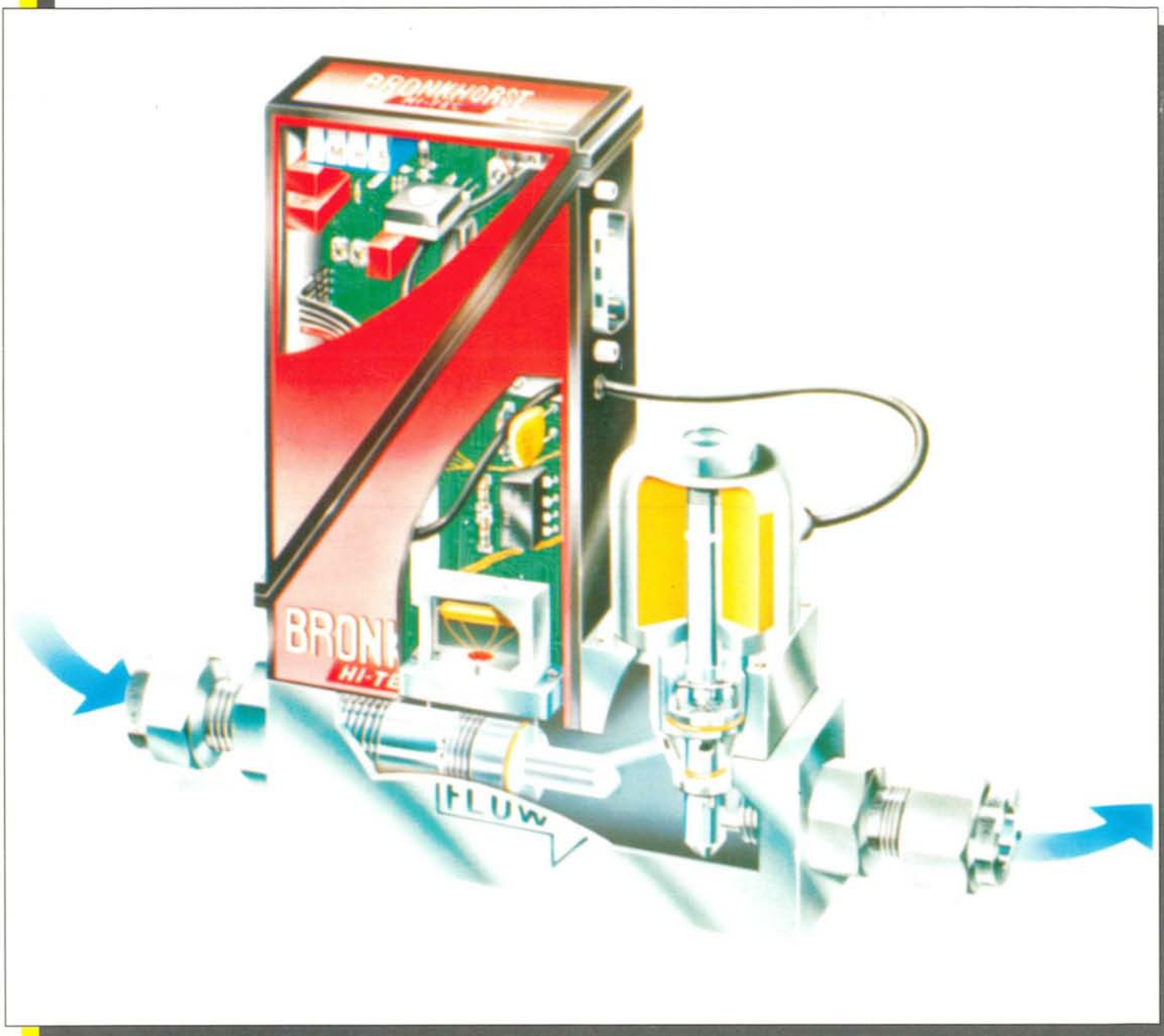
jaargang 36, nummer 1

Mikromiek

NVPT

VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

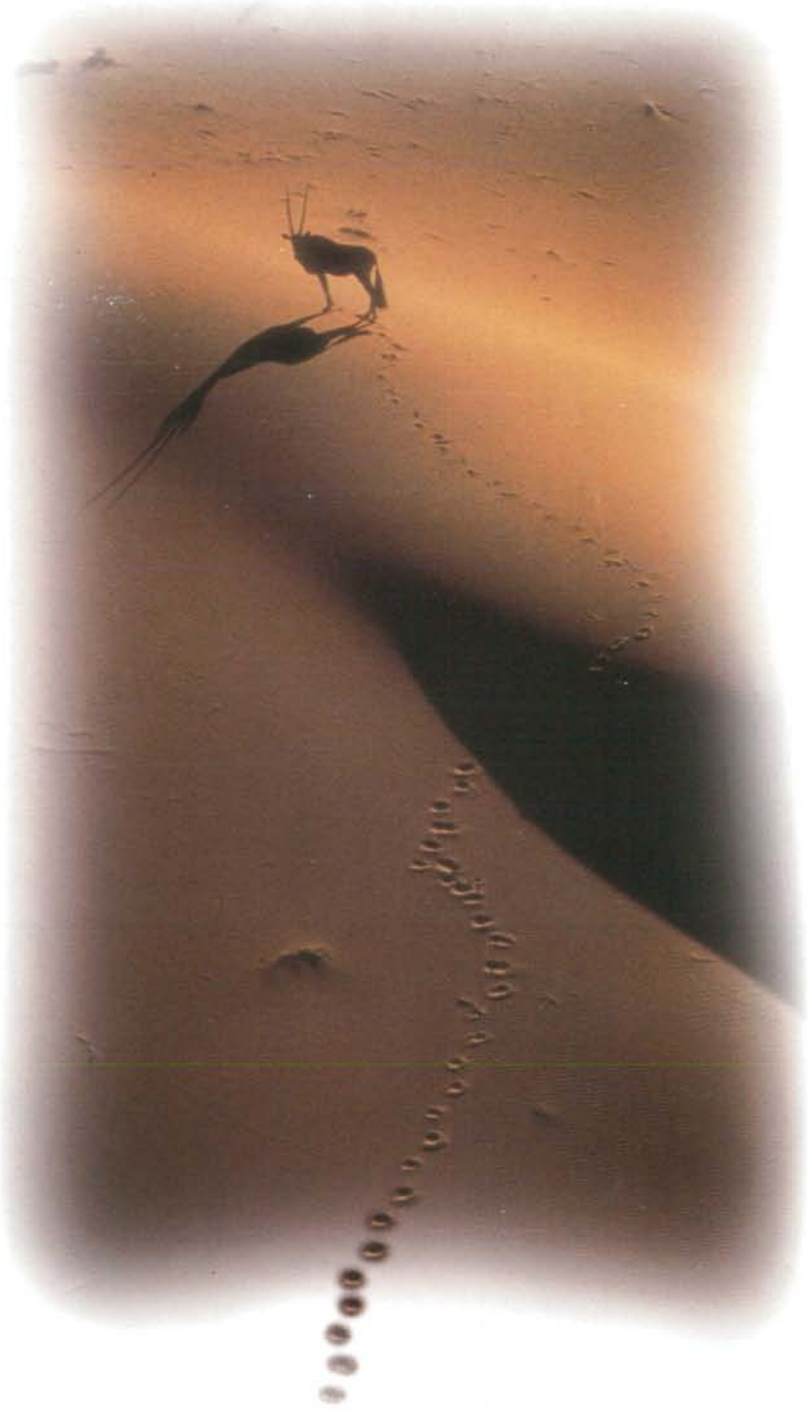


VAT '96 – Microsysteemtechnologie

Rechtgeleidingen – Schuifdak besturing

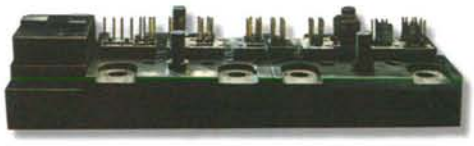
Nauwkeurig meten van doorstroming

van nature koploper



Zo op het eerste gezicht onderscheidt hij zich niet van zijn soortgenoten. Maar als u beter kijkt, ziet u de verschillen. Vooral in zijn houding en gedrag. Hij is de leider. Hij beschikt over bijzondere kwaliteiten en verkent de grenzen voor zijn groep. Hij is een koploper van nature.

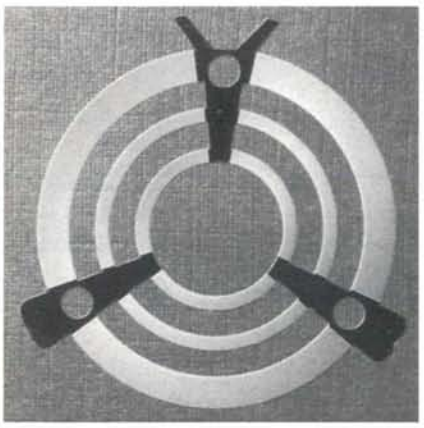
Zo ook PTS. Werkt als zelfstandige unit binnen het Philips concern, maar kent daarnaast klanten over de hele wereld. Verkent grenzen in precisie, innovatie en techniek. Gebruikt hiervoor de eigen talenten, maar ook de know how van het grote wereldconcern.
PTS is van nature koploper in precisie-technologie, vlakstamp- en vormgereed-schappen.



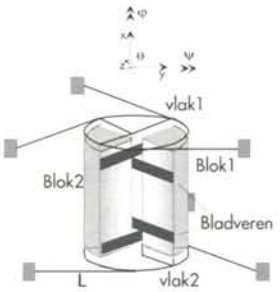
PTS
Precision Tooling Services

PTS - Postbus 7 - 6130 AA Sittard
telefoon 046-4593246 - fax 046-4593419

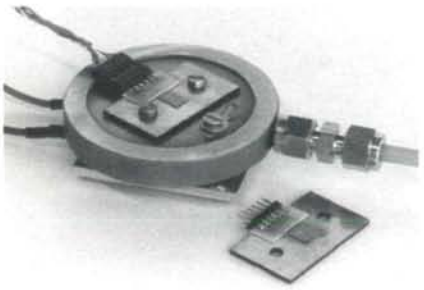
In dit nummer



Zie pagina 7



Zie pagina 15



Zie pagina 19

Zie pagina 22

2 Lezersonderzoek
Editorial

3 Verenigingsnieuws/Actueel

6 VAT '96
Vakbeurs Algemene Toelevering

7 Precisie bij het meten van doorstroming
Wybren Jouwsma en Frans Zuurveen

12 Jaarindex 1995

15 Ontwerp van een rechtgeleiding met een zeer lage eigenfrequentie
A. Post

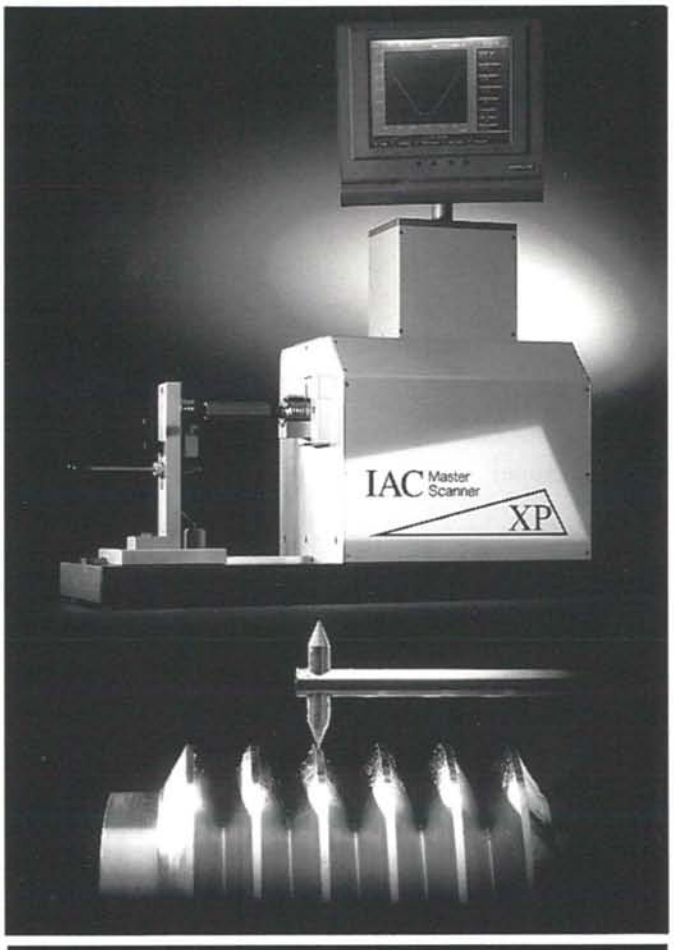
19 Microsysteemtechnologie: Stand van zaken en infrastructuur
Job Elders

22 Aandrijf- en besturingseenheid voor schuifdaken van auto's
F. van de Laar

25 Produktinfo

Bij de omslagfoto:
Doorstroomregelaar van Bronkhorst High-Tech te Ruurlo. Het leveringsprogramma omvat doorstroomregelaars met een bereik van 0 tot 1250 l_n/min (normaalliter per minuut) met een nauwkeurigheid van ± 0,1 % van de schaalwaarde. Zie "Precisie bij het meten van doorstroming".

IAC MASTER SCANNER
UNIVERSELE SCHROEFDRAADMEETMACHINE



Voor het volautomatisch meten van alle in- en uitwendige schroefdraden

De IAC MASTER SCANNER maakt definitief een einde aan het traditionele meten van schroefdraden. Eén MASTER SCANNER vervangt honderden kalibers, driedraadsmeetbanken, tweekogel binnenmeetinstrumenten, spoedmeetinrichtingen, microscopen met meetmesjes, etc.

TE METEN OBJECTEN
Inwendige en uitwendige schroefdraden, conisch of cilindrisch. Alle bekende soorten: Metrisch, Whitworth, Unified, R, BSP, PG, S, etc.

MEETBEREIK
Door een uitgekiend palet van uitwisselbare tasters en een CLICK ON systeem, kan de meetmachine binnen enkele seconden worden omgebouwd voor een ander inwendig of uitwendig meetbereik. Er is een serie opnames en tasters voor inwendige schroefdraad vanaf M3 t/m M100 en uitwendige kalibers vanaf M3 t/m M90.

IAC
GEOMETRISCHE INGENIEURS
POSTBUS 2115 7801 CC EMMEN HOLLAND
TEL: 0591-644103 FAX: 0591-610765

- Draai- en freeswerk conventioneel en CNC
- CNC-Bewerkingscentra
- Rondslijpen
- Vlakslijpen
- Draadvonken

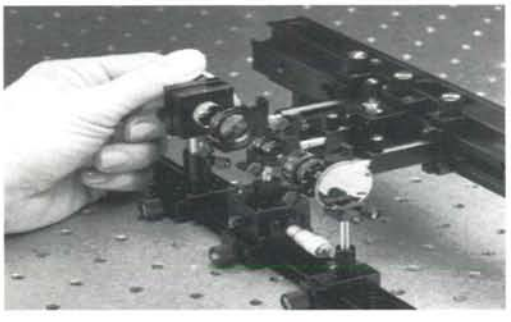
- Ontwerp en fabrikage van:
  - Snij, volg- en buigstempels
  - Dieptrekstempels
  - Matrijzen
  - Speciaal machines

- Reparatie en revisie

VEENSTRA - GLAZENBORG
PRECISIE
machine- en gereedschappenfabriek
WINSCHOTEN

Postbus 323 / 9670 AH Winschoten
Telefoon: 0597-413338/412982
Fax: 0597-422586/415097

IT IS A SMALL WORLD:
TAKE A CLOSER LOOK AT
MICROLAB OPTICS AND HARDWARE



Melles Griot, your supplier of
- Optical Research Equipment
- Lasers
- Components

Call one of our Application Engineers for assistance in specifying Optics for your requirement
call: 0316 - 333041

Melles Griot B.V.
P.O. Box 272
6900 AG ZEVENAAR
The Netherlands

NVPT

Nederlandse Vereniging voor precisie-technologie

Uitgave:
NVPT

Redactie:
Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
H.M.C. Heubers
M.N. Koning
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
H.G.J. Rutten
Ir. J.J. Veerman
Dr. ir. J. Verkerk
G.J. Verschragen

Redactiesecretariaat:
Mikroniek
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639

Redactie-adviesraad:
Prof. L.H.J.F. Beckman
Prof. dr. ir. H.F. van Beek
Prof. dr. ir. J. Bleeker
Ing. H. Bosch
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuis
Prof. dr. J. Fluitman
Prof. ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
A. Meijering
Dr. ir. J.A. Rietdijk
Prof. dr. ir. P.H.J. Schellekens
Prof. dr. ir. Ch. Snijders
Ir. G. Vaessen
Prof. dr. ir. A.J.A. Vandenput
Ir. D. van't Veen

Advertenties:
Buro Jet bv
Postbus 1890, 2280 RW Rijswijk
Telefoon: 070-3990000; Fax:070-3902488

Abonnementen:
Mikroniek
J. Verkerk
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639
Fax: 030-2522267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland ƒ105,-- per jaar
Buitenland ƒ132,-- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Secretariaat NVPT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-2473659; Fax: 040-2460645

Vormgeving:
Jurriaan Bol Design, Son

Lay-out en realisatie:
Twin Design B.V., Culemborg

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar
© Niets van deze uitgave mag overgenomen of vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke toestemming van de redactie.
ISSN 0026-3699

Editorial

Lezersonderzoek

Het lezersonderzoek heeft een onverwacht aantal reacties opgeleverd. Via telefoon en fax maakten onze lezers hun reactie en suggesites kenbaar.

Enkele reacties betrof het al dan niet toepassen van gekleurde illustraties. Het blijkt dat technische tekeningen met gekleurde lijnen verwarrend zijn voor mensen die kleurenblind zijn. Vroeger was dit geen probleem omdat de gehele technische wereld in zwart/wit werkte met diverse soorten streeplijnen en lijndikte verschillen. Door kleur als kenmerk te gebruiken zijn de andere verschillen vervallen en dus voor de kleurenblinde lezer niet meer te onderscheiden. Omdat afdelingleiders dit als een serieus probleem ervaren, onder meer ook bij het werken met beeldschermen, kregen we de aanbeveling *geen* kleur te gebruiken voor de technische illustraties in Mikroniek.
Naar aanleiding van dit probleem zal de redactie er op letten dat het gebruik van verschillende lijndikten niet verdwijnt als er kleur wordt toegepast.

Andere reacties betrof het verbeteren van de betrokkenheid van lezers bij het blad. De belangrijkste suggesties waren het instellen van rubrieken als 'personalia' en 'lezers helpen lezers met het oplossen van technische problemen' om de persoonlijke betrokkenheid van onze lezers te vergroten.

Aan deze suggesties wil de redactie graag tegemoet komen. Dus bij verandering van uw werkkring of wanneer u een technisch probleem heeft, stuur ons een briefje en wij maken het voor u bekend.
Dat is dan meteen één van onze goede voornemens voor dit nieuwe jaar.

Wat ons uit de reacties het meest opviel is dat Mikroniek goed en grondig gelezen wordt. Een opsteker voor de redactie die veel (vrijwillig) werk voor u verricht.

Wij wensen u als lezer dat uw nieuwe jaar net zo goed zal gaan.

Namens de redactie

Jaap Verkerk

Verenigingsnieuws/Actueel

Microverbinden

De NVPT is in samenwerking met een aantal andere organisaties gestart met het organiseren van regelmatige bijeenkomsten rond het thema microverbinden. Drie tot zes maal per jaar zullen enkele sprekers worden uitgenodigd om een inleiding te verzorgen over variërende onderwerpen, zoals **laserlassen, lijmen, solderen, weerstandlassen, draadbonden, vonkboorlassen, ultrasoonlassen**, enz. Naast technologie komen ook betrouwbaarheids-, kwaliteits-, en managementaspekten en dergelijke aan de orde.
De samenwerkende organisaties zijn: de Bond voor Materialenkennis, de FME/Holland Elektronika, de NVPT, WeldEquip BV, het Centrum voor Micro-Elektronica (CME), het Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL), en TNO Metaalinstituut.
De eerste bijeenkomst is gehouden op 27 november 1995.

Bijeenkomsten over microverbinden:
Data: dinsdag 12 maart, 14 mei, 10 september en 19 november 1996.
Tijdstip: 16.30 tot 20.45 uur.
Plaats: FME/Holland Elektronika, Boerhaavelaan 40, Zoetermeer.
Kosten: *f* 95,- per bijeenkomst (inclusief maaltijd).
Als u suggesties heeft voor onderwerpen, dan nodigen wij u uit die bij bovenstaande instanties te melden. Uw suggesties worden zeer op prijs gesteld.

