen. De transponders werken zonder batterijen, hebben een leesafstand tussen 2 cm en 1,5 m en een werkfrequentie tussen 100 Hz en 2 MHz. De familie is leverbaar als naakte chip, chips op folie, automotive 'stick', 25 mm munt en als toegangscontrolekaart.

Verloopprint

RJ-11 en -12 connectoren worden steeds meer gebruikt, maar hun versprongen pootjes maken montage op standaard 100 mm rasterplaat erg moeilijk. A klasse productontwikkeling (Tilburg, tel. 013-560969) levert een pakketje

dat alle onderdelen bevat die nodig zijn om te kunnen experimenteren met modemconnectoren van de types RJ-11 en RJ-12. Montage spreekt voor zich: pennen door de gaten steken en vast solderen. In plaats van een header kunnen er ook direct draden op gesoldeerd worden.

WAT KOST EEN GOED PRINTONTWERPSTEEEM?

Bij Ultimate Technology kunt u nu voor f 1.395,- excl. btw het 32 bit CHALLENGER 700 aanschaffen. Professioneel Schematekenen + printontwerpen voor een uiterst scherpe prijs.

ULTIBOARD
COMPUTERAIDED PCB DESIGN

Verkrijgbaar van een Low-cost DOS tot een 32 bit PC en SUN versies met onbeperkte ontwerpcapaciteit. In het bijzonder de REAL-TIME eigenschappen spreken de professionele ontwerper aan. Met ruim 10.000 gebruikers wereldwijd behoort ULTIboard tot de toonaangevende EDA-systemen. Vraag de gratis demodisk

ULTIMATE
TECHNOLOGY

(NL) Energijstraat 36 • 1411 AT Naarden • Tel. 02159-44444 • Fax -43345
(B) Kard. Mercierplein 1 • 2800 Mechelen • Tel. 015-401895 • Fax -401879

Actieve Power Factor Correctie maakt het noodzakelijk om een sinusvormige ingangsstroom te forceren door gebruik te maken van een ingangs "preregulator" die kan worden geïmplementeerd bij verschillende vormen van standaard schakelende circuits.

Kies de optimale topologie bij "High Power Factor Supplies"

Off-Line voedingen met een gelijkricht/capaciteit ingang, trekken ingangsstroom in nauwe pulsvorm tijdens de top-top waarde van de spanningssinus. Dit resulteert in een voeding met een slechte "power factor" en een overeenkomstige harmonische distortie bij de stroomsinus. "Passieve" oplossingen van dit probleem maken gebruik van 60 Hz inductiviteiten, die groot van omvang zijn, duur en inefficiënt over een wijde gebruikersbereik. Een effectievere oplossing is een "actieve" benadering, dat gebruik maakt van een aparte switch-mode power converter geconfigureerd als een stroomgeprogrammeerde preregulator.

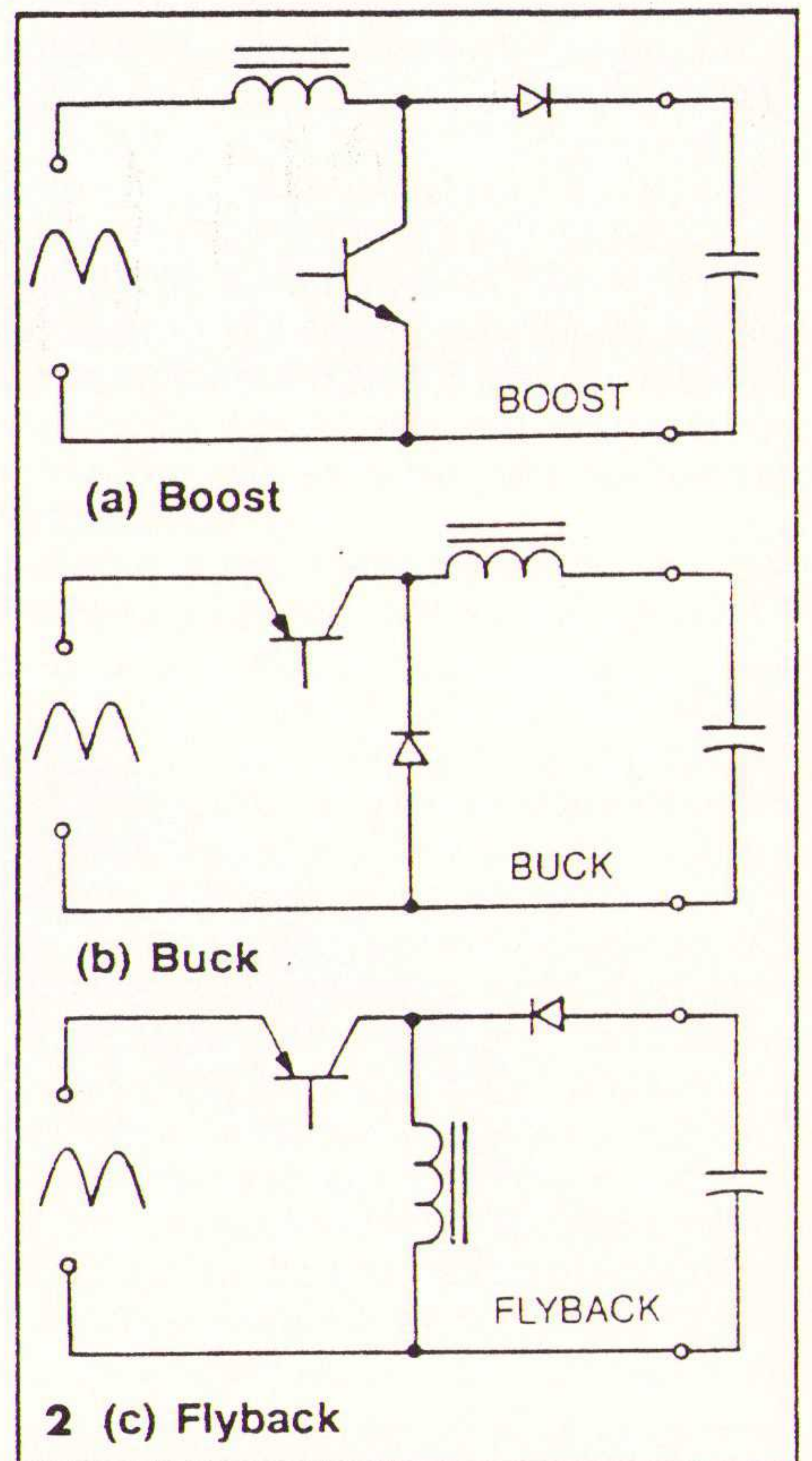
Fig. 1 geeft een veel voorkomende actieve techniek weer, waar de preregulator controle informatie krijgt van twee punten: de input spanningssinus en de de output Voltage Feedback. De Multiplier combineert deze informatie om een controle signaal te genereren voor de preregulator, die er voor zorgt dat de ingangsstroom sinusvormig blijft, met een RMS waarde die voldoende is om de uitgang te regelen. Je kunt ook een Switch-mode schakeling ontwerpen om een verbetering van de power factor te verkrijgen bij de standaard vermogens topologieën zoals weergegeven in figuur 2. Meer complexe schakelingen, zoals de "Cuk resonant" circuits en half- of gehele brugconfiguraties kunnen ook worden gebruikt hoewel deze niet veelvoorkomend zijn. Deze schakelingen bieden weinig voordelen omdat iedere

vorm van Power Factor Correction (PFC) een extra complexiteit betekend van het basis ontwerp van de voeding met daaraan toegevoegd een eenvoudige schakeling om uiteindelijk een beter resultaat te krijgen. Hoewel, zoals mag worden verwacht, zijn de karakteristieken bij de schakeling van figuur 2. afwijkend en iedere schakeling heeft zijn eigen voor- en nadelen met betrekking tot power factor applicaties. Om de juiste schakeling te kiezen, moet eerst een begrip worden gekregen van de bijbehorende karakteristieken.

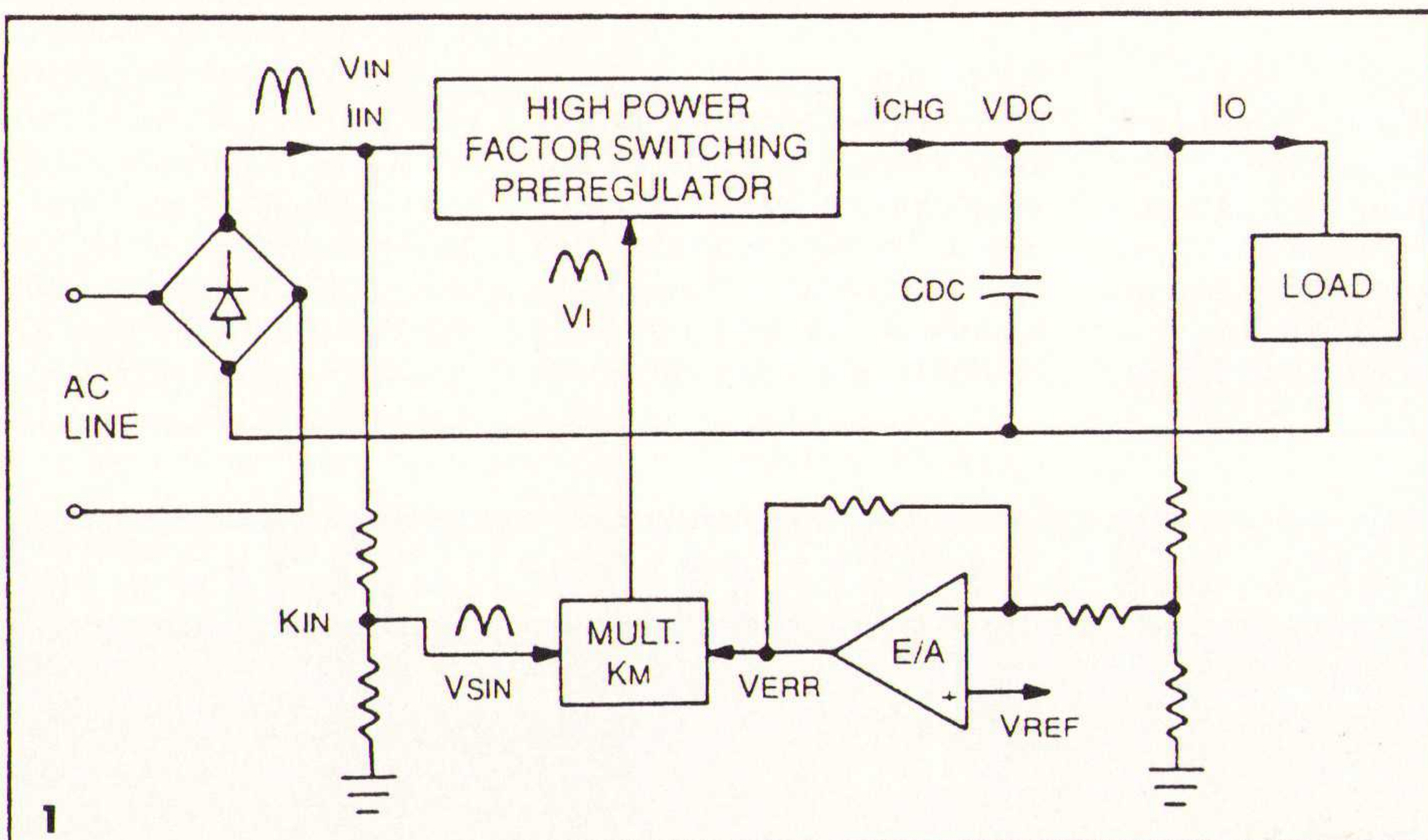
De continu-mode Boost converter is, om verscheidene redenen, de meest populaire schakeling. De belangrijkste eigenschap van de Boost topologie is dat de ingangsstroom niet wordt onderbroken dat de uitgangsspanning hoger

Bob Mammano en Lloyd Dixon
Unitrode IC corporation
Tim de Leeuw
Indel Industrial Electronics
Koning en Hartman

Herdruk van PCIM Magazine,
Maart 1991



- moet zijn dan de ingangsspanning, hieraan toevoegend:
- omdat het doel is om de ingangsstroom te controleren, optimaliseert de spoel in het ingangscircuit het gebruik van "current-mode" controle. (welke de spoelstroom regelt);
 - bij hogere spanningen is energie efficiënter opgeslagen in de buffercondensator, hetgeen kleinere capaciteitswaarden toestaat;
 - omdat de preregulator de hoge spanning aanhoudt over de buffercondensator is de buffer- of overbruggings-tijd bij (vermogens)onderbreking langer, zelfs met een lagere condensatorwaarde;



- controle kan worden gehandhaafd over de gehele ingangsspanningssinus (inclusief naar 0 V). Dit geeft een lage distortie en dus de hoogste Power Factor prestatie;
- zonder het choppen van de ingangsstroom is er een miniem aan schakeltransients op de ingang, hetgeen de RFI/EMI ruisonderdrukking vereenvoudigd;
- de schakelspanning is niet groter dan de uitgangsspanning en het is makkelijker om dit aan te sturen met laagspanning (aan massa gereffereerde) signalen;
- de spoel filtert snelle spikes uit, die vanuit het lichtnet komen, waardoor betrouwbaarheid toeneemt.

Naast al deze voordelen zij er ook minstens twee belangrijke nadelen bij het gebruik van een Boost schakeling: de "Downstream" converter moet werken met een hoge (welliswaar geregelde) bufferspanning en tevens is het bij deze schakeling niet mogelijk om te beveiligen tegen kortsluiting of "Inrush current".

STEP-DOWN/BUCK

Een Buck converter heeft niet de zojuist vermelde nadelen zoals bij de Boost converter omdat deze topologie een uitgangsspanning levert die lager moet zijn dan de ingangsspanning. Met een schakelaar op de ingang is het ook mogelijk om af te schakelen van de voeding indien er een fout optreedt. Een samenvatting van de Buck topologie voordelen met betrekking tot Power Factor zijn:

- Om te kunnen regelen, moet van de Buck converter de uitgangsspanning lager zijn dan de minimale ingangsspanning. Dit is een groot probleem, omdat iedere halve spanningssinus naar nul gaat. Daarentegen gaat de ingangsstroom naar nul gedurende die periode van de cyclus wanneer de ingangssinus lager is dan de output. Ondanks dat deze schakeling nooit een perfecte Power Factor Correctie kan geven, is het eindresultaat misschien wel voldoende, voornamelijk bij een lage uitgangsspanning. Bij voorbeeld, als de ingangsspanning 165 Volt (piek) is moet je een uitgangsspanning hebben van 40 Volt. Hiervoor zal de Buck converter de ingangsstroom voor 84 % van de cyclus controleren. Wel is er een gat bij de ingangsstroom zodra de ingangsspanning beneden de 40 Volt komt. Totale harmonische distortie voor de volledige cyclus zou tot 8 % kunnen komen. Dit geeft een Power Factor die beter is dan 99 %;
- met de schakelaar aan de ingang is stroombegrenzing mogelijk. Dit geeft niet alleen een beveiliging indien er een uitgangsoverbelasting aanwezig is of kortsluiting, maar kan ook worden gebruikt om "Inrush" stromen te begrenzen bij het inschakelen;

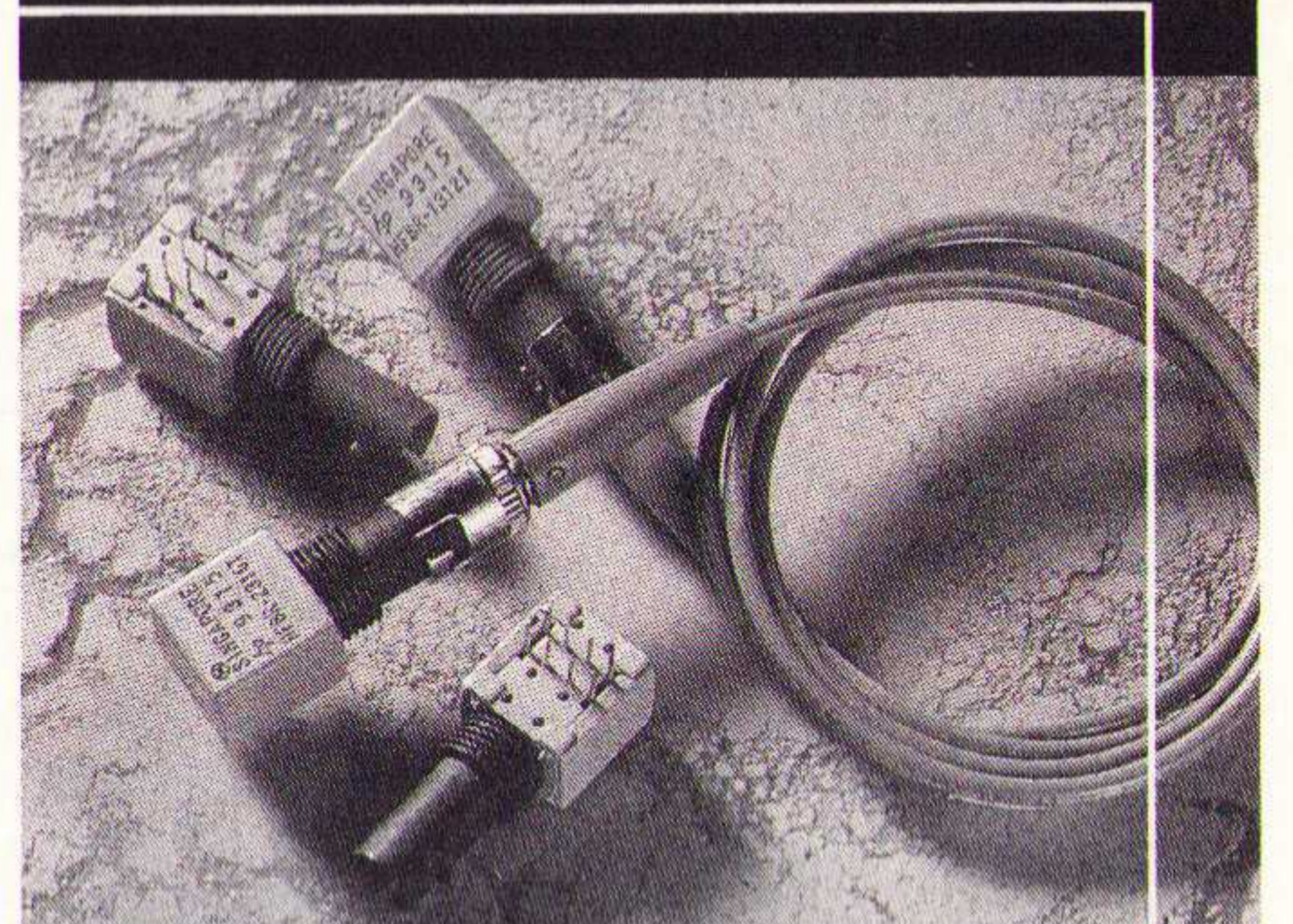
- de ingangsstroomsinus is gehopped hetgeen een aanzienlijke filtering vergt voor het onderdrukken van EMI ruis op de ingangslijn;
- de schakelaar ziet de maximum ingangsspanning terwijl de transistor basis of de Fet gate-sturing level shifting vereisen afkomstig van een zwevende referentie.

Flyback

Het belangrijkste voordeel van de Flyback topologie is dat het uitgangsniveau niet gekoppeld is aan de ingangsspanning. De controle kan worden gehandhaafd zodra de ingangscyclus zowel boven als onder het uitgangsniveau komt. Dit maakt de Flyback schakeling een goede keuze om een compromis te vinden daar waar de uitgangsspanning hoog genoeg kan worden gezet om een redelijke energieopslag te verkrijgen in de uitgangscapacitor maar net niet te hoog om problemen te veroorzaken bij de opvolgende converter. Andere karakteristieken zijn:

- de uitgang kan zowel boven als onder de piekspanning zijn. In een Transformerloos gekoppelde schakeling is er een tegengestelde polariteit, die het moeilijker maakt om de feedback control loop te sluiten. Maar hiervoor kan een transformer worden opgenomen in de Flybackspoel, zodat transformer coupling makkelijker is bij Flyback dan bij Booster of bij Buck configuratie;
- zowel overstroombeveiliging en inschakelstroombegrenzing kan worden geïmplementeerd;
- in een niet-continu mode, is Power Factor Correctie bijzonder gemakkelijk. Door alleen maar de aanschakeltijd vast te zetten, zal de ingangsstroom de ingangsspanningssinus volgen waardoor een vermenigvuldiger niet nodig is;
- de schakelaar moet bestendig zijn tegen een spanning die gelijk is aan de som van de ingang- en de uitgangsspanning en, zonder transformer, zijn de stuursignalen niet aan massa gereffereerd;
- de ingangsstroom wordt gehopped waardoor EMI problemen veel erger zijn dan bij de Buck of Boost topologieën. Dit gebeurt doordat de ingangspiekstroom minimaal twee keer zo groot is als de gemiddelde stroomwaarde en vaak vier tot vijfmaal zo groot. Deze grote piekstromen maken het moeilijk om meer dan 200 watt uit een Flyback Power Factor schakeling te krijgen. Tevens moet meer aandacht en kosten worden besteed aan het een ingangfilter. De grotere stromen in een Flyback ontwerp hebben ook nadelige invloeden op het rendement door hogere I²R verliezen;
- het formaat van de ingangspoel is groter dan bij de Buck of Boost converter omdat de energieopslag aanzienlijk hoger is.

Speed King...



Fiber optic componenten voor hoge datasnelheid en lange afstanden!

Zowel LASER- als LED-technologie.

De kwaliteit en betrouwbaarheid van de componenten van Hewlett-Packard zijn bijna legendarisch.

En als een van de grootste fiber optic producenten ter wereld van zowel LASER- als LED-producten zijn wij alle anderen steeds een stap voor.

Vraag nu een gratis brochure en/of seminar-informatie over fiber optic componenten aan via telefax nummer: (31)-(0) 40-446546.

Componenten van Hewlett-Packard zijn officieel verkrijgbaar bij:

EBV  ELEKTRONIK

België: Zaventem Tel. 02-7209936
Nederland: Maarssenbroek Tel. 03465-62353

 **HEWLETT
PACKARD**

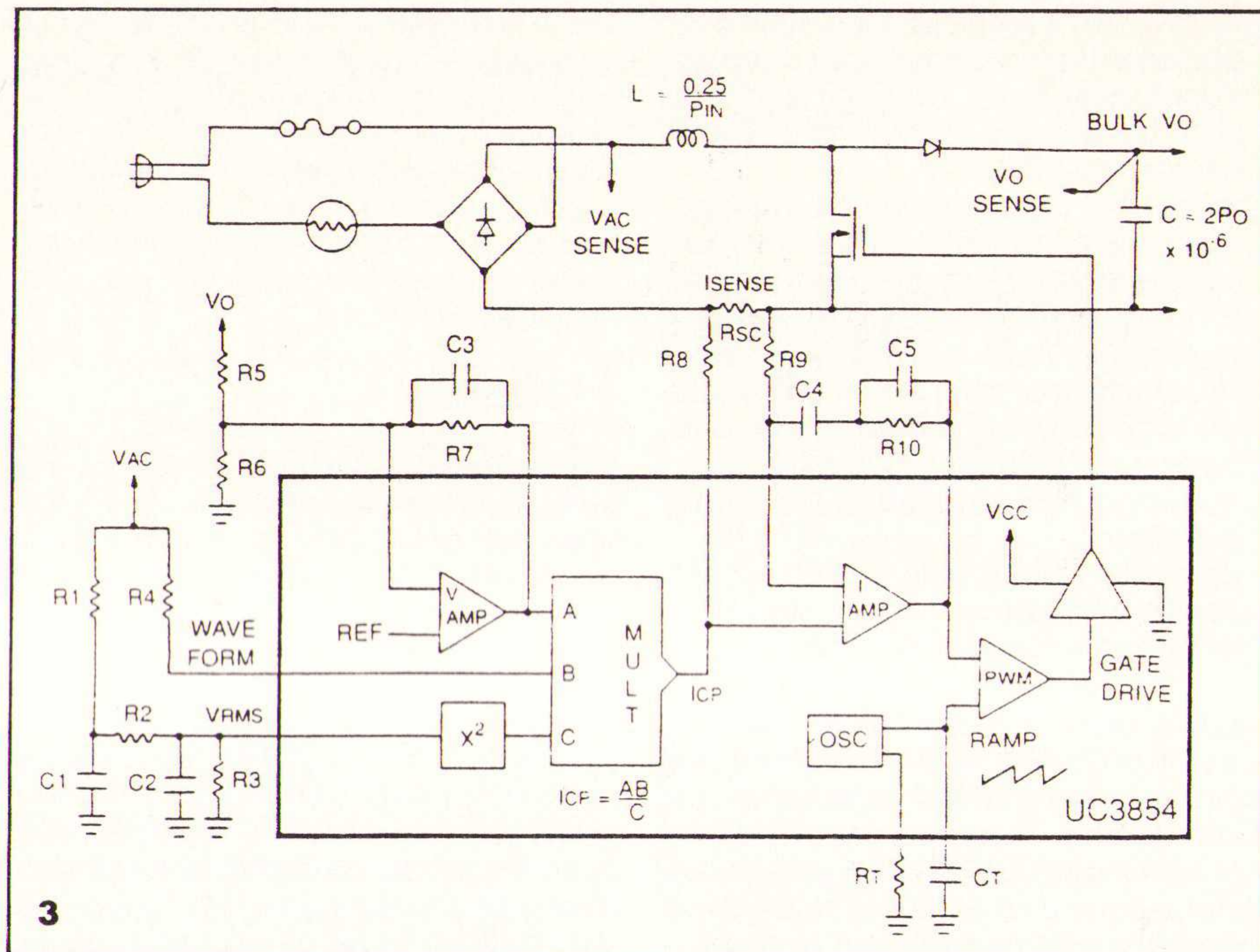
Elektronische Componenten

Voor verschillende applicaties zullen de (relatieve) belangen van verschillende karakteristieken bepalend zijn voor een keuze uit deze drie topologien. Als regel geldt, dat een Buck converter de meeste voordelen biedt bij lage uitgangsstromen met niet te kritische eisen voor de Power Factor, een Flyback converter bij lagere vermogens waar hogere ruis(EMI)specificaties kunnen worden toegestaan en een Boost converter in alle andere situaties.

Hoge Power Factor

Normaal gesproken, zal de keuze voor een actieve preregulator voor Power Factor Correctie niet eenvoudig zijn omdat het een complexe schakeling is. Deze keuze wordt vereenvoudigd door de introductie van geïntegreerde schakelingen zoals de UC3854 en de UC3854A/B. Deze speciaal ontworpen producten zijn voorzien van de voorname intelligentie in een chip waarbij de gebruiker alleen een voeding hoeft aan te sluiten en wat programmerings- en compensatiecomponenten. Een gebruikelijke applicatie voor de UC3854 in een Boost preregulator schakelend op 100 kHz is weergegeven in figuur 3. Dit schema is vereenvoudigd maar het is ook een basisvorm, die kan worden aangepast aan andere vermogensniveaus door de vermogenstrap hierop in te stellen. De verschillende Blokfuncties zijn geheel op elkaar afgestemd om een maximale effectiviteit te krijgen. De referentie voor het definiëren van de ingangsstroomsinus is het eenvoudigst vast te stellen door de de spanningvorm te meten na gelijkrichting. Dit waarborgt een goede Power Factor maar er moet wel rekening worden gehouden, dat als de ingangsspanning wordt gestoord, de geprogrammeerde ingangsstroom de zelfde vorm heeft en niet vrij is van harmonischen. Voor een lage ruisingang naar de Multiplier, zet weerstand R4 spanning om naar stroom.

