Mikromiek

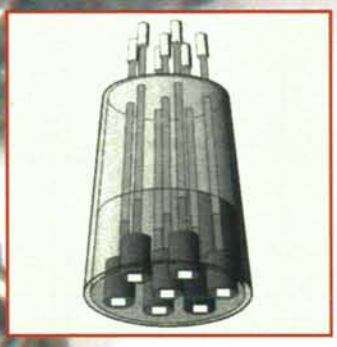
(3)
JAARGANG 36

Interview met ir. Frans Ridderhof

Hoge-T_c supergeleiding

Potente planeet-aandrijving

Optomatic

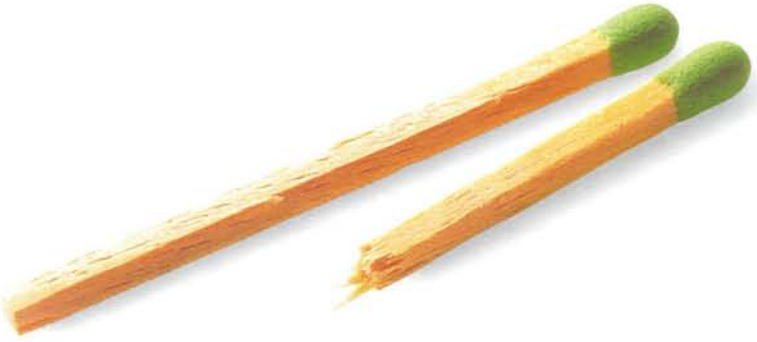


NVPT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

Voordat U aan het kortste eind trekt, kunt U beter naar ons komen: HEIDENHAIN-lengtemeetsystemen registreren posities op een µm nauwkeurig en bieden derhalve de beste vooruitzichten op de exacte bewerking van Uw werkstuk. Daarbij kunt U kiezen uit lengtemeetsystemen met verschillende aanbouwmogelijkheden, thermische eigenschappen en uitgangssignalen. Om het even, welke het beste aan Uw eisen voldoet: met meetstappen tot het nanometerbereik en nauwkeurigheden tot ± 0,1 µm; elk meetsysteem zorgt steeds weer voor de hoogste bewerkingsnauwkeurigheid. Mocht U tevens perfectie in andere toepassingen verlangen, zorg dan voor HEIDENHAIN-componenten in Uw machine.

Belt U ons:
HEIDENHAIN info-service
(03 18) 54 03 00

U kunt het kort of lang maken, beter komt U naar ons.



Wereldwijd maatgevend. **HEIDENHAIN**

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

In dit nummer

59 *Technische kennis in de opruiming?*
Editorial

60 *Verenigingsnieuws/Actueel*

63 *Precisie in dienst van de optiek*
Frans Zuurveen

72 *Potente planeetaandrijving*
Dick Zimmermann

76 *Opinie*

78 *Productverbetering*
F.J. Siers

81 *Toepassing van hoge-Tc supergeleiding in een 7-kanaals hartscanner*
Marcel ter Brake

86 *Produktinfo*

DEMCON Twente b.v.

Produktontwikkeling & Mechatronica

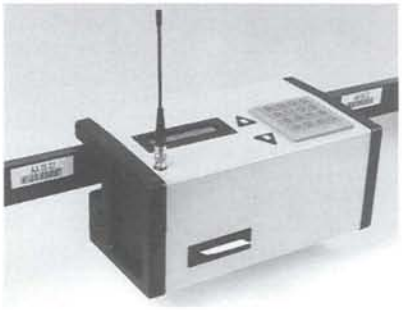
Patiënten-tillift James

Activiteiten:

- produktontwikkeling
- engineering
- advisering

Expertise:

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



Rackrunner®

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

Uw toeleverancier:

VOOR ECHTE PRECISIE:

- CNC Frezen, boren, kotteren, hor./vert.
- CNC draaien
- Frezen
- Centerdraaien
- Bank- en Laswerk
- Montage
- 3-D Electron. metingen

MACHINE FABRIEK ELBURG B.V.

Industriestraat 10 - Postbus 13 - 8080 AA Elburg
Telefoon 0525-684299 - Fax 684195

INSTRUMEK.
UW INNOVATIEVE PARTNER.

Instrumek is Uw allround toeleverancier voor ontwikkeling, produktie en assemblage van fijnmechanische produkten en complete apparaten. Vooral hoogwaardig seriewerk maar ook prototypes, alles geheel op klantspecificatie. Wij zijn specialisten in het bewerken van diverse RVS soorten, kunststoffen en andere hoogwaardige materiaalsoorten.

Instrumek beschikt o.a. over:

- Eigen R&D afdeling.
- Computer gestuurde en conventionele draai- en freesmachines.
- Mogelijkheden tot zeer nauwkeurig laswerk.
- Diverse oppervlaktebehandelingsmethodes.
- Lasergraveermachine.
- Uitgebreide assemblage mogelijkheden.
- Elektrolytisch polijsten van RVS.

INSTRUMEK MAAKT PRECIES WAT U NODIG HEBT

INSTRUMEK
FUNMECHANISCHE INDUSTRIE-INSTRUMENTMAKERIJ

De Brauwweg 17 3125 AE Schiedam
Tel. 010-4626899 ISO 9002 Fax. 010-4626088

INSTRUMEK. PROFESSIONALS in PRECISIE

NVPT

Nederlandse Vereniging voor precisie-technologie

Technische kennis in de opruiming?

Editorial

Als een winkelier opruiming houdt, dan doet hij dat om plaats te maken voor de nieuwe collectie. De samenstelling van de nieuwe collectie is met zorg gekozen en sluit nauw aan bij de wensen van zijn klanten. Hij probeert tevens zijn winstgevendheid te vergroten door enkele unieke produkten in zijn collectie op te nemen.

In onderwijsland is ook een opruiming aan de gang. Universitaire studies verdwijnen, in een groot aantal HBO- en MBO-opleidingen wordt het mes gezet.
Hoe gaat die vernieuwde collectie er nu uitzien?
Technische opleidingen op HBO- en MBO worden door de nieuwe financieringsstructuur gedwongen samengevoegd met andere studierichtingen tot mammoetscholen en regionale opleidingscentra. Kleine gespecialiseerde opleidingen, zoals de FMT, lopen de kans te verdwijnen in de massa. Ter illustratie: de Hogeschool van Utrecht heeft circa 20.000 studenten waarvan circa 260 de opleiding FMT volgen.
Beleidsmakers gaan te veel uit van het volgende idee: 'lever maar mensen af met redelijke sociale vaardigheden en basiskennis, en de rest komt later wel'. Specialistische opleidingen lopen zo het risico te worden opgeruimd.

Omdat we nu nog de vruchten plukken van het 'oude' onderwijssysteem, zullen de gevolgen zich pas veel later doen voelen. Het gaat ons misschien ook wel te goed, zodat niemand zich daar echt zorgen over hoeft te maken. Immers, zelfs het faillissement van een groot bedrijf als Fokker levert de Nederlandse economie geen grote problemen op.

Bedrijven vragen echter vakmensen. De vraag naar afgestudeerde FMT'ers neemt toe, zowel voor MBO-, HBO- als Universitairniveau. In Duitsland en Zwitserland werkt men aan een verdubbeling van de opleidingsaantallen om aan de sterk stijgende behoefte van de 'Feinwerk- und Mikrotechnik' industrie te kunnen voldoen.

Ik doe een oproep aan de NVPT en haar leden om hun stem in onderwijsland duidelijk te laten klinken en mee te denken over 'nieuwe collectie'.

A.A. van Oostveen
Hogeschool van Utrecht
Fijnmechanische Techniek

Uitgave:
NVPT

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

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

Redactie-adviesraad:
Prof. L.H.J.F. Beckman
Prof. dr. ir. H.F. van Beek
Prof. dr. ir. J. Bleeker
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuis
Prof. dr. J. Fluitman
Prof. ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
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

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

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

Secretariaat NVPT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-2947937; Fax: 040-2125075

Vormgeving:
Twin Design B.V., Culemborg

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

Verenigingsnieuws

Secretariaat NVPT

Met ingang van april 1996 is het secretariaat van de NVPT verhuisd.
Het postadres is gelijk gebleven: Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven.
Het telefoonnummer is veranderd in 040-294 7937, het faxnummer in 040-212 5075.

Het Instrument

Komend najaar is de NVPT weer met een stand vertegenwoordigd op de vakbeurs 'Het Instrument', die van 7 tot en met 11 oktober wordt gehouden in de Jaarbeurs te Utrecht. Samen met een aantal bedrijfsleden wordt voortgeborduurd op de succesformule die de afgelopen tijd ontwikkeld is. Tevens wordt een symposium georganiseerd op 10 oktober over micro-aandrijvingen en -positioneersystemen onder het motto: **Aandrijvingen in de precisietechnologie**. Daarvan zullen ook voorbeelden in de stand te zien zijn.