Voor aanmelding en informatie:
Bond voor Materialenkennis
078 - 619 5735,
NVPT 040 - 247 3659
Micronnet 040 - 281 5734.

Naar een gezonde produktie

Het zojuist verschenen TNO-boek "Naar een gezonder produktie" geeft 14 voorbeelden van succesvolle manieren van aanpak, waardoor bedrijven niet alleen goedkoper, flexibeler, sneller en veiliger produceren, maar ook met meer gemotiveerd en gezonder personeel.
Effectieve verbeteringen zijn bijvoorbeeld optimale robotisering, doorlooptijdverkorting in het montageproces, mechanisering van zwaar werk, veiliger werkprocedures, minder verontreiniging in de produktiehal, optimale controlekamers, efficiënter lossen, optimale werkplekinstelling en meer flexibiliteit in de inzetbaarheid van het personeel.
De meeste bedrijven realiseren deze verbeteringen in enkele maanden, maar de verbeteringen zijn zo ingevoerd dat ze ook op lange termijn effect hebben. Medewerkers leren bijvoorbeeld zelf problemen opsporen en oplossen en de werkplekken worden zo ingedeeld dat er weinig lichaamsklachten ontstaan en het verzuim terugloopt.

Voor nadere informatie:
Corporate Communicatie TNO
Postbus 6050
2600 JA Delft.
Telefoon: 015 - 269 6900
Fax: 015 - 262 7335.

Op 8 december j.l. is 'Het Instrument' verhuisd naar Amersfoort

Het Instrument omvat de volgende organisaties:
- Nederlandse branche-organisatie voor Industriële elektronica,
- Nederlandse branche-organisatie voor Industriële automatisering,
- Nederlandse branche-organisatie voor Laboratorium technologie,
- Nederlandse branche-organisatie voor Medische technologie,
- VLW,
- Development Club.

Vanaf 11 december zijn zij als volgt te bereiken:
Bezoekadres: Uraniumweg 23
3812 RJ Amersfoort
Postadres: Postbus 2099
3800 CB Amersfoort
Telefoon: 033 - 465 7507
Fax: 033 - 461 6638
Internet: http://www.xxlink.nl/instrument.

Samenwerking Schreuder & Co en Weiler beëindigd

Met ingang van 1 januari 1996 is Schreuder & Co geen importeur meer van Weiler produkten, bekend door zijn draaimachines. Na een samenwerking van ruim 35 jaar heeft Weiler Werkzeugmaschinen in overleg met Schreuder & Co besloten de verkoop anders te gaan invullen.
Weiler heeft nog niet bekendgemaakt hoe de toekomstige leveringen gaan verlopen, klanten zullen zich daarom (voorlopig) rechtstreeks tot de fabriek moeten wenden. Lopende afspraken en onderhoudscontracten zal Schreuder & Co uiteraard blijven vervullen.

Voor nadere informatie:
Schreuder & Co
Gildenweg 12
3334 KC Zwijndrecht
Telefoon: 078 - 610 0111
Fax: 078 - 610 3193.

Vezelversterkte Kunststoffen

Technodag; 30 januari 1996; Erasmus Expo- en Congrescentrum; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

Harsen, vezels, bewerkingsmethoden
Sedert hun eerste verschijning in de jaren 60 hebben deze geavanceerde kunststoffen een voorspoedige ontwikkeling doorgemaakt, die nog lang niet is voltooid. Mede genoopt door krachtige concurrentie onderling en met andere constructiematerialen heeft de industrie steeds nieuwe harsvariaties, vezels en bewerkingsmethoden ontwikkeld. Ook de toepassingsmogelijkheden zijn zeer uitgebreid, vaak als vervanging van metalen.
Op de technodag "Vezelversterkte Kunststoffen" geven de volgende spre-

kers een inzicht in de nieuwe ontwikkelingen:
Dagvoorzitter: Dr. A.A.J.M. Peijs, Technische Universiteit Eindhoven.
J. Brussaard, Jotun Polymer, Stellendam
Ing. P. Bijl, Wavin Kunststof Leiding Systemen, Hardenberg
L.B.P.D. Dalmolen, AKZO Novel Faser AG, Wuppertal (D)
Ir. J.J. Gunneweg, St. Opleidingen Rubber & Kunststof, Utrecht
Ir. J. De Kruif, Shell Research, Ottignie (B)
H.D. Muller, M-Cunsultancy B.V., Heerhugowaard
Ing. P.M.J. van Son, Centrum voor Kunststoffen, Eindhoven

Voor nadere informatie:
Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162
Fax: 010 - 452 2398

Metaalunie: groei in MKB-Metaal zwakt af

De ontwikkeling van de orderposities in het midden- en kleinbedrijf (MKB) in de metaal gaf in het afgelopen kwartaal weer een duidelijke groei te zien (bij per saldo 20% van de bedrijven). Maar deze groei werd per saldo door minder ondernemers geconstateerd dan afgelopen zomer het geval was. Hetzelfde verschijnsel deed zich voor bij de bedrijfsresultaten. Ook deze waren het afgelopen kwartaal beter dan in het tweede kwartaal (bij per saldo 13% van de bedrijven). Maar ook hier werd (en wordt) de groei bij per saldo minder ondernemingen waargenomen. Er valt dus een afvlakking van de groei te constateren. De top-drie van het MKB in de metaal bestaat uit de verspanende toelevering, gevolgd door de sectoren oppervlaktebewerking en machinebouw. De onderlinge verschillen tussen de verschillende sectoren zijn in vergelijking met het tweede kwartaal opnieuw kleiner geworden.
Dit blijkt uit de laatste conjunctuurenquête van de Metaalunie.
Het MKB in de metaal blijft een belangrijke bijdrage leveren aan de werkgelegenheid. Bij per saldo 20% van de bedrijven (3% minder dan in het tweede kwartaal) nam het aantal werknemers toe. De prognose voor het lopende kwartaal zijn eveneens positief. Bij 12% van de bedrijven wordt een uitbreiding van het personeelsbestand verwacht.

Manifestatie 'Produktie Technologie Nederland'

Techno Vision & Solution organiseert ter bevordering van kennisoverdracht parallel aan de Techni Show van 18 maart 1996 tot en met 23 maart 1996, Jaarbeurs te Utrecht , de manifestatie: "Produktie Technologie Nederland".
Het doel van de manifestatie is het bijeenbrengen van personen die verantwoordelijk zijn voor de totstandkoming van technische produkten en het overdragen van kennis omtrent actuele technologische ontwikkelingen op het gebied van produktiemiddelen. Belangrijk is hierbij het leggen van contacten en het uitwisselen van ervaringen die kunnen leiden tot samenwerking tussen de Nederlandse industrieën en zo te komen tot overwogen investeringen om een betere concurrentiepositie op de internationale markt in te nemen.
De rode draad van de manifestatie is informatie te verschaffen over:
- inventarisatie behoefte aan produktie
- machines binnen de produktie afdeling,
- specificeren van aan te schaffen machines,
- verifiëren van de aangeschafte machines.

Het openingscongres op 18 maar 1996 heeft als concept-titel "slimmer produceren". De doelstelling van dit congres is het versterken van de technologische factor bij produkten en processen door middel van het benadrukken van de noodzaak van intensieve samenwerking tussen industrie, technologische instituten, onderwijs- en wetenschapsinstellingen waardoor de internationale concurrentiepositie van de Nederlandse industrie wordt versterkt.
Het congresprogramma van de Manifestatie Produktie Technologie Nederland, ligt in lijn met het gehele expositieprogramma van de Techni Show. De volgende onderwerpen worden behandeld:
inventariseren, kiezen en keuren van produktiemachines;

Vakbeurs Algemene Toelevering
Dinsdag 30 januari t/m vrijdag 2 februari.
Dagelijks van 9.30 tot 17.00 uur.
Jaarbeurscomplex, Utrecht.

NVPT op VAT '96

De NVPT heeft met een zestal bedrijven een gezamenlijke stand van 8 bij 10 m in hal 11, stand D096. Door het gevarieerde aanbod van produkten en technieken is het een interessante stand geworden die ruim de aandacht zal trekken.

De gezamenlijke stand wordt bezet door:
CAD Services, Nieuwegein
ECN, Petten
Ingenieursbureau IBS, Eindhoven
Micro*Montage, Soest
Sanders - Birnie, Enschede
Twente Micro Products, Enschede

Het Precisietechnologie Jaarboek 1996 is zojuist uitgekomen. Belangstellenden kunnen in de stand een exemplaar af halen tegen inlevering van hun eigen visitekaartje.

geometrische meettechniek;
visuele inspectie, on-line 3d meettechnieken;
kwaliteitszorg, continue verbeteren;
permanente- en niet-permanente verbindingstechnieken;
buigen en knippen;
droog- en hogesnelheidsverspanen;
duurzaam gebruik machinegereedschappen;
doorlooptijdverkorting;
positioneren;
spuitgiet produktietechnologie;
CAD/CAM/CAE;
oppervlaktebehandelingen;
maakbaarheid;
concurrent engineering.

Programma: Manifestatie Produktie Technologie Nederland

18 maart;	Openingscongres "Slimmer produceren" Parallelsessie "Kiezen en keuren bewerkingsmachines"
19 maart;	Parallelsessie "Geometrische meettechniek" Parallelsessie "Spuitgiet produktietechniek" Parallelsessie "Permanente en niet-permanente verbindingen"
20 maart;	Parallelsessie "Continue verbeteren" Parallelsessie "Droog verspanen" Parallelsessie "Positioneren voorinstellen"
21 maart;	Parallelsessie "Visuele inspectie" Parallelsessie "Duurzaam gebruik machinegereedschappen"
22 maart;	Parallelsessie "Buigen en knippen" Parallelsessie "CAD/CAM/CAE doorlooptijdverkorting"

Wijzigingen in het programma voorbehouden.
De parallelsessies starten om 09.00 uur en duren tot ca. 12.30 uur, na de lunchpauze is er gelegenheid de Techni Show te bezoeken.

Voor nadere informatie:
Techno Vision & Solution
ing. J.P.F. Arnold
Telefoon: 010 - 408 2162.

Informatiesystemen voor kwaliteitsmanagement

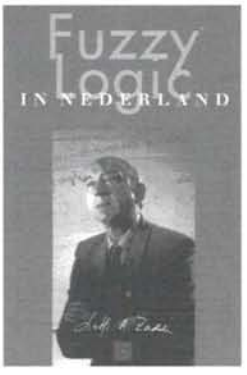
Demonstratiedag; donderdag 4 april 1996; Novotel Brainpark te Rotterdam; georganiseerd door Management Studiecentrum.
Een informatiesysteem voor kwaliteitsmanagement biedt u de mogelijkheid de kwaliteit van uw produkten en organisatie op een hoog niveau te brengen en te houden.
Doelgroep: Leidinggevenden, managers en adviseurs in industrie en dienstverlening.

Voor nadere informatie:
Management Studiecentrum
Postbus 120
3110 AE Vlaardingen
Telefoon: 010 - 460 3041
Fax: 010 - 435 7430.

Fuzzy logic

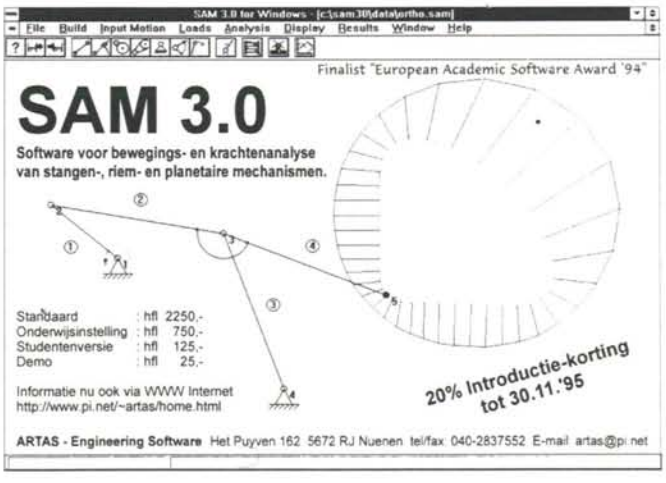
In het kader van het ProFuz-project heeft het Centrum voor Micro-Elektronica (CME) de afgelopen jaren ruim 1800 technici inNederland van informatie voorzien over Fuzzy Logic. Ter afsluiting van dit project heeft het CME een boek uitgegeven: Fuzzy Logic in Nederland.

Het boek bevat naast een verslag en verantwoording van het ProFuz-project, een praktijkgerichte inleiding over Fuzzy Logic, een illustratief voorbeeld van een alternatieve toepassing, twaalf gerealiseerde toepassingen in Nederland en een toekomstvisie van Prof.ir. H.R. Nauta Lemke.

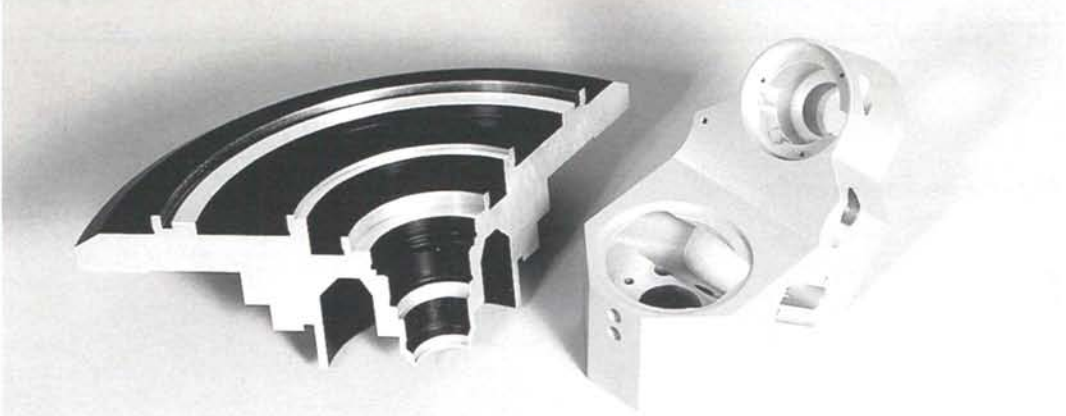


Het boek is technisch en zeer toegankelijk. Het is geschikt voor wie meer wil weten over Fuzzy Logic, zoals ondernemers die overwegen deze techniek te gaan toepassen in hun produkten.

Bestellen:
Het boek kost *f* 35,- en is te bestellen bij het CME, Postbus 1001 3900 AA Veenenedaal,
Telefoon: 0318-580 200
Fax: 0318-580 234.



Mechanical Parts Production MPP



De Co-makers van Delft Instruments

Wij bieden u:

Co-makership van prototype tot klein serie produktie door:

- **flexibiliteit**
- **klantgericht denken**
- **wederzijds vertrouwen**
- **geoutileerde fabricage faciliteiten**
- **kwaliteitsborging volgens ISO 9002/AQAP-120**
- **juiste prijs/prestatie verhouding**

MPP DELFT INSTRUMENTS

MPP
Röntgenweg 1, Delft
Postbus 483, 2600 AL Delft
Tel.: (015) 269 85 00
Fax: (015) 257 13 62

SOMETHING NEW IN OPTICS

OptoSigma®

The NEW NAME for optics • The name for NEW OPTICS

We are here to meet your increasing demands for optics. Take a look at what we offer:

- A broad range of laser quality optical components
- An easy to use, comprehensive 152 page color catalog
- Most product in stock for quick delivery
- Engineering and manufacturing to meet your special needs
- Prices that offer high value
- A commitment to meet our promised delivery times

Call now for your personal OptoSigma catalog: 030-6951038

molenaar
optical components

Van der Merschlaan 28a
3705 TH Zeist
Tel.: 030-6951038
Fax: 030-6961348
E-mail: optics@molenaar.rem.nl

SEE US AT THE TECHNISHOW IN UTRECHT, MARCH 18-23, 1996
STAND NUMBER 11.C.020

main supplier

GROOT IN HET KLEINE

Onze specialiteit is micro-assemblage van functionele componenten met buitenafmetingen tot maximaal 40x42x50 mm. Liefst met electronica/optica geïntegreerd.

Onze fijnmechanische kennis van serieproductie en assemblage is gebaseerd op onze intensieve contacten met de Zwitserse fijnmechanische industrie. Daardoor zijn wij tevens in staat u bij de engineering en product-optimalisatie ter zijde te staan.

micro montage
Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

Vakbeurs Algemene Toelevering

VAT '96

Steeds meer bedrijven trekken zich terug op hun kernactiviteiten en laten het toeleveren en ontwikkelen van deelsystemen over aan gespecialiseerde toeleveranciers. Door samenwerking kunnen ook groepen kleine toeleveringsbedrijven en ingenieursbureaus als ontwikkelpartner optreden. Het focus dientdaarbij niet alleen op kostenbeheersing te worden gericht, maar vooral ook op specialisatie en toegevoegde waarde. Volgens de VAT-organisatoren liggen daar de kansen voor de toeleveranciers om de concurrentie de baas te blijven.

De VAT begint een Europese aangelegenheid te worden, doordat zich evenals de vorige keer ook exposanten uit België, Duitsland en andere Europese landen hebben aangemeld.

Nederland heeft een zeer goed ontwikkelde toeleveringsindustrie met een sterke positie in de Europese markt. Recent onderzoek geeft aan dat de metaalprodukten industrie, waaronder veel toeleveringsbedrijven, in Nederland de laatste 10 jaar harder is gegroeid dan in enig ander land van Europa. Er is niet alleen terrein gewonnen op het steeds duurder wordende Duitsland, maar ook op landen met zwakkere munten als Frankrijk en Italië. Aldus ing. L.J.M. Maas MBA, general manager van de Nederlandse Vereniging Algemene Toelevering NEVAT.

Nederland loopt internationaal gezien voorop als het de veelzijdigheid en de omvang van de toeleveringsindustrie betreft. Dit is voornamelijk het gevolg van het feit dat Nederlandse bedrijven zich al lange tijd geleden hebben teruggetrokken op hun kernactiviteiten, dit in tegenstelling met hun buitenlandse collega's. De verhouding tussen inkoop en toegevoegde waarde bedraagt 1,7 , een niveau dat nergens in Europa wordt gehaald.
De Nederlandse toeleveringsindustrie heeft inmiddels bewezen aan de steeds strenger worden de eisen te kunnen voldoen. Zij onderscheiden zich door hun technisch vakmanschap, flexibiliteit, betrouwbaarheid, kwaliteit en innovatievermogen.

Vakbeurs Algemene Toelevering
Dinsdag 30 januari t/m vrijdag 2 februari.
Dagelijks van 9.30 tot 17.00 uur.
Jaarbeurscomplex, Utrecht.

Naar schatting omvat de toeleveringsindustrie in Nederland zo'n 6000 bedrijven die actief zijn in de metaal-, kunststof- en elektronica verwerkende industrie. De NEVAT bundelt de krachten van zo'n 200 toonaangevende bedrijven die naar omzet gemeten meer dan 30% van het totaal uitmaken.

Samen ontwikkelen

Maas benadrukt dat de laatste jaren sterk gefocusseerd is op produktiviteitsverbetering en efficiency. Dit alles om de kosten te beheersen. De nadruk moet echter niet alleen op de kosten worden gelegd, maar vooral ook op de toegevoegde waarde. Dit wordt bereikt door specialisatie en uitbreiding van de rol van de toeleverancier van produktiepartner naar ontwikkelingspartner.
Alom bekend is de trend naar het uitbesteden van complete (deel)systemen aan systeemleveranciers oftewel mainsuppliers.

Dat puuur focussen op kosten op lange termijn geen winnende strategie is wordt bevestigd door L.P.G. Janssen, directeur van PKM, een zelfstandig adviesbureau voor de middelgrote en kleine bedrijven in de Nederlandse metaalsector. PKM is gelieerd met de Metaalunie, waarbij 8500 bedrijven zijn aangesloten. "Alleen concurreren op prijs betekent dat je op den duur aan het kortste eind trekt. De technologische achterstand die de lage-lonen-landen nu nog hebben wordt in hoog tempo ingelopen. Het is absoluut noodzakelijk dat de Nederlandse bedrijven zich nog meer dan voorheen gaan specialiseren. Daar zijn ze de laatste jaren hard mee bezig. De Nederlandse toeleveranciers weten dat alleen een plaats in de Europese top toekomst biedt".