Een controleschakeling is nodig om de bufferuitgangsspanning te regelen. De spanningsversterker geeft de versterking voor deze functie en deze uitgang is maatgevend voor de RMS ingangsstroom. Ideaal ziet deze versterker alleen de foutieve bufferuitgangsspanning maar er is ook een ruisspanning op de uitgang. De uitdaging hier is om de "Loop" compensatie zo te kiezen dat de bandbreedte voldoende is zonder het verkrijgen van een AC-ruis distortie in de Multiplier ingang. Dit probleem zou zeer moeilijk zijn op te lossen over een breed bereik van ingangsspanningen ware het niet dat de Feed Forward regeling in de schakeling is opgenomen. Omdat de ingangsspanning als referentie staat voor het vaststellen van de ingangsstroom, zal het verhogen van de ingangsspanning ook het verhogen van de ingangsstroom betekenen. Daarom zal bij een toenemende spanning de stroom gelijkmatig moeten af-



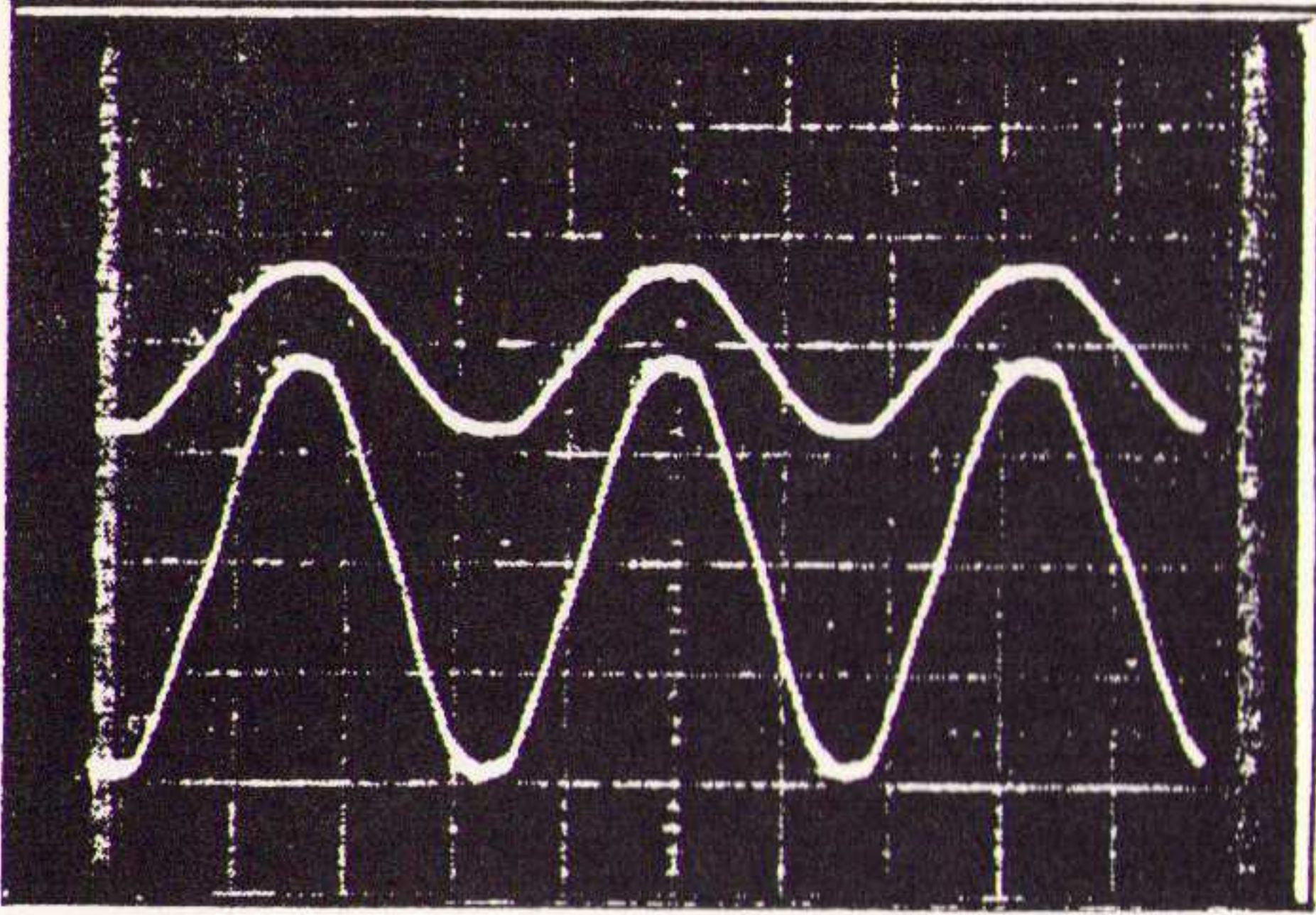
nemen om een constant vermogen te handhaven. Zonder Feed Forward, zou de spanningsversterker moeten zorgdragen voor de correctie gelijk aan het kwadraat van de ingangsspanningsverschil. Dit is niet mogelijk om te doen en tegelijkertijd een maximaal dynamische response te hebben zoals boven is besproken. Met Feed Forward zijn ingangsveranderingen opgevangen door een "Open Loop" waarbij de spanningsversterker niet hoeft te reageren zodat zowel versterking en bandbreedte continu worden gehandhaafd. Deze optie maakt het mogelijk preregulatorontwerpen te maken die uniform werken bij wereldwijde spanningsniveaus. Als toegevoegde mogelijkheid kan een "clamp" op de uitgang van de spanningsversterker worden gebruikt om het ingangsvermogen te beperken.

Implementatie van Feed Forward bestaat uit externe weerstanden R1, R2, R3 en condensatoren C1 en C2 die een DC-spanning maken met een minimale ruis, die proportioneel is ten opzichte van de RMS waarde van de aangesloten spanning. Dit niveau wordt dan intern vereffend en gebruikt als de coefficient in de Multiplier blok. De uitgang van de Multiplier is een stroomsignaal die proportioneel is ten opzichte van het product van de spanningsversterkeruitgang en de ingangsspanning, gedeeld door het kwadraat van de lijnspanning. Dit zorgt voor een programmeringscommando voor het schakelen van de preregulator met een directe volgwaaarde van de vorm van de ingangsspanning en een gemiddelde waarde omgekeerd even redig met de RMS waarde. Weerstand R8 zet deze Multiplier uitgangsstroom om in een spanning welke dan wordt gebruikt door de stroomversterker om een equivalente spanning te forceren over de lijnstrommetende weerstand Rcs.

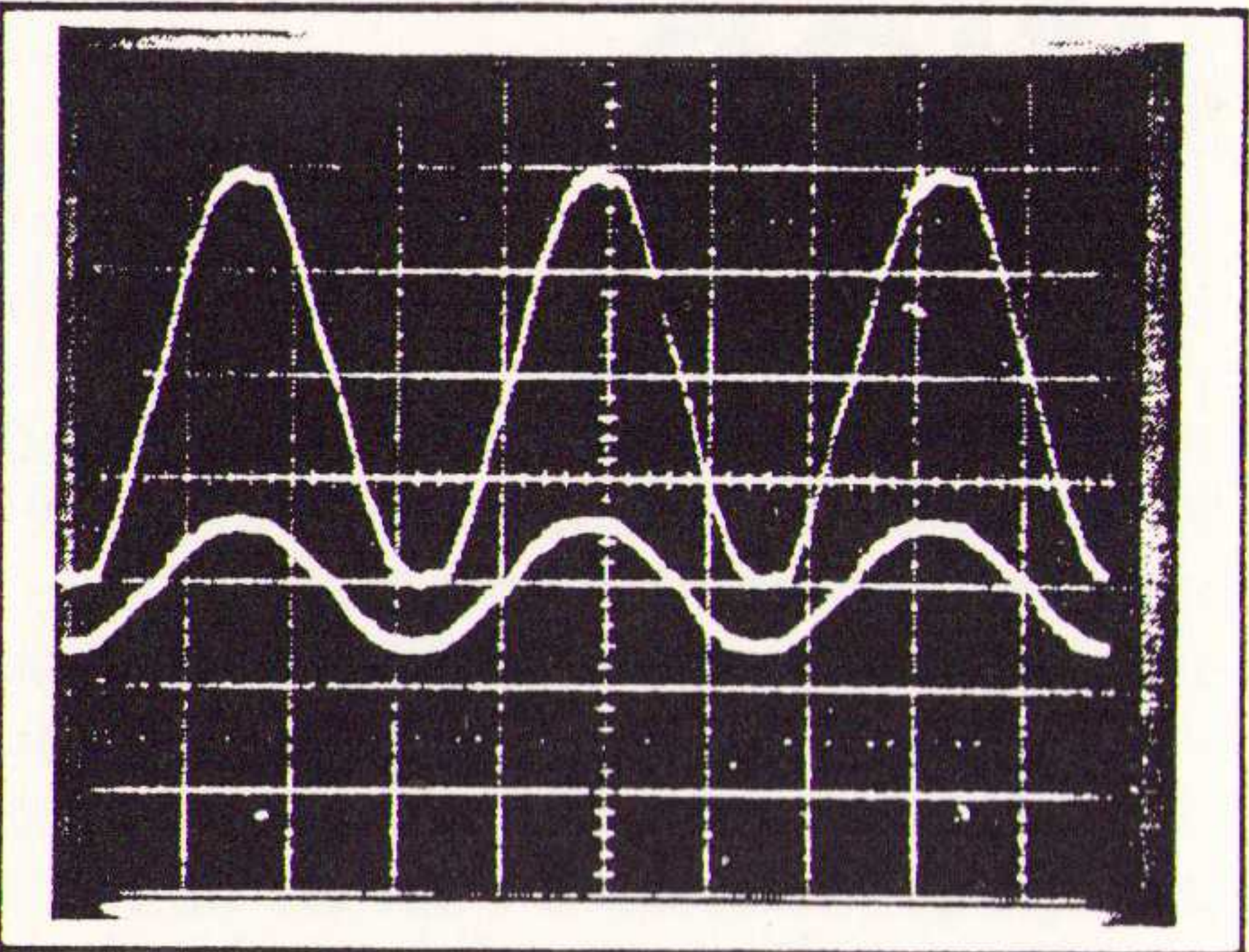
De stroomversterker voorziet in de versterking, die nodig is voor een inwendige "current-mode control loop", welke de Pulse Width Modulator forceerd om de vermogensschakelaar aan te sturen zodat de ingangsstroom de geprogrammeerde waarde volgt. Deze versterker regelt de gemiddelde waarde in plaats van de piekstroom zoals bij de meer traditionele "current-mode" systemen. Bij het gebruik van gemiddelde current-mode zal deze schakeling twee belangrijke tekortkomingen inherent aan piekstroom-mode corrigeren. De ruisgevoeligheid is minder en met piek-naar-gemiddelde fout, is er geen behoefte voor slope-compensatie.

Het elimineren van slope-compensatie biedt voordelen aan Power Factor applicaties omdat de spanning over de spoel maatgevend is voor de optimale waarde van slope-compensatie. In de Boost topologie verandert die waarde continu tussen nul en de maximale waarde van iedere halve cyclus van de ingangslijn. Zoals boven beschreven, forceerd de stroomversterker de spanning over Rcs om de gecommandeerde spanning over R8 te volgen en het R9, R10, C4 en C5 compensatienetwerk zorgt voor het middelen van de waarde. De componenten kunnen worden geselecteerd om een hoge DC versterking te geven voor stroomprogrammerings nauwkeurigheid en een grote bandbreedte voor snelle response, terwijl een uitstekende stabiliteit en ruis-arme prestatie wordt geleverd. De Pulse Width Modulator schakeling vergelijkt de uitgang van de stroomversterker met een vaste frequentie met hoge-amplitude "Ramp" golfvorm van de oscillator schakeling.

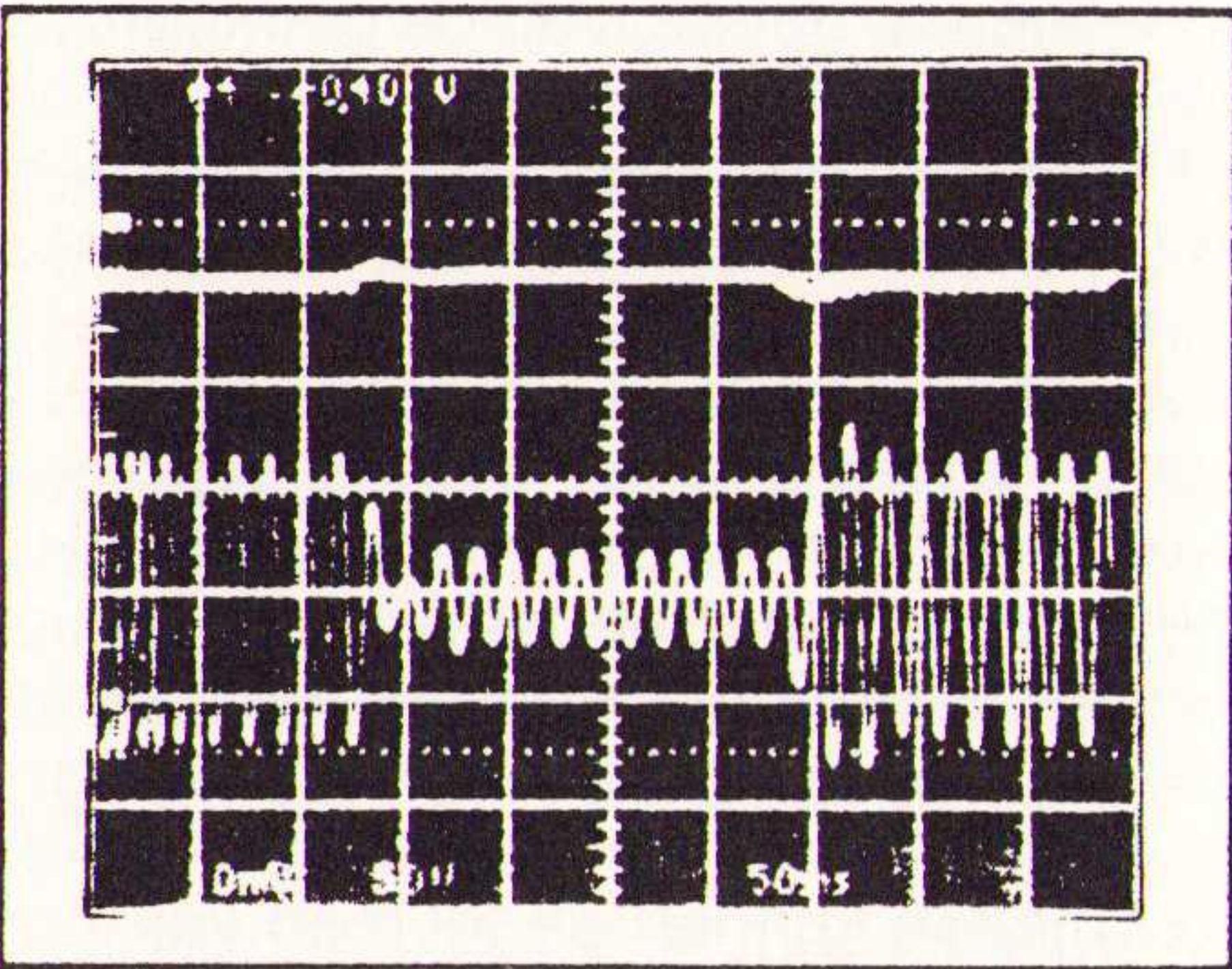
Het grote spanningsverschil tussen deze twee signalen bij het begin van iedere puls geeft een extra ruis-immuniteit. De uitgangsvorm van de Comparator is



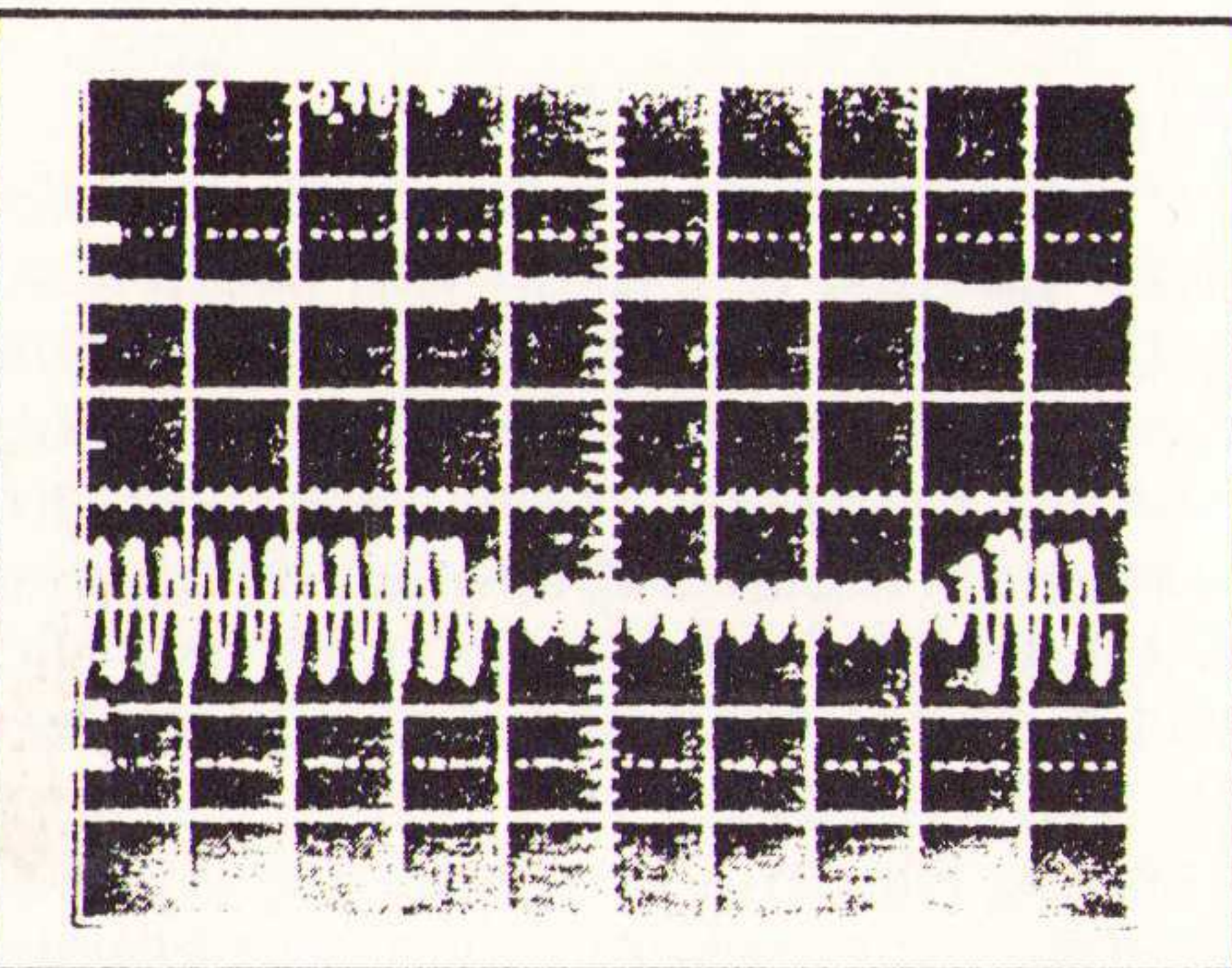
4



5



6



7

gebufferd om een optimum aan laag impedant gate-sturing te leveren. Boven vermogensniveaus van 500 Watt zal waarschijnlijk een extra gate-sturingsbuffer noodzakelijk zijn. Wat niet is inbegrepen in de boven vermelde discussie, ook weergegeven in figuur 3, zijn de vele andere goede opties die, terwijl mogelijk noodzakelijk voor praktische "high power factor preregulators", niet een onderdeel zijn van de actuele regeling. Deze zijn: het genereren van vermogen voor het regelcircuit, "snubbing" componenten, spannings-referentie, geen vertraging, Soft-start, stroom-begrensend, over- en onderspanning metend, enz. Deze functies kunnen

belangrijk zijn, maar het gaat nu om het beschrijven van de diverse blokken die direct betrekking hebben tot de Power Factor prestatie. Voor nadere informatie betreffende het ontwerp van een compleet systeem, verwijzen wij u naar het Unitrode "Application and Product Hand Guide".

Preregulator prestaties

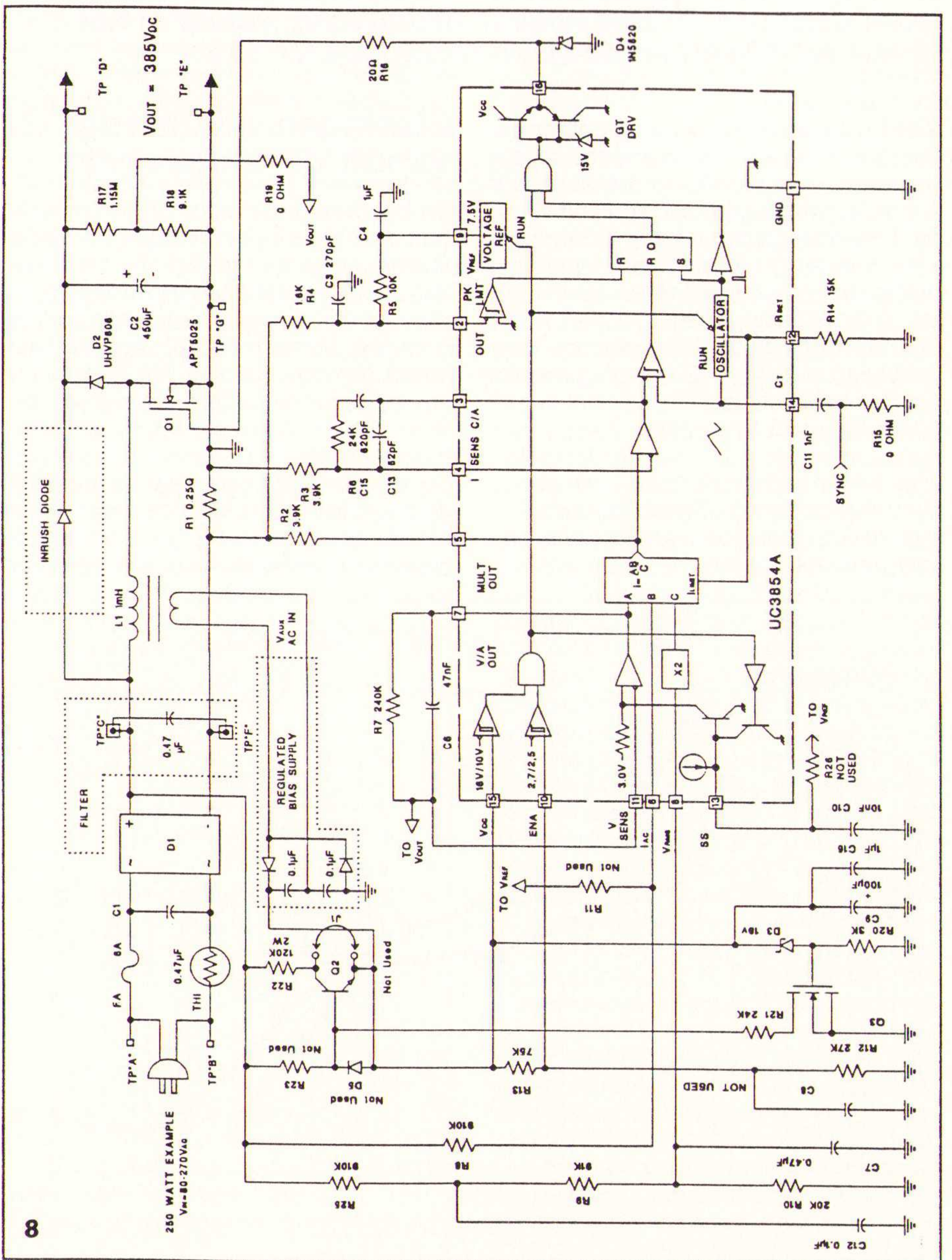
Zoals eerder gezegd, kan je het circuit van figuur 3 in verschillende vermogensniveaus indelen door de juiste vermogenstrap te ontwerpen. Om dit te demonstreren, is de UC3854(A/B) gebruikt in een 200 watt boost configuratie om de resultaten te behalen zoals is weergegeven in figuren 4, 5, 6 en 7. Figuren 4 en 5 demonstreren de nauwkeurigheid van het stroomprogrammeren, hetgeen kan worden behaald door gebruik te maken van gemiddelde stroom-mode regeling. Let op de benadering van een volledige sinusvorm van de ingangsstroom, onaangetast door de ingangsspanning. Ook is een groot gedeelte van de miniem aanwezige

stroomdistortie een spiegeling van de aanwezige distortie van de ingangsspanning. Figuur 6 en 7 zijn eigenlijk nog belangrijker door de uitstekende dynamische reactie - onaangetast door de ingangsstroom - wat haalbaar is door spannings"feed forward". In figuur 6 is de ingangsspanning 115 VAC en in figuur 7 is deze 230 VAC. In beide gevallen is de transient "hiccup" op de bufferuitgangsspanning, nominaal 400 V, minder dan 10 Volt en het herstel is binnen twee lijn-cycli.

Referenties:

1. B. Mammano en B. Neidorff, "Improving Power Factor-A New Active Controller Simplifies the Task", PCIM '89
2. M. Nalbant en J. Klein, "Design of a 1kW Power Factor Correction Circuit". PCIM'89
3. C.de Sa e Silva, "Power Factor Correction met de UC3854", Unitrode Applicatienote U125
4. L. Dixon, "High Power Factor Switching Preregulator Design Optimization", Unitrode Power Supply Seminar Manual.

Koning & Hartman



Data-acquisitiesystemen gebaseerd op een PC worden gebruikt in tal van toepassingen zowel in het laboratorium als in de produktie. Volgens recente onderzoeken zal de wereldmarkt van data-acquisitiesystemen met 11% groeien, van f 1,7 miljard in 1992 tot boven de f 3,5 miljard in 1999. Het aandeel van insteekkaarten daarin, groeit van 79 % naar 82 % tegen het eind van deze eeuw.

Noise Considerations of PC-based Data Acquisition Systems

R. van Gompel
National Instruments Nederland

Het gebruik van data-acquisitie insteekkaarten biedt tal van voordelen ten opzichte van de klassieke instrumentatie. Snellere throughput, betere integratie, hogere flexibiliteit en de mogelijkheid voor de eindgebruiker om zelf "virtuele instrumenten" te bouwen zijn enkele voorbeelden hiervan. De mogelijkheden van insteekkaarten benaderen meer en meer deze van de klassieke instrumenten, vooral in het bereik tot 100 kSamples/s en resoluties tot 16 bit.

In de praktijk vindt met data-acquisitiekaarten terug in toepassingen waarbij gemeten wordt van DC tot 1 MSamples/s met nauwkeurigheden van 8 bit tot 16 bit. Hetingangssignaal van data-acquisitiekaarten is steeds een spanning met kenmerkend meetbereik van 10 μ V tot 10 V. Spanningen kleiner dan 10 μ V of andere signalen - zoals stroom, temperatuur, druk enz. - kunnen gemeten worden mits een gepaste signaal-conditionering wordt toegepast.

Fig. 1 Hier wordt een indruk van de mogelijkheden van insteekkaarten, vergeleken met deze van stand-alone instrumenten, gegeven.