Deelname aan Vakbeurzen

De deelname met een gezamenlijke stand aan vakbeurzen blijkt een succesformule. Daarom is de NVPT ook met een stand aanwezigheid op 'Het Instrument' van 7 t/m 11 oktober.
Het komende jaar komen de volgende beurzen in aanmerking: Electronics, Medica en Aandrijftechniek.
Andere suggesties door leden zijn welkom. Bij voldoende belangstelling zal de NVPT de organisatie van een gezamenlijke stand op zich nemen. Wat de resultaten van een dergelijke aanpak zijn valt te lezen in Mikroniek 36(1996)2.
Belangstellenden worden verzocht zich te melden bij het secrtetariaat NVPT (Denk aan het nieuwe telefoon- en faxnummer).

De gaande man

Op de afgelopen algemene ledenvergadering traden de heren ir F.W. Ridderhof en ir J.N.A. Vermeulen af en waren niet herkiesbaar. Namens het bestuur en de ledenvergadering bedankte bestuurslid ing. H.J.M. Akkerman hen voor de vele tijd en inspanning die zij geheel vrijwillig aan onze vereniging hebben besteed en overhandigde een paar flessen goede wijn.
Omdat er geen kandidaten voor de vrijgekomen bestuursfuncties gevonden zijn, blijft Ridderhof de functie van voorzitter waarnemen totdat een opvolger gevonden is. Het bestuur bestaat nu uit de volgende leden:
Ir. F.W. Ridderhof (interim voorzitter)
Ir. G. van Drunen (secretaris)
Ing. P. Voogd (penningmeester)
Ing. H.J.M. Akkerman (beurzen, evenementen)
Prof.dr.ir. H.F. van Beek (algemene zaken)
Dr.ir. J. Verkerk (Mikroniek)

Actueel

Themadagen Mikrocentrum Nederland

Plaatverbindingen
4 juni 1996, Eindhoven
Doelgroep: Productontwikkelaars, leidinggevenden binnen de productie en montage, ingenieurs en andere gekwalificeerde technici.

Ontwikkeling in het onderhoud
14 juni 1996, Eindhoven
Doelgroep: Leidinggevenden binnen de productie, montage, bedrijfsmechanisatie en onderhoudsdiensten.

Voor nadere informatie:
Mikrocentrum
Telefoon: 040 - 243 2503
Fax: 040 -0 245 0169.

Laser, het onmisbare gereedschap

Techno Dag: 30 mei 1996; Erasmus Expo- en Congrescentrum te Rotterdam; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

Flexibele lasertoepassingen met hoge economische opbrengst vinden hun weg in tal van productieprocessen. De laser is een ideaal en onmisbaar gereedschap geworden bij een aantal bewerkingen tijdens het maken van industriële produkten.
De huidige nationale en internationale concurrentieverhoudingen bij het produceren van produkten eist van productiebedrijven een voortdurende technologische vernieuwing binnen productieprocessen. Ook de ontwikkelingen van lasertoepassingen binnen fabricageprocessen volgen elkaar in zeer snel tempo op.
Om hierop in te spelen en nieuwe toepassingen kenbaar te maken zullen tijdens deze Techno Dag gerenommeerde experts hun visie over het gebruik van lasers geven. Dit geeft u inzicht in de toepassingsmogelijkheden van lasers binnen productieprocessen en waar deze optimaal ingezet kunnen worden. Daarnaast kunt u zich een beeld vormen van de voor- en nadelen van lasers ten opzichte van conventionele technieken.

Voor nadere informatie:
Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

Automatische Produkt Identificatie

Techno Dag, 4 juni 1996; Holiday Inn Crowne Plaza te Antwerpen; georganiseerd door Techno Vision & Solution in samenwerking met de Vereniging AIM Belgium en het Control & Automation Magazine.
Deze technodag behandelt de technologische aspecten en toepassingsmogelijkheden van automatische produktidentificatie binnen de industrie. Buiten een overzicht van de theorie van actuele technieken zoals barcodes, radiofrequentie, dotcodes, vision, dataoverdracht en verwerking zullen implementatieproblemen en kwaliteitsaspecten behandeld worden. Deze dag geeft een goed inzicht in bestaande en nieuwe technologieën ten behoeve van logistieke processen binnen de industrie.
Automatische identificatie is een hulpmiddel om informatiesystemen te voorzien van actuele gegevens. De gegenereerde informatie wordt gecodeerd waardoor deze machinaal kan worden ingelezen en automatisch kan worden ingevoerd in computer en communicatiesystemen.

Voor nadere informatie:
Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

Spuitgietmanifestatie

Spuitgietmanifestatie; 6 juni 1996; Congrescentrum Koningshof te Veldhoven; georganiseerd door het Mikrocentrum.
De huidige stand van zaken met nieuwe ontwikkelingen op het gebied van spuitgietmachines, spuitgietmethoden, matrijzen en grondstoffen komen aan de orde in plenaire lezingen, parallellezingen en een ondersteunende expositie met demonstraties en visualisaties van idee tot produkt.
Ook aan de bijbehorende productietechnieken, CAE toepassingen, randapparatuur, etc. wordt ruime aandacht besteed.
Visualisaties tonen de verschillende stappen van kunststofprodukten van ontwerp, via ontwikkeling, matrijsontwikkeling, proefspuiten enz. tot en met productie.
Onderwerpen die op deze manifestatie speciale aandacht gaan krijgen zijn o.a.:
- het kiezen van het juiste materiaal voor te spuitgieten produkten,
- het compounderen van grondstoffen,
- regelgevingen ten aanzien van energiebeheersing en milieu.

Voor nadere informatie:
Mikrocentrum
Mevrouw M. Korst
Telefoon: 040 - 243 2503
Fax: 040 - 245 0169.

MBO-scholen optimaliseren stages op gebied informatietechnologie

Het Ter AA College Helmond, het Technisch Lyceum Eindhoven en het Technisch College Ede gaan in een driejarig project IBIT hun relatie met het bedrijfsleven verder professionaliseren. Centraal daarin staat het ontwikkelen van een kwaliteitssysteem en onderwijsmateriaal voor optimale voorbereiding op, uitvoering van en terugkoppeling van ervaringen uit de afstudeerstage op IT-gebied. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de ervaringen met 'traditionele' stage-/afstudeerprojecten, alsook met bedrijfsprojecten: meer intensieve samenwerkingsvormen - tussen school en bedrijf. Het project richt zich vooral op de opleidingen Elektrotechniek, Technische Informatica en Werktuigbouwkunde - Besturingstechniek. Nehem Consulting Group en Hobéon Management Consult brengen in het project hun expertise in op het gebied van onder andere kwaliteitszorg en onderwijsvernieuwing.

Veel mbo-colleges intensiveren hun inspanningen om de aansluiting van hun opleidingen op de arbeidsmarkt verder te verbeteren. De opgave is om studenten optimaal voor te bereiden op de beroepspraktijk. Daarbij gaat het om de juiste kennis, maar steeds meer óók om de goede beroepsvaardigheden en houding. Dit geldt zeer zeker ook voor het terrein van de informatietechnologie en de elektrotechniek. Op dit gebied gaan de ontwikkelingen in de arbeidsmarkt zo snel dat de scholen hun methoden om 'de praktijk de school in te halen' verder moeten professionaliseren.
De drie initiatiefnemers tot het zogeheten IBIT-project - Innovatie Onderwijs Bedrijfsleven met IT-toepassingen - gaan daarom de samenwerking met het bedrijfsleven rond de afstudeerstage planmatiger aanpakken opdat de praktische vorming van studenten én docenten nog beter gestalte krijgt en sterker verankerd wordt in de opleidingen.
Hiervoor is nodig:
- voeding uit de praktijk: bedrijfsprojecten op IT-gebied,
- ervaringen vastleggen in onderwijs,
- gestructureerde aanpak: kwaliteitssysteem.

Het IBIT-project resulteert in:
- circa 45 uitgevoerde bedrijfsprojecten, mede resulterend in een bundel met methoden, kritische factoren en praktische aspecten van het organiseren van dergelijke samenwerkingsvormen,
- voorbereidend en verwerkend onderwijsmateriaal,
- een handboek voor genoemd kwaliteitssysteem voor docenten en studenten,
- publikaties, symposia en andere activiteiten voor overdracht van informatie en genoemde produkten naar andere mbo-scholen.

Het project heeft een looptijd van drie jaar. Het kon tot stand komen door bijdragen van de drie mbo-colleges, de bedrijven in de bedrijfsprojecten en het ministerie van OCW.

Voor nadere informatie:
Ter AA College Helmond: L.J.M.G.T. Michielsen
Telefoon: 0492 - 53 331
Technisch Lyceum Eindhoven: H.E. Hildenbrandt
Telefoon: 040 - 292 9702
Technisch Collede Ede: H. de Haan
Telefoon: 0318 - 632 532.

Een beknopte projectbeschrijving is verkrijgbaar bij voornoemde personen.

