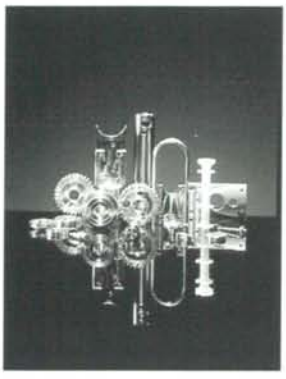
jaargang 33, nummer 4

Mikroniek

NVFT

VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

Luchtgelagerde precisiespil – Wrijving
Adaptieve optiek – Privé-TV in vliegtuigen
Spuitgiet-proefmatrijzen



De laatste jaren wordt de vraag naar mikrotechniek steeds groter. A.J.B. Instrument wil daarop inspelen en heeft daarvoor een aparte afdeling opgericht. Wij gaan ons speciaal richten op het vervaardigen van zeer kleine precisieonderdelen t.b.v. de High Tech Industrie.

Deze afdeling wordt gekoppeld aan onze zeer geavanceerde meetkamer met onder andere twee CNC 3D-meetmachines. Uitgebreide meetrapporten kunnen worden meegeleverd.

Voor dit doel heeft AJB het kleinste bewerkingscentrum ter wereld aangeschaft.

Technische omschrijving:

Merk	: KERN
Aantal gereedschappen	: 12
Gereedschapopname	: ISO 20
Toerental	: 300 - 20.000
Besturing	: Heidenhain TNC 415, 5 assen
Werkbereik	: X220 mm, Y160 mm, Z220 mm
Verdeelapparaat	: CNC 2-assig, met mini palletsysteem

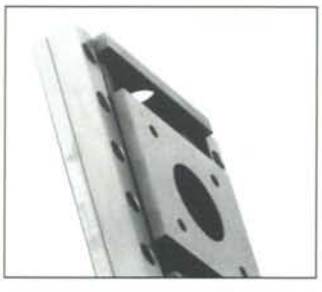
AJB instrument bv

Zuidzijde 7, Postbus 1173
3180 AD Rozenburg
Telefoon 01819-13377
Telefax 01819-15542

MICRO-CONTROLE

heet nu

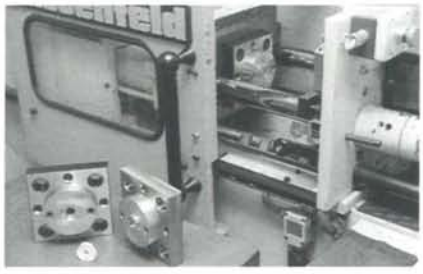
Newport
MICRO-CONTROLE



Krijtwal 9, 3432 ZT Nieuwegein

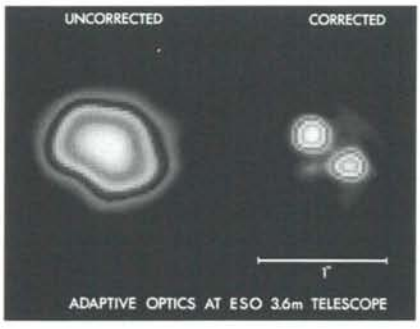
Tel: 03402 - 50588, Fax: 03402 - 50577

In dit nummer

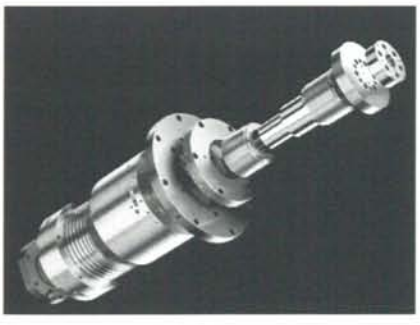


Zie pagina 110

Zie pagina 111



Zie pagina 113



Zie pagina 117

97 Flexibel denken geeft een scherper beeld
Editorial

98 Verenigingsnieuws/Actueel

103 Constructies voor het nauwkeurig bewegen en positioneren (13)
P.C.J.N. Rosielle, E.A.G. Reker, M.P. Koster

110 Her en der: Spuitgieten met proefmatrijzen

111 Her en der: Privé-TV in vliegtuigen

113 Adaptieve optiek: hedendaagse technologie geeft klassieke optica nieuwe impulsen
Frans Zuurveen

117 Een luchtgelagerde precisiepil
Ir. J.M. Deurwaarder

121 Produktinfo

Bij de foto van de voorpagina:
Ultra precise componenten vervaardigd door verspanen van aluminium met luchtgelagerde spil en diamantbeitel.
(Foto Philips Machinefabriek, Acht)

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) 4959 3300
Fax (31) 4959 1153

APPLIED **LASER** TECHNOLOGY

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

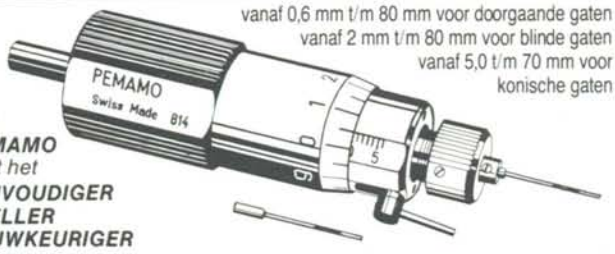
Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

PEMAMO Precisie Hoonapparatuur vanaf 0,6 mm

- mikrometrisch fijn verstelbaar
- verstelling direkt afleesbaar
- herhalingsnauwkeurigheid 0,001 mm
- hoogste precisie en oppervlaktekwaliteit voor iedereen bereikbaar
- ook geschikt voor gebruik op boormachines, draaibanken, freesbanken, e.d.

814: handbediend, bereik 0,6 - 1,5 mm
220: handbediend, bereik 1,5 - 20 mm
1040: handbediend, bereik 11 - 70 mm
AR-340: electronisch, bereik 1,5 - 70 mm

PEMAMO Precisie Diamant Hoondoorns
vanaf 0,6 mm t/m 80 mm voor doorgaande gaten
vanaf 2 mm t/m 80 mm voor blinde gaten
vanaf 5,0 t/m 70 mm voor konische gaten



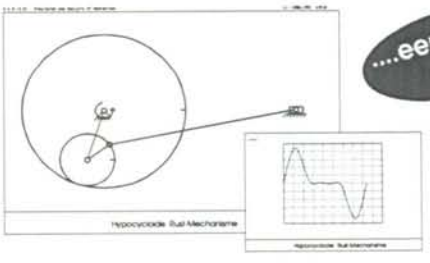
Met ***PEMAMO*** *gaat het*
EENVOUDIGER
SNELLER
NAUWKEURIGER

Technische Handelsonderneming
J. Krijgsman
v. Blommesteijnstraat 25 - 3087 BX Rotterdam
Tel. 010-4950933* - Fax 010-4950494

MECHANISMEN ANALYSE OP DE PC

SAM 2.1

Analyse van willekeurige stangen-, riemen en planetaire mechanismen



....eenvoudig uniek !!

v.a. hfl. 599,-

Onderwijsinst. : hfl. 250,-
Studenten : hfl. 75,-
Demo : hfl. 10,-

AITAS - Technical Application Software Het Puyven 162 - 5672 RJ Nuenen - Nederland - tel/fax +31 (0)40 837552

Adverteren in

Mikroniek

bel Buro Jet bv

tel: 070 - 3990000
fax: 070 - 3902488

Mikroniek

Orgaan van de

NVFT

Nederlandse Vereniging voor precisie-technologie

Editorial

Flexibel denken geeft een scherper beeld

De astronomische optica heeft een lange en respectabele traditie. Ook al lijken de grote optische telescopen van tegenwoordig nauwelijks meer op de eerste kijkertjes die Galileï bijna vier eeuwen geleden bouwde, toch zijn veel basisprincipes voor het ontwerpen van telescopen sinds Galileï niet veranderd. Een van die principes is de eis dat men niet alleen de vorm van de optische oppervlakken zo zuiver mogelijk moet maken, maar dat die vorm onder alle omstandigheden ook zo nauwkeurig mogelijk moet worden gehandhaafd. Het is dan ook logisch dat tot dusver bij alle ontwerpen voor grote telescoopspiegels en hun ondersteunende structuren de grootst mogelijke stijfheid werd nagestreefd.

In dit nummer van Mikroniek kunt U lezen hoe op het ogenblik in de astronomische optica een ware revolutie gaande is die vooral is veroorzaakt door het bewust loslaten van het dogma van maximale stijfheid. In plaats van stijfheid is het uitgangspunt bij "actieve optiek" juist flexibiliteit; de gewenste precieze vorm wordt verkregen door mechanische steunpunten met computer-gestuurde servo's te corrigeren.

Bij de volgende generatie van zeer grote telescopen zal het gaan om telescoopspiegels met middellijnen tot acht of tien meter. Het meest spectaculaire voorbeeld is de "Very Large Telescope" die het European Southern Observatory momenteel aan het bouwen is in de Chileense Andes: een combinatie van vier telescopen met spiegels van acht meter. Optiek van dergelijke afmetingen is niet meer binnen een fractie van een micrometer in zijn vorm te houden met de klassieke, op stijfheid gebaseerde ontwerpen. Met de toepassing van de nieuwe "active optics" technieken lukt dat wèl, en zelfs beter dan met kleinere telescopen mogelijk was op de klassieke manier!

Door het principe van actieve ondersteuning van flexibele componenten nog een stap verder door te voeren valt er zelfs nog veel meer winst te behalen. Uiteindelijk wordt de afbeeldingsscherpte van telescopen op aarde namelijk beperkt door turbulenties in de aardatmosfeer, die de golffronten van het binnenkomende licht vervormen. Al in de jaren '50 bedacht de astronoom Babcock dat deze verstoringen met een slim servosysteem gecompenseerd zouden kunnen worden als men maar de beschikking had over een "rubberen spiegel", waarvan het oppervlak razendsnel in de gewenste vorm gebracht zou kunnen worden. Nu, veertig jaar later, bestaan dergelijke systemen en wordt Babcock's droom werkelijkheid. Deze "adaptive optics" maakt het zelfs voor grote telescopen mogelijk om met diffractie-begrensde beeldscherpte dwars door onze dampkring heen te kijken. Voor veel soorten astronomische metingen is het lanceren van uiterst kostbare ruimte-telescopen binnenkort dan ook overbodig!

Deze hele ontwikkeling is een prachtig voorbeeld van de vooruitgang die soms geboekt kan worden als men flexibel genoeg is om steeds uitgangspunten ter discussie te blijven stellen, zelfs als het gaat om eeuwenoude dogma's. De echte doorbraak komt niet door dat flexibele stuk glas, maar door de flexibele geest van de ontwerpers! De adaptieve optiek laat tevens zien hoe ver men kan komen met slimme combinaties van technologieën, in dit geval optica, elektronica, en fijnmechanica. De mogelijkheden daarvan zijn nog lang niet uitgeput.

Dr. J.W.Pel
Interuniversitaire Werkgroep voor Astronomische Instrumentatie
Kapteyn Sterrenwacht
Roden.

Uitgave:
NVFT

Redactie:
Dr. ing. D. Blank
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
Drs. K.J. Groenewolt
H.M.C. Heubers
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: 030-531 710 / 531 639

Redactie-adviesraad:
Prof.ir. A. Anemaat
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.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: 030-531 710 / 531 639
Fax: 030-522 267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland ƒ100,-- per jaar
Buitenland ƒ125,-- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Secretariaat NVFT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-473 659; Fax: 040-460 645

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

Verenigingsnieuws / Actueel

Vorm- en plaatstoleranties

Cursus; vier middagen van 13.30 tot 17.30 uur op 19, 26 oktober en 2, 9 november 1993.
Naar aanleiding van de grote belangstelling voor de afgelopen cursussen organiseert de NVFT opnieuw een cursus "Vorm- en plaatstoleranties".
Bestemd voor: constructeurs, meettechnici, fabricagetechnici en instrumentmakers.
Wat komt er op tekening, hoe wordt het gemaakt, hoe wordt het gemeten en hoe wordt beoordeeld of aan de eis is voldaan.
Inhoud:
Symbolen en begrippen
Toegepaste meettechniek
Referentiesysteem
Maximum materiaaltoestand
E en I systeem.
De theorie wordt afgewisseld met oefeningen en voorbeelden uit de praktijk.
Het aantal deelnemers is maximaal 15.
Kosten: Leden NVFT f 525,- niet-leden f 675,-

Voor informatie en aanmelding:
Secretariaat van de NVFT,
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven;
tel.: 040-473659, fax: 040-460645.

Nieuwe bedrijfsleden

Philips TSS Engineering
Verkorte naam: Philips TSS
Tel.: 045-439370
Fax: 045-439439
Jan Campertstraat 5,
6416 SG Heerlen
Contactpersonen:
A.W.D. Matthijs, A. van der Woude.
Aantal werknemers: 53
Hoofdactiviteit:
Produktiemechanisatie en -automatisering
Produkten en diensten:
Het mechaniseren en automatiseren van produktieprocessen door het ontwikkelen van apparatuur en gereedschappen en het vervaardigen hiervan. Produktontwikkeling en het fabriceren van voorversies. Het uitvoeren van onderhoud aan en het kalibreren van produktieapparatuur. Zwaartepunt ligt bij fijnmechanische complexe constructies.

KOCH KLEEBERG B.V.

Koch Kleeberg b.v.
Verkorte naam: Koch Kleeberg
Tel.: 036-5320504,
Fax: 036-532258.
Bolderweg 41, 1332 AZ Almere.
Postbus 1069, 1300 BB Almere.
Contactpersonen:
O.A. Koelewijn, H. Schimmel, S. Harleman.
Aantal werknemers: 30
Hoofdactiviteit:
Lineaire bewegingstechniek.
Produkten en diensten:
Lineair programma:
- kogelomloopgeleidingen - Deutsche Star,
- loopwielgeleidingen - Rollon,
- miniatuurgeleidingen - Del-Tron,
- telescoopgeleidingen - Stabilus.

Position controllers en motoren:
- asynchroonsturingen,
- stappensturingen,
- servosturingen,
- baansturingen.

Precisie-slijpmachines

LOG-O-MATIC produceert standaard rond- en vlakslijpmachines, zowel universeel als CNC-bestuurd in diverse afmetingen.
De machines zijn geconstrueerd voor het slijpen met diamant en CBN van nauwkeurige produkten uit hardmetaal, keramiek, hoogwaardige em geharde staalsoorten, enz. maar ook voor materialen als glas en rubber.
Tevens worden speciaalmachines op specificatie van de klant ontworpen, bijvoorbeeld met dubbelgelagerde spillen, brugtypes, kruipgang slijpen, profielslijpen, enz. Daarnaast worden op aanvraag machines voor massaproduktie gemaakt met een aantal slijpstations en een automatische aan- en afvoer van produkten.
De afritsapparatuur wordt door het zusterbedrijf KW-ABRICHTTECHNIK geleverd, variërend van apparatuur met een enkele afritsdiamant tot diamantrollen. Dit bedrijf kan op aanvraag ook speciale (CNC)afritsapparatuur leveren die aan aan het proces en de machine is aangepast.
De machines zijn te zien op de EMO te Hannover in hal 2, stand C29/C31.

Voor uitvoerige informatie:
Ross Diamond B.V.
Postbus 201
7480 AE Haaksbergen
Telefoon: 05427 - 24183
fax: 05427 - 29922.

Mechatronica: dicht erbij

Deze studiedag op 21 september a.s., georganiseerd door de Hogeschool Utrecht, is reeds aangekondigd in het vorige nummer van Mikroniek. Wij herhalen het doel er van: de mogelijkheden duidelijk maken van de hedendaagse Fijnmechanische Techniek/Mechatronica voor het midden- en kleinbedrijf; aan de hand van praktische voorbeelden laten bedrijven hun kleinschalige toepassingen zien.
Lokatie: Hogeschool Utrecht te Hilversum, aanvang 10.00 uur.

Voor nadere informatie:
Eikman & Partners
t.a.v. Mej. Rosy Janssen
Postbus 658
3700 AR Zeist
Telefoon: 03404 - 15728
Fax: 03404 - 17045.

Fijnmechanische techniek/mechatronica

Cursus van het Post Tertiair Onderwijs Utrecht; duur 1 jaar, circa 180 lesuren.
Doel: Na afloop van de cursus zal de deelnemer in staat zijn tot een integrale mechatronische werkaanpak, zowel individueel als in een interdisciplinair team. Hiertoe verwerft de cursist relevante kennis van de elektronica, informatica, optica en servo-systemen. Voorts wordt deelgenomen aan een mechatronische workshop.
Bestemd voor: Werktuigbouwkundige constructeurs en andere technici op tenminste HTS-niveau, die betrokken zijn bij het ontwerpen van mechatronische produkten.

Voor nadere informatie (brochure, aanmelding):
Secretariaat PTO-Utrecht
Telefoon: 030 - 660254.

Kwaliteitsmanagement in beeld

Symposium; 30 september 1993; 9.30 - 17.00 uur, Drienenburght op de Campus van de Universiteit Twente; kosten f 395,- excl. BTW.
Kwaliteit is lang niet meer een technisch vraagstuk, maar meer een organisatorische kwestie. Het topmanagement kan hier niet meer omheen. Het realiseren ervan vraagt om een strategische benadering van kwaliteit. Het vraagt om een nieuwe manier van denken en handelen, waarbij verschillende vakgebieden binnen de bedrijfsvoering worden gecombineerd.
Door middel van vier thema's wordt de verbinding tussen theorie en praktijk uitgediept:
- Kwaliteit en strategie,
- Kwaliteit en instrumenten,
- Kwaliteit en verandering,
- Kwaliteit en R&D.

Deze workshops worden voorafgegaan door een drietal voordrachten.

Voor nadere informatie (brochure en aanmelding):
Universiteit Twente
Twente Quality Centre
Ondernemingshuis
Postbus 5500
7500 GM Enschede
Telefoon: 053 - 849855
Fax: 053 - 849858.

Materials engineering

Vakbeurs; 4 en 5 november, Beursgebouw Eindhoven.
Doel van de beurs is fabrikanten, constructeurs en verwerkers van metalen dichter bij elkaar te brengen. Het betreft hier zeker niet alleen nieuwe materialen maar ook toepassingen van bestaande materialen. De bedoeling is dat dit evenement jaarlijks terugkeert, waarmee de organisatie wil aangeven dat zij de beurs zien als een technologie-platform dat zich vooral richt op het midden en kleinbedrijf (MKB).
Aan de beurs is **tevens een tweedaags congres** gekoppeld. De sprekers op het congres zijn mensen uit de praktijk, die de technologie van moderne, geavanceerde materialen en hun toepassingen beheersen en dit graag willen overbrengen op hun collega's in het MKB.
Alle behandelde thema's worden op de beurs in diverse stands getoond en gedemonstreerd. Volgens de organisatie is de beurs een "must" voor iedereen die dagelijks met materialen te maken heeft.

Voor nadere informatie:
Bureau Bosman, Eindhoven
Telefoon: 040 - 463626 / 6311241
Fax: 040 - 445533.

Cursussen en opleidingen

Vereniging van oppervlaktetechnieken van materialen

Verschenen is het programma 1993-1994 van cursussen en opleidingen van de VOM. Het boekje geeft uitgebreide informatie. De cursussen zijn ingedeeld in:
- Cursussen galvanotechniek (A-programma en B-programma);
- Stichting Vakopleiding Galvanotechnisch bedrijf (Vestigingsvergunning);
- Cursussen lak- en verfbedekkingen;
- Bijzondere cursussen (o.a. Reinigen en ontvetten, Anodiseren, Corrosiebestrijding, Kwaliteitszorg).

Voor nadere informatie (en het aanvragen van het programmaboekje):
VOM
Postbus 120
3720 AC Bilthoven
Telefoon: 030 - 287 111.

Cursussen, workshops en themadagen

Mikrocentrum Nederland

Naast bekende opleidingen, zoals o.a. de post M.T.O.-opleiding Fijnmechanische Techniek (die dit jaar op 20 september start), zijn er voor het seizoen 1993-1994 in totaal 12 nieuwe cursussen en workshops gepland, te weten:
Kwaliteitsbeheersing
- Systeemgericht, informatief

1 dagdeel van ongeveer 3 uur; bedrijfsintern; datum in overleg; kosten *f* 1.690,- gebaseerd op maximaal 12 deelnemers.
- Systeemgericht, beoordeling

Cursus; 8 dagdelen; Eindhoven 6 oktober 1993 en 2 maart 1994 of intern en aangepast aan uw bedrijf; kosten *f* 2.590,- per persoon.
- Kwaliteitszorg na certificatie

Workshops; 2 dagen; Eindhoven 27 oktober 1993 en 20 april 1994, Rotterdam 10 november 1993 en 18 mei 1994 of intern en aangepast aan uw bedrijf; kosten *f* 960,- per persoon.
Lijmen
Workshop; 2 1/2 dag; Eindhoven 4 oktober 1993 en 24 maart 1994, Zwolle 8 oktober 1993 en 10 juni 1994; kosten *f* 1.640,-.
Meettechniek, kalibreren van geometrische meetmiddelen
Praktijkcursus; 3 dagen; Eindhoven 27 oktober 1993 en 11 maart 1994; kosten *f* 2.375,-.
Elektronica
- Toegepaste elektronica voor industriële ontwerpers

Cursus; 17 avonden; Eindhoven 13 september 1993 en 24 januari 1994 en Rotterdam 15 september 1993 en 26 januari 1994; kosten *f* 1.985,-.
- Qualified repair and rework for SMD assemblies

Workshop; 3 dagen; Eindhoven 13 september 1993 en 24 januari 1994 en Utrecht 4 oktober 1993 en 21 februari 1994; kosten *f* 2.475,-
- Qualified repair and rework for

through hole assemblies
Workshop; 3 dagen; Eindhoven 1 november 1993 en 14 maart 1994 en Utrecht 22 november 1993 en 11 april 1994; kosten *f* 2.475,-.
• Instroomcursus elektrische aandrijftechniek
Cursus; 10 avonden; Eindhoven 5 oktober 1993, 3 maart 1994 en Rotterdam 6 oktober 1993, 1 maart 1994 en Zwolle 7 oktober 1993, 2 maart 1994; kosten *f* 975,-.
• Elektrische aandrijftechniek
Cursus; 16 avonden; Eindhoven 13 september 1993 en 31 januari 1994, Rotterdam 14 september 1993 en 1 februari 1994, Zwolle 16 september 1993 en 3 februari 1994; kosten *f* 1.950,-.
• Micro-controller programmering
Praktijkcursus; 8 avonden; Eindhoven 7 oktober 1993 en 12 april 1994, Utrecht 14 april 1994; kosten *f* 1.250,-.

Programmaboekje
Over het totale programma 1993-1994 geeft een overzichtelijk boekwerkje uitgebreide informatie.

Voor nadere informatie (en het aanvragen van het programmaboekje):
Mikrocentrum Nederland
Kruisstraat 74
5612 CJ Eindhoven
Telefoon: 040 - 432 503
Fax: 040 - 450 169.

