

RB

elektronica

RADIO
BULLETIN

juni 1991, nr. 6

magazine

prijs f 7,50/Bfr 150

DMM marktoverzicht & test!

Welk SMD-gereedschap?

Snelle ADC's: *Flesh*

Méer IQ voor VHS

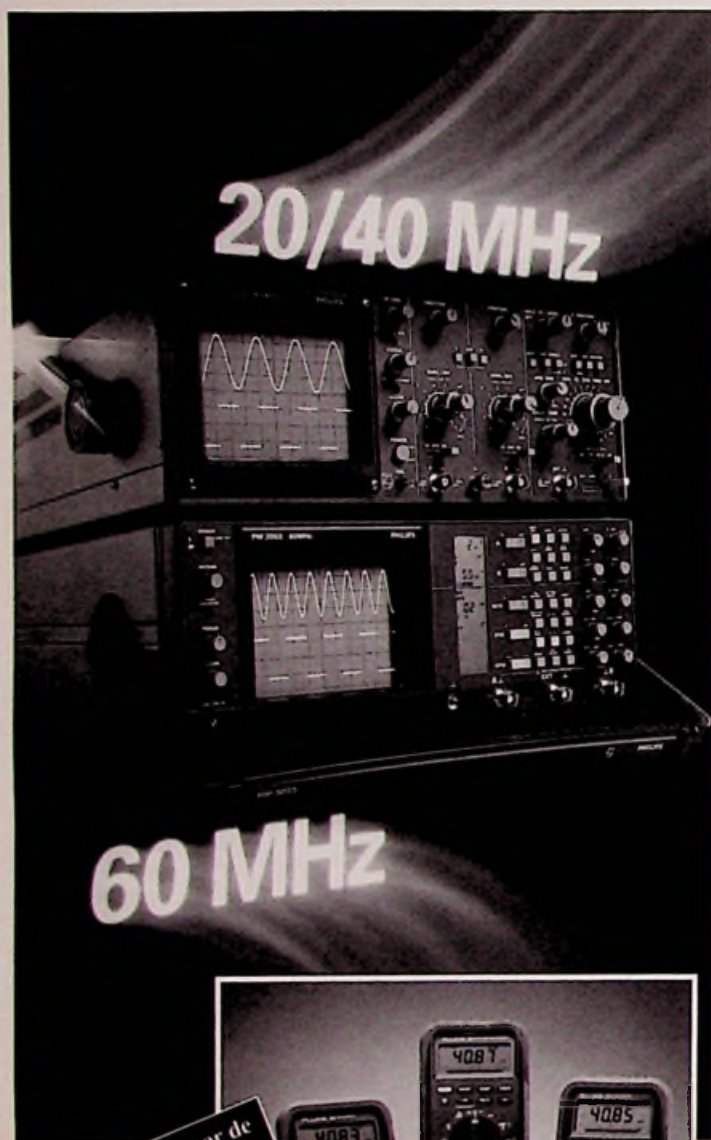
3-op-1-lijn

Temperatuurmeting met pt-100's



60 JAAR NIEUWS
RB

Van de erkende Fluke en Philips dealer kunt u véél verwachten!



Bij onze erkende dealers kunt u het beste terecht voor een groot assortiment Fluke en Philips test- en meetapparaten, zoals multimeters en analoge oscilloscopen. Zij staan u niet alleen met raad en daad bij; u profiteert bovendien van zeer snelle en hoogwaardige service en garantie bij u in de buurt. Daarbij wordt u steeds geholpen door gegarandeerd vakbekwame mensen. En bijna elk apparaat dat u wenst kunnen zij uit voorraad leveren, inclusief Nederlandstalige handleidingen.

Alleen erkende dealers kunnen u zoveel bieden!

Abcoude	TBA B.V.	02946 - 4428
Amsterdam	Rotor Amsterdam B.V.	020 - 833187
Amsterdam	B.V. Handelond. Joh. Steenkist	020 - 6681011
Apeldoorn	Van Essen	055 - 212485
Bleskensgraaf	IK-Handel B.V.	01849 - 2122
Capelle a/d IJssel	Euro-Index	010 - 4585999
Eindhoven	B.V. Rami Eindhoven	040 - 512940
's-Gravenhage	Stuut en Bruin	070 - 3604993
Groningen	P.B. Venema B.V.	050 - 140240
Heerlen	Vogelzang	045 - 742333
Hengelo	SOM Nederland	074 - 492020
's-Hertogenbosch	Digitap Benelux	073 - 210490
Hilversum	Schotman Elektro B.V.	035 - 259211
Hooghalen	Bakker Elektrotechniek	05939 - 2555
Leiden	A.K.B. Technima	071 - 765200
Maastricht	Regenboog Elektronika	043 - 212257
Oosterhout	Klaasing Electronics	01620 - 81622
Putten	Technisch Bureau Nijboer	03418 - 54182
Rotterdam	Elektrocirkel	010 - 4851088
Rotterdam	Technical Tools B.V.	010 - 4125697
Terneuzen	Etec Nederland B.V.	01150 - 13557
Uden	Ben van Dijk	04132 - 51525
Utrecht	Display Elektronika	030 - 611855
Utrecht	Gerard v.d. Heuvel B.V.	030 - 443514
Veldhoven	Simac Electronics B.V.	040 - 582407
Zaandam	Technoswitch B.V.	075 - 176147
Zevenhuizen	Thermimport B.V.	01802 - 1629
Zoetermeer	SCS Industr. Componenten B.V.	079 - 611171
Zoetermeer	Telec Distributors B.V.	079 - 422611
Zwolle	Ned. Inkoop Centrum	038 - 990911

Vraag meteen naar de nieuwe prijzen voor Fluke multimeters!



Als u even belt, sturen wij u een volledige dealerlijst toe.

T&M Express Line:
garantie voor snelle levering



Philips Nederland B.V.,
Business Unit Test- en Meetapparaten,
telefoon 013 - 39 01 12



PHILIPS

**RB ELEKTRONICA
MAGAZINE**

Is een uitgave van
De Muiderkring BV,
Hogeweyselaan 227,
Postbus 313,
1380 AH Weesp
telefoon: 02940-15210
telex: 15171 (Kamu)
telefax: 02940-12782
bank: 48 49 54 563
giro: 83214

Directie:
Ir. S. Kremer

Hoofdredacteur:
Drs. L. L. R. van Domburg

Vaste medewerkers:
J. van Emden, H. Goddijn, A.
van Ommeren, J. Richter, D.
Scheper, J. Smilde, B. Stuur-
man, M. van der Veen, J. Ver-
straten.

Coverfotografie:
Studio Rob Feenstra

Vormgeving:
J. Oosterdijk.

Advertenties:
H.J. Olden.

ABONNEMENTEN:
B. Hofman
Abonnementprijs per jaar:
f 72,- /Bfr. 1440.
Studenten: f 55,- /Bfr. 1100.
Abonnementen worden auto-
matisch verlengd, tenzij uiter-
lijk drie maanden voor het
einde van de opzegtermijn
schriftelijk bericht is ont-
vangen. Vermeld bij corres-
pondentie altijd uw abonnee-
nummer (zie wikkel).

Typografie:
Zetterij Harm Vonk,
Amersfoort

Druk:
Grafische Bedrijven
Bosch & Keuning, Baarn

Distributie:
Betapress

RB in België:
Redactie & advertenties t.a.v.
RB Elektronica/De Greef,
Postbus 4, 1070 Brussel 7.
Fax.: (2) 5219477
Abonnementen: V.U.: Steven
van de Rijst, Keesinglaan 2-20,
B-2100 Antwerpen-Deurne.
Tel. 03/324 38 90, telex:
32507 (keesng b). Postreke-
ning: 000-0012775-68.

Auteursrecht:
Het geheel of gedeeltelijk over-
nemen, kopiëren of vermenigvul-
digen van in dit tijdschrift gepu-
bliceerde artikelen is uitsluitend
mogelijk na schriftelijke toestem-
ming en met bronvermelding.
Gepubliceerde schakelingen en
software kunnen door een (Neder-
lands) octrooi zijn beschermd.
Toepassing voor persoonlijk ge-
bruik is toegestaan. De uitgever
stelt zich niet aansprakelijk voor
de gevolgen van eventuele fouten.

ISSN: 0165-6104

8

Méér IQ voor VHS

De eerste automatische inregeltechniek voor video, I-HQ, is volledig compatibel met VHS. Een nieuwe techniek die VHS opwaardeert tot S-VHS niveau.

12

Welk SMD-gereedschap?

Zelf prototypes bouwen en kleine series SMD-printen maken èn repareren, waarom niet? Als men de apparatuur maar kent! Een inventarisatie.

20

Snelle ADC's: Flash

Snelle schakelingen vereisen snelle A/D-omzetter. Daarvoor zorgt de Flash-technologie. Hoe werkt deze nieuwe generatie omzetter?

24

Digitale multimeters

Digitale multimeters krijgen steeds meer functies en mogelijkheden. Maar hoe zit het met de nauwkeurigheid? Tijd voor een marktoverzicht en laboratoriumtest van de veelgebruikte 4¹/₂-digit DMM's!

32

Temperaturen meten met Pt-100's

In de rubriek Meet- en Regeltechniek aandacht voor temperatuurmeting met Pt-100 opnemers, met achtergronden, principes en schakelingen.

42

3-op-1 lijn

Nog geen draadloze telefoon, maar toch 'mobiel' telefoneren? Dat kan met deze automatische omschakelaar voor drie telefoontoestellen.

EN VERDER:

Redactioneel: _____	5
Varianieuws: _____	7
Electronic Mail, lezersforum: _____	11
Lab-Data, Vermogen IC's: _____	17
Lab-praktijk, universele bouwsteen: _____	37
Ins & Outs: _____	41
Tools: _____	45
Componentennieuws: _____	46
Meetnieuws: _____	48
Agenda: _____	50

Cover:

Testconfiguratie met de 3458A multimeter (Hewlett Packard) en de zeven geteste handheld DMM's: Soar3430, Beckman HD140B, Philips PM261B, Monacor DMT-6500, Voltcraft M-4650B, Fluke 3060A en Siemens B1023.

PERFEKTIE EN PRECISIE.

IN ENKELZIJDIGE PRINTPLATEN, DUBBELZIJDIGE PRINTPLATEN EN MULTILAYERS.

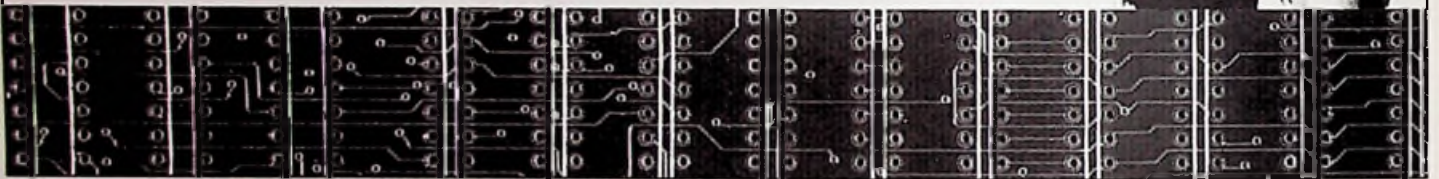
Topsporters leveren individuele prestaties met grote precisie. In die zin, vergelijkbaar met de prototypes van **PROTOPRINT**. Maar, anders dan topsporters, is het team van **PROTOPRINT** in staat deze prestaties met dezelfde perfectie en precisie steeds te herhalen. Zo vaak u maar wilt. Da's handig voor seriewerk.

**DAT BLIJKT
UIT DE PRODUKTIE NORM.**

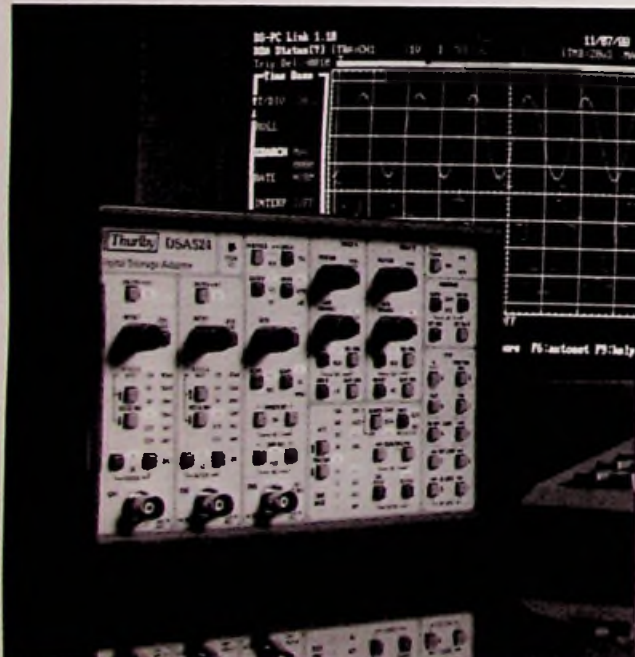
PROTOPRINT werkt onder het strikte regiem van de **ISO 9002 norm**. Dat biedt u, als afnemer, de zekerheid dat aan al uw specificaties wordt voldaan. Welke aantallen u wilt en hoe snel, maakt niet uit. Wij garanderen altijd een uitstekend produkt tegen een concurrerende prijs.

protoprint

AMBACHTSTRAAT 5 - POSTBUS 70 - 2860 AB BERGAMBACHT
TELEFOON: 01825-3888 - FAX: 01825-4045 - MODEM: 01825-4016



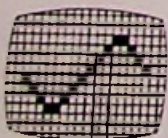
Thurlby DSA511 and DSA524 digital storage adaptors



- Connects to any oscilloscope via a single cable
- Dual input channels, 2mV/div sensitivity
- 10MS/s or 35MHz repetitive event bandwidth
- 1024 or 4096 words per channel recording memory
- Non-volatile waveform memories, 4 or 16
- Pre-trigger capture and sweep delay system
- Roll mode down to 200 minutes per division
- Automatic text annotation of CRT screen
- RS-232 interface standard, IEEE-488 optional
- Output to various printers and plotters
- Digital averaging and multiplication (DSA524)
- Cursor measurement with screen readout (DSA524)

DS-PC Link

- High resolution colour display
- Full remote control of the DSA
- Disk based storage of waveforms
- Cursors with dV, dT and I/dT readout



DE GREEF
ELECTRONICS

Aa Kaai - 1E Quai d'Aa
1070 Bruxelles - Brussel
Tél. (02)5214190 - Télex 24616 - Téléfax (02)5219477

'GLAZEN SPEELGOED' EN BISON

'Twee voor de prijs van één!' Met deze lokroep werd het publiek gestimuleerd om de beurs Electronics '91 of Industriële Automatisering te bezoeken, liefst beide. Een gepaste dosis Hollandse nuchterheid en praktische kruideniersgeest kwamen te pas om de eerste combinatie van deze twee beurzen te propageren. En met succes!

Volgens cijfers van het Instituut voor Beurs- en Tentoonstellingsonderzoek IBT bezocht circa 70% van de bezoekers die speciaal voor één van beide beurzen naar de RAI waren gekomen aansluitend ook de andere tentoonstelling. Dat dit percentage overloopbezoekers naar twee kanten geldt, verbaast mij zeer. Iets dat ook bij de voorzitter van het tentoonstellingscomité van Electronics '91, Ing. D.W.R. Teunissen, enige vraagtekens oproep. De grote overloop van Industriële Automatisering naar Electronics lag wel min of meer in de lijn der verwachtingen.

Wanneer de overloop niet wordt meegeteld, blijkt het bezoek aan Electronics '91, breder van opzet dan haar voorganger Fiarex, kwantitatief tegen te vallen; niet alleen volgens de algemene mening van de exposanten, maar ook volgens de cijfers. Zo'n 15.083 bezoekers bezochten Electronics '91, tegen 16.865 Fiarex '89. Toch waardeerden de bezoekers het 'brede' aanbod (meer dan overheersend componenten) met een ruime zeven.

De vakbeurs Industriële Automatisering trok 10.602 bezoekers tegen twee jaar geleden 7.147.

Hierbij moet wel aangetekend worden dat de beurs dit maal één dag langer duurde.

De standvastige houding van de Electronics-deelnemers zal de deelnemers aan Industriële Automatisering achteraf dus zeer welkom zijn gebleken.

Het animo voor de speciale technologiedagen van Holland Elektronika en SCME bleek hoger dan verwacht. Gemiddeld tekenden er 137 mensen in per dag, waar er honderd werden verwacht. Met name de dag 'Meten & Testen in de Electronicaproductie' genoot opvallend grote belangstelling met een deelname van 160 mensen.

Daarentegen bleef de belangstelling voor het Trends-paviljoen beneden de verwachting, volgens organisator drs. J.C. Groeneveld. Dit uitstekende initiatief werd door de marginale ligging aan het einde van de Europahal helaas onvoldoende uitgebuit. Maar aldoende leert men, de volgende, tweede keer zal de organisatie zorgen voor een betere integratie met de rest van de beurs en een levendiger opzet.

Toeval of niet: beide beurzen gingen gepaard met een prijsuitreiking. Zo ging de eerste Electronics Trofee, een aanmoedigingsprijs voor 'de origineelste en meest innovatieve vinding op het gebied van industriële elektronica' naar Sagantec Europe BV uit Eindhoven. Zij kreeg de prijs voor haar ASA Silicon Compiler, een geavanceerd Nederlands softwarepakket waarmee op zeer gebruiksvriendelijke wijze en technologie-onafhankelijk zeer complexe IC's kunnen worden ontwikkeld. De trofee, ingesteld door de Vereniging Nederlandse branche-organisatie voor Industriële Elektronika, bestond dit keer uit het schilderij 'Glazen speelgoed' van Ans Markus, ter waarde van f 25.000,-.

De eerste Industriële Automatiseringsprijs, ingesteld door het dagelijks bestuur van VIFKA, werd uitgereikt aan de Stichting Commerciële Technische Opleidingen (CTO). "Het CTO heeft bewezen in staat te zijn aandacht te vragen voor een snellere doeltreffende aanpak van de snel voortschrijdende ontwikkeling van de industriële automatisering naast de administratieve automatisering, waarbij onderwijs een essentiële schakel is", aldus de jury. Deze prijs bestaat uit een wisseltrofee en een geldbedrag van f 5.000,-, waarbij de trofee een bronzen beeldje van een bison voorstelt.

Prijsuitreikingen hebben vaak de neiging uit te groeien tot hoogtepunt van gebeurtenissen, in dit geval beurzen, en blijven daardoor sterk hangen in de herinnering van deelnemers. Voorzichtigheid is dus geboden. Waar het samenvallen van de start van twee prijsuitreikingen, met name door de primeur van twee grote vakbeurzen, opzet doet vermoeden, blijkt de keuze van de prijzen zonder overleg tussen beide tentoonstellingscomités te zijn gemaakt: 'glazen speelgoed' tegenover een bison? Even mis ik die Hollandse nuchterheid . . .

Of zou het dan toch waar zijn dat Electronics meer als een rode lap werkt op Industriële Automatisering dan andersom?

Rogér van Domburg

BINNEN 24 UUR GELEVERD!

FLUKE

MULTIMETERS
EN ACCESSOIRES



3 JAAR GARANTIE!

FLUKE 80 serie DE MEESTE MOGELIJKHEDEN

FLUKE 83	f 527,-
FLUKE 85	f 603,-
FLUKE 87	f 758,-

Prijzen exclusief 18,5% b.t.w.
en inclusief verzendkosten.

BEL NU!

en ontvang binnen 24 uur uitgebreide
documentatie en een nieuwe prijslijst.

Tel.: 050-416224 Fax: 050-423036

Schriftelijke bestellingen: Postbus 9162
9703 LD Groningen

HASTECH

De op één na grootste importeur van FLUKE Multimeters

KÖNIG
ELECTRONIC

&

RADIALL
The Quality Connection



- Radiall professionele konnektoren
- BNC konnektoren van 0 tot 4GHz
- Ook hoogspannings uitvoeringen tot 10kVdc gekoppeld



- König service onderdelen
- Van videokop tot aandrukrollen en aandrijfsnaren

Display Elektronika: véél fabrikanten - één leverancier

Samengevat in een overzichtelijke 1200 pagina's tellende Katalogus. De Katalogus wordt gratis verstrekt aan de industrie, overheid en instellingen. Bel of stuur 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 Zierikzee

In één oogopslag ...



Siemens B1023 Multimeter ...

- Analoge + digitale meetwaarde, voorteken en dimensie op overzichtelijk LC display.
- Zéér eenvoudig te bedienen, automatische en handinstelling.
- Perfecte overbelastingsbeveiliging.
- Groot aantal praktische functies zoals 'gemiddelde over tijd' meting. Meet U, I, Ohm, Freq., dB, °C.
- Meet **échte** effectieve waarde.
- Compact. Meerdere uitvoeringen.
- Computer-interface (RS232/IEEE).
- Analoge uitgang (voor schrijver e.d.).



Bel 08851-96111 of fax 96200

in België en Luxemburg:
Bel 011-525757 of fax 5257777

heynen

Heynen b.v., Postbus 10,
6590 AA Gennep, Holland
Heynen n.v., De Koelen 6,
3530 Houthalen, België



PRINTKAART-TESTER LUISTERT NAUW

Een van de primeurs op de Electronics '91 was de Polar Toneohm 950. Deze 'shorts locator' is in staat om sluitingen of bijna-sluitingen in multilayer printen te detecteren en te lokaliseren, bij voorbeeld tussen V_{cc} en ground. Met deze tester kan de meet/

reparatietechnicus op elk willekeurig punt de vectoren van een testspanning meten die op elk der vier hoeken van de print is aangelegd. Dit gebeurt met behulp van een referentie meetpen en een LCD uitlezing. Een variërende pieptoon geeft bovendien aan hoe dicht men de (bijna) sluiting nadert.

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

Deze tester van Polar Instruments moet het testen van printkaarten nauwkeuriger en sneller doen verlopen.



DAT-WALKMAN MET LP

Sony heeft een portable DAT-recorder geïntroduceerd van slechts 420 gram: de DAT-Walkman TCD-D3. De miniaturisering zit 'm onder andere in een 15 mm koppentrommel (normaal 30 mm) en een vierlaags print. Het apparaatje is uitgerust met het Serial Copy Management System waardoor een directe digitale kopie van een CD of een digitale opname van DBS satelliet signalen gemaakt kan worden.

De voeding ontvangt de TCD-D3 via de lichtnet-adaptor, oplaadbare accu of via de auto-accu. Bij normale snelheid kan twee uur worden opgenomen/weergegeven, met de Long Play stand

wordt dit verdubbeld. Met een gecombineerde lichtnet-adaptor kan men opnemen/afspelen en opladen tegelijkertijd.

De signaalbewerking geschiedt door een Pulse A/D-converter die wordt gestuurd door een dubbele 18-bits converter, terwijl de D/A-omzetting wordt verzorgd door een dubbele 18-bits converter met 8 x oversampling. Een LCD-display (met blauw fluorescerend backlight!) completeert de DAT-Walkman die circa f 1.500,- kost.

Inl.: Sony Nederland B.V., Badhoevedorp, tel. 020-6581911.

De eerste portable DAT-recorder met Long Play, voor vier uur stereo opname.



DVI VAN START

Digital Video Interactive is van start gegaan: Advanced Interactive Media te Hilversum heeft het eerste DVI-systeem in ontvangst genomen. DVI van fabrikant Intel is een technologie die grafische afbeeldingen van de PC combineert met full-color, full motion video, video stills en audio op een standaard CD-ROM (zie RB Elektronica 6/1990).

Inl.: Koning & Hartman, Delft, tel. 015-609576.

PLATFORM VOOR EUROPESE TELECOMBEDRIJVEN

Maar liefst 26 Europese Telecombedrijven (waaronder PTT Telecom) zullen deel gaan uitmaken van de Associatie die medio dit jaar wordt opgericht. De Association of European Public Telecommunications Network Operators (ETNO)

moet de verdere ontwikkeling van telecommunicatie bevorderen. Achtergrond is de behoefte van deze bedrijven aan een platform waar afspraken gemaakt kunnen worden hoe beter tegemoet kan worden gekomen aan de wensen van klanten.

TRUE RMS MULTIMETERS

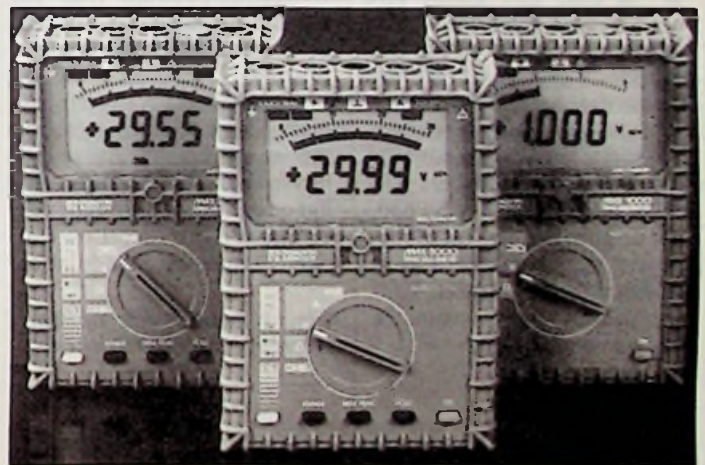
Van de Franse fabrikant Chauvin-Arnoux zijn drie True RMS multimeters op de markt verschenen in een rubber behuizing. Naast de standaard meetbereik is de MAX-serie voorzien van een automatisch meetbereik (AC of DC). De meters bevatten een ingebouwde frequentiemeter en een thermometer voor in- en externe temperatuur. Ook meten met behulp

van een transformator tang is mogelijk.

Naast een Data Hold is de serie voorzien van Max Hold en Peak Hold met een reactiesnelheid van 1 milli-seconde. Verder beschikt de reeks over een zelf-test procedure en wordt een defecte zekering aangegeven door een akoestisch en een visueel signaal. Voor alle meetbereiken is slechts één meetsnoeringang. De prijzen zijn respectievelijk f 315,- (Max 1000), f 419,- (Max 2000) en f 485,- (Max 3000).

Schok- en slipbestendig zijn deze True RMS multimeters van Chauvin-Arnoux.

Inl.: AEMI Nederland B.V., Gorinchem, tel. 01830-33556.



MARKT

- * Philips, Matsushita en Sony hebben samen de MPEG full motion video standaard voor CD-I geaccepteerd. Bovendien hebben ze in Japan een CD-I consortium van 180 bedrijven opgericht om CD-I te promoten.
- * AKZO EMC Services Nierkerk heeft de leiding op zich genomen van een consortium ter ontwikkeling van testprocedures voor ERMES-apparaatuur, een uniform Europees paging systeem.
- * SCA Solar Center uit Amsterdam is distributeur geworden van Siemens zonnepanelen en systemen.

- * Microsoft heeft Nobel van Dijk & Partners te Amsterdam aangesteld als geautoriseerde dealer en netwerk specialist.
- * Apple heeft de eerste licentie-afspraken gemaakt met Novell, Tandem, Data General, Blyth en Pacer voor Data Access Language.
- * Si-lectron te Landgraaf heeft het Lloyd's ISO-9002 kwaliteitscertificaat verworven.
- * Ericsson Telecommunicatie BV Rijen heeft het KEMA-certificaat ontvangen voor het ontwerpen, ontwikkelen en vervaardigen van openbare digitale telefooncentrales.

Eerste automatische inregeltechniek voor video

VHS uitgebuit tot S-VHS niveau

Een nieuwe techniek zorgt dat elke VHS-videorecorder S-VHS kwaliteit kan bieden. 'Intelligent-HQ' van Akai is de eerste automatische inregeltechniek bij video en werkt zowel bij opname (correctie naar de eigenschappen van de band) als weergave (correctie naar de eigenschappen van de opname). I-HQ is volledig uitwisselbaar met de VHS-norm. De betere kwaliteit van I-HQ is zichtbaar op elke willekeurige VHS-recorder en opnamen van 'normale' recorders krijgen op de I-HQ recorder een beter resultaat. Een spectaculaire verbetering.

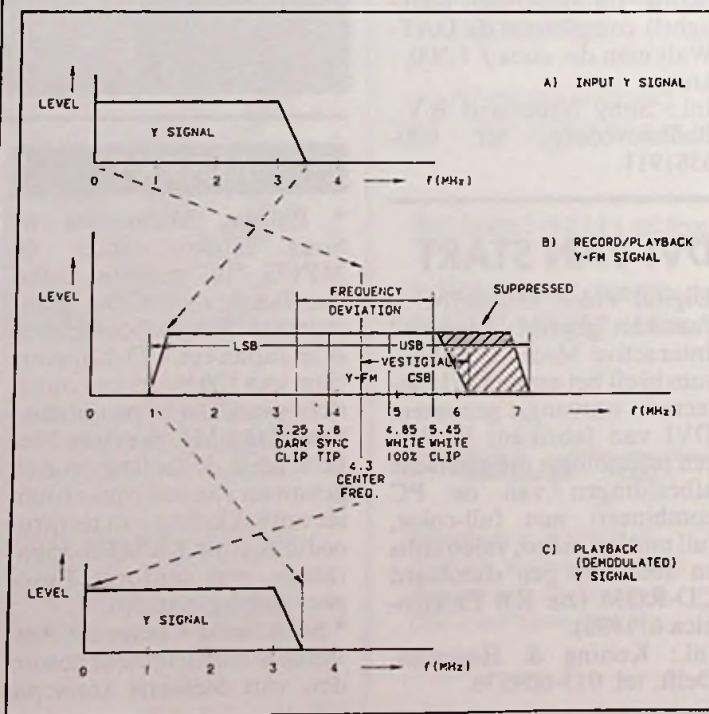
Het effect van de I-HQ techniek is vergelijkbaar met Dolby HX Pro: het positieve effect van de opnamen die ermee zijn gemaakt, is ook merkbaar op decks die het niet bezitten. Akai is van plan om al haar recorders, naast de reeds verkrijgbare I-HQ recorders VS-F600, VS-F630 en VS-F650, óók de goedkoopste uit te rusten met deze techniek. Licenties voor andere merken kunnen daarna zorgen voor de verdere verspreiding.

Bestaande problemen

De resultaten met High Grade ('High Grade duidt op kleinere deeltjes en grotere dichtheid) banden zijn over het algemeen teleurstellend: de meeste bezitters van conventionele VHS-recorders (zonder I-HQ) hadden veel betere resultaten verwacht met de duurdere High Grade videocassettes. Dat geldt zelfs voor S-VHS banden, die kleinere deeltjes bevatten en een grotere dichtheid bezitten en een aanzienlijke winst boeken in de S-VHS recorders. Dat komt doordat de opname/weergave karakteristieken van conventionele *niet* I-HQ VCR's over het algemeen optimaal zijn aangepast aan de eigenschappen van *normale* banden.

Het helderheidssignaal (Y-signaal) heeft een extreem breed frequentiespectrum (fig. 1a). Om dit op magnetische band te kunnen registreren, wordt bij normale videorecorders gebruik gemaakt van een speciale FM modulatie-methode, met een draaggolf die aan de bovenkant van het spectrum ligt en een modulatie-index die kleiner is dan 1 (het 'Low Carrier Frequency Modulation'

Fig. 1 Luminantie opname/weergave karakteristieken.



stelsysteem). Daarbij worden (fig. 1b) zowel een bovenzijband (USB) als een onderzijband (LSB) geproduceerd: het opname/weergave proces versterkt de LSB en onderdrukt de USB.

Een typische eigenschap van deze manier van moduleren/demoduleren is, dat de luminantie (Y)(helderheid) frequenties op de band worden geregistreerd als frequentie-gemoduleerd helderheids (Y-FM) signaal en dat de laagste Y-signalen worden opgenomen als hoge Y-FM signalen, dat wil zeggen dichtbij de draaggolf-frequentie en omgekeerd, aangegeven met de pijlen in de tekening. Dat proces wordt bij weergave uiteraard omgedraaid (fig. 1c).

Conventionele *niet* I-HQ recorders zijn gebouwd op een optimaal resultaat bij opname/weergave met de algemeen gebruikte normale banden. Nemen we nu een S-VHS band als voorbeeld van een echte High Grade band dan ziet de frequentiekarakteristiek er in het hoog aanzienlijk beter uit op de Y-FM frequenties (4 tot

6 MHz) ten opzichte van normale band (Akai referentie band). Deze Y-FM frequenties worden gereproduceerd met een veel betere draaggolf/ruis verhouding (C/N; C = Carrier = draaggolf) en dus ook een betere S/R afstand en een hoger signaalniveau, maar bevatten tevens de informatie van de lagere luminantie (Y) frequenties; en de lage Y-FM frequenties, die de hoge frequentie luminantie (Y) dragen, komen er in verhouding slecht vanaf. Dat komt door de karakteristiek van het frequentie modulatie-systeem op de lage draaggolf met de kleine modulatie-index, die een amplitude-modulatie begint te benaderen.

In figuur 2 is het resultaat zichtbaar voor de videosignalen (Y): het S-VHS Y-FM verloop stort op hogere frequenties in elkaar. Het subjectieve resultaat is, dat *niet* I-HQ recorders niet in staat zijn de potentieel betere kwaliteit van High Grade banden te benutten, waardoor een slechte resolutie en een bloedeloos beeld ontstaat, ondanks de hogere signaal/ruis afstand.

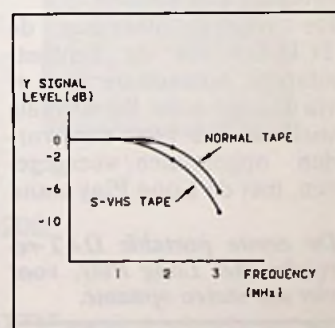


Fig. 2 Frequentieverloop van S-VHS band en normale band.

Ruis- onderdrukking

High Grade band biedt een veel hogere C/R afstand en minder ruis bij weergave. Anderzijds wordt voor huurbanden vaak normale band gebruikt die een aanzienlijk

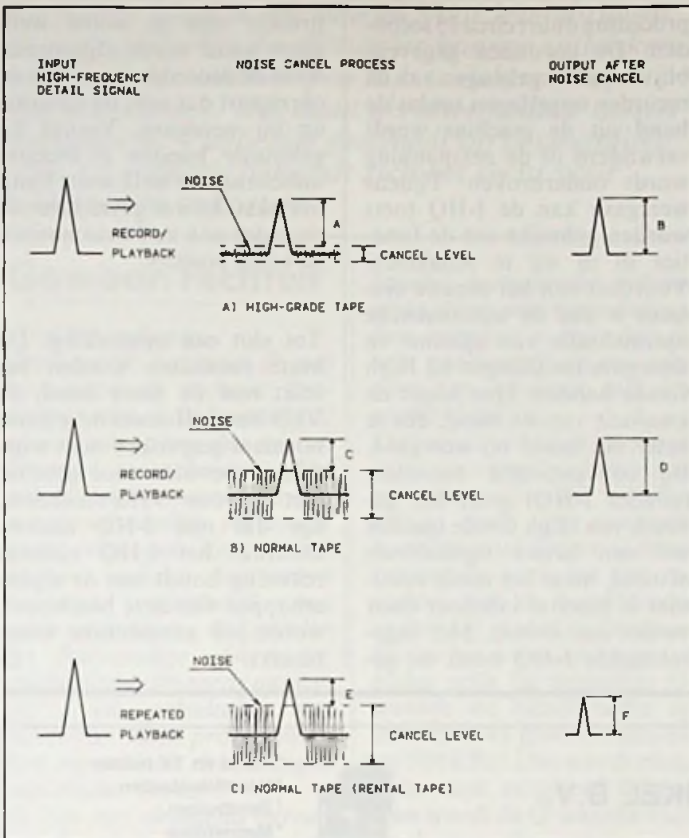


Fig. 3 Het effect van continue ruisonderdrukking en frequentie afval in 'gewone' VCR's bij verschillende typen band.

a. Met High Grade tape ligt het ruisniveau laag en de ruisonderdrukking vermindert onnodig de details. Daar het corrigeren van de frequentie karakteristiek betekent dat nog meer details verloren gaan, is het resultaat met High Grade tape zelfs nog slechter dan met normale band.

b. Met normale band wordt een optimaal resultaat verkregen.

c. Vaak gespeelde banden krijgen vaak niet de juiste ruiscorrecties. I-HQ herkent en corrigeert beide problemen, d.w.z. de afvallende hoogkarakteristiek van High Grade banden en de zeer uiteenlopende ruisniveau's van allerlei voorbespeelde banden.

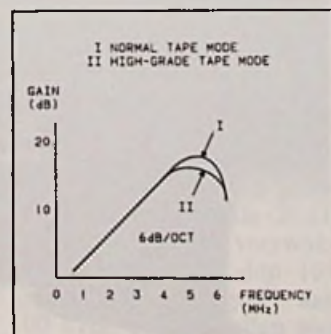
verlies aan Y-FM output laat zien ten gevolge van herhaald weergeven, wat tot hogere ruisniveau's leidt. Het ruisniveau wordt door een aantal factoren bepaald, waaronder het type band en het aantal malen dat de band is afgespeeld. Bij conventionele niet I-HQ VCR's gaan de ruisonderdrukking-schakelingen echter uit van constante ruisniveau's, weergegeven in figuur 3. Dat betekent, dat zodra het ruisniveau lager ligt dan het afsnijniveau ook signalen die details bevatten onnodig verloren zullen gaan waardoor een vlak beeld ontstaat. Dit is vergelijkbaar met audio, waar een passief ruisfilter wel ruis onderdrukt, maar ook hoge frequenties. Is het ruisniveau hoger dan het afsnijniveau, dan breekt de ruis erdoor en wordt zichtbaar.