Werkplaatsveiligheid

Op 1 januari 1997 wordt het Besluit Arbeidsmiddelen wettelijk van kracht. Velen weten het reeds, maar wat moet men er mee doen? Het betekent een aanzienlijke wijziging van de verantwoordelijkheid die een werkgever opgelegd wordt ten aanzien van de veiligheid van bestaande machines.
Na invoering van de verplichte CE-markering voor nieuwe machines wordt hiermee ook de veiligheid van bestaande machines zeker gesteld. De veiligheidseisen in het Besluit Arbeidsmiddelen zijn niet zo streng als de eisen die bij de CE-markering gesteld worden. Ze zijn echter wel veel concreter en strenger dan de eisen die voorheen gesteld werden. In de meeste gevallen kunnen bestaande machines zodanig aangepast worden dat ze aan de gestelde eisen voldoen. TNO Metaalinstituut biedt ondersteuning om te bepalen wat precies aangepast moet worden.
Tijdens de workshop wordt er ingegaan op de regelgeving, de procedures en de gevolgen. Het bijzondere is dat TNO er een echte workshop met concrete en specifieke situaties van heeft gemaakt. Er is directe koppeling met de praktijk door praktijkopdrachten aan metaalbewerkingsmachines.
Deelnemers ontvangen een controlelijst en een informatieboek met een duidelijke samenvatting van de theorie. Aan de hand van de controlelijst kan men zelf de veiligheid van een metaalbewerkingsmachine controleren.
Het informatieboek 'Veiligheid in de werkplaats' bevat ondermeer een uitwerking van het besluit Arbeidsmiddelen voor de belangrijkste metaalbewerkingsmachines. De controlelijsten en het informatieboek voor werkplaatsveiligheid zijn ook afzonderlijk verkrijgbaar of speciaal voor u samen te stellen.
De workshop wordt gehouden in diverse plaatsen in Nederland.

Voor nadere informatie:
TNO Metaalinstituut
groep Productiemiddelen
de heer H.A. Buining
Telefoon: 055 - 549 3061
Fax: 055 - 549 3108.

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

Brother draadvonkmachines en Okamoto slijpmachines

Snelheid en precisie maken ze onverslaanbaar

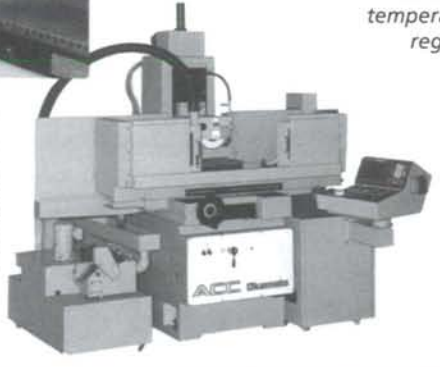
▼ Kenmerken draadvonkmachine:
- mogelijkheid tot automatische draadinvoer
- mogelijkheid tot B-as
- zeer goede prijs-prestatie-verhouding

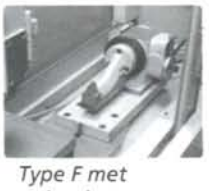
▼ Precisie vlak- en profielslijpmachine met CNC besturing, uitgerust met een swingdresinrichting, wat het dressen van gecompliceerde profielen eenvoudig maakt

Type P met 2 dressers

Automatische olie-temperatuur regelaar

Afgebeeld is de ACC-52DXNCF, met koel- & stofafzuig-systeem en met magnetische stofafscheider





Type F met swingdresser

Bel voor meer informatie over deze unieke machines:

delba® (0316) 22 11 12

Delba Precisie Techniek BV, Fax: (0316) 22 78 83, Postbus 108, 6940 AA DIDAM.

Precisie in dienst van de optiek

De Optomatic van EPT

Frans Zuurveen ***Een absolute vormnauwkeurigheid beter dan 1 μm en een ruwheid van minder dan 30 nm. Dat zijn getallen die de Optomatic van Euro Precision Technology bv in Venray volledig waarmaakt. Zulke specificaties beantwoorden aan de eisen die bij de fabricage van contactlenzen worden gesteld.***

a)

b)

Figuur 1. a) De Optomatic van Euro Precision Technology bv in Venray.
b) De bedieningspanelen voor de numerieke besturing.

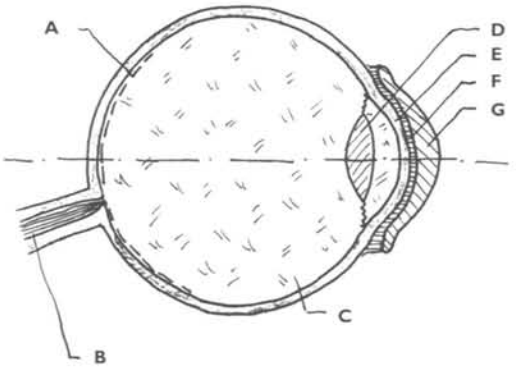
De Optomatic, zie figuur 1a en b, is ontwikkeld vanuit het concept van de COLATH, een numeriek bestuurde precisiedraaibank die ontstond vanuit de behoefte aan precisieproducten bij het wetenschappelijk onderzoek in een bekende gloeilampenfabriek in het zuiden des lands. De Astigmatic van EPT – een afgeleide van de Optomatic – is in staat ook niet-rotatiesymmetrische producten te draaien.

In de historie van de precisietechnologie op het Philips Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven heeft de COLATH een belangrijke rol gespeeld. De COLATH, zie figuur 2, is in de jaren zeventig ontwikkeld als cumulatie van een precisietechnologische traditie van vele decennia. In het ontwerp van die bijzondere draaibank is een aantal vakgebieden verenigd: aerostatica voor de hoofdspil, hydraulica voor de geleidingen, optica en elektronica voor het meetsysteem en de besturing, mechanische technieken voor de stabiliteit van constructie en aandrijving, en verspaningstechnologie voor het bewerken van nonferrometalen met diamanten snijgereedschap.

Figuur 2. De COLATH 1a, een precisiedraaibank ontwikkeld door het Philips Natuurkundig Laboratorium in Eindhoven.

In de jaren tachtig groeide het besef dat de kennis en ervaring die waren gesublimeerd in de precisiedraaibank, die van oorsprong uitsluitend was ontworpen voor Philips Research, ook zouden kunnen worden ingezet voor 'derden'. Er werd een marktonderzoek verricht, dat – na uitvoerig wikken en wegen – in 1981 resulteerde in de oprichting van Euro Precision Technology bv, waarin Philips en Stork beide financieel gingen participeren.

Het marktonderzoek had opgeleverd dat de eerste doelgroep voor de producten van EPT de markt voor contactlenzen zou zijn. Want een van de grote voordelen van de EPT-verspaningstechnologie is dat er producten kunnen worden gemaakt met 'optische oppervlaktekwaliteit'. Dat betekent dat er na het draaien geen nabewerking nodig is. Het vervallen van de polijstbewerking was en is in de contactlenswereld nog steeds een uniek èn belangrijk voordeel. Waarom? Omdat er bij contactlenzen een steeds grotere behoefte is aan asferische oppervlakken: vormen die afwijken van de traditionele bolvorm. Die vormen lenen zich niet voor polijsten. Immers, bij die bewerkingstechniek bewegen twee sferische vlakken ten opzichte van elkaar, met daartussen een polijstpasta.



Figuur 3. Het menselijk oog met eigen lens, traanlens en contactlens. A: netvleis, B: gezichtszenuw, C: glasachtig lichaam, D: ooglens, E: hoornvlies, F: traanlens en G: contactlens

De contactlens: een precisieproduct

Er bestaan drie procédé's voor het maken van contactlenzen. Dat zijn persen in een matrijs, centrifugaal-gieten en draaien. De eerste twee lenen zich het best voor massafabricage van zachte standaardlenzen. Draaien komt vooral in aanmerking als het gaat om het maken van harde en zachte contactlenzen volgens recept. Daarbij spelen het draagcomfort en de mogelijkheid van speciale correcties een belangrijke rol. Maar ook de steeds kleiner wordende cyclustijd – voor de Optomatic tegenwoordig drie minuten – en het vervallen van de polijstbewerking zijn factoren, die maken dat de verspanende technologie van Optomatic en Astigmatic steeds meer aan betekenis wint. Zachte en harde contactlenzen zijn beide van kunststof. We zullen ons hier niet bezig houden met allerlei bijzondere materiaaleigenschappen als zuurstof- en vochtdoorlaatbaarheid. Die hebben alle te maken met de fysiologische eigenschappen van hoornvlies en traanvocht en de eis dat irritatie van het hoornvlies voorkomen moet worden.

Vanuit de gezichtshoek der materiaalbewerking is er in feite maar weinig verschil tussen de diverse uitgangsmaterialen voor harde en zachte contactlenzen. Want een zachte contactlens verkrijgt pas zijn soepelheid als er contact wordt gemaakt met traanvocht. Daarom zijn tijdens het bewerken de uitgangsmaterialen voor beide typen contactlens nagenoeg even 'hard'. Gelukkig maar, want ook bij een bevredigende materiaalstabiliteit blijven er nog genoeg problemen over bij het concretiseren van bijzondere contactlensvormen. Die vormen zijn enerzijds nodig om een contactlens te laten passen op de oogbol, anderzijds om de oogafwijking optisch te corrigeren.

Hieruit volgt ook dat de vervaardiging van contactlenzen enkele graden moeilijker is dan die van 'gewone' brilleglazen. Immers, bij de laatste hoeft er geen rekening te worden gehouden met de passing op de cornea – het hoornvlies. Bovendien zijn de afmetingen van een contactlens een factor vijf à tien kleiner.