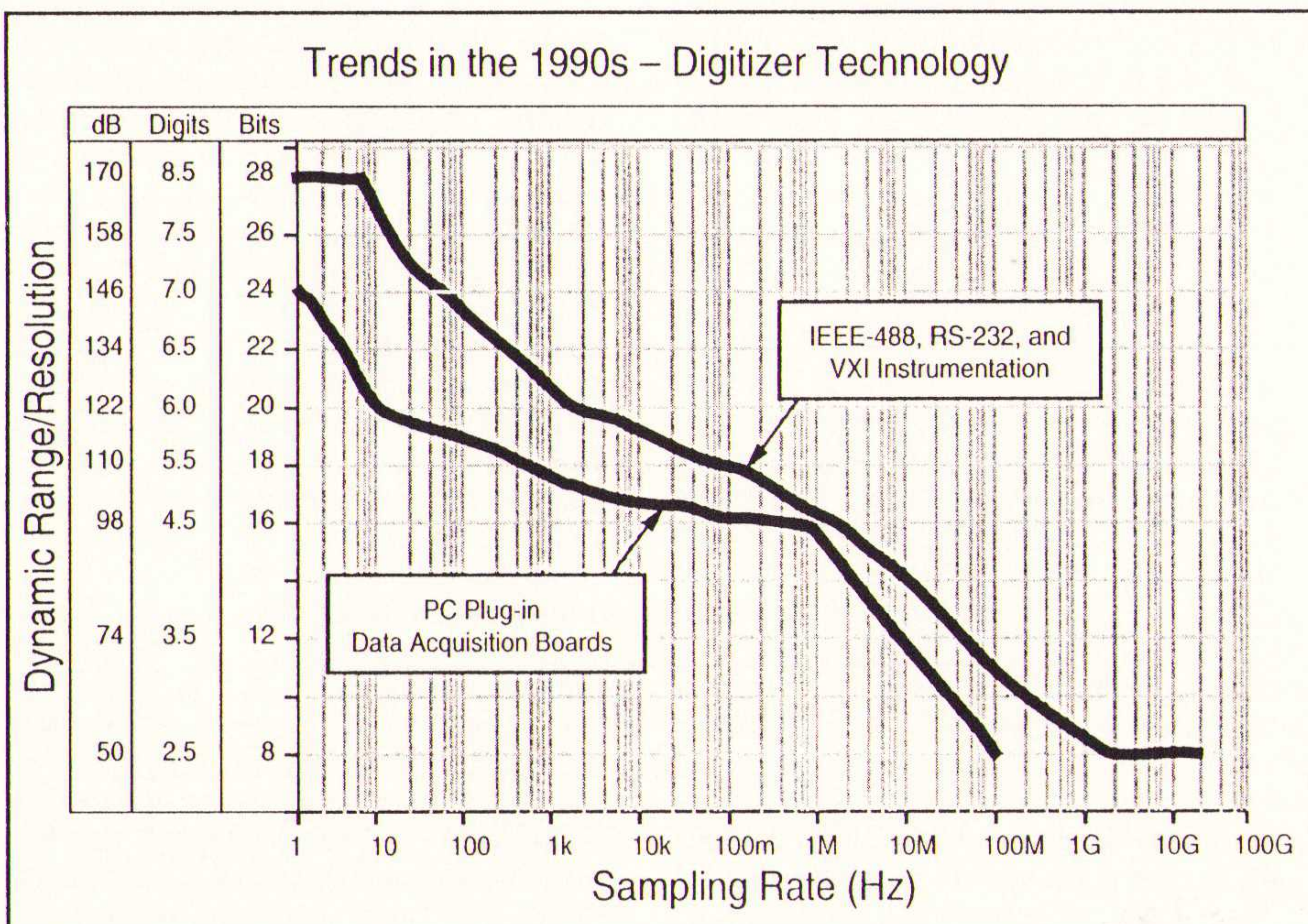
Storingen afkomstig vanuit de omgeving

Bij het meten van spanningen met behulp van data-acquisitiekaarten treden fouten op, voornamelijk bij metingen van kleine signalen (van orde grootte μ V) en bij hogere bemonsteringsfrequenties. Deze fouten zijn te wijten aan zowel externe factoren als aan fouten die optreden door het niet-ideale gedrag van de componenten op de kaart. Externe invloeden kunnen storingen zijn op de aansluitingen van de signalen (bijvoorbeeld ground loops, capacitieve of inductieve koppeling, niet-aangepaste ingangsimpedantie enz.), storingen van

de voeding van de PC (50 Hz ruis) en storingen afkomstig van de monitor. Hoog-frequent signalen afkomstig van radio- en TV-zenders hebben normaal geen invloed op meetresultaten met data-acquisitiekaarten. Echter, door het niet-lineaire gedrag van de geïntegreerde schakelingen op de kaart kunnen RF-signalen geconverteerd worden naar laag-frequente signalen die wel een storende invloed kunnen hebben. Dit effect is beter bekend als 'audio rectification'. Voorzorgen die steeds genomen moeten worden bij het meten van kleine signalen zijn het beperken van kabel-lengte, het gebruik van differentiële ingangen en een juiste aarding. Aangepaste software en hardware filtertechnieken kunnen de invloed van ruis op het meetresultaat eveneens beperken.

Filtering en Averaging

Door gebruik te maken van filters kunnen ongewenste frequentiecomponenten in een bepaald bereik onderdrukt worden. In signaalconditioneringsmodules worden vaak laagdoorlaat-filters van 4 Hz en/of 10 KHz gebruikt (bijvoorbeeld de 5B-serie van Analog Devices en SCXI-modules van National Instruments). Bij de keuze van de filterfrequentie moet rekening worden gehouden dat de tijdsresponsie van het signaal beïnvloed kan worden. Naast het gebruik van hardware laagdoorlaat-filters kan men ook digitale filtertechnieken gebruiken om ongewenste ruis te verwijderen. Software Averaging is een eenvoudige en efficiënte digitale filtertechniek om tot meer nauwkeurige metingen te komen: voor elk gewenst datapunt zal het systeem een aantal analoge metingen uitvoeren en deze volgens bepaalde technieken filteren. Wil men bijvoorbeeld één meting per seconde uitvoeren dan kan men het signaal bemonsteren met een frequentie van 100 S/s, en van elke 100 punten steeds het gemiddelde berekenen. Deze technieken zijn erg doeltreffend, voornamelijk bij trage metingen.



Resolutie of Absolute nauwkeurigheid?

Naast externe factoren kunnen ook de componenten op de kaart zelf fouten veroorzaken. De nauwkeurigheid van een meting zal in werkelijkheid minder zijn dan wat door de fabrikant wordt opgegeven in de specificaties van de kaart. Het is bijvoorbeeld heel goed mogelijk dat een '16bit-kaart' slechts 12 bit nauwkeurigheid oplevert. Het is belangrijk een onderscheid te maken tussen de begrippen 'resolutie', 'absolute nauwkeurigheid' en 'herhalingsnauwkeurigheid'. Resolutie is het aantal digitale bits waarmee de A/D-convactor een analoge waarde voorstelt (figuur 2). De resolutie is een theoretische waarde, die in praktijk meestal 8, 12 of 16 bit bedraagt. De absolute nauwkeurigheid is de werkelijke precisie van het gedigitaliseerde signaal, en ligt lager dan de theoretische resolutie. Met herhalingsnauwkeurigheid wordt de mogelijkheid bedoeld om bij twee gelijke metingen tot dezelfde resultaten te komen. Hierbij speelt de temperatuursdrift een belangrijke rol. Temperatuurscoëfficiënt en stabiliteit op lange termijn worden meestal door de fabrikant gespecificeerd (fig. 2).

Invloed van de instrumentatieversterker De kleinste detecteerbare spanning - ook bekend als 'code width' - kan berekend worden door het spanningsbereik van de kaart te delen door het produkt van de maximale versterking en 2 exponent resolutie. Een 16bit-kaart, bijvoorbeeld, met een range van 0 tot 10 V en een instelbare versterking van 1 tot 100 heeft als kleinst te detecteren waarde:

$$10 \text{ Volt} / 100 \times 2^{\exp 16} = 1,5 \mu\text{V}$$

De component die de grootste afwijking op de theoretische nauwkeurigheid te

Fig. 2 Resolutie is het aantal digitale bits waarmee de A/D-convactor een analoge waarde voorstelt

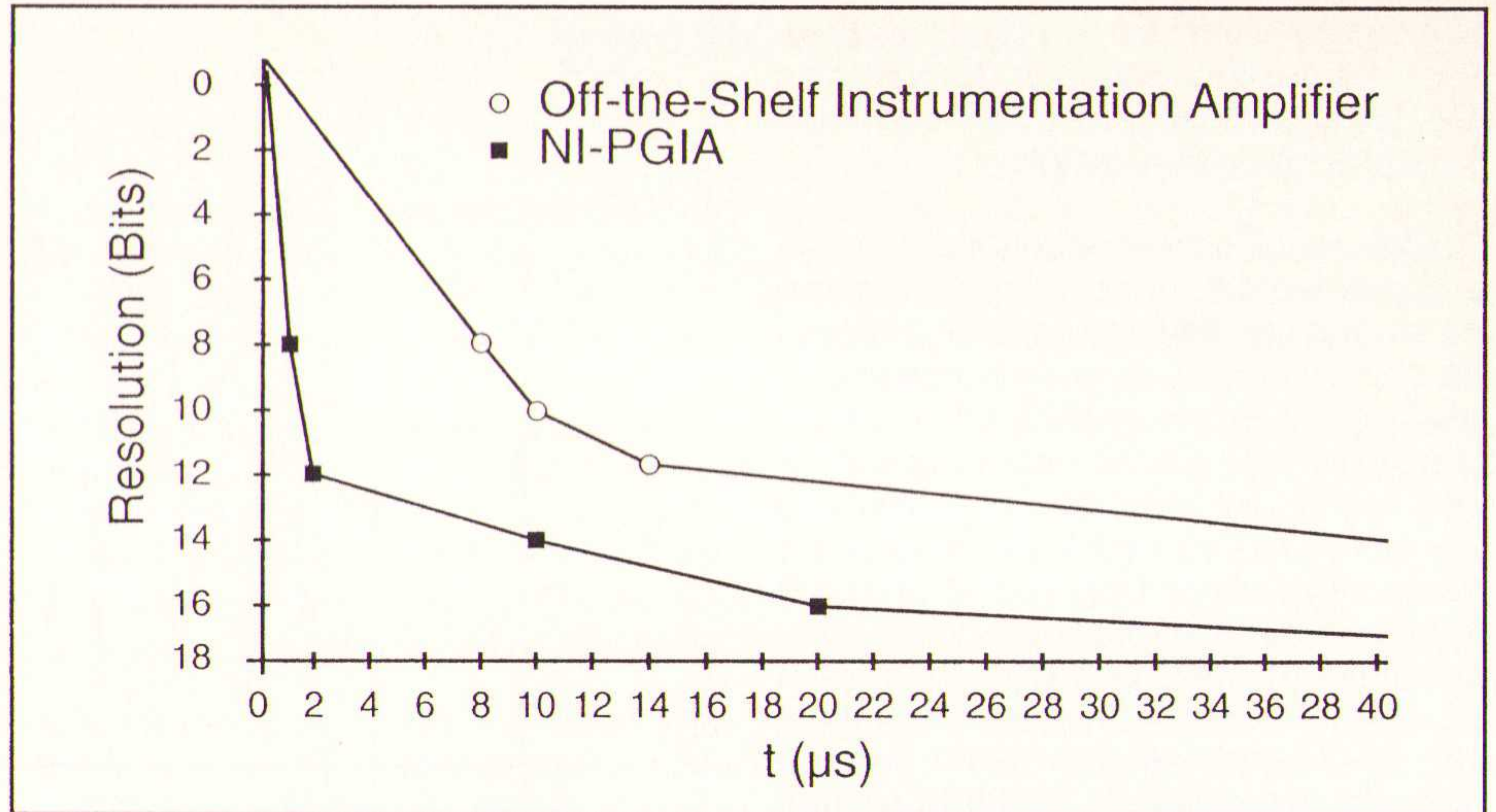
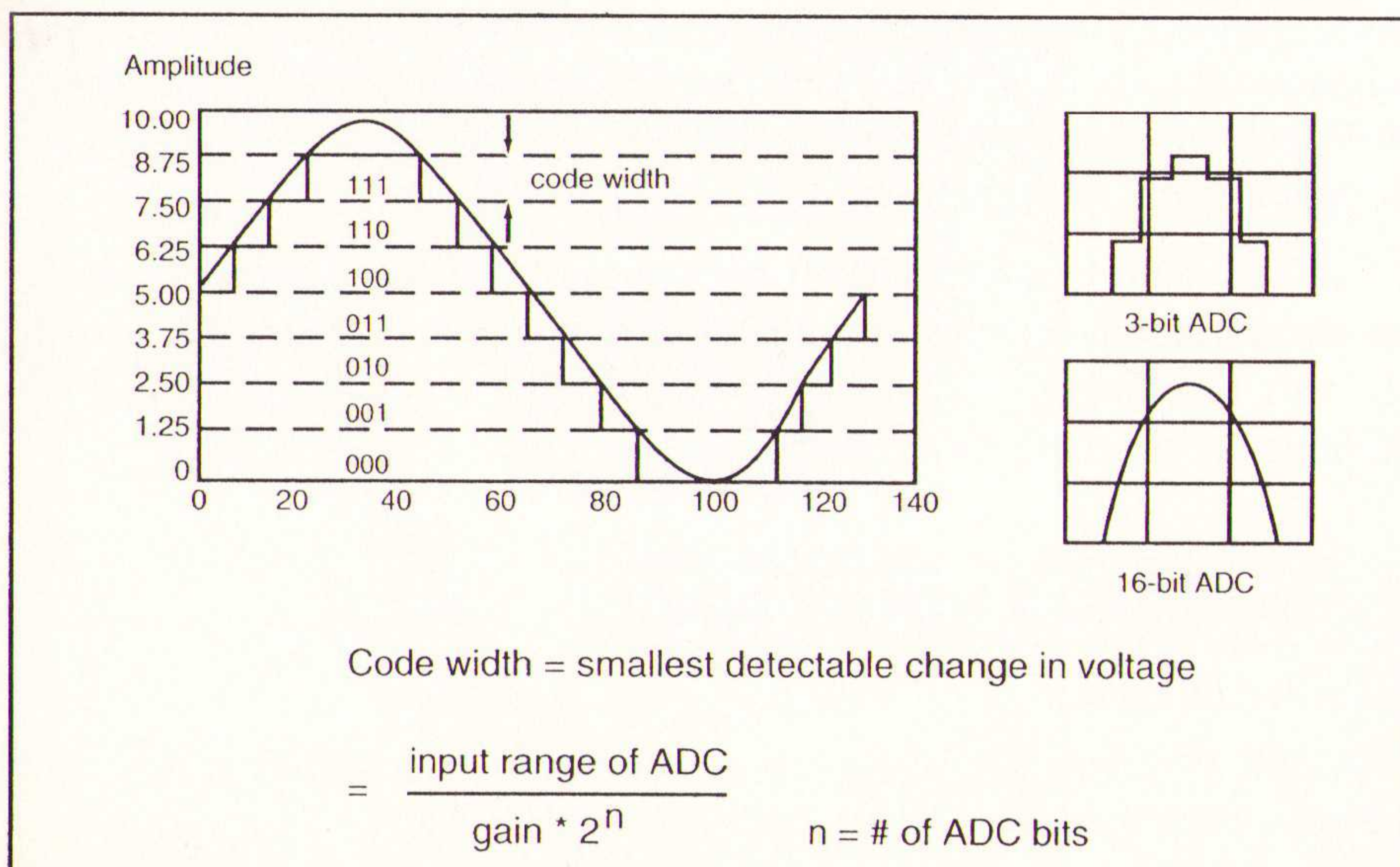


Fig. 3 De settling time van de NI-PGIA vergeleken met een off-the-shelf instrumentatieversterker.

weegbrengt is de instrumentatieversterker. Dit component heeft als taak het signaal te versterken binnen een korte tijdspanne (tot 1 µs). De 'settling time' van deze versterker bepaald in hoeveel tijd hij een bepaalde nauwkeurigheid kan bereiken. Jammer genoeg bestaat er geen instrumentatieversterker op de markt die met dezelfde snelheid en nauwkeurigheid van de A/D-convactor kan werken. Daarom heeft National Instruments in 1992 de NI-PGIA ontwikkeld: een versterker met een uiterst korte 'settling time' (zie figuur 3). Naast de traagheid heeft de instrumentatieversterker nog andere negatieve invloeden op de meetresultaten. Versterkers hebben namelijk een 'niet-lineariteit' en een bepaalde 'offset'; eigenschappen die evenzeer in de A/D-convactor terug te vinden zijn.

Er bestaan nog andere technieken om de nadelige effecten van de 'settling time' te beperken. Geen van deze technieken is echter zo doeltreffende als de keuze van een goede instrumentatieversterker die bij elke versterking binnen de kortste tijden een zo groot mo-

gelijke stabiliteit kan bereiken. In toepassingen waarbij verschillende signalen gelijktijdig gemeten moeten worden zal men een verschillende versterking per kanaal instellen. Wanneer men de spanning van de ingangssignalen kent, zou men de aansluitingen zo kunnen maken dat de spanningsprong tussen twee opeenvolgende metingen (kanalen) geminimaliseerd wordt. Wanneer kanalen met een groot spanningsverschil gemeten moeten worden - bijvoorbeeld een 5V-sigitaal op kanaal 1 en een 50mV-sigitaal op kanaal 2 - dan kan men kanaal 2 tweemaal na elkaar meten zodat de instrumentatieversterker meer tijd krijgt om tot een nauwkeurige meting te komen. Moderne data-acquisitiekaarten laten niet alleen toe om een versterking per kanaal in te stellen, maar ook om de volgorde van het scannen op voorhand te definiëren in een zogenaamde 'channel-gain list'.

Een andere techniek is het gebruik van 'Interval Scanning', waarbij alle kanalen zosnel mogelijk sequentieel gemeten worden, en waarbij na elke scan een bepaalde tijd wordt gewacht alvorens een nieuwe serie metingen wordt uitgevoerd. Deze techniek laat toe om de vertraging tussen elk kanaal minimaal te houden. Door de signalen zo te meten dat de grootste versterkingsprong zich bevindt tussen de laatste meting van een scan en de eerste meting van een nieuwe scan geeft men de versterker extra tijd om zich te stabiliseren. Tenslotte zullen ook lagere bemonsteringsfrequenties en signaalbronnen met lage uitgangsimpedantie bijdragen tot nauwkeurigere resultaten. Lagere snelheden geven de versterker meer tijd om te stabiliseren. Men moet hierbij wel rekening houden dat de snelheid tenminste tweemaal hoger ligt dan de hoogste frequentiecomponent van het ingangssigitaal (Nyquist-theorema), of er treden misvormingen op in het gedigitaliseerde signaal, 'aliasing effect' genaamd. In het geval dat de signaalbron een te hoge uitgangsimpedantie heeft dient men via gepaste signaalconditioneringsmodules de ingang van de meetkaart te bufferen met behulp van een

spanningsvolger. Deze buffer zorgt ervoor dat de signaalbron in de ogen van de instrumentatieversterker een lage uitgangsimpedantie krijgt.

De differentiële niet lineariteit (DNL) kan bepaald worden door de spanning aan de ingang van de kaart te laten variëren en samen met de overeenkomstige digitale code in een grafiek uit te zetten (zie figuur 4). Ideaal gezien zou men een rechte lijn verkrijgen. De afwijking die echter in de praktijk optreedt wordt gekenmerkt als de DNL-factor, en wordt opgegeven in LSB. Een goede data-acquisitiekaart heeft een DNL-factor van ± 1 LSB. De absolute nauwkeurigheid van een kaart kan berekend worden door de verschillende factoren samen te voegen: versterkingsfout, niet-lineariteit, offset, invloed van ruis en resolutie van de A/D-converter (quantisatiefout).

Conclusies

Steeds meer worden klassieke instrumentatiesystemen vervangen door PC-insteekkaarten, vooral bij data-acquisitietoepassingen met snelheden van DC to 1 MSample/s. Heel wat invloeden, zowel van buitenaf als van de componenten op de kaart zelf, kunnen de resultaten van de metingen beïnvloeden. Trage signalen (DC tot 10 kHz) groter dan 1 V kunnen doorgaans met

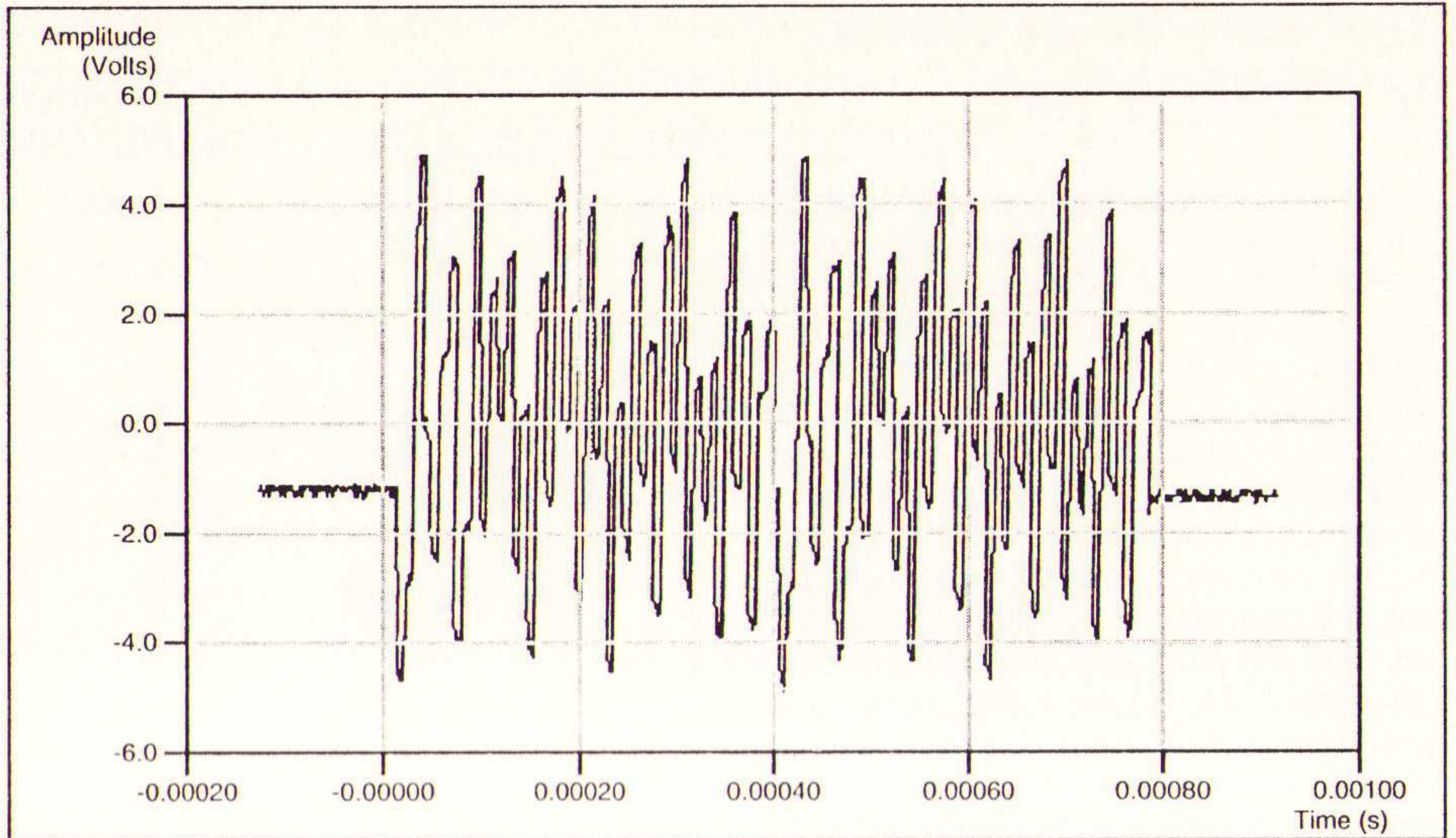


Fig. 4 De Differentiële Niet Lineariteit (DNL).

voldoende grote precisie gemeten worden. Bij snellere signalen gaat de instrumentatieversterker een grote invloed uitoefenen op de nauwkeurigheid van de meting. Naast de kwaliteit van de instrumentatieversterker zijn er nog een heleboel andere factoren die de 'settling time' kunnen beïnvloeden. Signaalconditionering wordt aanbevolen bij signalen kleiner dan 1 V, bij signaalbronnen met hoge uitgangsimpedantie en wanneer andere signalen dan spanningen -

zoals stroom, druk, temperatuur enz. - gemeten moeten worden.

Literatuur

- 'Field Wiring and Noise Considerations for Analog Signals' (National Instruments Ref AN 025)
- 'Is Your Data Inaccurate Because of Instrumentation Amplifier Settling Time?' (National Instruments Ref AN 045)
- 'Signal Conditioning Fundamentals for PC-based Data Acquisition Systems' (National Instruments Ref AN 048)
- 'Data Acquisition Fundamentals' (National Instruments Ref AN 007)

REPAREER
uw apparatuur thuis
ZELF

GELD BESPAREN:
Al uw toestellen nu zelf herstellen

RUDOLF HUTTARY DE MUIDERKRING/MAKLU

REPAREER
uw apparatuur thuis
ZELF

Stop die hoge reparatiekosten en **REPAREER** uw apparatuur thuis **ZELF**.

Dit 328 pagina's tellende boek van Rudolf Huttary, verschaft u richtlijnen voor het deskundig opsporen en repareren van storingen in: *Elektrische huishoudelijke apparaten* (o.a. strijkijzers, stofzuigers, wasmachines, föhns, koel- en vrieskasten, afwasmachines en boilers). *Audioapparatuur* (o.a. TV's, versterkers, cassette- en CD spelers). *Elektrisch gereedschap* (bijv. boormachines).
Tevens opgenomen: veiligheidswenken en reparatietips.

Voor de prijs van nog geen uurloon van een servicemonteur geeft deze uitgave de lezer een helder en duidelijk inzicht in het opzoeken van de storingen in apparaten en toestellen om hem heen. De uit te voeren reparaties worden met behulp van tekeningen en foto's verduidelijkt. Tevens krijgt men een voorstel over de te gebruiken gereedschappen voor het oplossen van de defecten.

ISBN: 90 6082 383 4 - Prijs: f 59,50

Verkrijgbaar bij de Elektronica- en Boekhandel of bij:

Nederland: Uitgeverij De Muiderkring BV - Postbus 313 - 1380 AH Weesp - tel: 02940 - 15210 / fax: 02940 - 12782
Belgie: Maklu Uitgevers NV - Somersstraat 13/15 - 2018 Antwerpen - tel: 03-2312900 / fax: 03-2332659

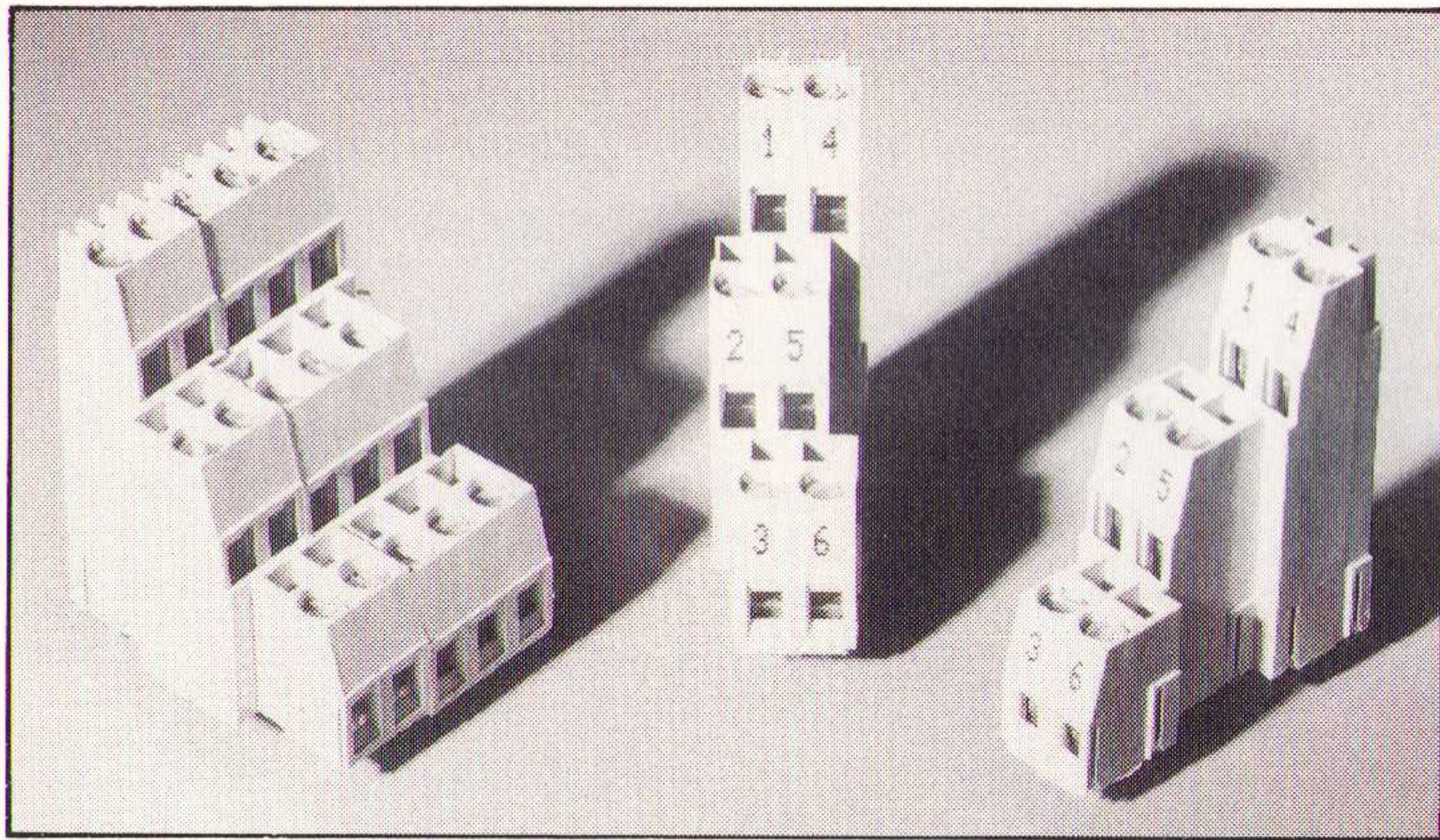
Compacte printconnectoren

Wieland heeft haar programma printconnectoren uitgebreid met een 'drie hoge' versie. Printconnectoren met een aansluitdoorsnede van 2,5 mm² zijn nu in deze versie verkrijgbaar: met de typen 8191 D (raster 5 mm) en 8291 (raster 5,08 mm) wordt een compacte 'drie etage' connector aangeboden. De 1,5 mm² serie is in een 'twee etage' uitvoering verkrijgbaar. Deze

klemmen zijn aaneen te rijgen met andere uitvoeringen van gelijke series. Het aanrijgsysteem garandeert een perfecte tweezijdige ondersteuning, rechte verbindingen en een exacte rastermaat. Om te voorkomen dat de torsiekrachten die op de schroeven worden uitgeoefend op de soldeerstiften worden overgebracht zijn uitvoeringen met fixeernokjes verkrijgbaar.