Vormgeving non-ferro metalen

De Werkgroep Non-Ferro Metalen van de Sectie Metalen van de Bond voor Materialenkennis heeft ervaren dat de themadag "Non-ferro metalen en extrusie" die op 17 november 1992 in de Aula van de Technische Universiteit Delft werd gehouden, aanzienlijke belangstelling heeft getrokken en zeer positief werd gewaardeerd. Door dit succes is de werkgroep tot de conclusie gekomen dat zij een rol kan spelen bij de kennisuitwisseling tussen de non-ferro industrie en de onderzoeksinstituten en tussen allen die daar technisch of wetenschappelijk actief zijn.
Daarom organiseert de Werkgroep Non-Ferro Metalen in samenwerking met de Faculteit der Werktuigbouwkunde van de Technische Universiteit Eindhoven en het Aluminium Centrum te Woerden een tweede **themadag** met als onderwerp:
Vormgeven aan non-ferro metalen
op 28 oktober 1993 in het Bestuursgebouw van de TU Eindhoven.

Vormgevingstechnologie speelt een belangrijke rol in de overgrote meerderheid van industriële bedrijven die zich met non-ferro metalen bezighouden. Voor vele daarvan is het een sleuteltechnologie.
Op deze dag zal getracht worden het thema voor uiteenlopende non-ferro metalen en voor diverse vormgevingsmethoden aan de orde te stellen. Tevens zal er op deze dag voor bedrijven en instellingen gelegenheid zijn zich met posters en stands te presenteren.

Brandt eerste in Nederland met 4e kwaliteitscertificaat

Brandt Fijnmechanische Industrie BV te Amsterdam ontving op 24 maart 1993 opnieuw het kwaliteitscertificaat op basis van de norm NEN-ISO 9002, na certificering door de KEMA
Hiermee is Brandt het eerste toeleveringsbedrijf in Nederland dat voor de vierde opeenvolgende keer een KEMA/CIMEI-certificaat ontvangen heeft. Het eerste certificaat werd verleend in 1983.
Om deze opmerkelijke prestatie te onderstrepen werd het certificaat overhandigd door de heer J.L. van de Akker, voorzitter/algemeen directeur van de vereniging FME.
De certificering heeft betrekking op het vervaardigen van hoogwaardige technische produkten uit metaal, kunststof of keramiek, in het algemeen door middel van verspanende bewerkingen, in kleine aantallen en volgens specificatie van de opdrachtgever.
Juist in de industrieën waar Brandt aan toelevert, zoals vliegtuig-, ruimtevaart-, proces- en medische industrie, is een kwaliteitscertificaat een essentieel gegeven om de klanten van dienst te kunnen zijn.
Met het vierde certificaat toont zij aan dat een continue aandacht voor kwaliteit leidt tot een sterke positie in de markt. Deze instelling waarborgt een voortdurend proces van verbeteren waarvan zowel haar klanten als de firma zelf voordeel hebben. "Een voorbeeld van een dergelijke verbetering is de recente aanschaf van een Zeiss 3-D CNC-meetcentrum als aanvulling op onze reeds beschikbare meetmiddelen", zo laat directeur ing. M.H. Vlastra van Brandt Fijnmechanische Industrie weten. "Een ander voorbeeld is de invoering van een shopfloor-control en planningsysteem waarmee wij een extra hulpmiddel beschikbaar hebben om de leverbetrouwbaarheid te verhogen. Dit laatste is heel nadrukkelijk eveneens een aspect van kwaliteit".
Het nu uitgereikte certificaat is drie jaar geldig. Gedurende deze periode oefent KEMA regelmatig controle uit op de naleving van het kwaliteitssysteem.

Zirkoonoxyde

Op 11 januari 1993 heeft Gimex technische keramiek b.v. te Geldermalsen een belang verworven in Dynamic-Ceramic Ltd te Stoke-on-Trent, Engeland. Dynamic-Ceramic Ltd is reeds jarenlang de belangrijkste Europese producent van diverse soorten zirkoonoxyde Gestabiliseerde zirkoonoxyde is het meest taaie en stijve keramische constructiemateriaal dat er momenteel op de markt beschikbaar is. Het materiaal kan door middel van perspassingen en krimppassingen uitstekend gecombineerd worden met bijvoorbeeld staal.
Zirkoonoxyde is enorm slijtvast, is chemisch inert en heeft een zeer lage warmtegeleiding. Het materiaal heeft verder een lage wrijvingscoëfficiënt en er kunnen oppervlakteruwheden van 0,006 micrometer bereikt worden! Als zodanig is zirkoonoxyde ondermeer uitstekend geschikt voor lagertoepassingen.
Door bovengenoemde transactie is Gimex technische keramiek b.v. de eerste Nederlandse producent van keramische constructiematerialen.
Op termijn is het de bedoeling dat een deel van de produktie in Geldermalsen zal geschieden.

Samenwerkingsverband KEMA en Kluwer Technische Tijdschriften

Eind juni verschijnt weer de nieuwste editie van WIE LEVERT Elektro. In

1992 is deze publikatie voor het eerst in samenwerking met KEMA uitgekomen. Dit samenwerkingsverband heeft geleid tot een groot succes, reeds enige maanden na verschijning was het boek uitverkocht! Hierop is besloten deze samenwerking te continueren.
WIE LEVERT Elektro bevat informatie over produkten, leveranciers- en merken op elektrotechnisch gebied. De grote toegankelijkheid van de registers maakt het mogelijk om snel en gemakkelijk de gewenste gegevens te verkrijgen. Het opgenomen produktaanbod is zeer compleet zodat voor praktisch ieder produkt en iedere dienst wel een aantal leveranciers vermeld is. Tevens zijn weer 90 pagina's opgenomen met gegevens over alle produkten waarvoor het KEMA-Keuringsmerk van 1 mei 1992 tot 1 mei 1993 is verleend.

Voor nadere informatie:
Kluwer Technische Tijdschriften B.V.
Margot Herbrink
Telefoon: 05700 - 48788.

CME opent Fuzzy Logic vraagbaak

In het kader van het Fuzzy Logic project "PROFUZ" opent het Centrum voor Micro-Elektronica (CME) een Fuzzy Logic vraagbaak.
Hiermee wordt voor het MKB één algemeen kenniscentrum voor Fuzzy Logic gerealiseerd, waar informatie verkregen kan worden over de mogelijkheden en toepassingen:
• Er is een overzicht van de literatuur die momenteel beschikbaar is.
• Ook is er kennis over de belangrijkste software-ontwikkeltools en hun specifieke eigenschappen. Vragen over hardware en leveranciers van zowel hard- als software worden beantwoord.
• De vraagbaak levert ook ondersteunend advies aan bedrijven, die overwegen Fuzzy Logic toe te passen of reeds toepassen in lopende projecten.
In de loop van dit jaar zal de vraagbaak worden uitgebreid met een Fuzzy Demo Centrum. Bedrijven kunnen hier op een praktische manier kennisnemen van toepassingen van Fuzzy Logic.
In dit Centrum zal ook een aantal van de verkrijgbare ontwikkeltools zijn opgesteld om te testen en te vergelijken.

Nadere informatie:
Centrum voor Micro-Elektronica
Ing. Stephan Paternotte
Telefoon: 015 - 697 119.

Microcontrollers en PLC's volop in belangstelling bij MKB

Personeel van ondernemingen die elektronica toepassen heeft bijscholing nodig om de stand van de techniek te kunnen bijhouden. Het is dan ook terecht dat de overheid, die toepassingen van elektronica wil stimuleren, zich richt op het bevorderen van scholing.
CHIP-IN is een opleidings- en scholingsprogramma van het Ministerie van Economische Zaken om de toepassing van micro-elektronica te stimuleren. Onderdeel van dit programma is de Stimuleringsactie, die wordt uitgevoerd door het Centrum voor Micro-Elektronica (CME). Bedrijven die binnen de termen van de actie vallen krijgen 50% van de cursuskosten vergoed.
De actie ging in december 1991 van start. Tot en met april 1993 werd *f* 180.000,- uitgekeerd. 47 Bedrijven, die in totaal 188 mensen een cursus lieten volgen, maakten gebruik van dit aanbod.
In totaal 48% van de cursisten schoolden zich bij op het gebied van de microcontrollers en circa 25% volgden trainingen op het gebied van de PLC's. Dit is een duidelijk teken dat deze technologieën nu volop ingang vinden in het MKB.
Het CME heeft een inventarisatie gemaakt van de beschikbare cursussen in Nederland en een goed zicht op de mogelijkheden ervan. Voor een keuze van de juiste cursussen voor zijn medewerkers kan de ondernemer terecht bij het CME.

Voor nadere informatie:
Centrum voor Micro-Elektronica
ing. B.R. Cleine
Telefoon: 053 - 339055.

Beeldscherm voor blinden

TNO ontwikkelt een beeldscherm voor blinden waarmee grafische informatie verwerkt kan worden. Het gaat om een "computerscherm" dat het beeld in reliëf weergeeft. Dit scherm bestaat uit een raster van kleine puntjes die stuk voor stuk in een bepaalde positie kunnen worden gestuurd. Hierdoor ontstaat een soort braillebeeld.
Deze ontwikkeling staat beschreven in een onlangs verschenen nummer van Toegepaste Wetenschap, het tweemaandelijkse magazine van TNO. Al in 1989 begon het Produktcentrum TNO het onderzoek naar de mogelijkheid om een reliëfscherm te realiseren. In 1992 is een eerste werkend proefmodel met 437 beeldpunten gerealiseerd. Specifieke software is ontwikkeld om de informatie van een gewoon beeldscherm te vertalen naar het reliëfscherm. Inmiddels is aangetoond dat het principe werkt, maar nog vele problemen moeten worden opgelost.

Proefwerkstuk voor bewerkingscentra

Het Instituut voor Produktie en Logistiek TNO (IPL) heeft een proefwerkstuk voor bewerkingscentra ontworpen. Het bewerken en beoordelen hiervan, bijvoorbeeld als afsluiting van een machine-inspectie, geeft in korte tijd een algemene indruk van de machineprestatie. De groep Produktiemiddelen van IPL biedt in het vervolg de mogelijkheid dit proefwerkstuk als onderdeel van een machine-inspectie te vervaardigen en te beoordelen. Hiermee zijn slechts geringe extra kosten gemoeid.
Het proefwerkstuk voor bewerkingscentra is ontwikkeld op basis van bestaande, genormaliseerde proefwerkstukken voor andere machinetypen (NAS/VDI) en geeft een indruk van het dynamisch gedrag tijdens de bewerking en met name van de lineaire en circulaire interpolatienauwkeurigheid. In het werkstuk zijn onder andere een driehoek, een cirkel en een vierkant verwerkt. Het proefwerkstuk is in de praktijk beproefd bij enkele Nederlandse machinefabrieken.
Overigens zegt het bewerken van een proefwerkstuk niet alles over de bewerkingsnauwkeurigheid van een machine. Zo bleek tijdens het onderzoek dat TNO voor het proefwerkstuk uitvoerde slechts een beperkte relatie tussen de geometrische nauwkeurigheid van de

machine en de nauwkeurigheid van het proefwerkstuk. Het maken van een proefwerkstuk is daarom een goede aanvulling op een machine-inspectie, maar het afzonderlijk vaststellen van geometrische nauwkeurigheid en positioneernauwkeurigheid (en over het gehele werkgebied!) van de machine blijft noodzakelijk.
Het rapport *Proefwerkstuk bewerkingscentra* is voor geïnteresseerden gratis beschikbaar bij de groep Produktiemiddelen. Aanvragen bij voorkeur per fax: 055 - 493108.

Zonne-energie

De redactie ontving de informatiegids van de Nederlandse Vereniging voor Toepassing van Zonne-energie.
Al vanaf de oprichting is de hoofdactiviteit van de vereniging het verstrekken van informatie. Voor de benutting van actieve en passieve zonne-energie blijkt het gebrek aan kennis hierover het belangrijkste knelpunt te zijn. Holland Solar is voor Nederland het centrale aanspreek- en informatiepunt. De kennis die voor deze taak nodig is, wordt bijeengebracht door de leden en bovendien wordt nauw samengewerkt met tal van organisaties en deelgenomen aan allerlei nationale en internationale congressen en symposia. De vergaarde kennis wordt voor de doelgroepen van de vereniging toegankelijk gemaakt door het uitgeven van ondermeer folders, brochures en onderzoeksverslagen. Veelal gebeurt dit in samenwerking met Novem, de Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu, die in opdracht van de overheid een groot aantal nationale energiebesparings- en milieuprogramma's uitvoert. Zaken waarover de vereniging informatie verspreidt zijn: zonne-energie in het algemeen, zonne-energiesystemen, subsidie, verhuur, installateurs, dealers en beurzen. Op aanvraag worden ledenlijsten en installateurslijsten verspreid.
Sinds 1987 geeft Holland Solar voor niet-leden een **nieuwsbrief** uit, die aanvankelijk Holland Solar Periodiek heette. Eind 1991 is deze in een nieuw jasje gestoken en heeft een nieuwe naam gekregen: Zonneklaar. Dit blad wordt in een oplage van 4.000 kosteloos verspreid onder onder andere de leden en donateurs.

Voor nadere informatie:
Holland Solar
Antwoordnummer 9004
3500 ZA Utrecht
Telefoon: 030 - 328008
Fax: 030 - 341176.

Ontwikkelen van een nieuw SOM-examensysteem

Aan het SOM-infoblad van november 1992 ontlenen wij dat de plannen voor een nieuw examensysteem verder zijn uitgewerkt en besproken.
De belangrijkste doelstelling die de SOM met het nieuwe systeem wil bereiken, is het rendement van de opleidingen te verbeteren. Daar hebben zowel de SOM, de scholen, de bedrijven als de leerlingen het grootste belang bij. Het rendement van de opleidingen is laag. Van de leerlingen die zich jaarlijks inschrijven voor een SOM-opleiding, halen velen nooit hun diploma. Degenen die het diploma wel halen, doen er bovendien meestal veel langer over dan de twee jaar die ervoor staan. Bij de uitwerking van de plannen is als uitgangspunt gesteld, dat de kosten in ieder geval niet mogen stijgen.
Het voorgestelde examensysteem heeft drie kenmerken:
Flexibilisering:
- tussentijdse toetsing; maximaal 4 tentamens voor een tweejarige opleiding, maximaal 2 voor een eenjarige opleiding
- op een aantal momenten per jaar tentamen

Decentralisatie:
- uitvoering theorie-examens en -tentamens in scholen
- uitvoering praktijkexamens en -tentamens in bedrijven

Delegatie:
- vergaande verantwoordelijkheid voor de uitvoering van examens bij bedrijven en scholen.

Hoe kan het rendement verbeterd worden

De SOM vindt dat het rendement van de opleidingen verbeterd kan worden door de opleidingen te flexibiliseren. Voorstellen hiervoor zijn al vele jaren oud. Toen in het begin van de jaren tachtig met het moduleringsproject werd begonnen, lag het al direct in de bedoeling om tevens de opleidingen te flexibiliseren. De modulaire structuur leent zich daar uitstekend voor.
Er zijn ook andere redenen waarom de opleidingen flexibeler moeten worden uitgevoerd. De instroom van leerlingen wordt namelijk steeds meer gedifferentieerd; zowel qua niveau als qua vooropleiding. En de afstemming met andere onderwijssoorten wordt belangrijker. Een eerste stap naar, eigenlijk meer een voorwaarde tot, flexibele opleidingen is het flexibiliseren van examens. Dat wil zeggen tussentijds afsluiten van delen van de opleiding. Hierdoor zijn de vorderingen van de cursist beter te volgen en kunnen tijdig gerichte maatregelen worden genomen, wanneer die vorderingen onvoldoende zijn.

Bedrijven en scholen over de plannen

De plannen voor het nieuwe systeem zijn in het voorjaar tijdens tien bijeenkomsten besproken met scholen en bedrijven. De algemene conclusie is dat bedrijven en scholen voorstanders zijn van een flexibel systeem van examineren en tentamineren. Een aantal bedrijven wees erop dat zij al enkele jaren flexibel examineren en daarmee positieve ervaringen hebben.
Bij het delegeren van examens en tentamens moeten een aantal randvoorwaarden gesteld worden. Er moeten duidelijke richtlijnen komen voor kwaliteitswaarborging van opleidingen. De kleinere bedrijven hebben meer moeite met het delegeren van examens in verband met de kosten en de uitvoerbaarheid.
Zo mogelijk zullen de flexibele examens en tentamens al worden ingevoerd voor de instroom van cursisten in 1993.

Rectificatie

In het vorige nummer van Mikroniek, 33(1993)3, is een hinderlijke fout geslopen en wel op pagina 79 van het artikel "Oppervlakteruwheid: nader bekeken". Figuur 3 had gepresenteerd moeten worden met zijn inschrift aan de rechterzijde, dus identiek aan figuur 5.
Verder zijn op pagina 80 en in enkele figuuronderschriften symbolen soms niet in indexpositie geplaatst.
Onze excuses hiervoor.

Mechanismen waarin wrijving een rol speelt

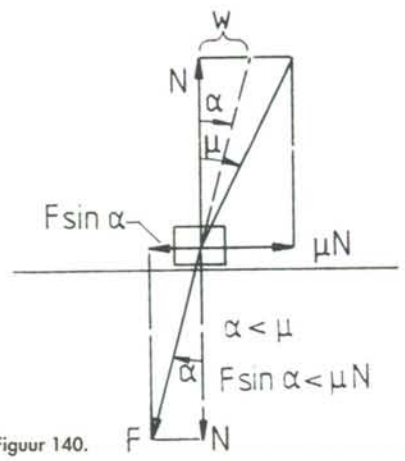
Constructies voor het nauwkeurig bewegen en positioneren (13)

P.C.J.N. Rosielle, E.A.G. Reker, M.P. Koster

Wrijving

Wrijving is een algemeen bekend doch slecht begrepen fenomeen.
In mechanismen en constructies waaraan eisen betreffende de plaatsnauwkeurigheid zijn gesteld, zal men ernaar streven de wrijving zo klein mogelijk te houden wegens de daarmee samenhangende hysteresis. In de vorige twee afleveringen werden de hysteresis en de virtuele speling behandeld. Hysteresisarme, elastische constructies treft men aan in eerdere afleveringen.
Tribotechniek is het vak van het voorspellen van wrijving, slijtage en levensduur. Indien optredende slijtage een acceptabele levensduur oplevert, dan kan wrijving een heel nuttige toepassing vinden.
In het onderstaande wordt een aantal gevallen gegeven waarin de wrijving een karakteristieke rol speelt.

Wrijving zonder afgelegde weg betekent geen slijtage en onbeperkte levensduur. Dit geldt voor alle geklonken, geschroefde, geperste, gekrompen en geklemde delen.
Locale slip met virtuele speling, hysteresis en plaatsonnauwkeurigheid zijn een gevaar; de vorige afleveringen gaven remedies en voorbeelden van toepassing bij nauwkeurige verstellingen.



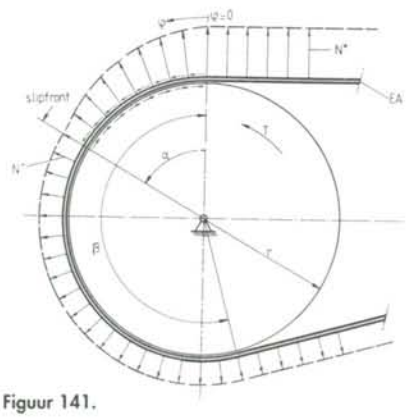
Figuur 140.

Zelfremmendheid

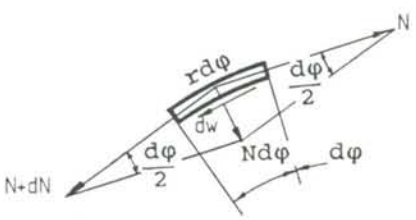
Zelfremmendheid treedt op als in een mechanisme de som der krachten evenwicht maakt met een wrijvingskracht die zijn maximale waarde, $W = |\mu N|$, niet kan bereiken. Met andere woorden $\alpha = \mathrm{arctg}(|W|/N)$ valt binnen de wrijvingshoek, zie figuur 140.
In aflevering 3 van jaargang 31 nr. 5 werd aangegeven tot welke problemen dit verschijnsel leidt in voorgespannen wormoverbrengingen.

Wrijving met kruip

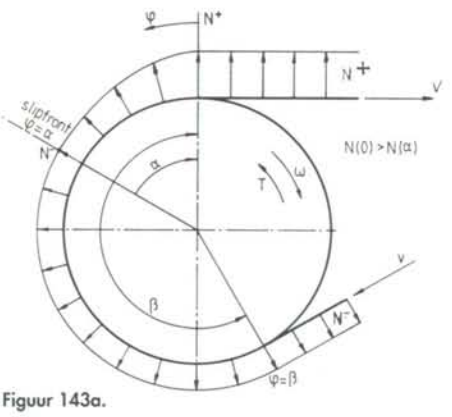
In figuur 141 is de elastische riem (EA) om een star wiel geslagen. Het wiel staat stil. In de riem heerst op elke plaats langs de omtrek de voorspankracht N^-.
Het wiel wordt op rotatie tegengehouden en aan één zijde wordt de trekkracht opgevoerd tot $N^+ > N^-$. (Attentie: met N^+ en N^- worden trekkrachten in de riem aangeduid en dus geen aanlegdruk op de poelie. Deze N is dus niet dezelfde N als in de paragraaf over "zelfremmendheid" is gebruikt.)
De elastische riem rekt daarbij verder uit. Er vindt microslip plaats: de riem schuift over het star veronderstelde wiel.
Nu wordt een belasting doorgeleid:
$T/r = N^+ - N^-$
Daarbij is het slipfront gevorderd tot een hoek α; de zone $0<\phi<\alpha$ in figuur 141 slipt.
Voor het slippende deeltje ($rd\phi$, figuur 142) geldt:
het evenwicht in tangentiale richting geeft
$dW = -N + dN + N$
$dW = \mu N d\phi$ ($Nd\phi$ is de resultante in radiale richting van de riemtrek)
$\mu \bullet d\phi = -dN/N$, dus
$\mu \bullet \phi = -\ln N(\phi) + \ln N(0)$
Invullen van de randvoorwaarden $N(\phi) = N^+$ en $N(0) = N^-$ geeft:
$\mu\alpha = \ln N^- + \ln N^+$ dus
$N^+/N^- = e^{\mu\alpha}$



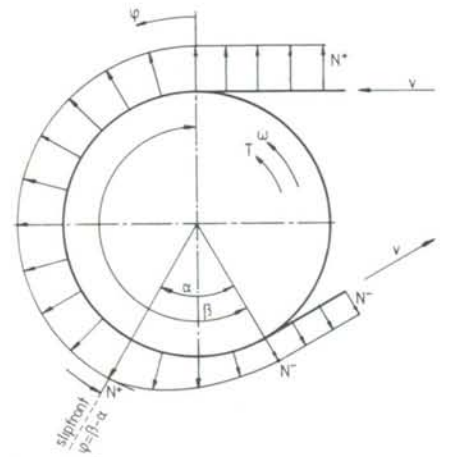
Figuur 141.



Figuur 142.



Figuur 143a.



Figuur 143b.