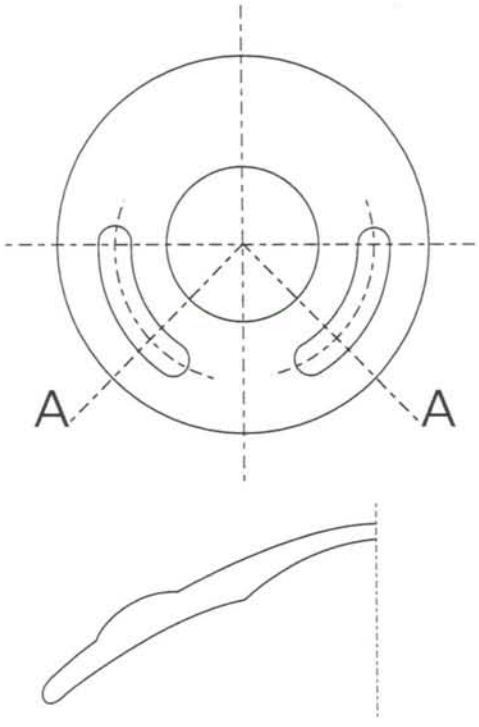
De aanpassing aan de eigenschappen van de cornea brengt ook met zich mee dat de variatie aan vormen van het product contactlens nog groter is dan die van het product brilleglas. Het is daarom onmogelijk alle mogelijke vormen en materiaalsoorten op voorraad te houden. In de praktijk meet daarom een opticien allereerst de vorm van het hoornvlies met behulp van een zogenaamde keratometer, via een soort driehoeksmeting.

Die meting bepaalt met welke 'paslenzen' uit eigen voorraad of van de leverancier de opticien aan de slag gaat om een zo goed mogelijke passing op het hoornvlies te bewerkstelligen. Daarbij kan de dikte van de traanvochtlaag tussen lens en oogbol worden gecontroleerd met een vloeistof die door UV-licht verkleurt. Die vloeistoflaag – met een dikte van 5 à 10 µm – doet als zogenaamde traanlens ook mee bij de beeldvorming, zie figuur 3. Die diktemaat geeft enigszins een idee van de eisen die aan de precisie van contactlenzen moeten worden gesteld.

Bol of niet-bol, "that's the question"

De voor- en achtervlakken van contactlenzen zijn beslist niet altijd delen van bolvlakken. Niet-rotatiesymmetrische vormen, bij voorbeeld torusvlakken, zijn nodig omdat astigmatische vormfouten van het hoornvlies of van de ooglens moeten worden gecompenseerd. Asferische vlakken – geen delen van een bol maar desondanks wèl met rotatiesymmetrie – zijn gewenst als bij voorbeeld presbyopie (oogafwijking bij ouderen tengevolge van vermindering van het accommodatievermogen) vraagt om een variërende kromtestraal als functie van de radius. Met andere woorden: naar buiten toe wordt de contactlens sterker, of soms juist zwakker.

Het voldoen aan de vraag naar een verschillende correctiewaarde voor dichtbij en veraf kan ook gebeuren op de manier die bij brilleglazen gebruikelijk is: een sterkere onderhelft van de lens in vergelijking met de bovenhelft. Er zijn dan wel maatregelen nodig om te bewerkstelligen dat de contactlens de juiste stand op de oogbol krijgt en behoudt. Dat kan door het zwaartepunt uit het midden te leggen of door middel van zogenaamde stabilisatiezones. Dat zijn een soort 'uitpuilende' gebieden die ervoor zorgen dat het knipperende ooglid periodiek de contactlens in de juiste stand dwingt, zie figuur 4.
We zullen straks nog terugkomen op de vorm van contactlenzen, maar nu eerst wat verder ingaan op de producten van EPT: de Optomatic en de Astigmatic.



Figuur 4. Stabilisatiezones op een contactlens.

Van COLATH naar Optomatic

In principe is de COLATH vanuit het ontwerpconcept uitstekend in staat producten met de precisie en kwaliteit van contactlenzen te maken. Maar een machine die is ontworpen voor research-doeleinden, is niet zonder meer geschikt voor de fabrieksmatige vervaardiging van grote aantallen producten met een reusachtige variatie.

Daarom moest er door het jonge EPT heel veel werk worden verzet voordat 'hun' precisiedraaibank de concurrentie in de markt voor productiemiddelen voor contactlenzen volledig aan kon gaan. Want de betrouwbaarheid van het machineconcept moest worden verbeterd, er diende een tekeningenpakket te ontstaan dat de verwisselbaarheid van onderdelen garandeert en er moesten waarborgen komen voor snelle en economische reparatie en service. Bovendien waren er bijkomende problemen zoals de verzorging van klantendocumentatie en PR-materiaal. En last but not least moesten er trainingen voor gebruikers en servicetechnici worden georganiseerd.

Maar lang voordat EPT toe was aan de organisatie van trainingen, moest het ontwerp geheel worden toegesneden op de contactlensfabricage: de universele precisiedraaibank moest een speciaalmachine worden met een cyclustijd van minder dan vijf minuten. Dat had consequenties voor hard- èn software. Wat betreft hardware moesten bij voorbeeld de aard en het werkgebied van de bewegingsassen worden aangepast, en er moest een oplossing worden gevonden voor het 'opspannen' van het uitgangsmateriaal. Wat betreft software waren de veranderingen nog veel ingrijpender: er moesten speciale programmapakketten komen voor zowel het ontwerpen als het produceren van contactlenzen. Dat had op zijn beurt weer de nodige repercussies voor het CNC-besturingsprogramma.

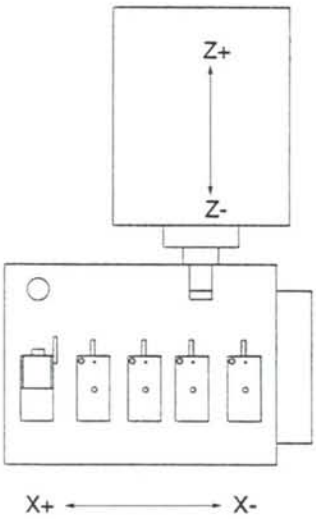
Zo werd de COLATH omgewerkt tot een compleet contactlens-bewerkingssysteem. Dat systeem kreeg dus de naam 'Optomatic'. Het bestaat uit de volgende onderdelen:

- de eigenlijke machine met de besturingssoftware en -hardware voor het bewerken van de 'buttons', de onbewerkte cilindervormige uitgangsproducten van specifiek contactlensmateriaal,
- het gereedschap met de naam 'Blockmatic' voor het vastzetten en losnemen van de buttons in houders die in de hoofdspil kunnen worden geklemd,
- het software-pakket ELPS (Eye Lens Programming System) voor het ontwerp van contactlenzen en het genereren van de productiegegevens.

We zullen hierna de afzonderlijke delen van het Optomatic-systeem behandelen. De nog krachtiger versie daarvan met de naam 'Astigmatic' is – zoals gezegd – in staat ook niet-omwentelingsoppervlakken, zoals torusdelen, te creëren.

De eigenlijke precisiedraaibank

De maximale productafmetingen van de Optomatic zijn 30 mm in diameter en 15 mm in lengte. Die afmetingen worden bereikt met behulp van drie assen, waarvan er twee voor de echte bewerkingen worden gebruikt. De (horizontale) Z-as ligt parallel aan de draaiingsas van de hoofdspil, zie figuur 5. Een verplaatsing langs deze as kan een cilindervlak genereren. De verplaatsing die behoort bij de (eveneens horizontale) X-as loodrecht daarop, kan een eindvlak van een cilinder opleveren. De verticale Y-as (niet aangegeven in de figuur) dient voor de instelling van de beitels ten opzichte van de draaiingsas van de hoofdspil.

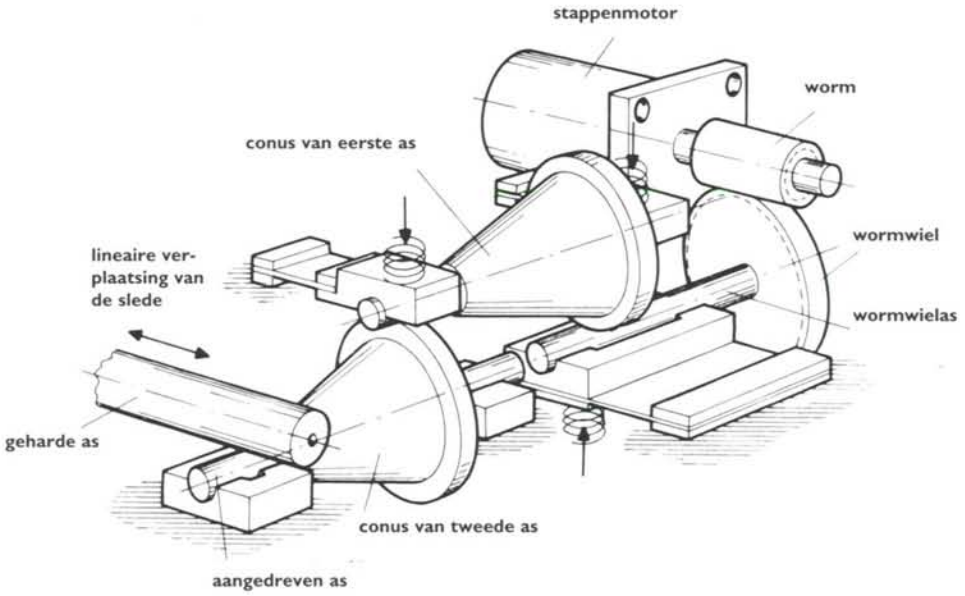


Figuur 5. De richtingen van de X- en Z-as van de Optomatic. In de tekening zijn ook de houders op de X-slede voor vier beitels en een meetsensor aangegeven