De compacte printconnectoren van Wieland.

Inl.: Isolectra bv, Rotterdam, tel. 010-4619255.



Meten van zonnestraling

Het Solrad Systeem van Kipp & Zonen (Delft, tel. 015-651000) is een eenvoudige en gebruiksvriendelijke oplossing voor het meten van zonnestraling. Het bestaat uit een sensor, een pyranometer gekoppeld aan een themozuil, en een uitleeseenheid. De pyranometer heeft een vlakke spectrale responsie in het hele zonnenspectrum en in het hele

zichtbare spectrum, waardoor het mogelijk wordt om onder lampen en natuurlijk zonlicht te meten. De uitleeseenheid laat de waarde van de momentale zonnestraling in Watts per vierkante meter op het LCD-scherm zien. Het is ook mogelijk om totalen te integreren. Solrad werkt op 9 V en kan zowel gevoed worden door batterijen als door een adapter. Het systeem wordt geleverd met RS 232 en uitleessoftware.

Het Solrad systeem van Kipp & Zonen.



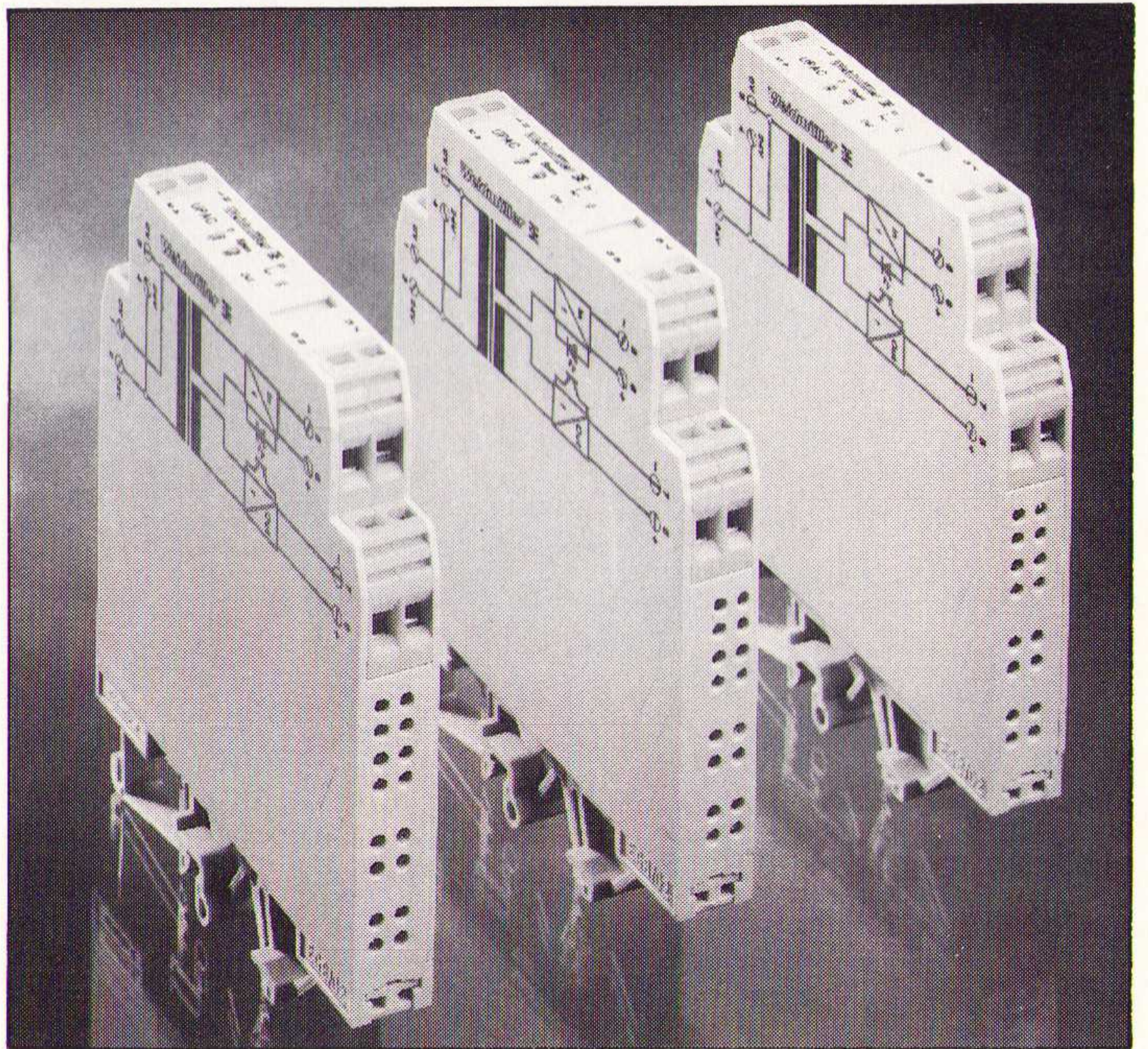
RB elektronica, september 1994

Kleine meetomvormer

Weidmüller (Hilversum, tel. 035-284876) heeft een meetomvormer ontwikkeld met een breedte van 12,6 mm, de UPAC. Deze omvormer kan allerlei analoge ingangssignalen omzetten in één van de signalen volgens de IEC-norm 381. De voedingsspanning mag variëren van 18 tot 30Vdc en is 'ompoolbestendig'. Een optocoupler verzorgt de scheiding tussen in- en uitgang. De

UPAC heeft een galvanische driewegscheiding tussen ingang, uitgang en voeding, waardoor stoorspanningen niet van invloed zijn op het uitgangssignaal. De omvormer is leverbaar voor 17 verschillende ingangssignalen. Signaalinverse is ook mogelijk. De voedingen van naast elkaar geplaatste omvormers kunnen eenvoudig worden doorverbonden, omdat de voedingsklemmen dubbel zijn uitgevoerd. De UPAC past op een standaard DIN-rail.

De UltraSlim Pak Analogue Converter van Weidmüller.



8 W DC/DC-converteren

Nieuw van Conversion Devices Inc. is de 800-serie: een familie compacte 'high performance' 8 W DC/DC-converteren. 24 Modellen bieden eigenschappen als 1000 V I/O-isolatie, rendement tot 82% en kortsluitbeveiliging. De geregelde uitgangsspanningen (line/load-regulatie $\pm 0,2\%$) van 5, 12, 15, ± 5 , ± 12 of ± 15 V worden geleverd vanuit een 2:1 ingangsbereik van 9 - 18,

18 - 36 of 36 - 72 V. Een remote on/off besturingsingang, synchronisatie-ingang en een intern ingangsfiler zijn standaard aangebracht op alle modellen. De behuizing van 51 x 25 x 9,5 mm geeft een vermogensdichtheid van 10,6 W/inch³. De zeszijdige metalen afscherming minimaliseert de uitstraling. Zonder derating wordt een temperatuur gegarandeerd van -30 °C tot +71 °C.

DC/DC-converter uit de 800-serie.

Inl.: Klaasing Electronics, Oosterhout, tel. 01620-81600.



Digitale probe

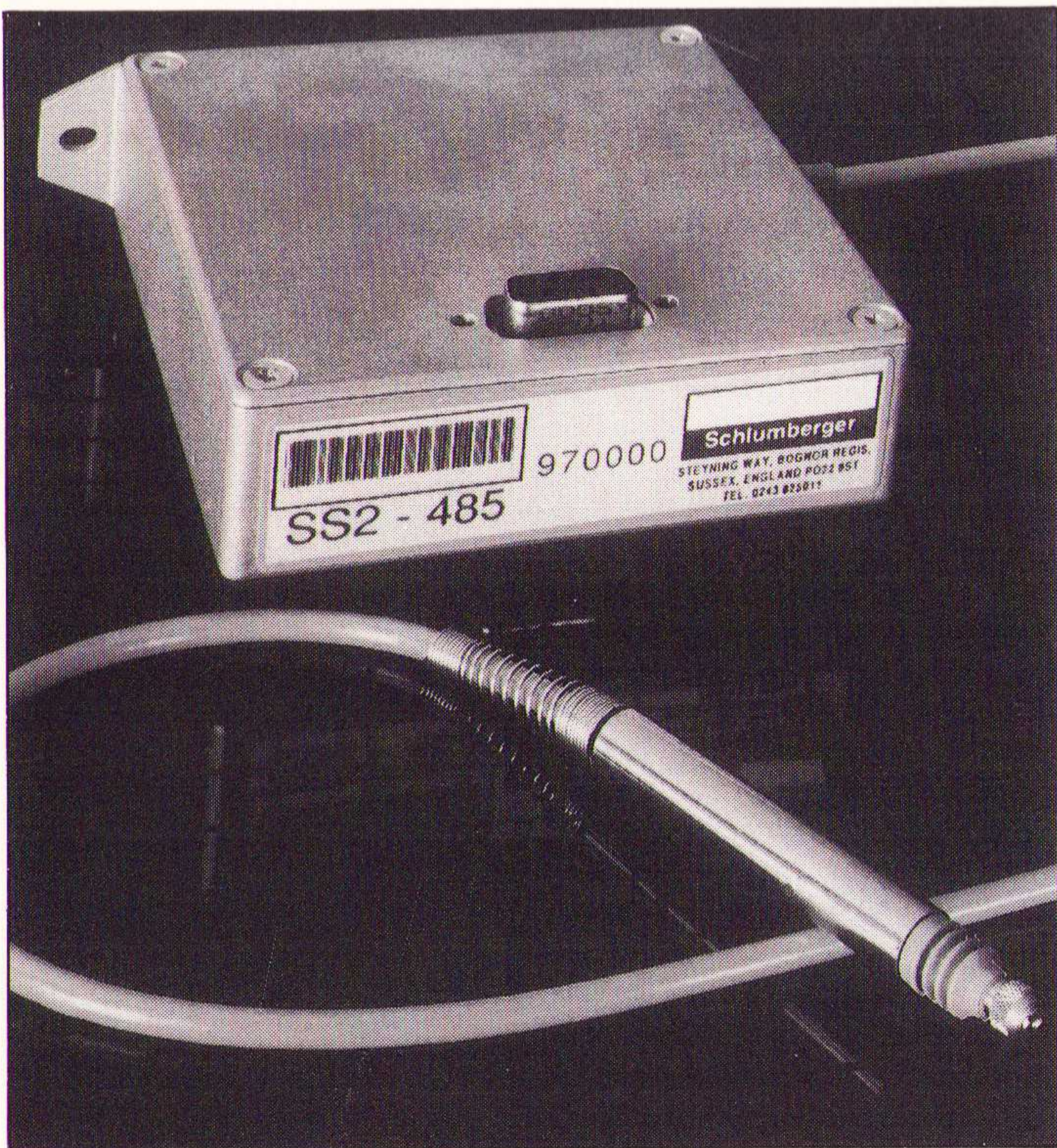
Schlumberger beschikt over een compleet pakket conditioneringseenheden voor analoge meettasters, waarmee het mogelijk is positie of verplaatsing om te zetten in spanning, stroom of in paneelmeteruitlezing. De paneelmeter beschikt over hoog en laag alarm instellingen en over een RS 232 uitgang. De LVDT-conditionering is onderge-

De Digiprobe van Schlumberger.

bracht in een minimale behuizing of op Eurokaartformaat. Daarnaast bestaat het PC/XT/AT-board, waar per board een maximum van 16 LVDT's op aangesloten kunnen worden. De nieuwste meettaster met een resolutie van 0,1 μ behoeft geen conditionering.

Deze Digiprobe heeft RS 232 of RS 485 als mogelijke uitgangen en kan rechtstreeks op PC of PLC aangesloten worden.

Inl.: Dimed, Antwerpen, België, tel. 0032-32366465.



Digitale uitleesapparatuur

Novotechnik heeft sinds kort digitale uitleesapparatuur voor meetgegevens in haar programma opgenomen. Het betreft hier onder andere meetwaarde-omvormers en 3,5 en 4,5-digits programmeerbare displays. Deze processorgestuurde LED-uitleesunits heb-

Processorgestuurde LED-uitleesunit.

ben een nauwkeurigheid tot 0,01% \pm 1 digit) en verschillende functies, zoals grenswaardemeting, absoluutmeting, variabel nulpunt, verschillende bereiken (zowel positief als negatief) en acht stuuruitgangen die op door de gebruiker aan te geven meetwaarden reageren.

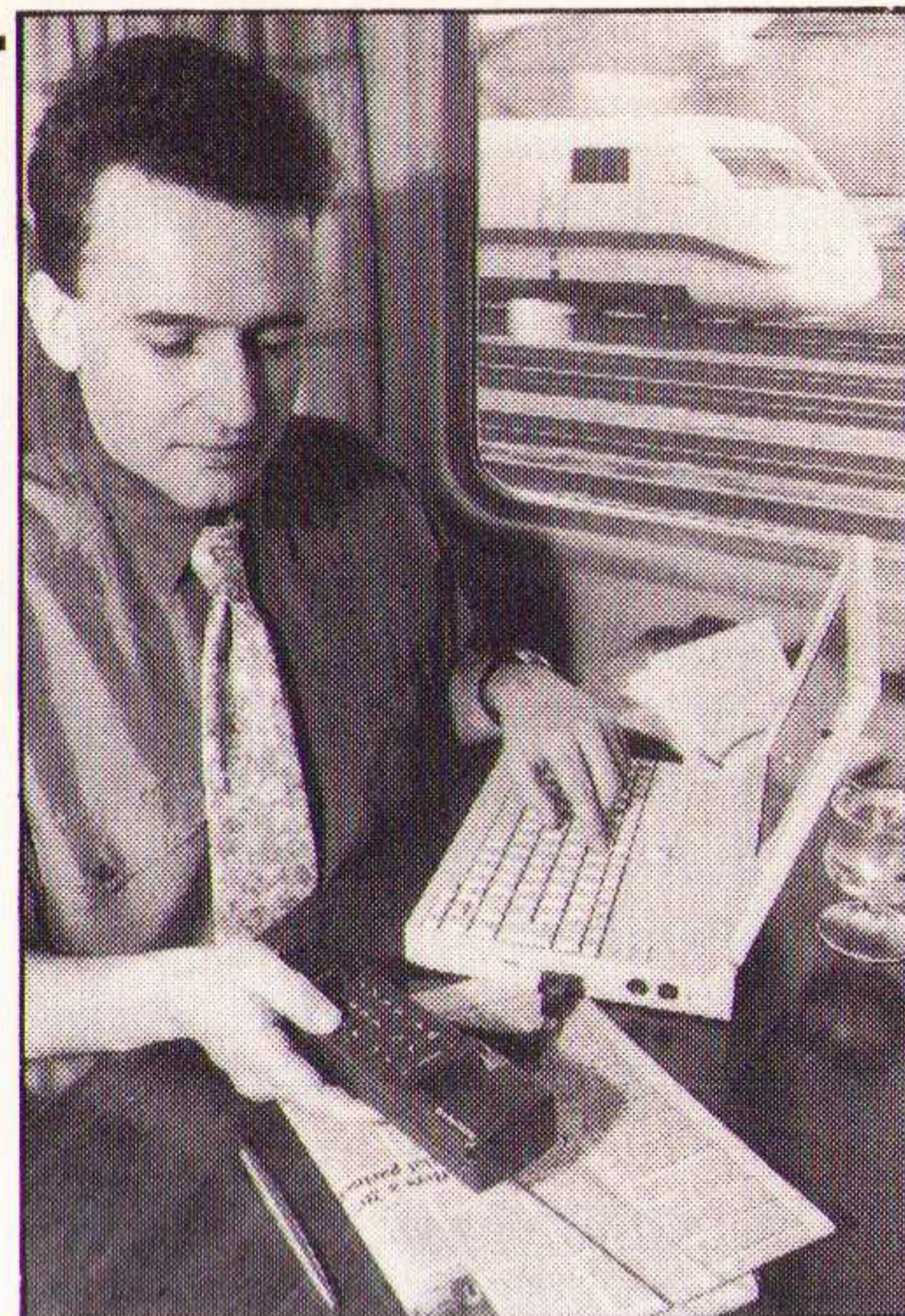
Inl.: Isolectra bv, Rotterdam, tel. 010-4619255.



Dataservice-adapter

Met de dataservice-adapter van Siemens (Den Haag, tel. 070-3332930) kunnen in digitale netten voor mobiele communicatie elektrische gegevens worden verstuurd. Om spraakcodering te omzeilen beschikt de adapter over een eigen kanaal. De verzendsnelheid komt overeen met die van een faxapparaat. Het systeem is gebaseerd op de GSM-standaard.

De dataservice-adapter van Siemens.



Personal UPS

Eurecad BV (Den Bosch, tel. 073-231371) introduceert de Personal UPS (Uninterruptable Power Supply). Er bestaan twee types: de CL300A, geschikt voor bewaking van stand-alone systemen, en de CL600A voor bewaking van server systemen. De CL300A heeft een uitgangsvermogen van 300, met een gewicht van 5,5 kg, bij de afmetingen 235 x 280 x 54 mm. De runtime (vol vermogen) is 5 minuten

De Personal UPS van Eurecad.

en de runtime (halfvermogen) is 15 minuten. De CL600A heeft een uitgangsvermogen van 600, met een gewicht van 6 kg, bij de afmetingen 340 x 280 x 54 mm. De runtime (vol vermogen) van beide types is 5 minuten en de runtime (halfvermogen) is 15 minuten. De stabilisatie-uitgang van de Personal UPS is \pm 3%. De systemen zijn voorzien van avrbooster en communicatiepoort. Met optionele software kan een automatische shutdown gerealiseerd worden onder Windows, Novell of Unix.



Draagbare SDH-tester

De AP-9455 is een draagbare modulair opgebouwde SDH-tester. Het instrument bestaat uit een zender en ontvanger in één behuizing, speciaal ontworpen voor transmissiesnelheden van 155,52 Mb/s (STM1) en 622 mb/s (STM4). Met de 'drop & insert' interfaces van 2 Mb/s tot 140 Mb/s is het mogelijk PDH-signalen in (vanuit) het SDH-signaal te (de)multiplexen. Naast de bitfoutmeldingen zijn er ook nieuwe metingen, zoals het testen van het pointer-mechanisme en het automatisch schake-

len van een in werking zijnd kanaal naar een reservekanaal. De AP-9455 is daartoe uitgerust met functies als Pointertest, APS- en de DXC-test, bovendien beschikt de AP-9455 over een scanfunctie, waarmee het mogelijk is alle kanalen in een SDH-frame te controleren op fouten in de data of overhead. Het instrument heeft een floppy disk die gebruikt kan worden voor het opslaan van instrumentinstellingen of meetresultaten. Inl.: van Drunen & van Dalen, Drunen, tel.: 04163-76900.

Draagbare PC-lijn

De FW-7500-lijn bestaat uit een lichtgewicht (5,7 kg) MIL-Spec. robuustheid en 6 uitbreidingsloten. De PC is uitgerust met de IBM 75 MHz 486 'Blue Lightning' processor. De FW-7500 beschikt over een 'flat panel mouse' en een unieke technologie om de plug-in kaarten te plaatsen: 6 half-size, 3 full-size of een combinatie. Maximaal 64 Mb RAM kan geplaatst worden, er is een I-IV PCMCIA uitbrei-

dingslot, een CD ROM drive optie, VGA Dual Scan kleurendisplay, afgedicht keyboard, een ISA Hyper Slot die 2x de normale bussnelheid 'clocked'. De FW-7500 is ontworpen naar MIL Spec 810C betreffende schok en trilling en maakt gebruik van harddrives die 100G kunnen weerstaan tijdens bedrijf. De PC is compatible met DOS, Windows, Unix en andere operating systemen, en applicatiesoftware die gebaseerd is op 486-machines.

Inl.: Keithley Instruments, Gorinchem, tel. 01830-35333.

De FW-7500 van FieldWorks.



No-break systemen

GEC Alstohm (Den Haag, tel. 070-3999099) introduceert een nieuwe serie on-line no-break systemen Powerware Prestige van Exide Electronics. De standaard serie bestaat uit drie types met de vermogens 600, 800 en 1000 VA. Daarnaast is de EXT-serie verkrijgbaar met de vermogens 800, 1000, 1250 en 1500 VA. Het batterijver-

mogen is via een stekerverbinding uit te breiden. Alle systemen zijn om te schakelen voor gebruik van 208, 220, 230 en 240 VAC toepassingen. Standaard heeft de serie een LAN/RS232 communicatie-interface aansluiting, automatisch batterijdiagnose systeem en een statische bypass. Het geluidsniveau is lager dan 45 dBA op één meter.

Flash geheugenkaarten

AMD's (Gea van Dijk, Eindhoven, tel. 040-853265) 'C-Series' flash geheugenkaarten zijn beschikbaar in 1, 2, 4 en 10 MB versies in PCMCIA Type I compatible behuizingen ter grootte van een betaalkaart. De 5-volt-only operatie brengt het energieverbruik omlaag en verhoogt de levensduur van batterijen in

draagbare applicaties. AMD garandeert 100.000 schrijfcycli of het aantal keren dat een flash geheugen gewist en overschreven kan worden. De erase/suspend/resume-functie laat toe dat data op elk moment toegankelijk is. Uniforme sectoren zorgen voor extra flexibiliteit bij het invoeren van informatie. De series worden door alle leveranciers van belangrijke PCMCIA-software ondersteund.

AMD's nieuwe flash geheugenkaarten.



Handmeter en datalogger in één

Het heeft het formaat van een pakje sigaretten en is handmeter en datalogger in één: de Log-IT van Grant. Met drie analoge en drie statusuitgangen kan vrijwel elke gewenste meting worden uitgevoerd en op het display is de meetwaarde direct te zien. Door één druk op de knop kunt u van handmeten overschakelen naar loggen, zodat meetwaarden in het geheugen worden opgeslagen voor verwerking of analyse met behulp van een computer. Het geheugen kan tot vier verschillende meetsessies opslaan, zodat pen en papier voor het maken van aantekeningen overbodig zijn. De keuze van leverbare sensoren is als volgt: temperatuur, relatieve vochtigheid, licht, geluid, pH, geleidbaarheid en spanning en stroom. Met het bijgeleverde softwarepakket kan grafisch op een beeldscherm de meetwaarde zichtbaar worden gemaakt, inclu-

sief de gemiddelde waarden, minima en maxima, piekwaarden etc.

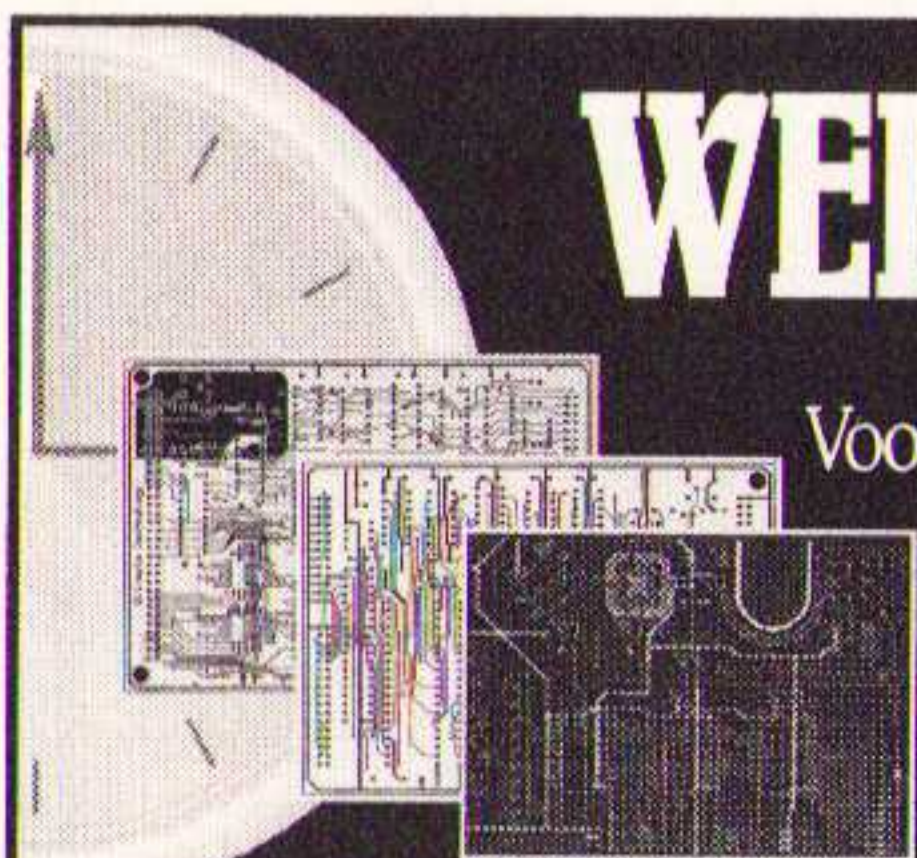
Inl.: Leica, Rijswijk, tel. 070-3198999.



De Log-IT van Grant.

WELK PRINTONTWERPSYSTEEM IS DE BESTE INVESTERING?

Voor een complex Motherboard heeft u een groter systeem nodig als voor een Eurokaart. Met ULTIboard betaalt u voor de capaciteit die U op dat moment nodig heeft.



ULTIBOARD
COMPUTER AIDED PCB DESIGN

Verkrijgbaar van een Low-cost DOS tot een 32 bit PC en SUN versies met onbeperkte ontwerpcapaciteit. In het bijzonder de REAL-TIME eigenschappen spreken de professionele ontwerper aan. Met ruim 10.000 gebruikers wereldwijd behoort ULTIboard tot de toonaangevende EDA-systemen. Vraag de gratis demodisk

ULTIMATE
TECHNOLOGY

(NL) Energiestraat 36 • 1411 AT Naarden • Tel. 02159-44444 • Fax -43345
(B) Kard. Mercierplein 1 • 2800 Mechelen • Tel. 015-401895 • Fax -401879

VAN CONCEPT TOT PLOT IN ÉÉN DAG

Simulatie is een geschikte methode om de werking van een vermogens-elektronische schakeling te bestuderen. De TUD Delft heeft in samenwerking met de Haagse Hogeschool Sector Techniek een compleet simulatie-programma CASPOC geëvalueerd.