De techniek

Om het frequentiegebied van High Grade tape te verbeteren, wordt de karakteristiek van de opname equalizer veranderd (binnen de grenzen van de VHS-norm), zodat compensatie wordt verkregen bij de opname, overeenkomstig de parameters die tijdens het automatische opname/weergave instelproces zijn vastgesteld. Bij weergave wordt ook het frequentieverloop van de luminantie piekversterker veranderd om de neiging tot afval op hogere frequenties tegen te gaan, wat een beeld met betere resolutie oplevert.

Om de betere detaillering te realiseren die High Grade banden kunnen bieden, wordt de deëmfasis van de beeld-

Fig. 4 Omschakeling Normal/High Grade luminantie piekversterker.



Functionies van Intelligent-HQ

* Omschakeling op twee posities voor de luminantie-correctie bij opname (normaal/High Grade). De equalizer blijft binnen de VHS-normen, en schakelt relatief ten opzichte van 0dB bij 3,8 MHz; 3 ± 1 dB bij 2 MHz en $6 \pm 1,5$ dB bij 1 MHz. Dat compenseert een deel van de afval die werd vastgesteld in de totale frequentiekarakteristiek van High Grade banden.

* Continu variabele instelling van de emphasis in de detail-correctie schakeling bij opname. Hoewel de ruisonderdrukking wordt teruggenomen bij gebruik van High Grade banden, wordt nog altijd een deel van de details gemaskeerd, zodat in dit geval de emphasis voor detailversterking wordt vergroot (binnen de grenzen van het VHS-systeem).

* Omschakeling op twee posities voor de luminantie piekversterking bij weergave (fig. 4). Ook hier wordt automatisch omgeschakeld tussen normale en High Grade banden. High Grade banden hebben een grotere hoogfrequent inhoud van het Y-FM signaal, zodat het terugnemen van het piekniveau van de luminantie-versterker de terugval van het helderheidssignaal tegengaat.

* Lineaire wijzigingen in ruisonderdrukking tijdens weergave (continu variabel, fig. 5). De ruisonderdrukking is continu variabel en afhankelijk van de band die weergegeven wordt; dat zorgt ervoor dat de details bij low-noise banden weergegeven worden, terwijl het hogere ruisniveau van veel gebruikte huurbanden wordt onderdrukt, zij het met enig verlies aan details. Anders gezegd, er is sprake van een automatische ruis-opheffings-regeling.

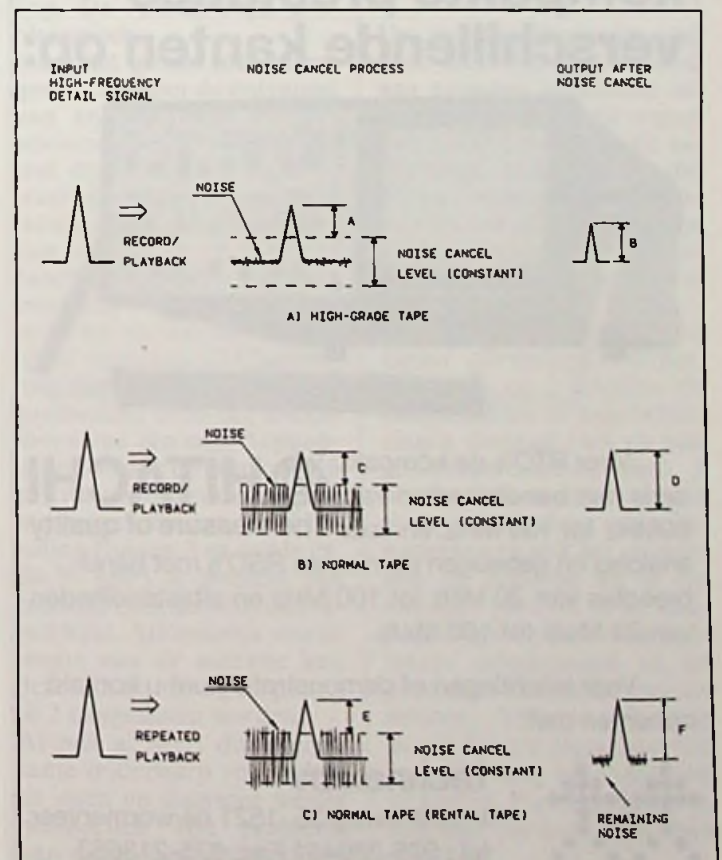
* Automatische In/Uit functie voor lijn-ruisonderdrukking bij weergave. De lijn-ruisonderdrukking zorgt tevens voor een onnodig verlies aan details in de beeldweergave, zeker bij de betere ruisafstand van High Grade banden. Door hier een uitschakeling in te bouwen kan dit effect worden opgeheven en wordt van deze banden een helderder en gedetailleerder beeld verkregen.

correctie vergroot bij opname (een lineaire regeling volgens de VHS-norm). De ruisonderdrukking bij weergave wordt eveneens lineair variabel uitgevoerd, waarmee het niveau wordt verlaagd voor High Grade banden met een laag ruisniveau, terwijl het bij veel gebruikte banden meteen hoge

ruisniveau wordt verhoogd. Dat levert een betere ruisafstand op bij normale banden en een beter en gedetailleerder, levensechter beeld bij High Grade banden.

Werking

Om de werking te kunnen toelichten, moet onderscheid gemaakt worden in een vijftal functies (zie kader). De vijf functies werken alle



volledig automatisch en bieden een effectieve methode om de kwaliteiten van High Grade banden te benutten. Het resultaat is een betere resolutie en meer detail met High Grade banden.

Het gedrag van de videoband wordt vastgesteld aan de hand van het Y-FM uitgangsniveau. In de nieuwe Akai recorders met Intelligent-HQ wordt dit niveau vergeleken met een vooringesteld niveau in de microprocessor. Het verschil tussen het vooringestelde en het gemeten niveau resulteert in een spanning die wordt gebruikt om te schakelen tussen twee luminantie correcties, de lineaire emphasis in de detailversterker bij opname, de onderdrukking bij weergave. In/Uit schakeling van de lijnruisonderdrukking en de ruis-

Dit alles werkt geheel automatisch.

Automatische inregeling op banden wordt bij I-HQ toegepast als bij audiodecks. In dit geval wordt binnen de grenzen van het VHS-systeem het maximum uit de gebruikte banden gehaald. De opname-instellingen worden automatisch in de juiste positie gezet.

Zo worden ook de verschillende weergave-instellingen gemaakt, automatisch. De automatische instelling wordt gestart wanneer REC en I-HQ tegelijk worden ingedrukt. Eerst wordt twee seconden opgenomen, dan wordt automatisch teruggespoeld en twee seconden weergegeven, waarna de band wordt teruggespoeld en de recorder in opname/pauze blijft staan. Deze hele

procedure duurt circa 15 seconden. De gevonden gegevens blijven in het geheugen van de recorder opgeslagen totdat de band uit de machine wordt verwijderd of de netspanning wordt onderbroken. Tijdens weergave kan de I-HQ toets worden gebruikt om de functies in of uit te schakelen. Voordeel van het nieuwe systeem is dus de automatische optimalisatie van opname en weergave instellingen bij High Grade banden. Hoe hoger de kwaliteit van de band, des te beter het beeld bij weergave. Bij conventionele recorders (zonder I-HQ) geeft het gebruik van High Grade banden wel een betere signaal/ruis afstand, maar het totale resultaat is meestal inferieur door verlies aan details. Met ingeschakelde I-HQ hoeft de ge-

bruiker niet te weten welk soort band wordt afgespeeld, want de recorder signaleert en corrigeert dat zelf; bij opname en bij weergave. Vooral bij gehuurde banden is meestal onbekend om welk soort band het gaat. In dat geval kiest de recorder ook zelf automatisch de juiste posities.

Tot slot een opmerking: De beste resultaten worden bereikt met de beste band, S-VHS band. Hoewel deze band normaal gesproken moet worden aanbevolen voor gebruik met 'gewone' VHS-recorders, ligt dat met I-HQ anders. Doordat het I-HQ systeem rekening houdt met de eigenschappen van deze bandsort, wordt een aanzienlijke winst bereikt. □



Handelsonderneming ELECTRO CIRKEL B.V.

Postbus 56566, 3007 EB Rotterdam
Piekstraat 69, 3071 EL Rotterdam
Tel. 010 - 485 10 88, Telex 28647
Telefax 010 - 484 47 92

ALLEEN VERTEGENWOORDIGERS VOOR



- * Radio en TV buizen
- * Versterkerbuizen
- * Zendbuizen
- * Magnetrons
- * Klystrons
- * TR-cellen
- * Componenten

Veelal UIT VOORRAAD leverbaar tegen ZEER GUNSTIGE prijzen.
Vraag vrijblijvend offerte.

**Bij Hitachi kunt u voor
kompakte prestaties
verschillende kanten op:**



Voor RTO's de compact serie met bandbreedten van 60MHz tot 100 MHz, en voor analoge en geheugen de nieuwe RSO's met bandbreedtes van 20 MHz tot 100 MHz en aftastsnelheden van 20 Ms/s tot 100 Ms/s.



The measure of quality

Voor inlichtingen of demonstratie kunt u contact opnemen met:



technex bv

Industrieweg 35, 1521 ne wormerveer
tel.: 075-289461 Fax: 075-213663

LET 'S TANGO

COMPUTER AIDED DESIGN
FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS

Komplete lowcost CAD software voor de PC van ACCEL Technologies.

Vraag om documentatie of één van onze DEMO-pakketten !!

Geheel vrijblijvend

- ☑ Schema's tekenen
- ☑ Print ontwerp
- ☑ Autorouting
- ☑ SMD toepassing
- ☑ Programmable logic design, test, simulatie
- ☑ Digitale simulatie

- TANGOSchematic
- TANGOPCB (-PLUS)
- TANGORoute (-PLUS)
- TANGOSMT PLUS
- TANGOPLD
- for PAL, PLD, PLA etc.
- SUSIE(-TIM)

Inlichtingen: Alopex Elektronika, Voorburg.
Tel. 070 - 3855704, Fax 070 - 3851293



Electronic Mail is een rubriek voor lezersbrieven en voor artikelen die discussies kunnen uitlokken over actuele onderwerpen m.b.t. elektronica/elektrotechniek. Het dient als intermediair tussen vakgenoten. Publicatie geschiedt op persoonlijke titel. De redactie behoudt zich het recht voor bijdragen in te korten.

Gewoon rechtuit

Geachte redactie, Persoonlijk herinner ik mij nog goed de rechtuit ontvanger met de befaamde 402 spoel (z er spijtig dat Amroh die niet meer levert!). Een goede draadantenne was - en is - noodzakelijk. Nu zou ik graag nog een keer een 3 kring rechtuit ontvanger bouwen, gedeeltelijk met oude materialen - 402 spoelen en drievoudige afstemcondensatoren zijn reeds aanwezig - en gedeeltelijk met moderne. Mijn probleem is: hoe moet ik de drie kringen aan elkaar 'breien'?

Ik doe een dringend beroep op de jubilaris om dit jaar nog  en keer deze ontvanger te behandelen, onder het motto 'Gewoon rechtuit'.

*L. Hulshof,
Exterveense Kom.*

Uw gedachtengang heeft enige aantrekkelijke punten, maar er zijn ook een aantal bedenkingen. De hele onderliggende gedachte is uiteraard het bereiken van een optimale kwaliteit; hierbij moet u wel bedenken, dat de audio-bandbreedte op de midden- en lage frequentie beperkt is tot 4,5 kHz, zodat van HiFi geenszins sprake is. Voorts ontbreekt uiteraard de mogelijkheid van stereo-ontvangst. Daarom vragen we ons af of dit hele project wel zinvol is! De situatie met betrekking tot de middengolf is drastisch gewijzigd in vergelijking met 'vroeger'. De audio-bandbreedte is strikt beperkt, terwijl vrijwel alle beschikbare kanalen tussen de 2000 en 500 kHz zijn 'gevuld'. Dit houdt in, dat ook de ontvanger een bandbreedte moet hebben die niet groter is dan 9 kHz om onderlinge storingen te vermijden. Bovendien zijn de vermogens enorm toegenomen (600 kW is al geen uitzondering meer) zodat de kans op onderlinge storing enorm groot is. Voegt men hieraan toe de fading-verschijnselen aan de hoge zijde van de band met de

daarbij optredende vervorming door selectieve-fading, dan begrijpt u wel, dat de hele middengolf uit een oogpunt van kwaliteit zeer onaantrekkelijk is.

Om tot een redelijk storingsvrije ontvangst te komen, is een super absoluut noodzakelijk door de constante bandbreedte! Iedere rechtuit ontvanger heeft het enorme nadeel, dat de bandbreedte evenredig is met de frequentie van het ontvangen signaal, zodat zelfs bij eenzelfde Q-waarde de bandbreedte op 2000 kHz 4x groter is dan die op 500 kHz! Dat wordt maar al te vaak vergeten! Bovendien wordt de Q-waarde voor de hogere frequenties nog slechter, zodat het effect 'dubbel-op' gaat.

U kunt deze situatie niet vergelijken met die van voor de oorlog, toen de middengolf, vooral overdag, nog lang niet gevuld was en de storingen maar op de koop toe werden genomen!

Een rechtuit ontvanger is daarom alleen geschikt voor de ontvangst van enkele, sterke lokale zenders!

Een afstembaar bandfilter is in feite een 'onding'; het is onmogelijk over het hele bereik de optimale bandbreedte te houden door de variabele koppelfactor k ; de voorwaarde is namelijk dat $kQ = 1$ (kritische koppeling). Deze k -factor hangt af van de afstemcapaciteit en neemt toe met kleinere waarden van deze afstemcondensatoren; hierdoor neemt de bandbreedte nogmaals toe! Werkelijk goede meetapparatuur zoals een zwaai-generator (wobulator) in combinatie met een goede scope is onontbeerlijk.

De ellende met een afgestemde kring is, dat de bandbreedte aan de voet veel groter is dan die aan de top (-3 dB) punt! Is de -3 dB bandbreedte bij voorbeeld gelijk aan 10 kHz, dan zal de -20 dB bandbreedte (10x verzwakking) niet minder dan 10x groter zijn ofwel gelijk aan 100 kHz! Hierin vallen niet

minder dan 10 omroepzenders, zodat het geheel wel wat lawaaiig wordt.

Met meer afgestemde kringen worden de flanken uiteraard wel wat steiler, maar ook met drie afgestemde kringen redde we het niet; Hierbij komt nog steeds het fundamentele probleem, dat ook de -3 dB bandbreedte lineair toeneemt met de afgestemde frequentie.

U heeft niet vermeld of u dit project met buizen, halfgeleiders of IC's wilt uitvoeren; dat maakt uiteraard een enorm verschil uit. Bij de halfgeleiders kunnen we nog kiezen uit HF transistoren in g.e.s. of g.b.s. FET's en MOSFETS, keuze genoeg! De buizen zijn uiteraard verrewer in het voordeel; grotere versterking, geringe terugwerking, kleine in- en uitgangsimpedanties; dit maakt het ontwerpen veel eenvoudiger. Bovendien is het mogelijk, via een diode detector, al dan niet gecombineerd met dempings-reductie op het detector-circuit, een effectieve Automatische Sterkte-Regeling op te zetten. Zelfbouw met halfgeleiders wordt in het algemeen ontraden vanwege de problemen met de terugwerking (e.v. neutrodyne) en de aanpassings-problemen, afhankelijk van de gekozen schakeling. De A.S.R. blijft problematisch.

Daar het geheel toch alleen geschikt is voor de ontvangst van enkele sterke zenders adviseren we de afstemming met druktoetsen te regelen, waarbij steeds een optimale instelling van het bandfilter kan volgen.

Mocht u toch een continue instelling wensen, dan adviseren we om met het bandfilter te beginnen. De 'aanstoting' kan via de wikkeling 5-6 geschieden; door het combineren van een cap. 'topkoppeling' tussen de punten 4 (10 pF variabel, een draadtrimmertje) en een cap. voetkoppeling (tussen 3 en aarde ca. 20-30 kpF) is wellicht een redelijke doorlaatkromme bereikbaar. Afhankelijk van de lengte van de antenne kan deze aan de ingang op punt 1 of 2 aangesloten worden.

Al met al heeft dit interessante onderwerp veel haken en ogen en daarmee weinig perspectief. Het probleem van de onvoldoende selecti-

viteit blijft namelijk bestaan. Desondanks zijn we zeer benieuwd naar uw resultaten.

Informatie over SMD hoog nodig

Geachte redactie, Uw intentie om in RB Elektronica het gehele productie- en assemblage traject voor SMD te behandelen, is ons zeer welkom. Uw eerste aflevering is door ons dan ook zeer op prijs gesteld. Met name maatvoering, typenummers en coderingen zijn gegevens die in de praktijk moeilijk bij elkaar te krijgen zijn.

Iets wat nog veel moeilijker te bepalen is, zijn de aspecten voor SMD en print lay-out. Vorm en afstand van eilanden, afwerking en isolatieafstand voor golf-, vapour-flow- en infrarood solderen zijn nauwelijks gestandaardiseerd of zijn bij verkeerde dimensionering aanleiding tot kortsluitingen en andere problemen.

Gaarne zie ik dat U in Uw serie nog wat nader ingaat op deze problematiek en een ander illustreert met evenveel concrete informatie (in tabelvorm?) als in het eerste deel. G. Gremmen, Prosounds Datacomms, Delft.

Uw reactie illustreert nog eens duidelijk de behoefte aan grondige praktische informatie over het hele traject van SMD productie- en assemblage. Een behoefte die wij bij veel lezers uit de industrie en ook uit het onderwijs hebben waargenomen en aanleiding was voor deze serie artikelen.

Inmiddels is de reeks al een aantal afleveringen verder. In deel 1 en 2 stonden de componenten en hun behuizingen centraal (wel en niet gestandaardiseerd), deel 3 was gewijd aan verpakkingen en voorraadbeheer van componenten en ook het ontwerpen en solderen en in dit nummer (deel 4) is er aandacht voor de bouw van prototype schakelingen en de productie van kleine reeksen printen. Volgens planning wordt de serie afgesloten met een aflevering over reparatie en kosten. Hiermee hopen we ook aan Uw wens te hebben voldaan.

Wegwijs in Surface Mounting Assembly (4) Prototypes en klein-serie produktie

Na het ontwerpen van een SMD-print (RB Elektronica 5/91) volgt de prototype- en productiefase. Eigenhandige produktie van grote series schakelingen is voor kleine bedrijven volstrekt onrendabel. Maar vaak heeft men series van enige honderden stuks nodig, waarbij het noodzakelijk is vóór produktie een aantal prototypes te bouwen. Dat soort werkzaamheden kan wel in eigen bedrijf gebeuren. Dit marktoverzicht toont dat de noodzakelijke apparatuur voor klein-serie produktie niet zo duur is en bovendien bruikbaar is voor reparatie van defecte printen.

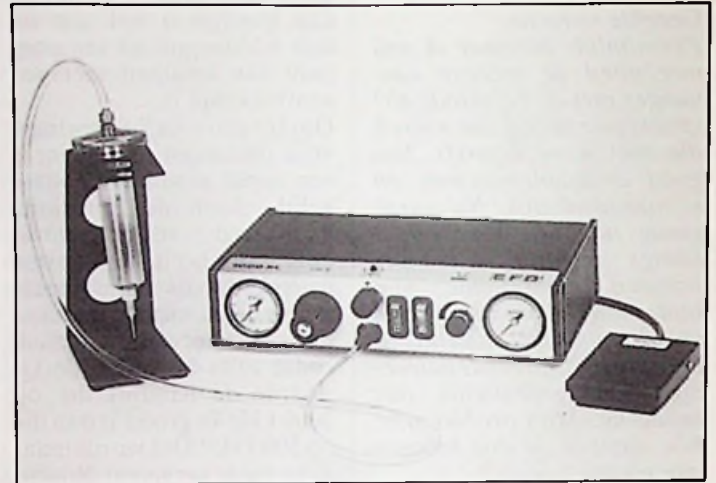
Voor produktie van grote series SMD-schakelingen zijn er gespecialiseerde bedrijven die SMD-printen naar klantenspecificatie kunnen leveren. Voor kleine series blijken er echter goede mogelijkheden te zijn om in eigen huis rendabel prototypes te bouwen, te produceren en te repareren. Deze inventarisatie maakt dat duidelijk.

Afb. 1 De LabSet M-dispenser voor soldeer pasta en lijm van Knürr.

Handmatig solderen

Kiest men voor een produktie volgens de in de vorige aflevering besproken reflow-methode, dan zal men eerst de soldeer pasta op de print moeten aanbrengen. Kiest men voor de golfsoldeertechniek, dan is de eerste fase in de produktie het aanbrengen van lijmdruppeltjes.

Voor prototype-bouw staan dan een aantal kleine doseer-



Afb. 2 Een doseerapparaat met ingebouwd compressortje van Weld-Equip.

apparaten ter beschikking, die in de meeste gevallen zowel voor lijm als voor soldeer pasta kunnen worden gebruikt.

In afbeelding 1 wordt de 'Lab-Set M-Dispenser' van het Duitse fabriek Knürr voorgesteld. Het apparaat bestaat in feite uit een kleine injectiespuit, die met perslucht wordt gevoed. Het geheel wordt bediend met een handige voetschakelaar. De dispenser kan 5 ml soldeer pasta bevatten, niet erg veel maar toch voldoende voor het aanbrengen van honderden pastahoopjes. Het bedieningskastje bevat een knop voor het instellen van de 'impulsbreedte' tussen 10 ms en 1 s. Daarmee regelt men uiteraard de hoeveelheid pasta die per keer wordt aangebracht. De luchtdruk is instelbaar tussen 0 en 8 bar en deze instelling hangt af van de viscositeit van de pasta. Tot slot bestaat nog de mogelijkheid het apparaat elke 1 tot 5 s automatisch te activeren, dus zonder gebruik te maken van de voetschakelaar. Dat bespaart een hoop bewegingen, maar eist wel de uiterste concentratie omdat men in de rusttijd de naald van de spuit precies op het volgende te behandelen plekje van de print moet hebben gericht.

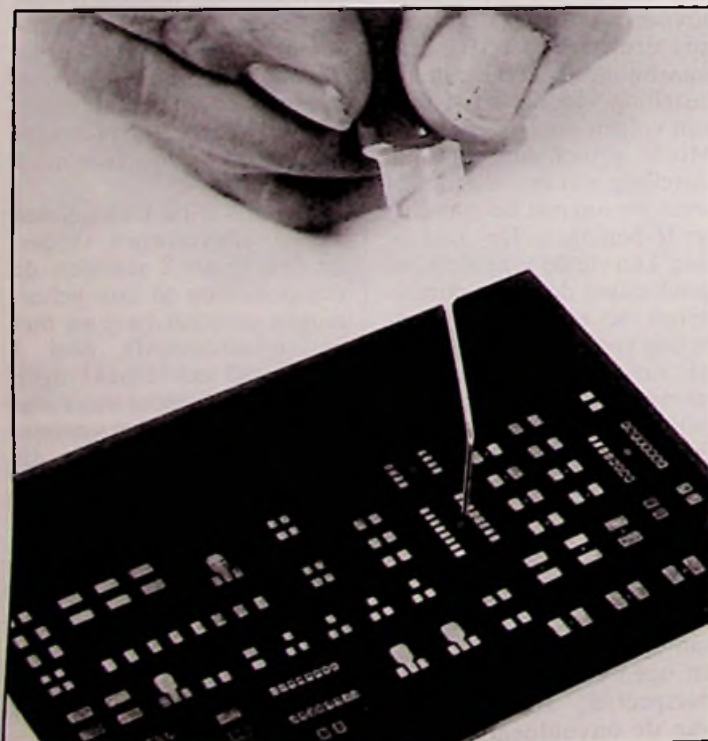
Na het beëindigen van een dosering wordt de soldeer pasta of de lijm door middel van een klein vacuüm in de naald gezogen, zodat het nadruppelen van de materie absoluut is uitgesloten.

Nadeel van dit apparaat is echter wel dat er geen ingebouwde compressor aanwezig is en dat de kast aan een in het bedrijf aanwezige persluchtleiding moet worden gekoppeld.

In afbeelding 2 is een soortgelijk doseerapparaatje geschetst, dat wél voorzien is van een interne compressor. Deze dispenser wordt geleverd door Weld-Equip. Dergelijke handdoseerapparaten zijn verkrijgbaar voor prijzen van rond de f 2.000,-.

Zeefdruktafels

Voor klein-serie produktie kan het rendabel zijn over te schakelen naar het automatisch aanbrengen van de pasta of de lijm. Verschillende fabrikanten leveren hiervoor kleine zeefdruktafels. Het principe van zeefdruk is al eeuwen oud; hierbij wordt gebruik gemaakt van een fijne zeef, die strak over een raam wordt gespannen. Tegenwoordig is deze zeef voorzien van een fotogevoelige laag, net zoals een fotoprint. Met dezelfde methoden wordt deze fotolaag belicht en de niet belichte delen worden weggespoeld. Daar waar dit gebeurt





Afb. 3 Een eenvoudige met de hand te bedienen zeefdruktafel voor het aanbrengen van soldeer pasta bij klein-serie productie.

komen de fijne mazen van de zeef vrij. Als men nu de zeef op een SMD-print drukt en aan de bovenzijde van de zeef met behulp van een rakel de soldeer pasta of de lijm over de zeef verspreidt, dan zal deze materie via de mazen van de zeef op de print terecht komen. Alle te behandelen punten worden dus in één arbeidsgang voorzien van pasta of lijm! Het zal duidelijk zijn dat deze techniek nogal wat voorbereiding vergt en bovendien de nodige ervaring vereist. In afbeelding 3 staat een kleine en eenvoudige zeefdruktafel van het fabrikaat FlatField Multiprint. Deze zeefdruktafel kost ongeveer f 3.000,- en moet volledig met de hand bediend worden. De maximaal te behandelen oppervlakte bedraagt 35 bij 25 cm. Uiteraard moet erg veel aandacht besteed

Afb. 4 De werkwijze bij het met de hand zeefdrukken van SMD-prints.



worden aan het precies positioneren van het zeefdrukraam ten opzichte van de print. Vandaar dat deze tafel zowel in de X- als in de Y-richting is voorzien van mikro-instelknoppen, terwijl het raam op dezelfde manier in de hoogte verstelbaar is. Het raam kan zeer snel met enige schroefknoppen op de tafel worden bevestigd. De ramen moeten uiteraard afzonderlijk worden aangeschaft. Deze zijn bespannen met een zeef die is voorzien van 0,1 mm dikke roestvrij stalen draad met een draadspreiding van 80 mesh. Dat is een eenheid die het aantal draden per inch aangeeft. De totale dikte van het gaas en de fotogevoelige laag bedraagt 220 micron.

De importeur biedt als service, dat een ontwerp kan worden opgestuurd en een belichte en ontwikkelde zeef wordt geleverd.

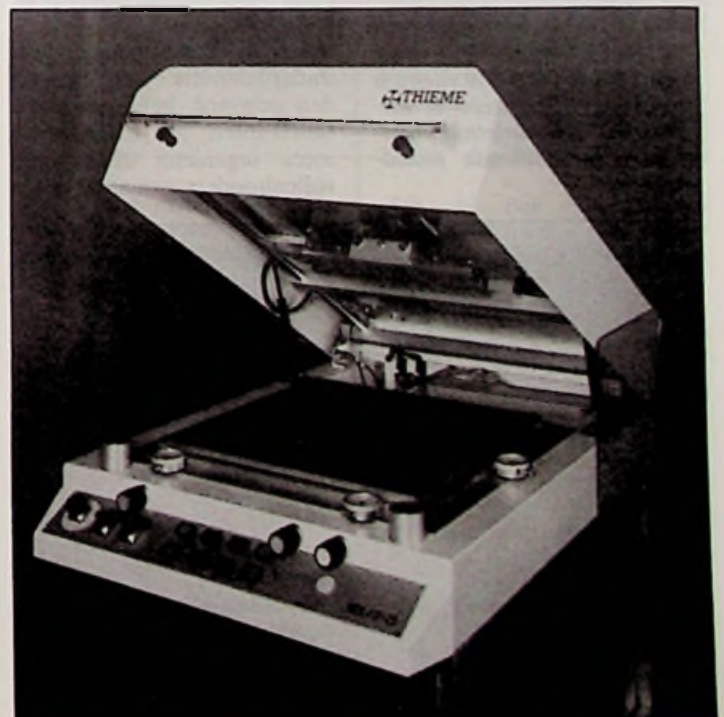
Hoe men met een dergelijke zeefdruktafel moet omgaan volgt uit afbeelding 4. Nadat het zeefdrukraam op de print is geperst en met de handels is vastgezet, verspreid men de soldeer pasta of de lijm met een zigzagvormige eenparige bewe-

ging van de rakel over het volledige oppervlak van de zeef. Nadien kan men de pasta weer naar achter schuiven en kan het raam opengeslagen worden.

Naast de zogenoemde RVS-screens zijn er ook fabrikanten die zweren bij geëtste metalen maskerzeven. Deze zijn uiteraard volledig vlak, volledig vrij van spanningen en hebben een zeer lange levensduur. Bovendien zijn zij opgewassen tegen alle mogelijke schoonmaakmiddelen, hetgeen van fotogevoelige zeven niet gezegd kan worden! Een bedrijf dat zich gespecialiseerd heeft in het leveren van dergelijke geëtste zeven is Mecco Etchform BV uit Hilversum.

Naast deze eenvoudige handbediende uitvoeringen, die onder andere ook door Bernstein, Weller en OK Industries worden gemaakt, zijn er uiteraard veel duurdere apparaten die het meeste werk volledig automatisch doen. Een voorbeeld van zo'n prijzig apparaat is de TES/S25 van Thiekme Elektronik (afb. 5). Het enige dat met de hand moet gebeuren is het in het apparaat plaatsen van de te behandelen print en het sluiten van de kap. Voor de rest gaat alles automatisch. De zeef wordt door middel van een vacuüm tegen de print gezogen, nadien zal een automatische rakel de pasta zeer gelijkmatig aanbrengen en gaat de zeef weer omhoog.

Afb. 5 Een volledig automatisch werkende zeefdruktafel van Thieme Elektronik.



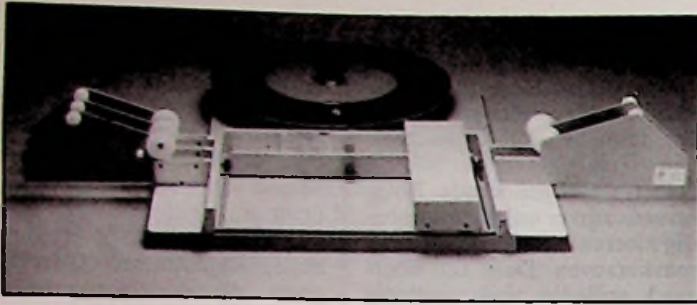
Een handigheid van dit apparaat is, dat de eerste druk op een transparante polyesterfolie wordt uitgevoerd. Nadien kan men de eerste print onder deze folie aanleggen en met behulp van micro-knoppen de print zo positioneren ten opzichte van deze folie (en dus ten opzichte van de zeef) dat de pasta op de folie precies samenvalt met de plekken op de print waar de pasta moet worden aangebracht.

Deze machine kan printen van 20 bij 25 cm bedrukken met een maximaal formaat voor de zeef van 46 bij 43 cm. De automatische rakel voert een pendelbeweging uit over maximaal 29,5 cm. De print is zowel in de X- als in de Y-richting over +/- 10 mm te verplaatsen. De snelheid van de rakelbeweging is instelbaar tussen 10 en 200 mm/s.

Het apparaat wordt geleverd met een ingebouwde vacuümpomp die een onderdruk van 6 bar kan opwekken.

Plaatsen en solderen

SMD-onderdelen zijn zo klein dat er voor de manipulatie speciale apparatuur vereist is. Op de eerste plaats betreft dat natuurlijk systemen die de aanvoer van de onderdelen verzorgen. Naast de reeds in de vorige aflevering besproken componenten-opbergsystemen, die ook gebruikt kunnen worden bij het aanbrengen van onderdelen, zijn er systemen in de handel waarop rechtstreeks



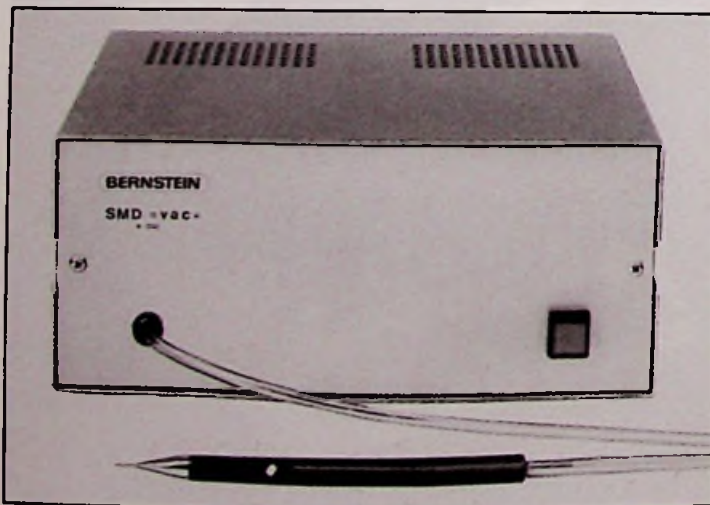
Afb. 6 De 'Board Holder SMT-810' van OK Industries kan worden uitgebreid met vier rollenmagazijnen.

verpakkingsrollen kunnen worden aangebracht.

Een voorbeeld van een goedkoop systeem is een door OK Industries ontwikkeld plaatsingsapparaat (afb. 6) dat in de basisuitvoering bestaat uit een carrousel en een printhouder. Het geheel is van geleidend materiaal gemaakt, zodat men geen hinder heeft van statische ladingen. In de carrousel is plaats voor 30 tot 60 verschillende onderdelen. Is dat niet voldoende of heeft men printen waar heel veel identieke onderdelen op worden aangebracht, dan kan men links en rechts maximaal twee rollen aanbrengen. Deze 'Board Holder' heeft dus zelf geen mogelijkheid om de onderdelen te plaatsen.

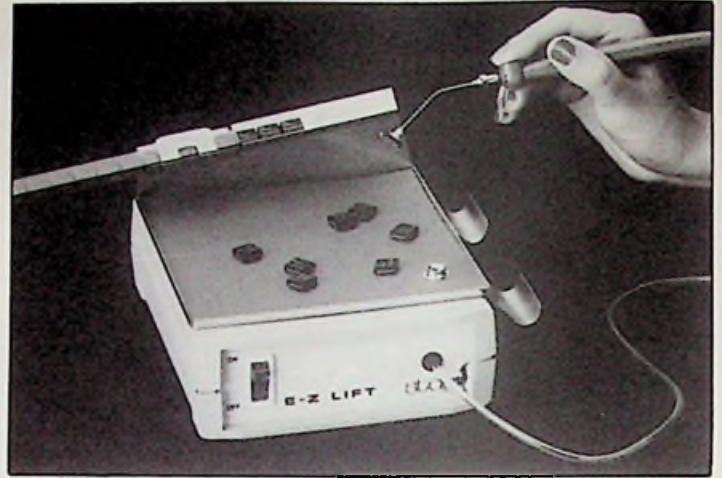
Daarvoor moet men dan een beroep doen op zuigpipetten, waarvan er een is weergegeven in afbeelding 7. Deze VAC 9-550 van de bekende fabrikant Bernstein bevat een klein vacuümpompje dat een onderdruk van 0,4 bar opwekt. Via een slangetje wordt lucht aanzogen uit een pipetje met een

Afb. 7 De VAC 9-550 vacuüm pomp van Bernstein is uitgerust met een miniatuur pipetje met verschillende mondstukken.



zeer klein zuigmondje. Er worden diverse soorten zuigmondjes geleverd. Sommige zijn voorzien van een uiterst klein rubberen profieltje, zodat ook ronde onderdelen goed opgezogen kunnen worden. Natuurlijk moet de onderdruk wegvallen als men het onderdeel op de print heeft geplaatst. Dat gaat op de meest eenvoudige manier: in de pipet is een klein gaatje aangebracht dat men met een vinger moet afsluiten om een onderdruk te creëren en weer moet vrijlaten als de onderdruk moet wegvallen. Afbeelding 8 toont de 'E-Z Lift' van het Engelse fabrikaat Stag. Dit apparaatje is speciaal ontwikkeld voor het verwerken van statisch gevoelige IC's. Daarbij gaat de fabrikant er wel vanuit dat deze ook in de toekomst in stangen geleverd worden, hetgeen maar helemaal de vraag is! Het apparaat bestaat uit een houder voor een standaard stangenmagazijn, een tussenstation met een geleidende laag schuimrubber, waar de IC's uit het magazijn op vallen als men dit rechtop houdt en een vacuümpompje met zuigpipet. Let ook nu weer op het gaatje in de stift van de pipet waarmee de onderdruk wordt gecreëerd.