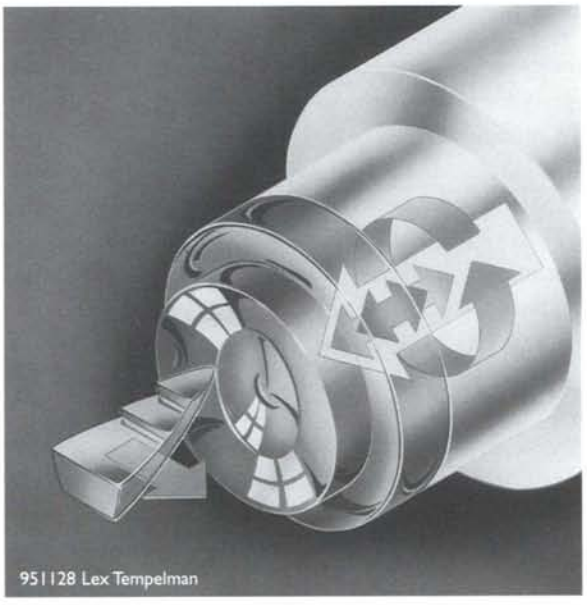
De basis van de machine wordt gevormd door een granieten plaat van 180 mm dikte met een gewicht van circa 700 kg. Die zware plaat rust op speciale trillingsisolatoren.

De filosofie achter de constructieve opbouw is dat temperatuureffecten zoveel mogelijk moeten worden geëlimineerd. Daarom wordt de temperatuur van de olie die door de machine circuleert, op een waarde van 20 ± 1 °C geregeld, door middel van een externe, watergekoelde warmtewisselaar. Bovendien is voor nagenoeg alle onderdelen die op de basisplaat zijn gemonteerd, hetzelfde materiaal toegepast: staal. De enige feitelijke warmtebron in de constructie – wrijving in het lager van de hoofdspil – is thermisch geïsoleerd van de rest van de machine.

Overigens is die wrijving in de hoofdspil uiterst gering, want de spil draait in een aerostatisch lager, waarvoor de toegevoerde lucht speciaal gereinigd, gedroogd en gefilterd wordt. Het toerental bedraagt maximaal 5000 omwentelingen per minuut. Het bijzondere is dat het lager niet alleen de roterende beweging verzorgt, maar ook de lineaire in de Z-richting. De draaiende spil is daarom via een precisie-taatslager gekoppeld aan een spelingvrije en buitengewoon stijve aandrijving voor lineaire microverplaatsingen. Die aandrijfeenheid is gebaseerd op wrijvingswielen met tweevoudige vertraging, zie figuur 6. (In de Optomatic is de worm-wormwielvertraging met stappenmotor vervangen door een indirecte koppeling via snaar en snaarschijven met een gelijkstroom-servomotor.) De verplaatsingen in X- en Z-richting zijn gekoppeld aan optische meetsystemen met ieder een resolutie van 5 nm.

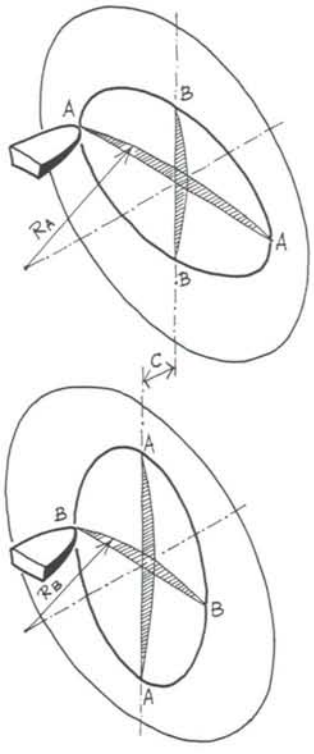


Figuur 6. Een principetekening van de wrijvingswielrvertraging voor de aandrijving van de sleden. (Worm, wormwiel en stappenmotor zijn in de Optomatic vervangen door een DC-servomotor.)



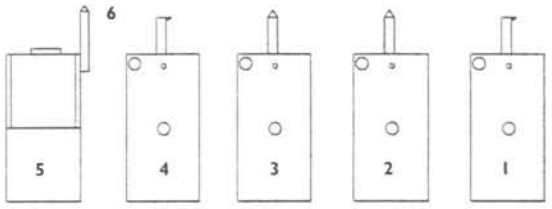
Figuur 7. Een extra periodieke beweging in de Z-richting is het hoofdkenmerk van de Astigmatic.

Het verschil tussen Optomatic en Astigmatic is dat de laatste ook nog een extra periodieke Z-beweging kan uitvoeren, zie figuur 7. Die periodieke beweging is gesynchroniseerd met de rotatie van de hoofdspil. Als die periodieke beweging sinusvormig is, kunnen er torusvlakken worden vervaardigd, zie figuur 8. Maar het zal duidelijk zijn dat er allerlei andere, niet-rotatiesymmetrische vormen mogelijk zijn, mits de software de juiste gegevens naar de Z-aandrijving stuurt. Het verschil tussen beide systemen ligt dus vooral in de software. Qua mechanische uitvoering zijn Optomatic en Astigmatic nagenoeg identiek.

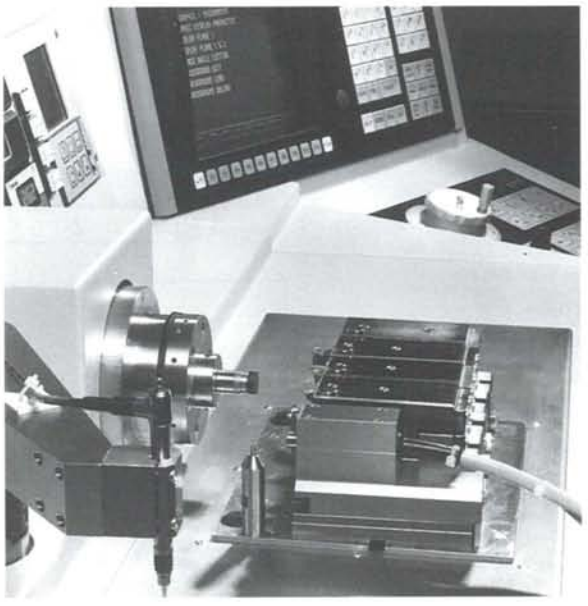


Figuur 8. Het maken van een torusvlak door middel van de extra periodieke beweging in de Z-richting. Kromtestraal RA is groter dan kromtestraal RB in een vlak loodrecht daarop.

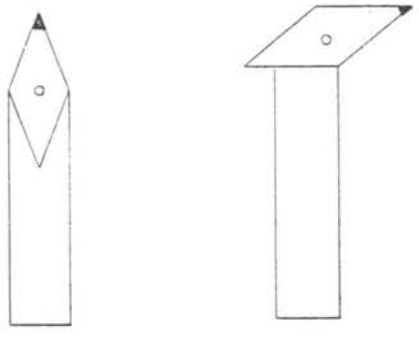
De X-slede is hydrostatisch gelagerd. De gethermostateerde olie circuleert niet alleen door de slede maar ook door het blok dat het lager van de hoofdspil draagt. Daardoor is, zoals gezegd, een grote thermische stabiliteit gegarandeerd. De slag van de X-slede bedraagt 170 mm. Dat grote bereik is niet nodig voor de eigenlijke bewerking, maar is noodzakelijk omdat er op de slede vier verschillende beitels, genummerd 1 t/m 4, en een meeteenheid zijn gemonteerd, zie figuur 9 en 10. Figuur 11 laat de twee typen diamantbeitels in detail zien.



Figuur 9. De vier beitelhouders en de meetsensor op de X-slede. Beitel 1 is een zijsnijder voor het voordraaien van de rand, 2 een kopsnijder voor het voordraaien van voor- en achtervlak, 3 een kopsnijder voor het nadraaien van voor- en achtervlak en 4 een zijsnijder voor het nadraaien van de rand.



Figuur 10. Foto van de X-slede met vier beitelhouders en een meeteenheid. Links de hoofdspil. Links vooraan een inductieve verplaatsingsopnemer voor het controleren van de hoogte van de beitelhouders.



Figuur 11. De beitels 2 en 3 (links) en 1 en 4 (rechts) uit figuur 9 in detail.