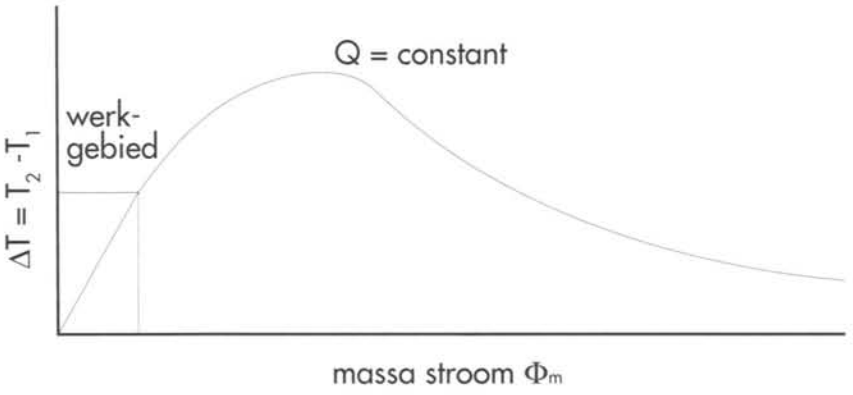
Samenwerken

Kleinere bedrijven die niet zelfstandig een mainsupplierfunctie kunnen vervullen doen dit in samenwerking met anderen. Ook hiervan zijn inmiddels een aantal succesvolle voorbeelden bekend. Volgens Janssen is dit voor deze groep bedijven de manier om de exportpositie nog verder te versterken. Een groot deel van de bedrijven voldoet aan de ISO kwaliteitsnormen . Nederland loopt met het aantal kwaliteitscertificaten voorop in Europa. Veel toeleveranciers kiezen er de laatste tijd voor om samen de Europese markt te bedienen. Zeker de kleine toeleveranciers kunnen op die manier toch grotere en complexe opdrachten aannemen. Als voorbeeld van een dergelijke aanpak noemt Janssen de Twentse Module Groep. In deze groep werken dertig kleinere toeleveringsbedrijven en ingenieursbureaus samen. Als groep worden in binnen- en buitenland complete (deel)systemen geacquireerd. Gezamenlijk speelt men zo in op de wensen en behoeften van de klant. Voor technisch geavanceerde oplossingen kan daarnaast een beroep gedaan worden op experts van kennisinstituten zoals de Universteit Twente, het technologisch instituut TNO en de branchecentra voor Technologie. "Geen ondernemer kan en doet het meer in zijn eentje. We merken dat steeds meer Nederlandse ondernemers het opgeven van een stukje zelfstandigheid voor lief nemen en de stap naar samenwerking zetten".

Precisie bij het meten van doorstroming

Wybren Jouwsma en Frans Zuurveen

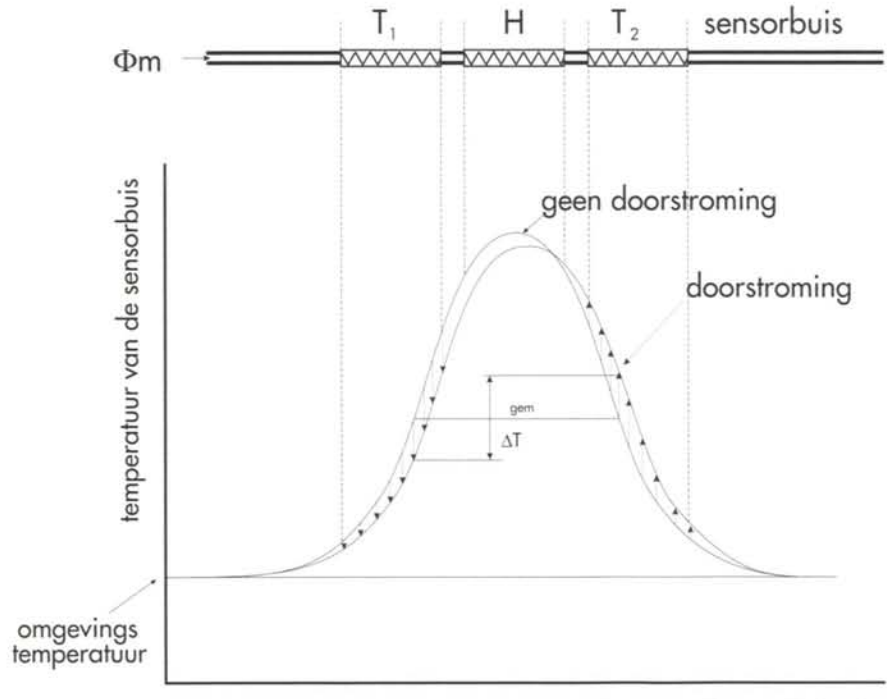
Meet een doorstroming van één druppel per vijf uur. En dat met een elektronisch signaal als resultaat, zodat er een regelorgaan kan worden bediend. Dat is in twee zinnen de uitdaging die een flowmeter van Bronkhorst High-Tech bv in Ruurlo aankan. Dat bedrijf voert een zeer uitgebreid programma precisie-apparatuur voor het meten van de doorstroming van gassen èn vloeistoffen, met meetgebieden van nagenoeg nul tot ruim een kubieke meter per minuut.



Figuur 2. Temperatuurverschil (gemeten volgens figuur 1) als functie van de massastroom. Het lineaire deel van de kromme geldt voor laminaire stroming.

Bij het woord "flowmeter" (beter: doorstroommeter) denkt men doorgaans aan de bekende rotameter: een conische glazen meetbuis met een wiebelend kogeltje. Inderdaad kan daarmee de doorstroming van vloeistoffen en gassen worden gemeten, maar het resultaat is meestal niet erg nauwkeurig, er is geen elektronisch uitgangssignaal en het meten van erg kleine hoeveelheden is nagenoeg onmogelijk.

In de tweede helft van de jaren zeventig ontstond er de behoefte aan het nauwkeurig doseren van uiterst kleine gashoeveelheden, en wel voor het fabriceren van geïntegreerde schakelingen in de halfgeleiderindustrie. Daarvoor leek het principe van thermische doorstroommeting heel geschikt. Want daarmee konden een aantal vliegen in één klap worden gevangen: een elektronisch uitgangssignaal, dat onafhankelijk is van druk en temperatuur, en dat ook representatief is voor uiterst kleine doorstroomhoeveelheden. Met een aantal verfrissende ideeën om dat principe te verbeteren èn met een gezonde dosis ondernemingslust ging in 1981 Bronkhorst High-Tech in het Achterhoekse Ruurlo van start.



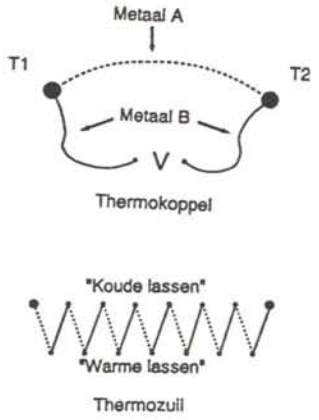
Figuur 1. Het principe van thermische doorstroommeting: Φm massastroom door meetcapillair. H: wikkeling die als warmtebron fungeert. T1 en T2: wikkelingen voor temperatuurmeting. Onder: temperatuurprofielen met en zonder massastroom door het capillair.

De thermische sensor

Figuur 1 laat het meetprincipe zien. Rondom een meetcapillair zijn op gelijke afstanden een drietal wikkelingen aangebracht. De diameter van het kanaal in het capillair is zo klein dat de stroming laminair is.

Bij een massastroom door het capillair gelijk nul en een elektrische gelijkstroom door de middelste wikkeling ongelijk nul ontstaat er een symmetrisch temperatuurverloop. De temperaturen ter plaatse van de buitenste wikkelingen zijn dus gelijk. Zodra er echter massa door het kanaal van het capillair gaat

Precisie bij het meten van doorstroming



Figuur 3. Het principe van de thermozuil.
Boven: thermokoppel. Het spanningsverschil V ontstaat als temperatuur T2 (warme las) hoger is dan temperatuur T1 (koude las).
Onder: thermozuil als serieschakeling van een aantal thermokoppels.

stromen, wordt het temperatuurprofiel asymmetrisch: de buitenste wikkelingen krijgen een ongelijke temperatuur.

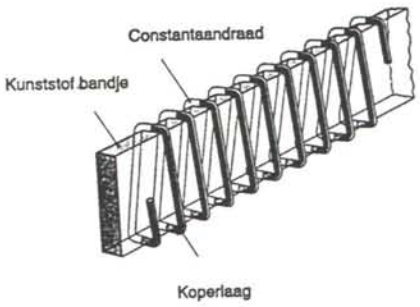
Figuur 2 toont de relatie tussen het verschil in temperatuur van de buitenste wikkelingen en de massastroom door het capillair. Zolang de stroming laminair is, is dat verband lineair. Bij toenemende massastroom is de middelste wikkeling niet meer in staat voldoende warmte toe te voeren en wordt de relatie steeds minder lineair, tot uiteindelijk bij toenemende massastroom het temperatuurverschil zelfs afneemt. Voor laminaire stroming geldt voor het temperatuurverschil ΔT:

$$\Delta T = K\, C_p\, \Phi_m.$$

Daarin stelt C_p de soortelijke warmte bij constante druk en Φ_m de massastroom voor. Deze formule vormt de basis voor de thermische massastroommeting.

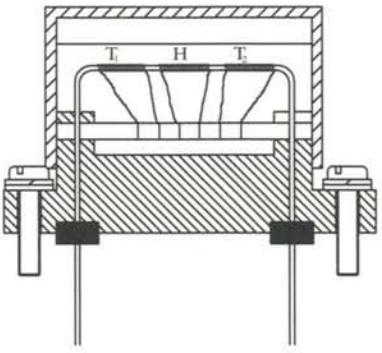
Het meten van temperatuurverschillen

Het nauwkeurig meten van massastroom is op deze manier vertaald in het nauwkeurig meten van een temperatuurverschil. Daarvoor komt een tweetal methoden in aanmerking.
De eerste methode is die van het bepalen van de elektrische weerstand. Als er

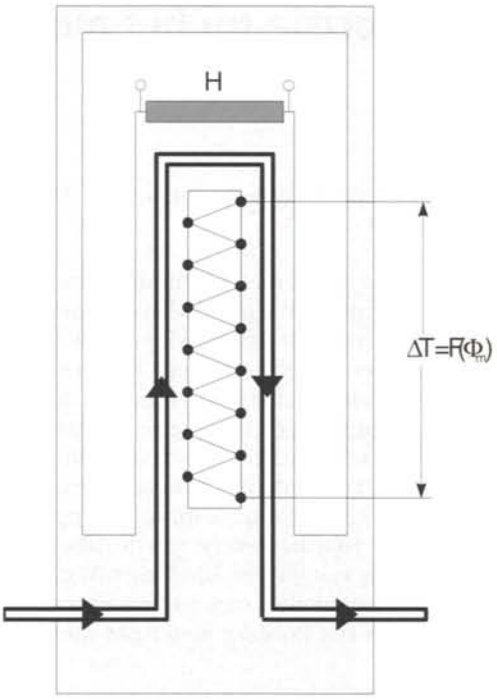


Figuur 4. Praktische uitvoering van een thermozuil als zgn. thermozuilband.

wikkeldraad wordt gebruikt met een lineaire (positieve) temperatuurcoëfficiënt, is het te meten temperatuurverschil evenredig met het verschil in weerstand van de buitenste wikkelingen van figuur 1. In de praktijk wordt er een koperlegering gebruikt met een weerstandsverandering van 35% per 100 °C temperatuurstijging.
De andere methode is die met behulp van een thermozuil: een combinatie van een aantal in serie geschakelde thermokoppels, zie figuur 3. Daarvoor is in samenwerking met TNO/TPD zgn. thermozuilband ontwikkeld, dat met recht een precisieprodukt kan worden genoemd, zie figuur 4. De basis voor thermozuilband vormt kunststof band met een breedte van 0,5 mm. Daar omheen is constantaandraad (60% Cu, 40% Ni) gewikkeld met een dikte van 30 µm. Het bijzondere is dat het constantaandraad aan één kant van het bandje wordt bedekt met een laagje koper. Daardoor ontstaan er per mm bandlengte circa tien koude en evenveel warme lassen van individuele thermo-



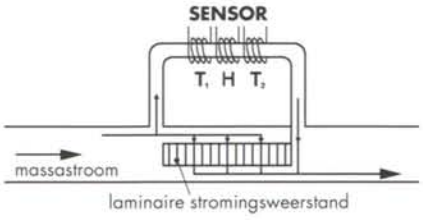
Figuur 5. Een capillair voor het meten van massastroom via het verschil in elektrische weerstand. Zie ook bijschrift figuur 1.



Figuur 6. Een capillair voor het meten van massastroom door middel van een thermozuil.

koppels. Alle warme lassen liggen – gezien in de breedterichting – aan één zijde van het bandje, alle koude lassen liggen daar juist tegenover. Ieder apart thermokoppel kan een spanning van 35 µV per °C temperatuurverschil afgeven.

Figuur 5 laat zien hoe een thermische doorstroommeter met weerstandmeting in principe is geconstrueerd. Het meetcapillair van roestvaststaal heeft een inwendige diameter van 0,2 tot 1 mm en wordt functioneel gekalibreerd. Dat wil zeggen dat de dimensionale selectie plaatsvindt op grond van een meting van de massadoorstroming. Rechtstreekse meting van de inwendige diameter is minder zinvol omdat een relatieve afwijking in diameter een vier keer zo grote relatieve afwijking in doorstroomhoeveelheid veroorzaakt.
Figuur 6 laat de schematische opbouw van een doorstroommeter met thermozuil zien. H is de wikkeling voor het genereren van een warmtestroom. Er wordt gebruik gemaakt van een U-vormig gebogen meetcapillair, dat eveneens functioneel wordt gekalibreerd. Tussen de benen van de U is thermo-



Figuur 7. Vergroting van het meetgebied van een capillair door middel van een laminaire stromingsweerstand geschakeld als shunt.

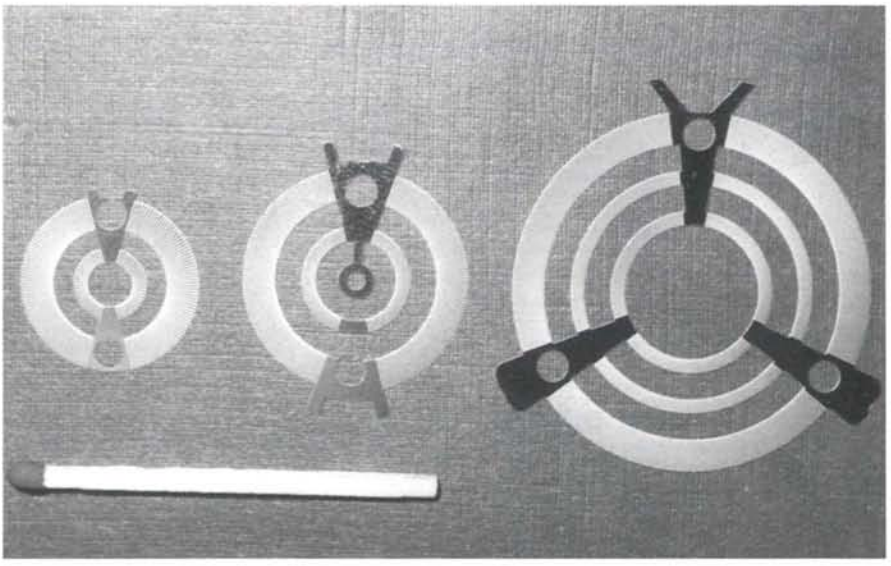
zuilband gemonteerd. Zo doende kan een serieschakeling van 5000 thermokoppels worden gerealiseerd. Dat een dergelijk groot aantal noodzakelijk is om een bruikbaar uitgangssignaal te verkrijgen, blijkt uit het gegeven dat er soms temperatuurverschillen van niet meer dan 0,001 °C moeten worden geconstateerd!

De creatie van een shunt

Door het kiezen van verschillende diameters – van 0,2 tot 1 mm – voor het meetcapillair kan de capaciteit van de thermische doorstroommeting variëren van 5 tot 20 ml_n/min. (De eenheid l_n betekent normaal-liter, dus gemeten bij 273,15 K en 1013,25 mbar oftewel 76 cm Hg.) Dat meetgebied is echter bij lange na niet groot genoeg, want de markt vraagt om doorstroommeters van velerlei typen.

De oplossing voor dat probleem is de introductie van een shunt: een extra stromingsweerstand, die parallel wordt geschakeld aan het meetcapillair. Het gevolg is dat de laminaire stroming zich splitst: een deel gaat door het meetcapillair en een ander deel door een element met instelbare weerstandswaarde, zie figuur 7. Door de variatiemogelijkheid van de waarden voor de shuntweerstand beslaat het programma doorstroommeters van Bronkhorst High-Tech een meetgebied van nagenoeg nul tot en met maar liefst 1250 l_n/min.

In samenwerking met Stork Veco bv in Eerbeek [1] is een gestandaardiseerde reeks weerstandselementen ontwikkeld waarmee nagenoeg iedere laminaire weerstandswaarde is te realiseren. Het bijzondere van die reeks is dat laminaire stromingskanalen met een doorsnede van 75 bij 75 µm zowel parallel als in serie kunnen worden geschakeld. Daarbij zijn er ook nog kanalen van verschillende lengte beschikbaar.

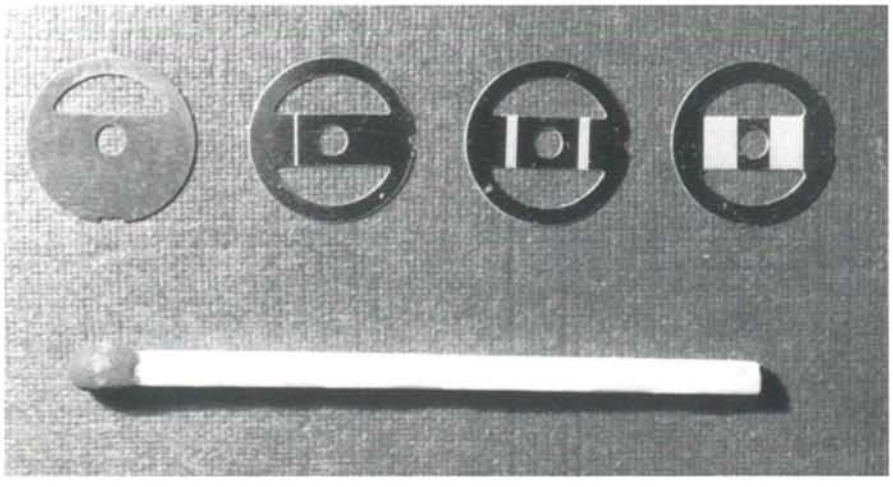


Figuur 9. Weerstandsplaatjes van Stork Veco voor Bronkhorst High-Tech doorstroommeters, type Lo/Med-Flow, Med/Flow en Hi/Flow.

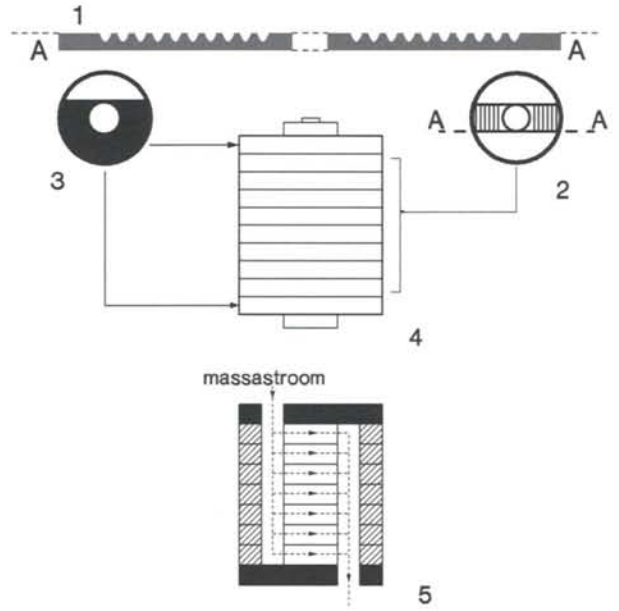
Etsen helpt

Figuur 8 en 9 tonen de precisie-produkten die Stork Veco levert aan Bronkhorst High-Tech. Ze zijn alle geëtst uit roestvrij staal met een dikte van 150 µm. De vier produkten van figuur 8 behoren bij de kleinste meetgebieden. Het zijn achtereenvolgens een sluitplaat en plaatjes met ieder één, zes of twintig kanalen parallel. De produkten van figuur 9 zijn bedoeld voor de grotere meetgebieden. De kanalen van deze weerstandselementen zijn radiaal gericht. De buitenste ring - met respectievelijk 134, 188 of 368 kanalen - vormt de eigenlijke laminaire stromingsweerstand. De ring(en) daarbinnen verhinderen het ontstaan van turbulente stroming.