Voor het aanbrengen van onderdelen die op rollen worden geleverd, hebben diverse fabrikanten allerlei min of meer ingenieus uitgevoerde rollenhouders gemaakt, zoals



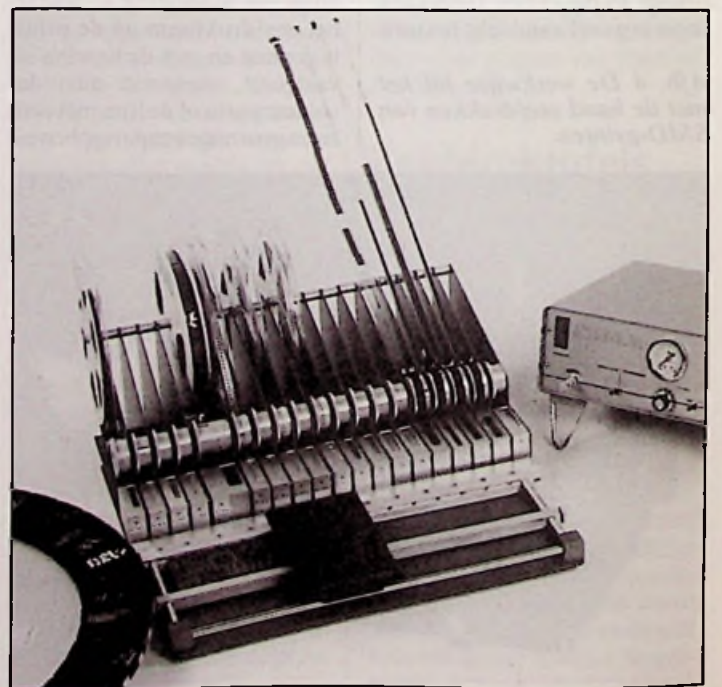
Afb. 8 Een speciaal stuk gereedschap voor het aanbrengen van statisch gevoelige IC's.

de 'Tape/Stickfeeder' van Weld-Equip (afb. 9). Dit systeem is modulair opgebouwd. Iedere unit kan op een basisplaat worden geklikt, zodat voor iedere schakeling het juiste aantal rollenhouders kan worden opgesteld. De rollenhouders zijn leverbaar voor rolbreedtes van 8, 12, 16, 24 en 36 mm, er zijn basisplaten beschikbaar die tot 20 units kunnen opvangen.

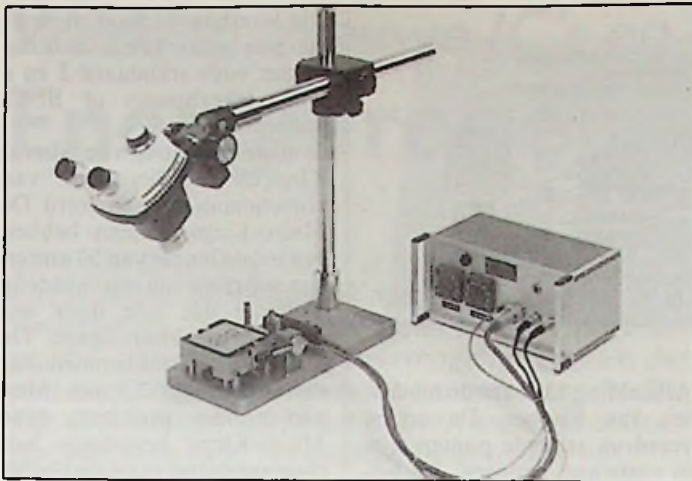
Micro-manipulators

SMD-componenten zijn zo klein dat het in feite niet goed

Afb. 9 Een modulair rollenmagazijn van Weld-Equip voor maximaal 20 rollenmagazijnen.



mogelijk is met de hand te plaatsen zonder vergrootglas of binoculaire microscoop. Dat geldt nog meer voor het solderen en desolderen van componenten op de print. Een iets scheef geplaatste component kan soms nog wel, maar iets te veel soldeer kan rampzalig zijn! Vandaar dat men in de praktijk eigenlijk niet zonder een zogenaamde micro-manipulator kan. Dat is een apparaat (afb. 10) dat bestaat uit een grondplaat met een zuil eraan bevestigd. De grondplaat is in de X- en de Y-richting zeer nauwkeurig over 20 mm te verplaatsen door een soort stuurknuppeltje. Op de zuil kan een vergrootglas of een binoculaire microscoop met ingebouwde puntbelichting worden bevestigd. Afhankelijk van de uitvoering van dit door Weld-Equip geleverde apparaat kan het geheel worden aangevuld met een vacuümaanzuiger die de printplaat rotsvast op de basisplaat kieft



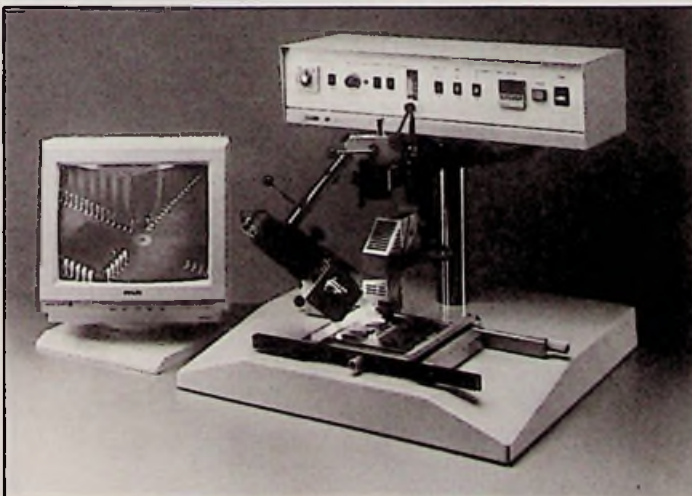
Afb. 10 Een micro-manipulator met binoculaire microscoop en een stuurknuppeltje voor het verplaatsen van de print.

of een speciale basisplaat met ingebouwde verwarming voor het solderen of desolderen van de onderdelen.

Bedrijven die goed in de slappe was zitten of indruk willen maken op bezoekers zouden kunnen overwegen een luxe micro-manipulator aan te schaffen met ingebouwde kleurentelevisie-camera en dito monitor (afb. 11). Dit door Planar geleverde apparaat beschikt uiteraard over alle denkbare faciliteiten, zoals een thermostatisch geregelde basisplaat, vacuüm aanzuiging van de print, zeer fijn gedoseerde hete lucht voor het lossolderen van componenten en een vacuüm pipet voor het aanbrengen of weer verwijderen van de onderdelen.

Natuurlijk kan het solderen veel eenvoudiger met bijvoorbeeld de 'Hotplate 100' van Weld-Equip (afb. 12). Met

Afb. 11 Een zeer dure micro-manipulator met ingebouwde camera en monitor.



deze tot 300 °C heet te stoken plaat kan men enkelzijdige printen volgens de reflow-techniek in één keer solderen. De procedure is zeer eenvoudig. Leg de te solderen print op het koude gedeelte van de plaat. Schuif deze nadien op het hete gedeelte. Als alle solderingen 'ge-reflowed' zijn kan de print retour naar het koude gedeelte om af te koelen. Beide platen hebben een afmeting van 20 bij 40 cm.

Voor het klein-serie werk kan men gebruik maken van eenvoudige reflow-ovens, zoals het model 'Techno HP-1' van FlatField Multiprint (afb. 13) dat slechts f 3.400,- kost. Het apparaat is gebaseerd op een pendelprincipe. Een printdrager transporteert de print met een instelbare snelheid door het apparaat. De oven is voorzien van een verwarmde onderplaat en van drie in het deksel aangebrachte infrarode lampen. De temperatuur van de onder- en de bovenverwarming is afzonderlijk instelbaar door middel van twee digitaal gecontroleerde thermostaten. De printdrager is vervaardigd uit hittebestendig Teflon. Door de instelbare temperaturen en transportsnelheid kan men het



Afb. 12 Voor het met de hand flowsolderen van proefprinten kan men deze 'Hotplate' van Weld-Equip gebruiken.

reflow-proces zeer precies instellen. Voordeel van een dergelijk apparaat is dat iedere print onder identieke condities wordt gesoldeerd, hetgeen natuurlijk niet gezegd kan worden van de eenvoudige warmteplaten.

Het besproken apparaat kan maximaal Euro-formaat printen (16 x 10 cm) verwerken. De temperatuur is instelbaar tot 300 °C, de transportsnelheid tussen 10 en 60 cm per minuut.

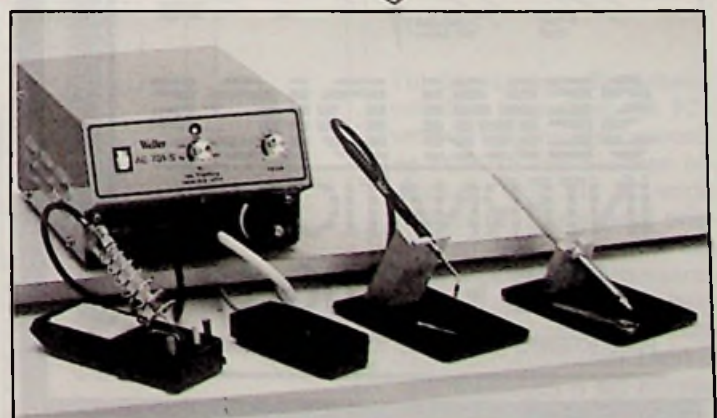
Laboratorium werkstations

Door diverse fabrikanten worden volledige werkstations geleverd, alleen geschikt voor het prototype- of reparatiewerk in het laboratorium. Deze apparaten bestaan uit drie units, namelijk een doseerspuitje voor de pasta, een vacuümpipet voor het plaatsen van de componenten en een hete-lucht soldeerbout voor het solderen. Van de vele apparaten die leverbaar zijn, wordt als voorbeeld de 'AG 701-S' van Weller besproken (afb. 14).



Afb. 13 Een eenvoudige automatische doorvoeren voor het solderen van kleine reeksen printen.

Afb. 14 Dit laboratorium SMD-werkstation van Weller bevat doseerspuit, zuigpipet en hete lucht soldeerbout.



Het apparaat bevat een gecombineerd vacuüm/perslucht systeem. De perslucht wordt uiteraard gebruikt voor de pasta-dispenser, het vacuüm voor het pipet. De AG 701-S moet met twee handen bediend worden. Op het bedieningskastje kan men met de linker hand een knopje indrukken voor het ejecteren van een druppel soldeer-pasta. Men een potentiometer kan men de ejectie-tijd instellen tussen 0,05 en 1,5 s. Daarnaast bevat het kastje ook nog twee drukknoppen waarmee men een stoot hete lucht uit de hete lucht soldeerbout kan laten stromen en waarmee het vacuüm van het pipet wordt ingeschakeld. Met de rechter hand moet men de drie gereedschappen vasthouden en positioneren. Enig nadeel van dit werkstation is dat de luchtstroom voor de hete lucht soldeerbout niet intern wordt gegenereerd, maar uit een extern aan te sluiten voorraadfles moet komen of uit een persluchtleiding. De temperatuur van de hete lucht is instelbaar tussen 50 en 500 °C.



Afb. 15 Deze testpennen van Fischer klemmen zich zelfs rond de aansluitingen van PLCC-IC's vast.

Schakelingen testen

Gesoldeerde SMD-prints moeten uiteraard worden getest! Ook daarvoor is speciale apparatuur beschikbaar. Wij beperken ons in dit overzicht tot de bespreking van enige handige miniatuur testpennen die respectievelijk door Fischer en door Hirschmann geleverd worden.

Afbeelding 15 toont de modellen van Fischer. De onderveerdruck staande punten zijn in ruststand gesloten. Bij het samendrukken van de pincetbenen worden de punten geopend en kan contact gemaakt worden met het meetpunt. De zogenaamde adelaarsneus voorkomt het afglijden van het meetpunt. De pennen zijn zo klein dat men zonder enig gevaar voor kortsluiting aan een pen van een PLCC-IC's kan meten. Deze testpennen

Afb. 16 Testpennen van Hirschmann met kleine krokodilbekjes of met naaldscherpe verende punt.

zijn leverbaar in rood en zwart en met naar keuze aansluitingen voor standaard 2 en 4 mm stekerbussen of BNC-connectoren.

In afbeelding 16 zijn de 'Micro-Kleps'en de 'Micro-Prüf' van Hirschmann geportretteerd. De Micro-Kleps pennen hebben een totale lengte van 54 mm en zijn voorzien van een tweedelig klauwtje dat zich door een druk op de knop opent. De maximaal te omklemmen diameter bedraagt 2,5 mm. Men kan zonder probleem twee Micro-Kleps bevestigen aan twee aansluitpennen die slechts 1,27 mm van elkaar staan. Ondanks deze kleine afmetingen kunnen deze testpennen toch 2 A verdragen bij een maximale spanning van 42 V. De Micro-Prüf stiften hebben een verend deel met een heel scherpe punt. Daardoor is het mogelijk door de beschermlak op de print heen te prikken. Door de veerwerking is de uitgeoefende druk constant. Beide onderdelen worden geleverd in het rood en in het zwart met een aansluiting voor een 0,64 mm steker. □

QA Technology TESTPENNEN

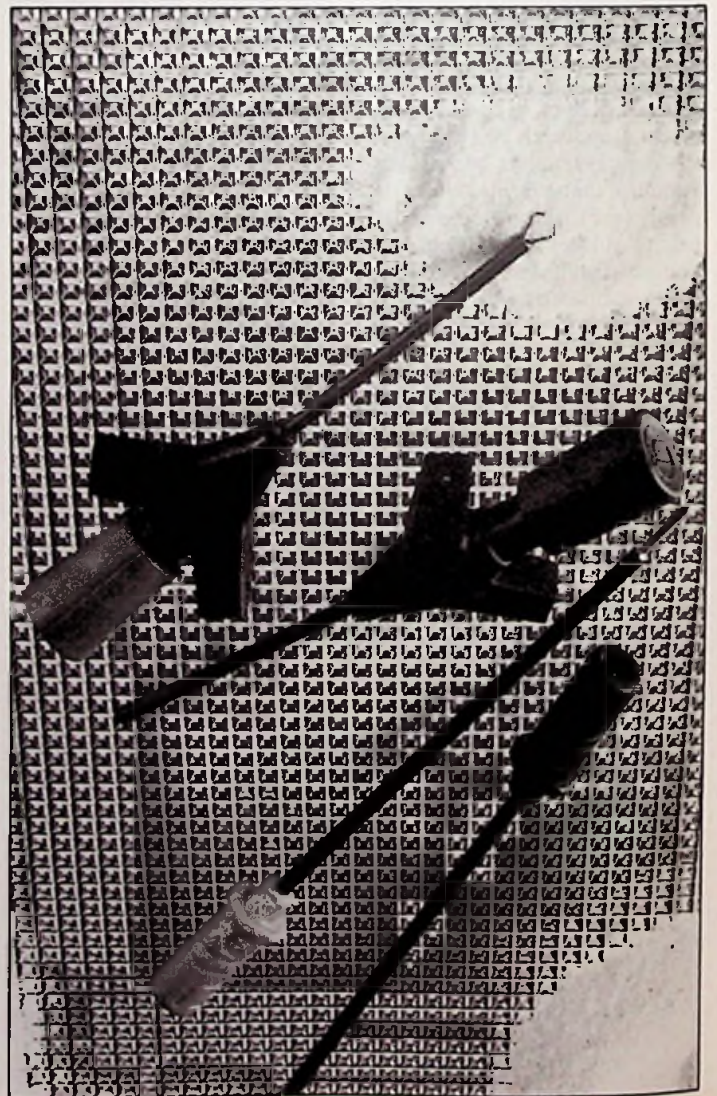
Probe Tip Styles

- | | | | |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01
1-Point Spear | 11
1-Point Spear | 06
6-Fluted Star | 40
Headless Spherical |
| 02
Cup or Concave | 14
Reduced Crown | 07
Center Point Crown | 41
Headless Spear |
| 03
3-Sided Chisel | 24
Self-Cleaning Crown | 08
Sharp 3-Needle | 43
Headless Chisel |
| 04
4-Point Crown | 30
Spherical | 09
9-Point Serrated | 44
Headless Crown |
| 05
5-Point Torch | 34
Reduced S-C Crown | 10
Flat | 49
Headless Serrated |

SEMI DICE INTERNATIONAL

075 - 28 06 18

PRODUKTIEWEG 121 POSTBUS 303 1520 AH WORMERVEER



Werking, nieuwe IC's en applicaties (vervolg)

Energiereregeling en -besparing

Bij energieregeling denkt iedere moderne elektronicus onmiddellijk aan triacbestuurde belastingen. Met een triac is het immers mogelijk vrijwel zonder verlies het vermogen te regelen dat aan een wisselstroombelasting wordt aangeboden. Op deze manier kan men het vermogen instellen dat aan motoren, verwarmingselementen en gloeilampen wordt aangeboden. In veel gevallen kan dat een aanzienlijke energiebesparing opleveren! Na de eerste selectie IC's van vorige maand dit maal het vervolg.

TDA1285A

De TDA1285A van Motorola werkt volgens het principe van de fase-aansnij besturing en is dus uitermate geschikt voor het regelen van het toerental (en het vermogen) van motoren. Dat het interne blokschema (fig. 16) veel ingewikkelder is dan het principiële blokschema van figuur 1 heeft te maken met het feit dat de schakeling veel extra's en verfijningen bevat. Zo zal de schakeling onderzoeken of de triac na het ontvangen van een gatepuls inderdaad ontsteekt. Is dat niet het geval, bijvoorbeeld doordat de motor een grote tegenspanning over de triac veroorzaakt, dan detecteert de

Fig. 16 Intern blokschema en aansluitgegevens van de TDA1285A.

schakeling dat verschijnsel en wekt een tweede ontsteekpuls op. Vervolgens wordt de maximale stroom door de motor op een veilige waarde begrensd, zodat de spoelen in de motor niet kunnen doorbranden als het apparaat om wat voor reden dan ook zou vastlopen. Het IC bezit een 'soft-start' faciliteit op pen 7, waarmee het mogelijk is het toerental van de motor bij verbinden met het net langzaam te laten stijgen tot de gewenste waarde (fig. 17). Tot slot bevat het IC schakelingen waarop men rechtstreeks magnetische Hall-sensoren kan aansluiten als men het toerental van de motor door middel van een terugkoppellus wil stabiliseren op een ingestelde waarde. Het IC wordt rechtstreeks uit het net gevoed via de onontbeerlijke voorschakelweer-

stand op pen 9 en levert een gestabiliseerde spanning van 20,5 V. De voedingsstroom bedraagt 7 mA. Op pen 5 kan een gelijkspanning tussen 0 en 12 V worden aangesloten waarmee men de snelheid van de motor kan instellen.

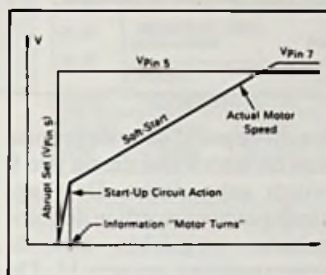
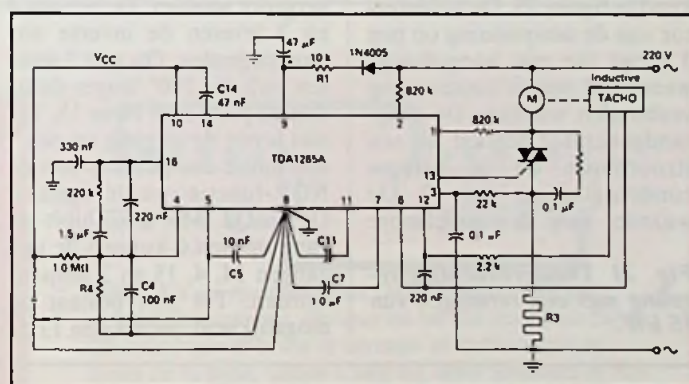


Fig. 17 Werking van de 'soft-start'-functie.

Fig. 18 Het regelen van het toerental van een wisselstroommotor.

De uitgang op pen 13 levert 100 μ s brede ontsteekpulsen voor de triac, waarvan de maximale stroomcapaciteit 70 mA bedraagt.

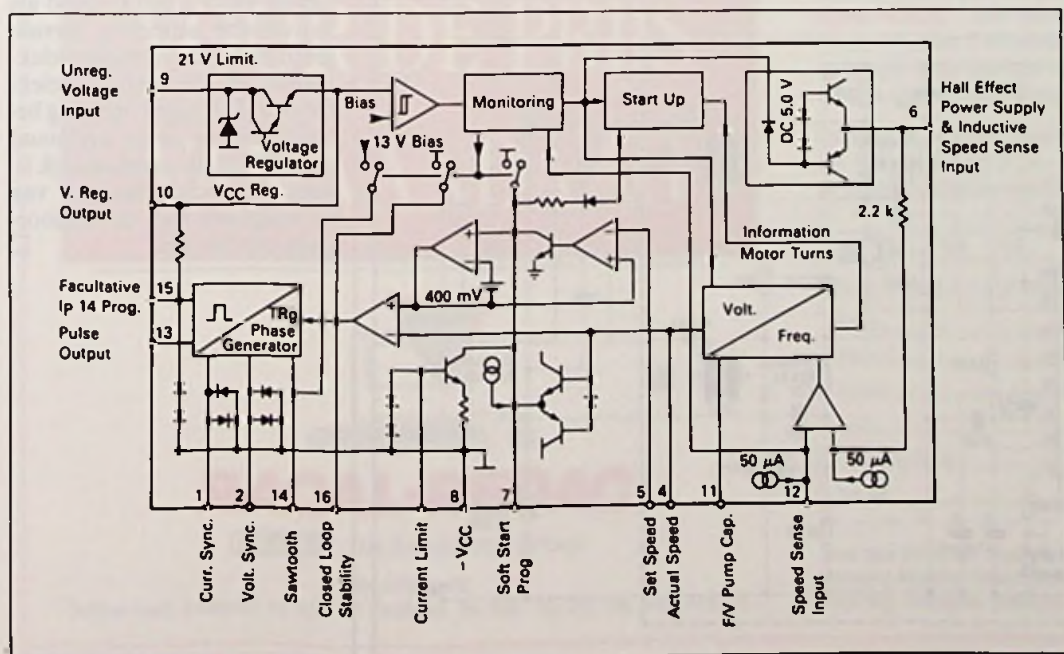
In figuur 18 is een voorbeeldschakeling rond de TDA1285A getekend, waarbij de snelheid van een motor wordt gestabiliseerd. Met de potentiometer die op pen 5 is aangesloten wordt de gewenste snelheid ingesteld. De snelheidsterugkoppeling ontstaat door het koppelen van een tachometer-generator aan de as van de motor. Deze generator levert een spanning af die recht evenredig is met de snelheid van de generator en dus van de motor. Deze terugkoppelspanning wordt aangeboden tussen de pennen 6 en 12. De schakeling stabiliseert het toerental van de motor binnen 1% tussen nul- en vollast. De regeling van



de schakeling kan uitgeschakeld worden door tussen de pennen 6 en 12 een vaste weerstand van 47 k Ω op te nemen. De motor wordt dan als het ware rechtstreeks met het net verbonden en gaat op volle snelheid draaien.

TCA785

Tot slot van deze alles behalve volledige bespreking van IC's voor vermogensregeling wordt de TCA785 van Siemens besproken. Ook dit IC werkt volgens het fase-aansnij principe en heeft als extra een groot aantal uitgangen waarop allemaal verschillende, maar wel onderling gesynchroniseerde pulsen verschijnen. Dankzij deze uitgangen is het bijvoorbeeld mogelijk twee anti-paral-



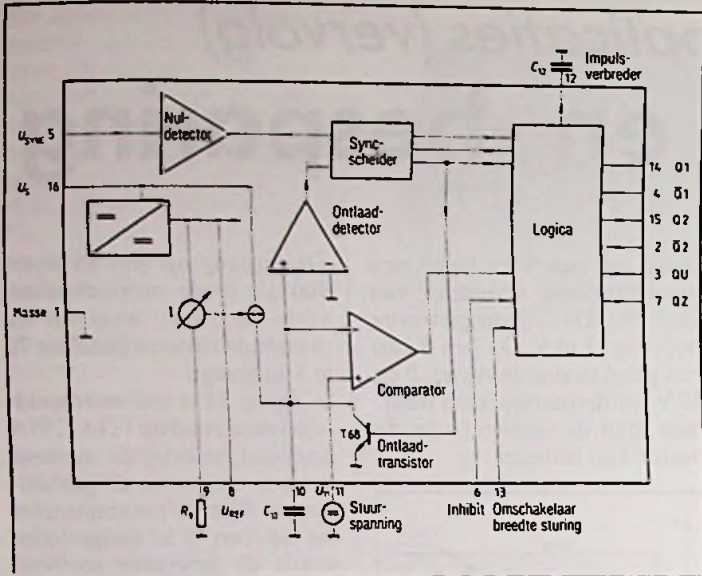


Fig. 19 Aansluitgegevens en intern blokschema van de TCA 785.

lel geschakelde thyristoren aan te sturen. Een oplossing die bij het regelen van zeer grote vermogens nog vaak wordt geprefereerd boven het gebruik van een zware triac. Het interne blokschema en de aansluitgegevens van dit in DIL-16 ondergebrachte IC zijn getekend in figuur 19. De nul-detector van de netspanning op pen 5 moet via een hoogohmige weerstand met de netspanning verbonden worden. De zaagtandgenerator bestaat uit een stroombron en de externe condensator op pen 10. De waarde van de laadstroom

Fig. 21 Theaterbelichtingsregeling met een vermogen van 15 kW.

wordt bepaald door de grootte van de weerstand die op pen 9 wordt aangesloten. De zaagtandspanning vergeleken met de stuurspanning op pen 11. Op de uitgangen van de pennen 14 en 15 verschijnen ontsteekpulsjes met een breedte van 30 μ s en een stroomcapaciteit van 250 mA. Door het aanbrengen van een condensator op pen 12 kan de breedte van deze pulsjes vergroot worden. De pennen 4 en 2 leveren de inverse uitgangssignalen. Op pen 3 staat een puls die 180° langer duurt dan de pulsen op 14 en 15. Tot slot levert de uitgang op pen 7 een pulsje dat gelijk is aan de NOR-functie van de signalen Q1 en Q2. Met de inhibit-ingang op pen 6 kunnen de uitgangen 14, 4, 15 en 2 gesperd worden. Tot slot bestaat de mogelijkheid om via pen 13 de

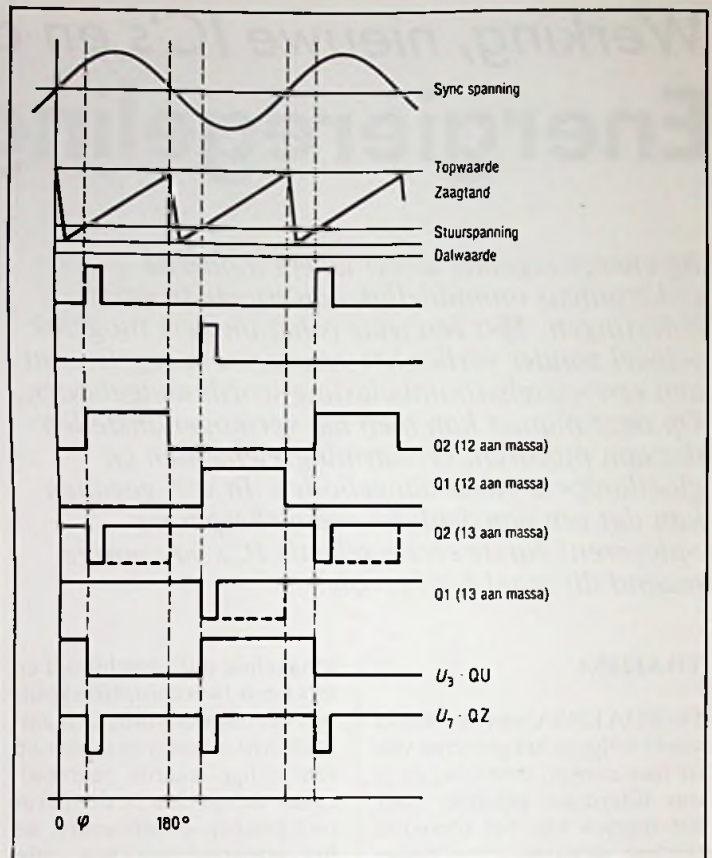
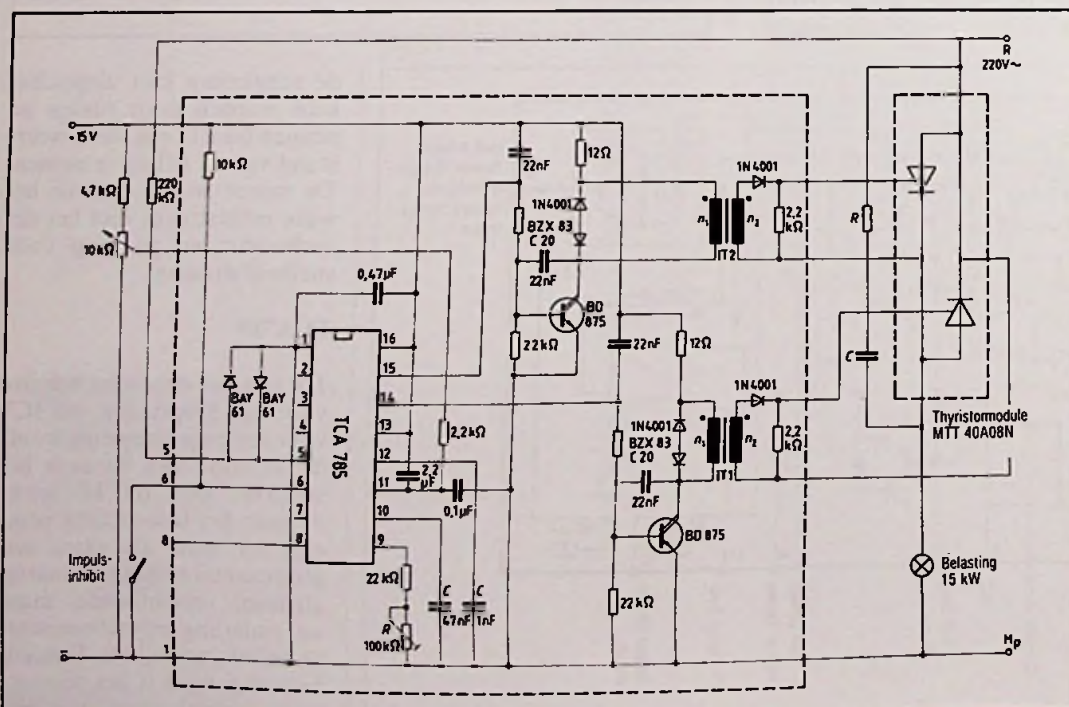


Fig. 20 Pulsendiagram van de TCA 785.

uitgangspulsen op de pennen 4 en 2 te verlengen tot de volgende nuldoorgang van de netspanning. Dat hele ingewikkelde verhaal kan nog eens grafisch bestudeerd worden aan de hand van de impulsdiagrammen van figuur 20. De schakeling voedt zichzelf uit de netspanning met een gestabiliseerde spanning van 18

V. Het stroomverbruik bedraagt 10 mA. In figuur 21 is een voorbeeldschakeling gegeven van een schakeling waarbij gebruik wordt gemaakt van twee antiparallel geschakelde thyristoren in plaats van een triac. Deze schakeling is in staat 15.000 W aan lichtvermogen te regelen en zou dus van groot nut kunnen zijn in schouwburgen, waar men vaak met dergelijke grote lichtvermogens te maken heeft. Door gebruik te maken van twee impulstransformatoren voor het sturen van de gates is een zo goed als galvanische scheiding gerealiseerd tussen de vermogenselektronica en de besturingselektronica. De enige koppeling bestaat immers uit de weerstand van 220 k Ω die noodzakelijk is voor het synchroniseren van de zaagtand met de nuldoorgang van het net. □

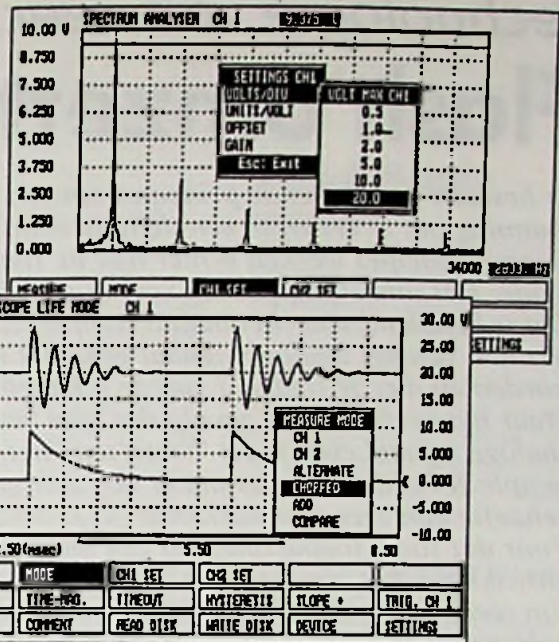


HANDYSCOPE meten met de PC



De HANDYSCOPE is een 12-bits interface box. De HANDYSCOPE kan direct op de parallelle printerpoort van een IBM-PC, XT, AT of PS/2 worden aangesloten. De HANDYSCOPE heeft geen aparte voedingsspanning nodig. De conversietijd van de HANDYSCOPE is 10 μ sec. De twee ingangskanalen zijn beveiligd tegen overspanningen. Softwarematig zijn de versterkingsfactoren van elk kanaal instelbaar (20, 10, 5, 2, 1 en 0,5 volt volle schaal). Het geïntegreerde software pakket bezit een oscilloscoop, een spectrum analysator, een voltmeter en een $X=f(t)$ penrecorder (alle apparaten zijn in twee kanalen uitgevoerd). De tijdbasis is instelbaar van 50 μ sec/DIV - 200 min/DIV. Het maximaal aantal data punten is 15.000. De software is menu gestuurd met zgn. "pop-up menu's" en ondersteunt Hercules, ATT400, CGA, MCGA, EGA, VGA monitoren.

Een demo diskette (Fl. 10,00 voor particulieren en gratis voor bedrijven en instellingen) + documentatie van de HANDYSCOPE is te verkrijgen d.m.v. een briefkaart of een Fax-bericht te sturen o.v.v. DEMO-HANDYSCOPE.



Het HANDYSCOPE pakket bestaat uit:

- Een 12 bits interface box met B.N.C. connectoren.
- Een compleet data-acquisitie software programma.
- Twee oscilloscoop probes (omschakelbaar 1:1, 1:10).

Het complete pakket wordt geleverd voor een prijs van Fl. 840,00 excl. b.t.w. De HANDYSCOPE wordt uit voorraad geleverd.

Nederland:
De Muiderkring B.V.
Postbus 313
1380 AH Weesp
02940-15210

België:
De Muiderkring/De Greef
Postbus 4
1070 Brussel 7
02-5214190

CADSTAR 6

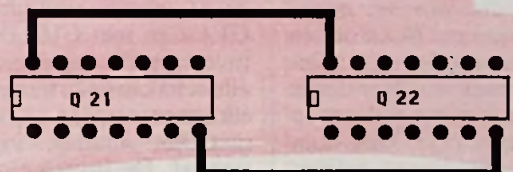
**TECHNOLOGIE
VAN MORGEN
VOOR DE PRIJS
VAN VANDAAG**



RACAL-REDAC

RACAL The Electronics Group

Racal-Redac BV
Gebouw Reaal, Fellenoord 45, 5612 AA Eindhoven. Tel. 040 - 447780, Fax. 040 - 448300.



CadStar 6 is een zeer geavanceerd CAE/CAD systeem voor een welhaast alledaagse prijs. Alle fasen van het EDA proces, van CAD en CAE oplossingen tot en met de fabricage- en testfase komen nu binnen uw PC bereik. CadStar 6 biedt nog betere Schematics en PCB layout faciliteiten plus zeer geavanceerde autorouting.

Vanaf f 4.500,-. Voor ontwerpers van high power of high frequency circuits is CadStar 6 de oplossing. Bovendien bevat CadStar 6 een opmerkelijk aantal interfaces naar third party CAM en simulatie-software alsmede Racal-Redac Visula software.

CadStar 6 zal elke elektronica ontwerper overtuigen. Vraag snel een demo-pakket aan (f 25,- verzendkosten) bij Racal-Redac, de grootste leverancier van PCB/CAD systemen ter wereld!

D E M O - P A K K E T

Graag ontvang ik zo snel mogelijk het CadStar 6 demo-pakket.

Naam _____ M/V

Bedrijf _____

Functie _____

Adres _____

Postcode/Plaats _____

Tel. no. _____ rb

Stuur deze bon in een ongefrankeerde envelop naar Racal-Redac BV, Marketing Afdeling, Antwoordnummer 10550, 5600 WB Eindhoven, Nederland.

Technologie van zeer snelle A/D-omzetter

Flash omzetter

Er bestaan verschillende principes om een analoge spanning om te zetten in een digitale code. De meeste principes werken echter niet in 'real time' mode. Het omzettingsproces kost dus meer tijd. Dat is bepalend voor het aantal samples dat per seconde van het analoge signaal gemaakt kan worden en dus de snelheid van de schakeling. Maar het heeft ook tot gevolg dat men het analoge signaal even moet 'bevriezen' met een sample & hold. Toch bestaat er een zeer grote behoefte aan zeer snel werkende A/D-omzetter. Voor dat soort toepassingen is een nieuw principe ontwikkeld, het zogenaamde 'flash' principe. Er zijn reeds vele schakelingen op de markt die volgens dit systeem werken. In twee delen (technologie en marktoverzicht) wordt deze nieuwe generatie omzetter uitgebreid besproken.