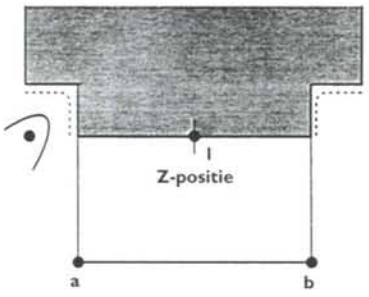
De instelprocedure

Buitengewoon belangrijk is de juiste instelling van de beitels ten opzichte van de draaiingsas van de hoofdspil. Bij die procedure is de positie van beitel 3, dat is de beitel voor het nadraaien van de voor- en achtervlakken, het meest kritisch. Iedere beitelhouder afzonderlijk kan nauwkeurig in verticale richting worden gepositioneerd. Daarvoor dient een afzonderlijke inductieve verplaatsingsopnemer, zie figuur 10, die de hoogte van iedere beitelhouder vergelijkt met die van een referentieblok op de basisplaat. Voor de uiteindelijke instelling in verticale richting, ook rekening houdend met beitelslijtage, moet met de machine een testwerkstuk worden gedraaid. We komen daar nog op terug.

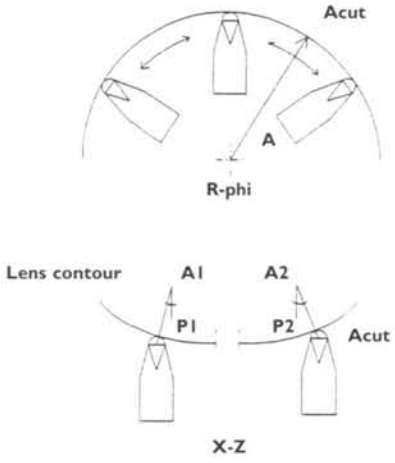
Een gegeven is dat de afmetingen en vorm van de beitelpunt van invloed zijn op die van het uiteindelijke product. De oorzaak is dat Optomatic en Astigmatic zijn uitgerust met een XZ-besturing en niet met een Rφ-besturing. Dat wordt geïllustreerd door figuur 12. Bij het draaien van een bolvlak of benadering daarvan kan men bij een Rφ-besturing de invloed van de beitelpunt op de oppervlakteruwheid nagenoeg elimineren door een zo klein mogelijke aanzet te kiezen. Maar bij een XZ-besturing tekent de vorm van de beitelpunt zich als het ware af op het gedraaide boloppervlak. Derhalve moet de grootte van de beitelradius – met een nominale waarde van 0,3 mm – afzonderlijk worden gemeten met een nauwkeurigheid van tenminste 0,1 µm en in de besturing van de assen worden verdisconteerd.

De meeteenheid op de X-slede bestaat in feite uit twee meetsensoren: een optische sensor met laser, en een mechanische sensor met een reproduceerbaarheid beter dan 1 µm. De mechanische sensor is een soort microschakelaar waarvan het circuit wordt gesloten als er een werkstuk in de hoofdspil wordt geraakt. De sensoren worden eenmalig met behulp van een nauwkeurig refererentiewerkstuk gekalibreerd. De plaats van het voorvlak daarvan wordt vastgelegd door de mechanische sensor erop te positioneren. De desbetreffende positie is het referentiepunt voor alle verplaatsingen in de Z-richting. Men kalibreert vervolgens de optische sensor ten opzichte van de mechanische sensor door de laserbundel te laten reflecteren tegen hetzelfde voorvlak en het uitgangssignaal van de sensor te registreren in de software.

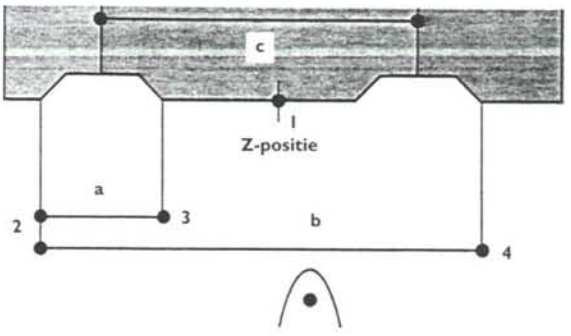
Daarna worden twee testwerkstukken gedraaid: een werkstuk voor het meten van de posities van de zijdraaibeitels 1 (grof) en 4 (fijn), zie figuur 13, en een werkstuk voor het meten van de posities van de kopdraaibeitels 2 (grof) en 3 (fijn), zie figuur 14. Na het draaien van ieder werkstuk worden de liggingen van de gedraaide vlakken gemeten met de optische sensor en geregistreerd. Daarmee zijn de posities van de beitelpunten vastgelegd, zodat de besturing voldoende informatie heeft voor het besturen van de sledebewegingen voor de definitieve vervaardiging van een werkstuk.



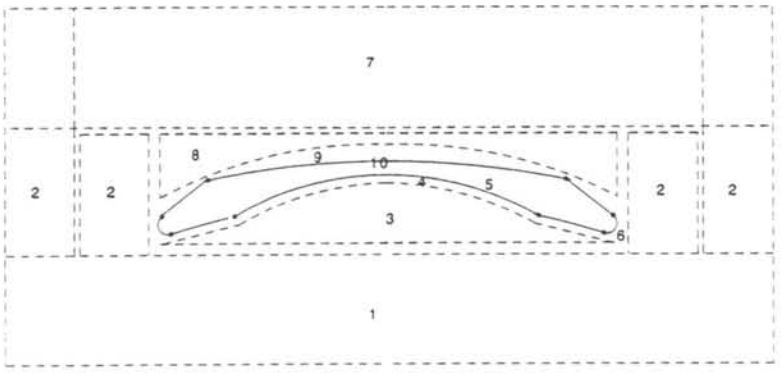
Figuur 13. Het draaien van een nauwkeurig testwerkstuk voor het bepalen van de posities van de zijsnijders 1 en 4, zie figuur 9.



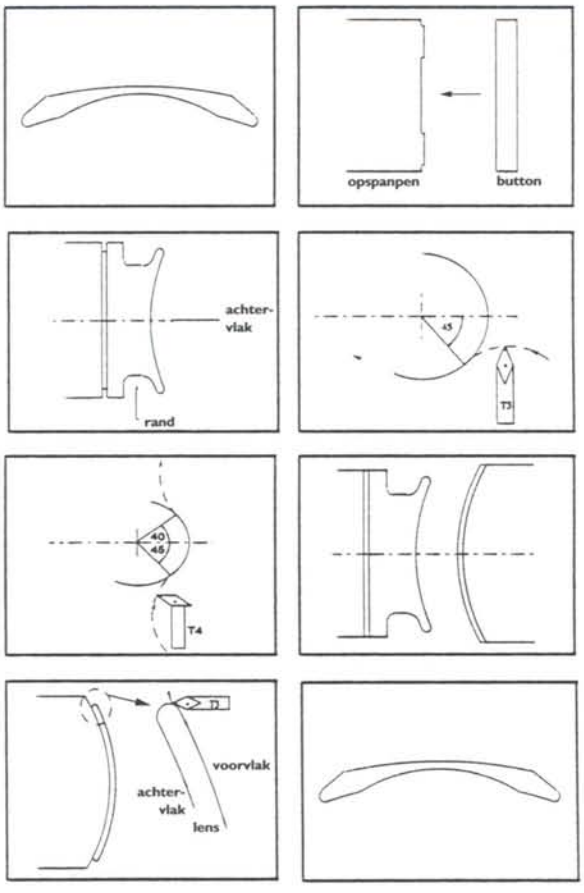
Figuur 12. De beitelbeweging bij een Rφ-besturing (boven) en een XZ-besturing (onder). In het laatste geval is de vorm van de beitelpunt van invloed op het gedraaide bolvlak.



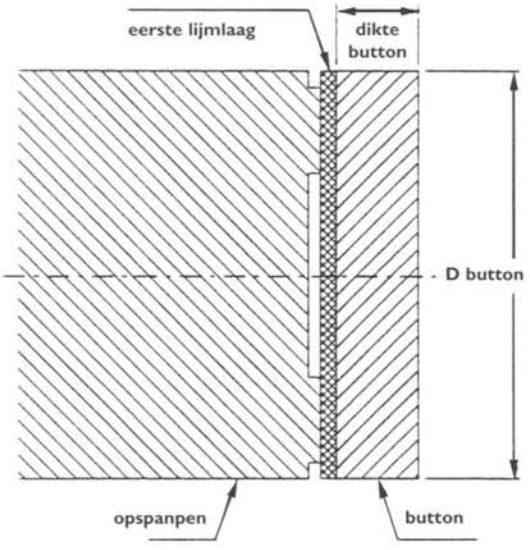
Figuur 14. Het draaien van een nauwkeurig testwerkstuk voor het bepalen van de posities van de kopsnijders 2 en 3, zie figuur 9.



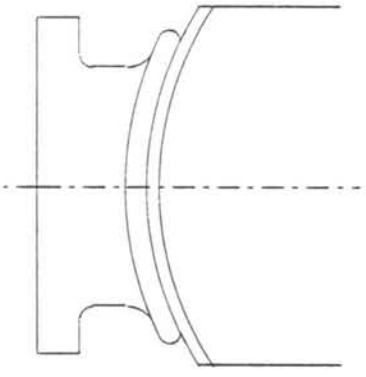
a)



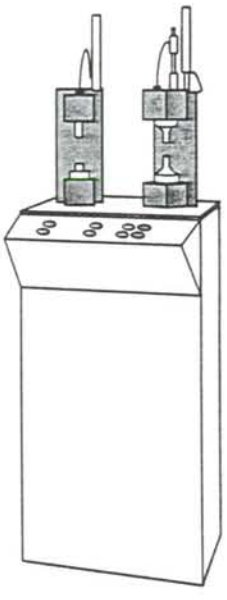
b) *Figuur 15. a) De diverse stadia in het verwijderen van materiaal van een button, zodanig dat er uiteindelijk een kant-en-klare contactlens overblijft. b) De diverse deelbewerkingen van button tot contactlens. (De getallen in figuur a) en b) corresponderen niet met elkaar.)*



Figuur 16. Het verbinden van de button met een opspanpen ('chuck') door middel van een wasachtige lijmsoort.