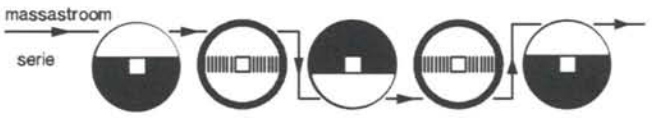
Het bovenstaande is makkelijker gezegd, of liever geschreven, dan gedaan. Want geen enkel kanaaltje mag dimensionele afwijkingen vertonen en ieder kanaaltje moet over de gehele lengte open zijn. Daarbij moet worden bedacht dat het grootste produkt in totaal 368 kanalen bezit. Dank zij de expertise van Stork Veco is het gelukt zulke "moeilijke" produkten met aanvaardbare opbrengst en prijs te fabriceren.



Figuur 8. Foto van drie verschillende weerstandsplaatjes met 1, 6 of 20 kanalen en een sluitplaatje (links). Deze produkten van Stork Veco worden toegepast in Bronkhorst High-Tech doorstroommeters type Lo-Flow.



Figuur 10. Parallelschakeling van weerstandsplaatjes volgens figuur 8. Boven: doorsnede over weerstandsplaatje 2, ter plaatse A-A. 3: sluitplaatje.



Figuur 11. Serieschakeling van twee weerstandsplaatjes volgens figuur 8. Tussen de weerstandsplaatjes is een extra sluitplaatje gemonteerd.

Het procédé van Stork Veco houdt in dat op het uitgangsmateriaal allereerst een lichtgevoelige laklaag wordt aangebracht. Deze wordt belicht en ontwikkeld, waarna er een lakpatroon overblijft waarin het verloop van de gewenste kanalen is uitgespaard. Die kanalen ontstaan vervolgens door etsen tot een diepte gelijk aan de halve materiaaldikte.
Daarna wordt er opnieuw lichtgevoelige lak aangebracht, nu aan beide zijden van het plaatmateriaal. Die laklagen ondergaan belicht- en ontwikkelstappen, zodanig dat er aan weerszijden van het plaatmateriaal de omtrek van de produkten wordt uitgespaard. Daarna verwijdert de etsvloeistof vanaf twee kanten het overtollige materiaal. Dat tweezijdige etsprocédé garandeert een fraai recht verloop van de zijkanten. Uiteraard wordt er in het procédé rekening gehouden met maatveranderingen door onderetsen, en wel door een dienovereenkomstige aanpassing van de belichtingsmaskers.

Een aparte vermelding verdient de controleprocedure van deze produkten bij Stork Veco. Het zou ondoenlijk zijn ze afzonderlijk dimensioneel te meten. Bovendien geldt hier hetzelfde als dat wat al eerder over de meetcapillairs is opgemerkt: een relatieve dimensionele afwijking veroorzaakt een vier keer zo grote relatieve afwijking in doorstroomhoeveelheid. Daarom worden de produkten bij Stork Veco functioneel getest. Dat gebeurt door een groot aantal weerstandsplaatjes te stapelen en de hoeveelheid doorgestroomde lucht bij een bepaald drukverschil te meten. In feite is dat een nabootsing van de praktische toepassing.

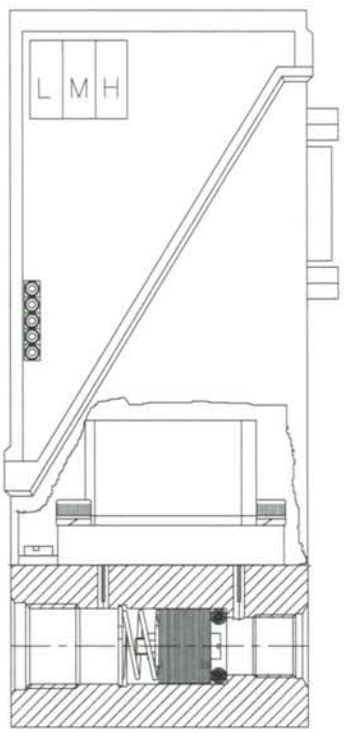
Variatie door combinatie

Vooral de reeks etsprodukten van figuur 8 voor de laagste meetgebieden munt uit door veelzijdigheid, want door diverse combinatiemogelijkheden is een geweldige variatie aan weerstand realiseerbaar. Die variatie ontstaat doordat de weerstanden van de afzonderlijke plaatjes zowel parallel als in serie kunnen worden geschakeld. Daarbij kan er dus ook nog worden gekozen uit plaatjes met respectievelijk één, zes of twintig parallel geschakelde kanalen.

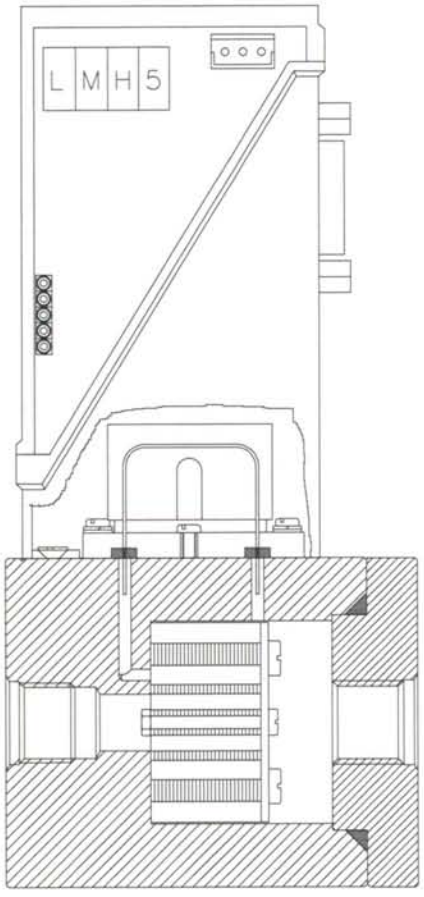
Figuur 10 toont de parallelschakeling van een aantal weerstandsplaatjes met ieder twintig kanalen. Geheel boven is een dwarsdoorsnede door een afzonderlijk plaatje getekend en daaronder een stapeling van een tweetal sluitplaten met daartussen acht weerstandsplaatjes. Er ontstaat op deze manier een parallelschakeling van in totaal 8 x 20 = 160 laminaire kanalen. De onderste tekening geeft een doorsnede door de gestapelde plaatjes.

Door ook sluitplaatjes aan te brengen tussen de afzonderlijke weerstandsplaatjes kan serieschakeling worden bereikt, zie figuur 11. In de figuur zijn twee plaatjes met ieder zes kanalen afgebeeld, die in serie zijn geschakeld. Er ontstaat zo een equivalent van drie kanalen in parallelschakeling. Het zal duidelijk zijn geworden dat er door creatief combineren een bijna oneindig aantal weerstandsvariaties mogelijk is.

De opstelling voor de kleinste meetgebieden – van de doorstroommeters van het type Lo-Flow met maximale doorstroming van 15 l_n/min – volgt uit fi-

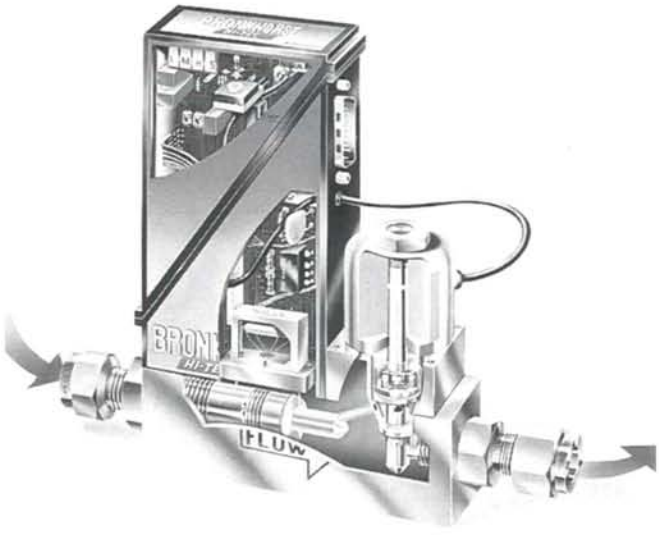


Figuur 12. Doorsnede door een doorstroommeter met shunt opgebouwd uit weerstandsplaatjes volgens figuur 8.



Figuur 13. Doorsnede door een doorstroommeter met shunt opgebouwd uit weerstandsplaatjes van één der typen volgens figuur 9. Duidelijk blijkt dat de buitenste kanaalringen als shunt fungeren.

Figuur 14. Foto van een doorstroomregelaar met elektrisch regelcircuit en regelventiel



Figuur 15. Opengewerkte tekening van de doorstroomregelaar van figuur 14.

guur 12. In dezelfde serie zijn ook doorstroommeters zonder shunt opgenomen.

Voor de weerstandsplaatjes van figuur 9 is serieschakeling niet mogelijk. Figuur 13 laat de opstelling zien met een aantal – dus parallel – geschakelde plaatjes. De buitenste ringen vormen de eigenlijke shuntweerstand, die parallel is geschakeld aan het meetcapillair. De zo verkregen doorstroommeters van de serie Lo/Med Flow hebben een meetgebied van maximaal 100 l_n/min. De typen met de grootste weerstandsplaatjes van figuur 9 - van de serie Hi-Flow - hebben een maximaal meetbereik van 1250 l_n/min.

Compleet produkt

Aan het begin van dit artikel noemden we als voordeel van de thermische doorstroommeting dat er een meetresultaat ontstaat in de vorm van een elektronisch signaal. Dat signaal kan worden gebruikt in een regelcircuit.

Bronkhorst High-Tech heeft daarom ook produkten in het programma waarin zo'n elektronisch regelcircuit is opgenomen. Figuur 14 laat een apparaat van Bronkhorst High-Tech zien dat is bedoeld voor het regelen van de doorstroming van gassen. Figuur 15 toont een opengewerkte tekening. Het uitgangssignaal van het meetcapillair wordt gebruikt om een elektrisch regelventiel te sturen door middel van een regelcircuit.
Door èn het ijken van de bijzondere weerstandselementen bij de leverancier, èn door het kalibreren van het kant-en-klare instrument kan de nauwkeurigheid van een doorstroomregelaar van Bronkhorst High-Tech ± 0,1 % van de schaalwaarde bedragen. Voorwaar een fraai resultaat van een Nederlandse speler op de wereldwijde wereldmarkt voor IC-apparatuur.

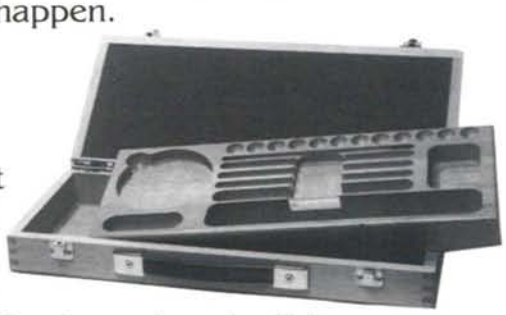
Auteursnoot
Ir. W. Jouwsma is technisch directeur van Bronkhorst High-Tech in Ruurlo.

Noten

[1] Arjo Verhoog en Frans Zuurveen, Etsen en elektroformeren: weghalen en aangroeien, Mikroniek jaargang 35, nr. 3 (1995) p. 78-82.

Stootvast, praktisch en veilig opgeborgen.

Solide houten kistjes en koffers, speciaal voor kwetsbare en kostbare apparatuur, zoals microscopen, meet- en regelinstrumenten of tal van verfijnde gereedschappen.



Exact op elke maat gemaakt! Biedt uitstekende bescherming tegen beschadigingen. Met eigen bedrukking/logo.

HOUTBEWERKING
SEGERINK BV
Kloppendijk 58, 7591 BV Denekamp
Tel. 0541-351436, Fax 0541-354293

DC Motor Controller board
+
DC Mike Drive
=

PRECISIE POSITIONEREN

- Met de C 812, DC motor controller insteekkaart is een 4-assige programmeerbare precisie positionering mogelijk
- 4 DC motoren, 12V-3W, kunnen worden aangestuurd
- programmering middels ASCII
- DC Mike Drives in 10, 25 en 50 mm uitvoering
- reproduceerbaarheid van 0,1 micron

PHYSIK INSTRUMENTE
is uw partner

Laat u uitnodigen tot een oriëntatie.
Voor uitgebreide informatie en produktkatalogus:
Tel. (31) 499 - 375375
Fax (31) 499 - 375373

APPLIED **LASER** TECHNOLOGY

DEMCON Twente b.v.

Produktontwikkeling & Mechatronica

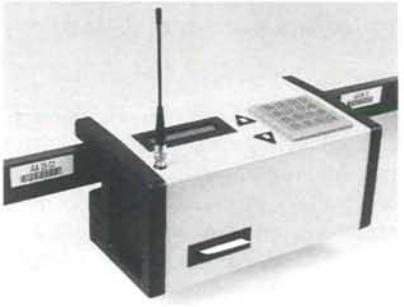
Patiënten-tillift James

Activiteiten:

- produktontwikkeling
- engineering
- advisering

Expertise:

- fijnmechanisch construeren
- machinebouw
- aandrijftechniek
- besturingselektronica- en software
- meet- en regeltechniek



Rackrunner®

Demcon Twente b.v.
Postbus 1020
7500 BA Enschede
Tel. 053 - 4343229
Fax 053 - 4342830

Mikroniek nummer 1 - 1996

Mikroniek

Jaarindex 1995

Orgaan van de

NVPT

Nederlandse vereniging voor
Precisie Technologie NVPT

Jaarindex 1995

Paginaverdeling
(alleen redactionele pagina's zijn genummerd)

Nummer 1995-1: van pagina	1	tot en met pagina	30
Nummer 1995-2: van pagina	31	tot en met pagina	61
Nummer 1995-3: van pagina	62	tot en met pagina	89
Nummer 1995-4: van pagina	89	tot en met pagina	120
Nummer 1995-5: van pagina	121	tot en met pagina	147
Nummer 1995-6: van pagina	148	tot en met pagina	175

Editorials

Electronics '95, mechatronica en instrumentatie, eeuwige modewoorden 32
J.C. Groeneveld
Hoe zit het met onze innovatiekracht? 63
J. Verkerk
Rapid Prototyping: onmisbaar in het produktieproces 2
E. Advocaat
Trends 91
S. van de Graaf
Vakbeurzen 122
H.J.M. Akkerman
Virtuele praktische kennis 149
J. Verkerk

Artikelen

Bus maakt grootschalige toepassing van sensoren mogelijk 109
R. Overdijk
Eenvoudige digitale netwerken 126
P. van Haren
Ervaringen met "Methodisch Ontwerpen" in het onderwijs 55
F. Siers
Etsen en elektroformeren: weghalen en aangroeien 78
A. Verhoog, F. Zuurveen
Instrumenten met een duikspoel als actuator of krachtopnemer 129
E. Dekkers
Lezersonderzoek 170
B. Vermulst
Lineaire motoren voor precisie bewegingen 68
M.G.M. Lammers
Een methodisch ontworpen zegelautomaat 96
A. Montagne, F. Zuurveen
Meerspillige boormachine voor compacte gatenpatronen 165
G.C. Koese
De meetlaser 47
S. Wetzels
Microfiltratie 43
C.J.M. van Rijn, W. Nijdam
Micro-generatoren en -motoren 102
P.F. de Vries
Micro Totaal Analysesystemen 74
A. van den Berg, T. Lammerink
Miniatuur geleidingen in roestvaststaal 17
L. Termijn
Modelvorming in de Microsysteemtechnologie 133
J. van Kuijk
Ontwerpwedstrijden in het ingenieursonderwijs 153
G. Vroomen
Ontwikkeling van een 11 Tesla Nb_3Sn-dipoolmagneet voor de LHC van CERN 158
A. den Ouden
De Pantaskoop 57
F. Siers
Powder Injection Moulding 37
C. Kooij, N. Noort, H.L. Schram, A.S. Verdier
PTS: met precisie de markt op 50
F. Zuurveen
Rondheidsmeting met nanometer-nauwkeurigheid 83
H. Haitjema
De Slimmy 137
F. Siers
Snelle 3D-prototypetechnieken 6
M. Breuning
Succes is te sturen 115
A. van Dijk
Een snelle start in de ontwikkeling van mechatronische produkten 24
F. Zuurveen
Trillingvrije laboratoriumtafel 20
E.A.G. Reker, P.C.J.N. Rosielle

Recensies

Boekbespreking: Systematisch specificeren van elektronica 107
CME
Sofwarebespreking: Simulatie-software voor mechanismen 141
J. Leideman

Her en Der

Tantaal 106

Auteurs

Advocaat, E. 2
Berg, A. v.d. 74
Breuning, M. 6
Dekkers, E. 129
Dijk, A. van 115
Graaf, S. v.d. 91
Groeneveld, J.C. 32
Haitjema, H. 83

Haren, P. van 126
Koese, G.C. 165
Kooij, C. 37
Kuijk, J. van 133
Lammerink, T. 74
Lammers, M.G.M. 68
Leideman, J. 141
Montagne, A.J.M. 96
Noort, N. 37
Nijdam, W. 43
Overdijk, R. 109
Ouden, A. den 158
Reker, E.A.G. 20
Rosielle, P.C.J.N. 20
Rijn, C.J.M. van 43
Schram, H.L. 37
Siers, F. 55,57,137
Termijn, L 17
Verdier, A.S. 37
Verhoog, A. 78
Verkerk, J. 63,149
Vermulst, B. 170
Vries, P.F. de 102
Vroomen, G. 153
Wetzels, S. 47
Zuurveen, F 24,50,78,96

Produktinfo

3A Vermogensoptorelais 144
3D Meetsysteem 118
Afstandhouders 28
Automatische schroefdraadcontrole 144
Bewerkbare keramieken 30
Bouwsysteem voor produkthandling 174
Busklemmen voor glasvezeltechniek 60
Camas/20-sim 146
CO_2-lasersnijsystemen 88
Compacte hardheidsmeter 28
Compacte interferometer 61
Compacte precisieverplaatsers 88
Contactloos temperatuur meten 30
Data-acquisitie en real-time procesbesturing met de PC 173
Doseerrobot 174
Draagarmsysteem voor bedieningskasten 145
Draagbare digitale thermometers 28
Endoscopen 88
Etsen van plaatmateriaal 119
Filters voor sliconenvrije perslucht 88
Handbediende draaibanken met CNC-resultaten 60
Kleine elektromotoren, ook steriliseerbare 172
Lasergraveersysteem 119
Leidingaccessoires 60
Lichtgewicht precisietafels 29
Loopwielgeleidingen 30
Meetwaarde-omvormer voor thermokoppels 144
Meer dan 2000 172
Micro schuurmiddelen 147
Miniatuur rechtgeleidingen 173
Miniatuur spectrometer 174
Nauwkeurige draaitafels 88
Oppervlaktebewerking, grof en fijn 147
Optiekcatalogus 30
Optische en inductieve sensoren 89
Paneel inbouwelementen 175
Pers 61
Pincet met loep 118
Plateauweegschaal 173
Pneumatische grijpers 175
Pneumatische indexeereenheden 29
Precisiekogels 29
Roestvaststaal brochure 89
Servobessturingssysteem voor synchronisatie van bewegingen 172
Striptang 28
Temperatuur- en vochtigheidsmeter 147
Thermografiecamera 174
Universele afzuigunit 146
Verenwikkelmachine 120
Verschildrukopnemer 146
Vochtmelder 146
Vochtsensor 61
Vochtigheids- en temperatuurmeter 147
Vormtester 147
Warmgewalste platen 120
Warmtebehandeling binnen 24 uur 119

Verenigingsnieuws

Berichten NVFT

S.P. Bruijn overleden 5
NVPT-deelname groot succes 64
Statuutwijziging 64
Verslag 7e ALV 33
Meer elektronica in precisie-apparatuur (NVFT-symposium) 34
Nieuwe leden 150

Landelijke werkgroep Microsysteemtechnologie

Oprichting en prototypecentrum 123

PRECISIE OPTISCHE COMPONENTEN

Lenzen in standaard waarden of geheel volgens Uw specificatie.
Onze slijperij kan t/m testglas-controle, optische kwaliteits onderdelen leveren.

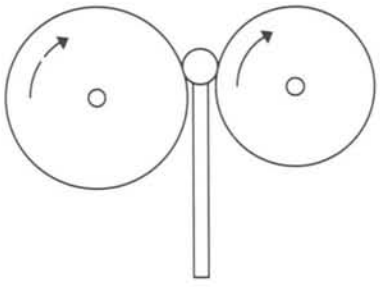
- Plan-Convex, Bi-Convex, Plan-Concaaf, Bi-Concaaf, Achromaten.
- Miniatuur Lenzen, Ronde Lenzen, Cylinder Lenzen, alles op uw maat of Standaarduitvoering.
- Optische Spiegels, Deel-Spiegels, Achtervlak Spiegels.
- Prisma's als Rechthoek, Retro, 60°, Penta en Wiggen.
- Testglazen in Vlak- Hol- en Bol, Plan-Glazen, Optische Vensters van diverse glasmaterialen, Kwartsglas en Kwartskristal.
- Coaten met metalen en Fluoriden op uw Substraten en Spiegels.
- Precisie glasbewerking in Standaard Glas, Optisch Glas, Kwartsglas en Kwartskristal.