Snelle ADC's zijn tegenwoordig in vele systemen en apparaten noodzakelijk. Het ligt voor de hand dat er een grote behoefte aan dergelijke schakelingen bestaat bij ontwerpers van digitale oscilloscopen. Hoe sneller de ADC immers werkt, hoe hoger men de bandbreedte van het apparaat kan maken! Maar ook in de moderne video- en computertechniek wordt er steeds vaker een beroep gedaan op flash omzetter. Men kan tegenwoordig voor prijzen tussen f 1.000,- en f 10.000,- uitbreidingskaarten kopen waarmee men met videocamera of videorecorder opgenomen beelden kan digitaliseren in de computer. Deze gedigitaliseerde plaatjes worden nadien onder een van de standaard grafische formaten (.GIF, .PCX, .TIF, .IMG) opgeslagen op de harde schijf en zijn dan beschikbaar voor verwerking in desktop publishing programma's of grafische/tekstuele databases. Op deze manier kan bijvoorbeeld een makelaar een beeldarchief aanleggen van alle huizen die te koop staan.

Dergelijke computertoepassingen worden een zeer grote toekomst voorspeld. Maar dan is het wel noodzakelijk dat de 50 videobeeldjes, die per seconde naar het systeem worden gestuurd, even snel gedigitaliseerd kunnen worden! Dergelijke real time

digitalisering is alleen realiseerbaar met snelle flash omzetter.

Principes

De principiële werking van een flash omzetter is in feite zeer eenvoudig (fig. 1). De schakeling bestaat uit een groot aantal comparatoren C1 tot en met C16. De niet-inverterende ingangen van alle schakelingen hangen aan elkaar en worden verbonden met het analoge ingangssignaal. De inverterende ingangen zijn aangesloten op een weerstandsdeler, die is samengesteld uit 16 identieke weerstanden. De uitgangen van de comparatoren gaan naar een ingewikkelde poortschakeling, die uit de 16 uitgangssignalen van de comparatoren een vier bit brede digitale code genereert.

De serieschakeling van de weerstanden is aangesloten tussen twee referentiespanningen U_{REF+} en U_{REF-} . In de meeste gevallen is U_{REF-} gelijk aan 0 V. Omdat alle weerstanden even groot zijn, is het logisch dat over iedere weerstand even veel spanning valt en wel het verschil tussen de twee referentiespanningen gedeeld door zestien. Als U_{REF+} 16 V is en U_{REF-} 0 V, dan valt er over iedere weerstand een spanning van precies 1 V. Deze spanning noemt men de drempelspanning U_d van de flash omzetter.

De werking van de schakeling wordt toegelicht aan de hand van de grafieken in figuur 2. In deze grafiek laat men de ingangsspanning langzaam lineair stijgen van een waarde die kleiner is dan de onderste referentiespanning tot een waarde die groter is dan de bovenste referentiespanning. In eerste instantie staan dus de niet-inverterende ingangen van alle comparatoren op een spanning die kleiner is dan de spanningen op de inverterende ingangen. Het gevolg is dat alle uitgangsspanningen 'L' zijn.

Op tijdstip t_2 wordt de analoge ingangsspanning gelijk aan de spanning die aanwe-

zig is op de inverterende ingang van de onderste comparator. Het gevolg is dat deze schakeling omslaat en een 'H' op de uitgang zet. Naarmate de ingangsspanning verder stijgt, zullen steeds meer comparatoren omslaan en hun uitgang naar 'H' sturen.

Het gevolg is dat er op de 16 uitgangen even veel verschillende code-combinaties van 'L' en 'H' kunnen ontstaan. Iedere code-combinatie komt overeen in het ingangsspanningsbereik dat bepaald wordt door de waarde van de drempelspanning U_d . De waarde van de ingangsspanning wordt dus in dit eenvoudige

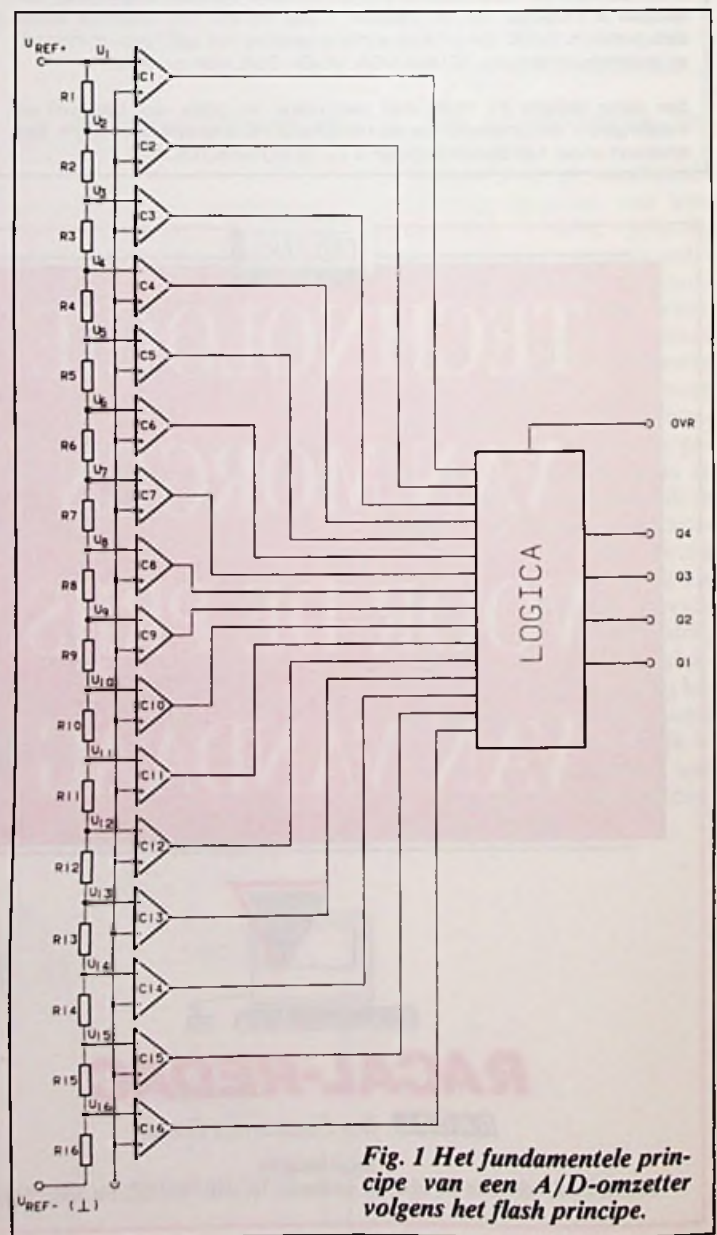


Fig. 1 Het fundamentele principe van een A/D-omzetter volgens het flash principe.

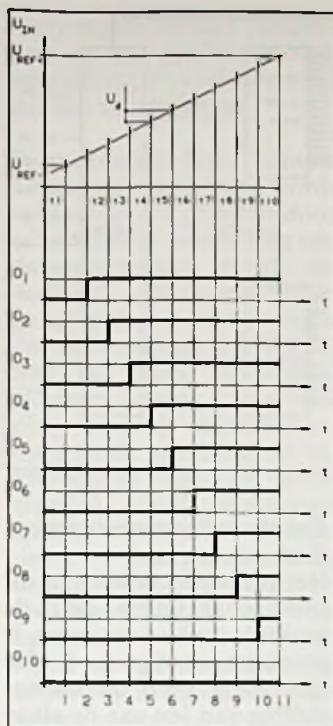


Fig. 2 De werking van de fundamentele schakeling grafisch toegelicht.

voorbeeld omgezet in 16 digitale codes op 16 lijnen. Het zal duidelijk zijn dat met de juiste decodeerlogica deze 16 codes op 16 lijnen kunnen worden omgezet in 16 codes op 4 lijnen.

Deze schakeling is dus een vier bit brede analoog naar digitaal omzetter, die de waarde van de analoge ingangsspanning omzet in een binair woord van vier bit breed.

Voor het bestrijken van het bereik zijn in feite slechts 15 comparatoren noodzakelijk. De bovenste comparator is echter noodzakelijk voor het detecteren van een overbereik-situatie. De uitgang van deze schakeling wordt 'H' als de analoge ingangsspanning de waarde van de bovenste referentie $+U_{REF}$ overschrijdt. In alle praktische schakelingen is een zogenaamde OVR-uitgang aanwezig, die een signaal genereert als de schakeling overstuurd wordt.

Het zal duidelijk zijn dat de schakeling van figuur 1 in theorie traagheidsloos werkt. Iedere variatie in de ingangsspanning waardoor deze spanning in een ander vangbereik van de schakeling komt, heeft tot gevolg dat de code op de digitale uitgangen zichzelf onmiddellijk aanpast aan de nieuwe situatie. Bovendien werkt het systeem

echt parallel: alle digitale uitgangen passen hun niveau op hetzelfde moment aan.

Natuurlijk zal ook een flash omzetter een bepaalde verwerkingstijd hebben. Elektronische schakelingen werken immers niet traagheidsloos, het signaal moet diverse vrij ingewikkelde schakelingen doorlopen en dat kost een bepaalde tijd. Maar het zal in ieder geval wél duidelijk zijn dat men flash-omzetters veel sneller kan ontwerpen dan bijvoorbeeld SAR-ADC's, waar het systeem in zichzelf is teruggekoppeld en deze terugkoppeling naar een evenwichtstoestand moet streven.

Om reeds nu een idee te geven van de snelheid van flash omzetters: er bestaan vier bit brede schakelingen die een omzettingstijd van slechts 10 ns hebben! Dat betekent dat men met een dergelijke schakeling een analoog signaal met 100 MHz kan bemonsteren.

De harde praktijk

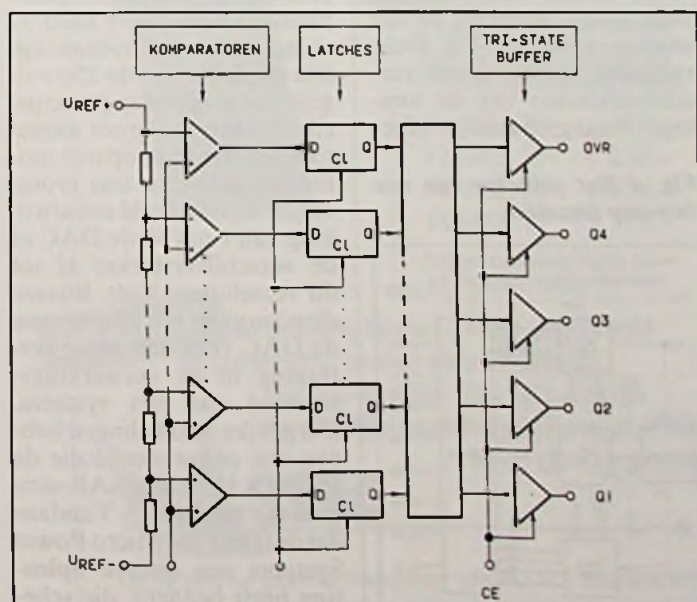
De principiële schakeling van figuur 1 is, helaas, niet bruikbaar in de praktijk. Het zal duidelijk zijn dat men in de praktijk weinig heeft aan een ADC met een resolutie van slechts vier bit. Nu is er theoretisch niets op tegen om het aantal comparatoren en dus ook het aantal weerstanden van de spanningsdeler uit te breiden. Maar voor een omzetter met een resolutie van 8 bit moet men dan 256 identieke comparatoren en weerstanden op de chip integreren. Iets dat nog niet mogelijk is, maar waarbij bovendien zeer grote nauwkeurigheidsproblemen komen kijken. Alle weerstanden moeten immers precies aan elkaar gelijk zijn, zo niet dan bestaat het risico dat de schakeling niet monotoon gaat werken. Dat wil zeggen dat er onregelmatigheden in de code-samenstelling ontstaan en dat, als de ingangsspanning stijgt naar het eerstvolgende vangbereik van de schakeling, de digitale code op de uitgang niet met een wordt verhoogd, maar bijvoorbeeld met een wordt verlaagd. Hetzelfde verhaal geldt voor de offset van de comparatoren.

Uiteraard heeft men voor dit probleem oplossingen gevonden. Bij de ene oplossing

worden eenvoudige 4 of 5 bit brede ADC's gecombineerd tot systemen met resoluties tot 8 of 9 bit. Bij de andere oplossing wordt de traditionele comparator, in feite een operationeel versterker, vervangen door veel eenvoudigere schakelingen, die wel massaal op een chip geïntegreerd kunnen worden.

Maar er is nog een nadeel aan de theoretische schakeling. Van de onmiddellijke respons van de uitgang op een variatie op de ingang heeft men in de praktijk vaker last dan vreugde. De digitale code zal bij de meeste toepassingen ingelezen moeten worden in een geheugen en dat kan maar op bepaalde momenten, namelijk als de processor van het systeem daar aan toe is. Tijdens dat inlezen van de code in het geheugen mag de samenstelling van de code echter niet veranderen. Zou men inlezen op het moment dat de code verandert, dan zou het kunnen gebeuren dat het geheugen sluit net op het moment dat de meeste bits al zijn omgeschakeld, maar dat een iets trager werkend bitje nog net niet is omgeschakeld. Vergeet niet dat er tussen de comparatoruitgangen en de binaire uitgangen een zeer uitgebreid decodeernetwerk aanwezig is en dat niet alle signalen even veel poorten daarvan doorlopen. Er ontstaan dus kleine tijdsvertragingen tussen het omschakelen van de uitgangen. Er kan dan een totaal foutieve code in het geheugen worden inge-

Fig. 3 Het principeschema van een gesynchroniseerde single-step flash omzetter.



lezen. Vandaar dat men de schakeling op de een of andere manier moet synchroniseren met een extern klok-sigitaal.

Verskillende soorten

De twee genoemde problemen worden door de diverse fabrikanten op verschillende manieren opgelost. Als men echter alle flash-IC's grondig bestudeert komt men tot de conclusie dat er slechts vijf verschillende basisprincipes terug te vinden zijn. Deze hebben zelfs officiële namen:

- gesynchroniseerde single-step flash omzetters;
- two-step flash omzetters;
- enkelvoudige auto-balance flash omzetters;
- gecascadeerde auto-balance flash omzetters;
- gecascadeerde differentiële flash omzetters.

Deze vijf principes worden achtereenvolgens kort besproken.

Gesynchroniseerde single-step flash omzetters.

Zoals het blokschema van een praktische schakeling in figuur 3 bewijst, gaat dit principe uit van het principiële schema van figuur 1, maar worden enige aanvullende schakelingen ingebouwd om de reeds genoemde nadelen te ondervangen.

Tussen de uitgangen van de comparatoren en de ingangen van de logica zijn type-D flip-flop's opgenomen. Deze latches worden gestuurd uit een gemeenschappelijke bestu-

ringsingang, meestal EN-CODE of STROBE genoemd. De gegevens op de uitgangen van de comparatoren worden opgeslagen in deze latches als deze ingang 'H' wordt.

De uitgangen van de logica gaan niet rechtstreeks naar de uitgangen van het IC, maar via tri-state buffers. Deze worden gestuurd uit een chip-enable signaal CE. Deze architectuur heeft als groot voordeel dat men de uitgangen van de schakeling rechtstreeks op de data-bus van een computer kan aansluiten. Een tweede voordeel van deze structuur is, dat men, zoals later zal blijken, twee identieke omzetteren kan cascaderen waardoor de resolutie van het systeem met één bit stijgt.

De synchronisatie door middel van ingebouwde latches is bij alle systemen aanwezig. Deze zal dan ook niet meer vermeld worden.

Two-step flash omzetteren.

Met dit principe slaagt men er in eenvoudige vier bit brede flash omzetteren te combineren tot een systeem met een resolutie van acht bit, waarbij echter concessies moeten worden gedaan aan de hoge verwerkingsnelheid van de single-step omzetter. Het principeschema van dit soort schakelingen is getekend in figuur 4. De analoge ingangsspanning wordt aangeboden aan de ingang van een standaard 4 bit brede single-step omzetter ADC-1. Deze schakeling levert de vier hoogste bits van de digitale code. Deze uitgangen gaan echter ook naar een snelle DAC, waar de code weer wordt omgezet in een analoge spanning U_b . Deze spanning wordt in een verschilversterker van de analoge ingangsspanning afge-

trokken. Het verschil U_c gaat naar een identieke vier bit brede single-step omzetter ASC-2. Deze schakeling levert de vier laagste bits van de uitgangscodes.

Een belangrijke voorwaarde voor de goede werking van deze schakeling is dat de onderste ADC wordt gevoed uit een referentiespanning die zeer precies het 1/16 deel is van de referentiespanning van de bovenste ADC.

De werking van de schakeling zal duidelijk zijn. Stel dat de drempelspanning van de bovenste schakeling gelijk is aan 16 mV. Door de reductie van de referentiespanning voor de onderste schakeling heeft deze een drempelspanning van 1 mV. Zolang de te meten analoge ingangsspanning lager is dan 16 mV levert de bovenste ADC geen uitgangscodes af. De herwonnen analoge spanning U_b is dan 0 V, de verschilversterker levert een spanning U_c af die gelijk is aan de analoge ingangsspanning U_a . Deze spanning komt dus op de ingang van de onderste ADC terecht en wordt daar omgezet in een vier bit brede code. Als echter de ingangsspanning groter wordt dan 16 mV zal bit Q5 'H' worden. De DAC levert dan een spanning van 16 mV aan de verschilversterker en de onderste schakeling wordt gestuurd met een spanning die 16 mV kleiner is dan de spanning op de ingang van de bovenste omzetter. Op deze manier worden de hoogste bits gecombineerd met de laagste bits en vormen een normaal acht bit breed woord.

Hoewel dit principe als groot voordeel heeft dat er maar 32 comparatoren noodzakelijk zijn in plaats van de 256 volgens het single-step principe, zijn er toch een groot aantal nadelen. De kans op niet monotoon gedrag is zeer groot, omdat bijvoorbeeld een afwijking van 1 mV in de DAC of de verschilversterker al tot dit verschijnsel leidt. Bovendien zorgt de introductie van de DAC voor een grote vertraging in de verwerkingsnelheid van het systeem. Dergelijke schakelingen hebben een conversietijd die de snelste 8 bit brede SAR-omzetter benadert. Vandaar dat de fabrikant Micro Power Systems een andere oplossing heeft bedacht, die sche-

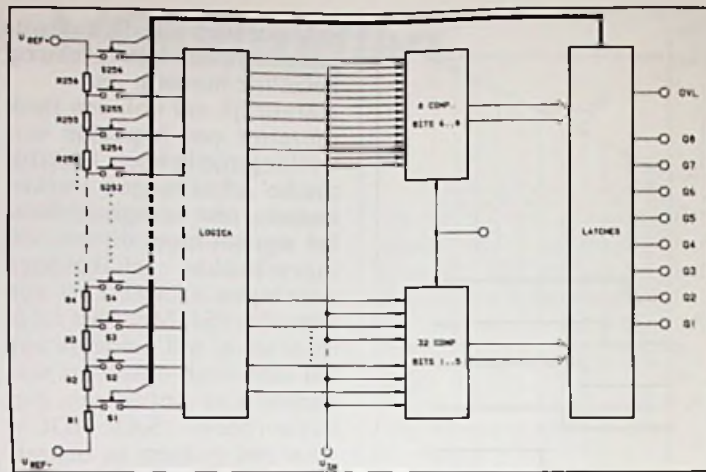


Fig. 5 Een two-step omzetter volgens een afwijkend principe, dat wordt toegepast door MPS.

matisch is voorgesteld in figuur 5. Uitgegaan wordt van een weerstandsdeler die uit 256 identieke weerstanden is opgebouwd. De knooppunten van deze weerstanden gaan via elektronische schakelaars naar 40 comparatoren. De bovenste 8 comparatoren vormen een standaard single-step omzetter met een resolutie van 3 bit en decoderen de drie meest belangrijke bits. De onderste 32 comparatoren vormen een al even standaard 5 bit brede single-step omzetter. Alle uitgangen worden naar latches gevoerd en vormen nadien een standaard 8 bit breed woord. Dit woord wordt teruggekoppeld naar een zeer ingewikkeld logisch netwerk dat uit de informatie gegevens afleidt over welke knooppunten van de weerstandsdeler met welke comparatoren verbonden moeten worden.

Fig. 6 De principiële schakeling van één trap uit een auto-balance omzetter.

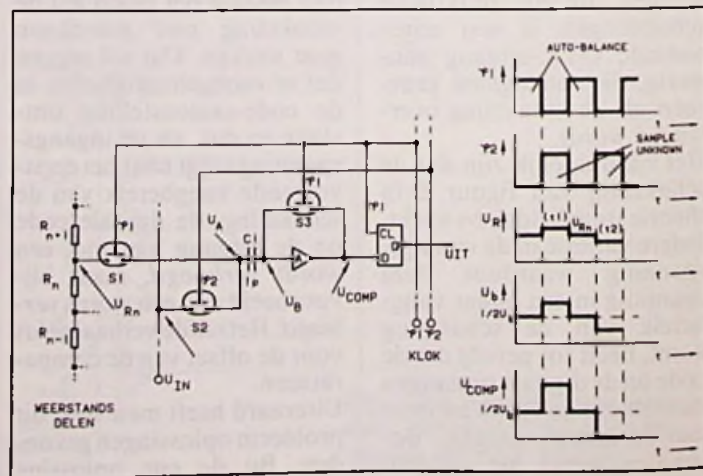
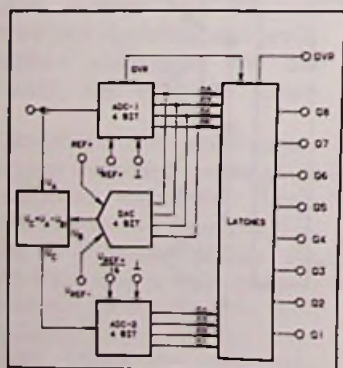
Enkelvoudige auto-balance flash omzetteren.

Het principeschema van dit soort schakelingen, die in de praktijk vaak voorkomen, is geschetst in figuur 6. De afbeelding geeft de samenstelling van één van de alternatieve comparatorschakelingen. In een 8 bit brede schakeling zitten dus 256 van dergelijke schakelingen.

De 'comparator' bestaat uit een eenvoudige enkeltraps versterker A en een zeer kleine condensator C1, waarde ongeveer 1 pF! Er zijn drie elektronische schakelaars aanwezig die gestuurd worden uit ten opzichte van elkaar geïnverteerde kloksignalen $\phi 1$ en $\phi 2$.

Een volledige omzettingscyclus neemt een volledige periode van de klok in beslag en bestaat uit twee fasen. In de eerste fase, 'Auto-balance' genoemd, worden de schakelaars S1 en S3 gesloten door $\phi 1$. De linker aansluiting van de condensator C1 wordt opgeladen tot de spanning U_{Rn} die op het knooppunt van de weerstandsdeler staat. De versterker wordt kortgesloten, hetgeen tot gevolg

Fig. 4 Het principe van een two-step omzetter.



heeft dat de rechter aansluiting van de condensator zich oplaadt tot de omklapdrempel van de versterker.

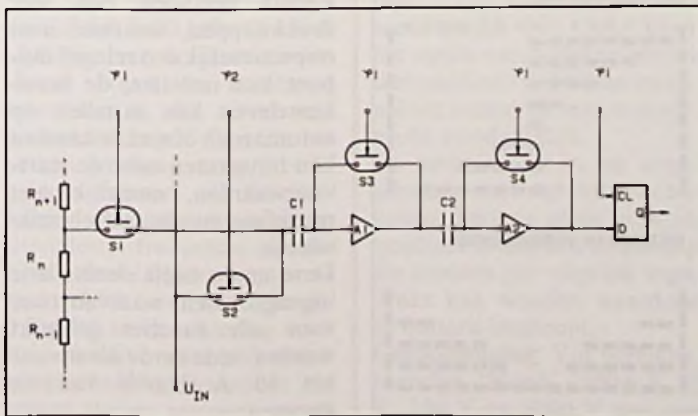
In de tweede fase, 'Sample Unknown' genoemd, wordt schakelaar S2 gesloten door $\phi 2$. De linker aansluiting van de condensator wordt nu verbonden met de analoge ingangsspanning. Het gevolg is dat de spanning UA plotse-ling zal dalen of stijgen, afhankelijk van de verhouding tussen de ingangsspanning en de spanning op het knooppunt van de weerstanden. Deze spannings-sprong wordt door de condensator doorgekoppeld en door de versterker versterkt. De uitgang van de versterker zal dus even ofwel vastlopen tegen de voedingsspanning ofwel tegen de massa. Deze spannings-sprong wordt bij de volgende positieve flank van $\phi 1$ ingelezen in een type-D flip-flop.

Alle 'comparatoren' waarvan URn kleiner is dan de ingangsspanning lezen dus een 'H' in hun flip-flop, alle 'comparatoren' waarvan URn groter is dan de ingangsspanning lezen een 'L' in hun latch in.

De voor dit principe noodzakelijke schakelingen kunnen tamelijk eenvoudig massaal geïntegreerd worden. Men is er in geslaagd ADC's met een resolutie van 6 tot 7 bit volgens dit procédé te integreren.

Door het gebruik van de geïntegreerde condensatoren in de schakeling is men echter gebonden aan een minimale frequentie van de klok. Zou men met een lagere klokfrequentie werken, dan zou de lading over de condensator

Fig. 7 Het principe van de gecascadeerde auto-balance omzetter.



tussen de twee fasen kunnen wegvloeien.

Gecascadeerde auto-balance flash omzeters.

Geen principe of er valt wel een nadeel aan te ontdekken! Dat geldt ook voor de eenvoudige auto-balance omzetter. Er staat tussen de ingang van de versterker en de massa een kleine paracitaire 'bedradings'-capaciteit Cx. Omdat C1 maar 1 pF groot is, valt de invloed van deze paracitaire capaciteit niet te verwaarlozen. Het gevolg is dat er aan de ingang van de versterker een capacatieve spanningsdeler ontstaat, die de spannings-sprong die ontstaat bij het omschakelen van de eerste naar de tweede fase verzwakt. Met als resultaat dat de schakeling onbetrouwbaar wordt als men met resoluties van 8 bit of meer wil werken. Bij zo'n omzetter met een bereik van 2,56 V is de drempelspanning slechts 10 mV! Dat betekent dat de spannings-sprong die over de condensator ontstaat in dezelfde grootte-orde ligt. Deze kleine spanning wordt dan nog eens verzwakt door de besproken capacatieve spanningsdeler, zodat er erg weinig signaal aan de ingang van de versterker terecht komt.

Om dit probleem op te lossen splitst men bij de gecascadeerde auto-balance omzetter de versterker in twee trappen volgens het schema van figuur 7.

Natuurlijk moeten er dan ook twee condensatoren gebruikt worden en is er een extra elektronische schakelaar nodig voor het kortsluiten van de tweede versterker tijdens de auto-balance fase. Ondanks deze toch niet onaanzienlijke uitbreiding van de elektronica slaagt men er in 8 bit brede omzeters volgens dit principe op de markt te brengen.

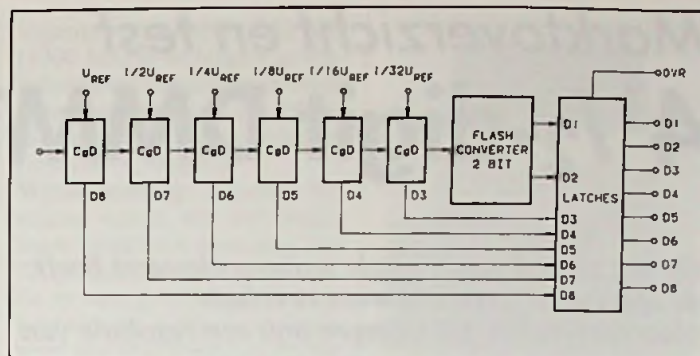


Fig. 8 Het principe van de gecascadeerde differentieële flash omzetter.

Gecascadeerde differentieële flash omzeters.

Dit principe is getekend in figuur 8. De analoge ingangsspanning wordt achtereenvolgens vergeleken met referentiespanningen die zich onderling verhouden als 1 op 1/2 op 1/4 op 1/8, etc. Is de ingangsspanning groter dan de referentiespanning, dan wordt deze van de ingangsspanning afgetrokken en het uitgangsbite van de trap wordt 'H' gestuurd. Het restant wordt vervolgens aan de vol-

gende trap aangeboden. Is de ingangsspanning kleiner dan de referentiespanning, dan wordt er niets afgetrokken en stuurt de trap zijn digitale uitgang naar 'L'.

Omdat ook hier zeer hoge eisen worden gesteld aan de nauwkeurigheid van de referentiespanningen en van de aftrekkers wordt het systeem niet tot het laatste bit doorgevoerd. In de meeste gevallen worden de laatste 4, 3 of 2 bits afgeleid uit een normale single-step flash omzetter. □

(Volgende maand: Markt-overzicht & applicaties).

BINNEN 24 UUR GELEVERD!

FLUKE
MULTIMETERS
EN ACCESSOIRES



3 JAAR GARANTIE!

FLUKE 70-II serie

MEER MOGELIJKHEDEN EN
HOGERE NAUWKEURIGHEID

FLUKE 70	f 159,-
FLUKE 73	f 232,-
FLUKE 75	f 316,-
FLUKE 77	f 375,-

Prijzen exclusief 18,5% b.t.w
en inclusief verzendkosten.

BEL NU!

en ontvang binnen 24 uur uitgebreide documentatie en een nieuwe prijslijst.

Tel.:050-416224 Fax:050-423036

Schriftelijke bestellingen:Postbus 9162

9703 LD Groningen

HASTE

De op één na grootste importeur van FLUKE Multimeters

Marktoverzicht en test 4¹/₂-digit DMM's

Op het gebied van digitale universeelmeters heeft de afgelopen jaren een ware revolutie plaatsgevonden. Uitlezingen met een resolutie van vier-en-halve decade waren tot voor kort voorbehouden aan zeer dure laboratorium tafelinstrumenten. Thans zijn er vele kleine en goedkope draagbare universeelmeters in de handel die daarnaast tal van extra functies bezitten zoals automatische bereikensschakeling, 'true-RMS'-meting voor wisselspanning en -stroom en dB- en frequentiebereiken. Dit artikel bevat een actueel marktoverzicht van 4¹/₂ digit DMM's (hand-held en tafelm modellen) en een test van zeven hand held meters.

De navolgende test heeft betrekking op zeven meters van zeer uiteenlopende prijsklasse die met elkaar worden vergeleken. Of liever gezegd, van deze meters wordt de nauwkeurigheid vergeleken. Want andere belangrijke kenmerken, zoals lange-termijn betrouwbaarheid komen uiteraard pas in een lange praktijktest tot uiting.

De meetomgeving

Voor het vergelijken van de nauwkeurigheid werd gebruik gemaakt van de digitale universeelmeter van Hewlett-Packard, type 3458A. Deze meter werd door de importeur volledig gecalibreerd voor deze test en heeft een resolutie van niet minder dan zeven-en-halve decade en een gemiddelde nauwkeurigheid op de basisbereiken voor gelijkspanning van 5 ppm van de uitlezing. De meters werden getest op de meetfuncties gelijkspanning, gelijkstroom, wisselspanning en weerstand. Alle wisselspanningsmetingen werden uitgevoerd met een zuivere sinusspanning met een frequentie van 1 kHz.

Philips PM2618

De Philips PM2618 (afb. 1) is met zijn afmetingen van 11,5 bij 17 bij 5,5 cm de grootste meter uit het geteste rijtje. Deze meter heeft een uitlezing



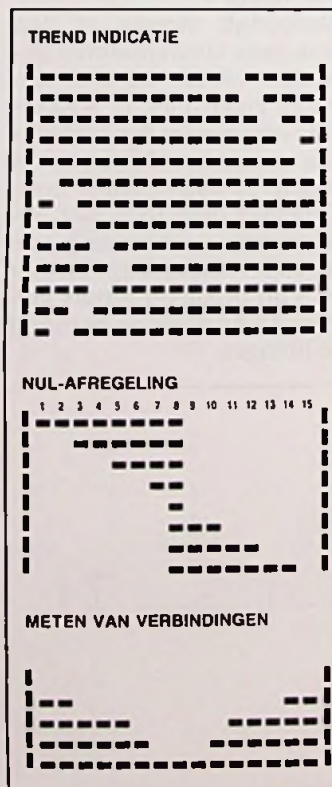
Afb. 1 De PM2618 van Philips.

tot 11.000 en is voorzien van een analoge uitlezing. Dat is geen gewone thermometer-schaal, die onder analoge vorm precies hetzelfde aanwijst als de digitale schaal, maar een zogenaamde trend-uitlezing. Met dit bargraph display (afb. 2) kan men het verloop, dus het stijgen of dalen, van de gemeten grootte vaststellen. Hoe sneller het 'pijltje' over de uitlezing loopt, des te sneller de grootte varieert. Daarnaast kan men deze analoge schaal ook inzetten voor het verrichten van nul-afregelingen als de relatieve meetfunctie is ingesteld. Tot slot geeft deze uitlezing ook nog een indicatie van de weerstand die men meet tussen twee punten in de continuïteitsmode. Naast de vijf basisfuncties gelijkstroom en -spanning, wissel-



stroom en -spanning en weerstand, kan men de PM2618 ook nog gebruiken voor het meten van frequenties tot 199,99 kHz bij een maximale gevoeligheid van 1 V top-tot-

Afb. 2 De werking van de analoge uitlezing van de PM2618.



top, het meten van dB-verhoudingen ten opzichte van 50 of 600 Ω belastingen, het doormeten van dioden, het meten van temperaturen met een afzonderlijke probe en het uitvoeren van eenvoudige logische tests. Bij deze laatste functie wordt het digitale display omgevormd in een symbolen-uitlezing, waarmee men logische niveaus en pulsen kan detecteren (afb. 3). Een vrij unieke functie, ongekend bij de overige geteste apparaten! De meetfuncties worden ingesteld met een grote draaischakelaar, waarbij de meeste standen twee functies hebben. Het omschakelen van de functie gebeurt door middel van de drukknop 'FUNCTION', naast de ON/OFF schakelaar. Rechts bevinden zich vier drukknoppen, waarmee men respectievelijk een relatief nulpunt kan instellen, de bereikselectie kan instellen op automatisch of met de hand en kan terugkeren naar de startvoorwaarden, namelijk niet relatief met automatische bereikselectie.

Deze meter heeft slechts drie ingangsbussen, waarvan twee voor alle functies gebruikt worden en de derde dient voor het 10 A bereik van de stromen.