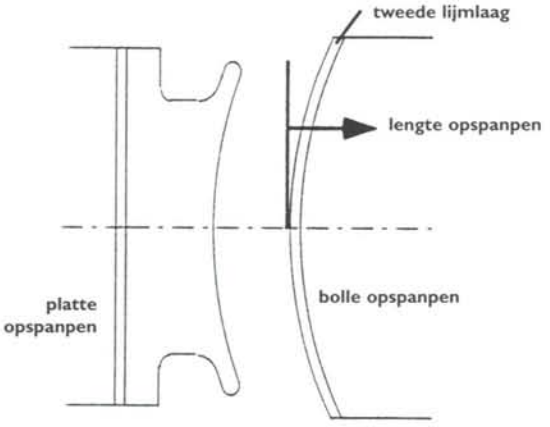
Figuur 17. Een button waarvan de binnenkant van de contactlens is gedraaid, op een tweede opspanpen met een gekromd voorvlak.



Figuur 18. De zogenaamde Blockmatic voor het nauwkeurig verbinden van button en opspanpennen met behulp van een tweetal elektropneumatische persjes.

De Blockmatic

Figuur 15a en b laten zien hoe een button in diverse bewerkingen wordt omgezet in een kant-en-klare contactlens. Daartoe moet eerst de button met een soort was worden vastgezet op een opspanpen ('chuck'), zie figuur 16, die past in het opspansysteem van de hoofdspil. Aangezien de button één keer moet worden omgespan-



Figuur 19. De overgang van een gedeeltelijk bewerkte button van de platte opspanpen naar de bolle opspanpen in de tweede positie van de Blockmatic. Daarna kan de rand worden nabewerkt en het voorvlak van de contactlens worden gedraaid en nabewerkt.

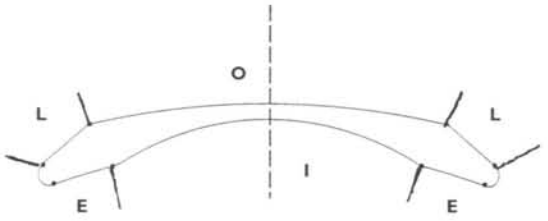
nen op een tweede opspanpen, zie figuur 17, dient de verbinding tussen button en opspanpen zeer reproduceerbaar te zijn. Daarom heeft EPT een speciaal hulpmiddel ontworpen met de naam Blockmatic, zie figuur 18. De Blockmatic bestaat uit een tweetal elektropneumatische persjes, die button en opspanpen nauwkeurig loodrecht op elkaar persen met een reproduceerbare laagdikte. De opspanpen voor de eerste serie bewerkingen is vlak. Gedurende die eerste serie worden de – holle – binnenzijde van de lens, en vervolgens de rand bewerkt. De opspanpen voor de tweede serie bewerkingen heeft daarom een bolle voorzijde, ongeveer passend op de reeds bewerkte binnenzijde van het werkstuk. Figuur 19 laat zien hoe de tweede opspanpen het werkstuk overneemt van de eerste.

Het verbindingsmiddel tussen opspanpen en button is zodanig gekozen dat de verbinding simpel verbroken kan worden op een van beide posities van de Blockmatic. De geraffineerde combinatie van hoofdspiloopspansysteem en Blockmatic waarborgt dat de voor- en achterzijde van een contactlens met een nauwkeurigheid van 5 µm of beter ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd.

Het software-pakket ELPS

ELPS is een onmisbaar hulpmiddel voor de virtuele creatie van een contactlens. Pas na het vastleggen van een in alle opzichten bevredigend contactlensontwerp zendt ELPS de gegevens naar de besturingssoftware, waarna een concreet prototype uit een button kan worden gedraaid.

ELPS is opgebouwd als een soort bouwdoossysteem, dat eenvoudig volgens klantenwens uitgebreid kan worden. Allereerst deelt ELPS een contactlensprofiel op in een viertal zones, zie figuur 20. Die zones zijn:
O, de buitenste kromming,
L, het overgangsgebied,
I, de binnenste kromming,
E, het randgebied.
Bij het ontwerpen van een contactlens kan men kiezen



Figuur 20. De verdeling binnen het Eye Lens Programming System (ELPS) van een contactlens in vier gebieden: O, de buitenste kromming; L, het overgangsgebied; I, de binnenste kromming; E, het randgebied.

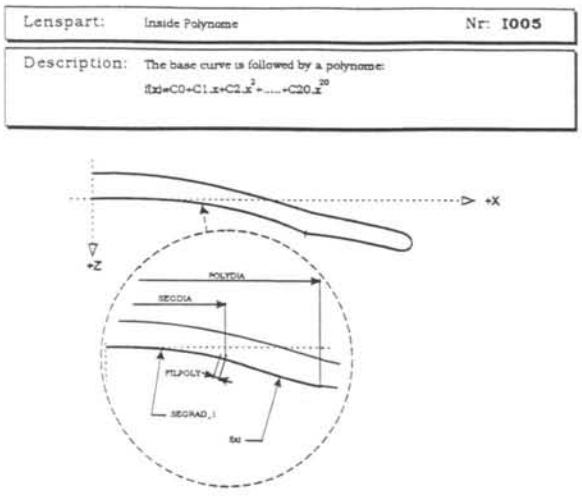
uit diverse mathematische objecten voor de vier zones. Enkele voorbeelden van die objecten volgen uit de volgende tabel:

O buitenste kromming	L overgangs-gebied	I binnenste kromming	E rand-gebied
monokromme	*recht*	*dubbele asfeer*	*buiten recht*
dubbele asfeer	*concaaf*	*polynoom*	*binnen recht*
multikromme	*convex*	*multikromme*	*aanspuiting*

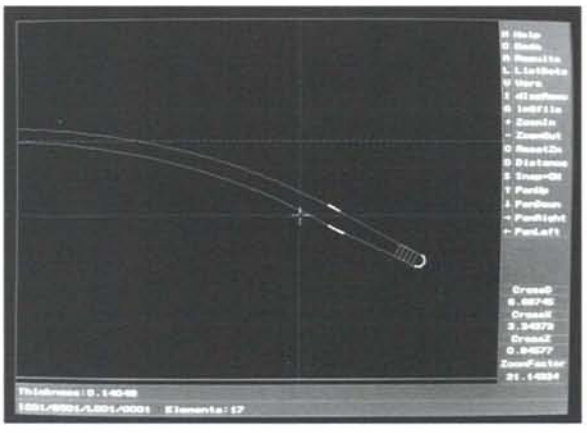
De keuze voor een aanspuiting in het randgebied is nodig omdat er met de Optomatic ook matrijzen voor het persen van contactlenzen kunnen worden vervaardigd. Figuur 21 toont een specificatieblad voor een lens met een polynoom voor de binnenste kromming.

Op het beeldscherm van de PC of het werkstation waarop ELPS is geïmplementeerd, kan het resultaat van de objectkeuzen worden waargenomen, zie figuur 22. De besturingssoftware echter maakt deel uit van de eigenlijke machine. De bijbehorende besturingselektronica heeft een plaats gevonden in het meest rechtse gedeelte van de lessenaar, zie figuur 1b. De bewerkingen die plaats moeten vinden als het lensontwerp definitief is vastgelegd, worden weergegeven op het monitorscherm, zie figuur 23.

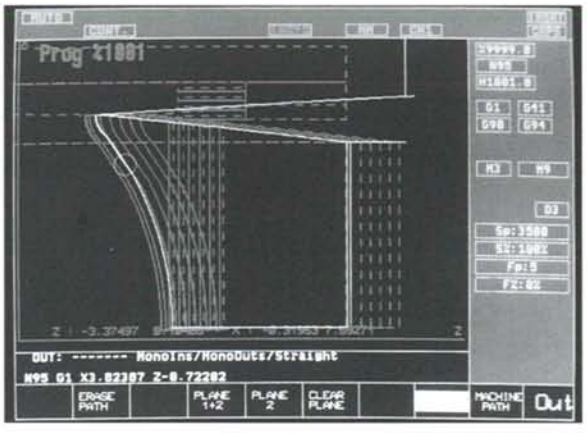
De rekenkundige bewerkingen in de besturingssoftware zijn karakteristiek voor standaard-CNC-systemen: vanuit de ontwerpgegevens berekent de computer de XZ-coördinaten voor de achtereenvolgende posities van de beitelpunt. Daarbij wordt uitgegaan van de opgegeven verspaningscondities als toerental, beitelradius, materiaal, toegestane restruwheid, enzovoort.



Figuur 21. Specificatieblad voor een contactlens waarvan de binnenste kromming verloopt volgens een polynoom.