Mechanismen waarin wrijving een rol speelt

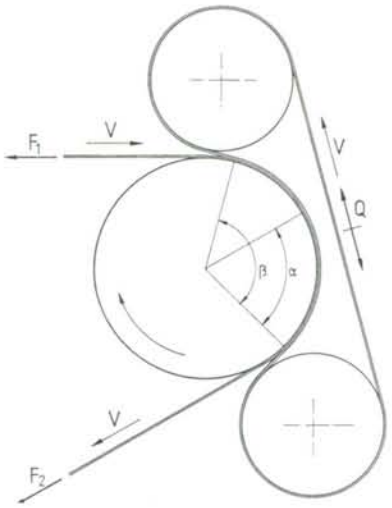
De beschouwing bij figuur 141 hadden wij ook kunnen beginnen met een tot N^+ opgespannen band, die na het leggen om het vaststaande wiel aan de zijde $\phi=\beta$ ontspannen wordt tot N^-. Er zou dan krimp in de band optreden, waarbij het slipfront zou beginnen bij $\phi=\beta$ en zou voortschrijden totdat de zone zich uitstrekte over een hoek α liggend tussen $\beta-\alpha<\phi<\beta$.

De plaats (α) van het slipfront is bepaald door de verhouding der trekkrachten en de wrijvingscoëfficiënt.
In figuur 143a draait het aangedreven wiel rechtsom (ω).
Laaggespannen band loopt bij $\phi = \beta$ het wiel op en neemt na het passeren van het slipfront ($\phi = \alpha$) aan de belastingsoverdracht deel.

In figuur 143b draait het aandrijvende wiel linksom (ω).
Hooggespannen band loopt bij $\phi = 0$ het wiel op en neemt na het passeren van het slipfront ($\phi = \beta - \alpha$) aan de belastingsoverdracht deel.
Uit de figuren 143a en 143b kan men derhalve de volgende conclusie trekken:
het slipfront loopt de draairichting tegemoet!

Zodra α gelijk wordt aan de omspannen hoek β gaat de overmijdelijke *kruip* over in volle slip.
Bij een rem streeft men dit na; in een riemoverbrenging is dit niet de bedoeling.
Als de overbrenging $\neq 1/1$ is, dan is op het kleine wiel de omspannen boog slechts met behulp van een omleidwiel groter te krijgen dan $\beta=\pi$ rad. De riem wordt dan naar twee zijden gebogen. In het algemeen is dit uit een oogpunt van vermoeiing van het bandmateriaal ongunstig.

Als men een riem meermalen volgens een schroeflijn om een breed wiel zou slaan, dan loopt hij axiaal van het wiel af. Verhogen van de voorspankracht F_v, waarmee de wielen uit elkaar moeten worden gedrukt, helpt. Het over te brengen koppel is gelijk aan:
$T = F_v r\,(e^{\mu\alpha}-1) / (e^{\mu\alpha}+1)$,
$F_v = N^+ + N^-$.
Een alternatief is dan figuur 144, waar de riem over een hoek β op het aangedreven wiel wordt gedrukt door een vrij meelopende, eindloze band met een trekkracht Q.



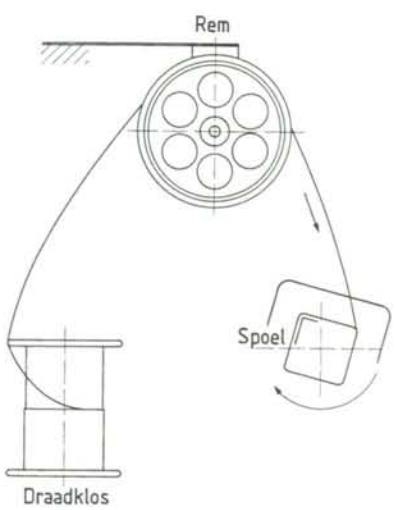
Figuur 144.

Dan geldt:
$N^+ = N^- e^{\mu\alpha} + Q(e^{\mu\alpha}-1)$.
Met de introductie van Q heeft men een nieuwe vrijheid om N^+ te kiezen, zelfs al zou $N^- = 0$ zijn.

$e^{\mu\alpha}$ speelt een rol bij bandremmen, daarop gebaseerde koppelingen en in Bowden-kabels.

Arbeidsopname in wrijving

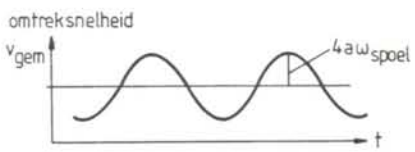
In arreteermechanismen wordt de kinetische energie van een bewegend lichaam bij het tot stilstand brengen opgenomen in elastische vervorming. Het verdient vaak aanbeveling deze energie in wrijvingswarmte om te zetten.



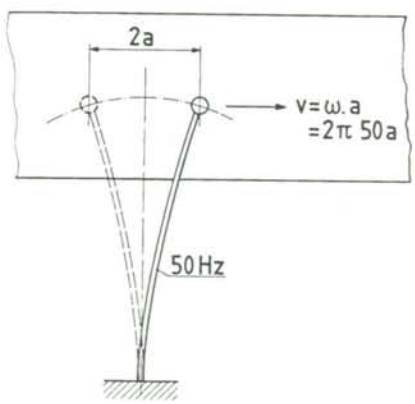
Figuur 145.

Ongedempte trilling, ondanks wrijving

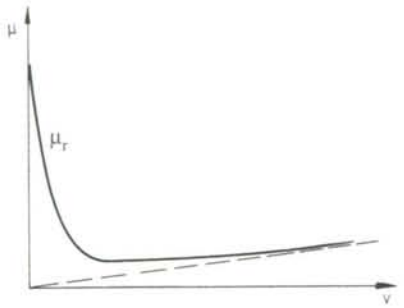
Bij de ontwikkeling van draadgevers was gestreefd naar een draadrem met snelheidsonafhankelijke wrijvingscoëfficiënt. Bij het wikkelen van vierkante spoelen (waarbij op elke ribbe dus viermaal per omwenteling wat "extra" draad gevraagd wordt, zie figuur 145, trad een draadspanningsvariatie op met de verwachte frequentie $4\omega_{spoel}$ doch met een amplitude die factoren hoger lag dan op grond van draadmassa en draadversnelling verwacht kon worden. De oorzaak was resonantie van het massa-veersysteem gevormd door de massa van het remwiel (plus wat draadmassa) en de veerstijfheid van de in het geding zijnde lengte draad tussen de spoel en het remwiel. Wanneer deze eigenfrequentie gelijk was aan $4\omega_{spoel}$, ging de zaak volkomen ongedempt opslingeren. De verklaring hiervan is: Het remwiel loopt met een gemiddelde snelheid v_{gem} (zoals het bij het wikkelen van een ronde spoel zou lopen) met daarop gesuperponeerd een periodiek afwijking met frequentie $4\omega_{spoel}$. De snelheidsamplitude gesuperponeerd op v_{gem}, is aanvankelijk kleiner dan de v_{gem}, zie figuur 146; het remwiel en daarmee het wrijvingsmoment keert niet van richting om; aan de trillingscomponent van de beweging wordt geen energie onttrokken; de beweging is ongedempt.



Figuur 146.



Figuur 147.



Figuur 148. Stribeck-kromme

De amplitude groeit totdat wel omkering optreedt. Dat is in figuur 146 het geval als de plaatsamplitude gelijk is aan $a=v_{gem}/(4\omega_{spoel})$.
Figuur 147 laat zien hoe men de snelheid van een transportband kan bepalen door het meten van de amplitude van een met 50 Hz trillend "kogeltje op een spriet" dat met zijn eigen gewicht op de band rust.
Een violist regelt op deze wijze de geluidssterkte (dat wil zeggen amplitude van de snaar bij een constante frequentie) met de snelheid van zijn strijkstok!

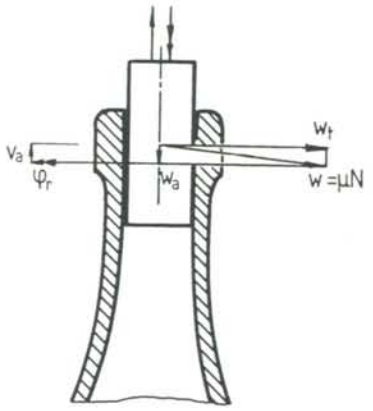
Stick slip

Systemen van het soort van figuur 147, zoals snaarinstrumenten, magneetband langs bandgeleiders en piepende deurscharnieren geraken in trilling als gevolg van het grote verschil tussen rustwrijving en glijdende wrijving dat optreedt bij ongesmeerde of grensgesmeerde systemen.
De Stribeck-kromme van figuur 148 toont het verloop van de wrijvingscoëfficiënt als functie van de glijsnelheid met een *scherpe afname bij kleine snelheden*.

Wrijving opheffen door slip in een andere richting

Het ontkurken van een fles lukt vaak beter door de kurk te roteren (ϕ, figuur 149), zodat de wrijvingskracht, maximaal gelijk aan W=μN, bijna tangentiaal gericht staat en er in axiale richting nauwelijks wrijving overblijft.

Bekend is een balans, opgelegd op V-rollen volgens figuur 150. De as heeft veel wrijving in zijn oplegging. Door de V-rollen tegen elkaar in te draaien stelt de as zichzelf axiaal in op een middenstand vrij van de eindaanslagen. Analoog hieraan heft men bij servo-

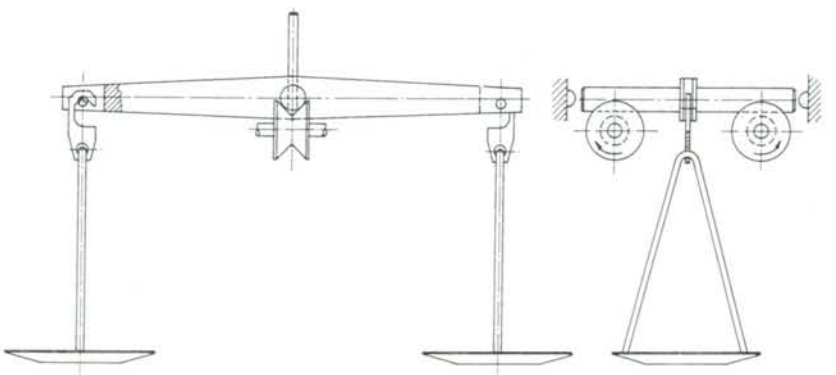


Figuur 149.

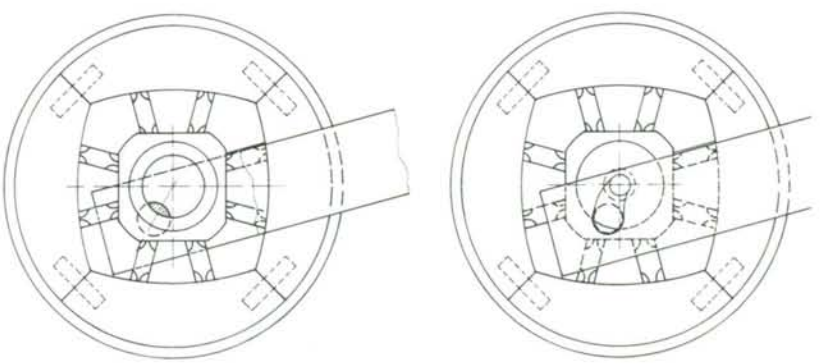
schuiven de dode slag ten gevolge van axiale wrijving op door de schuif of een cylindervoering continu te laten roteren.
Tijdens het maken van een slipspoor geeft reeds de geringste dwarskracht onvermijdelijk een dwarsverplaatsing. Daardoor kan bijvoorbeeld een goed vlak maar niet al te vast gewikkelde rol band zijn vorm gemakkelijk verliezen als men er wat band aftrekt, terwijl de kern stilstaat.
(Dat is de reden dat in audio-cassetterecorders de band ook tijdens het snelspoelen toch met een zekere spanning opgewikkeld en dus aan afloopzijde geremd moet worden, ten koste van motorvermogen en batterijverbruik.)
Omgekeerd kan men een slecht gewikkelde rol gemakkelijk vlak duwen terwijl hij in oplooprichting slipt.

Onvermijdelijke slijtage daar laten ontstaan waar hij het minste kwaad kan.

Een mooi en oud (The Aeronautical Journal 1913) voorbeeld is de houten kruiwagen met het houten wiel en de stalen aspen. Als de pen vast zit in het wiel, dan slijten de astappen rondom af en het gat in de wagenbomen wordt een (steeds smaller!) slobgat. De zaak blijft goed functioneren, in belaste toestand zelfs spelingsvrij, tot uiteindelijk pen of boom doorbreekt, zie figuur 151.
Als de pen vast zit in de bomen, dan slijt hij alleen van onderen af, en wordt onrond terwijl het gat groter wordt: de wrijving neemt toe(!) en het wiel gaat schokkerig lopen. Het principe is simpel: "het lichaam dat ten opzichte van de krachtsvetor *niet* roteert – dus de kruiwagen – moet het lichaam omhullen dat

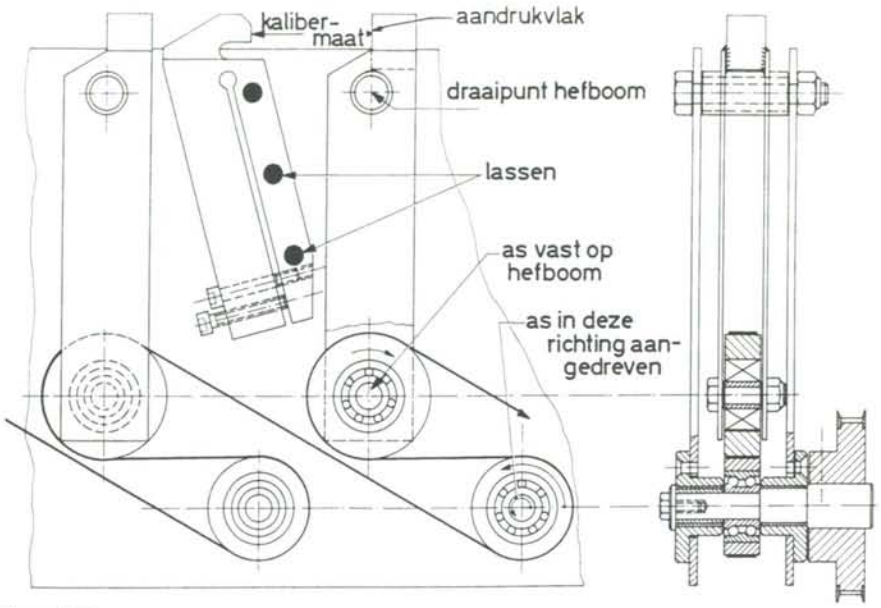


Figuur 150.



Figuur 151.

Mechanismen waarin wrijving een rol speelt



Figuur 152.

dat wel doet" dus het wiel. Als men dit principe eenmaal herkent ziet men dat er herhaaldelijk tegen wordt gezondigd.

Compensatie van wrijvingskrachten en -koppels

De vloerboender met twee tegen elkaar indraaiende borstels geeft hiervan een goed voorbeeld.

In een instelmal moesten arretlijsten met tientallen aanslagen nauwkeurig ingesteld worden door middel van plastische deformatie. De aanslagen moesten daartoe allemaal tegelijk met precies dezelfde kracht (circa 5.000 N) belast worden. De instelmal had voor elke aanslag een hefboom met een op kogellagers gelagerde poelie.

Een lange staalband werd nu telkens om zo'n poelie en om een vast opgestelde omkeerrol geleid, zie figuur 152. Bij trek op de band zou zo aan alle hefbomen even hard getrokken worden, ware het niet dat de wrijving in de kogellagers van de poelies en de omkeerrollen (met name in de afdichtingen daarvan) maakte dat de laatste hefboom minder kracht ondervond dan de eerste.

Als remedie werd gevonden de assen van de "vaste" kogellagers draaibaar op te stellen en ze (door middel van snaarschijven en een doorgaande snaar die tegelijk met de staalband werd aangetrokken) iets sneller te laten draaien dan de erop gelagerde omleidrollen.

Zodoende ondervond de staalband ten gevolge van de kogellagerwrijving afwisselend een remkoppel en een aandrijfkoppel en bleef de trekkracht voldoende constant.

Voorbeelden van mechanismen waarin wrijving een rol speelt

Eenrichtingskoppeling en -rem

In één richting zelfremmende constructies berustend op afrolling of elastische deformatie als geschetst in figuren 153a en b, worden veel gebruikt voor band- of draadopzet of als frictiepal in één richtingskoppelingen. Omdat zij zijn belast door een relatief lichte wrijvingskracht staan ze een relatieve beweging in één richting toe, maar blokkeren die in de tegengestelde richting. Ze hebben drie nadelen die afhankelijk van de gestelde eisen meer of minder zwaar wegen.

1. De klemming gaat gepaard met een indrukking van de contactoppervlakken loodrecht op de raakvlakken. Wegens de hoek α (kleiner dan de wrijvingshoek) zal de stijfheid in de blokkeringsrichting al gauw te wensen overlaten zoals figuur 3 laat zien. Als namelijk c_v en c_h de respectievelijke contactstijfheden zijn dan geldt voor de stijfheid in de x-richting:

$1/c_x = 1/(c_h \sin^2\alpha) + 1/(c_v \tan^2\alpha)$.

$\sin\alpha \approx \alpha$, $\tan\alpha \approx \alpha$ en $c_h = c_v = c_{contact}$ dus

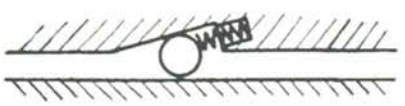
$c_x = c_{contact}\alpha^2/2$.

Bij $\alpha \approx 0{,}1$ rad: $c_x = 5.10^{-3}.c_{contact}$.

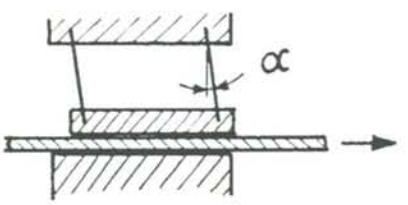
Een vrijloopkoppeling met cilinders of kluifvormige contactlichamen zoals in figuur 153a is dus in het algemeen niet zeer stijf en in principe ongeschikt voor nauwkeurige positioneringen.

2. Bij constructies als figuur 153b moet de kracht na het blokkeren bij de beweging in vrijlooprichting (ten gevolge van de genoemde relatieve verplaatsing) een hoge drempelwaarde overschrijden eer ze op de genoemde lage waarde terugvalt. Dit bezwaar is geheel ondervangen door constructies als gegeven in figuren 153d, e en f.

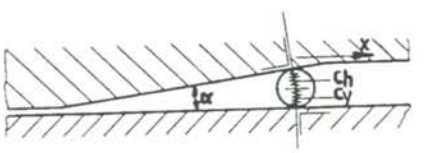
3. De optredende contactkrachten zijn relatief groot en groter naarmate α ($<\mu$, respectievelijk $<\mu/2$) moet worden gekozen.



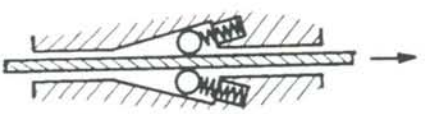
Figuur 153a.



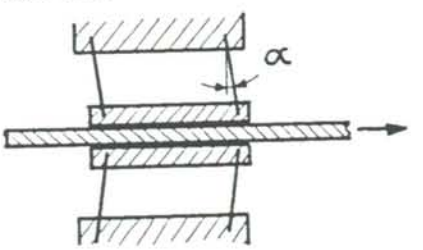
Figuur 153b.



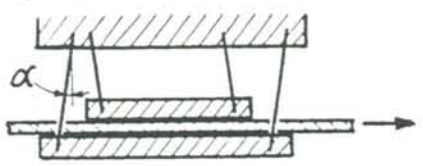
Figuur 153c.



Figuur 153d.



Figuur 153e.



Figuur 153f.

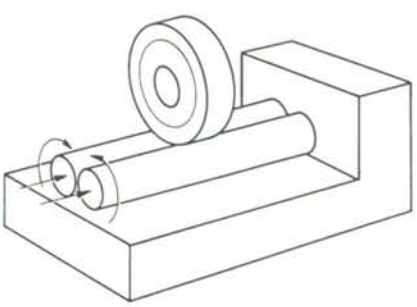
Zelfremmendheid bij starre oplegvlakken

Wrijving heeft ongunstige invloed op de nauwkeurigheid waarmee men voorwerpen kan positioneren op oplegpunten of tegen aanslagen. De normaalkracht N in een oplegpunt wordt door de wrijving in de andere oplegpunten op onbekende en onvoorspelbare wijze vergroot of verkleind binnen de uiterste grenzen $N + |W|$ en $N - |W|$. Dit leidt tot een onbepaaldheid van plaats (=virtuele speling!) $s_v = 2|W|/c$ waarin c de oplegstijfheid is. Als $|W| > N$ zou worden is het mogelijk dat de gewenste positionering helemaal niet meer tot stand komt: de situatie is zelfremmend geworden en het betrokken steunpunt wordt niet geraakt. In het bijzonder in zich herhalende situaties, bijvoorbeeld bij het bedienen van meetopstellingen of in industriële fabricage of montage, zal zo'n grote afwijking niet veel voorkomen ondat hij snel opvalt en zo mogelijk verholpen zal worden door gepast lijkende maatregelen.
Men zal bijvoorbeeld het object éérst op de "dubieuze" oplegpunten laten aanliggen, vervolgens daarover iets verschuiven tot ook de andere aanslagen contact maken en tenslotte de gewenste sluitkracht, vóórspanning of fixatie aanbrengen die het object in die stand gefixeerd houdt. De montagevoorschriften gaan daarin soms heel ver: het aanbrengen van sluitkrachtcomponenten (bijvoorbeeld aandrukveren) in een voorgeschreven volgorde en soms zelfs het periodiek even "lossen" van zo'n aandrukkracht zodat de erdoor veroorzaakte wrijving tijdelijk wegvalt. Men kan daarmee vér komen en vrij grote nauwkeurigheden halen.
Andere bekende methodes zijn het opdrukken van microverplaatsingen waarbij de blokkering door de wrijvingskrachten momentaan verbroken wordt, bijvoorbeeld door een triller tegen de opstelling te drukken of simpelweg door ergens tegen het freem te kloppen. Weer een alternatief is het invoeren van – op zichzelf de positionering niet verstorende – relatief grote dwarsverplaatsingen in het wrijvingsvlak.

Een damschijf, op zijn zijkant neergezet op twee cylindrische pennen zal zich niet uitrichten, zie figuur 154. Draait men echter de pennen tegen elkaar in (uiteraard *zonder* ze tevens axiaal te verschuiven) dan "springt hij in de houding".
Bijna intuïtief voert men zulke "dwarsbewegingen" uit, bijvoorbeeld bij het plaatsen van een werkstuk in een opspanrichting. Een belangrijk neveneffect is het wegwerken van stof en vuil van de oplegvlakken; effectiever naarmate in dat vlak aan de stofdeeltjes regelmatig een uitwijkmogelijkheid geboden wordt.
Het grote gevaar van al deze oplossingen is dat ze een correcte positionering schijnen te geven, maar dit in feite niet doen. Ze garanderen *geen blijvende positieve* aanlegdruk in alle oplegvlakken. Na een kleine verstoring – bijvoorbeeld tengevolge van een verplaatsing door schok of stoot of door uitzettingsverschillen – treedt geen *her*positionering op.
Stelt men dat als eis, omdat het tenslotte een voorwaarde is voor echt nauwkeurig positioneren, dan moet men een configuratie van oplegpunten en aandrukkracht kiezen die – ook bij ongunstige wrijvingscoëfficiënt – nog positieve aanlegdruk mogelijk maakt in alle oplegpunten, of men moet de wrijving elimineren.