**PRIJZEN
EN
IMPORTEURS
VAN DE
GETESTE METERS**

Philips PM 2618
Prijs: f 925,00 ex BTW
Importeur:
Philips Nederland, Tilburg
013 - 352455

SOAR 3430
Prijs: f 925,00 ex BTW
Importeur:
Koning en Hartman, Delft
015 - 609906

Fluke 8060 A
Prijs: f 1060,00 ex BTW
Importeur:
Philips Nederland, Tilburg
013 - 352455

Beckman HD 140 B
Prijs: f 950,00 ex BTW
Importeur:
Diode, Houten
03403 - 91234

Voltcraft M-4650B
Prijs: f 345,00 ex BTW
Importeur:
De Windmolen, Enschede
05428 - 2000

Monacor DMT-6500
Prijs: f 194,00 ex BTW
Importeur:
Monacor Nederland, Malden
080 - 585555

Siemens B 1023
Prijs: f 1195,00 ex BTW
Importeur:
Siemens Nederland, Rijswijk
070 - 98383

DM 60

Fabrikant
Grundig Electronic
Maximale uitlezing
10200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 100 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:

Gelijkstroom
Bereiken:
Vier, 10 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 1 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:

Principe:
Gemiddelde waarde
Frequentiebereik:

Wisselstroom
Bereiken:
Vier, 10 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Weerstanden
Bereiken:
Zeven, 100 Ω tot 100 MΩ
Nauwkeurigheid:

Bijzonderheden
Diode-test
Automatische bereiken
Analoge thermometerschaal

Prijs
f 592,00 ex BTW
Importeur
Vanandel, Rotterdam
010 - 4260963

DM 62 RMS

Fabrikant
Grundig Electronic
Maximale uitlezing
10200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 100 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:

Gelijkstroom
Bereiken:
Vier, 10 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 1 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:

Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:

Wisselstroom
Bereiken:
Vier, 10 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Weerstanden
Bereiken:
Zeven, 100 Ω tot 100 MΩ
Nauwkeurigheid:

Bijzonderheden
Diode-test
Automatische/Manuele bereiken
!EC-bus aansluiting
Ingebouwde zoemer
Relatieve metingen
Max/Min meting
Analoge thermometerschaal

Prijs
f 692,00 ex BTW
Importeur
Vanandel, Rotterdam
010 - 4260963

DM 64 RMS

Fabrikant
Grundig Electronic
Maximale uitlezing
10200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 100 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:

Gelijkstroom
Bereiken:
Vijf, 1 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 1 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:

Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:

Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 1 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Weerstanden
Bereiken:
Zeven, 100 Ω tot 100 MΩ
Nauwkeurigheid:

Bijzonderheden
Diode-test
Automatische/Manuele bereiken
Ingebouwde zoemer
dB-, t- en f-metingen
Relatieve metingen
Topwaarde metingen
Analoge thermometerschaal

Prijs
f 974,00 ex BTW
Importeur
Vanandel, Rotterdam
010 - 4260963

DM 66 RMS

Fabrikant
Grundig Electronic
Maximale uitlezing
20200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:

Gelijkstroom
Bereiken:
Vijf, 2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 2 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:

Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:

Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:

Weerstanden
Bereiken:
Zeven, 200 Ω tot 100 MΩ
Nauwkeurigheid:

Bijzonderheden
Diode-test
Automatische/Manuele bereiken
Ingebouwde zoemer
dB-, t- en f-metingen
Relatieve metingen
Topwaarde metingen
Meetwaarde geheugen

Prijs
f 1315,00 ex BTW
Importeur
Vanandel, Rotterdam
010 - 4260963

TM 452

Fabrikant
Thandar Electronics
Maximale uitlezing
19999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,05% +/-2 digits

Gelijkstroom
Bereiken:
Zes, 0,2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-3 digits

Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-0,5% +/-10 digits

Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:
1 kHz

Wisselstroom
Bereiken:
Zes, 0,2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,75% +/-10 digits

Weerstanden
Bereiken:
Zes, 200 Ω tot 20 MΩ
Nauwkeurigheid:
+/-0,1% +/-2 digits
Bijzonderheden
Frequentie meetbereiken
Ingebouwde zoemer

Prijs
f 675,00 ex BTW
Importeur
Koning en Hartman, Delft
015 - 609906

M-4650

Fabrikant
MeTeX
Maximale uitlezing
19999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 0,2 V tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,05% +/-3 digits

Gelijkstroom
Bereiken:
Vier, 0,2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-3 digits

Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 0,2 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-0,5% +/-10 digits

Principe:
Gemiddelde waarde
Frequentiebereik:
400 Hz

Wisselstroom
Bereiken:
Drie, 2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,8% +/-10 digits

Weerstanden
Bereiken:
Zes, 200 Ω tot 20 MΩ
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-5 digits
Bijzonderheden
Frequentie meetbereiken
Capaciteits meetbereiken
Diode-test
Versterkingsfactor meting
Analoge thermometerschaal
Geheugen voor metingen
Ingebouwde zoemer

Prijs
f 210,00 ex BTW
Importeur
Binell, Nijverdal
05486 - 17475

3250

Fabrikant
SOAR
Maximale uitlezing
3200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 320 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-2 digits

Gelijkstroom
Bereiken:
Vijf, 0,3 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-2 digits

Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 3,2 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-1 digit

Principe:
Frequentiebereik:

Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 0,3 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-2% +/-5 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 320 Ω tot 32 MΩ
Nauwkeurigheid:
+/-0,7% +/-2 digits
Bijzonderheden
Temperatuur metingen
Analoge thermometer uitlezing
Data-hold
Automatische bereiken
Diode-test
Ingebouwde zoemer

Prijs
f 379,00 ex BTW
Importeur
Koning en Hartman, Delft
015 - 609906

3255

Fabrikant
SOAR
Maximale uitlezing
3200
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 320 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-2 digits
Gelijkstroom
Bereiken:
Vijf, 0,3 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 3,2 V tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-1 digit
Principe:
Frequentiebereik:
Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 0,3 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-2% +/-5 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 320 Ω tot 32 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,7% +/-2 digits
Bijzonderheden
Analoge thermometer metingen
Analoge thermometer uitlezing
Data-hold
Automatische bereiken
Diode-test
Ingebouwde zoemer
Veiligheidsgele stevige behuizing

Prijs
f 429,00 ex BTW
Importeur
Koning en Hartman, Delft
015 - 609906

4040

Fabrikant
SOAR
Maximale uitlezing
4000
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-1 digit
Gelijkstroom
Bereiken:
Drie, 40 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-1,2% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 400 mV tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-2 digit
Principe:
Frequentiebereik:
500 Hz
Wisselstroom
Bereiken:
Drie, 40 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-2% +/-4 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 400 Ω tot 40 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,7% +/-1 digit
Bijzonderheden
Temperatuur metingen
Analoge thermometer uitlezing
Data-hold
Automatische bereiken
Diode-test
Ingebouwde zoemer
Relatieve metingen

Prijs
f 379,00 ex BTW
Importeur
Koning en Hartman, Delft
015 - 609906

83

Fabrikant
Fluke
Maximale uitlezing
4000
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-1 digit
Gelijkstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,4% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vier, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-1% +/-4 digits
Principe:
Gemiddelde waarde
Frequentiebereik:
5 kHz
Wisselstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-1,2% +/-2 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 400 Ω tot 40 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,4% +/-1 digit
Bijzonderheden
Analoge thermometer schaal
Relatieve metingen
Min/Max metingen
Data-hold
Ingebouwde zoemer
Frequentie- en capaciteits meting
Geleidbaarheids metingen

Prijs
f 570,00 ex BTW
Importeur
Philips Nederland, Tilburg
013 - 352455

85

Fabrikant
Fluke
Maximale uitlezing
4000
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,1% +/-1 digit
Gelijkstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,5% +/-4 digits
Principe:
Gemiddelde waarde
Frequentiebereik:
5 kHz
Wisselstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,6% +/-2 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 400 Ω tot 40 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-1 digit
Bijzonderheden
Analoge thermometer schaal
Relatieve metingen
Min/Max metingen
Data-hold
Ingebouwde zoemer
Frequentie- en capaciteits meting
Geleidbaarheids metingen

Prijs
f 650,00 ex BTW
Importeur
Philips Nederland, Tilburg
013 - 352455

87

Fabrikant
Fluke
Maximale uitlezing
19999 + 3999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,1% +/-1 digit
Gelijkstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 400 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,7% +/-4 digits
Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:
5 kHz
Wisselstroom
Bereiken:
Zes, 0,4 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-1,0% +/-2 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 400 Ω tot 40 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-1 digit
Bijzonderheden
Analoge thermometer schaal
Relatieve metingen
Min/Max metingen
Data-hold
Ingebouwde zoemer
Frequentie- en capaciteits meting
Geleidbaarheids metingen
1 ms peak metingen

Prijs
f 845,00 ex BTW
Importeur
Philips Nederland, Tilburg
013 - 352455

9050

Fabrikant
Dynatek
Maximale uitlezing
19999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,05% +/-3 digits
Gelijkstroom
Bereiken:
Vijf, 0,2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,5% +/-5 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-0,7% +/-10 digits
Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:
400 Hz
Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 0,2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,8% +/-10 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 200 Ω tot 20 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-10 digits
Bijzonderheden
Diode-test
Frequentie metingen
Ingebouwde logische tester
Data-hold
Ingebouwde zoemer

Prijs
f 317,00 ex BTW
Importeur
Vogels' Industrial, Eindhoven
040 - 415547

M 4630

Fabrikant
MeTeX
Maximale uitlezing
19999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,95% +/-3 digits
Gelijkstroom
Bereiken:
Vier, 0,2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-3 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 750 V
Nauwkeurigheid:
+/-0,5% +/-10 digits
Principe:
Gemiddelde waarde
Frequentiebereik:
400 Hz
Wisselstroom
Bereiken:
Drie, 2 mA tot 20 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,8% +/-10 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 200 Ω tot 20 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,2% +/-5 digits
Bijzonderheden
Ingebouwde zoemer
Capaciteits metingen
Data-hold
Diode-test
Frequentie metingen
Meet versterking van transistoren

Prijs
f 162,00 ex BTW
Importeur
Klaasing Electronics, Oosterhout
01620 - 81600

4410 B

Fabrikant
Beckman
Maximale uitlezing
19999
Gelijkspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-0,07% +/-2 digits
Gelijkstroom
Bereiken:
Zes, 0,2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,3% +/-2 digits
Wisselspanning
Bereiken:
Vijf, 200 mV tot 1 kV
Nauwkeurigheid:
+/-1,5% +/-20 digits
Principe:
Effectieve waarde
Frequentiebereik:
400 Hz
Wisselstroom
Bereiken:
Vijf, 2 mA tot 10 A
Nauwkeurigheid:
+/-0,8% +/-20 digits
Weerstanden
Bereiken:
Zes, 200 Ω tot 20 M Ω
Nauwkeurigheid:
+/-0,1% +/-2 digits
Bijzonderheden
Ingebouwde zoemer
Diode-test

Prijs
f 878,00 ex BTW
Importeur
Diode, Houten
03403 - 91234

Gemeten werd echter een gemiddelde afwijking van slechts $\pm 0,08\%$.

Gelijkstroom: Vijf decimaal oplopende bereiken van 199,99 μA tot 1999,9 mA met een maximale spanningsval van 0,3 V en een gemiddelde nauwkeurigheid van $\pm 0,02\%$. Op deze functie werd bij de test een gemiddelde fout van $\pm 0,01\%$ gemeten.

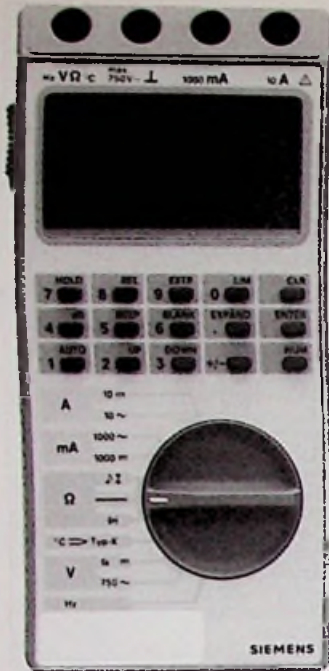
Wisselstroom: Identieke bereiken met identieke spanningsval en een gespecificeerde onnauwkeurigheid van minimaal $\pm 0,75\%$ en maximaal $\pm 2\%$.

Weerstand: Vier decimaal oplopende bereiken van 1,9999 Ω tot 199,99 k Ω , aangevuld met een auto-range bereik tot 300 M Ω (!). De nauwkeurigheid hangt af van het bereik en varieert tussen de $\pm 0,07\%$ tot $\pm 2\%$. Gemeten werd een gemiddelde afwijking van $\pm 0,05\%$. De maximale spanningsval bedraagt 250 mV voor de vaste bereiken en maximaal 2,5 V voor de 'auto-range'.

Frequentie: Vier decimaal oplopende bereiken van 199,99 Hz tot 199,99 kHz met een opgegeven nauwkeurigheid van $\pm 0,05\%$. Dezelfde waarde werd ook bij de tests gemeten. De Fluke 8060A heeft slechts drie bussen, waarvan twee voor alle niet-stroom meetfuncties en -bereiken dienen en de derde alleen gebruikt wordt voor het meten van stromen.

Siemens B1023

De Siemens B1023 is de enige geteste meter die standaard in een stevige draagkoffer wordt geleverd. De meter biedt, naast de normale meetfuncties, een hoop extra faciliteiten waarvoor een toetsenbordje met 15 drukknoppen ter beschikking staat. Daaronder staat een grote, stevige draaischakelaar waarmee men de basisfuncties kan instellen. In feite is de B1023 een processorgestuurd rekencentrum, waarmee men op de gemeten waarde allerlei berekeningen kan uitvoeren! De B1023 heeft een maximaal meetbereik van 20.700 digits en een analoge thermometer-schaal met 100 segmenten. Daarnaast bevat het LCD-scherm (want van een eenvoudig cijferdisplay is bij deze meter eigenlijk geen sprake!) nog vele mededelingen die al dan niet oplichten, afhankelijk van de ingestelde functie.



Afb. 6 Siemens' B1023 is een rekenende universeelmeter met vele extra functies die men normaal slechts op de duurdere tafelmodellen aantreft.

Een kort overzicht van de extra mogelijkheden:

Diode-test: Meet de geleidingspanning van dioden en transistoren met een meetstroom van 100 μA ;

Continuïteitstest: Een zoemer wordt geactiveerd als de weerstand tussen de aansluitingen kleiner is dan 30 Ω ;

Temperatuurmeting: Twee bereiken, namelijk van -20 tot 30 $^{\circ}\text{C}$ en van 300 tot 1200 $^{\circ}\text{C}$ met speciale probes, maar de meter meet ook zonder probes de kamertemperatuur!

Hold: Bevriest de laatste meting op het display;

REL: Meet het verschil tussen een numeriek ingetoetste waarde en de gemeten waarde;

EXTR: De minimale en maximale meetwaarde worden in een geheugen opgeslagen en kunnen op ieder moment opgeroepen worden;

LIM: Twee waarden zijn numeriek in te toetsen, de meter waarschuwt met een zoemer als de gemeten waarde buiten deze limieten valt;

CLR: Schakelt alle extra functies uit en zet de meter terug in de basisstand 'gewone digitale universeelmeter';

dB: Berekent de dB-verhouding tussen de gemeten en een ingetoetste waarde;

BEEP: Schakelt de acoustische indicatie van LIM in of uit;

BLANK: Schakelt om naar een snelle drie-en-halve decade uitlezing;

EXPAND: Verhoogt de gevoeligheid van de analoge thermometer-schaal met een factor tien, de gemeten waarde wordt gecentreerd op de schaal en afwijkingen worden rond deze centrale waarde aangeduid;

ENTER: Voert numerieke gegevens in in het rekengedeelte van het apparaat;

AUTO: In- en uitschakelen van de automatische bereikensomschakeling;

TIME: Numerieke ingave van het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende metingen;

NUM: Schakelt het toetsenbordje om van het selecteren van functies naar het invoeren van getallen.

Terug nu naar de basisfuncties van de meter!

Gelijkspanning: Vijf bereiken van 207,00 mV tot 1,0000 kV met een ingangswaarde van 10 M Ω en een gespecificeerde nauwkeurigheid van $\pm 0,04\%$. Gemeten werd echter een gemiddelde waarde van $\pm 0,03\%$.

Wisselspanning: Vier bereiken, te weten 2,0700 V, 20,700 V, 207,00 V en 800,0 V met een ingangsimpedantie van 5 M Ω en een gespecificeerde nauwkeurigheid van $\pm 0,4\%$. Gemeten werd een gemiddelde nauwkeurigheid van $\pm 0,03\%$.

Gelijkstroom: Vijf meetbereiken van 2,0700 mA tot 2,0700 A en 10 A extra met een maximale spanningsval van 0,4 V en een opgegeven nauwkeurigheid van $\pm 0,1\%$. Gemeten werd op deze functie een gemiddelde nauwkeurigheid van $\pm 0,07\%$.

Wisselspanning: Identieke bereiken, identieke spanningsval en gespecificeerde nauwkeurigheid van $\pm 0,5\%$.

Weerstand: Zeven bereiken van 207,00 Ω tot 20,700 M Ω en een 100 M Ω bereik als extra. De meetstroom loopt op van 10 nA tot 1 mA, hetgeen een maximale spanningsval over de gemeten weerstand van 0,2 V tot 1 V betekent. De nauwkeurigheid schommelt volgens de fabrikant tussen $\pm 0,7\%$ en $\pm 0,8\%$, gemeten werd in de vijf laagste bereiken een gemiddelde afwijking van $\pm 0,12\%$.

Frequentie: Vier nogal vreemde bereiken, namelijk 6,7 kHz, 10 kHz, 20 kHz en 130 kHz met een gevoeligheid van 100 mV en een nauwkeurigheid van

$\pm 0,02\%$. Gemeten werd $\pm 0,019\%$.

De meter heeft vier aansluitbussen, waarvan er twee gebruikt worden voor alle functies exclusief de stroommetingen. De twee overige dienen voor stroommetingen onder 2 A of boven deze waarde.

Beckman HD140B

De HD in het typenummer van de Beckman HD140B staat voor 'Heavy Duty'. En dat is te merken! Deze universeelmeter is ondergebracht in een zware, dikke behuizing van een zeer slagvast kunststof en maakt de indruk dat er zonder enig probleem een tank overheen kan rijden. Bovendien zou men de HD140B zonder bezwaar kunnen inzetten voor het meten van de huidweerstand van vissen. De meter is namelijk waterproof, een gevolg van de rubber O-ringen die overal waar water zou kunnen binnendringen zijn aangebracht.

Alles heeft zijn prijs, dus ook die HD in het typenummer! Zo is het vervangen van de batterij, bij alle overige meters even van een afdekkapje verwijderen en nieuwe batterij inzetten, hier een klusje waar men tien minuten mee zoekt is! Voor de rest is de HD140B een universeelmeter zonder pretenties. Het apparaat bezit de vijf basisfuncties van iedere universeelmeter, een display met

Afb. 7 De HD140B van Beckman biedt niets meer dan de basisfuncties van iedere universeelmeter, maar dat wel in een zeer robuuste en waterdichte behuizing.



een bereik tot 1,9999 en verder niets.

Die functies worden, als betrof het een tien jaar oud apparaat, geselecteerd met één grote draaiknop met 26 standen (afb. 7). Twee van de vier waterdichte bussen worden gebruikt voor spanning en weerstand, de twee overigen voor stroom.

Gelijkspanning: Vijf bereiken, oplopend van 199,99 mV tot 1500 V(!) met een ingangsweerstand van 10 MΩ en een gespecificeerde nauwkeurigheid van +/-0,05%. Gemeten werd een gemiddelde nauwkeurigheid van +/-0,02%.

Wisselspanning: Idem, maar met een maximale spanning van 1000 V en met een opgegeven nauwkeurigheid van +/-0,5%. Gemeten werd echter +/-0,11% als gemiddelde afwijking.

Gelijkstroom: Zes bereiken, decimaal oplopend van 199,99 μA tot 1,9999 A en een bereik van 10 A extra. De spanningsval over de meter bedraagt 250 mV voor de mA-bereiken en 750 respectievelijk 600 mV voor de twee A-bereiken. De nauwkeurigheid wordt gespecificeerd als +/-0,2% voor de mA-bereiken en werd gemeten als +/-0,31%.

Wisselstroom: Idem, met een door de fabrikant opgegeven nauwkeurigheid van +/-0,7 tot +/-1,5 %.

Weerstand: Vijf decimale bereiken van 1,9999 kΩ tot 19,999 MΩ, met een meetstroom van 1 mA tot 100 nA en een nauwkeurigheid van +/-0,1 à +/-0,3%. Over de vier laagste bereiken werd een gemiddelde fout van +/-0,2% ontdekt.

Voltcraft M-4650B

De Voltcraft M-4650B is een relatief goedkope meter, die desondanks heel wat te bieden heeft! Weliswaar geen moderne snufjes zoals automatische bereikenschakeling, maar bijvoorbeeld wel capaciteitsmeting, frequentiemeting en het meten van de versterking Hfe van transistoren. Zoals uit afbeelding 8 blijkt, worden al deze functies ingesteld met één grote draaischakelaar met 30 standen. Ook deze meter wordt ingeschakeld met een drukknopje dat gelukkig verzonken is in de behuizing om het per ongeluk inschakelen te voorkomen.



Afb. 8 Voltcraft's M-4650B heeft een aantal ongebruikelijke meetfuncties, zoals het meten van de versterkingsfactoren van transistoren.

Daarnaast is er nog een 'datahold' om de laatste meetwaarde te bevroren op het display en een potentiometer 'ZERO-ADJ' dat alleen invloed heeft in de drie capaciteitsstanden en dat bedoeld is voor het compenseren van de capaciteit van de meetsnoeren. Naast de digitale uitlezing met een bereik van 19.999 staat nog een analoge thermometer-schaal ter beschikking die echter niet gebruikt is en alleen functioneel is voor het gemakkelijk observeren van maxima en minima. Als een van de enige apparaten meet de M-4650B wisselspanningen en -stromen op de aloude manier van de gemiddelde waarde gelijkrichting. Deze meter meet dus geen echte effectieve waarden en de uitlezing is alleen nauwkeurig als men zuivere sinusoidale signalen meet.

Ook bij deze meter moet men een meetsnoer omsteken als men stromen meet en wel afhankelijk van het meetbereik, want zoals gebruikelijk heeft het hoogste stroombereik van 20 A een afzonderlijke bus. Deze ingang is echter niet gezekerd!

Wat bij deze meter opvalt is het onrustige nulpunt. Zonder meetsnoeren jittert de uitlezing in de stand 200 mV gelijkspanning met 5 digits, hetgeen bij 2 V wisselspanning zelfs oploopt tot 50 digits! Maar bij aangesloten (laag-ohmige) spanningsbron merkt men niets van dit verschijnsel.

Gelijkspanning: Vijf standaard bereiken van 199,99 mV tot 1000 V over 10 MΩ met een gespecificeerde nauwkeurigheid van +/-0,05%, hetgeen bij de test precies bleek te kloppen.

Wisselspanning: Idem, maar met een tien keer grotere onnauwkeurigheid. Bij de test bleek dat zelfs nog iets meer, namelijk +/-0,64%.

Gelijkstroom: Vier bereiken van 199,99 μA tot 199,99 mA met als extra 19,999 A. Spanningsval bij volle schaal 200 mV en gespecificeerde nauwkeurigheid van +/-0,3 tot +/-0,8%. Bij metingen bleek dat wel mee te vallen, want over de drie laagste bereiken werd een gemiddelde fout geconstateerd van slechts +/-0,085%.

Wisselstroom: Slechts drie bereiken, namelijk 1,9999 mA, 199,99 mA en 19,999 A met een gemiddelde fout van +/-0,8% tot +/-1,2%.

Weerstand: Zes bereiken, decadisch oplopend van 199,99 Ω tot en met 19,999 MΩ. Geen specificatie van de meetstroom, nauwkeurigheid oplopend van +/-0,2% tot +/-0,5%. Over de vier laagste bereiken werd een gemiddelde afwijking gemeten van +/-0,18%.

Capaciteit: Drie bereiken, 1999,9 pF, 199,99 nF en 19,999 μF met een fout van +/-3,0% en een meetspanning over de condensator van 3 V.

Frequentie: Twee bereiken, namelijk 19,999 kHz en 199,99 kHz met een gevoeligheid van 50 mV en een fout van +/-2,0%. Voor deze functie is dit, vergeleken met de overige apparaten, erg veel en waarschijnlijk is dat een drukfout in de handleiding, want bij de tests werd een fout gemeten die meer dan een factor tien lager lag: +/-0,16%.

Versterkingsfactor: Indicatie tussen 0 en 1000, waarbij de transistor wordt gestuurd met een constante basisstroom van 10 μA en de bijbehorende collectorstroom wordt gemeten.

Monacor DMT-6500

Wat functionaliteit betreft lijkt de Monacor DMT-6500 erg op de Voltcraft. Ook hier treft men twee frequentiebereiken, een 'ZERO-ADJ' en een Hfe-test aan. De 'ZERO-ADJ' geldt nu echter voor het instellen van het nulpunt bij weerstandsmetingen. Alleen de

capaciteitsbereiken zijn zoek, maar die heeft men trachten te compenseren door een ingebouwd LCD-klokje met datumindicatie (afb. 9). Dat klokje wordt door een afzonderlijk batterijtje gevoed.

Gelijkspanning: Vijf standaard bereiken van 199,99 mV tot 1000 V over 10 MΩ met een gespecificeerde nauwkeurigheid van +/-0,07%, gemeten werd echter een gemiddelde afwijking van +/-0,16%.

Wisselspanning: Idem, maar met een onnauwkeurigheid van +/-0,5%. Bij de test bleek de afwijking kleiner, namelijk +/-0,3%.

Gelijkstroom: Vijf bereiken van 199,99 μA tot 1,9999 A met als extra 19,999 A. Spanningsval bij volle schaal 300 mV en gespecificeerde nauwkeurigheid van +/-0,5%. Bij metingen bleek dat wel mee te vallen, want over de drie laagste bereiken werd een gemiddelde fout geconstateerd van slechts +/-0,1%.

Wisselstroom: Idem, met een gemiddelde fout van +/-0,75%.

Weerstand: Zes bereiken, decadisch oplopend van 199,99 Ω tot en met 19,999 MΩ. Geen specificatie van de meetstroom, nauwkeurigheid oplopend van +/-0,2% tot +/-1%. Over de vier laagste bereiken werd een gemiddelde afwijking gemeten van +/-0,13%.

Afb. 9 De DMT-6500 is in velerlei opzicht een tweelingbroertje van de M-4650B en onderscheidt zich door de aanwezigheid van een klokje.



INSTRUMENTATIE

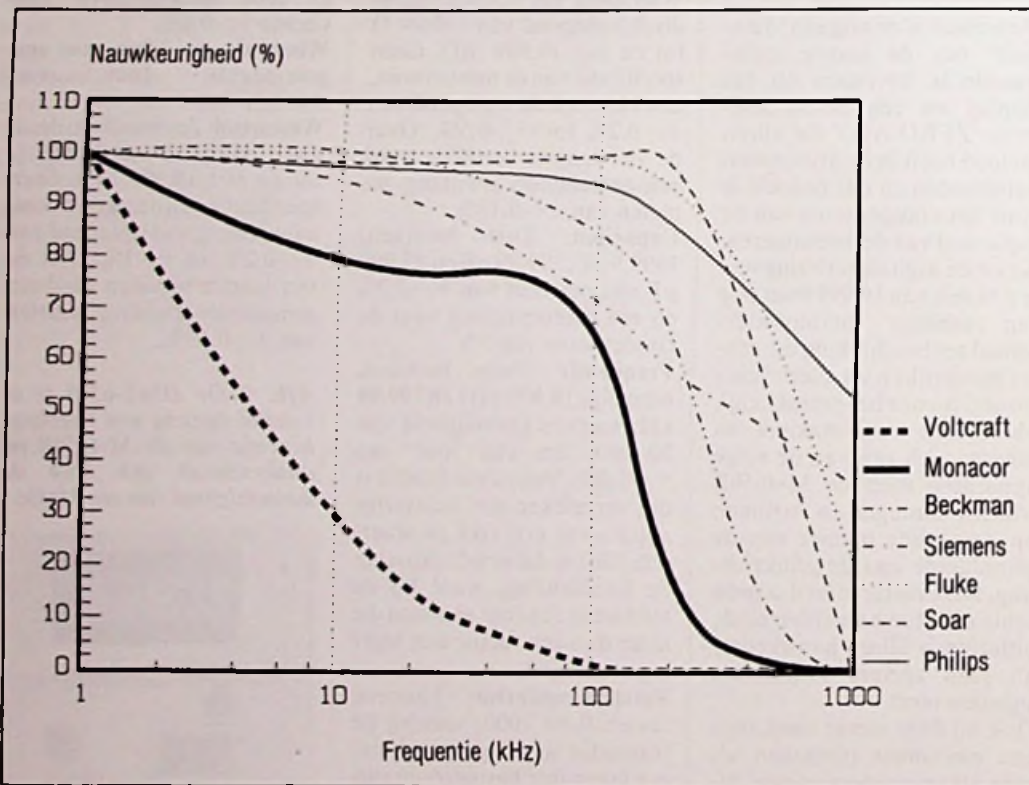
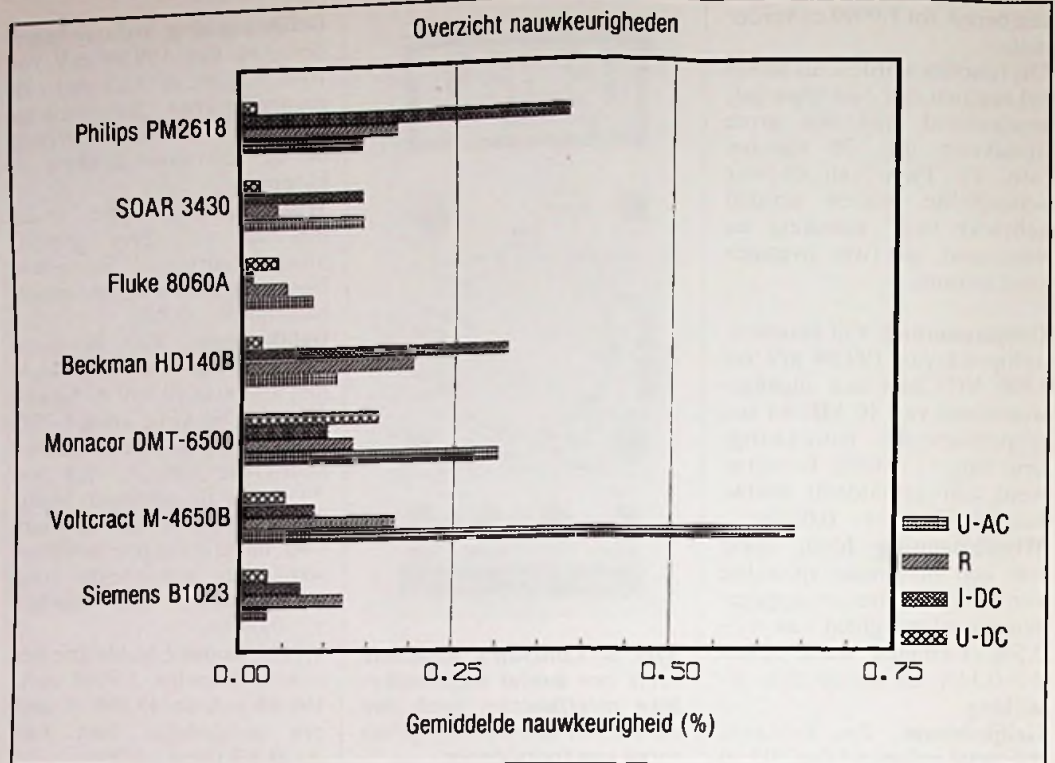
Frequentie: Twee bereiken, namelijk 19,999 kHz en 199,99 kHz met een gevoeligheid van 15 mV en een fout van respectievelijk $\pm 0,5$ en $\pm 2,0\%$. Gemeten werd inderdaad een dergelijke hoge afwijking, namelijk $\pm 1,9\%$.

Versterkingsfactor: Indicatie tussen 0 en 1000, met niet gespecificeerde basisstroom.

Vergelijking

In de grafiek van afbeelding 10 zijn de nauwkeurigheden van de zeven meters voor de functies gelijkspanning, gelijkstroom, wisselspanning en weerstand tegen elkaar afgezet. Een bepaalde conclusie is daaruit niet te trekken, behalve dat de twee goedkoopste meters, deze

Afb. 10 Overzicht van de testresultaten voor de functies gelijkspanning, gelijkstroom, wisselspanning en weerstand.



Afb. 11 De frequentiekenmerken bij het meten van wisselspanningen.

van Voltcraft en van Monacor, op wisselspanningsgebied zeer duidelijk een factor tien onnauwkeuriger zijn dan de overige apparaten. Niet toevallig zijn dat de twee enige meters die niet met effectieve waarde technieken werken, maar met gemiddelde gelijkrichting! Een duidelijke winnaar bij alle functies komt niet uit deze test, zij het dat de 8060A van Fluke gemiddeld genomen het beste scoort.

Ter afsluiting wordt in de grafiek van afbeelding 11 een indruk gegeven van het frequentiebereik van de zeven meters voor wisselspanningen. En uit deze grafiek blijkt één zaak zeer duidelijk: men slaagt er nog steeds niet in breedbandige digitale wisselspanningsmeters te maken!

Gratis mini-advertenties in RB!

Stysteem-voltmeters met D2MAC



Klaar voor de toekomst

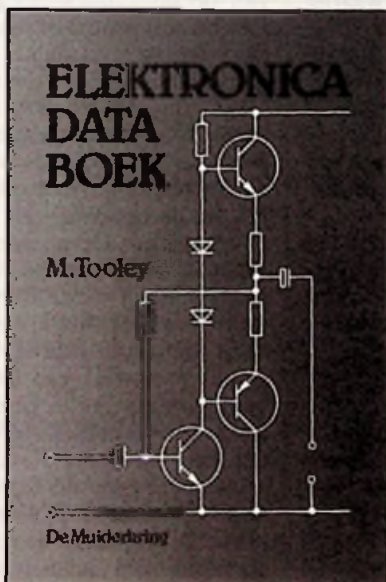
Overweegt u een systeem-voltmeter aan te schaffen? Dan moet deze toch minstens voorzien zijn van een optie D2MAC. Want anders kunt u er zeker van zijn dat u binnenkort problemen krijgt en... alsnog een voltmeter met D2MAC moet kopen.

Rohde & Schwarz is klaar voor de toekomst en heeft een systeem-voltmeter in haar assortiment met standaard D2MAC-capaciteiten. De volledige reeks voltmeters van Rohde & Schwarz omvat overigens vele verschillende typen. Van gevoelig en uiterst nauwkeurig tot razend snel. Er ligt een overzichtsfolder voor u klaar, als u even belt, sturen wij die graag toe.



ROHDE & SCHWARZ
NEDERLAND B.V.

Perkinsbaan 1, 3439 ND Nieuwegein
Telefoon 03402-40900



Bestelnummer 068820
ISBN 90 6082 342 7

ELEKTRONICA DATABOEK

M.Tooley

Dit boek verklaart de concepten, principes en technieken die dagelijks van toepassing zijn in de wereld van de elektronica. Het boek is echter geen theoretische verhandeling over elektronica; de tekst is praktijkgericht en biedt een schat aan praktische kennis.

Het boek is geschreven voor in de praktijk werkzame elektronici en onderzoekers die zich bezighouden met het ontwerpen, fabriceren, testen en onderhouden van elektronica apparatuur, maar het is ook geschikt voor studenten en hobbyisten.

De informatie wordt gepresenteerd in de vorm van een elektronica receptenboek dat laat zien hoe u de theorie toe kunt passen in de praktijk met gebruikmaking van standaard onderdelen en apparaten.

Kortom, dit boek is een must voor iedereen die te maken heeft met de toepassing van elektronica.

Prijs fl. 49,50

Verkrijgbaar bij elektronica- en boekhandel

voor Nederland:
De Muiderkring B.V.
Postbus 313
1380 AH WEESP
Telefoon 02940-15210



UITGEVERIJ DE MUIDERKRING B.V.



voor België:
Standaard Uitgeverij
Belgiëlei 147a
2018 ANTWERPEN
Telefoon 03-2395900

Achtergronden, principes en schakelingen

Temperaturen meten met Pt-100 opnemers

Temperatuur is in veel gevallen de meest voorkomende te meten fysische grootte in een procesinstallatie. Een groot aantal instrumenten en methoden is voorhanden om deze grootte te meten. Welke meetmethode en uitvoering toegepast worden in een bepaald geval, is afhankelijk van een groot aantal factoren, zoals de vereiste nauwkeurigheid, reproduceerbaarheid, stabiliteit, gewenst meetbereik, uitgangssignaalvorm en procesomstandigheden.

Het (nauwkeurig) bepalen van temperatuur is niet eenvoudig. Vooral doordat temperatuurmetingen *indirecte* metingen zijn: niet de temperatuur zelf, maar slechts begeleidende fysische verschijnselen kunnen worden waargenomen.

Alle meetmethoden voor het bepalen van de temperatuur zijn dan ook gebaseerd op fysische verschijnselen die zo nauwkeurig mogelijk reproduceerbaar van de temperatuur afhankelijk zijn.

Tussen het verschijnsel en de temperatuur zal dan bovendien een bij voorkeur *lineair* verband moeten bestaan.

De meetmethoden kunnen worden onderverdeeld in drieën: met temperatuurvoelers, optisch en gericht op kleuomslag en vormverandering. Deze methoden zijn gebaseerd op de volgende fysische verschijnselen:

- drukverandering van een gas bij constant volume
- volumeverandering van een vloeistof
- lengteverandering van een vaste stof
- dampspanningsverandering van een vloeistof met verzadigde damp
- weerstandsverandering van een metaal of halfgeleider
- potentiaalsprongvariatie tussen twee metalen
- verandering van de uitgezonden hoeveelheid straling
- verandering van de golflengte van uitgezonden straling.

Platina weerstand opnemers

In de Meet- en Regeltechniek worden voor het meten van temperaturen in ruime mate weerstandsthermometers toegepast.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de temperatuur-afhankelijkheid van de weerstand van bepaalde metalen. De belangrijkste voordelen van dit type thermometers zijn een zeer goede stabiliteit en reproduceerbaarheid. Bijzonder populair is het genormaliseerde Pt-100 element, een platina weerstandopnemer voor een temperatuurbereik van -200 tot +850 °C en een nominale weerstand van 100 ohm bij 0 °C. De voordelen van platina zijn het hoge smeltpunt, de chemische zuiverheid en de onaantastbaarheid.

Aan de metalen, die voor weerstandsthermometers wor-

De Pt-100 kent uiteenlopende uitvoeringsvormen.

den gebruikt, worden, afgezien van de lineariteit, de volgende eisen gesteld:

- bij een bepaalde temperatuur moet de weerstandswaarde stabiel zijn
 - in het gebruikte temperatuurgebied moet de structuur niet veranderen
 - het metaal moet een voldoende hoge soortelijke weerstand bezitten
 - de weerstand-temperatuurcoëfficiënt moet zo hoog mogelijk zijn
 - het materiaal moet reproduceerbaar kunnen worden vervaardigd.
- Platina voldoet aan deze eisen.

Dit metaal is met grote zuiverheid te bereiden, waardoor de temperatuurcoëfficiënt ($3,927 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) binnen zeer kleine toleranties op dezelfde waarde te houden is. Hoewel het door zijn corrosievastheid en hoge smeltpunt tot een temperatuur boven 1000 °C is te gebruiken, wordt bij de industriële uitvoeringen de bovengrens van het meetgebied op 750 °C gehouden.

Het verband tussen de weerstand en de temperatuur wordt gegeven door de functie:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T + \beta \cdot T^2 + \dots)$$

De factoren $\beta \cdot T^2$ enz. zijn betrokken op een beperkt meetgebied, klein ten opzichte van de factor $\alpha \cdot T$, en kunnen worden verwaarloosd.

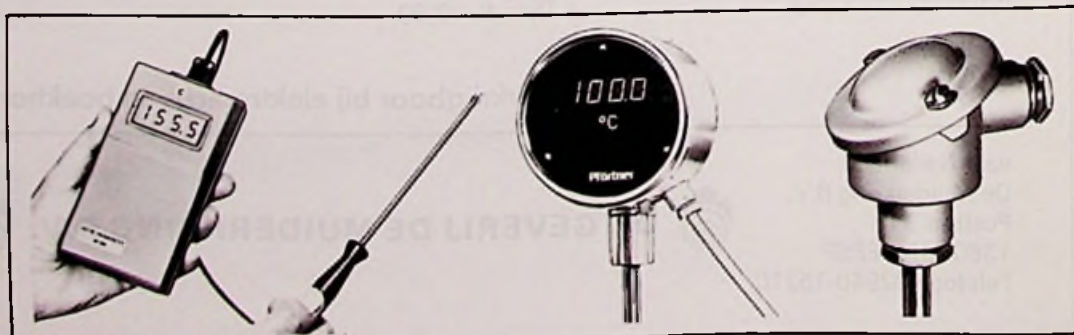
Het verband wordt dan:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

Hierin is α de weerstandtoename van het metaal per graad Celsius temperatuurverhoging. Deze weerstands-temperatuurcoëfficiënt α ligt voor de meeste metalen tussen 2×10^{-3} en $10 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. De weerstandvariatie verloopt niet zuiver lineair. Voor elke temperatuur geldt een andere temperatuurcoëfficiënt.