Simulatie van vermogenselektronica

Simulatie van vermogenselektronische schakelingen is een veilige methode die tevens zeer goedkoop is, omdat er geen onderdelen aan te pas komen. Zeker voor vermogenselektronica en elektrische aandrijvingen is simulatie wat betreft veiligheid een uitkomst, want er wordt voornamelijk met grote vermogens gewerkt. Een tweede voordeel is dat er naar hartelust in een simulatie met de schakeling geëxperimenteerd kan worden. Kortsluiting en overbelasting kunnen worden gesimuleerd zonder componenten of aandrijfsystemen te beschadigen.

Simulatie

Aan een simulatiepakket voor vermogenselektronica en elektrische aandrijfsystemen dienen de nodige eisen gesteld te worden. Ten eerste moeten de vermogenselektronica, elektrische machine, mechanische aandrijving en het regelsysteem eenvoudig te modelleren zijn. Ten tweede moet de simulatie snel zijn, omdat de tijdconstanten in een schakelende voeding enkele microseconden bedragen, terwijl de tijdconstante voor het aanlopen van een elektrische machine enkele seconden kan bedragen.

Met deze eisen is een afstudeeropdracht geformuleerd, om te onderzoeken of het simulatiepakket CASPOC [2] geschikt is voor de simulatie van vermogenselektronica en elektrische aandrijvingen. Hiertoe zijn ruim 100 test-schakelingen en test-aandrijfsystemen geselecteerd die vervolgens met CASPOC gesimuleerd zijn. De resultaten van de simulaties zijn beschreven in een werkboek, bestaande uit het schema van de schakeling, opmerkingen en

vragen over de schakeling, de invoer voor CASPOC en de uiteindelijke simulatieresultaten. Met behulp van dit werkboek, wat een scala aan vermogenselektronische basis schakelingen bevat, en een studentenversie van het simulatiepakket CASPOC, is een student in staat om zich zelfstandig in de werking van vermogenselektronische schakelingen en elektrische aandrijfsystemen te verdiepen. Als conclusie van de afstudeeropdracht kan gesteld worden dat het pakket CASPOC aan de gestelde eisen voldoet.

Aan de eerste eis ten aanzien van het modelleren wordt voldaan omdat de gebruiker verschillende mogelijkheden heeft om het simulatiemodel op te stellen. Het elektrische circuit kan als een componentenlijst ingevoerd worden. Een regeling kan met behulp van voorgedefinieerde systeemblokken opgesteld worden en besturingsprogramma's voor een digitale regeling kunnen met behulp van een programmeertaal toegevoegd worden. De verschillende modellen worden als één 'Multilevel' model in CASPOC ingelezen en gesimuleerd [3]. Er zijn speciale blokken voor de asynchrone en gelijkstroom machine en een mechanische belas-

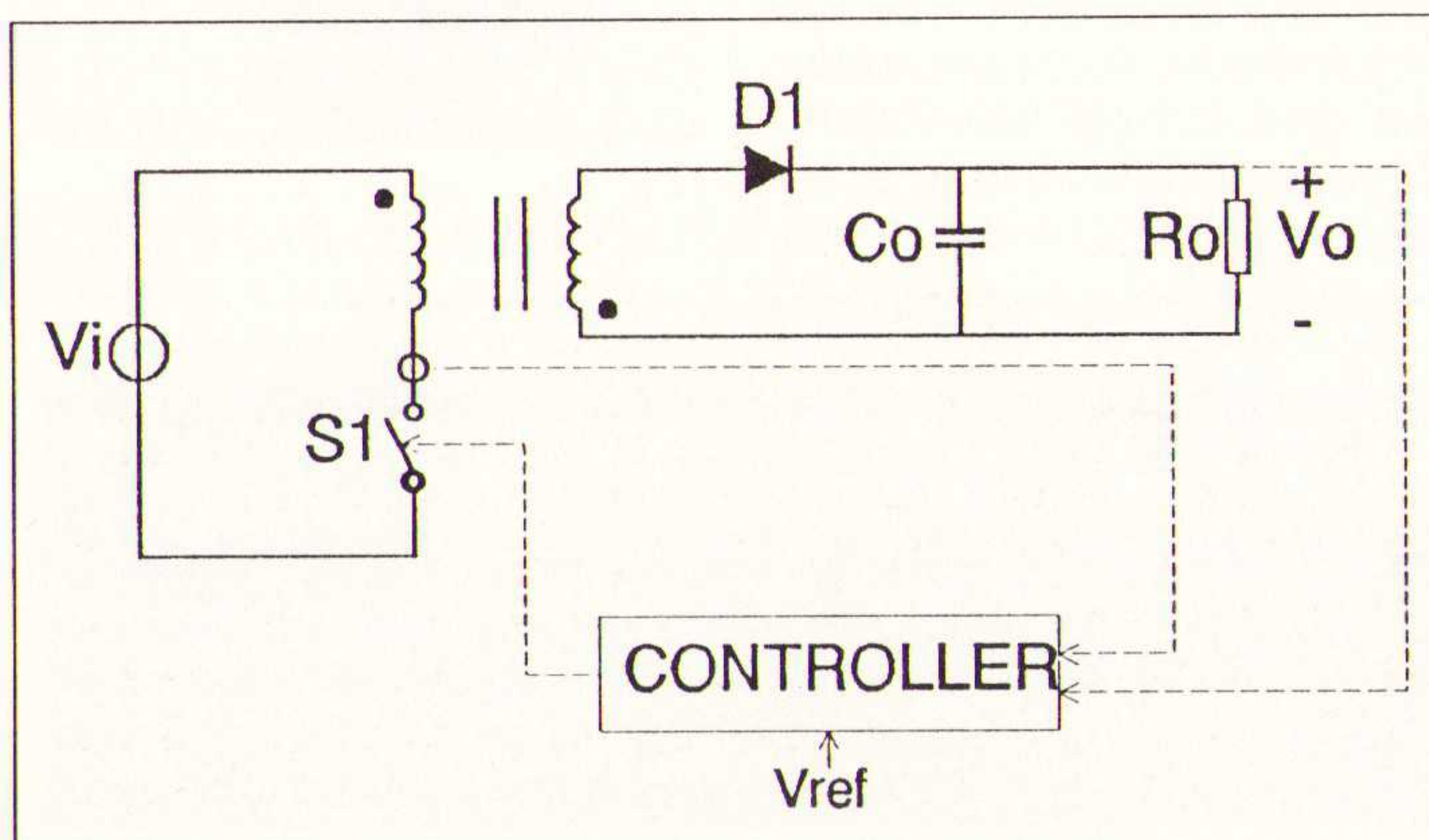
ting kan met behulp van integratorblokken en niet-lineaire vergelijkingen beschreven worden. Voor het modelleren van regelaars zijn blokken aanwezig die bijvoorbeeld een flip-flop, comparator, limiter, hysteresis of een integrator beschrijven. Voor draaistroomsystemen zijn speciale blokken aanwezig waarmee draaiende of stilstaande wijzers op het scherm zijn af te beelden, waarmee onderwerpen zoals $\cos(\phi)$, fasecompensatie en draaivelden in asynchrone machines te visualiseren zijn.

Aan de tweede eis ten aanzien van de snelheid van de simulatie is voldaan door gebruikmaking van enerzijds de zojuist besproken 'Multilevel' modelvormingstechniek en anderzijds door gebruik te maken van ideale halfgeleider modellen. Alle voorbeelden, van choppers tot driefasen invertoren, geven binnen enkele seconden het opstart gedrag op het scherm. Tijdens het uitvoeren van de simulatie kunnen parameters van het model interactief gewijzigd worden. Bijvoorbeeld de stuurhoek van een gelijkrichter of het tegenkoppel van een elektrische machine.

Flyback converter

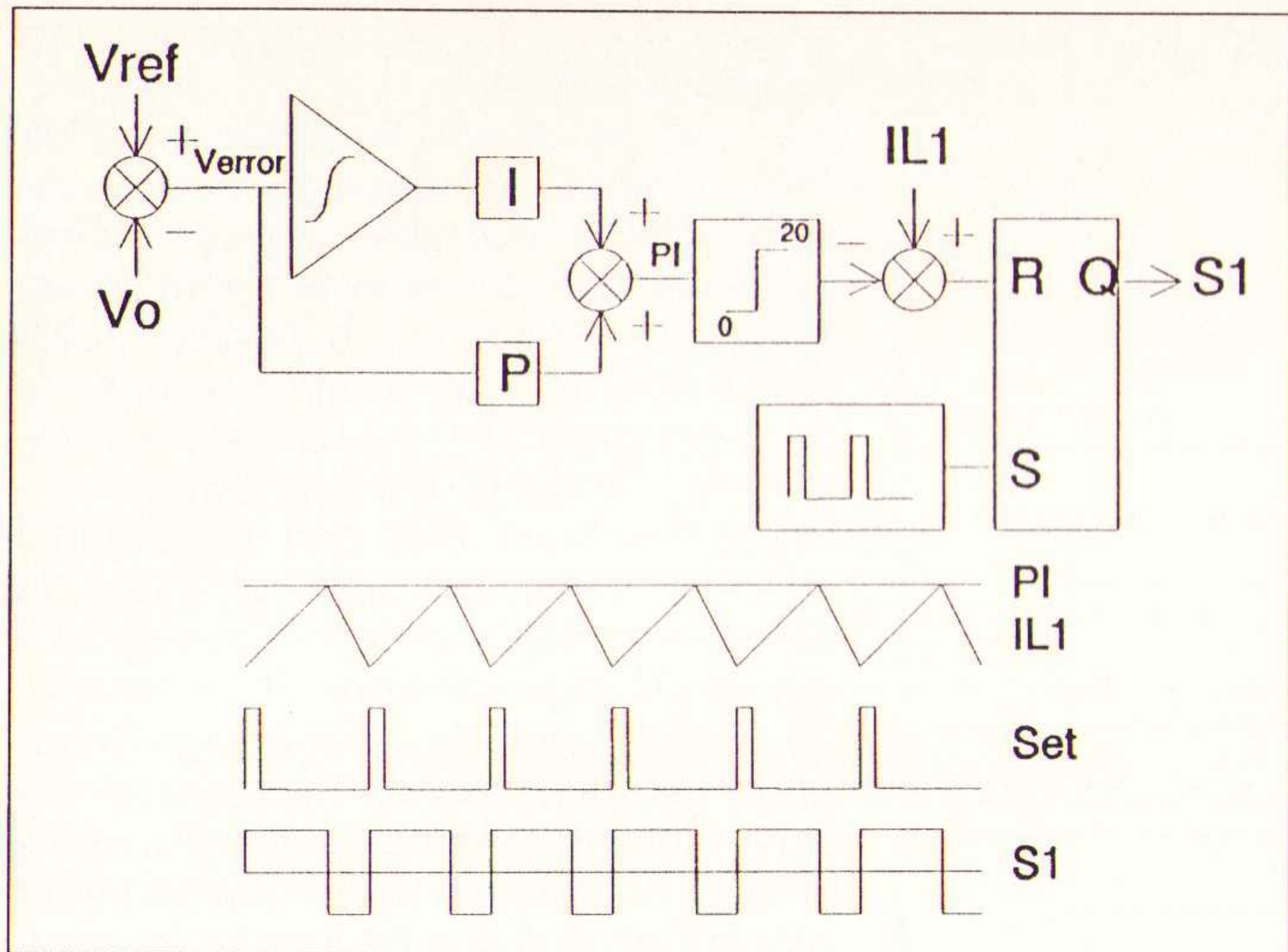
De flyback converter is een dc-dc converter, waarbij na het schakelelement een scheidingstransformator met een luchtspleet wordt gebruikt [1]. Dit type transformator wordt gebruikt omdat de transformator niet alleen als scheidingselement gebruikt wordt, maar ook als smoorspoel dienst moet doen. In figuur 1 is het schema van de flyback-converter getekend. Het model voor het elektrische circuit is in kader 1 weergegeven. Iedere regel stelt een component voor, waarbij per component de knooppunten en de waarde van de component weergegeven is. De .Draw statements geven aan welke signalen op het scherm afgebeeld moeten worden.

Fig. 1 Flyback converter.



Kader 1
Model van het
elektrisch circuit.

Vi	1	0	12volt
L1	1	2	24uH
S1	2	0	
L2	4	5	8uH
K12	L1	L2	0.9
D1	5	6	
Co	6	4	100uF
Ro	6	4	2Ω
.Draw 1 I(L1)			
.Draw 2 I(L2)			
.Draw 3 V(6,4)			
.end			



```

t      time
P      ShowCon 10,2      2.5  P
I      ShowCon 25,2      20k  I
Vref   ShowCon 40,2      5    Vref
Vo     voltage (6,4)

* PI regelaar
Verror sub Vref Vo
Verrl int Verror 0
II mul Verrl I
PP mul Verror P
PI add PP II
PI_LIM lim PI 0 20 1

* Stroom regeling
IL1 current (L1)
reset sub IL1 PI_LIM
set signal t (0,1,100k,0,0.1,0,0,1)
Q ffl reset set 0 1
S1 switch Q (0,1e-30,S1)
.end
    
```

Fig. 2 PI-regelaar met current-mode-control.

Kader 2 Blokdiagram model van de regeling.

De regelaar van de flyback converter zorgt ervoor dat het schakelpatroon van de schakelaar S_1 afhankelijk wordt van de hoeveelheid getransporteerde energie en de grootte van de uitgangsspanning. De wijze waarop de regelaar is opgebouwd, is in een blokschema in figuur 2 getekend. Tevens zijn er in deze figuur de signalen aangegeven die bij het blokschema horen en het schakelpatroon beïnvloeden. Het blokdiagram model van de regelaar is in kader 2 weergegeven. Hierin is per regel een blok gemodelleerd. Per blok wordt de uitgang, het bloktype, de ingangen en de parameters beschreven.

In de regeling wordt de uitgangsspanning V_o vergeleken met een referentiespanning V_{ref} , die een constante waarde heeft. Het verschil V_{error} wordt aan de ingang van een PI regelaar gezet. De P actie van deze regelaar zorgt ervoor dat er snel gereageerd wordt op veranderingen van V_{error} . De I actie zorgt ervoor dat als V_o gelijk is aan V_{ref} , de uitgang van de PI regelaar een constante waarde heeft, zodat de stroomregeling een constante referentiewaarde bezit. De uitgang van de PI regelaar zorgt voor een referentiewaarde voor de stroomregeling. Om de maximale stroom tijdens het opstarten te beperken wordt een limiter toegepast die de maximaal toelaatbare stroom instelt. De uitgang van de limiter dient als referentie voor de stroom door L_1 . Indien de stroom door L_1 groter wordt dan de referentiestroom berekent door de PI regelaar, wordt de schakelaar S_1 uitgezet. Een pulssignaal met een frequentie van 100kHz zorgt voor het aanschakelen van de schakelaar. Dit type regeling heeft drie voordelen. Ten eerste is de stroom door L_1 begrenst, zodat deze niet in verzadiging raakt. Ten tweede is door de stroombegrenzing de maximale schakelstroom door S_1 vastgelegd. Een derde voordeel is de stabiliteit die door de stroomregeling ontstaat. Zoals te zien zal zijn in de simulaties vertoont de uiteindelijke converter met regeling bijna een eerste orde gedrag, in plaats

van een tweede orde gedrag als er geen regeling is toegepast. Tijdens het geleiden van de schakelaar neemt de stroom door de primaire spoel lineair toe en wordt magnetische energie opgeslagen in de kern van de gekoppelde spoelen. Door de polariteit van de secundaire spanning kan de diode D_1 niet geleiden. Wanneer nu de schakelaar geopend wordt, ontstaat er een EMK over de primaire gekoppelde spoel, welke tegengesteld is aan de polariteit van de spanningsbron. Tevens ontstaat een tegengestelde polariteit over de secundaire gekoppelde spoel waardoor de positieve zijde aan de anode van diode D_1 komt. De diode

gaat geleiden waardoor de stroom door de secundaire spoel en de belasting gaat lopen. Hierdoor zal de magnetische energie in de kern afnemen. Indien er door de gekoppelde spoelen een trapeziumvormige stroom loopt, staat, als de schakelaar gesloten is, de ingangsspanning V_i over de primaire spoel. Over de secundaire spoel staat dan de spanning V_i/n (n = wikkerverhouding van de gekoppelde spoelen). Als de schakelaar uit is en we veronderstellen dat er geen spanningsval over de wikkelingen en de diode optreedt, dan is de uitgangsspanning gelijk aan de secundaire spanning. In onderstaande formule uit wordt dit duidelijk gemaakt.

$$V_{sec} = \frac{V_i}{n} * d * T = V_o (T - d * T) \Rightarrow V_o = \frac{V_i * d}{n * (1 - d)}$$

Hierin stelt T de periodetijd van het schakelpatroon voor, d de duty cycle van de schakelaar en gedurende $d * T$ is de schakelaar gesloten. Indien voor S_1 een transistor als schakelaar wordt gebruikt en de duty cycle d zou naderen naar 1 dan wordt de uitgangsspanning

$$V_i - V_i * \frac{d}{1 - d} = V_{S1_{max}} \Rightarrow V_{S1_{max}} = \frac{V_i}{1 - d}$$

Een oplossing om deze maximale waarde te beperken, is door voor de duty cycle een maximale waarde van 0,5 te kiezen zodat de sperspanning niet zo hoog kan worden. Bij $d = 0,5$ is de sperspanning twee keer zo groot als de ingangsspanning.

Simulatie resultaten

In figuur 3 is het opstart gedrag van de converter te zien. De referentiespanning is gelijk gesteld aan 5 volt. In het eerste window van figuur 3 wordt de stroom door de spoel L_1 getoond. Op $t=0$ is schakelaar S_1 gesloten. Hierdoor neemt de stroom door L_1 toe. Wanneer de schakelaar geopend wordt, neemt de stroom vrijwel direct af tot nul. De

oneindig groot. Hierdoor zal de sperspanning over de gebruikte transistor te groot kunnen worden, wat tot beschadiging van de transistor zou kunnen leiden. De maximale waarde van deze sperspanning is als volgt te bepalen:

magnetische energie in de kern wordt nu via de spoel L_2 omgezet in een stroom door de vrijloop diode D_1 en de belasting R_o . In het tweede window wordt de stroom door L_2 , de secundaire gekoppelde spoel, getoond. In het derde window is de uitgangsspanning te zien die naar de referentie spanning loopt zoals ingesteld in de regelaar door V_{ref} . Tijdens het opstarten van de converter ontstaat een grote stroom door L_1 , omdat de referentiestroom van de PI regelaar groot is. In deze simulatie is de waarde van P gelijk aan 2.5 en de waarde van I gelijk aan 20.000. Indien P vergroot wordt ontstaat er meer 'overshoot' tijdens het opstarten. De uitgangsspanning vertoont enige 'overshoot', maar bereikt al vrij vlot de eindwaarde

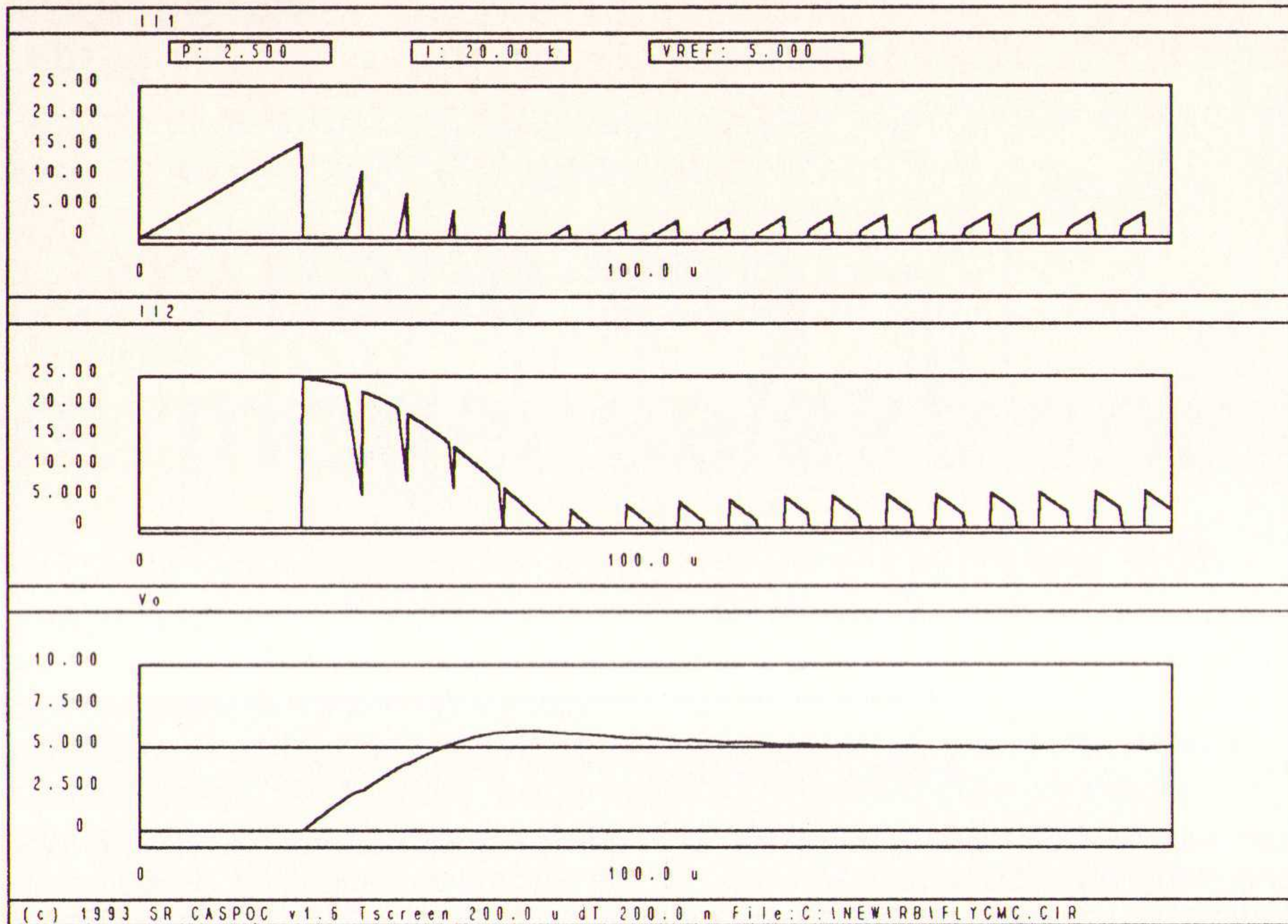


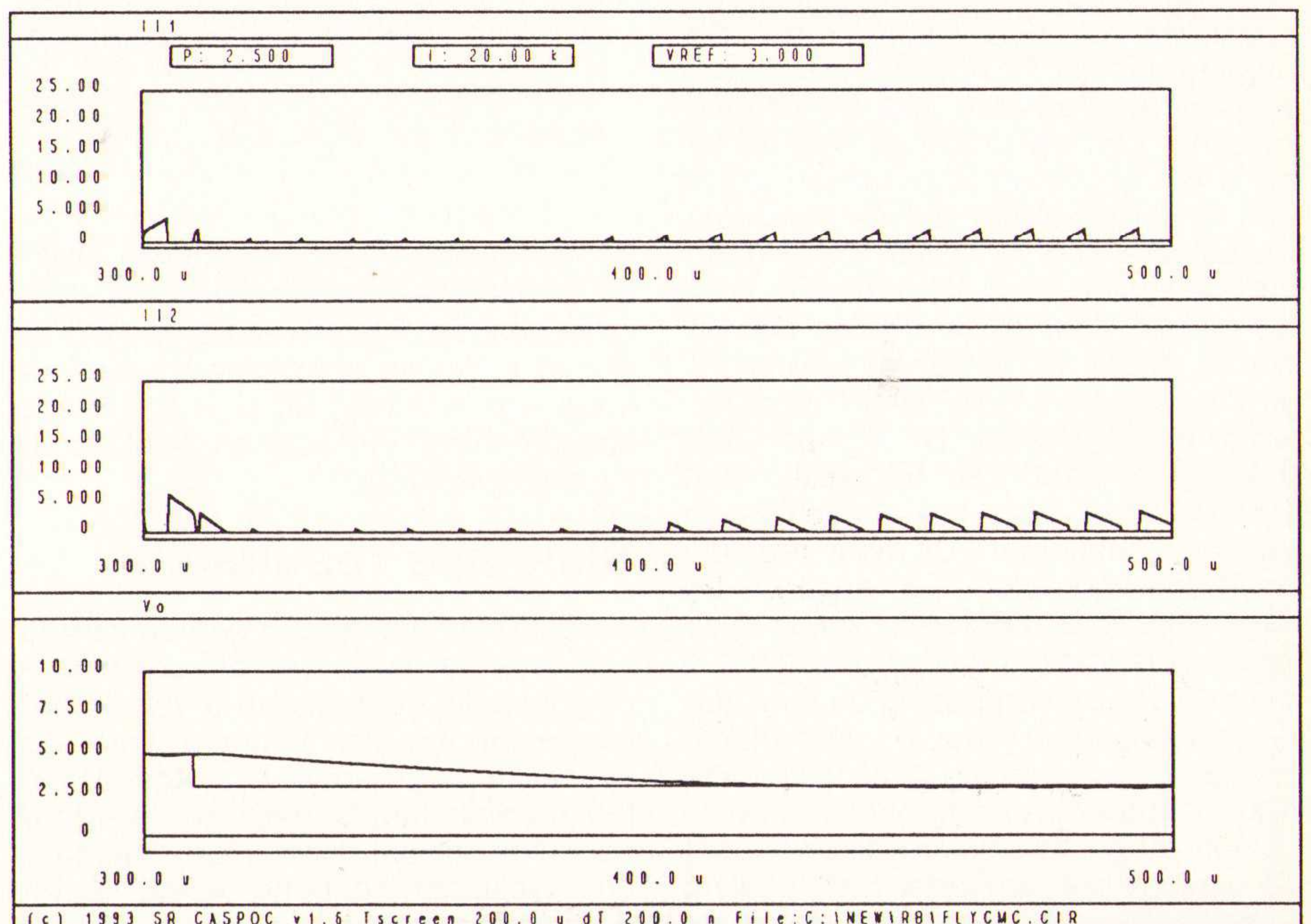
Fig. 3 Opstarten van de flyback converter: I_{L1} , I_{L2} , V_o en V_{ref}

zoals ingesteld met V_{ref} . In het simulatieprogramma kunnen tijdens de simulatie parameters van het model gewijzigd worden. Hiertoe zijn verschillende mogelijkheden. Er kan een wijziging aangebracht worden in het model via de keuzemenu's in CASPOC. Hier zijn alle parameters en variabelen van het elektrische circuit en het blok diagram model te wijzigen. Een tweede mogelijkheid, die in dit voorbeeld gebruikt is, is via een ShowCon blok in het blok diagram model. Door het intoetsen van de [F7] functietoets tijdens de simulatie, kan met de cursor één van de ShowCon blokken geselecteerd en gewijzigd worden. In dit voorbeeld zijn P , I en V_{ref} via een ShowCon blok gedefinieerd. In figuur 4 is het effect van de verandering van V_{ref} van 5 volt naar 3 volt weergegeven. Dit gebeurt door tijdens de simulatie de functietoets [F7] in te drukken en met de pijltoetsen het blokje [Vref] te selecteren. Na het intoetsen van de nieuwe waarde van 3 volt en het continueren van de simulatie, is het effect van de verandering van V_{ref} direct op het scherm waarneembaar. De responsie is in figuur 4 weergegeven. Het bovenste window toont de stroom door L_1 , het middelste window de stroom door L_2 en het onderste window toont de uitgangsspanning V_o en de referentiespanning V_{ref} . Zoals te zien is in figuur 4 is de responsie vrij traag. Dit effect wordt mede veroorzaakt doordat de filtercondensator C_o zijn lading over de belasting R_o moet laten afvloeien. Uiteindelijk regelt de PI regelaar de uitgangsspanning naar V_{ref} .