Rollende oplegging

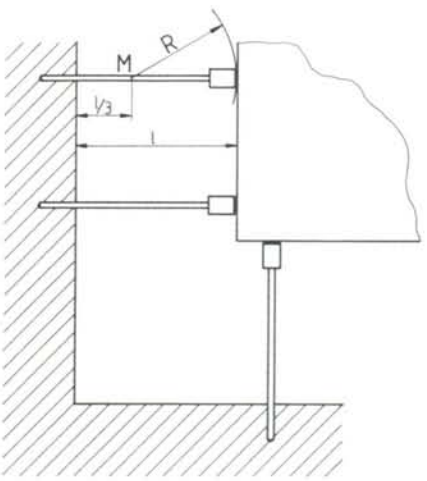
Het elimineren van de wrijving kan door het object in de oplegpunten op kogels te leggen die vrij kunnen rollen, door zelfs voor statisch positioneren gas of vloeistoflagers toe te passen die dan (minstens over de periode dat positionering verlangd wordt) van gas of olie van de gewenste druk worden voorzien, of door de aanslagen zijdelings slap te maken.



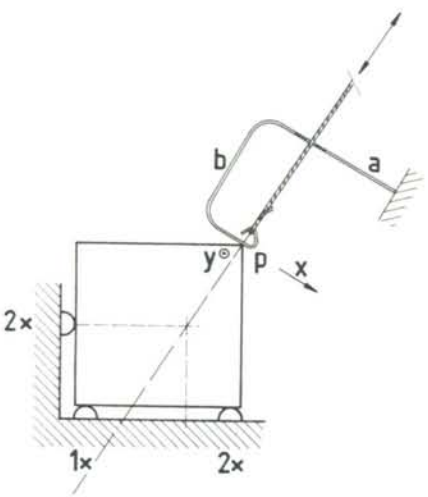
Figuur 154.

Zijdelings slappe aanslagen

Deze kunnen onder andere worden verkregen door het tussenschakelen van (elastisch) scharnierende drukpennen.
Een directe afsteuning op het kopse (iets afgeronde) vlak van een ingeklemde spriet of snorhaar is vaak een goedkope oplossing.
In de uitvoering van figuur 155 valt het middelpunt van het bolvormige oppervlak op 1/3 deel van de sprietlengte vanaf de inklemming. Dat is het punt waar de bol bij dwarskrachten in eerste instantie om draait, dus nu is er een compensatie voor axiale afwijkingen.
Verklaring: Beschouw de spriet als een ingeklemde balk met een dwarskracht D aan het vrije einde: zakking $y = D\ell^3/(3EI)$, helling $\phi = D\ell^2/(2EI) = 3y/(2\ell)$. Het bolmiddelpunt M verplaatst zich over $y-\phi R$ en dat is nul als $R = 2\ell/3$).



Figuur 155.

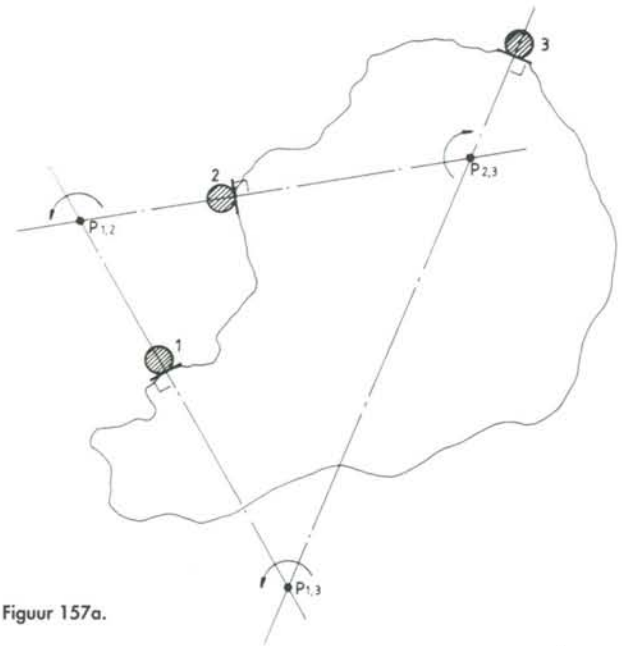


Figuur 156.

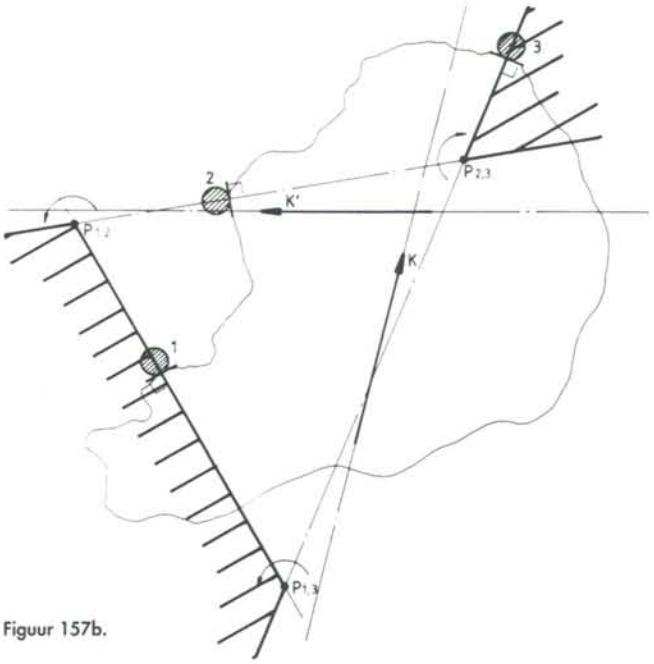
Mechanismen waarin wrijving een rol speelt

De dwarsverplaatsing y moet niet veel groter worden dan de draaddiameter d, want de axiale stijfheid neemt af volgens $c_{ax} = EA/(\ell(1+0{,}09y^2/d^2))$ - van de formule wordt de afleiding niet gegeven. Bij een uitwijking y = 3,3 d is de stijfheid een factor 2 gedaald.

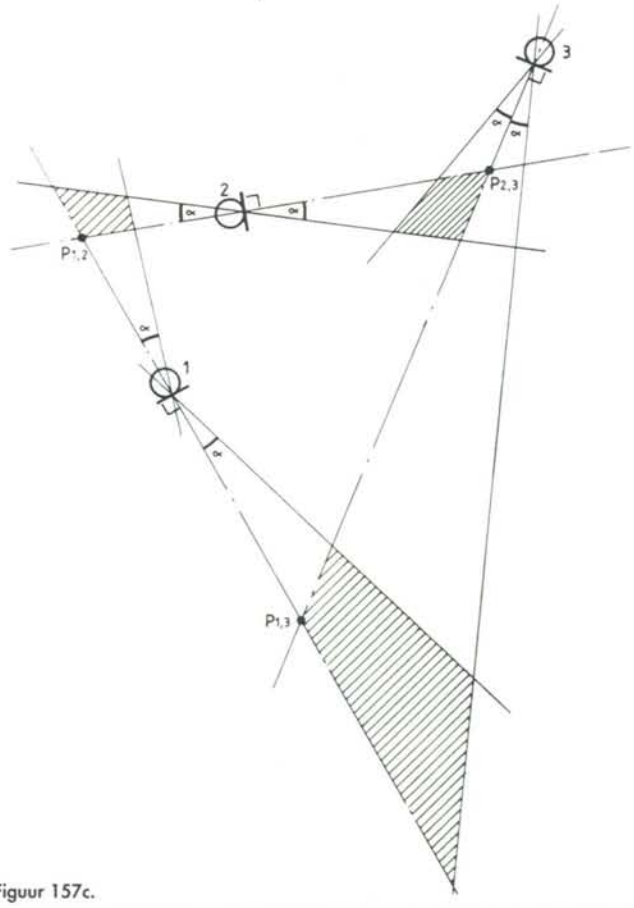
In de praktijk ziet men dit soort maatregelen (te) weinig toegepast. Zelfs is het vaak het geval dat de sluitkracht wordt verzorgd door een vlakke bladveer die volkomen onnodig een meestal heel ongewenste extra wrijvingscomponent geeft in het vlak van de veer zelf. Zo men al gewone opleg-



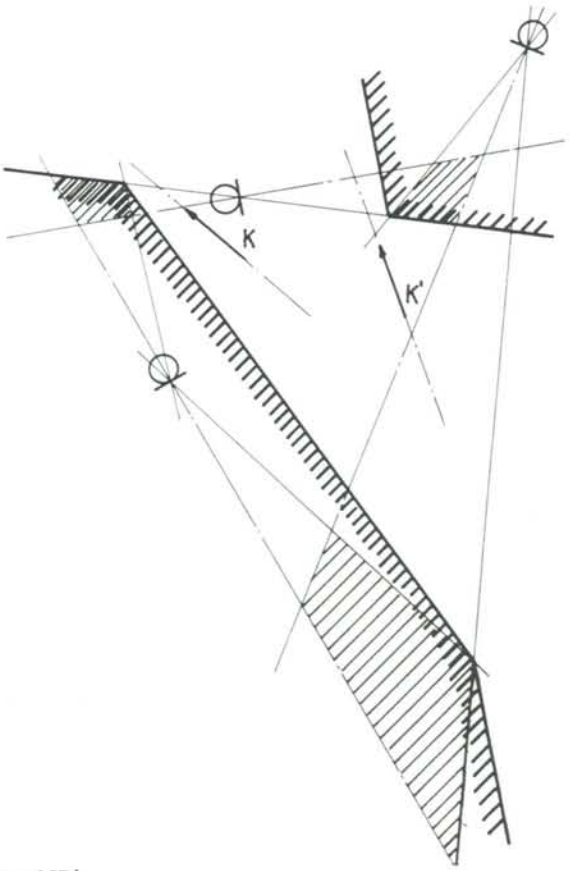
Figuur 157a.



Figuur 157b.



Figuur 157c.



Figuur 157d.

vlakken wil handhaven, dan verdient het toch zeker aanbeveling om tenminste de sluitkracht "zijdelings slap" te maken. De uitvoering van figuur 156 is in dit opzicht correct. Drukveren uit verenband of -draad moeten een bocht of knik hebben die een redelijk deel van het veermateriaal redelijk ver buiten het oorspronkelijke veervlak of buiten de hartlijn van de draad brengt.
In figuur 156 is de veer in het contactpunt P slap in x-richting door buiging van de veerstukken a en b en slap in y-richting door torsie in het veerstuk a (als de aandrukveer een vlakke bladveer was geweest, zou bij $\mu > 0{,}3$ herpositionering niet langer verzekerd zijn).

Wel moeten de zijdelings slappe aandrukveren en oplegpunten in bedrijfstoestand redelijk op hun nominale plaats staan, zodat de door de vering geïntroduceerde dwarskracht (dwarsstijfheid maal dwarsverplaatsing) voldoende klein blijft.
Er zijn veel trucjes om dat te bereiken, bijvoorbeeld een "sluitveercentrerende" sluitkrachtopheffer: in het simpelste geval desnoods slechts bestaande uit een trektouwtje in de juiste richting, zie figuur 156.
Ook alle eerder genoemde tijdelijk de wrijving verlagende middelen (dwarsverplaatsing, schokken, tikken en trillen) hebben het gewenste effect, nu echter tevens blijvende herpositionering garanderend.

Starre oplegvlakken met wrijving

Als men bij starre oplegvlakken met wrijving blijft moet men voor de gekozen configuratie van oplegpunten en sluitkracht verifiëren of herpositioneren onder alle omstandigheden gewaarborgd is.

Grafische methode

Achtereenvolgens wordt voor elke oplegpunt een kleine verwijdering opgedrongen, terwijl alle overige oplegpunten wel contact blijven maken. Voor de situatie waarbij een plat lichaam, dat wrijvingsloos in een plat vlak kan bewegen, wordt gepositioneerd op drie aanslagen in x, y en ϕ bestaat nu de volgende grafische methode.

1. Teken het lichaam en de drie aanslagen – figuur 157a.
2. Trek vanuit de drie aanslagen lijnen loodrecht op de omtrek van het lichaam daar ter plaatse.
3. Vind zo de drie rotatiepolen, bijvoorbeeld P_{12}, wat het punt is waarom rotatie moet plaatsvinden om het lichaam weer met oplegpunt 3 in contact te brengen als het daar even vanaf getild geweest zou zijn, terwijl in de punten 1 en 2 het contact gehandhaafd bleef.
4. Bepaal de rotatierichting om de pool nodig om het contact te herstellen – figuur 157a. Als de drie rotatierichtingen gelijk zijn dan is er een extern koppel nodig. Zijn de drie rotatierichtingen niet gelijk dan kan men positionering bereiken met een sluitkracht, aangrijpend binnen de betrokken geometrie. Bij een wrijvingscofficiënt $\mu=0$ voldoet dan namelijk iedere kracht die ten opzichte van elk van de drie polen een moment uitoefent in de richting passend bij de positionerende draairichting. Door deze voorwaarde wordt de richting van de positionerende kracht en het gebied waardoor de werklijn mag lopen in sterke mate beperkt. Indien de kracht blijft tussen de gearceerde grenzen van de "krachtentrechter" uit figuur 157b wordt aan deze voorwaarde voldaan.
5. Als er sprake is van een wrijvingscoëfficiënt ongelijk aan nul zullen nog verdere beperkingen worden opgelegd aan de positionerende kracht.
Daartoe gaat men als volgt te werk, zie figuur 157c.
In ieder oplegpunt is al de werklijn van de normaalkracht getrokken (de driehoek die ontstond was de pooldriehoek). Afhankelijk van de positionerende draairichting in ieder poolpunt kan de wrijvingsrichting in het bij dat poolpunt behorende paar oplegpunten bepaald worden. Trek vanuit de oplegpunten een lijn onder hoek α met de normaal ($\mu = \tan\alpha$), overeenkomend met de wrijvingsrichting in dat oplegpunt. Waar de wrijvingsgebieden elkaar overlappen is in figuur 157c gearceerd getekend.
Indien de positionerende kracht door zo'n gearceerd gebied zou lopen wil dat zeggen dat deze kracht reeds in evenwicht is met de twee oplegkrachten en de daarbij behorende wrijvingskrachten; de situatie is dan zelfremmend en het contact op het derde punt komt niet tot stand.
6. Het gebied waardoorheen de positonerende kracht mag lopen is nu het gebied dat moet voldoen aan de voorwaarde onder 4. genoemd, maar de kracht mag tevens niet lopen door de drie hierboven vermelde vierhoeken. Er ontstaat een nieuwe en nauwere krachtentrechter waarbinnen de positionerende kracht moet blijven, zie figuur 157d.
7. Overweeg nu of de keuze van de oplegpunten logisch was en of het toepassen van een sluitkoppel naast of in plaats van de sluitkracht voordelen biedt: met enige oefening ziet men zeer snel eventuele betere oplossingen.

Met het nu verkregen inzicht kan men zich een globaal oordeel vormen over de geschikte plaatsen voor de drie overige steunpunten (tot nu toe gingen we immers uit van een situatie met slechts x, y, θ beweging in het vlak!).

"Constructies voor het nauwkeurig bewegen en positioneren" is een selectie uit de verzameling constructieprincipes die op initiatief van Prof. ir. W. v.d. Hoek in 1962 is opgezet en die nog steeds wordt uitgebreid. Door ir. P.C.J.N. Rosielle en E.A.G. Reker (TU-Eindhoven) is speciaal voor de lezers van *Mikroniek* een selectie gemaakt die in 18 afleveringen wordt gepresenteerd.
Bijdragen van lezers als kritiek, suggesties of eigen ervaring worden door de auteurs op prijs gesteld.

Vorm- en plaatstoleranties

Cursus, op 19, 26 oktober en 2, 9 november 1993 van 13.30 tot 17.30 uur .

Naar aanleiding van de grote belangstelling voor de afgelopen cursussen organiseert de NVFT opnieuw een cursus "Vorm- en plaatstoleranties".

Bestemd voor: constructeurs, meettechnici, fabricagetechnici en instrumentmakers.

Wat komt er op tekening, hoe wordt het gemaakt, hoe wordt het gemeten en hoe wordt beoordeeld of aan de eis is voldaan.

Cursus inhoud:
Symbolen en begrippen
Toegepaste meettechniek
Referentiesysteem
Maximum materiaaltoestand
E en I systeem

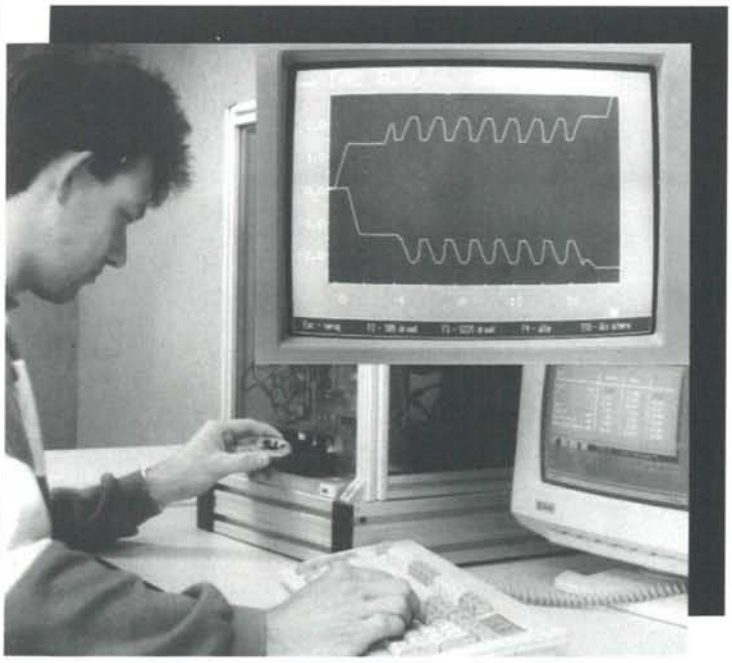
De theorie wordt afgewisseld met oefeningen en voorbeelden uit de praktijk.

Het aantal deelnemers is maximaal 15.

Kosten: Leden NVFT f 525,-
niet-leden f 675,-

Voor informatie en aanmelding:
Secretariaat van de NVFT,
Postbus 6367
5600 HJ Eindhoven,
tel: 040-473659
fax: 040-460645.

DE NIEUWE SCHROEFDRAADMEETMACHINES VAN IAC MAKEN HET ONMOGELIJKE NU TOCH MOGELIJK



Te meten objecten:
inwendige en uitwendige schroefdraden, conisch en cilindrisch,
alle bekende normen.

Te meten grootheden:
flankdiameter, kerndiameter, buitendiameter, spoed, flankhoeken, schroefdraadprofiel, voor conische draadsystemen: coniciteit, stand-off, etc.

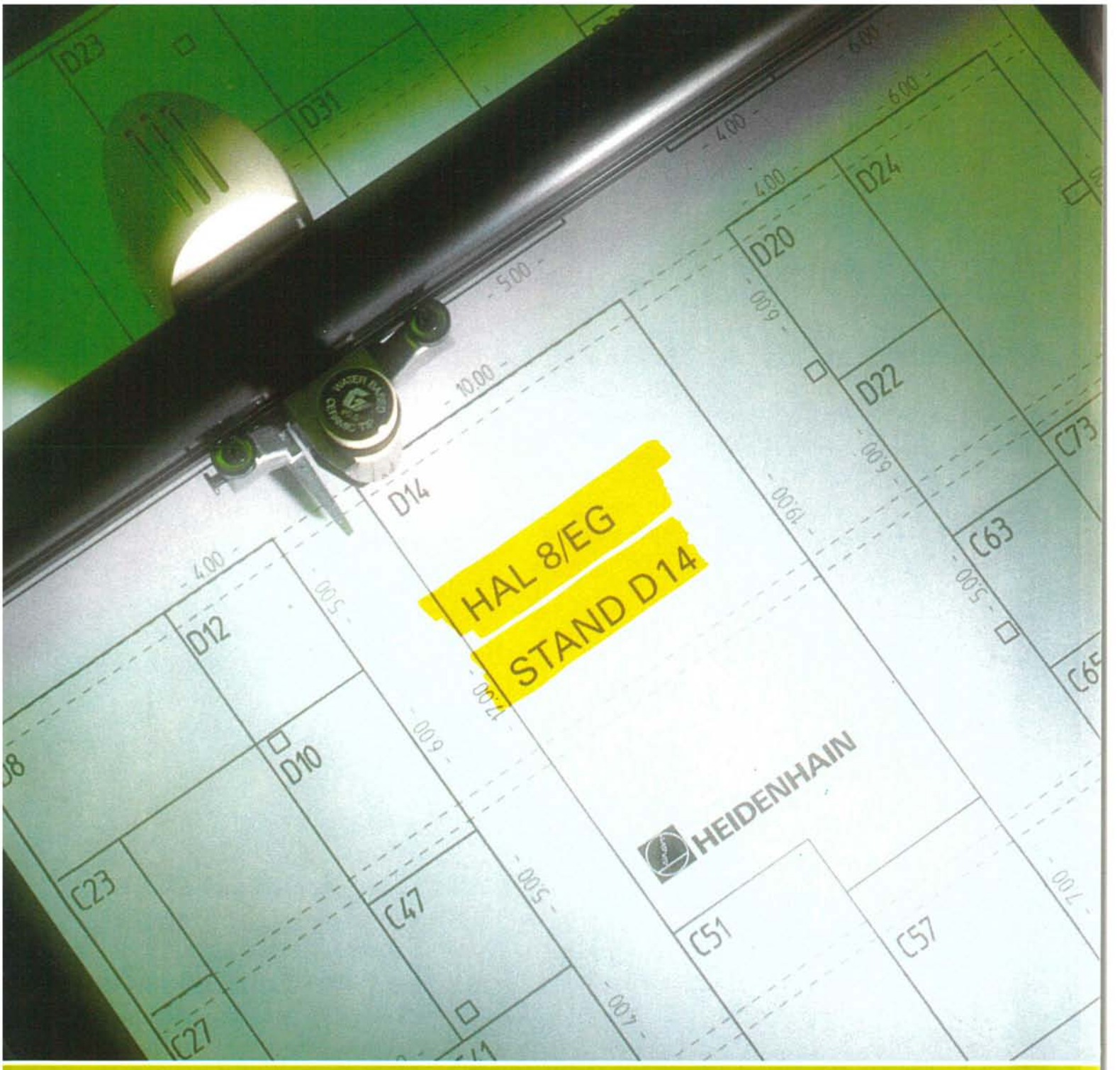
Al deze grootheden worden simultaan bepaald met een cyclustijd van maximaal 30 seconden! In deze tijd worden duizenden meetpunten van meerdere schroefdraadgangen met een meetresolutie van 0,00005 mm afgetast en verwerkt tot meetwaarden en grafieken. Meetafloop onder computerbesturing. .

Presentatie op beeldscherm of printer.

Neem contact op met de UITVINDERS.

IAC MEET BEDRIJF VOOR DE INDUSTRIE

GEOMETRISCHE INGENIEURS – NKO ERKEND KALIBRATIELABORATORIUM
POSTBUS 2115 7801 CC EMMEN HOLLAND
TELEFOON 05910–42721/44103 FAX 05910–43139



De nieuwste stand in de lengte- en hoekmeettechniek.