Metten van de weerstand

Voor het meten van de temperatuurafhankelijke weerstand van het Pt-100 element moet door het element een meetstroom vloeien. De temperatuurcoëfficiënt heeft een kleine waarde, waardoor bij een meetstroom van bijvoorbeeld 2 mA een spanningsvariatie van slechts 770 μV per graad Celsius ontstaat. Dit feit stelt hoge eisen aan de stabiliteit en nauwkeurigheid van een meet-schakeling. De noodzakelijke meetstroom kan ook aanleiding zijn van meetfouten, omdat deze stroom warmte ontwikkelt in de opnemer zelf (zelfopwarming). Deze meetfout neemt kwadratisch toe met de meetstroom. Ook de nominale waarde van een Pt-100 element heeft een kleine waarde, zeker als de weerstand van de verbindingsleidingen in beschouwing wordt genomen. Een relatief lage leidingweerstand kan al aanleiding geven tot grote meetfouten. Zelfs de temperatuurcoëfficiënt van de verbindingsleidingen kan meetfouten veroorzaken. Daarnaast kunnen ongewenste thermo span-



Temperatuurschalen

De temperatuur is een maat voor de kinetische energie van de moleculen van een stof en duidt dus een energietoestand aan, waarin die stof zich bevindt.

Stijging van de temperatuur van een stof vindt onder meer plaats, als energie in de vorm van warmte aan de stof toegevoerd wordt. (vooropgesteld dat de aggregatietoestand van de stof niet verandert). Temperatuurstijging betekent dus een toename van de kinetische energie van de stof. Bij het absolute nulpunt is de kinetische energie van de moleculen minimaal.

In het verleden zijn door verschillende natuurkundigen temperatuurschalen ontwikkeld. Hierbij houden de vaste, reproduceerbare punten verband met bepaalde verschijnselen. Tussen de vaste punten wordt een bepaalde verdeling aangebracht die ook voorbij die vaste punten wordt voortgezet. Het temperatuurverschil dat weergegeven wordt door twee opeenvolgende verdeelstrepen op de schaal, noemt men de eenheid van temperatuur, ofwel de graad. Voorheen waren er een aantal 'graden' in gebruik, afhankelijk van de betreffende natuurkundige die de schaal had ontwikkeld. De bekendste zijn de graad Celcius, Fahrenheit en Reaumur.

In het internationale stelsel van eenheden (SI), wordt nog slechts één temperatuurschaal 'erkend' en wel de schaal ontwikkeld door Lord Kelvin.

In de dagelijkse praktijk en in de techniek zijn de andere schalen ook nog in gebruik, vooral de schaal volgens Celcius.

De SI eenheid van temperatuur is de Kelvin (K). Er wordt ook wel gesproken van de Kelvin als eenheid van thermodynamische of absolute temperatuur, om aan te geven dat de temperatuurschaal volgens Kelvin uitgaat van de laagst bestaande temperatuur ofwel het absolute nulpunt.

Voor de schaalverdeling maakte Lord Kelvin gebruik van de reeds bestaande schaal van Celcius en daarom komt een temperatuurverschil van 1 K overeen met een temperatuurverschil van 1 graad Celcius.

De schaalverdeling volgens Kelvin wordt sinds 1954 door het 'tripelpunt' van zuiver water vastgelegd (onder het tripelpunt van een stof wordt verstaan het punt op de temperatuurschaal waarbij vaste stof, vloeistof en damp tegelijkertijd aanwezig zijn). Hierbij is afgesproken dat dit bij 273,16 K zal liggen.

Voor normale dagelijkse en technische toepassingen wordt de temperatuurschaal volgens Celcius gebruikt. Celcius stelde twee vaste punten op de door hem ontwikkelde temperatuurschaal vast. Dat is de temperatuur van smeltend ijs bij normale buitenluchtdruk (1013,2 mbar) en de temperatuur van kokend water onder gelijke drukomstandigheden. Smeltend ijs is dan 0 en kokend water 100.

Het nulpunt op de Celciusschaal wordt bij gebruikmaking van de Kelvin aangegeven met 273,15 K, dus 273,15 K wordt gelijk gesteld aan 0 graden Celcius.

Het tripelpunt van water, dat aangegeven wordt met 273,16 K, wordt dus in de Celciusschaal aangeduid met 0,01 graad Celcius.

ningen over de materiaalovergangen optreden, bijvoorbeeld tussen de Pt-100 meetweerstand en de verbindingsleidingen.

In de keuze en het ontwerp van een meetschakeling moet zeker rekening gehouden worden met al deze mogelijke foutbronnen.

Meetprincipes

De meetmethoden voor weerstandmeting zijn te verdelen in twee hoofdgroepen, de nulmethode en de uitslagmethode.

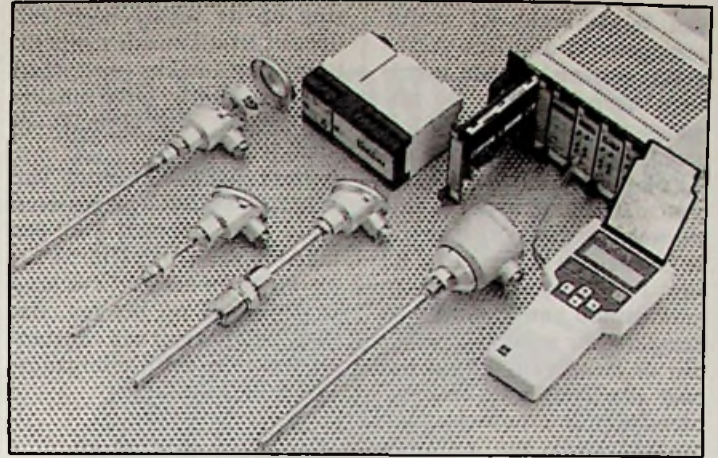
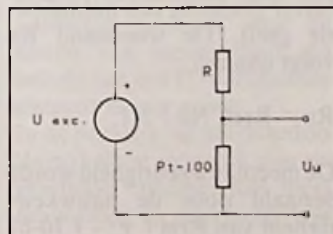
Bij de nulmethode vindt een vergelijking plaats van de onbekende weerstand met een nauwkeurige bekende. Bij gebruik van de uitslagmethode wordt met behulp van een weerstand spanningomzetter de temperatuur-afhankelijke weerstand van het Pt-100 element omgezet in een temperatuur-afhankelijke spanning. Omdat de relatie tussen de weerstand van de opnemer en de temperatuur niet-lineair is

en ook de meetschakeling een extra niet-lineairiteit kan toevoegen, moet met behulp van een lineariseringsschakeling een spanning worden gerealiseerd die een zo lineair mogelijke relatie heeft met de te meten temperatuur.

Schakelingen

Een potentiometer meetschakeling (fig. 1) met een constante excitatiespanning U_{exc} en een vaste weerstand R_2 zet de relatieve weerstandsverandering van de Pt-100 om in U_u , de spanningsverandering aan de uitgang.

Fig. 1 Potentiometer schakeling met constante excitatiespanning.



Diverse temperatuur meetinstrumenten.

Deze spanning is een niet-lineaire functie van de relatieve weerstandsverandering van de opnemer en mede afhankelijk van de waarde van R.

Stroom-spanningsmethode met constante excitatiestroom.

Zoals in figuur 2 te zien is, kan de potentiometerschakeling ook gevoed worden met een constante stroom. De weerstand R heeft dan geen enkele invloed op de uitgangsspanning. De verandering van de uitgangsspanning is nu wel een lineaire functie van de relatieve weerstandsverandering van de Pt-100 opnemer. Dit lineair gedrag verhoogt de bruikbaarheid van deze meetschakeling.

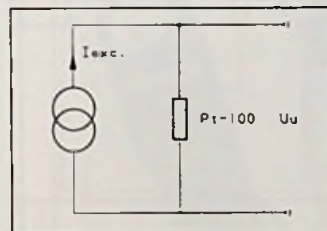


Fig. 2 Potentiometer schakeling met constante excitatiestroom.

Brug van Wheatstone met constante excitatiespanning.

De bekende brug van Wheatstone is een meetschakeling die veelvuldig toepassing vindt voor het meten van weerstanden volgens de nulmethode en voor het omzetten van een weerstandsverandering in een uitgangssignaal volgens de uitslagmethode.

In de eenvoudigste vorm bestaat de brug uit vier nauwkeurige weerstanden met een zeer geringe temperatuurcoëfficiënt die met elkaar zijn verbonden in een vierkant, een excitatiebron (spanning of stroom) verbonden met een van de dia-

gonalen en een stroom- of spanningsdetector in de andere diagonaal. Zoals in figuur 3 is te zien, meet de detector in feite het spanningsverschil tussen de uitgangen van twee spanningsdelers die zijn verbonden met de excitatiebron. In geval van spanningsexcitatie is de uitgangsspanning U_u :

$$U_u = \frac{R_1.R_3 - R_2.R_4}{(R_1-R_2).(R_3-R_4)} \cdot U_{exc}$$

Deze formule laat zien, dat de uitgangsspanning gelijk aan nul is als:

$$R_1.R_3 = R_2.R_4$$

Geldt deze voorwaarde, dan is de brug in evenwicht of in balans. De voorwaarde is onafhankelijk van de excitatiewijze (stroom of spanning, AC of DC), de grootte van de excitatie, de uitlezing (stroom of spanning) en de ingangswaarde van de detector. De mogelijkheid om de brug te balanceren (nuldetector) is een zeer groot voordeel, omdat het gemakkelijker is kleine waarden van $\Delta.U_u$ te meten op basis van een nulspanning dan op basis van het niveau U_u . Deze spanning kan wel 1000 maal groter zijn dan $\Delta.U_u$.

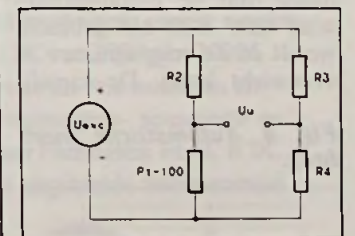


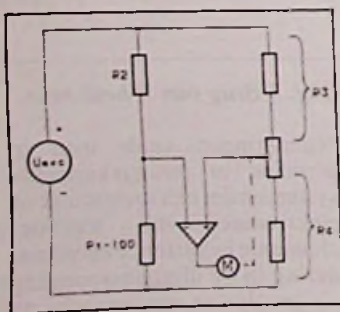
Fig. 3 Brug van Wheatstone.

Nulmetingen vindt men in principe in teruggekoppelde systemen die een mensenlijk of elektromechanisch regelmechanisme bevatten. Een verandering in de uitgangsspanning als gevolg van een verandering

van bijvoorbeeld R1 wordt tegengewerkt door een verandering van een bekende, instelbare weerstand R2. De uitgangsspanning wordt dus steeds naar nul gedwongen. Ligt de verhouding $k = R4/R3$ vast, dan geldt $R1 = k \cdot R2$ en is de weerstandswaarde van R1 te bepalen. In het geval dat R1 een Pt-100 opnemer is, kan met behulp van een tabel de temperatuur worden bepaald. Bij de Brug van Wheatstone met een constante excitatiestroom is de evenwichtsvoorwaarde gelijk aan de vorige schakeling. Voor de gevoeligheid en de maximale gevoeligheid van de Brug van Wheatstone met een constante excitatiestroom gelden dezelfde formules als die voor een brug met een constante excitatiespanning. Het grote voordeel van de Brug van Wheatstone ten opzichte van een potentiometer schakeling is het feit dat de brug is te balanceren voor het verkrijgen van een nulspanning aan de uitgang. Een tweede voordeel wordt verkregen als de brug gebruikt wordt in een nulmodus.

Automatische meetbrug. Bij de nulmethode wordt in de hiervoor beschreven Brug van Wheatstone een van de brugweerstanden zodanig met de hand afgesteld, zodat een nulindicatie optreedt. In de meetschakeling van figuur 4 is dezelfde brug toegepast, maar voorzien van een elektromechanisch regelsysteem dat de brug automatisch in evenwicht brengt. Is de uitgangsspanning van deze automatische meetbrug ongelijk aan nul, dan verplaatst het regelsysteem met behulp van een motor de loper van een instelbare brugweerstand (en bij voorbeeld een wijzer langs een schaal of een pen over registratiepapier) zodanig, dat de uitgangsspanning weer naar nul gebracht wordt en de brug opnieuw in evenwicht komt. De aanwij-

Fig. 4 Automatische meetbrug.



zing op de schaal heeft een lineaire relatie met de temperatuur-afhankelijke weerstand van de opnemer. Deze schakeling wordt veel gebruikt in schrijvers.

Actieve brug. De Brug van Wheatstone is te lineariseren door het opnemen van een OpAmp in de brug (fig. 5). De werking van deze actieve brug is gebaseerd op het feit, dat door de opnemer een constante stroom vloeit. De uitgangsspanning wordt dan:

$$U_u = U_{exc} / 2 \cdot e$$

Hieruit volgt dat de uitgangsspanning lineair afhankelijk is van de weerstandverandering van de opnemer. Verder heeft deze actieve brug een twee maal zo grote uitgangsspanning als een vergelijkbare passieve brug. Een ander voordeel is dat de OpAmp een zeer lage uitgangsimpedantie heeft. De schakeling heeft echter ook een aantal nadelen: de opnemer 'zweeft', de spanning op de ingangen van de OpAmp is hoog en als de verbindingdraden naar de opnemer lang zijn, kunnen stabiliteitsproblemen ontstaan.

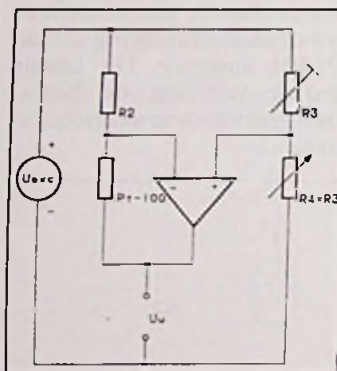


Fig. 5 Actieve brug met constante stroom door de opnemer.

De gelijkstroomcomparator-*ratio*brug is waarschijnlijk de meest nauwkeurige meetschakeling die beschikbaar is voor het vergelijken van weerstanden. In figuur 6 is hiervan het prinscipeschema gegeven. Het principe is gebaseerd op het gegeven, dat de magnetische flux in een kern wordt bepaald door het aantal windingen om de kern en de stroom door de windingen. Loopt door wikkeling N1 een gelijkstroom I1 en door de tegengesteld gewikkelde N2 op dezelfde kern een gelijkstroom I2, dan is de resulterende flux in de kern nul, als wordt voldaan aan de relatie $N1 \cdot I1 = N2 \cdot I2$.

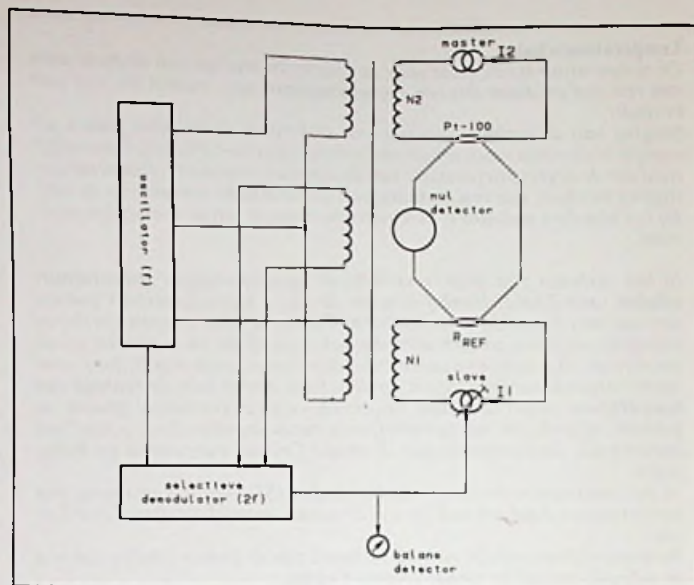


Fig. 6 Gelijkstroomcomparator-*ratio*brug.

Het principe van de gelijkstroomcomparator is het detecteren van de nul-flux conditie. De kern wordt met behulp van wisselstroom zodanig gemagnetiseerd, dat verzadiging van de kern optreedt. Is de gelijkstroom-magnetisatie nul, dan is de flux in de kern opgebouwd uit de grondgolf en oneven harmonischen van de frequentie van de wisselstroom. Treedt echter in dezelfde kern een gelijkstroom-magnetisatie op, dan ontstaan er even-harmonischen van de wisselstroom-frequentie in de flux. Een onbalans is dus vast te stellen met behulp van een op de tweede harmonische afgestemde, selectieve demodulator die met een extra wikkeling is gekoppeld met de flux in de kern. De brug is in evenwicht als de balansdetector een nulindicatie geeft. Voor het meten van een weerstand stuurt de 'master'-stroombron een constante gelijkstroom I2 door de te meten weerstand Rs en de comparatorwikkeling N2. De 'slave'-stroombron stuurt een zeer nauwkeurige, vaste referentieweerstand Rref en de wikkeling N1, dat de spanningsval over Rs gelijk is aan die over Rref en de nuldetector dus nul aangeeft. De instelbare wikkeling N2 wordt nu zodanig afgesteld dat de balansdetector eveneens een nulindicatie geeft. De weerstand Rs volgt dan uit:

$$R_s = R_{ref} \cdot N_2 / N_1$$

De meetnauwkeurigheid wordt bepaald door de nauwkeurigheid van Rref (+/- 1.10-6)

omdat de onnauwkeurigheid van de comparator meestal beter is. De stroombronnen hoeven niet nauwkeurig te zijn, maar moeten wel een extreem hoge stabiliteit ten opzichte van elkaar hebben. Daarom wordt terugkoppeling van de balansdetector naar de 'slave' stroombron toegepast. Hierdoor volgt deze stroombron een eventuele drift van de 'master', zodat de stroomverhouding I2/I1 constant blijft.

Metten op afstand. Niet zelden is een weerstand temperatuur-opnemer op grote afstand van de meetschakeling geplaatst. Als er slechts twee draden (fig. 7) gebruikt worden voor de aansluiting van het Pt-100 element, treden twee ongewenste effecten op, signaalverlies en verlies van temperatuurcompensatie. Dit komt omdat enerzijds de relatieve weerstandsverandering kleiner is door toevoeging van de leidingweerstand en bovendien zijn de leidingweerstand afhankelijk van de omgevingstemperatuur.

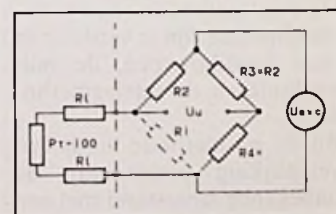


Fig. 7 Tweedraads aansluiting.

Driedraads-systeem. De ongewenste effecten van de leidingweerstand zijn te reduceren door het toepassen van een driedraads systeem. Zoals in figuur 8 is te zien, is het Pt-100 element door middel van drie draden met een gelijke leiding-

weerstand aangesloten op de brug. De leidingweerstand R_{11} maakt geen deel uit van de brug en dient alleen voor het aansluiten van de excitatie-spanning op de opnemer. De brugweerstand R_1 bestaat nu uit:

$$R_1 = R_0 \cdot (1 + e) + R_{11}$$

zodat het signaalverlies ongeveer tweemaal kleiner is dan bij het tweedraadsysteem.

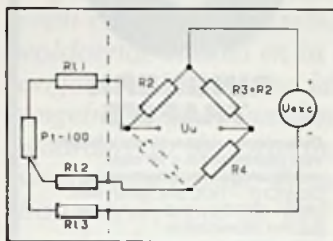


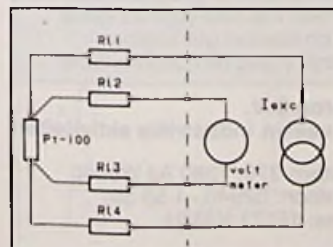
Fig. 8 Driedraads aansluiting

Voor het verkrijgen van brug-evenwicht dient, indien $R_3 = R_2$, de brugweerstand R_4 gelijk te zijn aan R_0 . De temperatuurcompensatie van de brug blijft behouden, omdat bij een temperatuurverandering de leidingweerstand R_{11} en R_{12} in gelijke mate veranderen en zich in tegenovergestelde takken van de brug bevinden. Al deze voordelen wegen ruimschoots op tegen het nadeel van een extra draad. Zijn de leidingen niet identiek, dan moeten deze met hulpweerstand worden gelijk gemaakt.

Vierdraadssysteem. In figuur 9 is de opnemer door middel van vier draden (met gelijke weerstanden) aangesloten op een potentiometer-meetschakeling.

In dit vierdraadssysteem hebben de leidingweerstand R_{11} en R_{14} geen enkele invloed op de grootte van de meetstroom. De invloed van de leidingweerstand R_{13} en R_{12} is verwaarloosbaar mits de ingangswaarde van de hier gebruikte voltmeter velen malen groter is. De leidingweerstand veroorzaakt dus geen signaalver-

Fig. 9 Vierdraads systeem potentiometer schakeling.



zwakking en geen fouten als gevolg van temperatuurveranderingen van de leiding. Afregeling van de leidingweerstand is daarom niet nodig. Ten opzichte van de brugschakeling zijn bij deze schakeling dus drie precisie weerstanden minder nodig. Een nadeel is hier de extra toevoerdrad, maar dit zal over het algemeen geen probleem zijn, vooral niet vanwege de hogere nauwkeurigheid die op deze wijze bereikt kan worden. In figuur 10 is een voorbeeld gegeven van een vier-draads brugschakeling. Twee van de vier draden zijn in de aansluitkop met elkaar doorverbonden. Uitgaande van identieke leidingen en brugweerstand kan gesteld worden dat de invloed van R_{11} en R_{12} gelijk, maar tegengesteld is aan die van R_{13} en R_{14} .

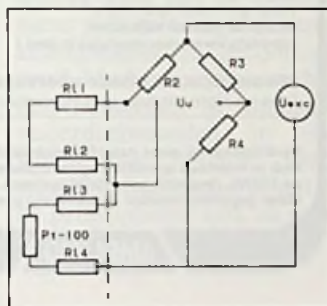


Fig. 10 Vierdraads systeem brugschakeling.

Elektronika 'in de kop'. Gebruikmakend van het feit dat steeds meer elektronica in een beperkte ruimte ondergebracht kan worden, gaat men er steeds vaker toe over de meet-schakeling 'in de kop' van de temperatuuropnemer-behuizing onder te brengen. Dikwijls wordt bovendien ook de conversie van meetspanning naar stroom hieraan toegevoegd, zodat het geheel in een stroomlus van 4 - 20 mA opgenomen kan worden.

Slot

Temperatuurmeting is, als het nauwkeurig moet zijn en als bovendien een groot meetbereik gewenst is, niet zo eenvoudig als het vaak lijkt. Het aantal fabrikanten dat een oplossing aanbiedt voor het meten van temperatuur met behulp van een Pt-100 opnemer element is zeer groot.

In de praktijk zal het daardoor (bijna) altijd mogelijk zijn een geschikte opnemer met meet-omvormer te selecteren voor een bepaalde toepassing. □

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.

HEME
International



HEME is wereldwijd toonaangevend op het gebied van Hall effect meetapparatuur. Deze meetmethode maakt het mogelijk om -zonder het circuit te onderbreken- zowel gelijk- als wisselstroom te meten. Het programma omvat: ampèretangen voor zowel AC als DC van 200A t/m 2000A (autoranging), waarbij keuze uit vele modellen en mogelijkheden, o.a.: Cos phi, vermogens-, spannings- en 3-fase metingen. Ook leverbaar Fluxmeters en AC & DC stroom-opnemers. Vraag de uitgebreide documentatie!

AMROH

Postbus 370, 1380 AJ Weesp, telefoon 02940 - 15350

LET 'S TANGO

COMPUTER AIDED DESIGN
FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS

PROGRAMMABLE LOGIC

Na de introductie van Tango-PCB, weer

EEN DOORBRAAK !!!!

PLD-Software & universele Programmer voor nog geen

Fl. 3200,-

Ontwerpen, testen, simuleren EN programmeren van

- ⇒ PALs, GALs, PEELs, (E)PLD's etc.
- ⇒ Microcontrollers, (E)EPROMS, PROMS.
- ⇒ Dynamic/Static RAM & TTL/CMOS tester

Inlichtingen: Alopex Elektronica, Voorburg. Tel. 070 - 3855704



LEVERT UIT VOORRAAD:



VERSTERKER-MODULES

**KANT- EN KLAAR
GARANTIE: 1 JAAR!**
Eindversterkers: 15W, 30W, 60W,
120W en 180W sinus.
Hoge kwaliteit, lage prijzen, bijv.
30W kost slechts / 69,-
Alle zijn meervoudig beveiligd
Uitstekende geluidskwaliteit.
Nieuw: MOSFET eindversterker-
modules voor de allerbeste geluids-
kwaliteit.
Voedingen: met ringkerntrafo.
Dit zijn de meeste verkochte
complete versterker-modules in Ned.!



RINGKERN-TRAFO'S

Deze nieuwe ringkerntrafo's bieden
veel voordelen t.o.v. de oude
rechthoekige blikpakkettrafo's:
GEWICHT + HOOGTE gehalveerd.
MAGN. STROOIVELD veel kleiner,
dus min. brominductie.
NULLASTSTROOM zeer laag.
SNEL te monteren: slechts 1 bout.
HOGE betrouwbaarheid, want I.L.P.
gebruikt prima materialen.
UIT VOORRAAD: meer dan 170 types
van 15 tot 1000 VA.
LAGE prijzen, bijv. 30 + 30 V 5A kost
slechts / 99,-.

Nieuw: Speciale **gitaar-voorversterker** met veel regel mogelijkheden in
kant-en-klare module, met Hammond nagalm.

Verkrijgbaar bij meer dan 100 winkels in Nederland.
Ook in voorraad speciale ringkerntrafo's voor buizenversterkers van 40W
en 100W, ringleidingen, 100V systeem, computervoedingen.
Meer gegevens worden op aanvraag gratis toegezonden.

AMPLIMO

AMPLIMO B.V. (with I.L.P. NEDU)
VOSSENRIJKWEG 1, 7481 GA DELDEN
TEL. 05407-52024, FAX 05407-53332



STUUT en BRUIN B.V.
Middelpunt van de elektronica

WIJ LEVEREN UIT VOORRAAD DE FLUKE 80 SERIE MULTIMETER

FLUKE 80 SERIE, DE ECHE MULTIMETER
MET MEER MULTIMETER-EIGENSCHAPPEN
INB EEN HANDZAAM EN COMPACT
INSTRUMENT.

Nu in prijs
verlaagd!

FLUKE 80 SERIE

83-85-87

3 1/2 DIGIT 4000 COUNT DISPLAY
DE FLUKE 87 IS ZELFS 4 1/2 DIGIT
ENKELE UNIEKE EIGENSCHAPPEN

- * FREQUENTIE, DUTY CYCLE METING
- * CAPACITEITMETINGEN
- * AC-DC SPANNING EN STROOM METING
- * ZEER SHELLE BARGRAPH MET 41 OF 128 SEGMENTEN
- * REGISTRATIEMOGELIJKHEID MET WEERGAVE VAN MIN, MAX EN GEMIDDELDE
- * UITSTEKENDE EMI AFSCHEMING, BEDRIJFSTEMPERATUUR VAN -20 TOT +50 C
- * BEVEILIGD TEGEN OVERBELASTING OP ALLE BEREIKEN 1000 V EFFECTIEF
- * DE GARANTIE OP DEZE METERS IS 3 JAAR OP ONDERDELEN EN ARBEIDSLON
- * NU MET VOLLEDIGE NEDERLANDSE GEBRUIKSAANWIJZING



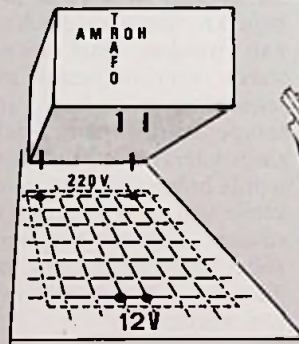
ANDERE FLUKE MULTIMETERS EN ACCESSOIRES LEVEREN WIJ OOK UIT VOORRAAD

UITGEBREID FOLDERMATERIAAL ZENDEN WIJ U GAARNE TOE

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.: 070-604993 - Fax.: 070-639084
Postgiro: 283062 - AMRO-bank: 45.35.75.418

óók voor transformatoren

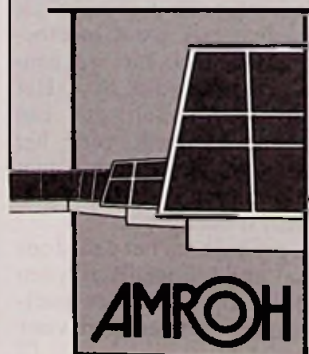


Ook in het brede assortiment transformatoren bewijst
Amroh z'n klasse. Om er maar een paar te noemen:

★ Ingegoten trafo's voor print- en chassismontage
(van 0,6 VA tot 24 VA);

- ★ Voedingstrafo's;
- ★ Ringkerntrafo's;
- ★ Regeltrafo's;
- ★ Aanpassingstrafo's.

Alleen al voor dit programma
zijn heel wat bedrijven tot vaste
Amroh-klanten getransfor-
meerd. Vraag de documentatie.



Amroh B.V.
Aktueel in industriële activiteiten

Postbus 370, 1380 AJ Weesp
Telefoon: 02940 - 1 53 50
Telex: 15171 KAMU

Universele bouwsteen biedt 27 waarden met 4 pennen

Decadebankje van 4,2 mm²

In elk elektronica laboratorium worden regelmatig ongebruikelijke onderdeelwaarden toegepast. Een tijdsconstante en een gewenste impedantie vereisen een RC-combinatie van 240 ohm en 626 nF. Instelbare onderdelen zijn niet voldoende stabiel en in HF-schakelingen ongewenst. Een goed laboratorium heeft deze ongebruikelijke waarden voorradig. Een aantal waarden uit de sortering zullen echter nooit worden toegepast. Deze originele universele bouwsteen voor de E12 - E192 reeks biedt in ieder geval uitkomst voor 27 waarden met 4 pennen.

De onderdelenvoorraad kost de producent en de afnemers handen vol geld. Ongebruikelijke onderdeelwaarden zijn extra duur omdat de houdbaarheid door oxidatie en veroudering beperkt is. Als een bijzondere onderdeelwaarde besteld wordt, moet de leverancier proberen het oudste, nog bruikbare, onderdeel te selecteren. In de montage-afdelingen zijn de exotische waarden eveneens ongeliefd. De voorbereidingstijden voor de automaten nemen met de omvang van het onderdelen-spectrum sterk toe.

Zelfs in afdelingen inkoop, wareningang en klantenservice veroorzaken de afzonderlijke posities in de onderdelenlijst kosten, alhoewel de werkwijze in deze afdelingen ten dele automatiseerbaar is. Enkele firma's hebben dit probleem gezien en proberen in de laboratoria een kleiner onderdelenspectrum vast te leggen. De kooplieden verwachten van de elektronici desgewenst een parallelschakeling of serieschakeling met de voorkeurwaarden. Aan de

andere kant ziet de elektronicus zich met hogere nauwkeurigheidseisen geconfronteerd. Moderne analysemethoden berekenen de optimale onderdeelwaarden in een worst case situatie. Deze waarden moeten dan echter in de printopbouw ook zo goed mogelijk benaderd worden.

Universele bouwsteen

Eigenlijk heeft de elektronicus een potentiometer met de goede eigenschappen van de gewone weerstand nodig. Dit buitengewone element bestaat werkelijk, althans op papier. Het idee is gebaseerd op de hierboven vermelde parallel-/serie-schakeling. De elementen van de schakeling worden echter niet als los onderdeel ingebouwd, maar in de universele bouwsteen geïntegreerd. Het onderdeel moet nu nog geprogrammeerd worden. Deze programmering mag natuurlijk niet gecompliceerd zijn. De eenvoudigste programmerings-

methode is in de elektronica nog steeds het koper lay-out op de printplaat. De elektrische waarde van de universele bouwstenen ligt vast na de keuze van de aansluitingen, brugverbindingen en de gewenste decade.

De inhoud van de universele bouwsteen moet zorgvuldig gedimensioneerd worden om een zo groot mogelijk bereik in de E12 - E192 reeks te kunnen bestrijken. Als randvoorwaarden gelden bijvoorbeeld (willekeurig gekozen):

Voorbeeld	Aantal elementen	Aantal aansluitingen	Reeks	Bereik
1	2	3	E6	10.0-98.0 ohm
2	2	4	E12	6.67-120.00 nH
3	3	4	E6	330-1000.00 nF
4	4	6	E196	29-100.25 ohm
5	4	4	E12	9.9867-100 ohm

Ter demonstratie wordt voorbeeld 5 doorgerekend. Met de universele bouwsteen van

figuur 1 of figuur 2 zijn minstens 27 combinatiewaarden mogelijk (zie tabel 1).

Comb.	Formule	Opm.	Aansl.	Brug
1	$R = r1 // (r2+r3+r4)$		1 2	-
2	$R = r2 // (r1+r3+r4)$		2 3	-
3	$R = r3 // (r1+r2+r4)$		3 4	-
4	$R = r4 // (r1+r2+r3)$		1 4	-
5	$R = (r1+r2) // (r3+r4)$		1 3	-
6	$R = (r2+r3) // (r1+r4)$		2 4	-
7	$R = r1 // (r2+r3)$	$r4=0$	1 2	1-4
8	$R = r1 // (r2+r4)$	$r3=0$	1 2	3-4
9	$R = r1 // (r3+r4)$	$r2=0$	1 2	2-3
10	$R = r2 // (r1+r3)$	$r4=0$	3 2	1-4
11	$R = r2 // (r3+r4)$	$r1=0$	3 2	1-2
12	$R = r2 // (r1+r4)$	$r3=0$	3 2	3-4
13	$R = r3 // (r1+r2)$	$r4=0$	3 4	1-4
14	$R = r3 // (r1+r4)$	$r2=0$	3 4	2-3
15	$R = r3 // (r2+r4)$	$r1=0$	3 4	1-2
16	$R = r4 // (r1+r2)$	$r3=0$	1 4	3-4
17	$R = r4 // (r1+r3)$	$r2=0$	1 4	2-3
18	$R = r4 // (r2+r3)$	$r1=0$	1 4	1-2
19	$R = r1 // r2$	$r3+r4=0$	1 2	1-3
20	$R = r1 // r3$	$r2+r4=0$	1 2	1-4, 2-3
21	$R = r1 // r4$	$r3+r2=0$	1 2	2-4
22	$R = r2 // r3$	$r1+r4=0$	2 3	2-4
23	$R = r2 // r4$	$r1+r3=0$	2 3	1-2, 3-4
24	$R = r3 // r4$	$r1+r2=0$	3 4	1-3
25	$R = (r1 // r2) + (r3 // r4)$		2 4	1-3
26	$R = (r1 // r4) + (r2 // r3)$		1 3	2-4
27	$R = r1 // r2 // r3 // r4$		1 2	1-3, 2-4

Fig. 1 Universele bouwsteen met vier elementen.

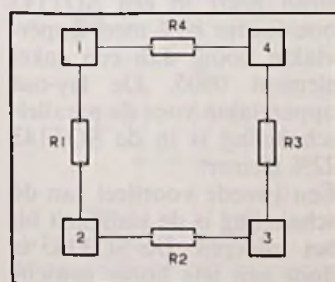
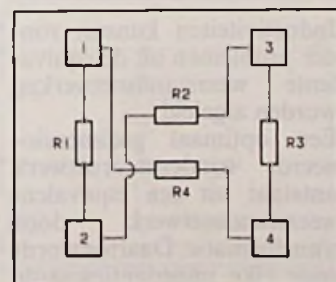


Fig. 2 Universele bouwsteen met vier elementen, gekruist.



Tabel 1.

Om het rekenwerk te vereenvoudigen geldt als willekeurige afspraak, dat $r4$ steeds de grootste impedantie waarde vertegenwoordigt ($r1 < r4$; $r2 < r4$; $r3 < r4$). De hoogste waarde in de tabel is $R4 = r4 // (r1+r2+r3)$ in Combinatie 4. De kleinste

waarde is $R27 = r1 // r2 // r3 // r4$ in Combinatie 27. Combinatie 27 is in figuur 2 (gekruiste versie) eenvoudiger mogelijk dan in figuur 1. Omgekeerd is de bedrading der verbindingsbruggen voor combinatie 20 in figuur 1 eenvoudiger dan in figuur 2.

Rekenformules

Voor de optimale dimensionering van de netwerken in figuren 1 en 2 is een calculator nodig. De calculator optimaliseert de verhouding $r1:r2:r3:r4$ voor een gelijkmatige verdeling der combinatiewaarden $R1 - R27$ in het vereiste E12-decadenbereik $R_{min} - R_{max} = 9.9867 - 100$ ohm.