STABILIX

STABILIX B.V.
Burg. Hovylaan 84
2552 AZ DEN HAAG
tel. 070 - 3970061 fax 070 - 3979321

FIRMA CENTERLESS

Middenweg 145F - 1394 AH Nederhorst den Berg -
Telefoon 0294-254269 - Fax 0294-251751



- Numeriek draaien.
  (500 tussen de centers X ∅ 400)
  tot ∅ 65 mm vanaf staf.
- Centerloos slijpen - doorvoeren tot ∅ 100.
- Läppen-insteken en profileren
  tot ∅ 80 mm.
- Numeriek langdraaien
  t/m ∅ 20 mm.
- Numeriek frezen met palletwisselaar
  op bewerkingscentra.

Instrument makerij

Leitec Instruments

Tomatenstraat 4, 2321 HG
Leiden, tel. 071-5765507

metaal
kunststof

tevens
micro
argon/arc

Ontwerp van een rechtgeleiding met een zeer lage eigenfrequentie

A. Post

Voor het meten van laagfrequente trillingen in één richting is een massaveersysteem geschikt, met een lage eigenfrequentie en één graad van vrijheid. Aan de Universiteit Twente is met behulp van het principe van elastische energiecompensatie een robuuste rechtgeleiding ontworpen met een eigenfrequentie in de bewegingsrichting van 0.25 Hz en een eigenfrequentie loodrecht op de bewegingsrichting van 650 Hz. De afmetingen van de rechtgeleiding zijn 50·50·50 mm³, de slag van de rechtgeleiding in de bewegingsrichting is ±0.5 mm. Eerst worden de achterliggende principes besproken en vervolgens wordt het uiteindelijke ontwerp toegelicht.

Trillingsmeters

Trillingsmeters volgens het seismische principe bestaan uit een massa (m) met één graad van vrijheid (x), die via een veerstijfheid (c) verbonden is met een huis (figuur 1). Het huis wordt op een trillende omgeving bevestigd en neemt de beweging over. Een signaal wordt verkregen door een sensor te gebruiken die de relatieve verplaatsing (z) tussen de massa en het huis meet, bijvoorbeeld een capacitieve, inductieve of optische sensor.

Seismometers

Voor seismografisch onderzoek is het van belang om de verplaatsing van het aardopervlak te bekijken. De optredende versnellingen, die voorkomen bij aardbevingen of seismografisch onderzoek, varieren van 0.3 g tot $1.6 \cdot 10^{-2}$ g, waardoor een gevoelige trillingsmeter vereist is. De optredende trillingen varieren van 5 tot 100 Hz. Een trillingsmeter met een lage eigenfrequentie leent zich uitstekend voor seismografische toepassingen vanwege de lage eigenfrequenties van de massaveersystemen.

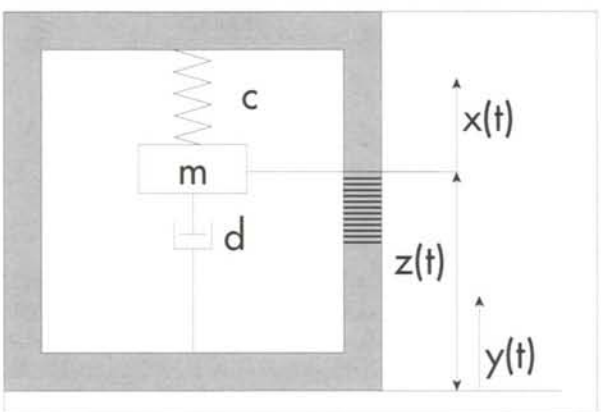
Eisen

De eisen die gesteld zijn aan de trillingsmeter volgen o.a. uit de overdrachtsfunctie (figuur 2) van de trillingsmeter. Hieruit valt af te leiden dat er een minimale responsie van het systeem optreedt bij een statische verplaatsing ($\omega \approx 0$). Intuïtief voelt men dit wel aan dat wanneer het huis laagfrequent bewogen wordt, de massa deze beweging keurig zal gaan volgen en de relatieve verplaatsing z ongeveer gelijk is aan 0.
Wanneer $\omega_e \approx 10 \cdot \omega$ dan is het ingangssignaal (y) nagenoeg proportioneel met het uitgangssignaal (z). Immers wanneer het huis hoogfrequent bewogen wordt, zal de massa nagenoeg stil blijven staan.
Het meten van laagfrequente trillingen vereist dus dat de eigenfrequentie (ω_e) van het massaveersysteem zo klein mogelijk is t.o.v. de te meten trillingen.

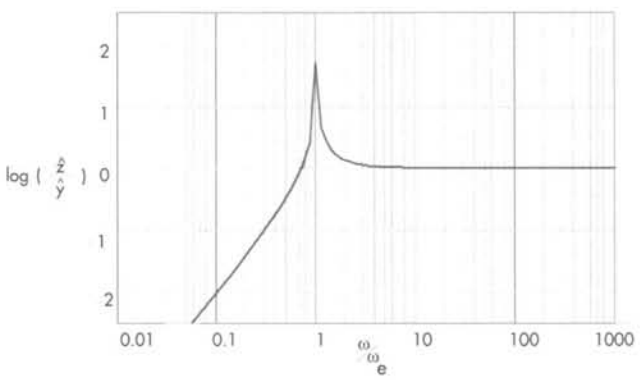
De belangrijkste eisen die gesteld waren aan de trillingsmeter zijn:
- Lage stijfheid in de bewegingsrichting om de lage eigenfrequentie te verkrijgen.
- Hoge stijfheid in de overige richtingen om de overspraak gevoeligheid van de trillingsmeter te reduceren.

Elastische energiecompensatie

Bij de trillingsmeter komt het er op neer om een rechtgeleiding te construeren met een zo laag mogelijke stijfheid in de bewegingsrichting en zeer hoge stijfheden in de overige richtingen. Een rechtgeleiding met starre delen en scharnieren heeft het nadeel dat er speling en wrijving optreedt. Het gebruik van elastische elementen delen kent deze nadelen niet. Wanneer elastische elementen worden toegepast als rechtgeleiding voor de massa wordt een eindige stijfheid geïntroduceerd, waardoor een lage eigenfrequentie moeilijk te realiseren valt. Verder gaat een lage stijf-



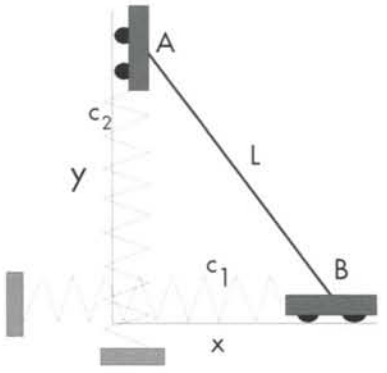
Figuur 1. Massaveersysteem van een trillingsmeter



Figuur 2. Overdrachtsfunctie van de trillingsmeter

heid van elastische elementen vrijwel altijd ten koste van de robuustheid van de constructie.

Om met een robuuste constructie toch een lage stijfheid te realiseren, is het principe van elastische energiecompensatie [1] toegepast. Hiermee is het theoretisch mogelijk om de stijfheid van de elastische elementen gelijk aan nul te krijgen. De eigenfrequentie van de rechtgeleiding wordt dan theoretisch ook gelijk aan nul [2].
Elastische energiecompensatie is een principe waarbij de hoeveelheid elastische energie in een mechanisme positie-onafhankelijk is. Een dergelijk systeem bevat een aantal elastische elementen die gezamenlijk een hoeveelheid elastische energie bevatten. Bij een verandering van de positie in het systeem stroomt de elastische energie, die was opgeslagen in een reeds gedeformeerd elastisch element, weg naar een elastische element dat gedeformeerd *wordt*, zodat netto geen energie toegevoerd wordt.



Figuur 3. Concept van een elastisch energiecompensatiesysteem

Figuur (3) geeft een eenvoudige schets van het concept voor een elastisch energiecompensatie systeem. Twee punten (A en B) van een star lichaam op een afstand (L) kunnen wrijvingsloos en spelingsvrij bewegen langs de orthogonale assen x en y. Aan deze twee punten zijn veren bevestigd met veerstijfheden (c_1) en (c_2). De veren zijn voorgespannen over een afstand (x) respectievelijk (y) en zijn spanningsloos in de oorsprong 0. De elastische energie-inhoud van het systeem kan derhalve geschreven worden als:

$$U = \tfrac{1}{2}c_1x^2 + \tfrac{1}{2}c_2y^2 \qquad (1)$$

Indien de beide veerstijfheden gelijk zijn (c_1=c_2=c) geldt:

$$U = \tfrac{1}{2}c(x^2 + y^2) \qquad (2)$$

Omdat de lengte (L) constant is en de beide bewegingsrichtingen loodrecht op elkaar staan blijkt met de stelling van Pythagoras:

$$U = \tfrac{1}{2}cL^2 \qquad (3)$$

Hieruit volgt dat de elastische energieinhoud U constant is en onafhankelijk van de stand van het lichaam. Dit impliceert verder dat de uitwendige die kracht nodig is om een uitwijking (x) van punt B te bewerkstelligen gelijk is aan:

$$F = \frac{\partial U}{\partial x} = 0 \qquad (4)$$

Voor de stijfheid c van punt B in de x-richting geldt:

$$F = \frac{\partial^2 U}{\partial^2 x} = 0 \qquad (4)$$

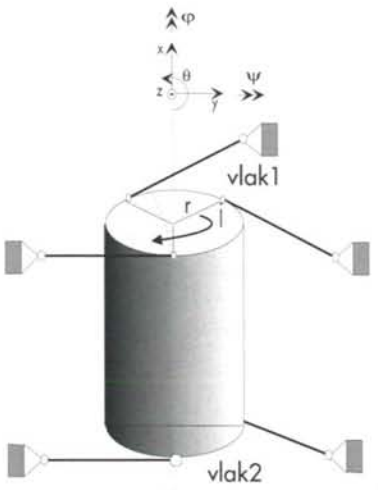
Dit geldt voor elke stand van het lichaam waardoor elke positie een indifferente evenwichtsstand is. Als gevolg van een stijfheid nul in de x-richting is de eigenfrequentie (ω_x) van dit systeem in deze richting, bij elke stand van het lichaam ook gelijk aan nul.

Voor het mechanisme van figuur (3) gelden dan drie voorwaarden waaraan voldaan moet worden om een elastisch energiecompensatie systeem te realiseren.
- Ten eerste moeten de veerstijfheden gelijk zijn (c_1=c_2).
- De lengte van het starre lichaam moet constant zijn (L=constant).
- De laatste voorwaarde is dat de veren c_1 en c_2 op een zodanig wijze zijn voorgespannen dat bij de twee uiterste standen (x=0, y=L of x=L, y=0) één veer volledig ontspannen is terwijl de andere maximaal voorgespannen staat.

Wanneer de scharnieren (figuur 3) van het elastisch energiecompensatiesysteem echter vervangen worden door elastische elementen is geen volledige elastische energiecompensatie mogelijk, maar kan een elastisch energiecompensatie systeem slechts benaderd worden. Dit is een gevolg van de tweede orde effecten. Immers bij het deformeren van een elastisch element, verandert de geprojecteerde lengte, waardoor de lengte L dus niet constant blijft. Aangezien speling en wrijving ongewenst zijn in het mechanisme, is toch gekozen voor een rechtgeleiding met elastische elementen, waarbij de deformatie minimaal moet worden gehouden, opdat de invloed van het tweede orde effect te verwaarlozen is.

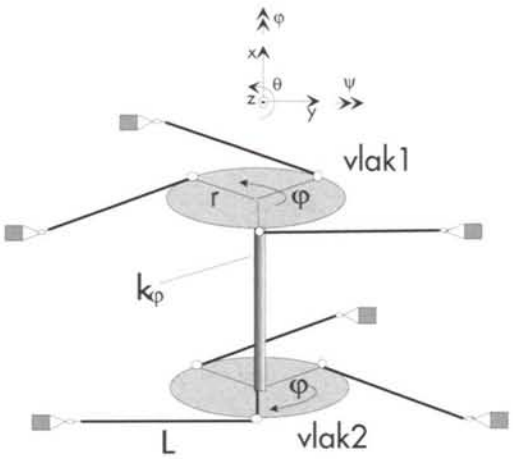
De rechtgeleiding

Er is geprobeerd een rechtgeleiding voor het massaveersysteem te vinden waarvan de verhouding van de dwarsstijfheid en de stijfheid in de bewegingsrichting zo groot mogelijk is. Een methode is het toepassen van sprieten (buigstaven) die een lage buigstijfheid en een hoge trekstijfheid bezitten.

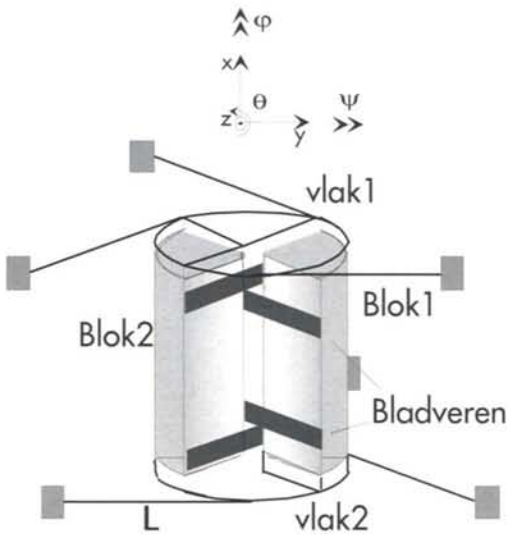


Figuur 4. Rechtgeleiding van een star lichaam

Voor het vastleggen van de 5 vrijheidsgraden van een lichaam zijn 5 sprieten nodig (figuur 4). Drie sprieten worden bevestigd aan vlak 1 en leggen 2 translaties (y, z) en 1 rotatie (φ) van vlak 1 vast. De twee sprieten die bevestigd zijn aan vlak 2 leggen 2 translaties (y,



Figuur 5. Rechtgeleiding met rotatieslap lichaam met één graad van vrijheid



Figuur 6. Rechtgeleiding uitgevoerd met kruisveerscharnier

z) en de rotaties (Ψ, Θ) van het lichaam vast. Translaties in de x-richting gaan nu gepaard met relatief kleine rotaties (φ). Er kan meer symmetrie in de constructie gebracht worden door de vlakken 1 en 2 rotatievrij van elkaar te maken en het vlak 2 met drie sprieten aan de vaste wereld te bevestigen.
Door de drie sprieten van vlak 2 tegengesteld te bevestigen t.o.v de drie sprieten van vlak 1 (figuur 5), gaan bij een translatie in de x-richting de twee vlakken tegengesteld roteren. Nu is er een punt aan te wijzen tussen deze twee vlakken waar geen rotatie (φ) optreedt. Dit punt ondergaat daardoor alleen een translatie (x) en wordt daarmee een zuiver rechtgeleid punt.

Tussen de twee vlakken wordt nu een rotatieveer (k_φ) bevestigd (figuur 5). Bij een translatie (x) worden nu de sprieten elastisch gedeformeerd en wordt de rotatieveer opgewonden (gedeformeerd). Netto moet er dus elastische energie toegevoerd worden. Door echter de rotatieveer in de juiste richting voor te spannen, wordt deze bij een translatie (x) afgewikkeld, waardoor er elastische energie vrijkomt, die gebruikt kan worden om de sprieten te deformeren. Netto hoeft er dan geen energie toegevoerd worden als deze combinatie van elastische elementen maar aan de voorwaarden voor elastische energiecompensatie voldoet.
Om aan te tonen dat op deze manier het principe van elastische energiecompensatie gerealiseerd kan worden, wordt de rotatieveer in het midden doorgesneden, de rotatie (φ) is hier immers nul. Als dus aangetoond wordt dat een helft van de rechtgeleiding voldoet aan de voorwaarden voor elastische energiecompensatie, dan voldoet vanwege de symmetrie van de constructie de gehele rechtgeleiding aan de voorwaarden. verkregen. De drie sprieten en de rotatieveer uit figuur 5 worden nu voorgesteld door respectievelijk de veer c_1 en de veer c_2 uit figuur 3.
Om dat de veer (c_2) (figuur 3) voorgespannen is over een afstand (L), wordt de rotatieveer (k_φ) voorgespannen over een hoek (φ_0) (figuur 5):

$$\varphi_0 = \frac{L}{r} \qquad (6)$$

Gebaseerd op het tangentiale vlak van de rechtgeleiding kan geschreven worden:

$$(\varphi r)^2 + x^2 = L^2 \qquad (7)$$

Het elastische systeem bestaat dan uit een rotatieveer (k_φ) en drie sprieten met een gezamenlijke buigstijfheid (c). De elastische energie-inhoud van dit systeem wordt dan:

$$U = \tfrac{1}{2}cx^2 + \tfrac{1}{2}k_\varphi\varphi^2 \qquad (8)$$

Met de bovenstaande vergelijkingen wordt:

$$U = \tfrac{1}{2}cx^2 + \tfrac{1}{2}\frac{k_\varphi}{r^2}(L^2 - x^2) \qquad (9)$$

Deze vergelijking kan herschreven worden als

$$U = \tfrac{1}{2}\left(c - \frac{k_\varphi}{r^2}\right)x^2 + \tfrac{1}{2}k_\varphi\frac{L^2}{r^2} \qquad (10)$$

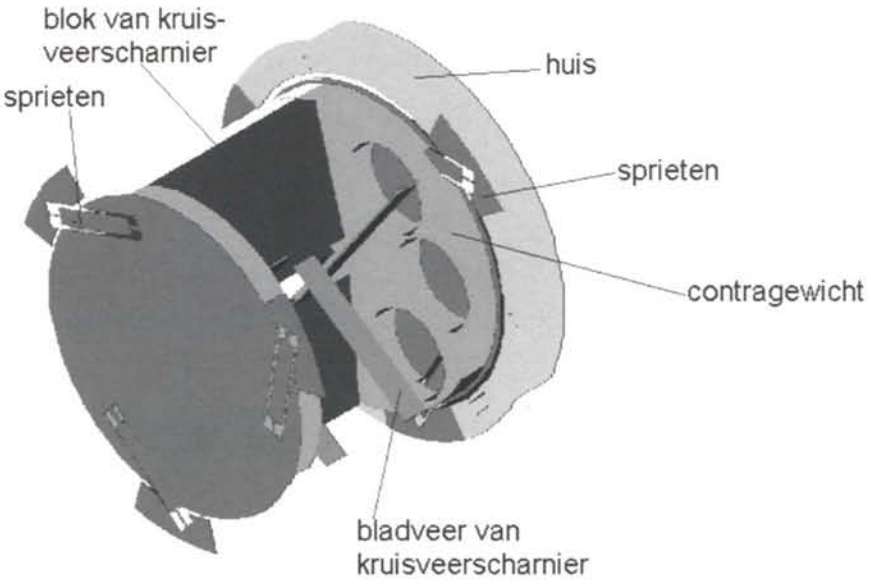
Met $c=k_\varphi/r^2$ en bovenstaande vergelijkingen kan de uiteindelijke energieinhoud worden geschreven als:

$$U = \tfrac{1}{2}k_\varphi\varphi_0^2 \qquad (11)$$

Hieruit volgt dat de elastische energieinhoud constant blijft en er dus een elastisch energiecompensatiesysteem is gerealiseerd.

De rotatieveer is hiermee een belangrijk en kritisch onderdeel van de rechtgeleiding geworden omdat deze over een grote hoek (φ_0) (vergelijking 6) moet worden voorgespannen. Verder moet deze rotatieveer de twee vlakken (1 en 2) met elkaar verbinden waarbij alleen de rotatie (φ) vrijgelaten wordt.

Er is voor een kruisveerscharnier gekozen als rotatieveer in de rechtgeleiding. Dit omdat bij een gegeven maximale inbouwruimte, de te verwachten verhouding tussen de dwarsstijfheid en de stijfheid in de bewegingsrichting het grootst is. Omdat het kruisveerscharnier over een grote hoek (vergelijking 6)



Figuur 7. Uiteindelijke uitvoering van de rechtgeleiding

wordt voorgespannen worden de gebruikte bladveren gebogen, waardoor het kruisveerscharnier zijn dwarsstijfheid verliest. De bladveren worden daarom van tevoren plastisch gedeformeerd met een constante kromtestraal. Door het voorspannen van het kruisveerscharnier worden de bladveren weer elastisch gedeformeerd, zodat deze weer recht zijn. De dwarsstijfheid van het kruisveerscharnier wordt nu bepaald door de lengtestijfheid van de bladveren, en is dus zeer hoog.