Het veranderen van de referentiespanning V_{ref} in de regelaar is slechts een eenvoudig voorbeeld van de mogelijkheden van interactie met de simulatie. Doordat de gebruiker de simulatie op ieder moment kan stoppen en de toe-

stand van de parameters en variabelen in het model kan uitlezen, kan een simulatie tot in de details bestudeerd worden. Doordat de gebruiker interactief tijdens de simulatie parameters en variabelen kan wijzigen, kan de simulatie gestuurd worden. Hierdoor is het mogelijk om verschillende situaties te creëren die het gedrag van de converter beïnvloeden. Het bovenstaande voorbeeld laat zien dat een simulatie op eenvoudige wijze inzicht kan geven in het gedrag van een converter. De resultaten zullen voor sommigen misschien wel te voorspellen zijn, echter er kunnen ook situaties optreden die moeilijker te voorspellen zijn. Deze kunnen met simulaties ontdekt worden. Voornamelijk de interactie van de regelaar met de converter kan voor verrassingen

Fig. 4 Veranderen van V_{ref} van 5 V naar 3 V.



zorgen zoals uit het volgende voorbeeld zal blijken.

Eén van de bijverschijnselen van een stroomgestuurde converter is de subharmonische oscillatie die kan optreden indien de converter te zwaar belast wordt. Voor nominale belasting, zoals in het voorgaande voorbeeld, bestaat de ingangsstroom I_{L1} uit gelijke segmenten. Omdat de flip-flop die de schakelaar bestuurt met een pulssignaal met een vaste frequentie activeert, is de herhalingsperiode van de stroomsegmenten in de ingangsstroom I_{L1} constant. De lengte van de stroomsegmenten wordt bepaald door de PI regelaar, die een referentiewaarde berekent, waarmee de hoogte van het stroomsegment vast ligt en dus ook de lengte. In geval van nominale belasting fluctueert de uitgangsspanning weinig, met name door de aanwezigheid van de grote uitgangscapacitor. In geval van overbelasting zal de rimpel in de uitgangsspanning toenemen. Deze rimpel op de uitgang zal doorwerken in de PI regelaar, waardoor de referentiewaarde voor het afschakelen van de stroom door L_1 een rimpel kan gaan vertonen. Het resultaat van de rimpel op de referentiestroom is een variatie in de hoogte van de stroomsegmenten in de ingangsstroom I_{L1} . Deze variatie van de ingangsstroom heeft een versterking van de rimpel op de uitgangsspanning tot gevolg, waarmee de kring rond is. Het gevolg van deze rondgaande versterking van de rimpel is een variatie van de ingangsstroom I_{L1} en uitgangsspanning V_o met een frequentie die de helft van de oorspronkelijke schakelfrequentie is, de subharmonische oscillatie.

Voor nominale belasting is in figuur 5 in het bovenste window de ingangsstroom I_{L1} te zien, indien de referentiespanning V_{ref} gelijk is aan 5 volt. Voor een nominale belasting zal de rimpel van de uitgangsspanning minimaal zijn. Dit komt tot uiting in gelijke stroomsegmenten

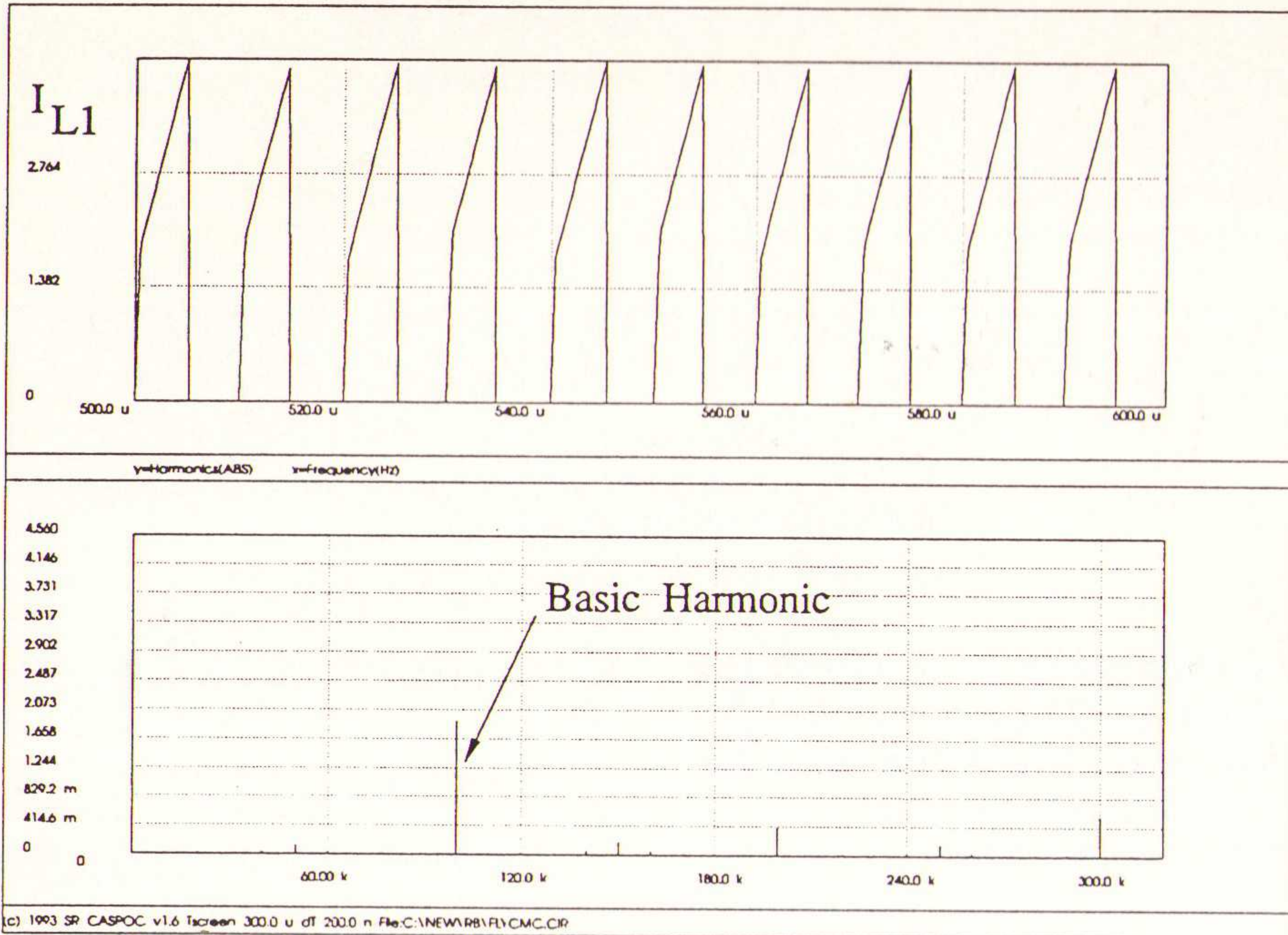


Fig. 5 Ingangsstroom I_{L1} bij nominale belasting.

ten van de ingangsstroom. In het onderste window van figuur 5 zijn de harmonische componenten van de ingangsstroom afgebeeld. Hierin is te zien dat grootste component de schakelfrequentie is, namelijk herhalingsfrequentie van het pulssignaal waarmee de schakelaar aangezet wordt. In het ontwerp van de converter zou een ingangsfiler geplaatst kunnen worden met een afsnijfrequentie onder deze schakelfrequentie. Als de converter zwaarder dan nominaal belast wordt kunnen subharmonische oscillaties optreden. In figuur 6 is in het bovenste window de ingangsstroom I_{L1} te zien, indien de referentiespanning V_{ref} gelijk is aan 7.5 volt. Wat opvalt aan de ingangsstroom is dat een groter stroomsegment gevolgd wordt door een kleiner stroomsegment. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat door het grote stroomsegment de uitgangsspanning te ver toeneemt, waardoor de PI regelaar de referentiewaarde voor het afschakelen van de ingangsstroom I_{L1} lager instelt. In het onderste window van figuur 6 zijn de harmonische componenten van de ingangsstroom I_{L1} weergegeven. Hierin is de component van de herhalingsfrequentie van het pulssignaal waarmee de schakelaar aangezet wordt aanwezig, doch kleiner dan in het geval van nominale belasting, zoals in figuur 5 te zien is. Duidelijk waarneembaar is een component op de halve schakelfrequentie. Deze component is de subharmonische component, welke bijna even groot is als de component van de schakelfrequentie. De in dit voorbeeld getoonde Fourier transformaties zijn binnen CASPOC uitgevoerd. Naast de bepaling van de harmonische componenten van een ingangsstroom is het mogelijk, om een limiet waarde voor harmonische componenten te definiëren. Met name bij apparatuur die op het lichtnet aangesloten wordt, bestaan

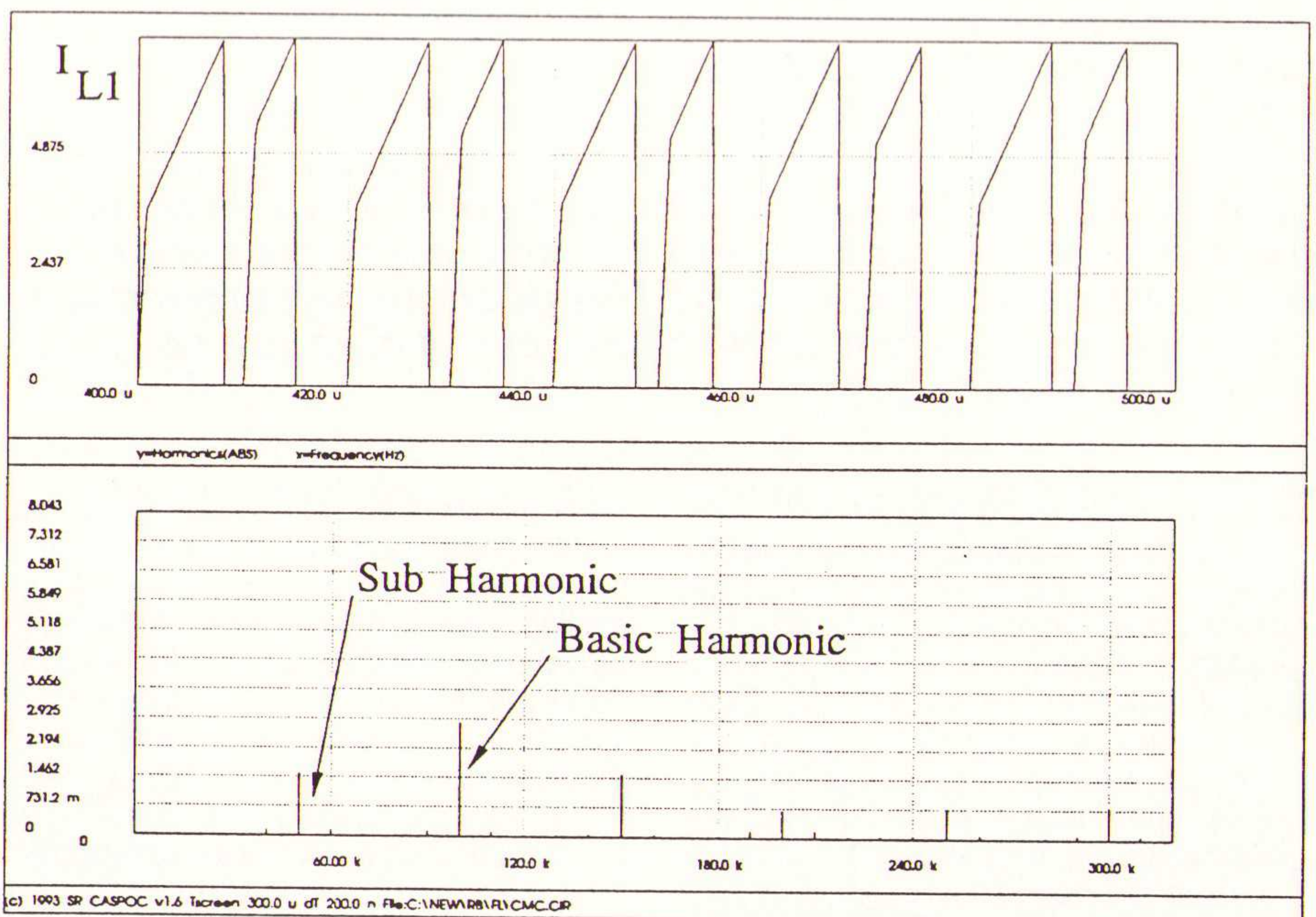


Fig. 6 Ingangsstroom bij overbelasting, subharmonische oscillatie bij 50 kHz.

verscheidene normen voor de grootte van harmonische componenten. Bijvoorbeeld de IEC-555 norm. Deze norm is af te beelden in het scherm waar de harmonische componenten van de Fourier transformatie getoond worden. Door de visuele vergelijking van de harmonische componenten met de norm kan vastgesteld worden of een apparaat aan de gestelde normen voldoet.

Conclusie

In het kader van een afstudeeropdracht is het simuleren van vermogenselektronische schakelingen en elektrische aandrijfsystemen met het simulatiepakket CASPOC onderzocht. Met dit pakket

zijn ruim honderd vermogenselektronische basis schakelingen en aandrijfsystemen gesimuleerd en gedocumenteerd in een werkboek. In dit artikel is het modelleren en simuleren van een flyback converter met stroomregeling beschreven. Dit voorbeeld laat zien dat door de interactie van de converter met de regelaar een subharmonische oscillatie ontstaat. Het resultaat van de afstudeeropdracht is een werkboek waarin de simulaties beschreven staan. De meeste simulaties kunnen met de studentenversie van CASPOC gesimuleerd worden. Het werkboek in combinatie met een studentenversie is uitermate geschikt voor zelfstudie en practica op scholen. Doordat de simulatie met CASPOC sneller is dan vergelijkbare pakketten en het opstellen van een simulatiemodel eenduidig is, kan op een eenvoudige wijze inzicht verkregen worden in de werking van een schakeling of een aandrijfsysteem.

Omdat het programma interactief is kunnen tijdens de simulatie variabelen en parameters van het model gewijzigd worden, waarbij de responsie van de converter op deze verandering direct op het scherm zichtbaar is. Dit maakt het programma waardevol voor het bestuderen van het dynamische gedrag van vermogenselektronica en elektrische aandrijvingen.

LITERATUUR

- [1] J.G. Kassakian, M.F. Slecht, G.C. Vergheze, Principles of Power Electronics, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
- [2] CASPOC User Manual, Simulation Research, P.O. Box 397, 2400 AJ Alphen aan den Rijn.
- [3] P.J. van Duijsen, Multilevel simuleren levert besparing op, Energie Technologie, maart 1993.

E.J.F. Bink, Haagse Hogeschool Sector Techniek
E.G. Ton, Haagse Hogeschool Sector Techniek
ir P.J. van Duijsen, TU Delft

De fabrikanten van halfgeleiders brengen steeds vaker naast een 5V-versie ook een low-voltage versie uit. Wat zijn de voordelen, de nadelen en de problemen die men bij het gebruik van low-voltage componenten kan verwachten?

Een compleet systeem op twee batterijen

Marco Nieuwenhuize
field application engineer Componenten & Systemen
Koning en Hartman, Delft.

In tegenstelling tot wat men zou verwachten, is low-voltage niet een trend van de laatste paar jaren. De oorspronkelijke low-voltage JEDEC-standaards (No. 8 en No. 8.1) stammen uit 1984. De twee belangrijkste redenen waarom de industrie nu pas low-voltage componenten gaat produceren, zijn ten eerste dat het aantal batterijgevoede applicaties zeer snel groeit en daarom de vraag naar low-voltage componenten ook veel groter is dan enkele jaren geleden. De tweede reden is dat het fabricageprocessen (< 0,4micron-processen) de transistoren zo klein maakt, dat de afstand tussen de verbindingen te klein en het oxyde te dun wordt voor een 5V-voedingsspanning, waardoor een component minder betrouwbaar wordt (zie fig. 1). Hierdoor kunnen problemen optreden zoals: oxyde breakdown, punch-through en hot-electron effects.

Als men over low-voltage spreekt, dan gebruikt men meestal voor het gemak de term "3 V". Dat kan nogal verwarring opleveren aangezien er twee low-voltage standaards zijn namelijk:

1. 3,3V-standaard (3,3 V + 0,3 V). Deze standaard is bedoeld voor componenten in een geregelde voeding;
2. 2,8V-standaard (2,8 V + 0,8 V). Deze standaard is bedoeld voor componenten die gevoed worden door batterijen zonder bijvoorbeeld een spanningsregelaar.

In principe kan iedere ontwerper zelf bepalen aan welke standaard hij zich houdt. Wat in de praktijk gebeurt, is dat men de 3,3V-standaard zal gebruiken in "open-systemen" zoals bij voorbeeld notebook PC's waar men uitbreidingen in kan plaatsen en waar het gevaar kan optreden dat logische niveaus te veel uit elkaar gaan liggen. Daardoor zouden onderdelen niet meer of niet goed kunnen gaan werken.

De 2,8V-standaard is bedoeld voor gesloten systemen zoals bij voorbeeld een batterijgevoede barcodescanner. In de praktijk zien we dat voor de 2,8V-standaard de voedingsspanning van de componenten tussen de 2,7 V en de 3,6 V ligt. Bij een aantal componenten (zoals onder andere Intel's 80L186/8Ex) heeft de voedingsspanning een bereik van 2,7 V tot en met 5,5 V. Deze componenten zijn van oorsprong op een "5V-proces" gemaakt en worden ook wel "derated parts" genoemd.

Het gebruik van low-voltage componenten levert een groot aantal voordelen op:

- lager stroomverbruik;
- lagere warmtedissipatie;
- langere levensduur van batterijen;
- minder "noise generation";
- hogere klokfrequenties.

Het stroomverbruik is van een aantal factoren afhankelijk, de onderstaande

formule (formule 1) laat de diverse relaties zien.

$$I_{cc} = C \int V * dt \approx \delta V * C * F \quad (1)$$

I_{cc} = stroomverbruik van het component
 δV = te schakelen spanning
C = capaciteit van het component
F = frequentie waar het component op werkt

Uit deze formule is af te leiden dat als men de spanning van 5 V naar 3,3 V verlaagt, het stroomverbruik met 35 % vermindert. De warmtedissipatie vermindert (gelijk met het opgenomen vermogen) met 56 %. Dit geeft halfgeleiderfabrikanten de mogelijkheid om de low-voltage componenten in kleinere behuizingen te plaatsen, wat kan resulteren in kleinere PCB's. Aangezien warmte (oververhitting) één van de belangrijkste oorzaken van permanente schade bij componenten is, is een lagere warmtedissipatie een groot voordeel voor de levensduur van het component.

De batterijen hoeven minder stroom te leveren voor het kunnen laten werken van een applicatie, dus gaan de batterijen langer mee of kan het aantal batterijen verminderd worden. Bovendien is de te schakelen spanning (δV) van een logische "0" naar een logische "1" (en vice versa) bij low-voltage componenten kleiner dan bij 5V-componenten, waardoor low-voltage componenten minder last van overshoot, undershoot en ground bounce (zie fig. 2) hebben. Deze drie eigenschappen zijn de oorzaak van "noise generation". Tevens biedt het kleiner worden van de transistoren het voordeel dat de "dies" (de chip zelf) ook kleiner worden, waardoor het mogelijk is om hogere klokfrequenties te halen dan nu mogelijk is.

Fig. 1 Een transistor.

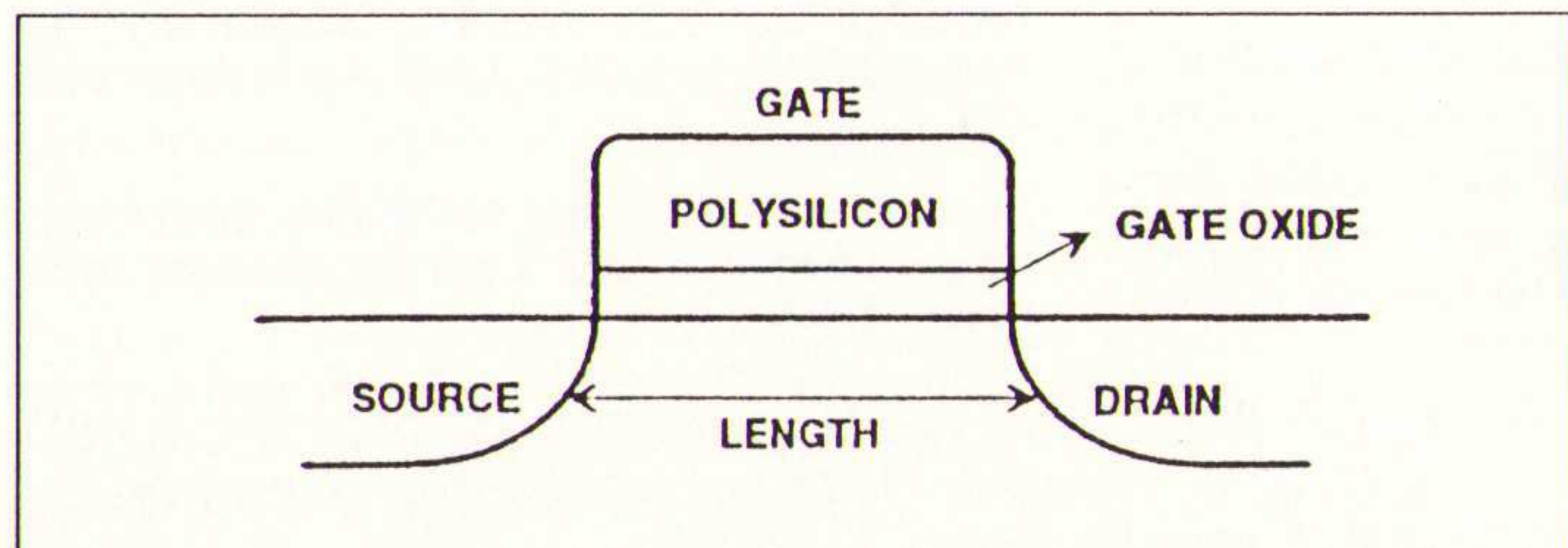
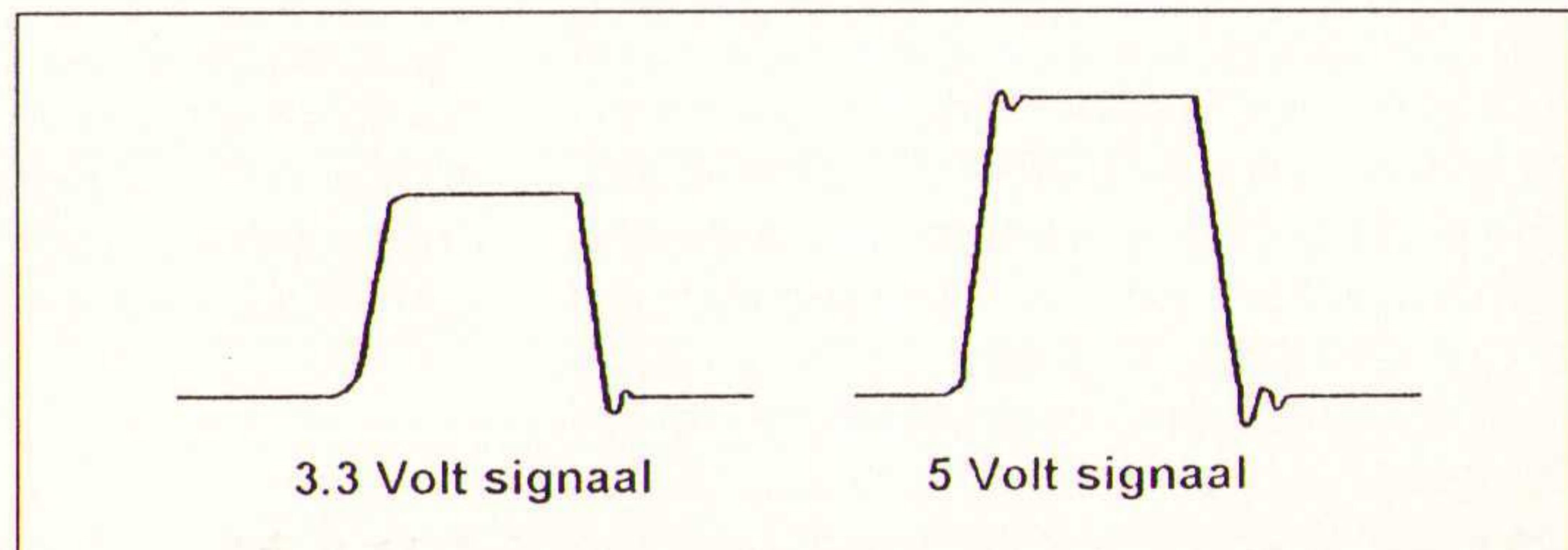


Fig. 2 Een blokschema van 3,3 V en 5 V.

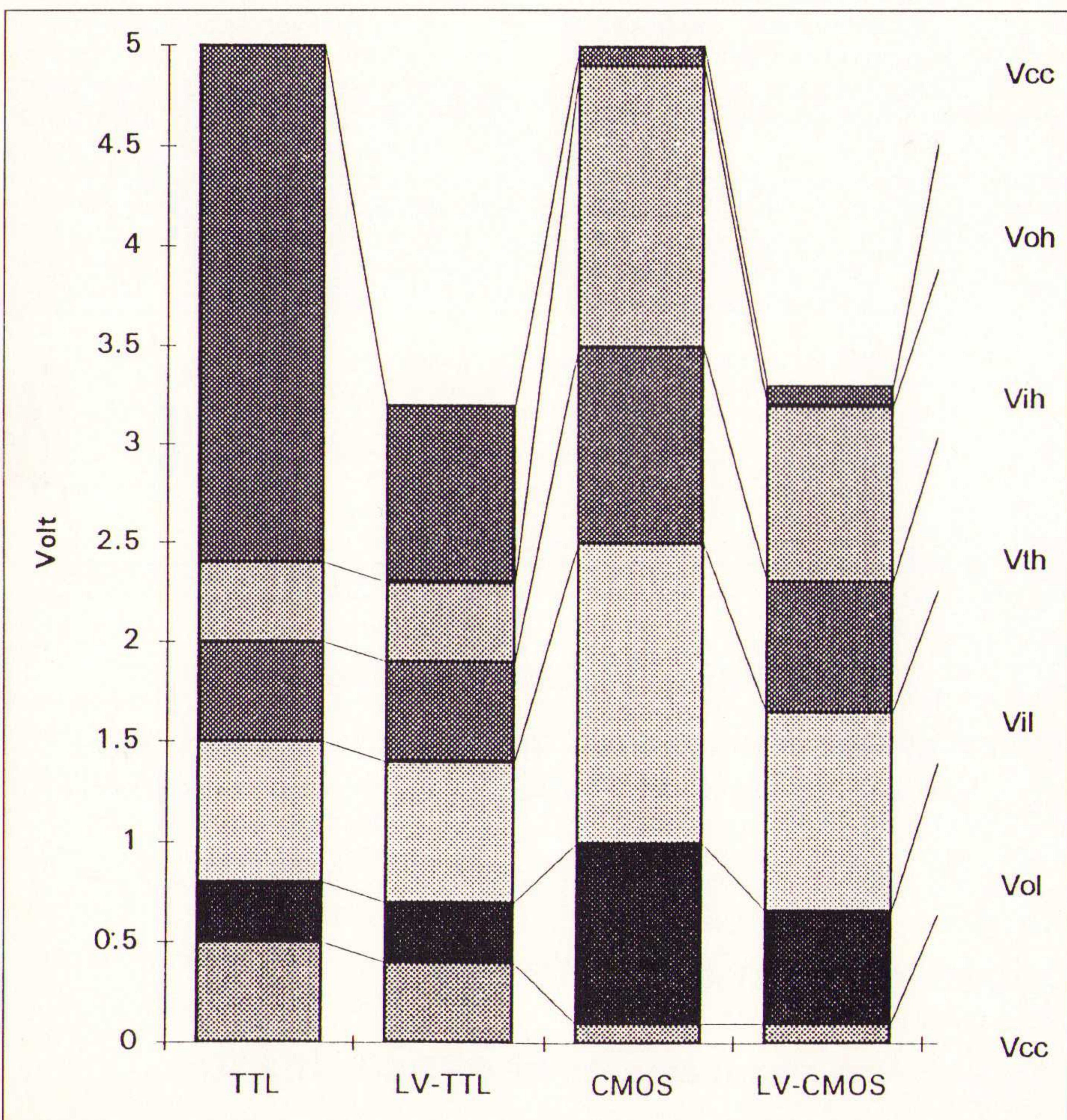


Tegenover al deze voordelen staan ook een paar nadelen waarvan een aantal van tijdelijke aard en één van permanente aard. De nadelen van tijdelijke aard hebben te maken met het feit dat de industrie in de beginfase van low-voltage tijdperk staat. De nadelen van tijdelijke aard zijn:

- niet alle componenten zijn in een low-voltage versie verkrijgbaar. Dit resulteert in mixed-voltage designs, microprocessors, -controllers en geheugens zijn wel al ruim in low-voltage versies te verkrijgen, maar peripherals bijna (nog) niet;
- ontwikkelgereedschappen (zoals bijvoorbeeld In-Circuit Emulators) zijn ook nog niet volop verkrijgbaar voor low-voltage componenten;
- de low-voltage componenten zijn op dit moment nog duurder dan de 5V-versies.