Het rekenwerk wordt tot een minimum beperkt door het elimineren van enkele parameters uit de rekenformules. Als men het gewenste werk-

gebied van de bouwsteen definieert door

$$F = \frac{R_{min}}{R_{max}}$$

dan kan een variabele $r4$ als functie van de overgebleven 3 parameters worden beschreven. De waarde $r1$ ligt bij een eenmaal gekozen verhouding $r1:r2:r3:r4$ als functie van R_{max} vast. De waarde $r1$ is echter nog niet bekend. De relatie wordt als volgt omschreven:
 $r1:r2:r3:r4 = u:v:w:z$

Met behulp van de formules

$$R_{min} = \frac{(uvwz) * r1}{(uvw + uvz + vwz + uwz)}$$

$$R_{max} = \frac{(u + v + w) * z * r1}{(u + v + w + z)}$$

kan men afleiden:

$$F = \frac{R_{min}}{R_{max}} = \frac{1 + \frac{z}{u + v + w}}{1 + \frac{z}{u} + \frac{z}{v} + \frac{z}{w}}$$

of bij voorbeeld:

$$z = \frac{1 - F}{\left(\frac{F}{u} + \frac{F}{v} + \frac{F}{w} - \frac{1}{u + v + w}\right)}$$

Na een keuze van bij voorbeeld $F = 0.09867$ en $u:v:w = 1:1.66:2.92$ geldt: $z = 71.03$.

Deze reductie van het aantal parameters van 4 tot 3 vermindert het rekenwerk in het optimaliseringsprogramma aanzienlijk. Het programma legt de verhouding $u:v:w$ naar keuze met een ervaringstabel, een formule of een 'brute force' methode vast.

In de 'brute force' methode

worden eenvoudig alle combinaties (met de botte bijl) doorgerekend.

De waarde voor $r1$ volgt uit de formule:

$$r1 = R_{max} * \frac{r1+r2+r3+r4}{(r1+r2+3) * r4}$$

$$= R_{max} * \frac{u+v+w+z}{(u+v+w) * z}$$

Voor de decade 9.9867 - 100 ohm is $R_{max} = 100$ ohm, en in voorbeeld 5 geldt dus:

$$r1 = 100 * \frac{1+1.66+2.92+71.0}{(1+1.66+2.92) * 71.0} = 19.330 \text{ ohm}$$

$$\begin{aligned} r2 &= 1.66 * r1 &&= 32.087 \text{ ohm} \\ r3 &= 2.92 * r1 &&= 56.440 \text{ ohm} \\ r4 &= 71.0 * r1 &&= 1372.4 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Fig. 3 Universele bouwsteen met bereik 10 - 100 Ω.

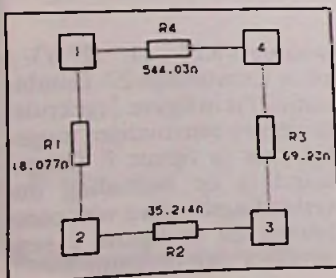
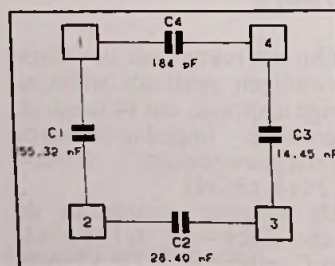


Fig. 4 Equivalent condensatornetwerk, bereik 10 nF - 100 nF.



Deze waarden kan men in de combinatielijst invullen (zie tabel 2).

Comb.	Waarde
1	19.1
2	31.4
3	54.3
4	100.0
5	49.6
6	83.2
7	15.9
8	19.1
9	19.1
10	25.6
11	31.4
12	31.3
13	26.9
14	54.2
15	54.3
16	49.6
17	71.8
18	83.2
19	12.1
20	14.4
21	19.1
22	20.5
23	31.4
24	54.2
25	66.3
26	39.5
27	9.9

Tabel 2.

Na sortering ontstaat een lijst met de beschikbare waarden, achtereenvolgens: 9.9, 12.1, 14.4, 15.9, 19.1, 20.5, 25.6, 26.9, 31.1, 31.4, 39.5, 49.6, 54.2, 54.3, 66.3, 71.8, 83.2 en 100.0.

Deze reeks komt ongeveer overeen met de E12-reeks. Het optimaliseringsprogramma kan ook een optimale combinatie $r1,r2,r3,r4$ voor de officiële E12-reeks uitrekenen. De ondergrens van het weerstandsbereik werd in het voorbeeld met opzet niet op de ideale waarde van 10 ohm of 12 ohm vastgelegd. Het optimaliseringsprogramma vindt namelijk ook voor een ondergrens tussen 6 en 7 ohm zeer bruikbare E12-reeksen.

Condensatoren en spoelen

Inductiviteiten kunnen zonder problemen uit de equivalente weerstandsnetwerken worden afgeleid.

Een optimaal gedimensioneerd condensatornetwerk ontstaat uit een equivalent weerstandsnetwerk door transformatie. Daartoe wordt voor elke impedantiewaarde

uit de E12-reeks bij een willekeurig gekozen frequentie de bijbehorende condensatorwaarde berekend met de formule:

$$Z = \frac{1}{6.28 * f * C}$$

De E12-reeks transformeert zich bij $f = 167$ MHz (zie tabel 3).

R-waarde (ohm)	C-waarde (pF)
10	100.0
12	83.3
15	66.7
18	55.6
22	45.5
27	37.0
33	30.3
39	25.6
47	21.3
56	17.9
68	14.7
82	12.2
100	10.0

Tabel 3.

De condensatorreeks vormt ook een (omgekeerde) E12-reeks. De elementen $c1, c2, c3, c4$ worden berekend met de transformatieformule:

$$C = \frac{1}{6.28 * f * R}$$

Met de netwerken van figuren 3 en 4 ontstaan de volgende weerstands- respectievelijk condensatorreeksen:

R: 10.0, 11.9, 14.3, 15.4, 17.5, 23.3, 29.2, 30.1, 32.2, 33.1, 33.4, 40.8, 48.5, 61.4, 73.4, 75.2, 87.6 en 100.0.

C: 100.0, 84.0, 69.6, 64.9, 57.1, 42.9, 34.2, 33.2, 31.1, 30.2, 30.0, 24.5, 20.6, 16.3, 13.6, 13.3, 11.4 en 10.0.

Behuizingen

Als behuizing voor een 4-polige bouwsteen is een gestandaardiseerde vorm SOT143 geschikt. De universele bouwsteen heeft in een SOT143 bouwvorm 80% meer oppervlakte nodig dan een enkel element 0805. De lay-out oppervlakte voor de parallel-schakeling is in de SOT143 22% kleiner.

Een tweede voordeel van de schakeling is de stabiliteit bij het solderen. De SOT143 is door een iets hoger gewicht

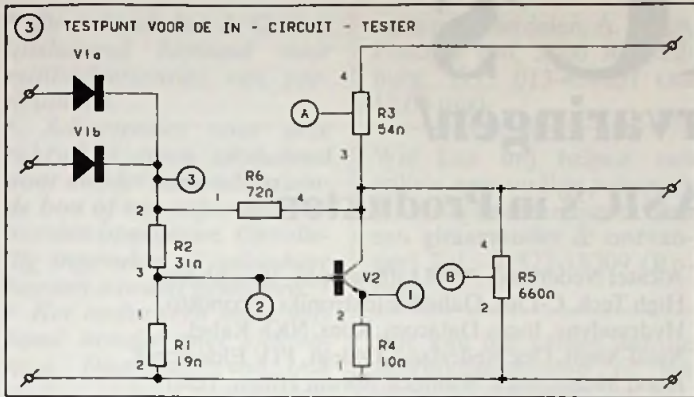


Fig. 5 Schema met universele bouwstenen.

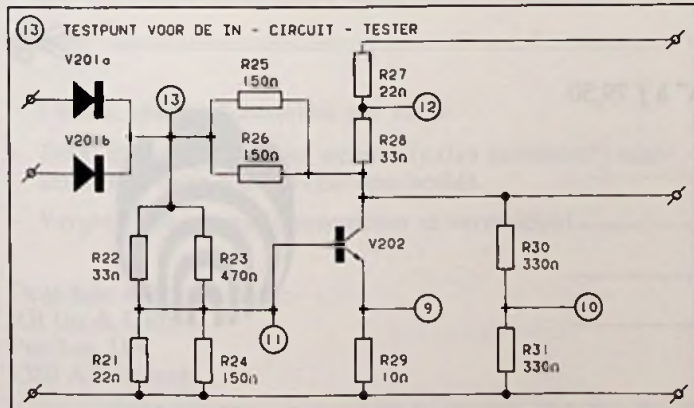
en twee extra aansluitingen niet zo gevoelig voor het zogenaamde 'tombstone' (grafsteen)-effect (bij 'reflow' solderen kunnen kleine, lichte SMD-componenten rechtop 'springen').

Het elektrische gedrag van de serie-/parallelschakeling in de universele bouwsteen is gunstiger. De kortere verbindingen in de bouwsteen verbeteren de hoogfrequente eigenschappen. De toleranties van de netwerkelementen r1,r2,r3,r4 zijn in het algemeen beter beheersbaar dan in de produktielijn voor losse onderdelen.

Praktijkvoorbeeld

In de praktijk zal de elektronicus een onderdeel in het schema een optimale waarde (bij voorbeeld R1 = 24.3 ohm) toekennen. Het CAE-systeem berekent uit de bovenstaande tabel de optimale benadering (25.6 ohm) voor deze waarde. Daartoe wordt uit de tabel onder aansluit-schema 10 een CAD-cel gekozen met aansluitingen op nummer 2 en 3, en een brug-

Fig. 6 Schema met losse onderdelen.



verbinding tussen nummer 1 en 4.

De 27 lay-out cellen worden eenmaal, compleet met brugverbindingen, ontworpen en in een centrale CAD-bibliotheek opgeslagen.

In de onderdelenlijst legt de elektronicus de decade 10 - 100 ohm van het onderdeel R12 vast.

Het schema beschrijft voor R12 de werkelijke waarde 25.6 ohm. De aansluitingnummers kunnen in het schema naar keuze (voor de servicetechnici) aangegeven, of (in een overzichtelijk principeschema) weggelaten worden.

Het schema in figuur 5 is duidelijk beter leesbaar dan figuur 6 met discrete onderdelen.

Kleurcodering

De waarden van de nieuwe onderdelenreeks kunnen met een kleur/verfpunt aangegeven worden (zie tabel 4).

Dit coderingssysteem vermindert de kans op fouten bij de montage, de controle en de service.

Speciale uitvoeringen

De universele bouwsteen kan desgewenst voor een aantal speciale functies toegepast

Kleur

zilver : decade
goud : decade
zwart : decade
bruin : decade
rood : decade
oranje : decade
geel : decade
groen : decade
blauw : decade
violet : decade
grijs : decade
wit : decade

Waarde

0.001 - 0.01 ohm
0.01 - 0.1 ohm
0.1 - 1 ohm
1 - 10 ohm
10 - 100 ohm
100 - 1 kohm
1 k - 10 kohm
10 k - 100 kohm
100 k - 1 Mohm
1 M - 10 Mohm
10 M - 100 Mohm
100 M - 1 Gohm

Tabel 4.

worden. Figuur 7 beschrijft een spanningsdeler met een universele bouwsteen. Een kruisingsfunctie in in figuur 8 weergegeven. Tot slot wordt in figuur 9 een aantal testpunten aan de bovenzijde van de behuizing geschetst.

Deze aansluitingen zijn bruikbaar voor in-circuit-test en/of servicemetingen.

Fig. 7 Spanningsdeler.

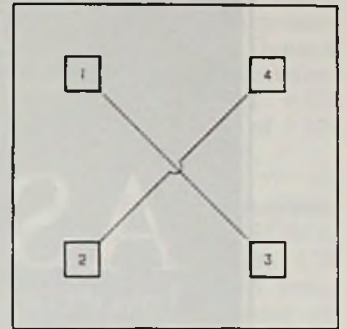
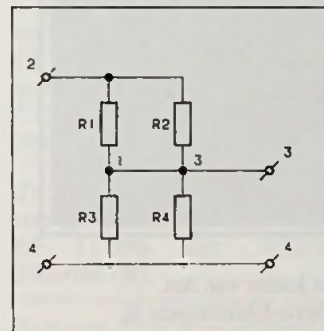
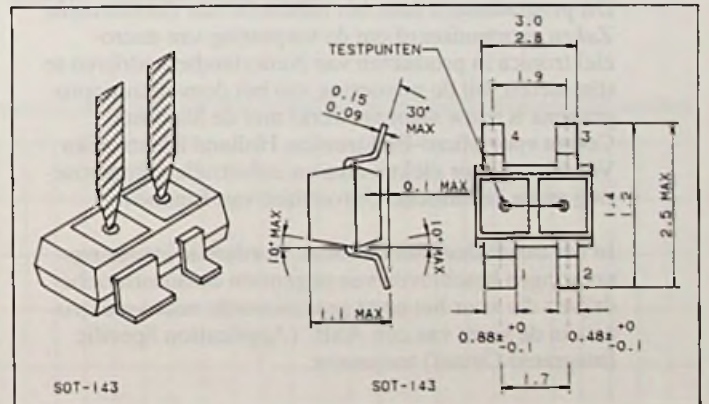


Fig. 8 Kruising.

De universele bouwsteen kan ook als trimelement worden toegepast. Daartoe wordt de bouwsteen als combinatie 4 (zonder brugverbindingen) op de hoogste waarde geprogrammeerd. Met (draad-)bruggen tussen de aansluitingen zijn in de decade 10 - 100 in figuur 1 verschillende waarden mogelijk (zie tabel 5).

Fig. 9 Testpunten voor de in-circuit-tester.



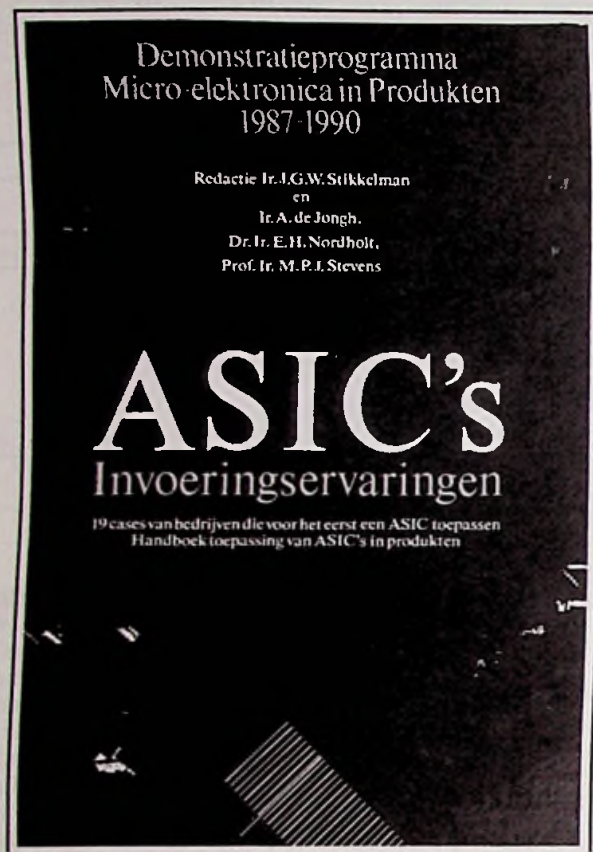
Tabel 5.

Comb.	Formule	Waarde	Bruggen
4	$r4 // (r1+r2+r3)$	100	—
18	$r4 // (r2+r3)$	83.2	1-2
17	$r4 // (r1+r3)$	71.8	2-3
16	$r4 // (r1+r2)$	49.6	3-4
23	$r4 // r2$	31.4	1-2, 3-4
24	$r4 // r3$	20.5	1-3
21	$r4 // r1$	19.1	2-4
27	$r4 // r3 // r2 // r1$	9.9	1-3, 2-4

ASIC's

Invoeringservaringen/

Handboek toepassing ASIC's in Producten



Dit boek is geschreven in het kader van het Demonstratieprogramma Micro-Elektronica in Producten.

Dit programma is door het *ministerie van Economische Zaken* georganiseerd om de toepassing van micro-elektronica in producten van Nederlandse bedrijven te stimuleren. Bij de uitvoering van het demonstratieprogramma is nauw samengewerkt met de Stichting Centra voor Micro-Elektronica, Holland Elektronika Vereniging voor elektronica en industriële automatisering en de Technische Universiteit van Eindhoven.

In het eerste deel van het boek worden de invoeringservaringen beschreven van negentien demonstratiebedrijven die voor het eerst geavanceerde micro-elektronica in de vorm van een ASIC (Application Specific Integrated Circuit) toepassen:

Alcatel Nederland, ASM Lithography, Bronkhorst High Tech, C-Lips, Dahedi Elektroniks, Econosto, Hydraudyne, Incaa Datacom, Koni, NKF Kabel, Nieaf-Smitt, Océ Nederland, Oldelft, PIV Eldutronic, Rood Megatronics, Scantech, Spruijt Hillen, Tulip Computers en Westcoast Technology.

Deze bedrijven maken deel uit van uiteenlopende bedrijfstakken: Metaalproductenindustrie, Machinebouw en CV-industrie; Elektronica, Medische Technologie en Meet- en Regeltechniek; Computers, Kantoormachines en Telecommunicatie.

De ervaringen hebben betrekking op de ontwikkeling, inkoop, fabricage, marketing en bedrijfseconomie als het gaat om de toepassing van een ASIC in een product.

In het tweede deel van het boek hebben Prof. ir. Stevens en Dr. ir. Nordholt, bij uitstek deskundigen op dit gebied, een Handboek toepassing van ASIC's samengesteld, waarbij de nadruk ligt op de technische kanten van het gebruik van ASIC's.

Doelgerichte checklisten worden gegeven, waardoor (aspirant-)toepassers meer beslagen ten ijs kunnen komen en kunnen leren van de ervaring van anderen. De ervaringen zijn nuttig te gebruiken door bedrijven die overwegen deze vorm van geavanceerde elektronica in hun producten te gaan toepassen; van andermans ervaringen en fouten valt het meeste te leren.

- informatie over de ASIC-techniek, prijzen en mogelijkheden
- projectopzet, doorlooptijden en aanpak
- omgaan met toeleveranciers, succesvol co-makership
- bedrijfseconomische onderbouwing
- organisatorische consequenties voor ontwikkeling, inkoop, fabricage en marketing

Dit boek is bedoeld voor: directie, technisch management, commercieel management, projectmanagement, elektronici en inkopers van kleine en middelgrote ondernemingen die geavanceerde elektronica in hun product gaan toepassen. Het invoeringservaringenboek en het Handboek zijn ook zinvol in het HBO en het technisch universitair onderwijs te gebruiken.

Hierbij bestellen wij ex. van het boek "ASIC's" à f 79,50

Naam bedrijf:

t.a.v.:

Adres:

Postcode/Woonplaats:



Automatische omschakelaar voor drie telefoons

Drie op één lijn

Wie twee of meer telefoontoestellen in huis heeft, zal deze gewoon parallel geschakeld hebben op de PTT-lijn. Dat werkt wel, maar heeft ook nadelen. Het grootste probleem is de mogelijkheid om eenvoudig een gesprek op een ander toestel af te luisteren. Als deze apparaten ver uit elkaar staan heeft men absoluut geen controle meer hierover. Met deze automatische trio-schakelaar kan dat bezwaar eenvoudig worden ondervangen.

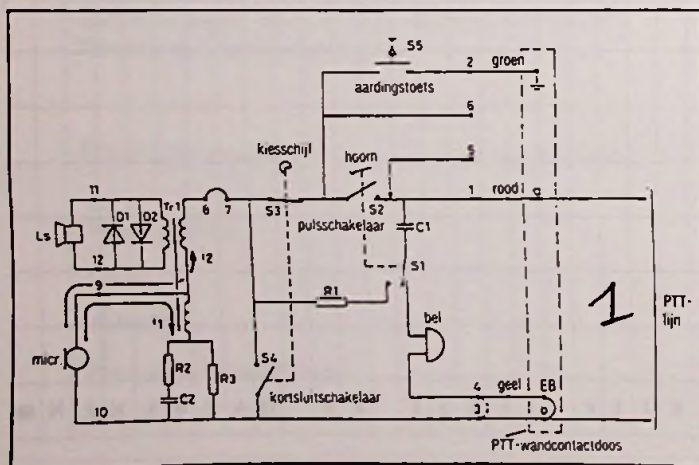
De schakeling die hier wordt beschreven werkt alleen met apparaten die voorzien zijn van een zogenaamde 'aardings-toets'. Alle oude PTT-telefoons zijn voorzien van een klein drukknopje naast de kiesschijf, die met de E-aansluiting op het klemmenbordje verbonden is.

In afbeelding 1 is het interne schema van het oude standaardapparaat van de PTT met code T-65 getekend. Daaruit blijkt dat de aardings-toets S5 verbonden is met aansluiting nummer 2 van het klemmenbordje aan de achterzijde van de telefoon.

Die aardings-toets wordt gebruikt om een inkomend gesprek om te leiden naar een van de twee overige telefoons. Als men bijvoorbeeld een gesprek in de woonkamer aanneemt en men wil de verbinding omschakelen naar een ander apparaat, dan drukt men op de aardings-

toets van de telefoon die het gesprek moet overnemen. Dat lijkt onhandig, maar in de praktijk is dat niet het geval. Stel dat men bijvoorbeeld bepaalde gegevens nodig heeft die niet in de woonkamer liggen, maar in de werkkamer. Men legt dan de hoorn van de telefoon in de woonkamer naast het apparaat, gaat naar de werkkamer, neemt daar de hoorn op en drukt op de aardings-toets. Het gesprek wordt nu overgenomen door de telefoon in de werkkamer. De telefoon in de woonkamer wordt daardoor van de lijn afgeschakeld, zodat het niet mogelijk is het gesprek af te luisteren. Natuurlijk mag men na afloop van het gesprek niet vergeten de hoorn van de telefoon in de woonkamer weer op de haak te leggen! Bijkomend voordeel van deze schakeling is dat bij een binnenkomend gesprek de bellen van alle drie de apparaten gaan rinkelen. Maar op de print zijn drie jumpers aanwezig, waarmee men de bellen van de afzonderlijke apparaten eventueel kan uitschakelen.

Afb. 1 Het interne schema van de oude standaard telefoon van de PTT, de T-65.



Het schema

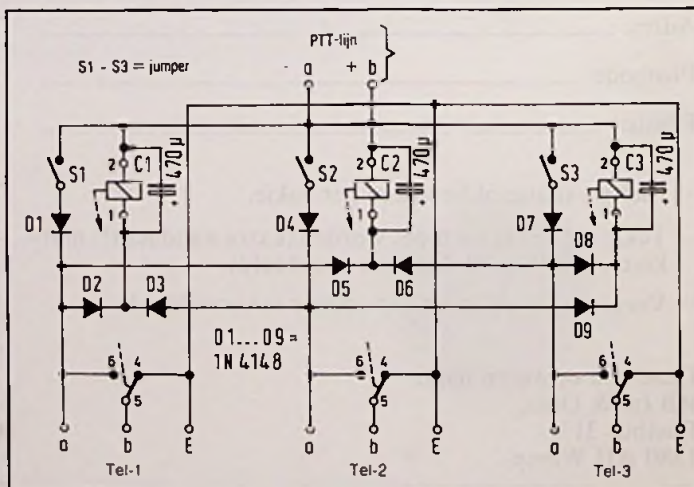
Het volledige schema van de automatische omschakelaar is getekend in afbeelding 2. Hart van de schakeling zijn drie monostabiele relais van Siemens. Deze hebben een spelweerstand van 300 Ω en een schakelspanning van 5 V. De spoelen van deze relais zitten in de stroomlus van de telefoons. De spanningsval van 6 V die over de spoelen ontstaat, heeft echter geen nadelige effecten op de geluidskwaliteit van de verbinding. In het schema zijn de relaiscontacten in de ruststand getekend.

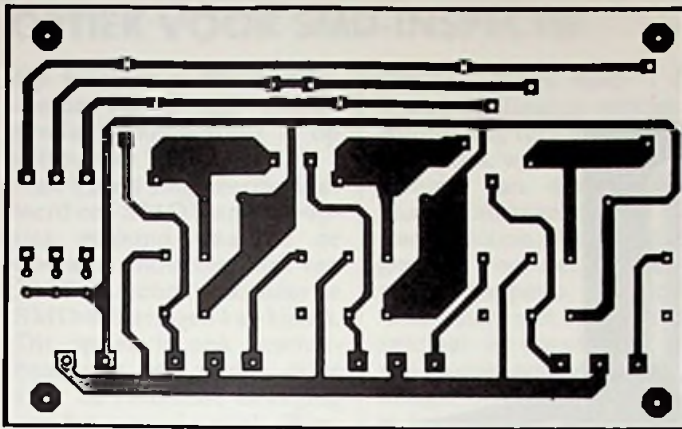
Stel dat men wordt opgebeld. De centrale zet dan een grote wisselspanning op de lijn, die de bel in de telefoon moet doen aanspreken. De stroomloop voor telefoon 2 is dan als volgt: voor de positieve halve periode van het belsignaal van ader b van de PTT-lijn door het relaiscontact naar aansluiting b van de telefoon; via de bel in dat apparaat terug naar aansluiting a van de telefoon en dan via de geleidende dioden D9 en D3 naar de onderste aansluitingen van de spoelen van de relais R1 en R3; door de spoelen van de relais terug naar aansluiting a van de PTT-lijn. Als de polariteit van het belsignaal wisselt, zal de stroomkring gesloten worden via de dioden D1, D4 en

D7. Dit in de veronderstelling dat de drie jumpers S1, S2 en S3 gesloten zijn. De bellen in de drie telefoons worden dus door een wisselstroom doorlopen en zullen aan het werk gaan. Opent men de jumper van een van de apparaten, dan zal deze telefoon niet door een wisselstroom doorlopen worden en de in serie met de bel opgenomen condensator zal het signaal sperren. Deze bel gaat dan niet rinkelen.

Neemt men een van de hoorns op, bijvoorbeeld van de tweede telefoon, dan gaat er een lijnstroom van ongeveer 30 mA door de keten vloeien. De dioden in de schakeling zorgen ervoor dat deze stroom alleen maar door de relaisspoelen van de twee overige telefoons kan afvloeien. Deze relais spreken aan, de contacten sluiten de a- en b-draden van de twee overige telefoons kort. Deze apparaten zijn dus dood, zodat het gesprek op de lijn niet afgeluisterd kan worden. Drukt men echter op de aardingsknop van een van deze apparaten, dan wordt de stroomkring van deze telefoon gesloten. Het gevolg is dat de stroom die door deze actie gaat vloeien de telefoon die in gebruik was uitschakelt. Dat omschakelen gaat zo snel dat de PTT-lijn er niets van merkt en de verbinding instandhoudt. Het gesprek wordt dus overgezet op de telefoon waarvan men de aardingsknop heeft ingedrukt.

Afb. 2 Het volledige schema van de automatische telefoon omschakelaar.



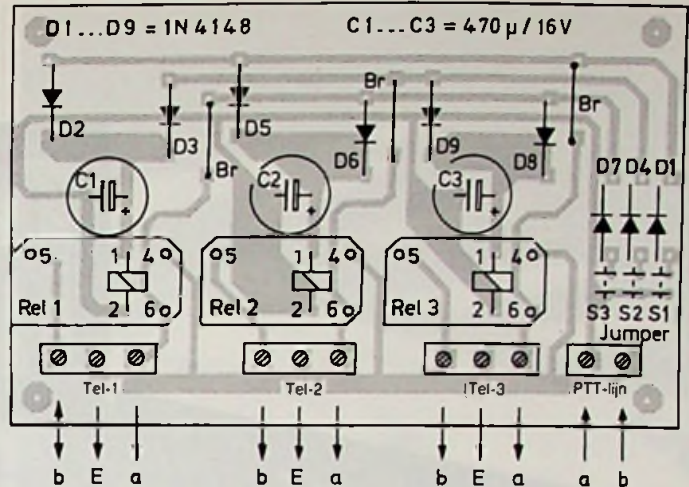


Afb. 3 De print op schaal 1/1.

De bouw

De print voor de schakeling is getekend in afbeelding 3, de componentenopstelling in afbeelding 4. De in het prototype gebruikte relais zijn van Siemens en

hebben aansluitingen die iets afwijken van de standaard op dat gebied. Vandaar dat in afbeelding 5 een overzicht wordt gegeven van de afmetingen en de aansluitcodering van deze relais. Let er bij de aankoop van andere modellen op dat de spoelspanning 5 V moet bedragen en dat de ohmse weerstand van de wik-

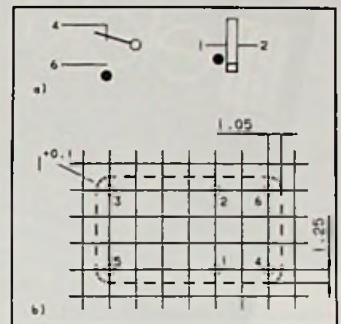


Afb. 4 De componentenopstelling.

keling minstens 300 Ω moet zijn.

Het gebruik

De drie telefoons moeten door een drie-aderige kabel met de schakeling verbonden worden. Let daarbij op de juiste positie van de a- en de b-aansluitingen! Hetzelfde geldt voor de twee signaalvoerende draden van de PTT-lijn. De a van de print moet met de negatieve pool van de PTT-lijn verbonden worden. Dat moet men even



Afb. 5 Aansluitgegevens en afmetingen van het toegepaste relais van Siemens.

met een universeelmeter nagaan. □

© RB Elektronica/Funkschau 2/1990.

Onderdelenlijst

Condensatoren C1 t/m C3	470 µF, 16 V print
Halfgeleiders D1 t/m D9	1N4148
Diversen Rel 1 t/m Rel 3 K11 t/m K13 K14	V23040-A0001-B201 printkroonsteentje, 3-polig printkroonsteentje, 2-polig

mededeling voor internationaal georiënteerde vakgenoten

WHY ENGLISH?

if there is the Dutch professional journal

RB elektronica
RADIO BULLETIN



PIET KENNIS B.V.

ELEKTRONISCH CENTRUM
Piusstr. 90 5038 WT Tilburg
Tel. 013 - 422647 Fax 013 - 424172

**Elektr. Componenten - Bouwkits - Lektuur
Meetapparatuur - Audio-accessoires**

Freeway
IMPORT TRADING

Postbus 6013
4900 HA Oosterhout
Tel. 01620-57414*
Fax. 01620-23777

30.000 componenten,
Hioki multimeters, Hameg
scopes, Dynatek, ILP,
Alecto etc.

U belt, wij sturen!
Vraag gratis info.



**LUIDSPREKERS
ZOALS 'T WERKELIJK
HOORT.**



uitsluitend verkrijgbaar bij de
betere Hi-Fi speciaalzaak.
Vraag documentatie en een dealerlijst.

BNS Vandenberghe B.V., Loon op Zand, Telefoon 04166-2434.

UW GIDS VOOR PRAKTISCHE ELEKTRONICA



Stuur mij een acceptgirokaart en ik betaal fl. 72,- voor een jaarabonnement op RB Elektronica. Ik krijg elf nummers met meer dan 600 pagina's praktische elektronica vakinformatie.

naam: _____ adres: _____

postcode en woonplaats: _____

De Muiderkring - Antwoordnummer 6114 - 1380 VB Weesp

OPTIEK VOOR SMD-INSPECTIE

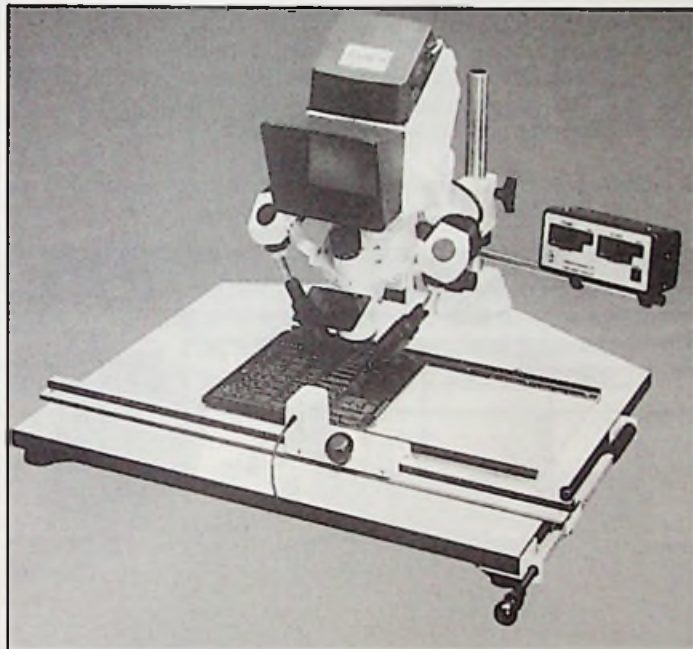
Op Electronics '91 introduceerde Rotec veel nieuwe productie-apparatuur op gebied van SMD.

Van Vision Engineering Ltd. werd een SMD inspectie-optiek getoond waarmee de operator onder een hoek van 30°C en rechtstreeks naar de SMD-solderingen kan kijken. Dit optiek is ook beschikbaar met een motor drive voor de roterende beweging van het spiegel-optiek. Hierdoor wordt de houding van de gebruiker meer ergonomisch verantwoord.

Dit optiek geeft een helder beeld bij inspectie van SMD-prints direct en onder een hoek.

Doordat Rotec sinds 1 februari de Benelux-vertegenwoordiging verzorgt van CyberOptics, waren ook instrumenten van deze Amerikaanse fabrikant te zien. De Laser Section Microscoop is geschikt voor het nat meten van soldeer pasta. De microscoop meet met een laser die speciaal is ontwikkeld om van natte soldeer pasta de hoogte, breedte en registratie te kunnen meten. De microscoop meet contactloos; brugvorming, honde-oren en versmering zijn direct zichtbaar op een videoscherm.

Inl.: Rotec b.v.b.a., Oud Turnhout (B), tel. +32-14 670 412.



BATTERIJEN TEMPERATUURBESTENDIG

De nieuwe lithium-cilinder batterijen van Panasonic hebben een breed temperatuurgebied van -40°C tot +85°C. De mangaan-dioxide cellen zijn dankzij een speciale crimp-afdichting hiervoor geschikt gemaakt. Ze zijn bruikbaar voor vele toepassingen op het gebied van de meet- en regeltechniek, waar de warm-

tebelasting vaak boven gebruikelijke grenzen ligt. Momenteel zijn er twee typen: 1/2 AA met een capaciteitswaarde tot 850 mAh en de 2/3 A gaat tot 1.700 mAh. De nominale spanning van de batterijen bedraagt 3 V.

Diode Nederland, Houten, tel. 03403-91234.

ANTI-STATISCHE ZAKKEN

Voor het veilig opslaan en transporteren van ESD-gevoelige componenten, PCB's en zelfs geheugenkaarten en floppy discs introduceert Simco de serie 8300 anti-sta-

tische, gemetalliseerde transparante zakken.

De zakken zijn goedgekeurd volgens standaard EIA-541, appendix E en door het Franse keuringsinstituut



Deze elektrostatische shielding zakken zijn volledig onafhankelijk van de luchtvochtigheid.

L.C.I.E. De testen zijn uitgevoerd bij een relatieve luchtvochtigheid van 12% en een temperatuur van 23°C. Daarbij werd een capacitieve meetkop binnen in de zak ge-

bracht en aan de buitenkant een elektrostatische ontlading van 1 kV en 2,5 kV gesimuleerd.

De zakken zijn leverbaar in 40 verschillende standaard maten en in maatwerk.

Inl.: Simco B.V., Lochem, tel. 05730-88333.

MONTAGERAILS NAUWKEURIG BEWERKEN

De PPS 60 van Phoenix Contact is een knip- en stansapparaat voor de bewerking van montagerails voor aansluitklemmen. Het apparaat dient ervoor om alle vijf gangbare DIN-montagerails zonder vervorming nauwkeurig en braamvrij af te korten. Het is uitgerust met een gatenpons waarmee in lengten en dwarsrichting sleufgaten in de rails kunnen worden aangebracht. Verder heeft de PPS 60 een instelbare lengteaanslag met mm-indeling. Doordat de knip- en stansbewerkingen kunnen worden uitgevoerd zonder de stempels en/of matrijzen te verwisselen, is de bewerkingstijd verkort.

Inl.: Cito Benelux, Zevenaar, tel. 08360-91720.

Knippen en stansen van montagerails kan sneller en nauwkeuriger met dit apparaat.



MICROBESTURINGEN

Een echt alternatief voor de microbesturingschips van Motorola vormt de TMP68HC11 familie van Toshiba. Op dit moment zijn er drie typen beschikbaar. De TMP68HC11A8 heeft 8 bytes ROM, 512 bytes EEPROM en 256 bytes SRAM. De TMP68HC11A1 beschikt over 512 bytes EEPROM en 256 bytes SRAM en dat laatste geldt

ook voor de TMP68HC11A0. Binnenkort volgt de HC711 met EPROM aan boord. De microbesturingen beschikken over een 16-bit timer, 8-bit accumulator, interruptschakeling, seriële periferie interface (SPI), 8-bit A/D omzetter en vermogenopname beperkende stop- en wachtstanden.

Inl.: Alcom Electronics, Capelle a/d IJssel, tel. 010-4519533.

Microbesturingschips in de 68HC11 familie.