EMO, HANNOVER: 14.9. – 22.9.1993

HEIDENHAIN

De nieuwe impulsgevers

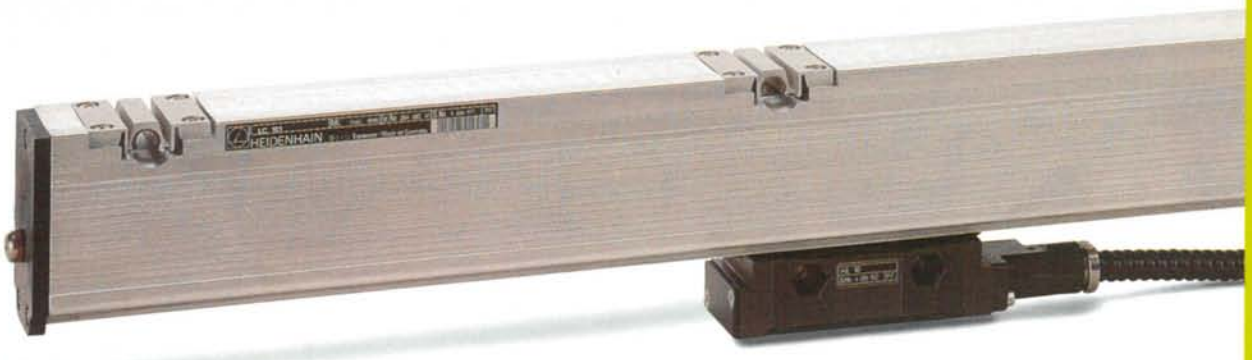
Inbouwimpulsgevers met eigen lagering en aangebouwde statorkoppeling.
Bij voorkeur voor elektrische aandrijvingen. Alle impulsgevers van deze serie leveren de vereiste signalen voor de positie-en toerentalregeling alsmede de aansturing van de motor.

ERN 1381
Inkrementele inbouwimpulsgever.
ERN 1387
Inkrementele inbouwimpulsgever met aanvullend commuteringssignalen.

ECN 1313
Singleturn code-impulsgever met aanvullend uitgave van inkrementele signalen.
EQN 1325
Multiturn code-impulsgever met aanvullend uitgave van inkrementele signalen.

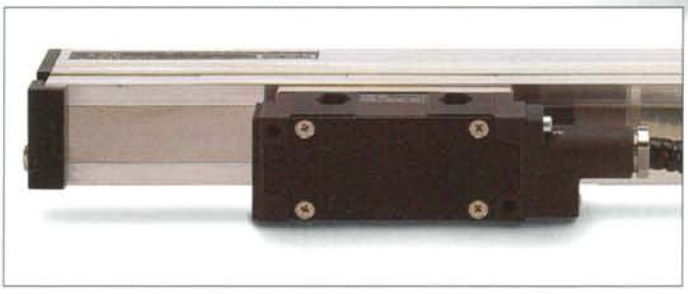
ERN 620, ERN 630
Inkrementele inbouwimpulsgevers met eigen lagering en statorkoppeling voor elektrische aandrijvingen met asdiameters tot en met 50 mm. De koppeling aan de statorzijde kompenseert axiale verschuiving van de aandrijfas tot en met ± 1,5 mm.
Uitgangssignalen:
ERN 620 TTL-kompatibel.
ERN 630 HTL-kompatibel.
Max. 20 000 meetstappen/omwenteling.

De nieuwe lengtemeetsystemen



LC 101
Gesloten code-lengtemeetsysteem.
Le LC 101 levert zonder verplaatsing van de machine na het inschakelen een absolute positiewaarde.

Voor het gebruik van het meetsysteem moet de interface van de besturingselektronica overeenkomstig aangepast zijn.
Meetlengtes tot en met 3040 mm.
Aanbevolen meetstap tot en met 0,1 µm.



LS 201
Gesloten lengtemeetsysteem met extra staalbandafdekking van de dichtlippen. Voor machines, waarbij door de konstruktie de dichtlippen van het lengtemeetsysteem direkt worden blootgesteld aan spanen of koelmiddel.
Meetlengtes tot en met 1540 mm.
Nauwkeurigheidsklassen ± 5 µm resp. ± 3 µm.
Aanbevolen meetstap 1 µm of 0,5 µm.

LB 301
Gesloten inkrementeel lengtemeetsysteem voor grote meetlengtes tot en met 30 040 mm. Met speciale koppeling van de montagevoet voor hoge nauwkeurigheden.
Aanbevolen meetstap 1 µm.

LIM 102
Open inkrementeel lengtemeetsysteem met magnetisch opgebrachte rooster en grote aanbouwtoleranties.
Meetlengtes tot en met 28 040 mm.
Aanbevolen meetstap 100 µm of 50 µm.

Het nieuwe hoekmeetsysteem

ROP 801
Inkrementeel hoekmeetsysteem met hoge nauwkeurigheid (± 1").
De ROP 801 werkt volgens het principe van de lichtbuiging en interferentie en levert 180 000 signaalperioden/ omwenteling.
Aanbevolen meetstap 0,036", 0,018".

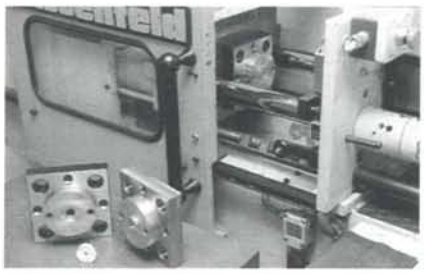
HEIDENHAIN

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.
Post Box 107 · Landjuweel 20
NL-3900 AC Veenendaal
(0 83 85) 4 03 00
(0 83 85) 1 72 87

Her en Der

Spuitgieten met proefmatrijzen

De huidige concurrentie maakt het noodzakelijk een produkt na de prototypefase zo snel mogelijk op de markt te krijgen. In de meeste gevallen kost dit traject veel tijd, omdat produktiematrijzen moeten worden vervaardigd en wanneer later wijzigingen moeten worden doorgevoerd treedt extra vertraging op.



De behoefte na een prototypefase is in feite een betaalbare nulserie, waarmee marktonderzoek gepleegd kan worden en waarbij men nog de mogelijkheid heeft om bijstellingen aan het ontwerp door te voeren. Hiervoor is het spuitgieten met behulp van proefmatrijzen de oplossing.
Een proefmatrijs of low cost matrijs is een matrijs, waarmee kwalitatief dezelfde onderdelen worden vervaardigd als met een produktiematrijs. Het verschil zit in de uitvoering; zie het bovenstaande schema.
Aangezien een proefmatrijs ingezet wordt voor kleine series (van 10 tot 1000 stuks) heeft men geen problemen met slijtage en is een perfecte werking in een continu produktieproces niet noodzakelijk, zodat alleen de elementaire zaken uitgevoerd behoeven te worden (low cost).

Toepassingen

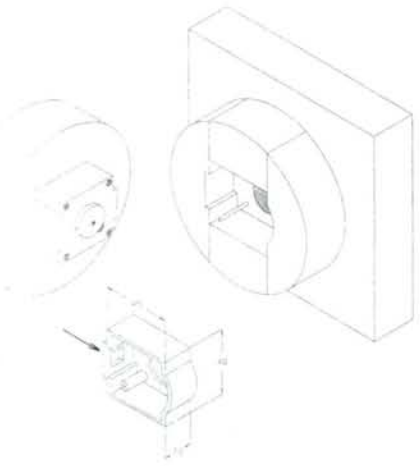
• Testmodellen
Na de prototypefase is er meestal behoefte aan onderdelen die geheel conform de produktiemodellen uitgevoerd zijn. De manier om dit te realiseren is om deze onderdelen te spuitgieten.
Wanneer de proefmatrijs eenmaal gereed is, kan er nog geëxperimenteerd worden met verschillende materialen, vulmiddelen en kleuren. Als men verwacht dat sommige vormen of maten nog zullen wijzigen kan daarmee tijdens het ontwerpen van de proefmatrijs al rekening gehouden worden. Bij ingrijpende veranderingen aan het ontwerp, bijvoorbeeld extra gaten of sleuven, kan er altijd teruggegrepen worden naar machinale nabewerking.
Met onderdelen die op deze wijze tot stand komen kunnen representatieve testen en duurproeven uitgevoerd worden. Tevens biedt het de gelegenheid om reeds een eindprodukt te presenteren zonder dat er een produktiematrijs bestaat!

• Nulseries (van grote produktseries)
Het spuitgieten van nulseries met proefmatrijzen biedt verschillende voordelen.
Voordat de produktiematrijzen gereed zijn heeft men al de beschikking over produkten. Hiermee kan de afzetmarkt worden afgetast en zonodig bewerkt, waarbij tijdwinst van essentieel belang is!
Met zo'n proefserie kunnen delen die op elkaar moeten passen gecontroleerd worden, maar ook montage voorzieningen kunnen reeds worden ontwikkeld.
Foto's van deze produkten kunnen al gebruikt worden voor reclamedoeleinden.
Alle voorkomende spuitgietproblemen doen zich in een vroeg stadium voor, zodat de produktiematrijzen goedkoper vervaardigd kunnen worden, aangezien de risicofactoren veel minder invloed hebben.

produktiematrijs	*INSTRUCON proefmatrijs*
geharde vormdelen	gemakkelijk te verwerken materiaal, bijvoorbeeld messing
koeling inbouwen	externe koeling
uitstootpennen noodzakelijk	uitstootpennen soms niet nodig
complete matrijs per produkt	modulair systeem, waarbij per produkt vormdelen eenvoudig verwisseld kunnen worden, terwijl de basis steeds opnieuw gebruikt wordt.

• (Kleine) series (van 5 - 1000 per jaar)
Als alternatief voor machinaal bewerken van series kan spuitgieten interessant zijn.
De produkten zijn braamvrij en de maatconstantheid en de oppervlaktegladheid zijn hoog.
Een andere afweging om te spuitgieten in plaats van frezen kan de vorm van het produkt zijn, bijvoorbeeld complexe vormen met kleine details of hoge dunne ribben.
De materiaalkeuze kan ook bepalend zijn; sommige kunststoffen zijn wel als granulaat te verkrijgen maar niet als halffabrikaat.
Zelfs bij een eenmalige bestelserie van bijvoorbeeld 500 stuks, waarbij de matrijs geheel wordt afgeschreven, kan de stukprijs beduidend lager uitkomen dan bij een machinaal bewerkt produkt.
Eventuele vervolgopdrachten kunnen tegen zeer scherpe prijzen worden aangeboden met zeer korte levertijden.

Naschrift: Het leek de redactie nuttig de lezers te wijzen op de boven behandelde werkwijze. Vanzelfsprekend zal de firma INSTRUCON INSTRUMENTS (Bierbrouwersweg 23; 3449 HW Woerden; telefoon 03480-22952) bereid zijn nadere informatie te verschaffen.



Voorbeeld van een proefmatrijs met het te spuiten onderdeel. De kamer waar de pijl bij staat is na het spuitgieten ingefreesd.

Her en Der

Privé-TV in vliegtuigen

De tijd dat vliegen een avontuur was ligt reeds ver achter ons. Steeds vaker is het vliegtuig het transportmiddel voor reizen in Europa en daarbuiten.
Door de beperkte ontspanningsmogelijkheden en ruimte, zelfs in een moderne Jumbojet, slaat de verveling echter snel toe.
Op langere vluchten trachten de luchtvaartmaatschappijen door het verzorgen van muziekprogramma's afleiding te bieden. De passagier kan zijn eigen favoriete muziek kiezen zonder zijn medereiziger te storen. Ook worden wel videofilms vertoond op centrale aan het plafond opgehangen monitoren en grote schermen. Dit heeft echter zijn beperkingen daar programmakeuze niet tot de mogelijkheden behoort, het tijdstip van vertoning niet door de passagier maar door de bemanning wordt bepaald en de cabine verduisterd dient te worden.

AIRVISION, een dochter van Philips, heeft met de introductie van zijn systeem met dezelfde naam AIRVISION (bestaande uit hardware, programmering en technische support) het mogelijk gemaakt, dat iedere passagier zijn keuze kan maken uit minimaal zes video- en vele audioprogramma's met FM-stereokwaliteit.
Proeven bij luchtvaartmaatschappijen, waaronder Northwest, Alitalia, Quantas en British Airways leverden zeer lovende reacties van de passagiers op.
Inmiddels is het systeem in gebruik bij Virgin Atlantic in alle stoelen van acht jumbo's en bij Mexicano in twintig stoelen. Andere maatschappijen zullen volgen en met de KLM is een samenwerkingsovereenkomst getekend.

De belangstelling wereldwijd is zeer groot en het systeem lijkt hoge ogen te gooien.
Uitgebreidere systemen, waarbij hotelboekingen en het maken van reserveringen, etc. tijdens de reis mogelijk wordt, zijn reeds in ontwikkeling. Toepassing in de treinen van de toekomst (TGV) en luxueuze toeringcars behoort uiteraard ook tot de mogelijkheden.

De monitor (het gedeelte waarbij VIBA NV de laatste jaren van ontwikkeling het meest betrokken is geweest) heeft een LCD-beeldscherm dat, afhankelijk van de uitvoering, een doorsnede heeft tussen ca. 7,5 en 15 cm. In de first- en businesklasse worden deze met een console op de armleuning van de stoelen gemonteerd. In de rest van het vliegtuig gebeurt dit meestal in de rugleuning.
Om een snelle ombouw en inspectie van de monitor mogelijk te maken wordt hij met vier snelsluitingen gemonteerd. Deze onverliesbare sluitingen worden bediend door een 90 graden verdraaiing. Ze sluiten onder voorspanning en absoluut trillingsvast de monitor in de stoelleuning op; zie figuur 1.

Om snelle montage van het LCD-freem in de monitor mogelijk te maken werd door VIBA een speciale schroefdraadbevestiger ontwikkeld. De schroef is opgesloten in een houder van een voor de luchtvaart toegelaten kunststof. Deze samenstelling wordt eenvoudig in het gat gedrukt waarna zowel de schroef als de houder onverliesbaar zijn.
Tijdens de service is er geen risico dat de schroeven verloren gaan en de schroefkop heeft geen direct contact met het te monteren produkt; zie figuur 2.

Ingebouwde monitors met LCD-beeldscherm

De aluminium behuizing wordt voorzien van zelfponsende bussen. Deze hebben een schroefdraad en maken het mogelijk de printplaat spanningsvrij op een constante afstand van het huis te monteren; zie figuur 3.

Daar direct tappen van een sterke schroefdraad in het dunwandige aluminium huis niet mogelijk is, worden persmoeren gemonteerd om de diverse delen aan elkaar te koppelen. De moer wordt in een vooraf aangebracht gat geplaatst. Door het uitoefenen van een kracht op de moer zakt hij in het gat en vloeit het plaatmateriaal in een groef die vooraf in de moer is aangebracht. Daardoor ontstaat een goede duurzame schroefdraad; zie figuur 4.

In dit huis wordt ook een veermoer toegepast, die in dit geval op een aangespoten pen wordt gemonteerd. Door zijn ontwerp kan de moer eenvoudig worden gemonteerd maar komt, ook onder belasting, niet los.

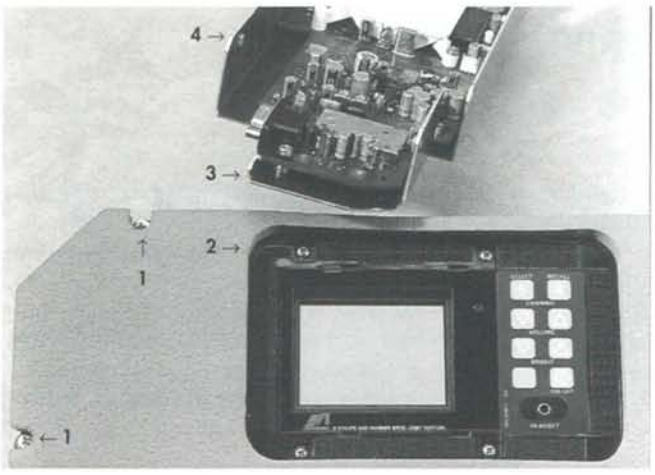
Toelichting

Kwartslagsluitingen

De in figuur 1 getoonde sluiting valt in de categorie van de kwartslagsluitingen. Dit type is ontworpen om afgesloten ruimten snel en eenvoudig toegankelijk te maken. Door de sluiting slechts een kwartslag te draaien komt deze los uit zijn gesloten stand; het zekeren geschiedt door weer een kwartslag te draaien.
De sluitingen zijn uitgevoerd met kruiskop, sleuf-, vleugel-, verzonken, kartel-, kunststof-, ster-, beugel- en zeskantkop. De nokken ervan kunnen worden geschroefd, geklonken of gelast.
Er bestaat een zeer grote verscheidenheid aan uitvoeringen in staal, roestvaststaal, aluminium- en zinklegeringen en kunststof. De belastbaarheid is afhankelijk van het ontwerp en varieert van 300 N tot 10.000 N.
De sluitingen zijn bestand tegen trillingen en schokken.

Zelfponsende moeren

Met het aanbrengen van een zelfponsende moer, figuur 3, in plaat of strip wordt in één beweging een gat geponst, de moer geplaatst en geborgd. Een voordeel is dat het plaatsen gelijktijdig



Deze foto van de monitor en zijn inwendige toont de speciale bevestigers 1-4 die in de tekst zijn behandeld.

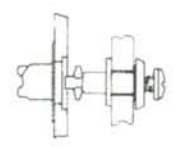
met een stans- of ponsbewerking kan geschieden. Uiteraard kan de moer ook in een aparte bewerking worden aangebracht. De standaard maximaal te verwerken materiaaldikte bedraagt 2 mm. Standaard te leveren maten zijn M2,5 t/m M10. Grotere plaatdikten en moeren in grotere draaddiameters zijn mogelijk.

Inslagmoeren en inslagschroeven

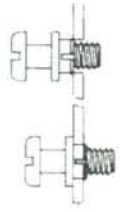
In het algemeen kan worden gesteld dat voor de toepassing van dit type moeren de plaat onbeperkt dik mag zijn. Wel moet het plaatmateriaal voldoende kneedbaar zijn (staal, aluminium, messing) om bij het indringen van de karteltanden in de daaronderliggende groef te vloeien.
Voordelen:

- de moer wordt aan één kant aangebracht en aan de kant waar de moer wordt belast steekt hij niet door de plaat;
- de inslagmoer is eenvoudig aan te brengen, ook in enkel fabricage, met een hamer of een handpersje,
- de weerstand tegen meedraaien is zeer hoog.

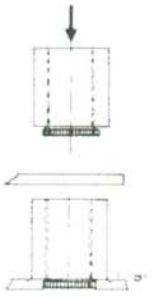
Naast de "inslagmoer" bestaat ook nog de "inslagschroef". De toepassing is iets moeilijker, omdat de ondersteuning van de plaat tijdens het inslaan of persen van de schroef ruimte moet laten voor het doorstekende draadeind.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

Figuur 4

Snelbevestigers

In het ontwerp van de "Privé-TV in vliegtuigen" zijn ook veermoeren toegepast. Deze vallen in de categorie snelbevestigers. De oorsprong van de snelbevestigers ligt bij het patent van de alom bekende drukknoop, die door de firma Raymond werd uitgevonden en nu nog steeds in vele variaties wordt geproduceerd. Hieruit zijn snelbevestigers ontwikkeld, waarvan de eerste afnemers de Duitse en Franse automobielindustrie waren. Onder de motorkap en in het interieur van de auto kunnen we veel bevestigers ontdekken: voor de bekabeling en leidingen, vloerbedekking, deurbekleding, enz.
Het basisprincipe is, dat ze in het algemeen zonder gereedschap en eenvoudig kunnen worden gemonteerd. Hiervoor volstaat meestal het aanbrengen van een gaatje, waarin ze worden gedrukt. Soms is zelfs dat niet eens nodig, omdat ze eenvoudig over de rand van een plaat of profiel kunnen worden geschoven en zichzelf borgen.

In grote lijnen onderscheiden we:
- plaatmoeren: clips van verenstaal, met aan één zijde een doorgedrukte schroefdraad, die door zijn verende werking de gemonteerde schroef over de volle 360° borgt tegen lostrillen;
- U-klemmen: clips in U-vormige uitvoering, aan de binnenzijde voorzien van weerhaakjes (één of tweezijdig); Veel toegepast voor het simpel vastzetten van filters of gaas.
- kabelklemmen;
- druk en spreidnagels (kunststofbevestigers);
- veermoeren (bijvoorbeeld voor het vastzetten van isolatiemateriaal);
- stoppen, tules, sierklemmen, enz.

Het bovenstaande geeft een goed beeld van de vele mogelijkheden die bestaan. De ontwikkeling gaat door en er komen steeds nieuwe, slimme en weldoordachte bevestigers bij.
Weliswaar zijn de gereedschapkosten voor het aanmaken van een speciale nog niet eerder gemaakte uitvoering hoog. Dit impliceert dat kleine series gezien deze hoge kosten over het algemeen niet verantwoord zijn. Het assortiment is echter zo groot (circa 15.000 verschillende snelbevestigers), dat men praktisch steeds op een bestaand produkt kan terugvallen.

Naschrift

Bevestigingsartikelen zijn een essentieel onderdeel van elk samengesteld produkt. De gewone schroeven, bouten en moeren kent iedereen, wat echter minder het geval is met speciale uitvoeringen daarvan en vooral het uitgebreide gebied van bevestigers. Deze zijn soms ook goed bruikbaar in de enkel- en kleinseriefabricage.
Vandaar dat het de redactie nuttig leek de toepassing van enkele uitvoeringen te tonen aan de hand van het bovenstaande artikel, dat hoofdzakelijk is gebaseerd op een publikatie van de heer Ch. van der Pas in Vibablad 25. In het artikel wordt enkele keren de naam VIBA genoemd, een firma die op dit terrein veel kan leveren, uitgebreide documentatie heeft en een grote monstervoorraad die in voorkomende gevallen beschikbaar kan worden gesteld (VIBA NV; Postbus 441, 2700 AK Zoetermeer; telefoon 079-418881).

Mechatronica

Adaptieve optiek: hedendaagse technologie geeft klassieke optica nieuwe impulsen

Frans Zuurveen

Van vormvast naar vormveranderlijk

Antonie van Leeuwenhoek was niet alleen een bekwaam bioloog maar ook een vaardig fijnmechanicus, die eigenhandig de microscopen vervaardigde waarmee hij vergrotingen tot misschien wel 500x wist te bereiken. Hij goot en sleep zelf zijn beroemde bolvormige miniatuurlensjes en ontwierp en maakte het bijbehorende mechaniek voor de instelling van de unieke lens die – objectief en oculair tegelijk – een voor die tijd perfect beeld opleverde. Zijn ontdekking in 1675 van het eencellige pantoffeldiertje – Paramecium Caudatum voor de liefhebbers – moet hem een echt Aha-Erlebnis hebben bezorgd.

Na Van Leeuwenhoek bleef het ontwerpen en maken van optische instrumenten lange tijd een puur empirische aangelegenheid. Pas in de negentiende eeuw gaf Ernst Abbe – wetenschapsman en sociaal bewogen grondlegger van de Carl Zeiss Stiftung – een wetenschappelijke basis aan de geometrische optica. Onder andere formuleerde hij zijn bekende sinusvoorwaarde, waaraan microscoopobjectieven dienen te voldoen. Curieus is dat samengestelde microscoopobjectieven die voor zijn tijd waren vervaardigd en door Abbe werden nagerekend, ook correspondeerden met zijn sinusvoorwaarde. Intuïtief waren zijn voorgangers blijkbaar tot hetzelfde resultaat gekomen.