Het enige nadeel dat low-voltage componenten hebben, maar wat wel goed op te vangen valt door de PCB goed te ontwerpen, is dat low-voltage componenten sneller last van storingen van buitenaf hebben doordat ze kleinere "noise margins" hebben (zie fig. 3). Dit laatste geldt alleen voor CMOS-compatibele inputs en outputs. Zoals eerder besproken zijn nog niet alle componenten in een low-voltage versie verkrijg-

Fig. 3 Spanningsniveaus van 3,3 V en 5 V TTL- en CMOS-componenten.



baar. Toch kan het interessant zijn om een applicatie gedeeltelijk in low-voltage componenten uit te voeren. Hierbij dient men wel rekening te houden met interfacing van de verschillende spanningniveaus. De verschillende interfacing is in drie typen in te delen:

- van 3,3 volt naar 5 volt interfacing;
- van 5 volt naar 3,3 volt interfacing;
- mixed voltage op dezelfde bus.

Van 3,3 volt naar 5 volt interfacing

Bij interfacing van 3,3 volt naar 5 volt kennen we twee mogelijkheden. De eerste is van 3,3 volt naar een 5 volt TTL-component hierbij is geen interface-logica nodig aangezien de logica-niveaus gelijk zijn. De tweede mogelijkheid is van 3,3 volt naar een 5 volt CMOS-component. Hier is een stukje interface-logica voor nodig. Dit zou kunnen zijn ACT-, HCT- of LVT-logica. Deze componenten accepteren een TTL inputlevel en een geven een CMOS outputlevel af. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met een additionele I_{cc} .

Van 5 volt naar 3,3 volt interfacing

Helaas is het niet mogelijk om de output-pin van het 5V-component direct

aan te sluiten op de input-pin van het 3,3V-component aangezien dan hiermee de maximale inputspanning zou worden overschreden. Dit probleem kan worden opgelost door een weerstand tussen de uitgang van het 5V-component en de ingang van het 3,3V-component te plaatsen. Hierdoor wordt de spanning verlaagd naar 3,3 volt accepteerbare inputlevels. Deze oplossing gaat alleen ten koste van de snelheid. Als de snelheid van belang is (zoals bijvoorbeeld tussen een microprocessor en het geheugen dan is LVT-logica een goede oplossing bij de microprocessor met een gemultiplexte adres/data bus) van het geheugen is er altijd een latch nodig (bijv. TI's SN74LVT573). In dat geval heeft de latch een dubbele functie, namelijk die van latch en die van stepdown-converter).

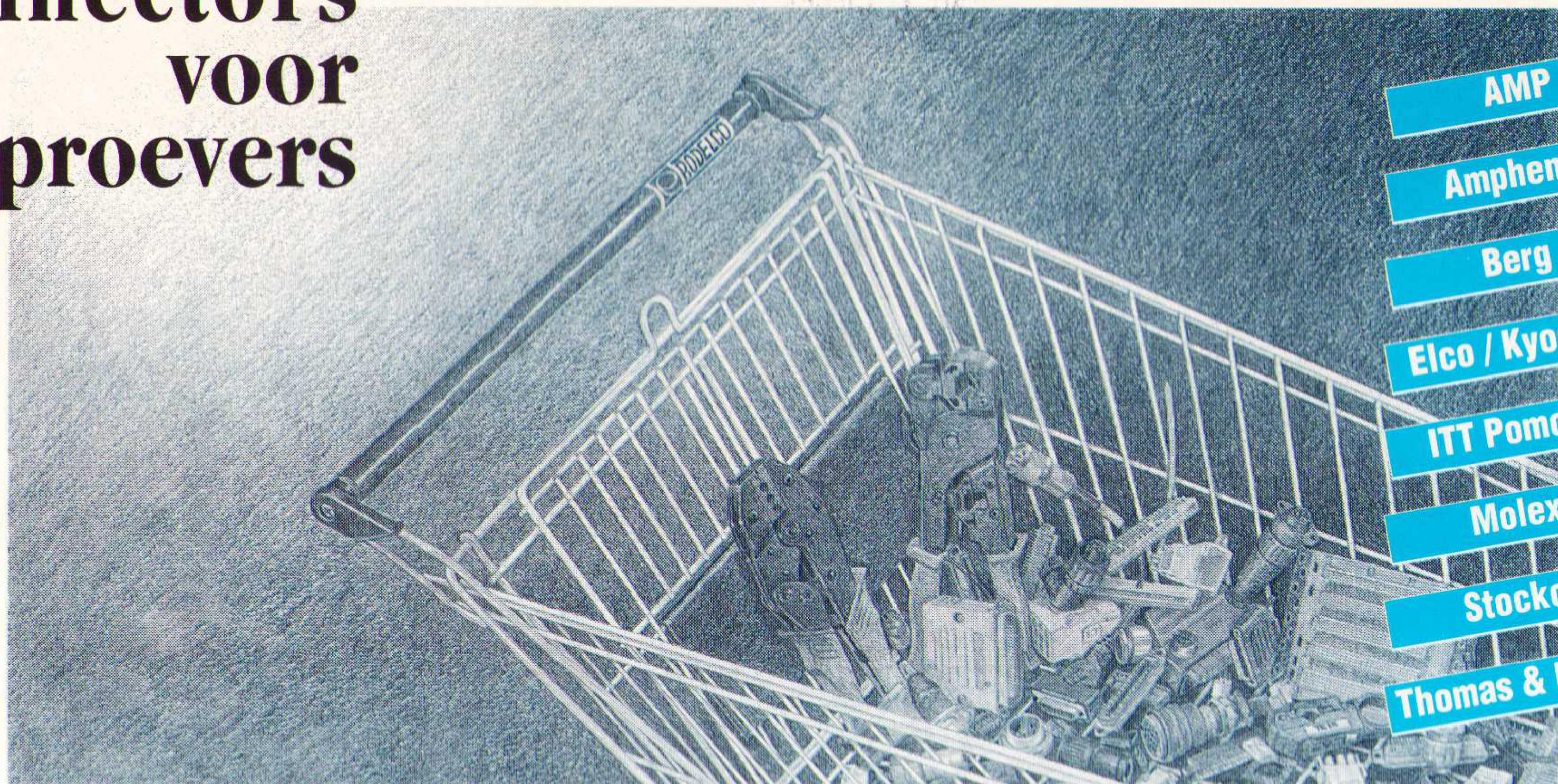
Mixed voltage op dezelfde bus

In het geval van mixed voltage op dezelfde bus zijn er twee mogelijkheden. De eerste is het gebruik van N-channels en de tweede is bidirectional bustranceivers (zoals TI's SN74LVT16500/1). Bij de bovengenoemde interfaceproblemen is er in veel gevallen gebruik gemaakt van standaardlogica. Dit heeft als nadeel dat het pasklare oplossingen zijn. In de praktijk blijkt vaak dat er net één I/O poort of iets dergelijks te kort is, waardoor er een extra component bij geplaatst moet worden om toch alles goed te kunnen interfaceren. Dit gaat dan helaas weer ten koste van het stroomverbruik. Een flexibele oplossing is Intel's Flexlogic FPGA-familie. Deze componenten hebben vier of acht configureerbare functieblokken (CFB's). Elk van deze CFB's is te gebruiken als logica (24V10) of als geheugen (128 x 10 bits SRAM). De I/O-pinnen van deze CFB's kunnen geprogrammeerd worden voor het genereren van een 3,3 volt of een 5V-output. Doordat de CFB's onderling 100 % zijn verbonden met behulp van een connectable matrix is dit component ook goed te gebruiken in systemen met een hoge snelheid ($t_{pd} = 10$ ns).

Bij het ontwerpen van een low-voltage systeem dat gevoed wordt door batterijen kan men behalve door low-voltage componenten te gebruiken nog meer stroom besparen als men de volgende punten in acht neemt:

- maak gebruik van zo min mogelijk componenten;
- maak gebruik van een zo'n smal mogelijke systeembus (8 bits in plaats van bijvoorbeeld 16 bits);
- gebruik CMOS-componenten;
- gebruik SRAM in plaats van DRAM (geen refresh nodig);
- probeer de klokfrequentie zo laag mogelijk te houden;
- gebruik componenten die on-chip power management hebben.

Connectors voor fijnproevers



AMP
Amphenol
Berg
Elco / Kyocera
ITT Pomona
Molex
Stocko
Thomas & Betts

en voor snelle shoppers



Zoekt u specifieke elektronica-componenten of wilt u juist produkten uit voorraad?

Rodelco is een begrip.

Ook kritische connectorhuizen kiezen Rodelco als distributiepartner. Dat zegt genoeg!

Bel voor meer informatie:

Rodelco BV, Takkebijsters 2, Postbus 6824, 4802 HV Breda
telefoon 076 - 784911, telefax 076 - 710029

Rodelco NV, Limburg Stirum 243, 1780 Wommel, België
telefoon 02 - 4600560, telefax 02 - 4600271

Kennis van zaken ■ Kennis van connectors

Artefact: Breda

FLUKE®

Fluke 70-serie II: kwaliteit in het kwadraat

Dat zelfs het allerbeste nog beter kan, bewijst onze Fluke 70-serie II.

Een paar algemene kenmerken:

- Touch Hold-functie
- Doorbel- en diodetest
- Bereikinstelling automatisch en met de hand
- Beveiligd op alle bereiken
- Nederlandstalige gebruiksaanwijzing
- Drie jaar garantie

Het eenvoudigste model, de Fluke 70 II biedt de beste kwaliteit tegen een zeer lage prijs.

Absolute topprestaties bieden u de Fluke 79 II en 29 II. Deze 4000

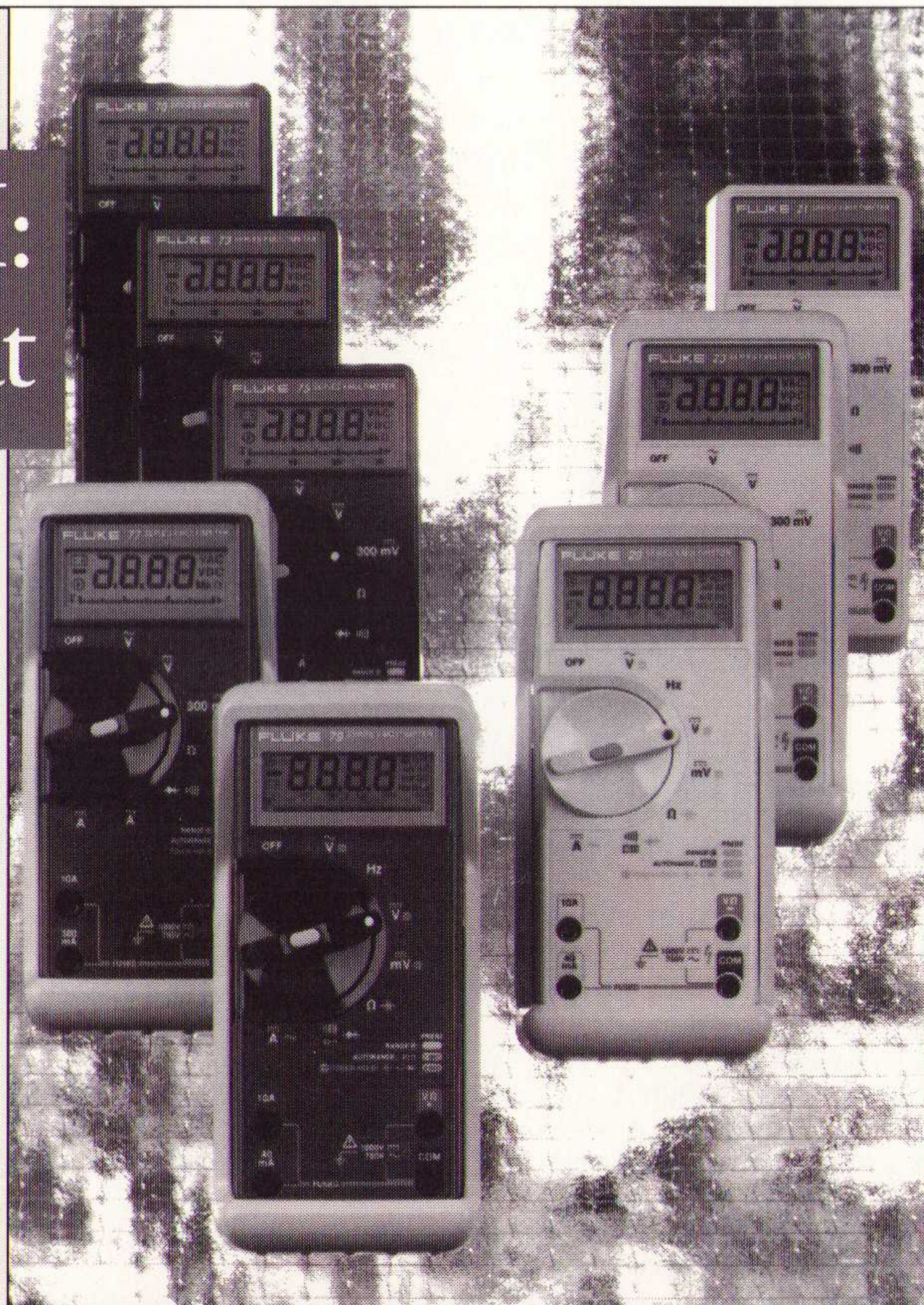
counts DMM's meten frequenties, capaciteit en lo-ohms met een resolutie van 0,01.

De Smoothing-functie geeft het gemiddelde van 8 metingen voor een rustige uitlezing.

Kies voor een Fluke 70-serie II multimeter. Beter is er niet.

De Fluke 70-serie II is uit voorraad leverbaar via de Fluke distributeur. Bel voor de adressen van de leveranciers in uw omgeving: 040 - 64 41 00.

Fluke Nederland B.V.



Brochures

Wij ontvingen namens Cito Benelux twee brochures van Phoenix Contact en Varioface-modellen voor Elco-connectoren. De eerste geeft een compleet overzicht van het uitgebreide assortiment Terminate en Moduface modules van Phoenix Contact. De tweede toont naast de 56-polige Elco-connectoren ook modules met andere pooltallen. Bovendien zijn er varianten ontwikkeld voor toepassing in het EEx(i)-gebied. Inl.: Beta PR, Den Haag, tel. 070-365 380 2.

De brochure van Ferroperm bevat een kort overzicht van Ferroperm producten. Ferroperm Components is de specialist op het gebied van ontstoringcomponenten voor signaal- en datalijnen. Deze specialist heeft een nieuwe SMD-HF-ontstoring-doorvoeringscondensator, pi-filter en 3polige-chipcondensatoren. De nieuwe SMD-pi-filter en condensatoren zijn verkrijgbaar in een MELF-behuizing en CHIP-behuizing. Het gaat om zeer kwalitatief hoogwaardige componenten met dempingen om 80 dB in het hf-frequentiegebied en met een stroombelastbaarheid van 5,0 A. Inl. Amroh B.V., tel. 02940-15350.

Verhuizingen

Het hoofdkantoor en de werkplaatsen van Fabricom bv, Fabricom Electro bv en Fabricom Installatie Techniek bv zijn verhuisd naar de Apolloweg 15, 4782 SB Moerdijk. Het postadres is Postbus 39, 4780 AA Moerdijk. Tel. 01680-

81130, fax. 01680-81138. De lokatie van Fabricom Electro bv te Ridderkerk verhuist mee.

De gefaseerde verhuizing, de verbouwing en de nieuwbouw van de Nederlandse Omroep-Zendermaatschappij NV leiden tot een ongedeelde huisvesting van het hoofdkantoor. Het nieuwe adres is Biezendijk 3, 3412 KB Lopik. Postadres: postbus 6, 3400 AA IJsselstein. Tel. 03408-62400, fax. 03408-81448.

Eind 1995 zullen Robert Boch BV, Blaupunkt BV en Telenorma BV een gezamenlijke bedrijfshuisvesting betrekken in een nieuw te bouwen pand te Hoofddorp. Als gevolg van het aflopen van het huurcontract is voortzetting van de bedrijfsactiviteiten aan de Haarlemmerweg niet mogelijk, daarom is Robert Boch BV voor de duur van ± 1,5 jaar verhuisd naar de Karspeldreef 19, 1102 BB Amsterdam ZO. Postbus 94373, 1090 GJ Amsterdam. Tel. 020-4096896, fax. 020-4096890. De financiële administratie is gevestigd op kantooradres Joan Muyskenweg 24, 1096 CJ Amsterdam. Tel. debiteurenadm. 020-568 230 1, crediteurenadm. 020-568 232 8.

Eberle Controls GmbH is verhuisd naar de Baarnschedijk 10, 3741 LS Baarn. Postadres: postbus 595, 3740 AN Baarn.

Het Universiteitsmuseum Utrecht verhuist van de Biltstraat naar de Lange Nieuwstraat. Het nieuwe museum opent de deuren voor het publiek in de tweede helft van 1996, het jaar waarin de Universiteit Utrecht 360 jaar bestaat.

Samenwerking

De Motorola Computer Group heeft een licentie-overeenkomst gesloten met Lifetime Software Technologies voor de LIFE software produktlijn van MCG. Onderdeel van de overeenkomst is dat Lifetime Software Technologies toekomstige produktverbeteringen, customer support en onderhoud zal bieden voor de LIFE produkten van MCG.

US West International, Time Warner Entertainment en Multimedia Cable uit Barcelona hebben bekend gemaakt een joint venture aan te gaan om zo breedbandkabel TV-netwerken in verschillende delen van Spanje op te kunnen zetten. Het bedrijf zal gaan heten 'Cable y Television d'Europa S.A.'.

Per 1 januari 1995 zullen het Centrum Innovatie Beroeps- onderwijs Bedrijfsleven en PTH-contract intensief gaan samenwerken, waardoor alle dienstverlenende activiteiten ten behoeve van het gehele beroeps- onderwijs en het bedrijfsleven gebundeld wordt.

Catalogi

Elliot Scientific heeft onlangs haar nieuwe catalogus uitgebracht, waarin onder andere fiber launch en nauwkeurige micro positioners en accessoires worden aangeboden. Gratis te verkrijgen bij TE Lintelo Systems BV (Zevenaar, tel. 08360-40804).

Een selectie uit het leveringsprogramma van Endress + Hauser BV in Naarden (tel. 02159-58611) is opgenomen in de Voorraadcatalogus 1994. Het betreft vooral basisinstrumentatie, in standaard uitvoeringen en uit voorraad leverbaar.

Van Philips ontving de redactie de Philips Shortform Catalog 1994.

Advantech (Roosendaal, tel. 01650-50505) stuurde de Solution Guide vol. 41, een 240 pagina's tellend naslagwerk voor professionele PC-gebaseerde meet- en besturing-oplossingen.

Tektronix (Eindhoven, tel. 040-482200) heeft een nieuwe catalogus (240 pagina's dik),

de Tektronix Television Products 1994 Catalog.

Van de Hong Kong Trade Development Council ontvingen wij de nieuwe catalogus Hong Kong Electronics.

Pomona heeft haar 'New Products Catalog' uitgebracht. Zij biedt hierin het meest complete gamma van labo test-toebehoren aan.

Nieuw pand

De faculteit Informatica van de Universiteit Twente (Enschede, tel. 053-892214) heeft onlangs haar eigen gebouw geopend.

Onlangs werd het nieuwe bedrijfspand van Djie-Roeders (Amstelveen, tel. 020-6431011) officieel geopend.

Voetstapdetector

TNO ontwikkelt een beveiligingssysteem dat een indringer kan detecteren aan zijn voetstappen. Lopende personen veroorzaken kleine bodemtrillingen die opgevangen kunnen worden door een signaalomzetter. Deze gefoon kan onzichtbaar in de grond worden geplaatst en zendt zelf geen signalen uit.

Ozonuitstoot

De uitstoot van ozon door kantoorapparatuur is de afgelopen jaren sterk verminderd en voldoet volledig aan overheidsnorm. dat is de conclusie van KPMG Milieu die in opdracht van Vereniging VIFKA een rapport heeft uitgebracht over ozonuitstoot door kantoorapparatuur.

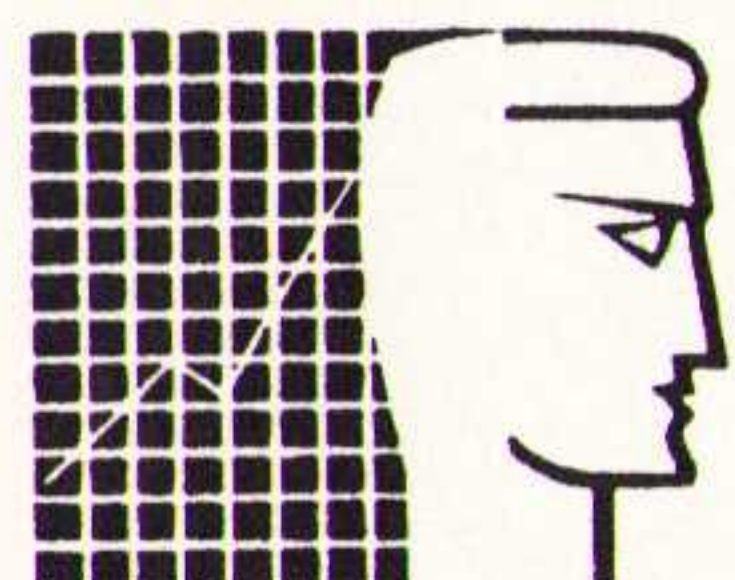
Fax-Telepost

Naast de rode brievenbussen op straat heeft PTT Post nu ook een elektronische brievenbus: Fax-Telepost. Brieven, manuscripten, tekeningen, gelukwensen en dergelijke kunnen met Fax-Telepost aan niet-faxbezitters gestuurd worden. Fax-Telepost is 24 uur per dag bereikbaar door via de fax het nummer 06-91091009 te kiezen (fl. 1,-/minuut). De oproep wordt beantwoord door een 'voice response systeem'.

VORMINGSINSTITUUT K.M.O. CENTRUM OOSTENDE VERVOLMAKINGSCENTRUM IN TOEGEPASTE ELEKTRONICA

- * Moderne radio-TV hersteltechniek
- * Moderne video recorder/electronica + mechaniek
- * Ontwerptechniek met P.C., CAD + CNC
- * Industriële automatisatie
- * Digitaaltechniek hardware
- * Microprocessorstuurtechniek
- * Basis electronica theorie + praktijk
- * Moderne audioregistratie apparatuur DAT-DCC-MC-CD (95)

Organisatie: 1 lesstijd per week (avond of zondagvoormiddag) vanaf half september tot eind mei.



Nu informatie vragen

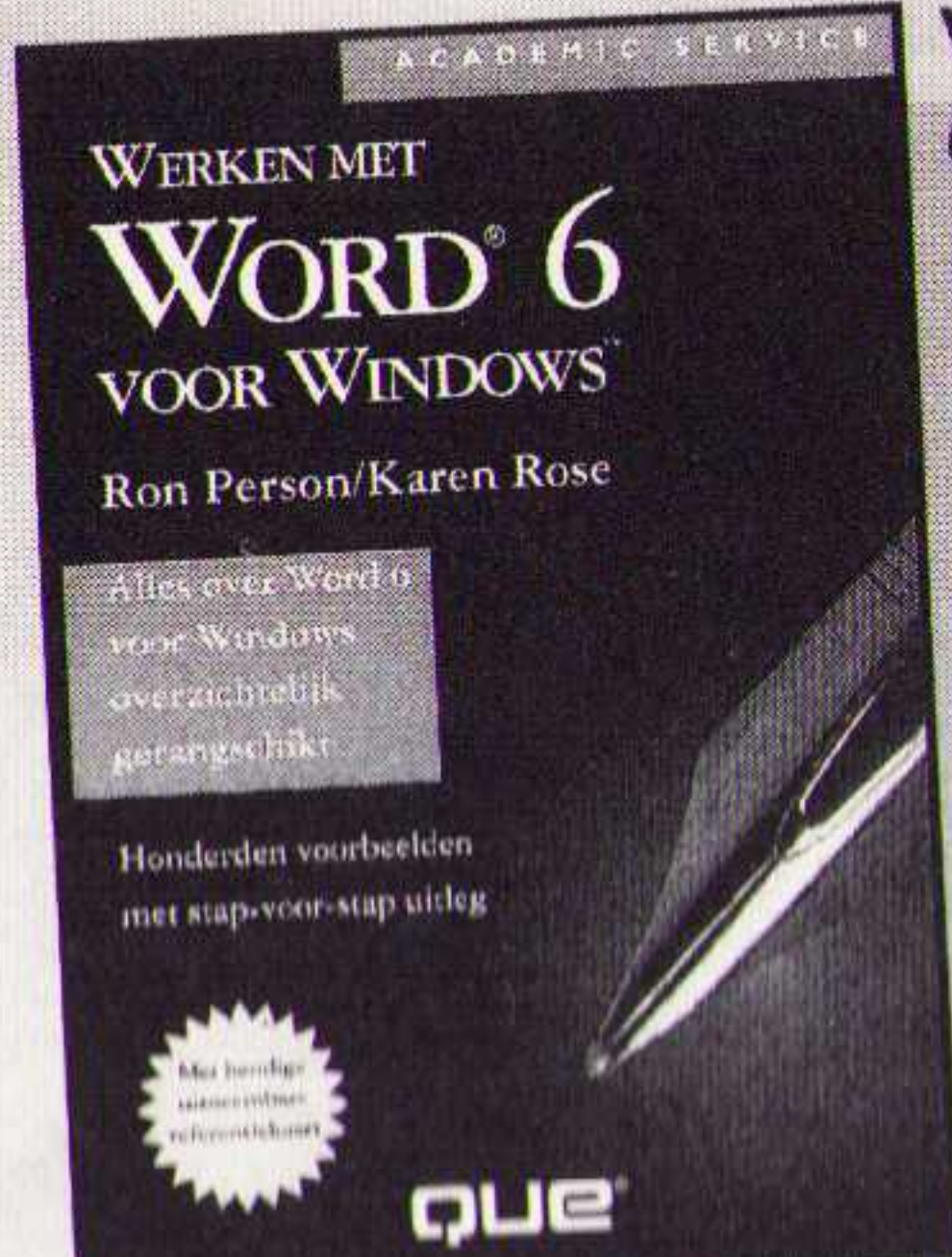
VORMINGSINSTITUUT KMO
Jungbluthlaan 2
B - 8400 OOSTENDE
Tel.: 059/706737

Als u kiest voor kwaliteit...