Een eenvoudiger uitvoering van de rechtgeleiding is mogelijk door het kruisveerscharnier te vervangen door een draadveer of een kruisprofiel. De verhouding van de stijfheid in de bewegingsrichting (x) tot de dwarsstijfheid wordt dan gereduceerd. Het voordeel van een kruisprofiel of een draadveer is dat er een fysisch rechtgeleid punt aan te wijzen is op de constructie.

De gekozen rechtgeleiding uitgevoerd met een kruisveerscharnier als rotatieveer is afgebeeld in figuur 6. Blok 1 en blok 2 van het kruisveerscharnier zijn respectievelijk bevestigd aan vlak 2 en vlak 1. Bij een uitwijking (x) van de rechtgeleiding uitgevoerd met een kruisveerscharnier ondergaan de blokken (1 en 2) een rotatie (φ). Voor de functie van trillingsmeter zijn de blokken symmetrisch uitgevoerd waardoor geen rotatieversnellingen ($d^2\varphi/dt^2$) kunnen worden gemeten.
Verder moet het zwaartepunt van een blok samenvallen met de pool van de rotatiebeweging, omdat de trillingsmeter anders gevoelig wordt voor overspraak. De dwarskrachten (F_y en F_z) grijpen dan aan in het zwaartepunt van een blok en veroorzaken een moment (T_φ) om de pool met als gevolg een uitwijking (x).

Uiteindelijke constructie

De uiteindelijke uitvoering van de constructie is weergegeven in figuur 7. De stijfheid in de bewegingsrichting is 2.1 N/m, met energiecompensatie en zou 1200 N/m geweest zijn zonder energiecompensatie en de bewegende massa weegt ongeveer 300 gram. Het uiteindelijk resultaat is een robuuste rechtgeleiding met een eigenfrequentie (ω_x) in de bewegingsrichting (x) van 0.25 Hz en een eigenfrequentie (ω_y) loodrecht op de bewegingsrichting (y) van 650 Hz. De rechtgeleiding bezit geen fysisch rechtgeleid punt maar alleen punten die naast een translatie (x) ook een kleine rotatie (φ) ondergaan. De elastische elementen zijn gerealiseerd als verstijfde bladveren die uit een plaat van 0.2 mm dik gevonkt zijn. De blokken van het kruisveerscharnier zijn symmetrisch en met contragewichten uitgevoerd om er voor te zorgen dat het zwaartepunt samenvalt met de pool van de roterende beweging.

Bij het gegeven maximale bouwvolume en de slag van de rechtgeleiding kunnen de eigenfrequenties (ω_x en ω_y) nog aangepast worden. Door het veranderen van de stijfheid van de elastische onderdelen en/of het veranderen van de massa van de bewegende delen van de rechtgeleiding zijn de laagste eigenfrequenties (ω_x en ω_y) respectievelijk 0.15 Hz en 290 Hz. De grootste eigenfrequenties (ω_x en ω_y) die bij dezelfde inbouwruimte te verkrijgen zijn respectievelijk 0.6 Hz en 5.000 Hz.

Conclusie

Resumerend kan gesteld worden dat het principe van elastische energiecompensatie er theoretisch voor kan zorgen dat van een rechtgeleiding opgebouwd uit starre delen en veren elke stand een indifferente evenwichtstand is. De stijfheid van het mechanisme wordt gelijk aan nul en daarmee wordt de eigenfrequentie gelijk aan nul. Wanneer voor de rechtgeleiding geen wrijving en speling gewenst zijn, kan gebruik gemaakt worden van elastische elementen. Het principe van volledige elastische energiecompensatie kan dan slechts worden benaderd. Hierdoor wordt geen stijfheid gelijk aan nul van de rechtgeleiding verkregen maar een lage stijfheid die afhankelijk is van de stijfheid van de gebruikte elastische elementen.

Literatuur:

[1] M.P. Koster; Constructieprincipes voor het nauwkeurig bewegen en positioneren; Collegedictaat 113136; Universiteit Twente (1992)

[2] M.P. Koster; Constructies voor het nauwkeurig bewegen en positioneren; Mikroniek no. 2 (1994)

Microsysteemtechnologie: Stand van zaken en infrastructuur

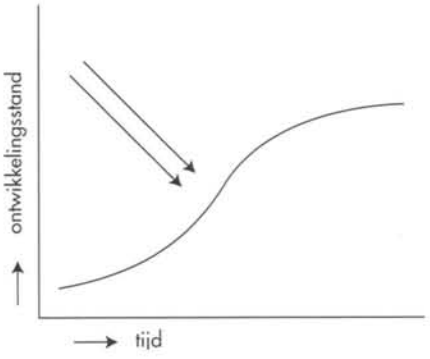
Job Elders

De microsysteemtechnologie (MST) wordt inmiddels als een belangrijke (toekomstige) produktie technologie erkend. Er kan een grote toegevoegde waarde worden gegenereerd door het toepassen van batch-processen met sub-micron toleranties. Een veelvoud aan produkten is "bedacht" die met behulp van microsysteemtechnologie goed te maken zijn.
Prof. J. Fluitman schetst in het jaarboek 1996 van de NVPT de ontwikkeling van de microsysteemtechnologie. Uit deze ontwikkeling blijkt dat de technologie volwassen wordt, hetgeen betekent dat de industriële wensen en drijfveren belangrijker worden.
In dit artikel zal de stand van zaken van de produktietechnologieën en de Europese infrastructuur worden geschetst.

De diversiteit van de MST lijkt alleen maar groter te worden. In een dergelijke situatie is het zinvol de naamgeving te ordenen, hetgeen inhoudt dat de diverse MS-technologieën goed worden gedefinieerd. Zodoende is het volgende overzicht ontstaan.

Silicium-micromachining

Deze technologie komt voort uit de IC-technologie, maar is geëvolueerd in een niet-IC-compatibele technologie. De IC-produktiefaciliteiten stellen randvoorwaarden aan de processen welke daar plaatsvinden, omdat sommige materialen de functionaliteit van de IC tenietdoen. Kaliumionen bijvoorbeeld (denk aan de anisotrope KOH-natetsmethode) diffunderen de schakelingen in, waardoor deze niet meer functioneren. Er wordt derhalve een onderscheid gemaakt tussen processen die in een IC-faciliteit kunnen worden gebruikt en processen die in een MST-faciliteit worden gebruikt. De praktijk leert dat er vele microstructuren, microsensoren en systemen zijn die uitsluitend in een MST-faciliteit kunnen worden gefabriceerd.



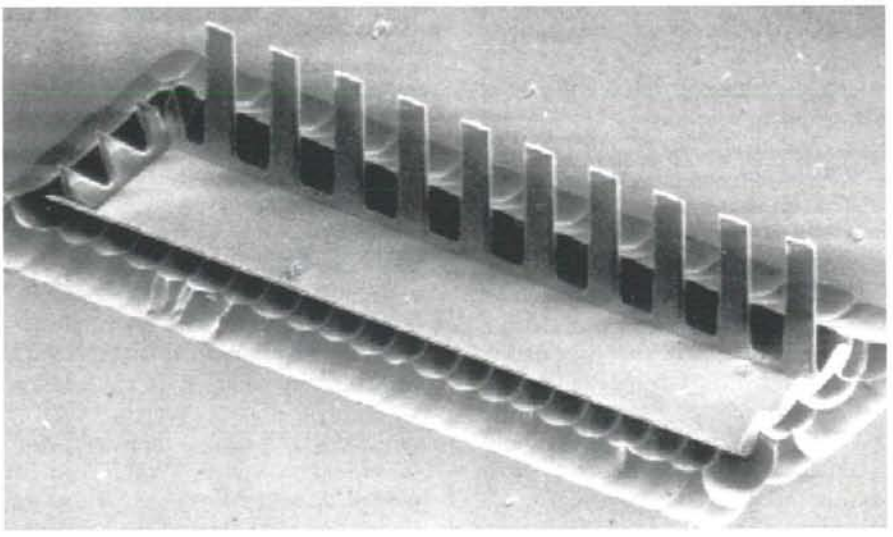
Figuur 1. De twee pijlen geven schematisch de status in de ontwikkeling van bulk en surface micromachining aan. Uit de positie van de pijlen blijkt dat bulk micromachining (de bovenste pijl) eerder is ontstaan dan surface micromachining.

Bij silicium-micromachining kan een onderscheidgemaaktworden tussen bulk micromachining en surface micromachining.

Bulk micromachining
Bulk micromachining betekent dat men een siliciumplak – zoals deze ook in de integrated circuit (IC) industrie verwerkt wordt – gebruikt om structuren te maken door het selectief aanbrengen en verwijderen van lagen, en met behulp van het structureren van de siliciumplak zelf. Bijvoorbeeld in een KOH-oplossing (kaliumhydroxide) waarbij de etssnelheid afhangt van de kristaloriëntatie van het silicium kristalrooster.
Bulk micromachining is begin van de jaren tachtig verder ontwikkeld tot een veel gebruikte technologie om bijvoorbeeld druksensoren te maken.

Surface micromachining
Surface micromachining betekent dat de lagen die op de plak worden gedeponeerd, selectief worden bewerkt om in deze lagen structuren aan te brengen. De laag waar de structuur in wordt gemaakt, kan op een laag gedeponeerd worden die achteraf selectief wordt weggeetst, waardoor vrijliggende structuren gefabriceerd kunnen worden.
Surface micromachining ontstond in de tweede helft van de jaren tachtig. Hoewel jonger in jaren is deze technologie soms eenvoudiger te integreren met een IC-compatibel proces.

De status van deze twee technologieën wordt aangegeven in figuur 1. De afge-



Figuur 2. Een voorbeeld van bulk micromachining: een uit silicium vervaardigde microrups. (Hier ligt de rups nog op zijn rug.)

beelde curve geeft aan dat het jonge technologieën betreft. Dit betekent dat er weinig of geen standaardprocessen zijn, er geen generieke testfaciliteiten zijn, dat functionele tests van de structuur niet gestandaardiseerd zijn, en geen grote diversiteit aan produktiefaciliteiten aanwezig is.

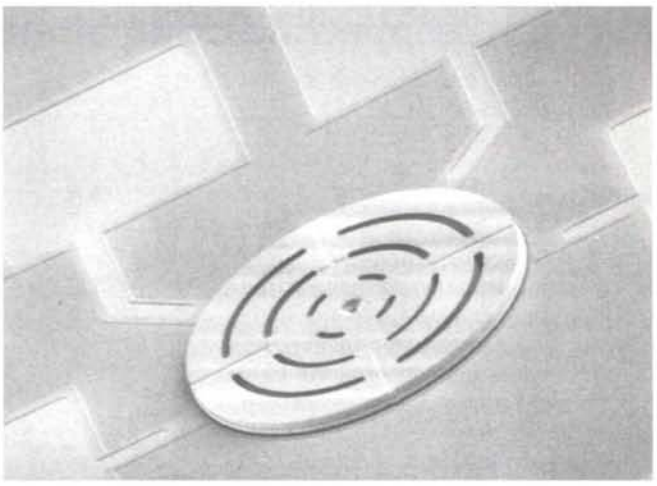
Andere produktiemogelijkheden

Er zijn echter nog vele andere mogelijkheden om microstructuren te maken, zoals: met laser, ionenstraaletsen, microspuitgieten, micro-elektroformeren, microstempelen.

De technieken die voortkomen vanuit de precisietechnologie zijn vanzelfsprekend van wezenlijk belang, immers, afhankelijk van het aantal produkten moet precisietechnologie worden overwogen. In dit artikel concentreren wij ons op de andere technologieën, hetgeen niet betekent dat bijvoorbeeld vonkverspanen niet kan worden toegepast.

Al deze technologie'n geven de diversiteit aan van de mogelijkheden om tot produktieprocessen te komen. Interessante combinaties tussen aan MST gerelateerde technologieën en bijvoorbeeld microspuitgieten worden nu ook ontwikkeld: Micro*Montage (Soest), MESA Research Instituut (Twente) en MicroParts (Dortmund) ontwikkelen een snelle en economische technologie om tot microstructuren van kunststof te komen. Matrijzen worden met behulp van uit de MST voortkomende droogetstechnieken vervaardigd in silicium, waarna in de siliciumstructuur kan worden geëlektroformeerd. Dit resulteert in een metalen matrijs die op haar beurt kan worden gebruikt voor bijvoorbeeld microspuitgieten. De technologie wordt DEEMO genoemd (Dry Etching, Electroplating and MOulding) en combineert de toleranties van IC-gerelateerde processen (namelijk droog etsen) met economische massafabricagetechnieken zoals spuitgieten.

Al deze ontwikkelingen geven aan dat het gehele gebied van de MST nog sterk in beweging is, en dat technologieën daarvoor nog verder ontwikkeld worden. Dit betekent tevens dat er weinig of geen standaardprocessen zijn, en geen grote diversiteit aan produktiefaciliteiten aanwezig is.



Figuur 3. Een voorbeeld van surface micromachining. Een wobble-motor, de as heeft een diameter van ongeveer 8 µm.

De markt erkent echter steeds meer de kansen en mogelijkheden, zodat er steeds meer produkten op de markt komen, zoals druksensoren, pH-sensoren, stromingssensoren, air-bag sensoren en micropompen; ook worden vele structuren, actuatoren en microsystemen ontwikkeld.

Het potentieel aan toepassingsmogelijkheden van de MST is heel veel groter, echter, het introduceren van nieuwe produktietechnologieën, ontwerptechnieken, materialen, houdt een zekere mate van risico's in. Een deel van deze risico's is evenwel het gevolg van de nog "jonge" produktie-infrastructuur: er moeten alternatieve produktiemogelijkheden zijn, technologieën moeten gestandaardiseerd worden, en als functie van het aantal produkten moet duidelijk zijn waar de produktie kan plaatsvinden.

Produktie-infrastructuur en Manufacturing clusters

Er is een aantal uitdagingen om tot een volwaardige produktietechnologie te komen. Ten eerste moet de relatie en communicatie tussen de gebruiker en de producent worden verbeterd. Dit wil zeggen dat de reële marktbehoefte beter in kaart moet worden gebracht waardoor de mogelijkheden van de technologie beter kunnen worden uitgedragen. Bovendien moet het traject vanaf de produktontwikkeling, via prototyping, tot produktie worden verkort door het geheel aan te kunnen bieden of door gebruik te maken van clusters. Tot op heden is het zo dat vele organisaties ontwikkelingen aanbieden, terwijl in de produktiefaciliteiten niet is voorzien. Het blijkt dan ook niet mogelijk voor een complexe technologie zoals de MST, het gehele traject aan te bieden: clustering is hier noodzakelijk. Bovendien moet worden onderzocht of door enige mate van standaardisatie de produktiekosten kunnen worden gereduceerd. Het is ook noodzakelijk dat niet alleen de innovatieve siliciumcomponent wordt aangeboden, maar de gehele functionaliteit, inclusief de behuizing en assemblage.

EG-clusters

De EG heeft bovenstaande drempels voor innovaties onderkend en heeft een ambitieus programma opgestart om MST toegankelijk te maken voor het bedrijfsleven. Binnen ESPRIT is het initiatief genomen toot het opzetten van een aantal manufacturing clusters. In deze clusters kan snel het pad van prototype tot produktie worden bewandeld en kan de hele functionaliteit worden aangeboden.

Het totale EG-programma behelst: MST-manufacturingclusters en MST-testen, software support, training, IC-fabricage, Multi Chip Modules (MCM)-fabricage en demonstratie-activiteiten.

Er zijn vier manufacturing clusters, een in Duitsland geleid door Bosch, een in Engeland geleid door GEC (General Electric Company) , een in Frankrijk geleid door SAGEM en er is een Nederlands - Zwitsers cluster bestaande uit Twente MicroProducts (Enschede), Hollandse Signaal Apparaten (Hengelo) en CSEM (Neuchatel).

Het Nederlands-Zwitserse cluster

Het cluster van Twente MicroProducts, HSA en CSEM toont goed aan hoe de verticale integratie kan worden verzorgd: dit cluster kan met betrekking tot silicium-micromachining van 1 stuks tot 2 miljoen stuks produceren.

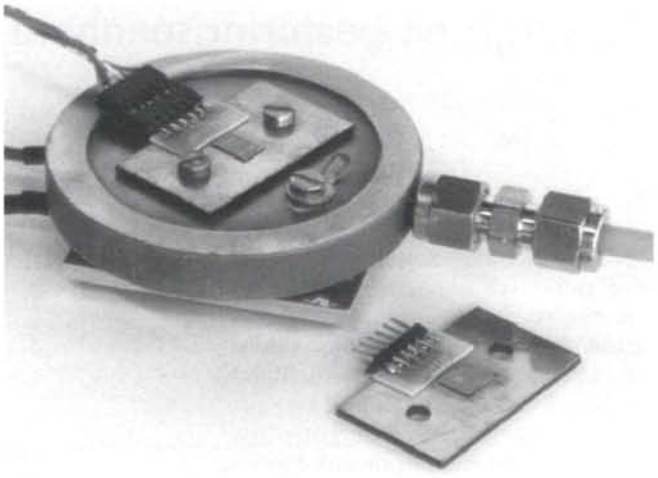
Twente MicroProducts richt zich op bulk en surface silicium-micromachining; ontwerp en prototyping van klantspecifieke sensoren zoals stromingssensoren, druksensoren, microstructuren zoals micropompen, en passieve microstructuren; produktie tot ongeveer 100.000 stuks (de aantallen zijn indicatief en worden door de grootte van de structuur beïnvloed);

CSEM richt zich onder andere op produktie van ongeveer honderdduizend tot een miljoen stuks, silicium-micromachining, galvanische processen, ASIC-ontwerp, microsysteemassemblage en testen met specifieke vaardigheden op het gebied van capacitieve sensoren, magnetische sensoren en elektrochemische sensoren;

Hollandse Signaal Apparaten biedt aanvullende technologieën zoals laserboren, lasertrimmen, assemblage, (hermetische) behuizing en dunnefilm-opdamptechnieken;

Een klein en efficiënt opererend cluster kan reeds zeer veel mobiliseren, kan een grote variëteit in produktievolumina aan en kan een groot aantal technologieën inzetten. Een deel van de taakstelling van dit cluster richt zich bijvoorbeeld op onderlinge standaardisatie. Bovendien kan met externe partners zoals Micro*Montage (Soest) en MicroParts (Dortmund) een nog grotere diversiteit en variëteit aan produktietechnologieën en assemblagemogelijkheden worden aangeboden voor silicium, metalen en microstructuren van kunststof. Dit is ook het geval met eerder genoemd innovaties zoals DEEMO die dan sneller kunnen worden ingezet om competitieve produkten te genereren. Ook de EG clusters kunnen worden benaderd voor informatie over de mogelijkheden van de MST-produkten en -produktie.

Twente MicroProducts en de andere clusterparticipanten zijn gaarne bereid de industrie te informeren over de mogelijkheden en onmogelijkheden – dit is ook van belang – van de microsysteemtechnologie.



Figuur 4. Op deze foto is een druksensor te zien, reeds afgemonteerd op een drukhouder.

Auteursnoot
Job Elders is directeur van Twente MicroProducts; Postbus 217; 7500 AE Enschede; telefoon: 053-489 4264.

SATIS FACTORY ®

TEVREDEN KLANTEN - RATIONELE PRODUKTIE

Precimetal, toeleverancier gespecialiseerd in verloren was gietwerk, vervaardigt stukken van 1 g to 30 kg, in praktisch alle staal- en roestvaste staalsoorten, alsmede in de voornaamste koper-, nikkel- en kobaltlegeringen.