Na Ernst Abbe's baanbrekende werk nam de bekwaamheid in de berekening en vervaardiging van optische systemen toe. Naast verschillende glassoorten met toegespitste optische eigenschappen werden ook kunststoffen als materiaal voor optische componenten toegepast. De ideale boloppervlakken die dienden als grondslag voor de optische berekeningen van Abbe, werden soms vervangen door niet-bolvormige begrenzingen van de componenten: in het groot in de geweldige spiegels voor astronomische telescopen, in het klein in de asferische optieken voor bij voorbeeld de aftastsystemen in Compact Disc-spelers. Laatstgenoemde toepassing, waarbij putjes kleiner dan een micrometer van een CD worden "gelezen", bracht geavanceerde fijnmechanica binnen het bereik van een groot publiek. Maar ondanks alle fijnmechanische en optische geavanceerdheid van mega-telescopen en micro-elektronica bleven optische componenten statisch: de vorm die ze van hun ontwerper hadden meegekregen, moest gedurende hun levensduur zo goed mogelijk behouden blijven.

In de laboratoria van de optische onderneming die in Jena groeide uit de inspanningen van Ernst Abbe, werkt heden ten dage een wetenschappelijk onderzoeker die het axioma van zijn beroemde voorganger dat optische componenten statisch van vorm moeten zijn, ter discussie heeft gesteld. Dr. Fritz Merkle – eerst werkzaam bij de Europese organisatie ESO (European Southern Observatory) in Garching bij München en recentelijk in dienst getreden van Carl Zeiss Jena GmbH – is een van de pioniers van adaptieve optiek: optische systemen met elementen die door terugkoppeling van vorm veranderen en zo afwijkingen corrigeren.

Het principe van adaptieve optiek werd al in 1953 door H.W. Babcock voorgesteld [1] maar de praktische bruikbaarheid werd pas in de herfst van 1989 aangetoond met de ESO-telescoop in de Haute Provence [2]. Afgezien van militaire toepassingen (in het Amerikaanse SDI-programma) ligt het civiele toepassingsgebied van adaptieve optiek voorlopig nog bij astronomische systemen, waar atmosferische storingen tot voor kort de belangrijkste beperking vormden voor het bereiken van het theoretisch haalbare oplossend vermogen. De enige remedie tegen zulke storingen leek het plaatsen van een telescoop in de ruimte, met alle praktische bezwaren van dien. Adaptieve optiek heeft het echter mogelijk gemaakt de invloed van atmosferische storingen voor een belangrijk deel te compenseren. Zo kunnen astronomische waarnemingen aan het aardoppervlak bijna even perfect worden als die verricht met een buitenaardse telescoop.

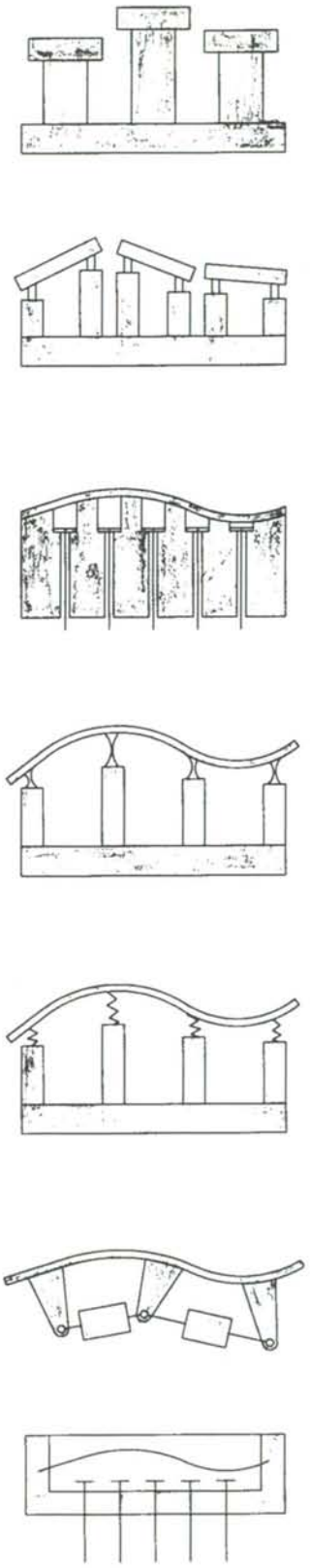
Adaptieve versus actieve optiek

Adaptieve optiek berust op het tijdsgetrouw ("in real time") corrigeren van fase-afwijkingen in het golffront: het systeem voegt een zodanige correctie toe dat de golffrontafwijking nagenoeg wordt opgeheven.

Adaptieve optiek wordt wel eens verward met "actieve optiek". In feite is actieve optiek een bijzondere vorm van adaptieve optiek. Bij actieve optiek worden alleen de afwijkingen binnen het optische systeem zelf gecorrigeerd, zoals vormveranderingen die veroorzaakt worden door zwaartekracht, temperatuurveranderingen en windkrachten. Bij adaptieve optiek worden de afwijkingen die ontstaan in de gehele lichtweg – niet alleen in de telescoop maar ook daarbuiten in de atmosfeer – gecorrigeerd.

Theoretische achtergronden

Het theoretische oplossend vermogen van een spiegeltelescoop is gedefinieerd als de ruimtehoek die behoort bij de straal van de eerste donkere ring van het diffractiebeeld (Airy-patroon) van een ster: $\alpha = 1{,}22\ \lambda/D$, waarin λ de golflengte van het licht en D de diameter van de opening van de telescoop is. Dat komt neer op een theoretische ruimtelijke resolutie van enkele honderdsten van een boogseconde, overeenkomend met de hoek die een object met een diameter van 0,1 mm op een afstand van één kilometer inneemt. (Ter vergelijking: de volle maan omspant aan de hemel een ruimtehoek van 1800 boogseconden.)



Figuur 1. Voorbeelden van deformeerbare spiegels: gesegmenteerde spiegels, dunne buigende spiegels en een spiegel die door elektrostatische krachten wordt vervormd.

In de praktijk van de waarnemingscondities aan het aardoppervlak kan de uitsluitend door buiging begrensde resolutie niet worden bereikt, omdat er atmosferische turbulenties optreden. De verstoring van de waarnemingscondities is een gevolg van de temperatuurafhankelijkheid van de brekingsindex. Zelfs bij de beste omstandigheden op de meest ideale plaatsen op aarde worden resoluties bereikt die niet hoger zijn dan 0,5 tot 1 boogseconde, omdat het theoretische Airy-diffractiepatroon overgaat in een veel breder gespreid profiel volgens een Gausse kromme.

De atmosferische verstoringen van het golffront dat een astromische spiegeltelescoop binnenkomt, kunnen worden beschreven als $\phi(r,t) - iA(r,t)$. Het reële deel $\phi(r,t)$ representeert de faseafwijking van het golffront. De desbetreffende invloed op de afbeeldingskwaliteit wordt aangeduid met het Engelse woord "seeing". "Seeing" is door een kleine telescoop of een binoculair waar te nemen als het "dansen" van sterren. Het imaginaire deel $A(r,t)$ is een maat voor de variatie van de intensiteit langs het apertuuroppervlak en wordt "scintillatie" genoemd. Het laatstgenoemde effect uit zich door het twinkelen van sterren aan de nachtelijke hemel.

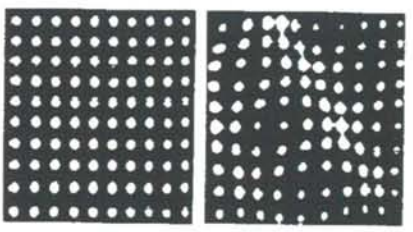
Een spiegel die van vorm verandert

Bij adaptieve optiek wordt de faseafwijking in het gedeformeerde golffront op verschillende plaatsen gemeten en onmiddellijk gecorrigeerd. Daarvoor is in de lichtweg van de telescoop een optisch element opgenomen dat de fase van het golffront lokaal kan beïnvloeden. Dat element is doorgaans een samengestelde spiegel waarvan de verschillende delen individueel van vorm kunnen veranderen. Figuur 1 laat daarvoor verschillende constructieve oplossingen zien. De verandering van het golffront die door een element van de spiegel plaatselijk teweeg wordt gebracht, is juist tegengesteld aan de faseafwijking die elders in het systeem is gemeten. Daardoor ontstaat er een teruggekoppeld regelsysteem.

Het corrigeren van de scintillatie – de imaginaire term van bovengenoemde formule – wordt op het ogenblik meestal achterwege gelaten, omdat dat absorberende elementen in de lichtweg zou vereisen, die plaatselijk de energie van de lichtbundel verminderen. Dat zou leiden tot lichtverliezen die bij astronomische toepassingen beslist ongewenst zijn.

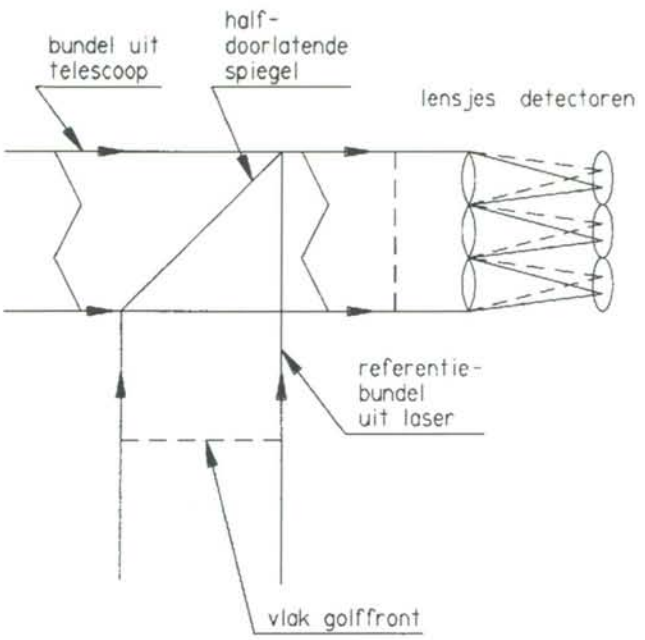
De golffrontsensor

Het is niet mogelijk rechtstreeks de fase van een optisch golffront te meten, daar daarvoor geen detectoren bekend zijn. Daarom maakt men gebruik van detectoren die plaatselijk de hellingshoek van het gedeformeerde golffront meten. De methode is een modificatie van de zogenaamde Hartmann-test voor telescoopspiegels. Daarbij wordt het spiegeloppervlak afgedekt door een scherm met gaten in een regelmatig patroon. Indien de spiegel perfect van vorm is, laat een fotografische plaat die op enige afstand van het focus loodrecht op de optische as wordt geplaatst, bij het waarnemen van een ster een regelmatig patroon zien. Afwijkingen manifesteren zich als aberraties in het patroon (zie figuur 2) en kunnen zo worden toegerekend aan een bepaald deel van het spiegeloppervlak.



Figuur 2. Resultaten van de Hartmann-test voor het meten van de geometrie van telescoopspiegels. Links bij een ideale vorm, rechts bij een vormafwijking.

De golffrontsensor die bij adaptieve optiek wordt toegepast, is de van de Hartmann-test afgeleide Shack-Hartmann-sensor, zie figuur 3. Het golffront wordt daarbij verdeeld in een aantal gebieden. Het van ieder gebied afkomstige licht wordt gefocusseerd door een bijbehorend miniatuurlensje. Een referentiebundel die gegenereerd wordt door een laser en derhalve nagenoeg geen golffrontafwijkingen vertoont, wordt via een halfdoorlatende spiegel eveneens op de verzameling lensjes geworpen. Ieder lensje levert daarom een



Figuur 3. Schematische tekening van een Shack-Hartmann-sensor. Links een gedeformeerd golffront, onder een ideaal golffront, zoals dat wordt gegenereerd door een referentielaser. Een verzameling lensjes (rechts) focusseert beide bundels op een verzameling detectoren. De afstand van de twee puntvormige afbeeldingen achter ieder lensje is een maat voor de plaatselijke helling van het gedeformeerde golffront.

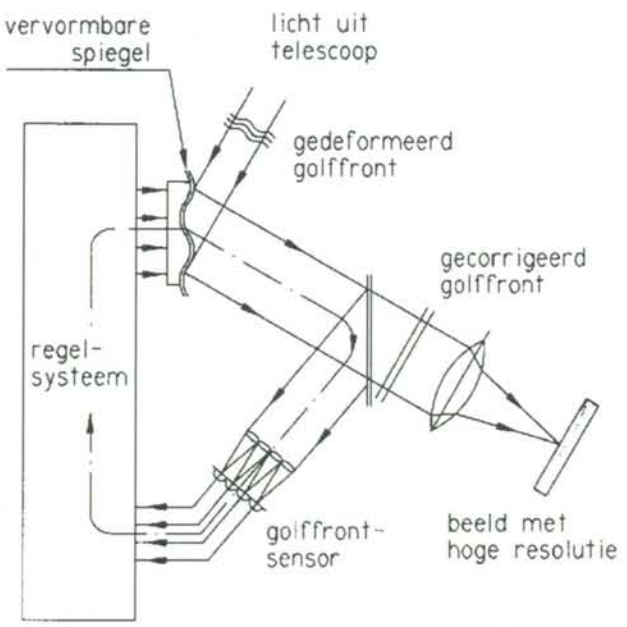
tweetal puntvormige beelden: een beeld in het centrum afkomstig van de laser en een beeld ernaast afkomstig van het te detecteren deel van het golffront. De afstand van beide beelden is een maat voor de plaatselijke hellingshoek van het golffront. Halfgeleiderdetectoren meten achter ieder lensje de afstand van de twee beelden. Met behulp van alle meetresultaten kunnen de afwijkingen van het golffront in kaart worden gebracht.

De regelende computer

De meetresultaten van de Shack-Hartmann-sensor worden door de besturingscomputer omgerekend in de momentane vorm van het golffront. Vervolgens wordt daaruit de grootte van het elektrische signaal berekend dat aan ieder element van de vervormbare spiegel moet worden toegevoerd om de juiste compensatie te verkrijgen. Dat alles moet met een zodanige snelheid – in dit geval 100 Hz – gebeuren dat het regelsysteem zich "quasi-real-time" gedraagt.

Dat voor deze rekenoperaties een geweldige computercapaciteit is vereist, wordt duidelijk als men bedenkt dat het 100 keer per seconde uitlezen van de afzonderlijke detectoren van de Shack-Hartmann-sensor een serieel proces is. Het berekenen van de vorm van het golffront en daaruit de buigingsvorm van de spiegel en de noodzakelijke verplaatsingen van de actuatoren is daarentegen een gecompliceerd matrixproces. De rekencapaciteit en het opstellen van geschikte rekenalgoritmen vormen op het ogenblik nog de "bottle-necks" van adaptieve optiek.

Figuur 4 laat schematisch zien hoe de vervormbare spiegel, de golffrontsensor en het regelsysteem samenwerken en zo een telescoopbeeld opleveren dat een hogere resolutie vertoont dan dat van een niet-adaptieve telescoop.



Figuur 4. Principe van adaptieve optiek. De door de golffrontsensor (onder) gemeten lokale afwijkingen van het golffront worden via een terugkoppellus (links) doorgegeven aan de vervormbare spiegel (boven). Het resultaat is dat de afwijkingen van het golffront worden gecorrigeerd, zodat de lens (rechts) een perfecte afbeelding maakt, waarvan de resolutie in principe alleen door buiging wordt begrensd.

Praktische resultaten

De ESO heeft eind van de jaren tachtig in samenwerking met het Observatoire de Paris (ONERA) en het Franse bedrijf Laserdot een prototype gebouwd van een astronomische telescoop met een vervormbare spiegel met negentien piëzo-elektrische actuatoren die ieder plaatselijk de spiegel over ± 7,5 μm kunnen vervormen. Het bijbehorende adaptieve optische systeem heeft een Shack-Hartmann-sensor met een patroon van 5×5 miniatuurlensjes voor het meten van de lokale hellingshoeken van het golffront.

In september 1989 is dit systeem gecombineerd met de 1,52m-telescoop van het observatorium in de Haute Provence. Daarmee zijn de eerste astronomische beelden verkregen met correctie van de atmosferische storing door middel van adaptieve optiek. Daarbij werd gewerkt in het infrarode gebied bij een golflengte van 2,2 μm.

In april 1990 is het regelsysteem overgebracht naar de 3,6m-telescoop van de ESO op de berg La Silla in Chili. Het systeem corrigeert atmosferische storingen van 1 boogseconde voor golf-

lengten van 3,5 µm en groter, en dat voor astronomische objecten van grootte 11,5 of grotere helderheid. Zwakkere objecten kunnen worden waargenomen als er zich een object met grotere helderheid in de buurt bevindt. Figuur 5 toont fraaie opnamen van de dubbelster HR 6658 bij een golflengte van 3,5 µm, zonder en met correctie van de atmosferische storingen. Zonder correctie zijn de twee sterren niet separaat waarneembaar.

Het prototype in Chili dient als voorstudie-object voor de ontwikkeling van de VLT (Very Large Telescope) door de ESO, die zal bestaan uit vier gekoppelde telescopen met ieder een opening van 8 m. Iedere telescoop zal een adaptieve optiek hebben met een vervormbare spiegel met 250 actuatoren. De eerste 8m-telescoop zal circa 1996 worden opgesteld, waarna de andere successievelijk zullen volgen.

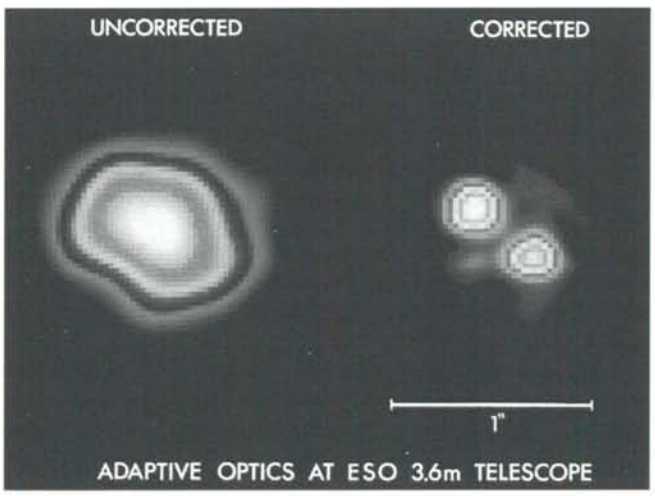
Het waarnemen van de zon

Interessant is ook de toepassing van adaptieve optiek in een coronagraaf [3]. Met een dergelijk instrument is het mogelijk de zonnecorona waar te nemen zonder dat er een zonsverduistering nodig is, omdat het zonlicht afkomstig van de eigenlijke zonneschijf via een centrale spiegel buiten het instrument wordt gebracht. De eerste coronagraaf werd in 1934 gebouwd door B. Lyot voor zonnewaarnemingen. Sindsdien wordt het instrument ook gebruikt om lichtzwakke objecten rondom heldere sterren waar te nemen.

Het Center for Astrophysical Sciences van de John Hopkins universiteit in Baltimore in de Verenigde Staten heeft een coronagraaf met adaptieve optiek gebouwd om verschijnselen rondom sterren waar te nemen zonder resolutiebegrenzende verstoringen door de aardatmosfeer. De huidige opstelling is nog eenvoudig uitgerust met een CCD-sensor (CCD: Charge-Coupled Device) met vier kwadranten en een piëzo-elektrisch bediende, kantelbare spiegel. Op de CCD-sensor wordt de ster afgebeeld waarvan men de omgeving wenst te onderzoeken. Kanteling van het golffront door luchtturbulenties manifesteert zich door verplaatsing van de sterafbeelding op de sensor, waarna de stand van de spiegel wordt gecorrigeerd en de afbeelding weer naar het hart van de sensor terugkeert.

Het is de bedoeling de kantelbare spiegel in een later stadium te vervangen door een vervormbare spiegel. Maar ook in deze eenvoudige uitvoering van de adaptieve optiek is er al een aanzienlijke verbetering bereikt van de ruimtelijke resolutie en het contrast van de coronagrafische beelden.

Een andere toepassing van adaptieve optiek bij het waarnemen van de zon is die in de 76cm-telescoop van Sacramento Peak [4]. Het gaat daarbij om het bestuderen van de invloed van het magnetisch veld van de zon op de zonneatmosfeer, met name op zonnevlekken. Er is gebruik gemaakt van een uit negentien segmenten opgebouwde vervormbare spiegel in honingraatvorm. Ieder segment kan door middel van een drietal piëzo-elektrische actuatoren zowel worden gekanteld als loodrecht op zijn eigen vlak worden verplaatst. De bewegingen van de actuatoren worden gestuurd door een regelsysteem met als ingang de meting van de afwijking van het golffront door middel van een golffrontsensor, eveneens in honingraatvorm en met negentien detectoren.



Figuur 5. Resultaten van adaptieve optiek bij de 3,6m-telescoop van ESO in Chili. Zonder adaptieve optiek (links) vloeien de twee beelden van de dubbelster HR 6658 samen. Met adaptieve optiek worden ze gescheiden waargenomen. De maataanduiding behoort bij een ruimtehoek van slechts één boogseconde.

Ten slotte

Telescopen met adaptieve optiek vormen een kostenbesparend alternatief voor telescopen in de ruimte. Begrenzingen liggen bij de nauwkeurigheid van de meting van het gestoorde golffront en de tijdvertraging tussen meting en correctie. Bovendien blijkt het moeilijk bij lichtzwakke objecten een geschikte referentiester in de buurt te vinden. Desondanks biedt adaptieve optiek met nog meer sensorelementen en nog grotere rekencapaciteit van de regelende computer uitzicht op astronomische waarnemingen waarin de effecten van de aardatmosfeer nagenoeg geheel zijn geëlimineerd.

Vooralsnog lijkt de toepassing van adaptieve optiek beperkt te blijven tot astronomische instrumenten. Begrijpelijk, want in zulke instrumenten wordt gewerkt met spiegels van aanzienlijke afmetingen. Maar misschien leidt de miniaturisatie die in de elektronica zulke vèrstrekkende gevolgen heeft gehad, in de optica nog eens tot microscopen waarin thermische effecten en trillingen worden gecompenseerd door adaptieve optiek. Daaraan hebben noch Antonie van Leeuwenhoek noch Ernst Abbe in hun stoutste dromen durven denken.

Literatuur

[1] J.H. Hardy, Proc. IEEE 66, 651 (1978).

[2] F. Merkle, Adaptive Optik, Physik in unserer Zeit 22, 260-266 (1991).

[3] D.A. Golimowski, M. Clampin, S.T. Durrance en R.H. Barkhouser, High-resolution ground-based coronagraphy using image-motion compensation, Applied Optics 31, 4405-4415 (1992).

[4] D.S. Acton en R.C. Smithson, Solar imaging with a segmented adaptive mirror, Applied Optics 31, 3161-3169 (1992).

Een luchtgelagerde precisiespil

Ir. J.M. Deurwaarder

In overleg met Hembrug B.V. te Haarlem is onder verantwoording van Philips Machinefabriek Acht een luchtgelagerde hoofdspil ontworpen en gebouwd voor de Hembrug ultraprecisiedraaimachine, zie figuur 1. Met een diamantbeitel kunnen op deze machine computerdisks worden nagedraaid met een vlakheid beter dan 100 nm. Het produktietempo bedraagt 1 - 3 disks per minuut en de spil is daarbij bestand tegen continubedrijf (3 ploegen, 24 uur per dag).