Werken met MS-DOS 6.2
J. Kamin
ISBN 90 395 0137 8
f 89,00 / BF 1780

Een compleet leerboek en naslagwerk. Bevat alle DOS-opdrachten en utilities, bespreekt harddisk- en geheugenbeheer.



Werken met Word 6 voor Windows
R. Person / K. Rose
ISBN 90 395 0147 5
f 99,50 / BF 1990

Dit handboek bevat alles wat een beginnende of gevorderde Word-6 gebruiker zich maar kan wensen, bijvoorbeeld het maken van memo's, faxen en nieuwsbrieven. Met tips van experts om het werken met Word sneller en efficiënter te maken.

met handige uitneembare referentiekartaal



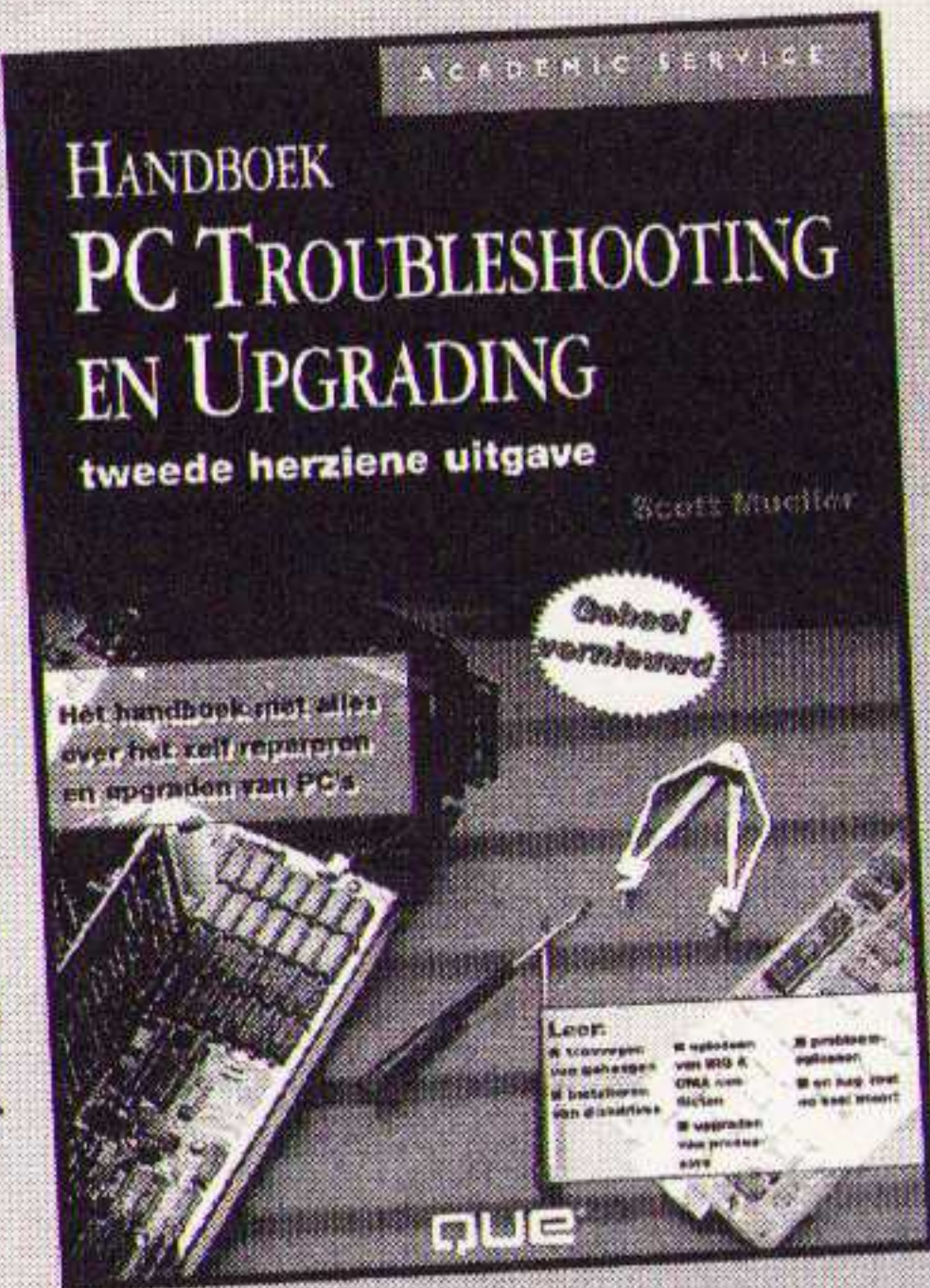
Werken met Excel 5 voor Windows
R. Person
ISBN 90 395 0146 7
f 99,50 / BF 1990

Ontwerp en maak efficiënte werkbladen, ontdek tijdsbesparende oplossingen, leer professionele technieken, gebruik tips en adviezen van experts.

met handige uitneembare referentiekartaal

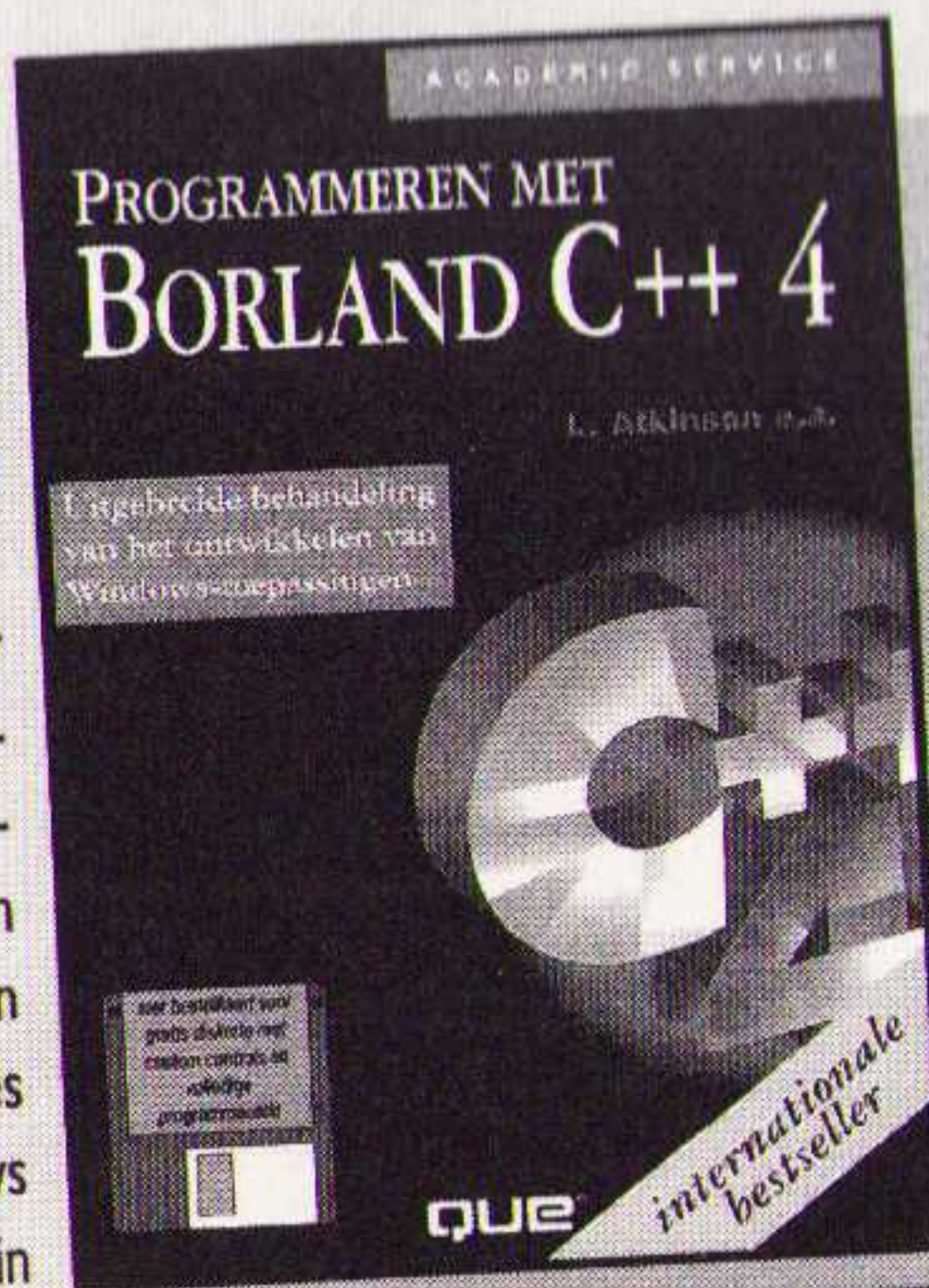
Handboek PC Troubleshooting en upgrading
S. Mueller
ISBN 90 395 0119 X
f 125,00 / BF 2500

Welk type PC u ook bezit, dit handboek geeft antwoord op al uw reparatie- en upgradeproblemen.



Programmeren met Borland C++ 4
L. Atkinson e.a. ISBN 90 395 0170 X
f 99,50 / BF 1990

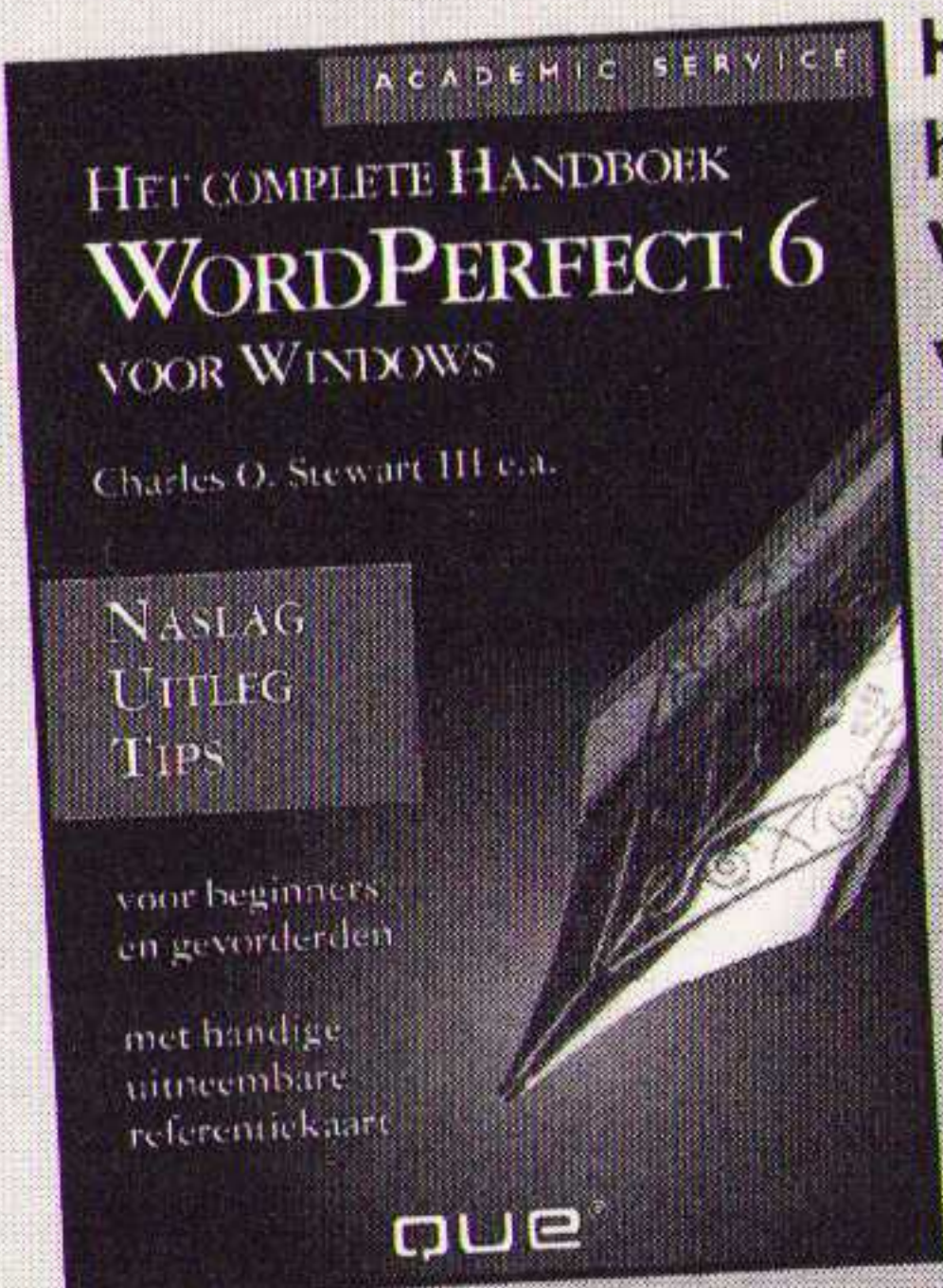
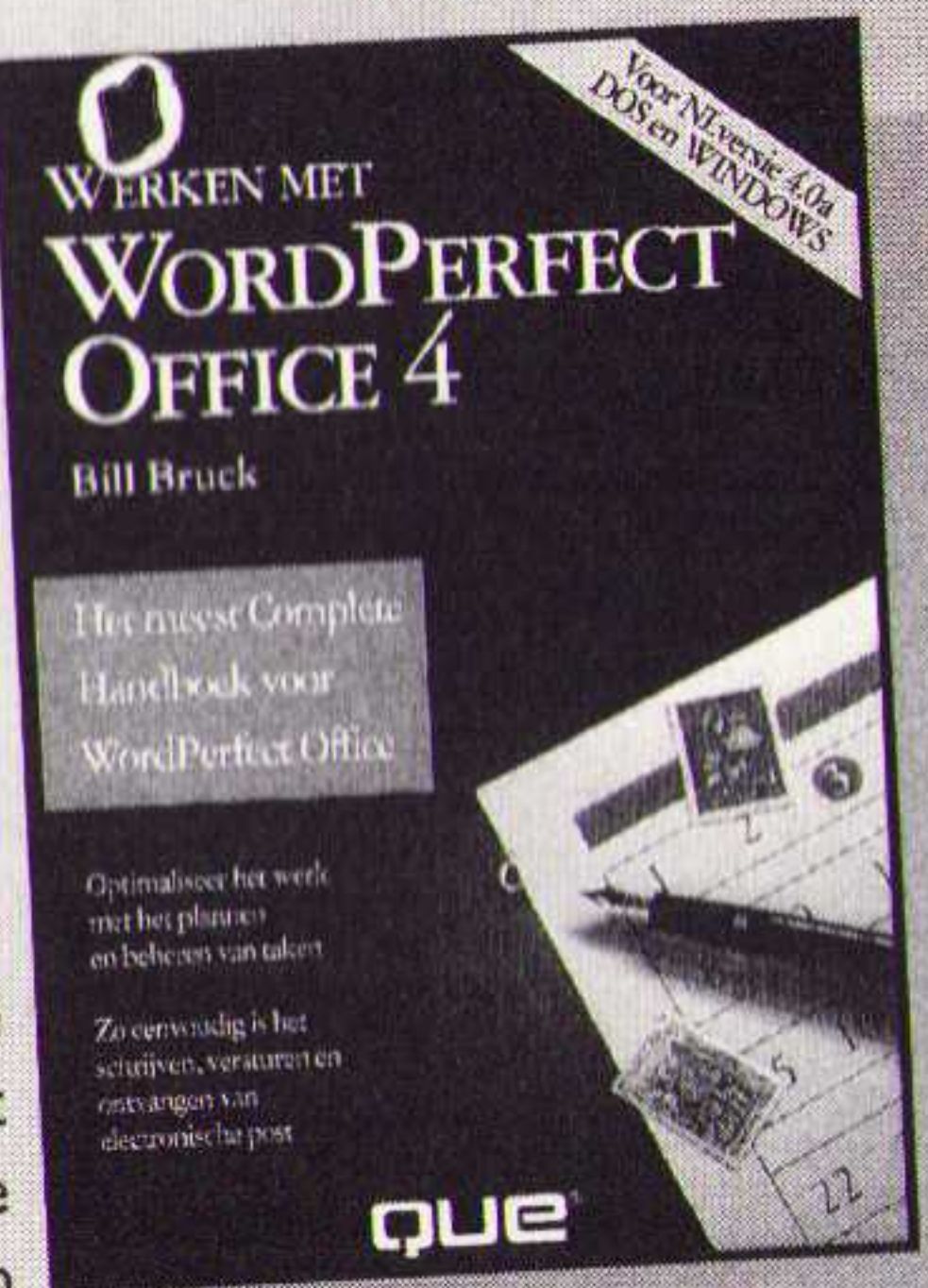
Na de inleiding over object-georiënteerd programmeren kunt u beginnen met het ontwikkelen van Windows-toepassingen met C++. U leert alles over de Object Windows Library en over alle tools in Borland C++.



met gratis diskette

Werken met WordPerfect Office 4
B. Bruck
ISBN 90 395 0106 8
f 62,50 / BF 1250

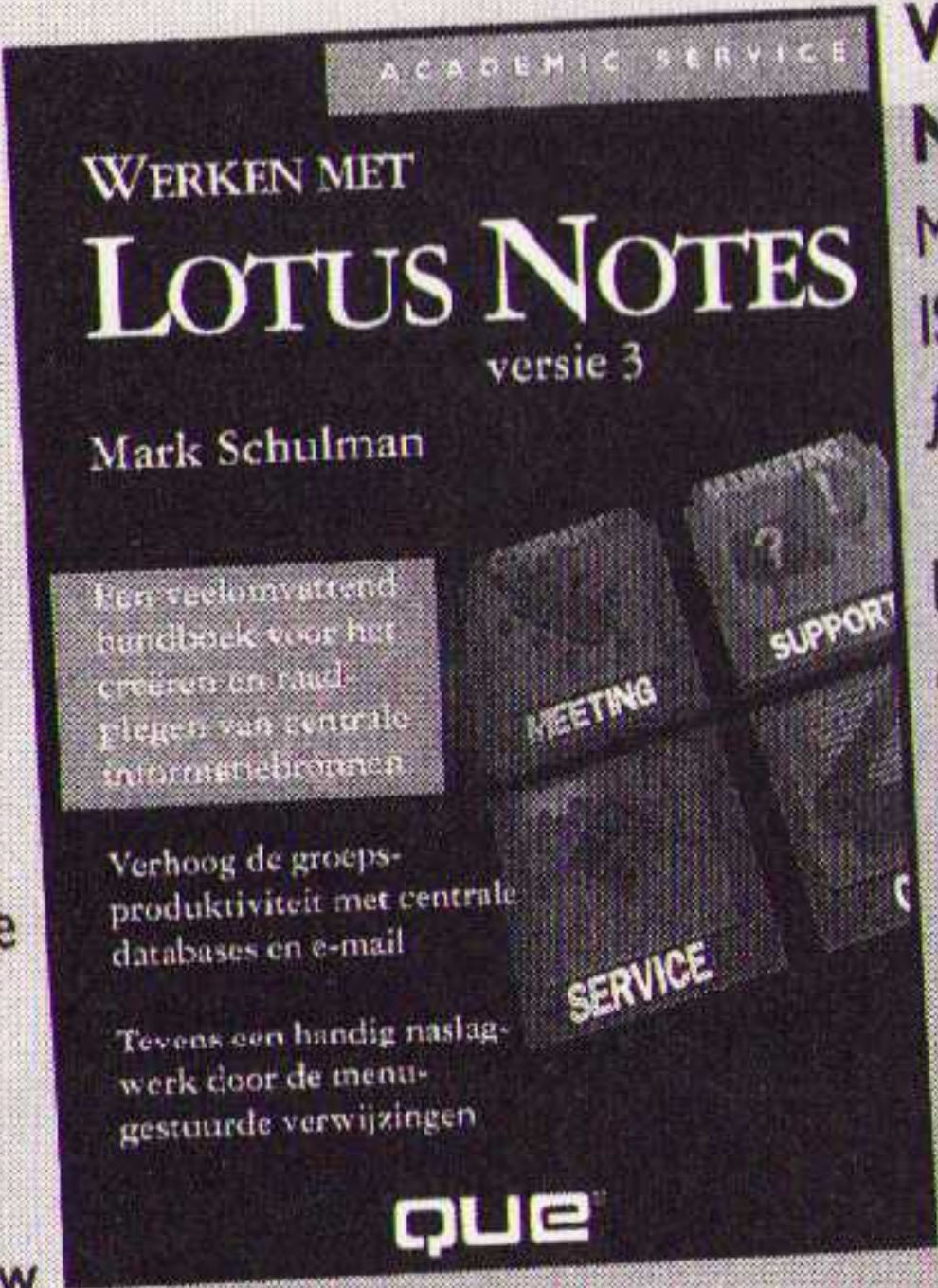
WordPerfect Office is het meest gebruikte e-mail en shell-programma. Deze bondige en complete gids bevat alles wat u moet weten om de dagelijkse werkzaamheden op kantoor beter uit te kunnen voeren.



Het complete handboek WordPerfect 6 voor Windows
Ch.O. Stewart III e.a.
ISBN 90 395 0089 4
f 89,00 / BF 1780

Met innovatieve methoden voor het ontdekken van alle mogelijkheden in WordPerfect 6 voor Windows. Met suggesties voor het verbeteren van uw technieken, zoals lay-out, typografie en ontwerp. En nog veel meer!

met handige uitneembare referentiekartaal



Werken met Lotus Notes versie 3
M. Schulman
ISBN 90 395 0107 6
f 49,50 / BF 990

Leer de ins en outs van elektronische post en databases, methoden en technieken voor het aanpassen van Notes aan uw specifieke eisen, optimaliseer het gezamenlijk gebruiken van informatie.

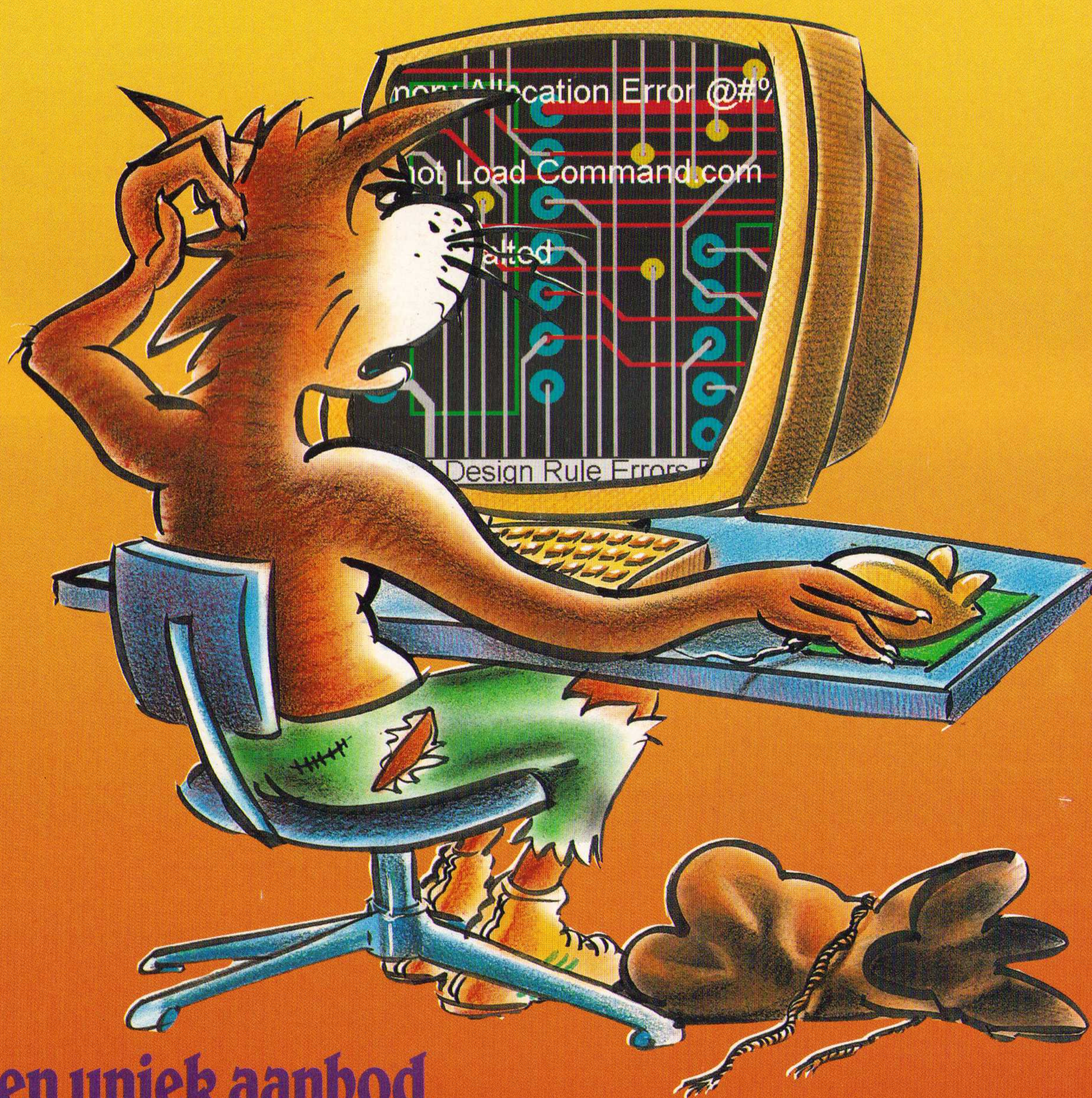


Werken met WinFax Pro 4
D. Haskin
ISBN 90 395 0187 4
f 59,00 / BF 1180

WinFax Pro maakt het eenvoudig om vanuit de PC faxen te versturen, te ontvangen en te beheren. Werken met WinFax Pro 4 beschrijft niet alleen het gebruik van WinFax PRO, maar het vertelt u ook waarom u bepaalde functies moet gebruiken en wanneer bepaalde functies nuttig zijn en wanneer niet.

De boeken van Academic Service zijn verkrijgbaar bij de boekhandel en de betere computerwinkel

Luisteren CAD-leveranciers naar de ontwerpers?



Nu een uniek aanbod om uw oude CAD-systeem vervroegd af te schrijven

En in plaats hiervan neemt U een feilloos geïntegreerd topmodel van ULTimate Technology, de Europese leverancier die wél naar zijn gebruikers luistert (enquetes en User Meetings gratis toegankelijk voor iedere gebruiker). ULTiboard wordt geroemd om de gegarandeerde Design Integrity: dankzij de Real Time Checks worden fouten voorkomen. De projectduur wordt hierdoor aanzienlijk verkort t.o.v. systemen die pas achteraf de fouten constateren.

AANBOD

Bestel voor 30 september 1994 de ULTiboard Advanced Designer o.v.v. uw huidige CAD-systeem* + versienr.

* Onverschillig welk merk, niet geldig voor demoversies. Hoewel de "CAD-in-de-zak" gedachte zeker niet van toepassing is voor Challenger-gebruikers, kunnen deze wel van dit unieke aanbod profiteren.

U betaalt dan slechts f 3585,- (i.p.v. f 5975,- excl. BTW) voor dit hoogwaardige 32-bits schemateken- + printontwerpsysteem inclusief de geavanceerde Ripup- & Retry Autorouter met een gegarandeerde ontwerpcapaciteit van 2.800 pins!

Als
BESTE
GETEST
ELRAD
5/94

Vóór ontwerpers
ULTIBOARD
door ontwerpers

Meer dan
10.000
gebruikers
(oktober '93)

ULTIMATE
TECHNOLOGY

Corporate Headquarters: Energiestraat 36, 1411 AT Naarden
tel. 02159-44444 • fax 02159-43345
Belgium Sales-Office: Kard. Merciersplein 1, B2800 Mechelen
tel. 015 - 401895 • fax 015 - 401897



Bij ULTimate Technology koopt u geen CAD in de zak dankzij de Full Feature Evaluatie versie (200 pin ontwerpcapaciteit, inclusief introductie en leerboek) van f 75 (excl. BTW/verz.kosten)