Precimetal heeft zich de modernste produktiemiddelen verschaft voor een « Just in Time » produktie in getrokken doorstroming. Tevredenheid van de klanten is ons hoofddoel. Hiervoor garandeert Precimetal :

Kwaliteit en betrouwbaarheid
Korte en betrouwbare levertijden
Flexibiliteit en reaktiviteit
Ontwerp, ontwikkeling en metallurgisch advies
Bewerkte stukken, klaar voor gebruik
Kwaliteitssysteem volgens de norm ISO 9002

PRECIMETAL
PRECISIEGIETWERK

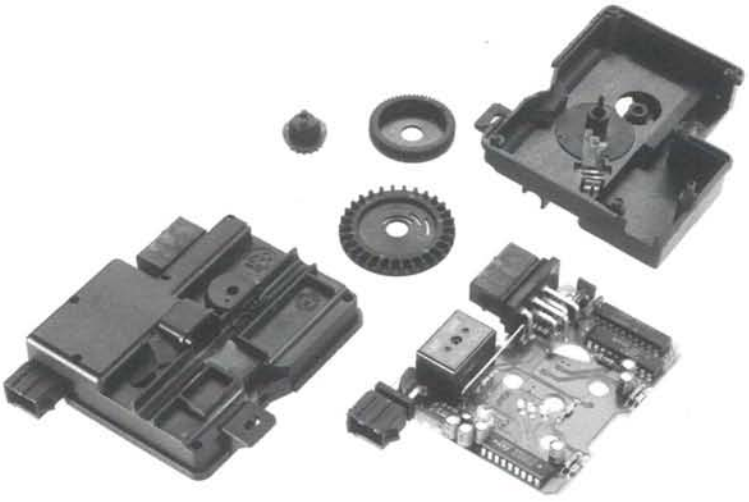
Parc Industriel
B - 7180 Seneffe - België
Tel : +32 - 64.540500 Fax : +32 - 64.540507

Mechatronica

Aandrijf- en besturingseenheid voor schuifdaken van auto's

F. van de Laar

Moderne schuifdaken in auto's worden elektrisch aangedreven en zijn daartoe voorzien van een besturingseenheid. Het bedrijf Nedap fabriceert reeds geruime tijd besturingseenheden voor een fabrikant van autoschuifdaken. De concurrentie tussen toeleveranciers in de autoindustrie is groot, zodat een redesign van een eerder ontwikkeld automatisch aandrijfsysteem is uitgevoerd om de produktiekosten te verlagen. De beslissing voor het kopen of maken van onderdelen speelt daarin een belangrijke rol. In tegenstelling tot het credo "ontwikkel niet zelf wat je kopen kunt" bleek een aanzienlijke kostenbesparing behaald te kunnen worden door het zelf fabriceren van enkele standaardcomponnenten.



Figuur 1. Behuizing, tandwielen, positiegever en elektronica van de nieuwe besturings- en aandrijfeenheid voor schuifdaken in auto's, de zogenaamde Sunroof Control Unit SCU. Zichtbaar zijn ook de connectoren die in eigenbeheer gemaakt worden. (Foto: Nedap.)

Een veiligheidsrisico is het beklemd kunnen raken tijdens het sluiten van het dak. Voor het automatisch openen en sluiten moet dus een klemkrachtbeveiliging zijn ingebouwd, die onder alle omstandigheden voorkomt dat lichaamsdelen als hoofd of vingers ernstig in gevaar kunnen komen.

Redesign

Een autoschuifdak kan op twee manieren worden geopend. Door te schuiven of door de achterzijde te heffen. De bediening geschiedt gewoonlijk door het indrukken van een schakelaar en de motor loopt zolang de schakelaar is ingedrukt, of totdat een sensor de sluitstand of het einde van de schuif- of hefstand heeft gedetecteerd.
Door technische ontwikkelingen bij de concurrentie bleek de stuksprijs van de bestaande aandrijf- en besturingseenheid (sunroof control unit SCU) te hoog te zijn geworden. Dit was aanleiding om een nieuwe eenheid te ontwikkelen die goedkoper moest zijn, en die bovendien aan aantal nieuwe functionele eigenschappen moest bezitten. De belangrijkste nieuwe eigenschap die aan de besturingseenheid moest worden toegevoegd, was een klemkrachtbeveiliging waardoor een beklemd geraakt lichaamsdeel geen grotere klemkracht dan 100 N mag ondervinden. Het nieuwe ontwerp dat inmiddels zeer succesvol is kwam tot stand door het optimaal benutten van de mogelijkheden van de mechanica, elektronica en optica.

Aanpak

Nedap fabriceert reeds geruime tijd SCU-besturingseenheden voor een fabrikant van schuifdaken in auto's. Voordat aan het herontwerp van de SCU werd begonnen, is met de opdrachtgever eerst een nauwkeurige beschrijving van de gewenste functies opgesteld.
Er is een toenemende trend om het comfort van de bediening te verhogen door deze verder te automatiseren. Een praktische functie is het automatisch sluiten na een druk op de knop ("one touch"). Het dak sluit zich dan automatisch waardoor de kans staat op beklemmen van lichaamsdelen. Klemkrachtbeveiliging is sinds 1993 in de USA en andere landen wettelijk vereist voor autoramen en schuifdaken die na een druk op de knop automatisch dichtlopen. Bij het dichtlopen van dak of raam mag geen grotere klemkracht dan 100 N worden uitgeoefend. Dat dit geen overbodige eis is bleek uit het feit dat in juni 1992 een tweejarig kind in Engeland de dood vond doordat het beklemd raakte tussen een elektrisch bediend autoraam.

De componenten van de bestaande unit waren naar technologie als volgt in te delen:
mechanica:
- behuizingen van tandwielen voor de aandrijving en positiebepaling uit kunststof vervaardigd door spuitgieten;

elektronica:
- besturing met logische componenten, transistoren en relais;

optica:
- LED's en fotodiodes voor het uitlezen van het positiesignaal.

Nieuwe functies

In het nieuwe ontwerp, zie figuur 1, moet het tevens mogelijk zijn nieuwe functies later toe te voegen die het comfort voor de gebruiker verbeteren. Te

denken valt aan een geheugenfunctie waardoor het dak automatisch opent in dezelfde stand als de vorige keer. Het programmeerbare elektronica is dit op te lossen mits aan nog een voorwaarde voldaan wordt: de detectie van de stand van het dak moet zodanig fijn zijn dat deze op elk moment gemeten kan worden.
Er moet dus een duidelijke filosie zijn over wat men in de toekomst nog zou willen aanpassen en wat men daarvan nu reeds als voorbereiding in het ontwerp wil realiseren. Zonder zo'n filosofie loopt men het risico al snel met grote aanpassingskosten te maken te krijgen of al snel weer een hernieuwd ontwerp te moeten maken. Men moet dus een duidelijk beeld hebben van wat men kan sturen en welke functies in de toekomst nog gewenst zouden kunnen worden.
Bovendien moet het systeem onder vrij extreme omstandigheden betrouwbaar functioneren en moeten de kosten minimaal zijn.

Kostenreductie

De eerste stap in de kostenreductie is het vergelijken van de kosten van de verschillende ontwerpen voor aandrijving en positiedetectie. Nadat de eerste keuzes gedaan zijn wordt nagegaan hoe vereenvoudigingen zijn te bereiken door het reduceren van aantallen onderdelen door samenvoegen van functies. Ook wordt gekeken of de fabricage niet te vereenvoudigen is.

Positiedetectie

Aan de nauwkeurigheid van het positiedetectiesysteem worden geen hoge eisen gesteld. Het moet echter wel zeer robuust en ongevoelig voor storingen zijn. Bovendien mag het niet veel ruimte innemen. Wanneer alle fysische mogelijkheden voor positiedetectie op een rij gezet worden (inductief, capacitief, weerstand, optisch), dan blijkt het optisch meten door middel van het tellen van het aantal lichtonderbrekingen door een tandwiel de meest aantrekkelijke methode.
Een bezwaar van de toegepassing van deze methode in het oude systeem was, dat de LED-lichtzender en de ontvanger nog al ver uit elkaar stonden op aparte printplaten. In het nieuwe systeem is gekozen voor een print waarop alle onderdelen gemonteerd zitten. Daarvoor was het noodzakelijk een gekromde lichtgeleider te ontwerpen die het licht van de zender omboog in de richting van de ontvanger. De slim ontworpen lichtgeleider, zie figuur 2, brengt licht van een aantal naast elkaar gelegen detectie punten naar de fotodiodes, zodat ook de omwentelingen van het tandwiel kunnen worden geteld.

Kopen of maken

In tegenstelling tot het credo "**ontwikkel niet zelf wat je kunt kopen**" bleek een aanzienlijke kostenbesparing behaald te kunnen worden door het zelf fabriceren van enkele standaardcomponnenten. Wanneer men zelf het ontwerp maakt heeft men de mogelijkheid de keuze en de specificatie van de componenten aan te passen aan de meest voordelige fabricagemogelijkheden. Een voorbeeld zijn de aansluitconnectoren en de weerstand voor het meten van het motorkoppel:
Besparing 1
Connectoren, zichtbaar in figuur 1, zijn in alle soorten en maten te koop. Toch bleek het hier beduidend voordeliger te zijn zelf de connectoren te maken. Ondanks dat geïnvesteerd moest worden in matrijzen, snijvolgstempels en buiggereedschap bleek dat een aan zienlijke besparing op de kosten van de connectoren bereikt kon worden.
Besparing 2
De stroom door het anker van de motor is een maat voor het koppel en daarmee voor de klemkracht van het schuifdak. Door een laagohmige weerstand in serie met het motoranker te plaatsen is de over die weerstand gemeten spanning een maat voor de klemkracht. Daarmee kan de besturing detecteren of er per ongeluk vingers of een hoofd beklemd zijn geraakt.
Ook weerstanden zijn in alle maten en soorten te koop, en ook hier ligt het niet voor de hand ze dan maar zelf te gaan maken. Bij analyse van de kosten bleek dat de weerstand uit een stuk draad gemaakt kon worden, mits men gebruik maakte van een klein speciaal gereedschap voor de kallibratie.

Besturingselektronica

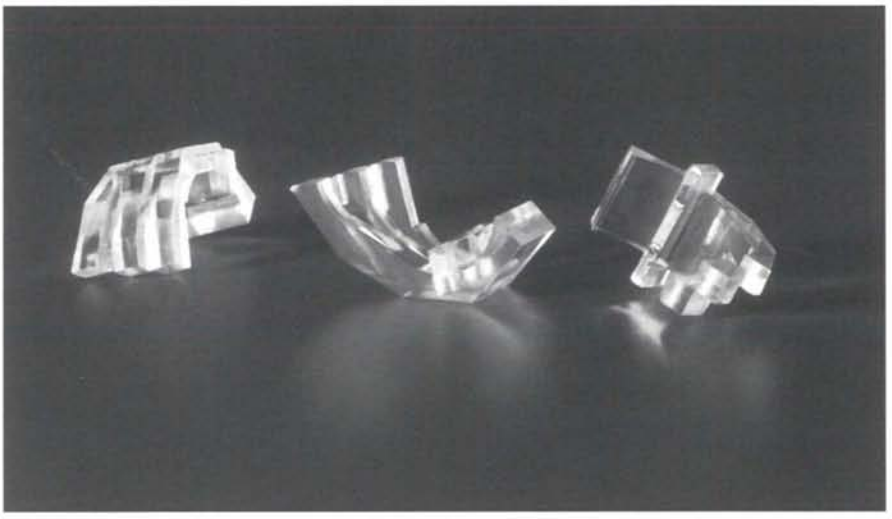
Het lag voor de hand om schuifdakbesturingsfuncties via de programmering van ASIC's(programmeerbare logische componenten) uit te voeren. Door de programmeerbaarheid van deze componenten kan een grote flexibiliteit wordt ingebouwd, die snelle aanpassing van de besturingsfuncties aan nieuwe eisen mogelijk maakt zonder dat de hardware daarvoor behoeft te worden aangepast.
Op het moment dat de ontwerpkeuzes gemaakt werden bleek dat "alle elektronische stuurfuncties in een ASIC te stoppen" duurder was dan een combinatie van een ASIC voor de elektronische functies met een microcontroller waarin de afloop van de diverse functies was vastgelegd. Zodoende was de basiselectronica gelijk voor de verschillende uitvoeringen. Door slechts de programma-afloop in de microcontroller aan te passen kunnen verschillende besturingseenheden met uiteenlopende functies worden gerealiseerd

Klemkracht

Het meten van de klemkracht was een bijzonder probleem. Een maat voor de klemkracht is de stroom door het motoranker, die recht evenredig is met het afgegeven motorkoppel. Doordat de klemkracht via een overbrenging tussen moter en schuifdak tot stand wordt gebracht, moet rekening gehouden worden met een aantal stoorgrootheden die het meetresultaat kunnen beïnvloeden.
Stoorgrootheden zijn bijvoorbeeld de stand van het mechaniek, waardoor de overbrengingsverhouding niet lineair is en verandert met de stand van het dak, of de temperatuur die het aandrijfsysteem zwaarder zal doen lopen.
Het is dus van belang het benodigde koppel te meten tijdens normaal bedrijf. Wanneer plotseling een stijging van het benodigde koppel optreedt, zal er vermoedelijk iets tussen het dak klem zitten. Het dak moet dan onmiddelijk weer de andere kant uit bewegen om het klemmen op te heffen.
Bij koude zal een wat groter koppel gemeten worden door het stroevere lopen van het dak. Of er van klemmen sprake is of dat het dak alleen maar wat zwaarder loopt, kan dan alleen met een voldoende nauwkeurige meting worden vastgesteld.

Aandrijf- en besturingseenheid voor schuifdaken van auto's

Aan het einde van de sluitbeweging wordt het dak in de sluiting gedrukt. Daarvoor is een groot koppel nodig. Op dat moment moet het dus absoluut zeker zijn dat er geen vingers meer tussen de dakrand kunnen zitten. Dit valt te bereiken door een mechanische afscherming aan te brengen, die voorkomt dat tijdens het laatste deel van de sluitbeweging nog iets tussen de dakrand kan worden geklemd. De besturing weet uit de positiemeting dat het schuifdak aan het einde van de sluitbeweging is beland en dat de extra klemkracht voor het in de sluiting drukken zonder risico geleverd kan worden.



Figuur 2. Lichtgeleider voor het uitlezen van de positie van het schuifdak. De lichtgeleider is in een stuk door spuitgieten verkregen, maar bevat een aantal afzonderlijke kanalen. Door de gekromde vorm wordt het licht omgeleid zodat lichtzender en -ontvanger op dezelfde print kunnen staan. (Foto: Nedap.)

De nieuwe SCU

Mechanica

De mechanische onderdelen bestaan uit de behuizing en de tandwielen die het motorkoppel overbrengen naar het schuifdak. Op de tandwielen zitten tevens de sleuven die dienen voor de optische postiedetectie. Al deze onderdelen zijn grotendeels gelijk gehouden vanwege de verwisselbaarheid met de oude besturingseenheid.

Optica

Door een slim prisma te ontwikkelen konden alle opto-elektronische componenten op één in plaats van twee prints worden geplaatst. Doordat er nu slechts een print was betekende dit een aanzienlijke vereenvoudiging bij de montage. Het prisma werd ontwikkeld door constructeurs van Nedap in samenwerking met het Produktcentrum van TNO in Delft.

Elektronica

Het ontwerp werd uitbesteed aan een ontwikkelbedrijf dat ervaring had met ASIC's te Amsterdam. Voor de eenvoud in de organisatie werden ook de overige elektronische delen daar uitbesteed, zoals ingangsfilters en drivertrap. Uit een grondige analyse van alle kosten kwam naar voren dat met het zelf maken van de elektrische aansluitconnectoren en de weerstand voor het meten van de motorstroom een aardige kostenreductie bereikt kon worden. Dit in tegenstelling tot de algemene verwachting dat je niet moet gaan maken wat je kunt kopen.

Software

Omdat de software eigenlijk een geheel vormde met de elektronica-hardware, werd dit samen met de elektronica uitbesteed.

Resultaat

Door bij het redesign een filosofie te ontwikkelen over de in de toekomst gewenste functies bleek het mogelijk daar nu reeds mogelijkheden voor in te bouwen.

Door de toepassing van programmeerbare elektronische componenten is het mogelijk in de toekomst functies aan de wensen van de klant aan te passen. De elektronische hardware blijft gelijk, maar door aanpassing van de software kunnen andere functies worden geprogrammeerd.

Een kritische beschouwing van de kosten leidde tot een aantal aanpassingen die de fabricage vereenvoudigden. Sommige koopdelen bleken veel goedkoper in eigen beheer gemaakt te kunnen worden. Het ontwerp van een lichtgeleider (prisma) leverde voor de positie-uitlezing van de stand van het dak een eenvoudiger te monteren print.

Door gebruik te maken van de expertise van andere bedrijven is het mogelijk om technologiën toe te passen die men in eigen bedrijf onvoldoende beheerst, waardoor een veel betere prijs/prestatie verhouding gerealiseerd kon worden. De technieken waren in dit geval het ASIC-ontwerp en het ontwerp van de lichtgeleider.

Momenteel zijn er vier verschillende typen besturingseenheden in produktie die van deze basisontwikkeling zijn afgeleid.

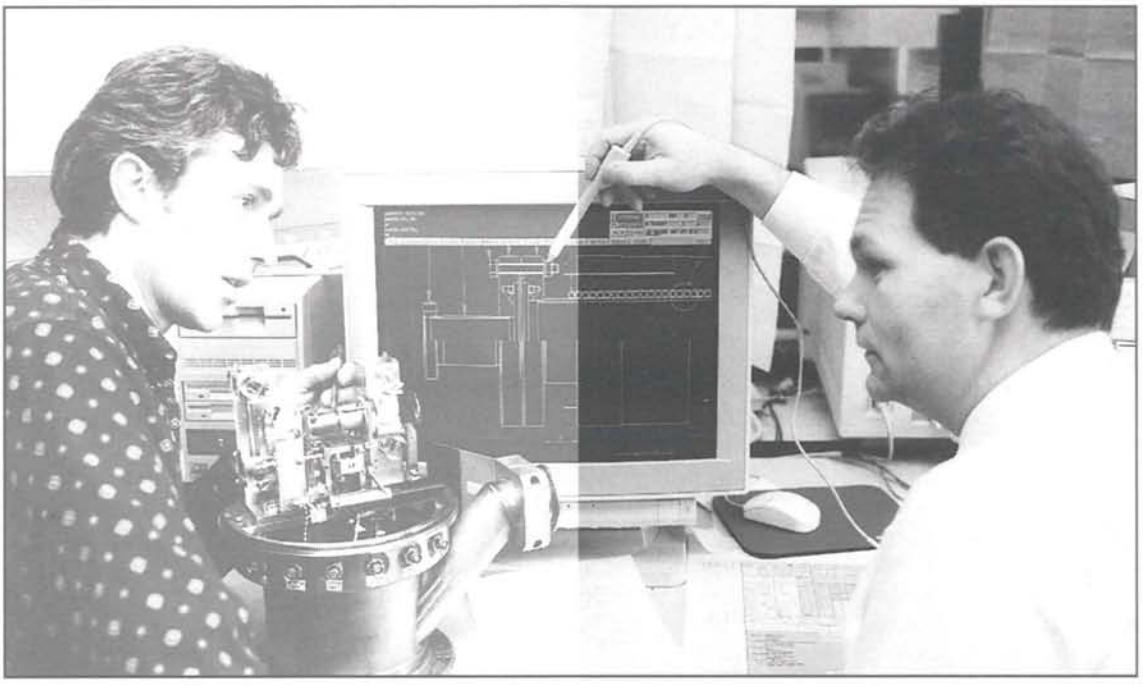
Toekomstfilosofie

Door een filosofie te ontwikkelen voor de toekomstige modellen van een mechatronisch produkt kan de mogelijkheid voor aanpassing van functies worden ingebouwd. Door bij het elektronicaontwerp van de besturing gebruik te maken van ASIC's kan in latere modellen het besturingsprogramma eenvoudig worden aangepast. De elektronica hardware blijft gelijk, alleen de software verandert. Dit heeft grote voordelen in flexibiliteit en fabricagekosten. Verschillende produktvarianten kunnen nu worden gemaakt op basis van dezelfde hardware door slechts het besturingsprogramma aan te passen. Evenzo kunnen nieuwe functies worden toegevoegd bij modelvernieuwing.

Doordat de hardware gelijk blijft heeft men de voordelen van de lage produktiekosten die grote series als schaalvoordeel met zich meebrengen.

Auteursnoot
De heer F. van de Laar is werkzaam bij NEDAP te Groenlo.

De uitwerking van een produktidee is bepalend voor de kwaliteit



Samen krijg je meer voor elkaar!

De NVPT stimuleert ontwikkelingen en toepassingen van de precisietechnologie in Nederland en wil daarmee tevens de belangstelling van dit kennisintensieve vakgebied vergroten.

Door het grote kennispotentieel dat qua niveau en vakdisciplines in de vereniging aanwezig is, kan door onderlinge contacten een vruchtbare kennisoverdracht tot stand komen.

Daarmee wordt een belangrijke bijdrage geleverd zowel aan de vaktechnische ontwikkeling van de leden als aan de ontwikkeling van de precisietechnologie in het algemeen.

De vereniging tracht haar doel te bereiken door onder meer:
- Deelname aan vakbeurzen samen met bedrijfsleden.
- Bedrijfsbezoeken.
- Samenwerking in Landelijke en Regionale Werkgroepen.
- Uitgave van het vakblad MIKRONIEK.
- Mikropool, een onderlinge dienstverlening op het gebied van materialen en bewerkingen.
- Deelname aan de organisatie van vakgerichte symposia, themadagen en tentoonstellingen.