Om tot deze prestatie te kunnen komen, heeft Hembrug de volgende specificatie voor de spil opgesteld:

- radiale stijfheid > 230 N/µm
- axiale stijfheid > 460 N/µm
- rondloopnauwkeurigheid, zowel radiaal als axiaal ≤ 0,05 µm
- kantelfout < 0,3 boogseconde
- bedrijfstoerental 6000 min^{-1}
- start/stop-tijd < 4 seconden

Bij het opstellen is vanzelfsprekend rekening gehouden met de haalbare eigenschappen en toleranties van de overige onderdelen van de machine.

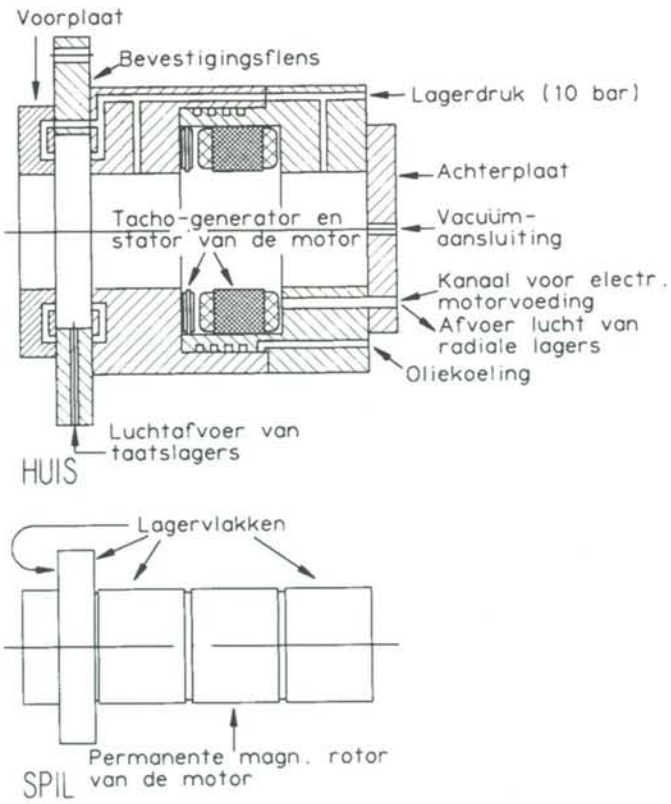
Naast deze specificaties die direct voortkomen uit de eisen aan het produkt, komen een aantal eisen die samenhangen met het bewerkingsproces en de omgeving, zoals:

- relatief korte produktiecyclus, variërend van 20 tot 60 seconden, met de daaruit voortvloeiende discontinue mechanische en thermische belasting;
- snel wisselen van werkstukken maakt een vacuümspanmiddel wenselijk;
- produkten moeten op de machine gereinigd kunnen worden;
- de spil moet, met behoud van precisie, bestand zijn tegen continu-bedrijf.

Figuur 1. Hembrug ultraprecisie-draaimachine (type Mini Mikroturn) met aerostatisch gelagerde hoofdspil, hydrostatische dwarsslede en vaste kop met een basis van natuurgraniet. Er is een 5,25" hard disk op de hoofdspil gespannen met behulp van een vacuüm-spanmal.

Het concept

De spil is schematisch weergegeven in figuur 2. Figuur 3 toont spil en huis voor montage. Zij wordt met behulp van een bevestigingsflens in horizontale stand gemonteerd in een vaste kop van natuurgraniet die de basis van de uiteindelijke bewerkingsmachine vormt en waarop ook de overige onderdelen zijn bevestigd. Het taatslager is aan de voorzijde van de spil geplaatst, waar zich ook de bevestigingsflens van het spilhuis bevindt. Op deze wijze worden zowel een hoge axiale stijfheid, een geringe thermische groei in axiale richting als ook een zeer goede kantelstijfheid verkregen. Bovendien is een stabiele bevestiging in de vaste kop eenvoudig mogelijk. Om de gewenste stijfheden te bereiken, zijn de beide radiale lagers op enige afstand uit elkaar geplaatst. Zo ontstaat bovendien ruim-



Figuur 2. Schematische tekening van spil en spilhuis.

te om een geïntegreerde aandrijfmotor met geringe massatraagheid tussen deze lagers te kunnen plaatsen.

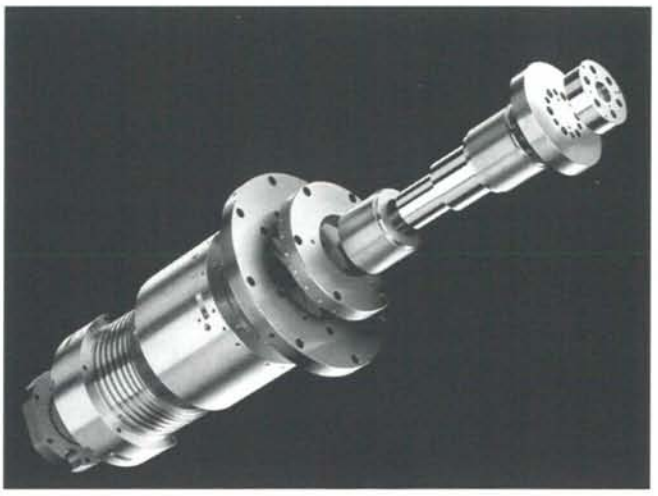
De lagers

Zowel voor de axiale als de radiale lagering is gekozen voor luchtlagers. Deze leveren, vergeleken met alle andere lagertypen, zeer goede rondloopeigenschappen, gecombineerd met verwaarloosbaar onderhoud en een uiterst lage wrijving (hetgeen van belang is in verband met het start/stop-bedrijf in hoog tempo). De lagers zijn aerostatisch, dat wil zeggen zij worden voorzien van uitwendige druk, door middel van speciaal gedroogde en gefilterde perslucht (filters met een maaswijdte 0,01 µm; luchtdruk 10 bar). Op deze wijze is er ook tijdens het verwisselen van produkten het nodige draagvermogen. Door een adequate keuze van de uitvoering en de dimensionering van de lagers zijn de gevraagde stijfheden zonder problemen te bereiken. Bij de dimensionering is gestreefd naar geringe diameters, om een lage massatraagheid te verkrijgen (wederom in verband met het start/stop-bedrijf). Voor de radiale en axiale lagering zijn verschillende typen luchtlagers gekozen. De radiale lagers zijn uitgevoerd als een combinatie van gaatjeslagers en conische-spleetlagers van een door het Philips Natuurkundig Laboratorium ontwikkeld type met zeer goede rondloopnauwkeurigheid en stijfheid. De perslucht wordt aangevoerd door een aantal over de lageromtrek verdeelde gaatjes ter plaatse van de grootste hoogte van de lagerspleet. De axiale lagers zijn van het conventionele inherent-gecompenseerde type.

De motor

De spil wordt aangedreven door een geïntegreerde borstelloze gelijkstroommotor met permanent-magnetische rotor.

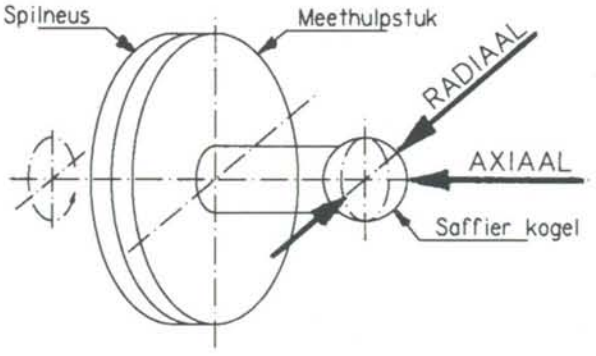
Deze "direct-drive" kan op simpele wijze de benodigde piekkoppels leveren die voor de korte start- en stoptijden nodig zijn, zonder dat een overbrenging nodig is, die energie dissipatie geeft of verstoring van de rondloop. De borstelloze motor is onderhoudsvrij en kan daarom zonder bezwaar worden geplaatst op de mechanisch gunstige plaats: tussen de radiale lagers. Dit vermijdt de noodzaak van een afzonderlijke motorlagering met de daaruit voortkomende risico's van een minder goede rondloopnauwkeurigheid. Wel is er nu een koeling nodig om de elektrische verliezen in de van het spilhuis ingebouwde statorwikkelingen af te voeren. De permanent magnetische rotor vormt een integraal onderdeel van de spil zelf. Door de keuze van een gelijkstroommotor met een tachometer-wikkeling in de stator, ten behoeve van de commutatie, is een relatief eenvoudige elektronische motorregeling mogelijk. En ten slotte, zeker niet het geringste voordeel van de gekozen aandrijving: door het ontbreken van zowel borstels als overbrenging en motorlagers vervalt veel periodiek onderhoud en de daarmee verbonden kostbare stilstand.



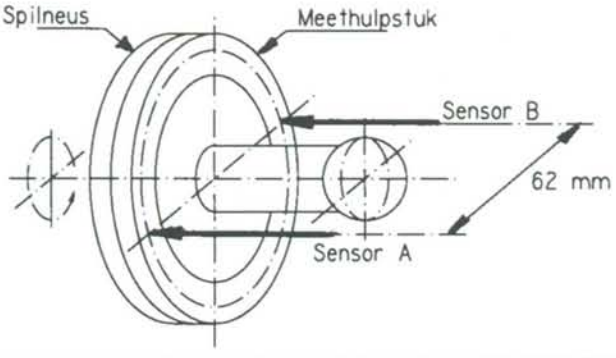
Figuur 3. De stalen spil met bronzen huis voor montage.

Enige mechanische details

Bij de ontwerpberekeningen is gekeken naar de stijfheden, alsook naar start/stop-tijd, mechanische resonanties en het thermisch gedrag van de



Figuur 4. Meting van de rondloopnauwkeurigheid (radiaal en axiaal).

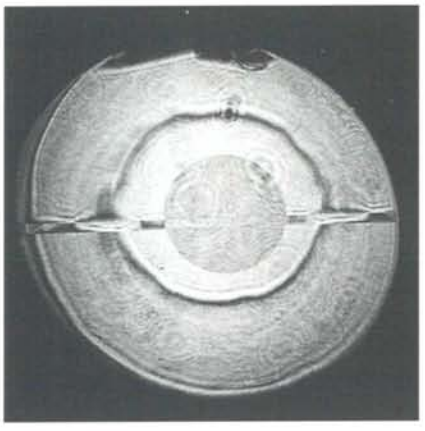


Figuur 5. Meting van de kantelfout.

spil. Op basis van deze berekeningen konden de volgende maten voor de spil worden vastgelegd: diameter van de spil 75 mm, lengte 470 mm, taatslagerdiameter 120 mm en de lengte van elk der beide radiale lagers 60 mm.
Het spilhuis is van brons, de spil van staal, zodat ook bij wegvallen van de lagerdruk, tijdens langer durende stilstand, geen adhesie tussen beide delen optreedt. Het huis is, zoals de tekening laat zien, uit twee helften samengesteld om de statorwikkelingen van de motor te kunnen monteren en ook om de koelkanalen rond deze stator eenvoudig te kunnen realiseren. Na assemblage van beide helften zijn de lagervlakken in het spilhuis nagedraaid op de uiteindelijk gewenste diameter. Hierbij was de keuze van goed bewerkbaar lagerbrons als materiaal voor het huis van belang. Alle benodigde aansluitingen (motorvoeding, lagerlucht, koelolie en vacuüm voor de spanplaat) zijn aan de achterzijde van het spilhuis geplaatst om hinder tijdens bedrijf en risico van beschadigen zoveel mogelijk te vermijden. De vacuümleiding ten behoeve van de opspanmal op de spilneus loopt centraal door de spil. Een zeer nauwe spleet vormt een onderhoudsvrije roterende vacuümdoorvoer naar de spil.

Metingen en praktische beproeving

Na montage van de spil in het huis is de spil dynamisch gebalanceerd bij een lagerdruk van 10 bar en een toerental van 6000 min^{-1}. Hierbij zijn correctiemassa's op de eindvlakken van de spil aangebracht. De daarna nog aanwezige restonbalans bedraagt minder dan 0,002 g mm per kg spilgewicht. Tijdens het balanceren werden start/stop-tijden van minder dan vier seconden gemeten, verder bleek het maximum toerental 7500 min^{-1} te bedragen.
Meting van de stijfheid der lagers is uitgevoerd door de vakgroep Werktuigbouwkunde, Produktietechnologie en Automatisering van de Technische Universiteit Eindhoven. Voor deze metingen, zowel radiaal als axiaal, werd de spil met een excitatiehamer aangestoten. Geschikt geplaatste versnellingsopnemers registreerden de responsies van de spil en het huis. Door Fouriertransformatie konden uit deze signalen de eigenfrequenties van de spil in beide richtingen worden bepaald. Door nu de spil op zijn lagers op te vatten als een simpel massa-veersysteem, zijn hieruit de stijfheden berekend. Bij een toevoerdruk op de lagers van 10 bar is op deze manier voor de stijfheden gevonden: radiaal 232 N/µm, axiaal 453 N/µm.
Temperatuurmetingen aan de koelleidingen, het huis en de spil, lieten zien dat de temperaturen zich reeds na zo'n drie minuten stabiliseren op ca. 3°C boven de omgevingstemperatuur.
Voor het meten van de rondloopnauwkeurigheid en de axiale slag werd een meethulpstuk op de spil gespannen waarop een saffierkogel met een maximale rondheidsafwijking van 0,04 µm, zie figuur 4. Met optische tasters vergelijkbaar met de Autofocussensor beschreven in Mikroniek no. 2 van 1992, werden radiale en axiale spilbewegingen gemeten. Bij een lagerdruk van 10 bar en toerental 6000 min^{-1} lagen deze binnen de gespecificeerde 0,05 µm.
Vervolgens werd het meethulpstuk over circa 10 mm breedte vlakgedraaid met een diamantbeitel. Door nu met twee diametraal geplaatste optische tasters de slag van deze baan te meten (zie figuur 5), kon worden vastgesteld dat de kantelfout (taatsfout) van de spil niet meer dan 0,035 boogseconden bedroeg.



Figuur 6. Bepaling van de vlakheid van een proefstuk. Elke ring in het getoonde interferentiepatroon correspondeert met 0,3 µm hoogteverschil.

Proefprodukt

Tot slot zijn op de spil proefvlakken gedraaid van brons, messing en aluminium. Hierbij werd een diamantbeitel gebruikt en de aanzetsnelheid bedroeg 2 mm/min bij een toerental 6000 min^{-1}. Het met een laserinterferometer opgenomen vlakheidsdiagram van een van de proefvlakken is getoond in figuur 6. Doordat spil en beitelslede niet volledig haaks ten opzichte van elkaar waren uitgericht, is – zoals te zien – een enigszins conisch vlak verkregen.

Het hier beschreven ontwerp kwam tot stand danzij de medewerking van P. Knol en D. Szepesi van Hembrug B.V., en P. Merkelbach en H.F.M. Weytens van de Nederlandse Philips Bedrijven B.V.

De Philips Machinefabrieken vervaardigen mechanische componenten voor produktiemachines. Ook worden er -doorgaans gespecialiseerde- bewerkingen uitgevoerd aan onderdelen voor bepaalde produkten. Tot deze laatste activiteiten behoort het uitvoeren van micron en sub-micron bewerkingen in de Machinefabriek Acht. De speciale precisiemachines voor deze bewerkingen zijn doorgaans moeilijk commercieel verkrijgbaar en moeten daarom in eigen huis worden ontworpen en vervaardigd.
Een voorbeeld hiervan is een machine voor sub-micron draai- en slijpbewerkingen met een luchtgelagerde hoofdspil. Op basis van het aanvankelijk voor eigen gebruik opgestelde concept zijn volgens specificatie van Hembrug B.V. spillen gebouwd ten behoeve van machines voor het nadraaien van het oppervlak van geheugenschijven voor computers (hard disks) en VCR-onderdelen. Het eerste exemplaar van deze serie wordt hier beschreven. De ermee uitgeruste machine voldoet ruimschoots aan de gestelde eisen: het onder produktieomstandigheden vóór- en nadraaien van disks met een vlakheid beter dan 100 nm en een oppervlaktenauwkeurigheid beter dan 10 nm.

MACHINEFABRIEK ACHT

Machinefabriek Acht

De Machinefabriek Acht is gespecialiseerd in het binnen nauwe toleranties vervaardigen van hoogwaardige onderdelen en samenstellingen voor professionele toepassingen. Daarbij gaat het om wetenschappelijke, medische en industriële apparatuur en produkten voor de lucht- en ruimtevaart. De Machinefabriek Acht beoogt meer te zijn dan een toeleverancier. Wij presenteren ons ook nadrukkelijk als meedenker en co-maker.

Machinale precisiebewerkingen met diamantgereedschap

De Machinefabriek Acht beschikt over een afdeling voor machinale precisiebewerkingen met diamantgereedschap en een stofarme montageruimte. Deze afdeling produceert onderdelen die binnen de volgende categorieën vallen:

- zeer fijne oppervlakteruwheid: $R_a < 10$ nm, reflectiefactor > 85%, λ 633 nm;
- maattoleranties in het micron-gebied;
- vorm- en plaatstoleranties in het submicron-gebied: produktafhankelijk tot $\lambda/10$, λ 633 nm;
- alle mogelijke combinaties binnen die drie waardegebieden.

Toepassingen

De produkten worden in de meest uiteenlopende sectoren toegepast.
Een paar voorbeelden:

- onderdelen voor spiegels vanaf het zichtbare spectrum tot ver in het infrarood, voor bijvoorbeeld polygonen en scanningspiegels;
- onderdelen voor luchtlagers, bijvoorbeeld voor spillen en lineaire sleden;
- monturen voor lenzen;
- moedermodellen voor o.a. fresnellenzen;
- rotatie-symmetrische profielen, bijvoorbeeld voor het vervaardigen van geprofileerde diamantslijpschijven;
- radar-golfgeleiders;
- ramen voor vliegtuigcabines.

Samenwerking

Onze gehele organisatie is erop afgestemd om, in samenwerking met onze klanten, oplossingen uit te werken en ingewikkelde produkten en samenstellingen te verwezenlijken.
Dankzij onze ruim 25-jarige ervaring in machinale precisie-bewerkingen met diamantgereedschap kunnen wij een zeer specifiek advies geven op het gebied van:

- produktontwerp;
- produktontwikkeling;
- produktnauwkeurigheid.

Complete verwerking

Een goed resultaat vereist een goede aanpak. Daarom bereiden wij elk project zorgvuldig voor en werken wij systematisch naar een perfect eindresultaat toe. Denk daarbij aan de keuze van de referentievlakken, de vorm- en plaatstoleranties, de maattoleranties, de toegevoegde materialen en de warmtebehandelingen. Kortom, allemaal goede redenen om niet slechts de eindafwerking, maar een opdracht in zijn geheel aan te pakken.

Gereedschappen

Bij de produktie heeft men vaak speciaal gereedschap nodig. Het ontwerpen en produceren van dat gereedschap is ook een van onze activiteiten.

Machinepark

Onze frees- en draaibanken zijn van een hoge nauwkeurigheid en beschikken over hydrostatische of aerostatische lagers. De CNC draaibanken hebben een nauwkeurigheid van 0,1 of 0,01 micron en zijn in nauwe samenwerking met het Philips onderzoekslaboratorium ontworpen en gebouwd. Wij hebben zelf een verdeeltafel ontworpen en vervaardigd met een nauwkeurigheid van 0,5 boogseconden. Nieuwe ontwikkelingen worden op de voet gevolgd of in overleg met onze leveranciers uitgewerkt.

Snijgereedschap

In de meeste gevallen bewerken wij deze produkten met monokristallijn diamant-snijgereedschap. Professional Diamond Tools in Valkenswaard ontwikkelt zowel het monokristallijne en polykristallijne diamant-gereedschap als het CBN-gereedschap. Dankzij een nauwe samenwerking met dit bedrijf kunnen we zeer snel reageren en blijven we op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen.

Verwerkte materialen

Wij maken onderscheid tussen de gewone staalsoorten, die met CBN-gereedschap kunnen worden bewerkt, en de materialen waarvoor diamantgereedschap wordt gebruikt, zoals aluminium, messing, brons, koper, PMMA, Polycarbonaat en germanium.

Ontwikkeling

De Machinefabriek Acht beschikt over een aantal eigen ontwikkelingsmogelijkheden, maar heeft ook toegang tot de vrijwel onbegrensde know-how en ontwikkelcapaciteiten van andere Philips-afdelingen.

Philips Machinefabrieken Nederland B.V.
Machinefabriek Acht
Gebouw AK
Achtseweg Noord 5
Postbus 218
5600 MD Eindhoven
Nederland
Tel.: +31 40 766874
Fax: +31 40 766954

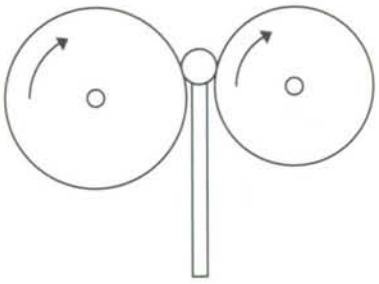
Philips Machinefabrieken

PHILIPS

PHILIPS

FIRMA CENTERLESS

Middenweg 145F - 1394 AH Nederhorst den Berg -
Telefoon 02945 - 4269 - Fax 02945 - 1751



- 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.

DENK NOU NIET DAT U MET UW HOOGGLANS- EN OPTISCH POLIJSTWERK BIJ ONS NIET WELKOM BENT

Polgron Optics and Polishing Techniques is de enige onderneming in Nederland die zelfstandig hoognauwkeurig polijstwerk verricht. Het polijsten van produkten met een oppervlakteruwheid van Ra 0,001 tot 0,002 micrometer en een vormnauwkeurigheid van 0,03 micrometer is met de door ons ontwikkelde techniek niet alleen haalbaar voor vlakke, maar zelfs voor sferische en a-sferische vormen. Die kunst laten we niet afkijken. Evenmin gunnen we u een blik op prototypes of matrijzen van de meest gerenommeerde bedrijven die bij ons op de werkbank kunnen staan. Wellicht voor u juist de verzekering dat uw opdracht bij Polgron in goede handen is.

P O L G R O N
OPTICS & POLISHING TECHNIQUES
Het grove onderscheid op 0,002 micrometer.

Zernikepark 2-4, 9747 AN Groningen, tel. 050-7457 58/fax 050-634596

INSTRUCON
INSTRUMENTS

Houdt zich bezig met het vervaardigen van prototypes, nulseries, proef- en zichtmodellen en het vervaardigen van precisie-onderdelen en instrumenten.

Deze zeer uitgebreide prototypeafdeling heeft een aantal unieke eigenschappen namelijk: een flexibele organisatie, goed geschoold personeel en een veelzijdigheid aan technieken.

Omdat er in veel prototypes veel kunststof onderdelen zitten, is het maken van deze onderdelen via Low Cost matrijzen een apart specialisme geworden.

Voordelen zijn:
- zeer geschikt voor aantallen tussen de 5 en 1000 stuks;
- grote materiaalvrijheid;
- grote produktvormvrijheid;
- ideaal voor nulseries;
- snelle levertijden.