FOUTDETECTIE/CORRECTIE

Een snelle en zuinige CMOS 32-bit foutdetectie- en correctiecomponent voor dynamische geheugens is de Am29C660E van AMD. Onder de meest ongunstige omstandigheden zijn de vertragingstijden 9 ns bij het opsporen van een enkele bit en 14 ns bij het opsporen en corrigeren. De fabrikant claimt dat dit 37% sneller is dan bij andere soortgelijke componenten. Door casca-

deschakeling kunnen 64-bit geheugensystemen worden bewaakt. De vertragingstijden zijn dan respectievelijk 18 ns en 30 ns. Verder detecteert de component alle 2-bit willekeurig optredende fouten, sommige 3-bit fouten en foutcondities van alle enen en nullen door gebruik te maken van een Hamming code.

Inl.: AMD, Brussel, tel. +32-27719142.

SMD ZEKERINGEN

De SMD-TRON van Bussmann is een zekering voor oppervlaktemontage in een behuizing van 7 x 4 x 3 mm. Bij overbelasting gaat deze

pas na geruime tijd, maar bij kortsluiting zeer snel tot ontbinding over. Afhankelijk van het type kunnen stromen van 63 mA tot 5 A worden beveiligd bij spanningen tot 125 V.

Zekeringen voor oppervlaktemontage weerstaan 215 °C gedurende 1 minuut voor veilig solderen.

Inl.: Cisper Electronics, Zevenbergen, tel. 01680-28999.



GEBALANCEERDE OPAMP

Met de aanduiding NE/SA5234 brengt Philips een viervoudige, gebalanceerde OpAmp, waarvan de common-mode ingangsspanning 250 mV boven de voedingsspanning mag liggen. Hierdoor is het dynamische bereik groot en kan deze vervormingsvrije ingangssignalen leveren. De OpAmp kan het gedrag van systemen verbeteren die onder slechte condities moeten werken, bijvoorbeeld met accu- of batterij-

spanningen die ver onder hun nominale waarde liggen. Verder is ESD- en kortsluitbeveiliging ingebouwd. De uitgang van de bipolaire OpAmp kan over het hele voedingsspanningsbereik (-1,8 V tot +5,5 V) de voedingsspanning tot op 50 mV benaderen. De bandbreedte bij een versterkingsfactor 1 is 2,5 MHz. Per versterker wordt 700 μ A opgenomen. Inl.: Philips Nederland, Eindhoven, tel. 040-782754.

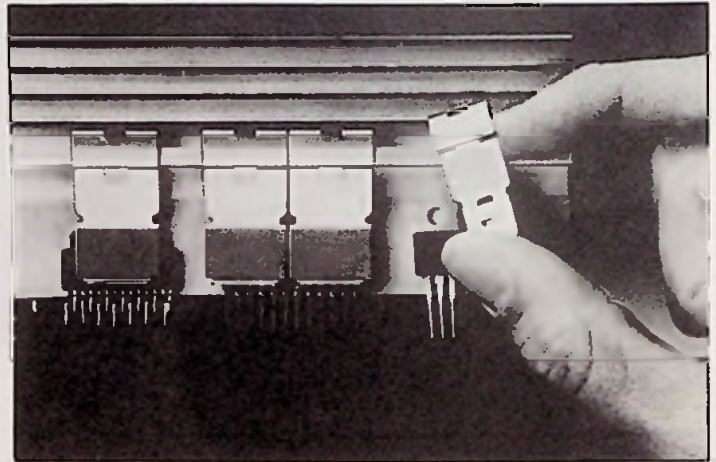
KOELEN VAN HALFGELEIDERS

Voor het koelen van een rijtje vermogenshalfgeleiders in TO-220, 218, 247 of SOT-86 behuizing, kan een railsysteem worden toegepast waarop de koelvinnen met behulp van zogenaamde Cool-clips van AAVID worden bevestigd. De componenten wor-

den met hun koelvlak stevig tegen het profiel gedrukt, zodat het boren van gaten en het bevestigen met schroefjes vervalt en dat kan aardig wat tijd besparen. De railprofielen hebben een thermische weerstand van 1 tot 10 °C/W per 3 inch.

Koelrailsysteem met klipmontage van halfgeleiders.

Inl.: Wallelectro, Ruinen, tel. 05221-2497.



A/D OMZETTER

De 12-bit ADC1241 A/D omzetter van National Semiconductor heeft een ingebouwde calibratieschakeling, bemonsteringslogica en een omzettingstijd van 13,8 μ s. De component is bedoeld voor koppeling aan snelle microprocessors voor telecommunicatie en procesbesturing waar een hoge resolutie vereist is.

Inl.: Rodelco Electronics, Breda, tel. 076-784911.

16 macrocellen. Omdat de klokfrequentie 100 MHz mag bedragen is deze component de snelste in haar soort. De chip voldoet aan de geregistreerde E-PAL prestaties voor toestandsmachines en is gebaseerd op de industriestandaard EPLD architectuur en is in feite een snellere versie van de EP610, EP630 en de PALCE630. De μ PLD familie wordt ondersteund door CAD en programmeergereedschappen, waaronder de iPLSII programmatuur voor programmeerbare logica.

SNELSTE μ PLD

De 85C060-10 is een 10 ns CMOS μ PLD van Intel met

Inl.: Intel Benelux, Rotterdam, tel. 010-4071113.

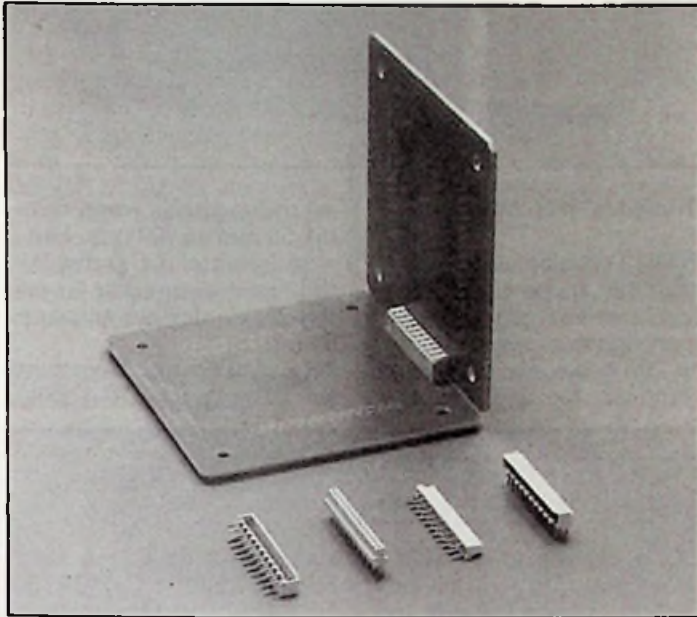
HAAKSE PRINTVERBINDING

Voor het haaks verbinden van twee printplaten heeft Elco de serie 5082 connectoren uitgebracht. Er zijn connectorcombinaties met 5 tot 21 contacten. De aansluit-

pennen zijn geknikt om omhoog werken van de connector tijdens het solderen te voorkomen. De pennen bevinden zich op een afstand van 1,25 mm zodat compact kan worden gebouwd.

Inl.: Elco Benelux, Den Bosch, tel. 073-211524.

Haakse connectoren voor het koppelen van printplaten.



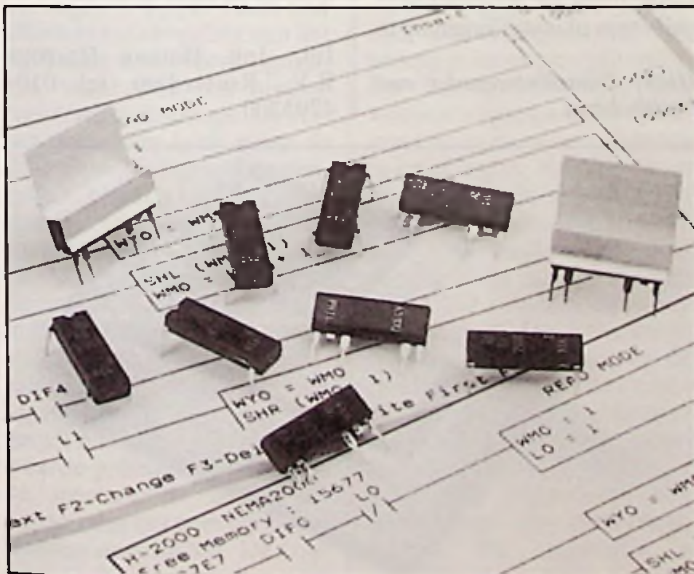
HALFGELEIDERRELAIS

De Power SIP en Power DIP relais van CP Clare zijn halfgeleiderrelais die schakelen op de nuldoorgang en zijn daardoor ongevoelig voor ruis en piekspanningen bij het schakelen van inductieve belastingen. Ze zijn aan-

stuurbaar met 5 mA (TTL en CMOS compatibel). De gelijkspanningsingang is optisch gescheiden van de wisselspanningsuitgang (isolatiespanning 2500 V). De uitgang kan maximaal 600 V wisselspanning schakelen bij een maximale stroom van 3 A.

Inl.: Vekano, Nuenen, tel. 040-835835.

Nuldoorgangsschakelaars in SIL en DIL uitvoering schakelen tot 600 V bij 3 A.



VERMOGENSDIODEN

De vermogensdioden van ABB-IXYS hebben een zeer korte schakeltijd van 35 ns en een snelle hersteltijd. Toegepast als vrijlooptiode voor halfgeleiderschakelaars (zoals IGBT's of MOSFET's) reduceren deze FRED's (fast recovery epitaxial diodes) de

schakelverliezen. Ze zijn ondergebracht in TO-220 en TO-247 behuizingen en geschikt voor sperspanningen van 400 V tot 1 kV bij doorlaatstromen van 8 tot 60 A.

Inl.: ABB, Rotterdam, tel. 010-4078210.

A/D OMZETTER

Van Datel komt de nauwkeurige 14-bit A/D omzetter

Nauwkeurige 14-bit A/D omzetter met digitaal gecorrigeerde functies en laser-afgeregelde netwerken.



ADC-908. Deze heeft een omzettingstijd van 1 μ s. Het hybride ontwerp houdt zowel de vermogenopname (2,7 W) als de afmetingen (32-pens DIL-behuizing) binnen de perken. De schakeling beschikt over een eigen klok en een referentiespanningsbron van 10 V bij 1,5 mA. Alle digitale ingangen en drie-standen uitgangen zijn CMOS/TTL aangepast. Er zijn drie voedingsspanningen nodig van +5 V en +/- 15 V.

Inl.: Simac Electronics, Veldhoven, tel. 040-582403.

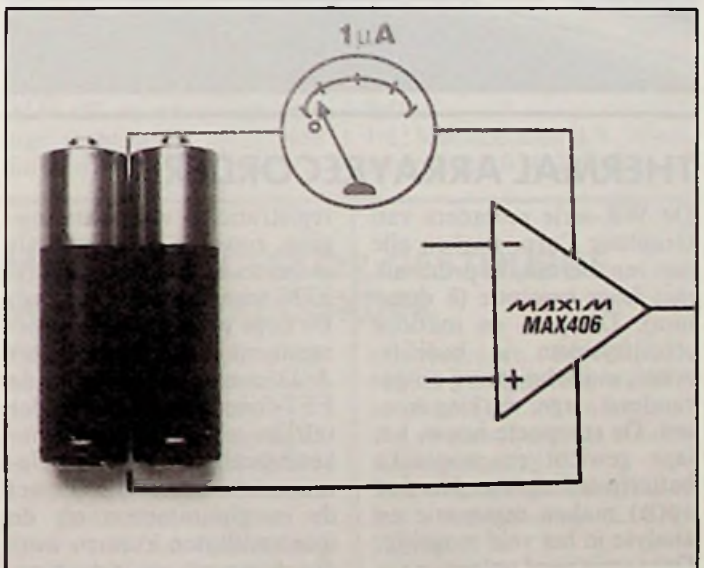
PRECISIE OPAMP

Microvermogen OpAmps vragen weinig stroom, maar de MAX406 van Maxim vraagt 15 maal minder dan de stan-

daard uitvoeringen. De voedingsspanning mag 2,4 tot 10 V zijn en bij 9 V levert de uitgang 2 mA. De ingangsstroom is minder dan 0,1 pA en de ofsetschakelingsspanning is maximaal 0,5 mV. De versterkingsbandbreedte bedraagt 40 kHz.

Inl.: Maxtronix, Utrecht, tel. 030-420340.

Deze precisie OpAmp neemt slechts 3 μ W op voor een zeer lange levensduur van de batterij.



PLATSTE BATTERIJ

Voor miniatuurtoepassingen heeft Toshiba een ultradunne lithiumbatterij ontwikkeld. De CS2323 heeft afmetingen van 22,5 x 22,5 x 0,5

mm en een capaciteit van 36 mAh bij 3 V. Het temperatuurbereik loopt van -10 tot +60 °C.

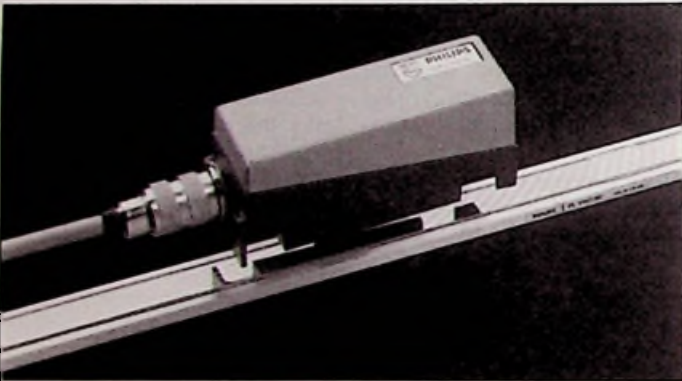
Inl.: Vekano Electronics, Nuenen, tel. 040-835835.

LINEAIR MEETSISTEEM MET NIEUWE TRANSDUCER

Het nieuwste lineaire meet-systeem van Philips, de LMS-5, bevat een dynamische transducer van de vijfde generatie. De lineaire transducer is door zijn grote toleranties gemakkelijk te installeren. De LSM-5 beschikt over een standaard interface. Deze is gebaseerd op het principe van signalen die ten opzichte van elkaar 90 graden in fase zijn verschoven. Het systeem kan daardoor aan een grote verscheidenheid elektronische besturingen worden gekoppeld, zonder dat er elektronische aanpassingen nodig zijn.

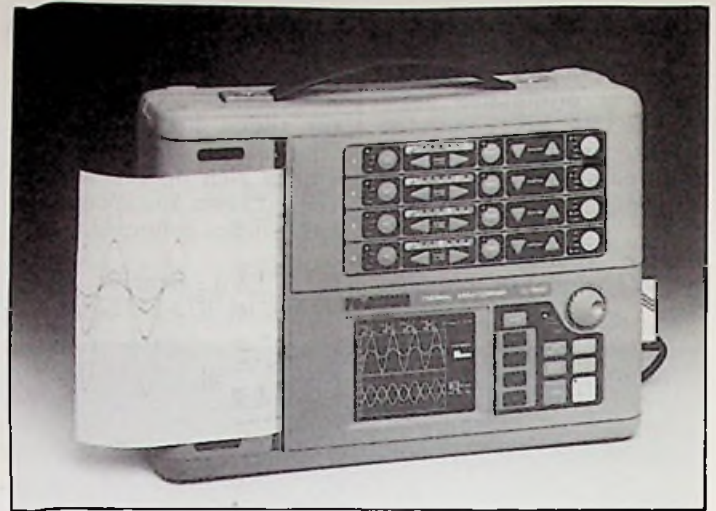
De meetwaarde-gever heeft geen bewegende onderdelen en is derhalve sterk mechanisch belastbaar (tot 20 g). Het systeem heeft een dynamisch karakter, dat wordt gerealiseerd door nabootsing

Het lineaire Philips meetsysteem LMS-5.



van een bewegend raster. Daartoe worden van een ingebouwde optoscanner de fotocellen, waarop het beeld van de liniaal wordt geprojecteerd, continu afgetast. De geavanceerde elektronica zorgt voor een hoog scheidend vermogen van - naar keuze - 0,5 micronmeter bij een maximale snelheid van 100 m/min of 0,1 micronmeter bij een maximale snelheid van 50 m/min. De linalen van het systeem zijn verkrijgbaar in verschillende lengten. Deze kunnen op eenvoudige wijze achter elkaar worden geplaatst, zodat elke gewenste lengte kan worden gerealiseerd. Door deze combinatie van eigenschappen is het lineaire meetsysteem LMS-5 geschikt voor een breed toepassingsgebied, van hoogwaardige CNC applicaties tot conventionele meetsystemen.

Inl.: Philips Nederland B.V., Eindhoven, tel. 040-781179.



Topmodel WR-7900.

7400 (2 kanalen) aan het programma toegevoegd. Deze registreren in 'real time' analoge signalen tussen 50 mV en 200 V met een frequentie response tot 200 Hz. De

schrijfbreedte is respectievelijk 50 mm en 100 mm. Een 2 x 16 karakter LCD display, tijd- en eventmarker en een RS-232C interface zijn standaard.

Inl.: Ankersmit Nederland B.V., Breda, tel. 076-422840.

TRANSIENTRECORDER MET BEELDSCHERM :

De bekende Hioki H8815 transientrecorder is met beeldscherm en ingang voor een RAM/ROM geheugenkaart uitgebracht als type H8830. De nieuwe recorder stelt de gebruiker in staat de golfvorm eerst op het beeldscherm te analyseren (waarbij cursormeting, signaalvergrotingen -verkleining mogelijk zijn) en daarna - eventueel gedeeltelijk - uit te printen. Ook kan de golfvorm met behulp van de 'Waveform Comparison' functie worden vergeleken met een vooraf vastgelegde golfvorm. De los verkrijgbare RAM kaart biedt de mogelijkheid golfvorm of instellingen op te

slaan. Met de ROM kaart H9534 kan de H8830 als FFT-analyser functioneren, waarbij speciaal voor frequenties tussen 40 en 70 Hz een staafgrafiek of tabel kan worden gegeven tot de 49e harmonische.

RAM kaart H9535 geeft de recorder diverse meet- en rekenkundige functies die, per functie maar ook meerdere functies tegelijk, op het signaal kunnen worden uitgevoerd. De toepassingsmogelijkheden liggen in feite bij vrijwel alle mechanische en elektrische metingen die ter plaatse opgeslagen en geanalyseerd moeten worden.

Inl.: Ing. Bureau Hartogs B.V., Rotterdam, tel. 010-4795700.

Hioki Transiëntrecorder met beeldscherm.



THERMAL ARRAYRECORDERS

De WR-serie recorders van Graphtec Corp. werken alle met een thermische printbalk met hoge resolutie (8 dots/mm). Dit pen- en inktloze schrijfsysteem is bedrijfszeker, onderhoudsvrij en garandeert lage werkingskosten. De compacte bouw, het lage gewicht en mogelijke batterijvoeding (standaard of optie) maken registratie en analyse in het veld mogelijk. Deze serie werd onlangs naar boven en beneden uitgebreid. De nieuwe 4-kanaals WR-7900 is het topmodel in de serie. Naast registratie van analoge spanningen tussen 0,05 en 100 V (F.S.) maakt hij eveneens FFT analyse mogelijk. De recorder is geschikt voor Y/T en X/Y

registratie en voor data-logging, zowel in 'real time' als in 'memory' mode. Een RS-232C interface is standaard. De hoge precisie wordt gegarandeerd door een 14 bit A/D converter. Behalve de FFT-functie biedt de recorder talrijke triggerfuncties, berekeningsmogelijkheden en alfnumerieke annotatie. Zowel de instelparameters als de meetresultaten kunnen worden bewaard op insteekgeheugenkaarten van 32 kByte of 256 kByte. De vier signalen kunnen naast of over elkaar worden geregistreerd over een maximale breedte van 160 mm. Daarbij is de papierbreedte 210 mm. Naar beneden werden de lowcost WR-7300 (1 kanaal) en WR-

NETWERKANALYSER VOOR KABEL-TV TEST

Hewlett-Packard introduceert een netwerkanalyser voor het testen van kabel-TV componenten, zoals distributieversterkers, transformatoren, filters, splitters en kabels. De HP-8752B meet amplitude, fase en groepsvertraging over een frequentiebereik van ca. 300 kHz tot 1,3 GHz (optioneel tot 3 GHz). Componenten voor kabel-tv systemen zijn gewoonlijk uitgevoerd met een karakteristieke impedantie van 75 Ohm.

De HP-8752B is de eerste voor deze impedantie en tevens de eerste met een meetbereik tot 3 GHz. Het instrument vergt geen calibratie vóór de meting, zoals bij

HP-8752B netwerkanalyser van Hewlett-Packard.

netwerkanalysers gebruikelijk is. Alle vereisten voor een meting zijn in het apparaat aanwezig:

- * Een sweepsignaal van een synthesized generator met een 1 Hz frequentie resolutie, zodat smalbandige apparaten nauwkeurig kunnen worden gemeten.

- * Een afstembare ontvanger met 100 dB dynamiek waardoor ongewenste parasitaire reacties worden geëlimineerd.

- * Een groot 19 cm kleurenscherm waardoor productietesten gemakkelijker verlopen.

De resultaten van een metingen kunnen direct worden geprint of geplot.

Inl.: Hewlett-Packard Nederland B.V., Amstelveen, tel. 020-5476911.

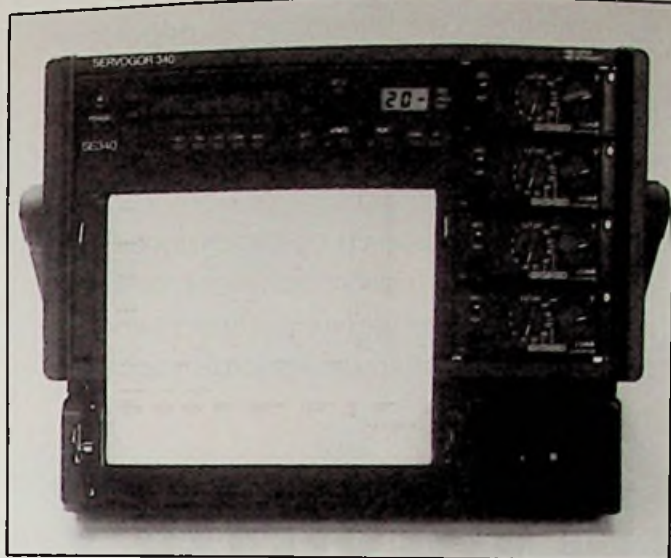


SELECTIEVE REGISTRATIE MET INTELLIGENTE RECORDER

De nieuwe XY-YT recorder Servogor 340/343 biedt niet alleen een uitbreiding van het ABB-Goerz recorderprogramma, maar ook een nieuwe registratietechnologie. De verticaalrecorder heeft naast de gebruikelijke eigenschappen, mogelijkheden voor het registreren van digitale meetsignalen.

De Servogor 340 kan door eigen intelligentie worden ingezet als automatisch meetstation. Het apparaat heeft vier analoge en acht digitale ingangen. Elk kanaal is uitgerust met een 4 kByte meetwaarde geheugen, waardoor de meetwaarde direct op papier of in het geheugen kan worden opgeslagen. De triggermogelijkheden op grenswaarden van analoge en digi-

tale signalen maken deze efficiënte registratie mogelijk. Alleen hetgeen wat van belang is wordt geregistreerd. De Servogor 340/343 kan worden uitgerust met diverse meet plug-ins voor temperatuurmetingen, spanningsmetingen (AC/DC tot 750 V) en stroommetingen (AC/DC tot 10 A). De bediening is eenvoudig door toepassing van een LCD informatiedisplay en tiptoetsen. De ingebouwde helpfuncties verzorgen via de thermische printer een complete gebruiksaanwijzing. Het instrument registreert meetsignalen tot 10 Hz (100 Hz amplitude registratie) met behulp van een thermische printer. De registratie is voorzien van tijd, datum, meetinstellingen, enz. On-



Servogor 340, een intelligente recorder.

danks deze mogelijkheden is de Servogor 340/343 een handzaam en robuust meetinstrument voor industrie en

laboratoria. Levering met toebehoren als stroomtangen, meetkabels en frontdeur is mogelijk.

Inl.: Asea Brown Boveri B.V., Rotterdam, tel. 010-4078882.

NORMA POWER ANALYSERS

Norma heeft twee nauwkeurige vermogensmeters geïntroduceerd: de AC/DC Power Analyser D-5235 en de AC Power Analyser D-5255. De D-5235 heeft een frequentiebereik van 0 tot 400 kHz en meet werkelijk vermogen, schijnbaar vermogen, cos phi, impedantie, Ohmse weerstand, RMS, true RMS, spanning en stroom. Verder heeft het apparaat een geheugen voor minimale en maximale waarden, stoorspanningsonderdrukking van >160 dB en zowel een analoge uitgang als IEEE 488 databus.

De D-5255 is geschikt voor 1-fase en 3-fase systemen. Het instrument meet werkelijk vermogen, schijnbaar vermogen, blindvermogen, stroom, spanning en frequenties van 15 tot 20.000 Hz. Ook de D-5255 heeft een analoge uitgang en IEEE 488 databus. Bovendien heeft het instrument een zelfcalibratie functie en zijn er speciale uitvoeringen voor testen van trafo's en motoren. Beide meetinstrumenten hebben een basisnauwkeurigheid van 0,1%.

Inl.: Mechalectron B.V., Nieuwegein, tel. 03402-61414.

MICROPROCESSOR GESTUURDE SCHRIJVER/RECORDER

Newport Electronics zorgt voor een nieuwe standaard op gebied van hydro-thermografie. Het onlangs geïntroduceerde model CT-485RS is een complete microprocessor gestuurde schrijver/recorder voor het nauwkeurig vastleggen van temperatuur en relatieve vochtigheid als functie van tijd. De registratie geschiedt op een door de gebruiker te verwisselen kaart met een diameter van 20 cm en een opdruk van 1, 7 of 32 dagen. Door kristalsturing van de motorregeling wordt een nauwkeurige tijdregistra-

tie verkregen. Model CT-485RS kan geleverd worden in de kleuren wit en anthraciet en zowel met als zonder alarmcontacten.

Inl.: Newport Electronics B.V., Amstelveen, tel. 020-418405.

RB Elektronica zou niet kunnen bestaan zonder mensen die bereid zijn te rapporteren over hun technische omgeving; over technieken, applicaties, ontwerpen, service, reparatie, apparatuur en systemen.

U werkt met elektronica op professioneel niveau? Prima! Waarom dan niet erover berichten? Uw werk/ervaring/tip kan voor anderen net zo interessant zijn als voor U . . .

elke

Ervaren M/V

telt!

Wat te melden?

Reageer nu en stuur Uw reactie aan:

Redactie RB Elektronica
Antwoordnummer 6114
1380 VB Weesp

Volgende maand
in **RB elektronica**
magazine

Schotelantennes optimaal benut

Scoops: analoog vs. digitaal

Welke oscilloscoop?

IC's voor display-aansturing

Flash-omzetter IC's

Applicaties uit het lab

Alles over PLC's

Printer-interface

CAD-test

De mono-modus glasvezelgeleider

Audio: bit-technieken in één

Feiten over audio-filters

en nog veel meer . . .

AGENDA

- 22/05-24/05 **Europe Software 1991**, Utrecht (NL).
Inl.: +31-30 955911.
- 28/05 **Jaardag CD-ROM '91**, Amsterdam (NL).
Inl.: +31-3465 60744.
- 28/05-31/05 **MID HI-TEC** (distributie), Lyon (F).
Inl.: +31-70 3820551.
- 29/05-31/05 **ISHM** (Hybride micro-el.), Rotterdam (NL).
Inl.: +31-20 793411.
- 10/06-14/06 **Laser '91**, München (D).
Inl.: +49-89 51070.
- 13/06-18/06 **Montreux TV symposium**, Montreux (CH).
Inl.: +41-21 9633220/1212.
- 20/06-22/06 **Int. Conf. on TV measurements**, Montreux (CH).
Inl.: +44-71 2401871 (IEE).
- 26/06-01/07 **China Elecomm '91**, Shanghai (CN).
Inl.: +86-4215 5463810.
- 09/07-14/07 **PC World Forum**, Moskou (USSR).
Inl.: +1-800 225 4698/-508 879 6700.
- 02/09-06/09 **Weldex** (o.a. sold.techn.), Birmingham (GB).
Inl.: +44-21 7056707.
- 30/09-04/10 **Efficiency Beurs**, Amsterdam (NL).
Inl.: +31-20-5491212.

AGENDA

- 30/08-08/09 **Internationale Funkausstellung**, Berlijn (D).
Inl.: +49-30 30380.
- 30/09-04/10 **Elektrotechniek '91**, Utrecht (NL).
Inl.: +31-30 955911.
- 04/09-07/09 **Elektrotechnik**, Dortmund (D).
Inl.: +49-231 1204521.
- 31/08-06/09 **Technische Messe**, Leipzig (D).
Inl.: +37-41 71810.
- 09/09-12/09 **mediAVisie '91**, Amsterdam (NL).
Inl.: +31-20 5491212.
- 09/09-12/09 **Profoto '91** (beeldregistr.), Amsterdam (NL).
Inl.: +31-20 5491212.
- 20/09-22/09 **Electro World** (A/V, foto/film/muziek), Eindhoven (NL).
Inl.: +31-40 528191.
- 20/09-22/09 **Amiga World**, Eindhoven (NL).
Inl.: +31-40 528191.
- 20/09-22/09 **Atari Expo**, Eindhoven (NL).
Inl.: +31-40 528191.
- 20/09-22/09 **PC Show Benelux**, Eindhoven (NL).
Inl.: +31-40 528191.
- 24/09-26/09 **Electronics Design Show**, Birmingham (GB).
Inl.: +44-81 3028585.



Het HP Direct Bestelboek.
'n Onmisbaar stuk gereedschap.

Als u het direct nodig hebt, hebt u HP-Direct nodig.

Steeds meer vakmensen hebben het HP-Direct Bestelboek onder handbereik. En gelijk hebben ze. Want met dit "onmisbare stuk gereedschap" kunnen ze, zodra ze een test- of meetinstrument, kabel of accessoire nodig hebben, direct (en gratis via 06-0501) bellen en bestellen. Binnen 10 werkdagen, maar meestal veel sneller krijgen zij hun bestelling, zonder bijkomende kosten, bezorgd. En op alle leveringen uit dit bestelboek hebben zij 28 dagen omruil- of geld-terug-garantie. Bovendien krijgen ze kwantumkorting en kunnen zij profiteren van speciale aanbiedingen. Hebt u het HP-Direct Bestelboek nog niet bij de hand? Vraag het dan direct (en gratis) aan met de bon hiernaast.



Stuur mij direct (en gratis)
het HP-Direct Bestelboek.

Bedrijf: _____
 Naam: _____ Titel: _____ M/V
 Afdeling: _____
 Gebouw: _____
 Adres: _____
 Postcode: _____ Woonplaats: _____
 Telefoon: _____

Invullen, uitknippen en in een envelop zonder postzegel
 opsturen aan: Hewlett-Packard Nederland B.V.
 HP Direct, Antwoordnummer 57, 1180 VB Amstelveen.

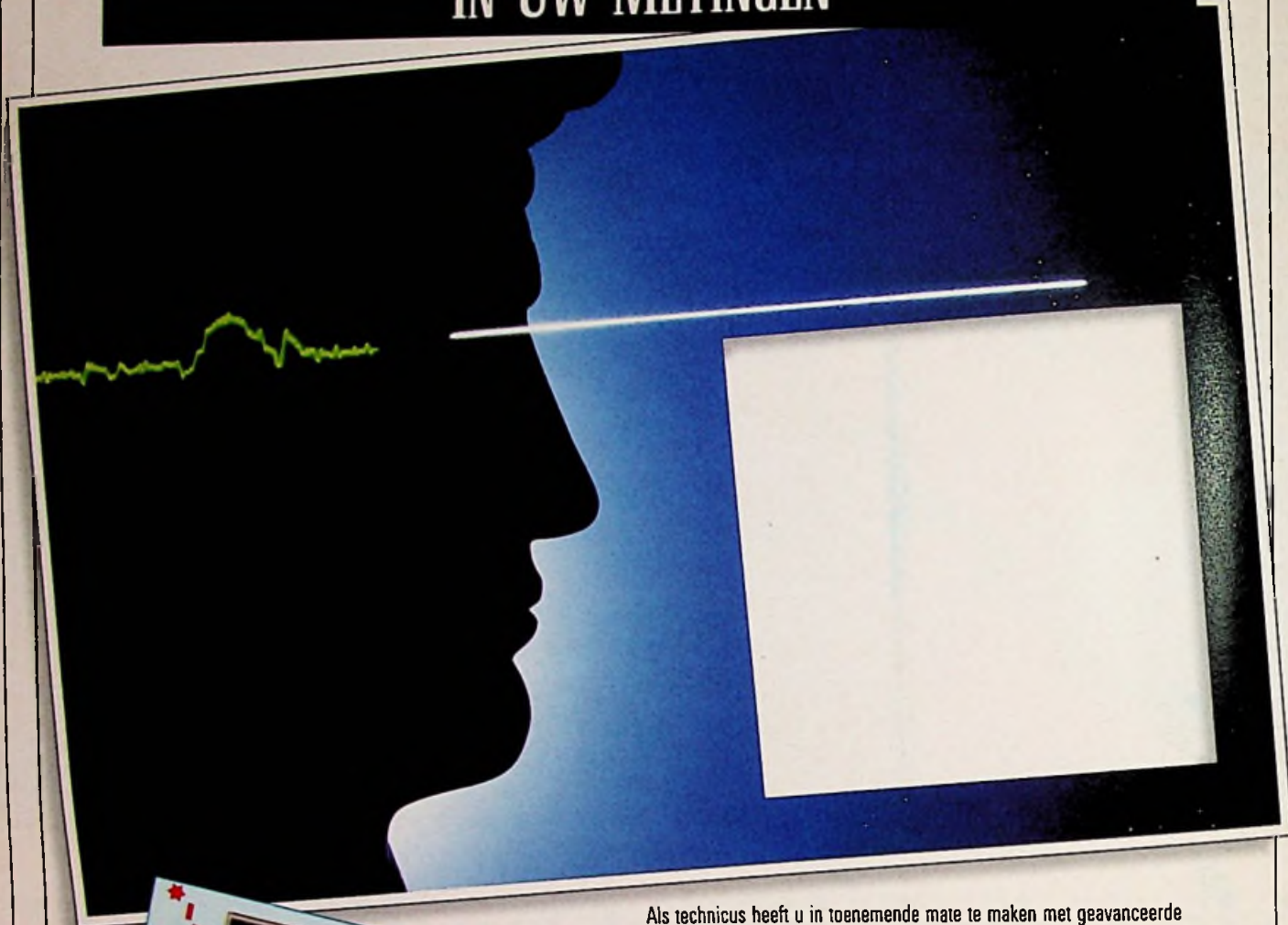
(Wilt u niet in dit blad knippen? Maak dan een kopie of bel ons gratis
 nummer: 06-0501).

 **HEWLETT
PACKARD**

NIETS IS ONMOGELIJK.



MET TEKTRONIX KRIJGT U VOLLEDIG INZICHT IN UW METINGEN



Vanaf f 1.395,-*

- 2205, 20 MHz, tijdbasis tot 10 ns/div., f 1.395,-
- 2249A, 100 MHz, CRT-uitbreiding, f-, t-, en v-metingen, f 5.725,-
- 2225, 50 MHz, HF/LF filters, tijdbasis tot 5 ns/div., f 2.495,-
- 2247A, 100 MHz, Counter/Timer, Smart Cursors, f 7.999,-
- 2235A, 100 MHz, dubbele tijdbasis tot 5 ns/div., f 5.120,-
- 2252, 100 MHz, hardcopy V/F, GPIB-programmeerbaar, f 9.995,-

Als technicus heeft u in toenemende mate te maken met geavanceerde elektronica. Signalen worden complexer waardoor steeds hogere eisen worden gesteld aan de meetapparatuur.

Bovendien moet elke investering verantwoord zijn. U stelt daarom hoge eisen aan degelijkheid, betrouwbaarheid en levensduur van uw instrumentatie.

Tektronix, marktleider in oscilloscopen, is gespecialiseerd in het leveren van instrumentatie die aan deze wensen voldoet. Met bijvoorbeeld de 2200-serie draagbare analoge oscilloscopen. Een complete reeks instrumenten met bandbreedtes variërend van 20MHz tot 100MHz.

De twee-kanaals 2205, 2225 en 2235A zijn standaard voorzien van o.a. een overzichtelijk, gemakkelijk te bedienen frontpaneel, een automatisch trigger circuit en TV-trigger. De 2245A, 2247A en 2252 zijn vier-kanaals, 100MHz oscilloscopen met o.a. een dubbele tijdbasis, auto-setup, vele cursor-meetmogelijkheden, TV-trigger en 3 jaar garantie.

Deze instrumenten zijn via onze dealers uit voorraad leverbaar. Onderhoud en technische ondersteuning worden door de befaamde service-afdeling van Tektronix verzorgd.

Neem voor uitgebreide informatie contact op met één van onze dealers:

F.L.E.C. (Facet) B.V.	Streefkerk	Tel. 01848-4888
Rotor B.V.	Amsterdam	Tel. 020-833187
N.I.C.	Zwolle	Tel. 038-990911
Simac Electronics B.V.	Veldhoven/Teleselling	Tel. 040-582407
SOM Nederland B.V.	Hengelo	Tel. 074-492020
TME B.V.	Den Bosch	Tel. 073-221010

Vraag bij uw dealer nu ook naar de nieuwe Tektronix multimeters! Reeds vanaf f 230,-*



* excl. BTW

Tel. 02503-13300

Tektronix
COMMITTED TO EXCELLENCE

WAAROM MET MINDER GENOEGEN NEMEN