Indien u in de activiteiten van de NVPT bent geïnteresseerd, stuur ons dan deze antwoordstrook.

Voor informatie en aanmelding:
Nederlandse Vereniging voor Precisietechnologie NVPT
Postbus 6367, 5600 EJ Eindhoven
Tel.: 040-2473659, Fax: 040-2460645

Naam .....

Adres .....

Postcode ..... Woonplaats .....

Tel.: ..... Fax: .....

Werkzaam bij .....

Functie .....

Vakgebied(en) .....

Omvang bedrijf .....

Lidmaatschap: ☐ wil informatie

☐ geeft zich op als lid.

Produktinfo

Oppervlaktebewerkingen, grof en fijn

Scotch-Brite produkten voor oppervlaktebewerkingen zijn ontworpen om het oppervlak van een werkstuk te behandelen, zonder dat de afmetingen ervan veranderen. Ze worden vervaardigd uit synthetische vezels en schuurkorrels die worden verlijmd tot een soepele driedimensionale open weefselconstructie. Deze unieke non-woven web-constructie heeft geleid tot een aantal belangrijke specifieke kenmerken. Het materiaal is door de open constructie beter bestand tegen vollopen.
In tegenstelling tot conventionele schuurmaterialen, die alleen maar de top van een braam afhalen en de rest als het ware ombuigen, worden bramen volledig verwijderd. Hierdoor worden secondaire problemen, zoals het aanhangen van vuil en vocht, voorkomen. Dit is vooral van belang als het oppervlak nog gecoat moet worden.

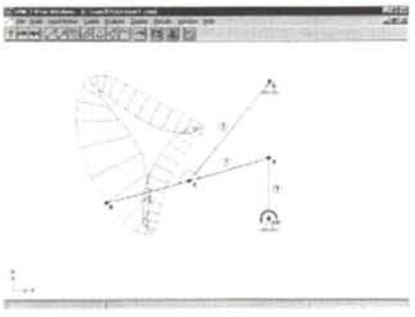
Micro schuurmiddelen

De elektronica- en computerindustrie hebben grote behoefte aan uiterst fijn en hoogwaardig schuurmateriaal. Om er zeker van te zijn dat de media die worden gebruikt om gegevens op te slaan (disk of tape) betrouwbaar zijn, moeten kleine oneffenheden uit de magnetische laag gepolijst worden.
3M heeft op dit probleem ingespeeld met de ontwikkeling van uiterst fijn schuurmateriaal op een zeer egale polyester rug. Zo werd "imperial" lappingfilm geboren. Ook in andere "high-tech" industrieën bestaat behoefte aan een schuurmateriaal dat aan de allerhoogste eisen voldoet. De telecommunicatie-industrie, die steeds meer gebruik maakt van glasfiber kabels, heeft behoefte aan een produkt dat een hoogwaardige finish geeft.
Ervaringen bij fabrikanten van kunststofbrilleglazen hebben bewezen dat deze produkten snel de oorspronkelijke helderheid van een lens herstellen nadat deze opaal is geworden als gevolg van het op de voorgeschreven sterkte slijpen met een diamanten cup-wiel.

Voor uitvoerige informatie:
3M Nederland BV
Postbus 193
2300 AD Leiden
Telefoon: 071 - 450 363
Fax: 071 - 450 376.

Ontwerpgereedschap voor Mechanismen

Het softwareprogramma voor de analyse van mechanismen SAM, dat reeds bij een groot aantal bedrijven en onderwijsinstellingen in Nederland en Duitsland wordt toegepast, bestaat nu ook als Windows-versie. Deze versie, genaamd "SAM for Windows", combineert de bewezen kwaliteiten van de oorspronkelijke DOS-versie met de voordelen van de grafische Windows-omgeving. SAM is finalist "European Academic Software Award '94".
"SAM for Windows" is een interactief programma voor de bewegings- en krachtenanalyse van willekeurige vlakke stangen-, riemen en planetaire mechanismen. Nadat een mechanisme op



het scherm met de muis geconstrueerd is uit basiselementen, zoals staven, scharnieren, tandriemen en tandwielen, kunnen behalve de beweging ook snelheden, versnellingen, motorkoppel, benodigd aandrijfvermogen, lagerbelastingen en nog veel meer worden bepaald. Zonder specialistische voorkennis kan de constructeur de stappen van mechanismenconstructie, numerieke analyse en postprocessing, zoals animatie en x-y-grafieken, binnen enkele minuten doorlopen en blijft er meer tijd om varianten te onderzoeken.
Verdere informatie kan rechtstreeks worden verkregen bij de ontwikkelaar ARTAS-Engineering Software of via de WWW-pagina, waarin ook wordt aangegeven hoe een gratis DEMO-versie kan worden gedownload.

Voor uitvoerige info:
ARTAS-Engineering Software
Het Puyen 62
5672 RJ Nuenen
Telefoon/Fax: 040 837 552
E-mail: artas@pi.net
WWW: http://www.pi.net/~artas/home.html.

Vervanging van lijmen op basis van oplosmiddelen

Door de nieuwe Arbo-wetgeving is het gebruik van veel lijmen op oplosmiddelenbasis met ingang van 1 januari 1996 verboden. Voor veel gebruikers van deze lijmen betekent dit, zoeken van vervangers die wel mogen worden gebruikt, of een andere verbindingstechnologie kiezen, bijvoorbeeld werken met dubbelzijdig klevend plakband. Het gebruik hiervan biedt tal van andere voordelen:
- schoon verwerkbaar,
- geen investering in ovens, en dergelijke nodig,
- directe hechting waardoor de produktie versneld wordt,
- op maat leverbaar.

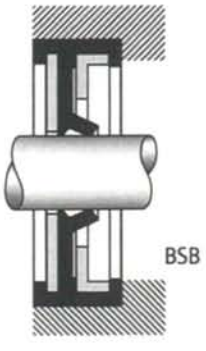
Stokvis Tapes & Lijmen heeft meer dan 30 verschillende dubbelzijdige ta-

pes op voorraad. Alle tapes kunnen precies op maat gesneden worden. De dubbelzijdige tapes kunnen eveneens gestanst worden in iedere vorm, zodat men altijd verzekerd is van een constante hechtkracht en een zeer snelle verwerking.
Stokvis Tapes & Lijmen beschikt in Ridderkerk over een compleet laboratorium om voor gebruikers testen uit te voeren.

Voor uitvoerige info:
Stokvis Tapes & Lijmen B.V.
Postbus 4190
2980 GD Ridderkerk
Telefoon: 0180 - 441 400
Fax: 0180 - 416 141.

Lipafdichting

De reeks VR Radiale Lipafdichtingen van NMF Techniek is uitgebreid met het type BSB. Interessant hieraan is dat de afdichting zonder nabewerking van de as een versleten oliekeerring kan vervangen. Alle voordelen van de reeds bekende VR Lipafdichtingen blijven ook bij dit type gewaarborgd, zoals het



niet-inlopen op assen, het drukvast zijn tot 10 bar, een rondloopafwijking tot 0,4 mm kunnen opvangen, etc. Leverbaar in twee rubbersoorten; steundelen van roestvaststaal.

Voor uitvoerige info:
NMF Techniek B.V.
Helperoostsingel 40b
9722 AV Groningen
Telefoon: 050 - 527 5777
Fax: 050 - 527 5905.

Naaldprinter

Meininger B.V. te Rijswijk brengt voor meer universeel gebruik, een serie naaldprinters type PINMARK van het fabrikaat Östling op de markt.

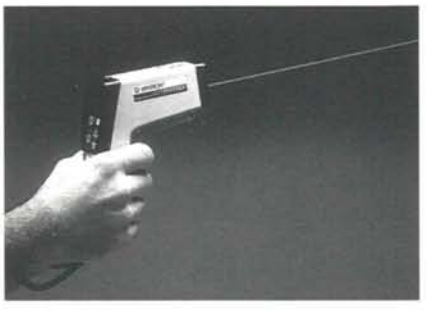
De beschrifting vindt plaats door een oscillerende hardmetaalstift, die door een coördinateneenheid met twee stappenmotoren in x- en y-richting bewogen wordt. In het beschriftingsveld kunnen diverse teksten, cijfers en symbolen, logo's enz. geprint worden.
Bij continue oscillatie ontstaat een gesloten lijn van zich overlappende punten, bij stapsgewijze werking ontstaan punten in de vorm van een matrix. Door de lengtecompensatie van de naald kunnen ook oneffen vlakken probleemloos gemarkeerd worden. Eveneens kan in beperkte mate produktbeschrifting (afhankelijk van tekenhoogte en produktdiameter) uitgevoerd worden. Met de bijbehorende software is het mogelijk om een 26 regelige tekst in variabele symboolhoogte in te geven, elke regel met een symboolhoogte van 0 - 28 mm. Verder is de unit met een seriële uitgang RS 232 uitgevoerd, waaraan bijvoorbeeld een externe PC kan worden aangesloten.
De printers zijn leverbaar in de uitvoeringen: stationair, transportabel, en als inbouwmodel voor produktielijnen, met de navolgende beschriftingsvelden:

schriftveld (x × y)	afmetingen printer (L × B × H)
180×140	295×305×300 mm
140×180	255x220×170 mm
90×40	190×163×130 mm
60×40	145×149×130 mm

Voor uitvoerige info:
Technisch bureau Meininger B.V.
Polakweg 6
2208 GE Rijswijk
Telefoon: 070 - 340 1780
Fax: 070 - 340 1602.

Infrarood thermometer

Sensor partners introduceert een draagbare infrarood thermometer, de Hot Spotter, uit de M100-serie van Mikron Instruments Inc. Deze detecteert de infrarood energie die het oppervlak van elk materiaal uitstraalt in een temperatuurgebied van -50 °C tot 500 °C; hij kan maximaal 70 metingen opslaan. Tevens is hij voorzien van een uitgang om deze waarden door te geven aan een recorder, datalogger of computer. Over het gehele temperatuurbereik kunnen hoge en lage alarmpunten worden ingesteld waarbij een akoestisch signaal gegeven wordt. Hij meer de temperatuur snel en contactloos van 5 cm tot 10 meter. Om het pistoolvormige apparaat



nauwkeurig op het te meten object te kunnen richten, kan men het uitbreiden met een laserbundel. De laserbundel wijst de te meten plaats nauwkeurig aan, zelfs in sterk verlichte ruimten. Vooral voor metingen-op-afstand aan kleine voorwerpen is dit handig.
De toepassing omvat onder andere de detectie van: lagers die op het punt staan defect te raken, elektrische stroom- en schakelstoringen, geblokkeerde stoomafsluiters of gebrekkige isolatie en temperatuurschommelingen in bewegende procesmaterialen. Aan de hand van temperatuurafwijkingen kan men storingen in machines en industriële processen signaleren voordat ernstige schade ontstaat.
Het apparaat weegt 390 gram.

Voor uitvoerige info:
Sensor partners
Postbus 270
5150 AG Drunen
Telefoon: 0416 - 378 239
Fax: 0416 - 377 439.

Striptang voor automatisch strippen

Phoenix Contact heeft een nieuwe striptang op de markt gebracht, de Quick-Wirefox 16, die automatisch strippen van aders van 6 tot 16 mm^2 mogelijk maakt.

Zonder dat de aderdoorsnede behoeft te worden ingesteld, herkent de tang automatisch de dikte van de isolatie. Zelfs bij 3 x 0,75 mm^2 mantels van PVC-flex-kabels wordt nog een uitstekend resultaat verkregen. Een laag gewicht en een handzaam ergonomisch ontwerp zijn de verdere gunstige eigenschappen.

Voor uitvoerige info:
Phoenix Contact B.V.
Postbus 246
6900 AE Zevenaar
Telefoon: 0316 - 591 720.

Voorkomen van beschadiging van chips door statische elektriciteit

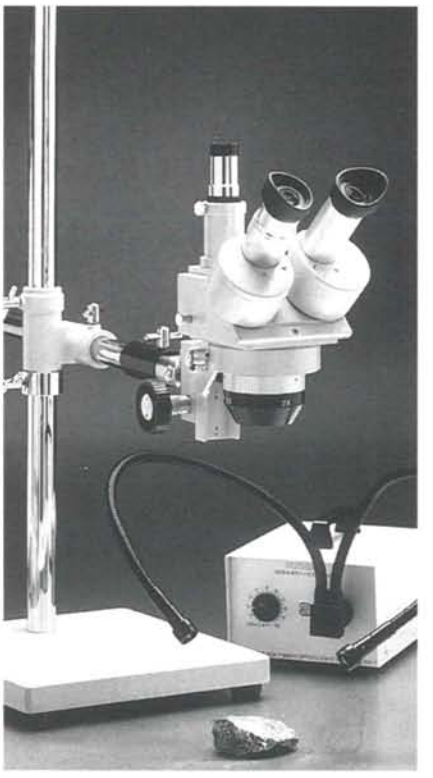
Componenten kunnen op lange termijn ernstig beschadigd worden door de statische elektriciteit die wordt opgewekt, in eerste instantie bij het afwikkelen van de maskeerkleefband die gebruikt wordt voor het solderen van printkaarten, doch ook later, wanneer de maskeertape na het solderen verwijderd wordt.
Conventionele polyimide kleefbanden kunnen meer dan 10.000 Volt opwekken bij gebruik. Zelfs indien er anti-statische tapijten worden voorzien, kan er nog 2.500 Volt worden opgewekt.

3M 'Speciality Tapes and Adhesives' ontwikkelde een nieuwe laag-statische kleefband, de Scotch 5419, speciaal om dit probleem te voorkomen. Het is een doorschijnende polyimidefilm voorzien van een siliconenlijmlaag met unieke eigenschappen en uiterst beperkte generatie van statische ladingen. De kleefband is bijzonder geschikt voor het beschermen van componenten gedurende het solderen of het onderdompelen van printkaarten in het soldeerbad. De kleefband biedt dezelfde weerstand aan hoge temperaturen en maskeereigenschappen als de standaard Kapton tape en laat geen lijmsporen na bij verwijdering van de printkaart.

Voor uitvoerige info:
3M Nederland B.V.
Industrieweg 24
2382 NW Zoeterwoude
Telefoon: 071 - 545 0450
Fax: 071 - 545 0212.

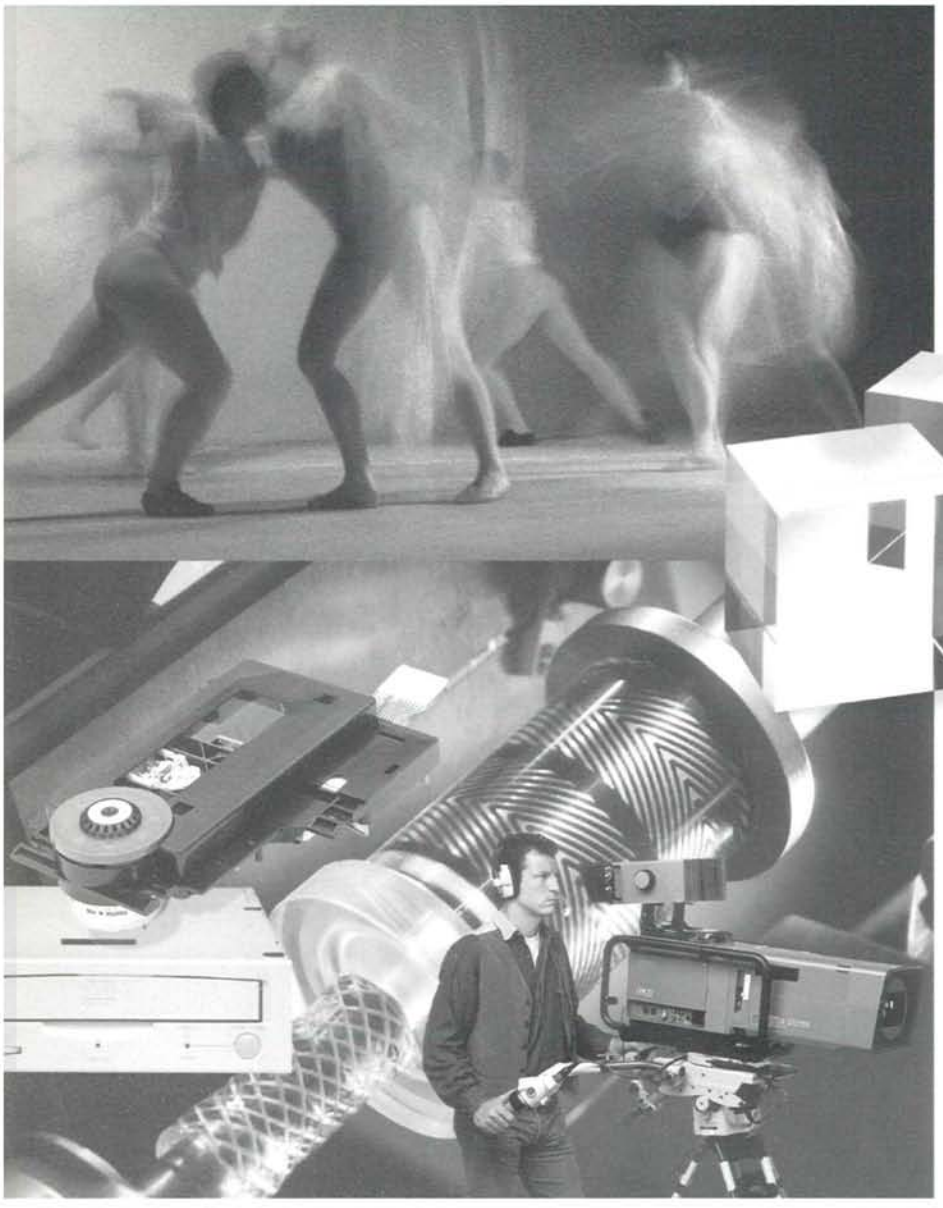
Modulair systeem stereomicroscopen

Euromex microscopen te Arnhem introduceert een nieuw modulair systeem voor haar stereomicroscopen. Deze professionele microscopen worden gebruikt voor vele beroepsgroepen zoals onder andere in de elektronische en fijnmechanische industrie. Het modulaire systeem bestaat uit 11 binoculaire en trinoculaire stereokoppen die gemonteerd kunnen worden op één van de 10 statieven en 3 houders met hoogteregeling.



De vergrotingen voor de E-serie zijn tussen minimaal 2,5x en maximaal 240x. Voor de Z-serie, met zoomkop, is de standaard vergroting ononderbroken van 7x tot 45x en met extra optiek van 2x tot 270x. Op de foto is een voorbeeld van een stereomicroscoop uit de E-serie afgebeeld met een koudlichtverlichting MIC210 en 2-armige zelfdragende lichtarmen MIC214.

Voor uitvoerige info:
Euromex microscopen B.V.
Postbus 4161
6803 ED Arnhem
Telefoon: 026 - 323 4473
Fax: 026 - 323 2833.



The success of your product depends on the performance of every single part – even those your customer doesn't see. That's why Philips Mechatronics is the smart choice for precision components.

Take advantage of Philips' expertise: high-performance parts in tightly controlled production and even to extreme tolerances – for just about every application. If standard units won't do, our design engineers will work with you to develop the specific component you need. And take advantage of our global presence and production facilities: Philips can meet your delivery schedule, wherever your needs arise.

Then there's quality... And while everyone else is making claims, Philips Mechatronics is making commitments. We understand that you're staking your reputation on our quality. So we'll do whatever it takes to deliver the best designed, most reliable, optimum tolerance product.

It's the little things that make a difference.

These components are small – so small, your customers won't know they're from Philips. But they will know if they're not.

Philips Mechatronics
Kerkeplaat 12, 3313 LC Dordrecht
P.O. Box 57, 3300 AB Dordrecht
Tel. +31 78 621 99 10
Fax +31 78 621 32 76

Let's make things better.

Philips
Key
Modules

PHILIPS

PHILIPS

HEIDENHAIN

Ons lengtemeetsysteem LS 103 blinkt niet alleen uit vanwege een aanbevolen meetstap van 0,1 µm.
Het biedt ook een aantal konstruktieve argumenten waardoor zo'n fijne meetstap zich zinvol laat realiseren aan de gereedschapsmachine.
Thermisch gedrag als staal ($10 \times 10^{-6} k^{-1}$), nauwkeurigheidsklasse ±2 µm/m en trillingsbestendigheid 200 m/s^2 (55 tot 2000 Hz).

HEIDENHAIN.
Wereldwijd maatgevend.

Hoe kleiner
de meetstap,
des te duidelijker
onze deskundigheid.

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. · Postbus 107 · NL-3900 AC Veenendaal · (03 18) 54 03 00 · FAX (03 18) 51 72 87