INSTRUCON INSTRUMENTS BV
Postbus 441
3440 AK WOERDEN
Telefoon: 03480 – 22952

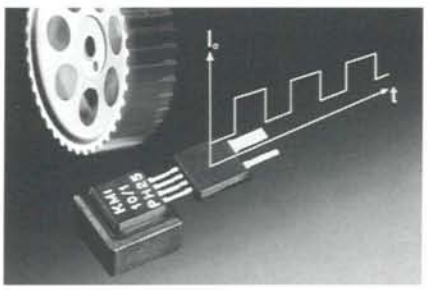
Bierbrouwersweg 23
3449 HW WOERDEN
Telefax: 03480 – 22951

Met adverteren in Mikroniek bereikt u de Fijnmechanische bedrijven en produkt-ontwikkelaars

Produktinfo

Toerentalsensor

Philips heeft de eerste, volledig geïntegreerde, contactloze toerentalsensor geïntroduceerd die geheel voldoet aan de eisen die de automobielbranche stelt.



Deze sensor is echter niet alleen geschikt voor toepassing bij auto's in antiblokkeer-, antislipsystemen en motorbesturing, maar ook voor toerentalregeling in de industrie.
Andere industriële toepassingen zijn ondermeer detectie van ferrometalen, naderingsdetectie en stroommeting. Door de compactheid van de sensorkop en het ontbreken van externe magneten is de sensor zelfs geschikt om te worden ingebouwd in kogel- en rollagers. Met twee sensoren kan zowel de snelheid als de draairichting worden bepaald, maar kan men ook snelheidsveranderingen nauwkeurig meten.
De belangrijkste kenmerken van de toerentalsensor KMI 10/1 zijn een grote meetnauwkeurigheid tot en met de snelheid nul, een goede respons bij afstanden tussen sensor en vertanding tot 2,5 mm en een zeer groot werktemperatuurgebied. De sensor detecteert vele soorten vertandingen, of een uitstekend roterend deel van ferrometaal, en is ongevoelig voor trillingen. De sensor meet frequenties van 0 tot 25 kHz.
De sensor heeft maar twee aansluitingen, waarop de voedingsspanning wordt aangelegd. De vertanding die de sensor passeert heeft tot gevolg dat de voedingsstroom pulseert, zodat deze bestaat uit een gelijkstroom van 7 mA waarop een blokvormige stroom van eveneens 7 mA is gesuperponeerd, met een frequentie gelijk aan het aantal gemeten tanden per seconde. Het voordeel van dit uitgangssignaal is dat het in hoge mate ongevoelig is voor elektromagnetische storingen en dat het op simpele wijze via een weerstand en een condensator aan een TTL-schakeling of een microcontroller ter verwerking kan worden aangeboden. Dit zijn ook de grote voordelen van deze sensor in vergelijking met inductieve sensoren, waarvan het uitgangssignaal geen constante amplitude heeft.
De sensor kan continu meten bij omgevingstemperaturen van -40 tot + 150°C en kan zelfs piektemperaturen tot 190°C verdragen.
De KMI 10/1 blijft dan ook werken bij kritieke veiligheidsproeven. De sensor moet worden gevoed met een spanning tussen 7,5 en 20 V en is beveiligd tegen langdurige kortsluiting.

Voor uitvoerige info:
Philips Nederland BV
Components en semiconductors
Technische publicatie SC016
Telefoon: 040 - 783749.

CAD/CAM pakket voor complexe vormen.

Voor het ontwerpen en vervaardigen van complex gevormde produkten is een CAD/CAM-systeem tegenwoordig een vereiste. Het produkt kan geheel eenduidig worden vastgelegd en gereproduceerd. Tijdens het ontwerpproces kunnen al zeer snel driedimensionale modellen worden vervaardigd door CNC frezen of via stereolithografie. Dergelijke modellen blijken zeer waardevol te zijn in de communicatie naar de opdrachtgever.

Hiervoor bestaat reeds het CAD/CAM-pakket SIPSURF van Delft Spline Systems dat de volgende eigenschappen heeft:
- draait op een gewone PC, onder MS-DOS;
  Aanschaffen van UNIX, waarvoor een systeembeheerder nodig is, is dus niet nodig.
- is financieel zeer aantrekkelijk;
- is eenvoudig te leren omdat het een zeer gespecialiseerd pakket is.

Door deze beperking is het zeer overzichtelijk, na enkele uren "spelen" kunnen de eerste freesfiles al worden gegenereerd; een eventuele cursus kan dan ook kort zijn.
Een nieuwe versie van SIPSURF, release 5.00, is uitgekomen. Deze heeft onder andere de volgende uitbreidingen:
- koppeling naar stereolithografie,
- veel nieuwe instelmogelijkheden voor NC-frezen,
- communicatie van de geometrie via DXF, IGES en VDAFS.

Voor uitvoerige info:
Delft Spline Systems
Postbus 2071
3500 GB Utrecht
Telefoon: 030 - 965957
Fax: 030 - 962292.

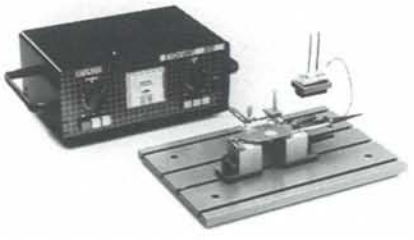
Ultrasone lasapparatuur

Geveke Machines heeft per januari j.l. de vertegenwoordiging van het Zwitserse bedrijf Telsonic verworven, dat ultrasone lasapparatuur fabriceert. Als verbindingsmethode voor thermoplasten heeft de ultrasone lastechniek zich inmiddels in de praktijk bewezen. Zowel voor de kwaliteit van het produkt als bij de produktie daarvan biedt deze techniek een groot aantal voordelen ten opzichte van conventionele lastechnieken. Zo hebben ultrasoon gelaste produkten een grote treksterkte en schone lasnaden. Tijdens het produktieproces zijn er korte verwerkingstijden, is er een zeer klein uitschotpercentage en een gering energieverbruik. Omdat tijdens het produktieproces geen toevoegingen nodig zijn, ontstaan bovendien geen schadelijke dampen.
Ultrasone lasapparatuur vindt toepassing in talrijke industrieën: automobielindustrie, elektronische industrie,

foto-, film- en optische industrie, kosmetische en medische industrie, verpakkingsindustrie, e.d.
Behalve voor het lassen van gespoten thermoplastische delen, wordt de ultrasone lastechniek ook gebruikt voor het nieten, omzetten, felsen en verzinken van metalen delen in thermoplastische kunststoffen. Telsonic levert zowel standaard lasapparaten als installaties op maat.

Voor uitvoerige info:
Geveke Machines
Business unit van Geveke Werktuigbouw bv
Postbus 820
1000 AV Amsterdam
Telefoon: 020 - 5 822 530
Fax: 020 - 6 861 604.

Hand-etsapparaat



Voor het merken van werkstukken en gereedschappen is sinds kort een praktisch hand-etsapparaat van het Duitse fabrikaat Östling in de handel.
Op alle voorkomende geleidende materialen kan worden gewerkt zonder deze ook maar enigszins te beschadigen. Iedere denkbare codering, code of merk kan in enkele seconden duidelijk worden aangebracht. Het maakt daarbij niet uit of te merken produkten groot, klein, vlak, bol, hol of gehard, gebruineerd, vernikkeld of verchroomd zijn. Diepetsen behoort ook tot de mogelijkheden. Door de handbediening is men zeer vrij in de keuze van de plaats van het merk. Het apparaat wordt geleverd in een handige koffer samen met de noodzakelijke toebehoren en hulpmaterialen.
Östling heeft een compleet programma van industriële merkmachines onder andere halfautomatische voor middelgrote en grote series en een speciale uitvoering voor toepassingen waarbij men extra hoge kwaliteitseisen stelt.

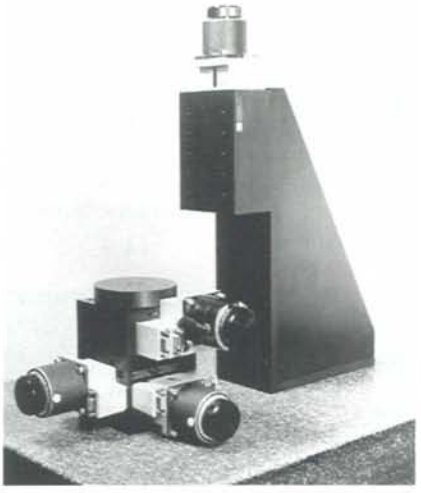
Voor uitvoerige info:
B.V. Technische Bureau Meininger
Postbus 743
2280 AS Rijswijk
Telefoon: 070 - 3401780
Fax: 070 - 3401602.

Universele laser-snijinstallatie

HAAS-LASER GmbH heeft voor de fijnmechanische industrie een lasersnijinstallatie LASMA 280P ontwikkeld voor het snijden van kleine produkten. De installatie is uitgevoerd met een 50 Watt Nd-Yag laser type LAY 50K.
Verschillende materialen kunnen hiermee worden gesneden zoals staal, aluminium, koper, maar ook zeer harde zoals keramiek en silicium zijn zonder problemen te bewerken.
De LASMA 280P is uitgevoerd met een CNC-besturing en kan eenvoudig aan een CAD systeem worden gekoppeld. De voordelen hiervan zijn:
- prototypen staan binnen enkele minuten na gereedkomen van de tekening ter beschikking;
- bedieningsvriendelijk;
- correcties van het produkt zijn in enkele minuten uitgevoerd;
- monsters en kleine series kunnen zonder problemen en economisch worden geproduceerd.

Voor uitvoerige info:
HAAS-LASER NEDERLAND
Telefoon: 01720 - 40 281
Fax: 01720 - 41 281.

Positioneersystemen en contactloos positiemeetsysteem



Naast verbeterde versies van bestaande positioneersystemen levert SPINDLER & HOYER ook geheel nieuw ontwikkelde lineaire steltafels, kruistafels in handbediende (schroefmaat) en motorgestuurde (stappenmotor en gelijkstroommotor) versies, met een nauwkeurigheid tot 1 µm.
De nieuwe rotatietafels, hoek- en prismatafels zijn geschikt voor zowel translaties als rotaties.
De motorgestuurde versies zijn met een eind- en nulschakelaar en encoders leverbaar.
De aansturing vindt plaats via een IBM-compatibel PC-insteekkaart of motorcontroller met RS232C-interface. Bij beide PC-aansturingen wordt emulatiesoftware meegeleverd en kunt u uw eigen programma's samenstellen. Naast de standaarduitvoeringen kunt u ook uw klantenspecifieke eisen kenbaar maken.
Het huidige leverprogramma is vastgelegd in een nieuwe brochure, die u op verzoek wordt toegezonden.

Contactloos positiemeetsysteem
Naast de HeliumNeon-gestabiliseerde laserinterferometer, type ZLI-150, levert SPINDLER & HOYER nu ook een goedkope versie, de LASERLINER.
Met dit meetsysteem kunt u gemakkelijk en nauwkeurig, contactloze rechtheids-, hoek- en vlakheidsmetingen uitvoeren aan bijvoorbeeld CNC-machines en oppervlakken.

De LASERLINER bestaat uit een stabiele diodelaser als lichtbron en een positiegevoelige detector met 1 µm-resolutie als ontvanger, die in twee dimensies gelijktijdig meet.
Het meetsysteem is compact, makkelijk te verplaatsen en werkt op zowel batterijen als het lichtnet.

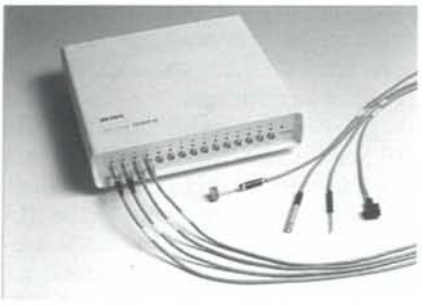
Voor uitvoerige info en het toezenden van de brochure:
RADIOMETER NEDERLAND B.V.
Lasers & Optics
Postbus 233
2700 AE Zoetermeer
Telefoon: 079 - 614 593
Fax: 079 - 614 599.

Keramische membranen toepasbaar tot 800°C

De firma F.M. Velterop B.V. levert de eerste keramische scheidingssystemen voor toepassing bij hoge temperaturen en aggressieve procesomstandigheden. De in samenwerking met de Universiteit Twente ontwikkelde "HT-modules" worden geleverd voor drie temperatuurgebieden: tot 350, tot 600 en tot 800 graden Celcius. Dit brengt toepassing van keramische membranen door de industrie onder handbereik.
Het leveringsprogramma loopt van een testcel voor materiaal-onderzoek aan keramische membranen tot aan een "turn key" systeem dat bij uitstek geschikt is voor procesontwikkeling op laboratoriumschaal. Naast de HT-modules levert Velterop daartoe ook de bijbehorende ovens, stromingsregelaars, temperatuurregelingen en computerbesturing. Behalve de testmodules zijn tevens grote uitvoeringen beschikbaar voor opschaling in pilot-plants en produktie-installaties. Velterop levert de modules met verschillende specifieke keramische membranen, zowel stofspecifiek als voor scheiding op basis van Knudsen diffusie. De modules kunnen echter ook voorzien worden van het door de afnemer gewenste membraan- of katalysatormateriaal. Toepassingen liggen onder andere in dehydrogenering, deNOx, partiële oxydatie en katalytische evenwichtsreacties.

Voor uitvoerige info:
F.M. Velterop B.V.
Oostdijk 41
1701 DC Heerhugowaard
Telefoon: 02207 – 42281
Fax: 02207 – 42172.

Zeer nauwkeurige temperatuurmeter



Carl Zeiss B.V. introduceert de Temp 10, een zeer nauwkeurige temperatuurmeter, waarmee temperatuurmetingen mogelijk zijn tussen de -20°C en +60°C met een resolutie van 1 mK. De meetonzekerheid van de opnemers is <10 mK. Voor de verschillende doeleinden zijn er dompel-, oppervlakte- en luchtopnemers beschikbaar. Door de korte reactietijd en de mogelijkheid om vijftien opnemers aan te sluiten en uit te lezen, zijn veranderende temperaturen in onder andere meetkamers, laboratoria en installaties snel en zeker registreerbaar. De Temp 10 is zeer goed inzetbaar in industriële meetlaboratoria, in de nanotechnologie, de chemie, biologie en de pharmacie.

Voor uitvoerige info:
Carl Zeiss B.V.
Afdeling IMT
Postbus 323
1390 AH Weesp
Telefoon: 02940 – 66660

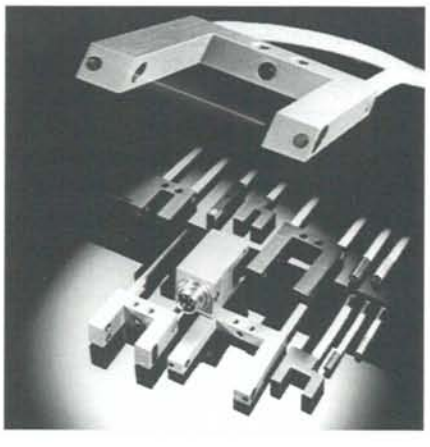
Positioneren, sturen, tellen, meten

Voor positioneren, sturen, tellen en meten presenteert Vester Elektronik een compleet programma lichtramen en -gaffels. Het betreft hier infraroodsystemen waarbij gebruik wordt gemaakt van opto-elektronische elementen. De signaalgevers kunnen toegepast worden voor de detectie van objecten tot 0,3 mm. Bij grotere afmetingen is de gevoeligheid zo in te stellen dat vuil- en oliedeeltjes niet worden geregistreerd. De infrarooddetectoren zijn absoluut ongevoelig voor vibraties.

Het thans gepresenteerde programma heeft vele typen en modellen. Naast de gewone lichtgaffels zijn er ook enkele uitvoeringen met extra smalle en met grotere gaffelbreedtes. Standaard zijn zender en ontvanger in het lichtraam of de -gaffel gecombineerd, maar uitvoering met gescheiden zender en ontvanger is ook mogelijk. Het uitgangssignaal wordt afgegeven via een separate unit met stekerverbinding; er is keuze uit een PNP- of NPN-uitgang, of eventueel een analoog signaal. Het spanningsbereik is 12-24 V.

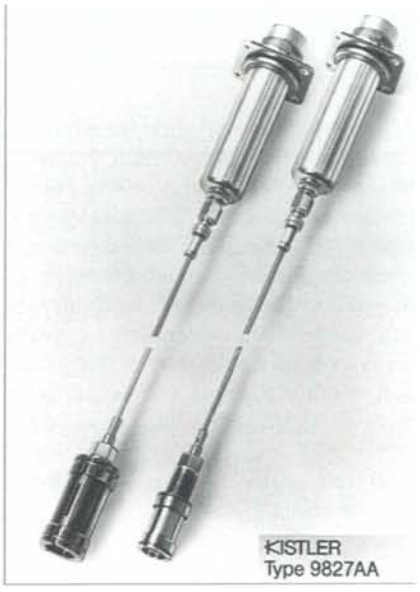
De optische signaalgevers zijn zeer geschikt voor gebruik bij de meettechniek, bijvoorbeeld een microproccesorgestuurd lengtemeetapparaat, waarmee de afmetingen van onderdelen tijdens het passeren van het lichtraam met hoge snelheid gecontroleerd kunnen worden. Andere toepassingen zijn te vinden bij: test- en sorteersystemen, positie- en aanwezigheidscontrole en het tellen in geautomatiseerde toevoer- en produktie-apparatuur. Ook bij montagerobots, persen en stansautomaten zijn ze te gebruiken.

Voor uitvoerige info:
Technisch Bureau Meininger B.V.
Postbus 743
2280 AS Rijswijk
Telefoon: 070 – 3401780
Fax: 070 – 3401602.



Produktinfo

Kolomrekmeting in spuitgietmachines



Het meten van de kolomrek in spuitgietmachines en persen wordt een steeds vaker toegepast hulpmiddel voor bewaking en besturing van deze machines. De Zwitserse firma Kistler heeft daarom een meetketen ontwikkeld, die bestaat uit een lengte-meetdeuvel, een kabel en een miniatuur versterker. De gehele meetketen wordt in het hart van de kolom(men) gemonteerd.
Met een diameter van 11, 12, 16 of 20 mm is montage in de meeste kolommen mogelijk. De gevoeligheid is uniform voor alle meetketens, zodat verwisseling zonder nieuwe aanpassing van de elektronica mogelijk is.

Voor uitvoerige info:
Geveke Werktuigbouw B.V.
Postbus 820
1000 AV Amsterdam
Telefoon: 020 – 5829111
Fax: 020 – 6861604.

Contactloze laser-rondheidmeters

Mitutoyo is al enige jaren actief op het gebied van rondheidsmetingen met behulp van laser-scan-apparatuur.
Sinds kort zijn er twee modellen in produktie genomen; de "Roundless Laser" RL-101 en de RL-102, ze verschillen van elkaar door het meetbereik en de nauwkeurigheid.
De belangrijke mechanische basis voor beide modellen is een reeds bestaande zeer nauwkeurige rondlooptafel met keramische luchtlager.
De RL-101 heeft als opnemer een LSM 301 Laser-Scan-Mikrometer met een resolutie van 0,1 µm en kan hiermee diameters tot 25 mm meten. Op de RL-102 is een LSM 105 Laser-Scan-Mikrometer toegepast; deze laser biedt een resolutie van 0,02 µm. Hierdoor is de RL-102 uitermate geschikt voor nauwkeurige metingen aan werkstukjes met diameters (vanaf 0,05 mm) tot 5 mm.
De meetsignalen worden omgezet in meetwaarden die naar een PC worden doorgegeven.
Aan de hand van de meetwaarden berekent het programma naar wens de rondheid, coaxialiteit, cilindriciteit, haaksheid of diameter van het werkstuk.
De "Roundless Laser" is vooral geschikt voor rondheidsmetingen aan werkstukken die door hun kwetsbaarheid of vervormbaarheid niet op een normale rondheidsmeter gemeten kunnen worden.

Vanzelfsprekend zijn speciale opspanmiddelen verkrijgbaar.
Met de "Roundless Laser" kunnen uitsluitend uitwendige diameters worden gemeten.

Voor uitvoerige info:
Mitutoyo Nederland B.V.
Postbus 550
3900 AN Veenendaal
Telefoon: 08385 – 34911

Massacomparator tot 10 kg

Met de nieuwe massacomparator AT10005 van Mettler Toledo bepaalt u tot 10 kg zware gewichtsstukken op 10 microgram nauwkeurig.
Het apparaat lost massavergelijkingen bij 1, 2, 5 of 10 kg professioneel en ergonomisch op. Kenmerkende eigenschappen zijn de eenvoud van bediening, kalibratie van het elektrische bereik door een druk op de toets en snel inschakelen van de tarragewichten.
De op PC voorgeprogrammeerde massavergelijkingen verlopen volautomatisch. De meetresultaten worden op een overeenkomstig professionele manier vastgelegd. Wanneer drie monsters in vergelijking met een referentie worden bepaald, is de spreiding van de resultaten onder gunstige condities slechts 20 microgram (standaardafwijking van tien massavergelijkingen)!

Voor uitvoerige info:
Mettler – Toledo B.V.
Postbus 6006
4000 HA Tiel
Telefoon: 03440 – 11311

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

NVFT, vereniging voor precisie-technologie

De NVFT is een vereniging van technici die hoogwaardige professionele apparatuur ontwerpen, ontwikkelen of fabriceren. Het betreft zowel consumenten- als kapitaalgoederen. Door integratie van technieken als mechanica, optica, elektronica en glastechniek ontwikkelen zij steeds nieuwe, geavanceerde produkten.

- De NVFT stimuleert de onderlinge contacten en informeert haar leden over ontwikkelingen in het vakgebied door regionale bijeenkomsten, cursussen, symposia en publikaties in Mikroniek.
- Bij deelname aan de **Mikropool** worden moeilijk (in kleine hoeveelheden) verkrijgbare materialen en specialistische bewerkings-technologieën uitgewisseld.
- NVFT-leden krijgen korting op de door de NVFT georganiseerde activiteiten, evenals op de activiteiten van andere verenigingen waarmee de NVFT een samenwerkingsovereenkomst heeft.

Inlichtingen:
Secretariaat NVFT, Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven, tel.: 040 – 473 659 fax: 040 – 460 645.

Wat maakt die 0,01 mm nou uit ?

Produceren op 0,01 mm kan erg tijdrovend en kostbaar zijn. Maar is dat wel een reden om het dan maar wat minder nauw met de pasvorm te nemen ?

Het antwoord op deze vraag kan een volmondig "ja" of een absoluut "neen" zijn. Alleen uw klanten, elk met hun eigen eisen en specificaties kunnen u het antwoord geven.

Hoe hoog de eisen van uw klant ook zijn, u zult altijd uw produkten snel en eenvoudig willen meten. En dat kan bijvoorbeeld met een digitale schroefmaat van Mitutoyo.

De Digimatic schroefmaten leest u af op 0,001 mm en zijn leverbaar in meetbereiken tot en met 1000 mm. En als u met een schroefmaat niet uit de voeten kunt dan is er altijd nog ons uitgebreide aanbod van digitale meetklokken, schuifmaten en hoogtemeters !

Voor informatie en advies:
Mitutoyo Nederland, afd. Verkoop
Tel: 08385-34911, Fax: 08383-16568

Mitutoyo