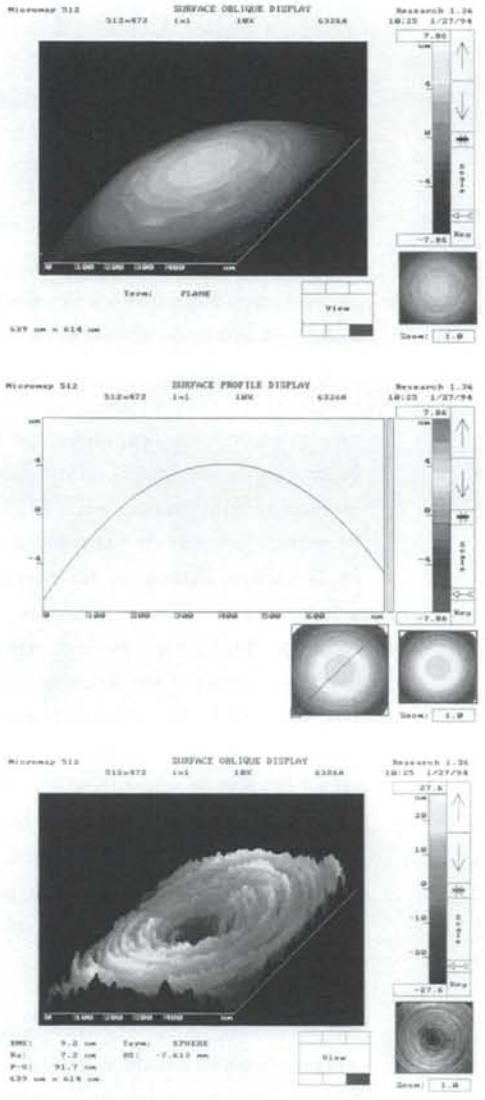


Figuur 22. Visualisering op het PC-beeldscherm van de keuzen die zijn gedaan bij het ontwerpen van een contactlens met behulp van het programma ELPS.



Figuur 23. Weergave op het monitorscherm van het Optomatic-bedieningspaneel van de bewerkingsvolgorde en verspaningscondities voor het maken van een contactlens.

Figuur 24 toont testresultaten van een boloppervlak dat door een Optomatic is vervaardigd. Er blijkt dat de oppervlakteruwheid R_a slechts 7,2 nm bedraagt! De vormafwijking P-V is kleiner dan 0,1 µm, gemeten over een oppervlak van 639 bij 614 µm.



Figuur 24. Resultaten van de meting van vorm en ruwheid van een boloppervlak dat is gedraaid met een Optomatic. Boven de hoogtelijnen, midden het profiel en onder de ruwheid van een oppervlak van 639 bij 614 µm. De ruwheid bedraagt 7,2 nm en de vormafwijking 91,7 nm.

Tot slot

Er kan worden geconcludeerd dat een contactlens snel en betrouwbaar te ontwerpen is met behulp van het flexibele software-bouwdoossysteem dat ELPS heet. Dat ontwerp leidt simpel en routinematig tot een nauwkeurig kwaliteitsproduct dankzij de gebruikersvriendelijkheid van Optomatic en Astigmatic.

Potente planeetaandrijving

Zeer grote draaimomenten in een zeer kleine ruimte

Dirk Zimmermann ***Door de beschikbaarheid van magnetische materialen met een hoge vermogensdichtheid kunnen aandrijfeenheden tegenwoordig in extreme mate worden geminiaturiseerd. Om bij een gelijk bouwvolume grotere vermogens over te kunnen brengen, moeten bij de constructie van kleine aandrijvingen echter nieuwe wegen worden ingeslagen. Daarbij voert het toepassen in andere vakgebieden gebruikte technologieën na hun verdere specifieke ontwikkeling tot innovatieve produkten met opmerkelijke nieuwe mogelijkheden.***

Door de toepassing van magnetische materialen op basis van zeldzame-aarde-metalen zoals neodimium, kunnen tegenwoordig bijzonder grote aandrijfvermogens worden geproduceerd in zeer kleine behuizingen en tegen lage kosten. Aangezien deze vermogens worden verkregen door hoge toerentallen, moeten deze afhankelijk van de toepassing worden vertraagd. Speciaal voor dit doel zijn twee nieuwe series planeetaandrijvingen ontwikkeld, die optimaal zijn afgestemd op het gelijkstroommotorenprogramma van Maxon, zie figuur 1. Het gaat hierbij om planeetaandrijvingen met drie planeetwielen met rechte vertanding, volledig in metaal uitgevoerd en met een uitwendige diameter van 13 mm respectievelijk 16 mm bij een lengte die varieert van 15,5 mm tot 31,5 mm, afhankelijk van de overbrengingsverhouding. Ze worden aangeduid met GP013 en GP016.

Ter opfrissing van het geheugen eerst een korte beschrijving van het werkingsprincipe van de planeetaandrijving. Rondom een centraal zonnewiel draaien de planeetwielen gelagerd op lagerpennen van de planeetdrager, die aan de ene kant met het ingaande zonnewiel en aan de andere kant met het uitgaande zonnewiel in ingrijping zijn. De overbrengingsverhouding is afhankelijk van het aantal tanden van de twee zonnewielen.

Deze aandrijvingen kunnen over het algemeen op drie verschillende manieren worden geconstrueerd.

1. De planeetdrager wordt geblokkeerd: de beide zonnewielassen zijn de ingaande- of de uitgaande as.
2. Zonnewielas 1 wordt geblokkeerd: de planeetdrager of de zonnewielas 2 zijn de ingaande- of uitgaande as.
3. Zonnewielas 2 wordt geblokkeerd: zonnewielas 1 of de planeetdrager zijn de ingaande- of de uitgaande as.

Afhankelijk van de keuze kan de overbrengingsverhouding en de draairichting veranderen.

De constructie van de planeetaandrijvingen uit de series GP013 en GP016 is gebaseerd op de derde variant, aangezien deze de kleinste bouwvorm mogelijk maakt. In ons geval is sprake van de volgende uitwerking, zie figuur 2. Zonnewielas 2 is uitgevoerd als ring met inwendige vertanding, het ringwiel, en is verbonden met het huis van de aandrijvende motor. De motoras met rondsel is zonnewielas 1 in de eerste trap van de aandrijving. De planeetdrager van een trap is tevens zonnewiel 1 van de volgende trap, op de laatste trap na. Daarvan is de planeetdrager verbonden met de uitgaande as.

Het draaimoment van de motor wordt via het motorrondsel en de in serie geschakelde planeetdragers, met de totale overbrengingsverhouding vergroot doorgegeven aan de uitgaande as. Hierbij drijven de planeetwielen, die zich afwentelen in het ringwiel, hun planeetdrager aan. De overbrengingsverhouding van een trap kan worden berekend aan de hand van de volgende formule:

$$i = 1 + z_1/z_2$$

waarbij: z_1 = aantal tanden van ringwiel en z_2 = aantal tanden van zonnewiel.

Figuur 1. Combinatie van Maxon gelijkstroommotor met planeetaandrijving.

Vertandingsconstructie via computersimulatie

De vertandingen zelf zijn slecht ten dele conform de DIN-normen (DIN 58400: vertandingen in de fijnmechanische techniek). Bij alle vertandingen gaat het om met behulp van de computer geoptimaliseerde hybride vertandingen, die uit verschillende krommen bestaan. De eigenlijke tand bestaat uit zowel een evolvent als uit een niet-evolventgedeelte. In de omgeving van het afrolpunt is sprake van een evolvente, terwijl van de tandkop de rechte zijde geometrisch gewijzigd is door deze af te ronden met cirkelbogen, zie figuur 3. Door dit afronden ontstaat een soort inloopwig die een gunstiger ingrijpingsgedrag van de tand oplevert bij het 'binnenglijden' in de betreffende tandholte. Tussen de beide tanden kan zich zo een smeerwig vormen, waardoor de wrijving tussen de beide oppervlakken wordt verminderd. Deze maatregel draagt bij tot het verminderen van de slijtage en van de geluidsontwikkeling. Hier staat een minimale verkleining van de overlapping tegenover (de overlapping geeft aan hoeveel tanden in ingrijping zijn en bijdragen tot de momentoverbrenging). Dit betekent dat er 'iets minder tand' ingrijpt, hetgeen in dit geval echter niet tot een noemenswaardig transmissieverlies van de vertanding leidt.

In de omgeving van de tandvoet gaat de evolvente over in een trochoïde.

Alle veranderingen die aan de vertanding worden aangebracht, worden op het beeldscherm gesimuleerd waarna het verloop van de tandingrijping direct wordt geëvalueerd aan de hand van de 'draaiende vertanding'. Ingrijpingsstoringen, zoals bij moduli van 0,25 tot 0,3 nogal eens optreden, worden zodoende al in de ontwikkelingsfase uitgesloten. Om de berekende vertanding ook te kunnen produceren, worden de gevonden CAD-geometrieën rechtstreeks voor de gereedschapvervaardiging gebruikt.

Op grond van de op deze wijze geoptimaliseerde aandrijvingen kan een continu ingangstoerental van 6000 min^{-1} worden bereikt.

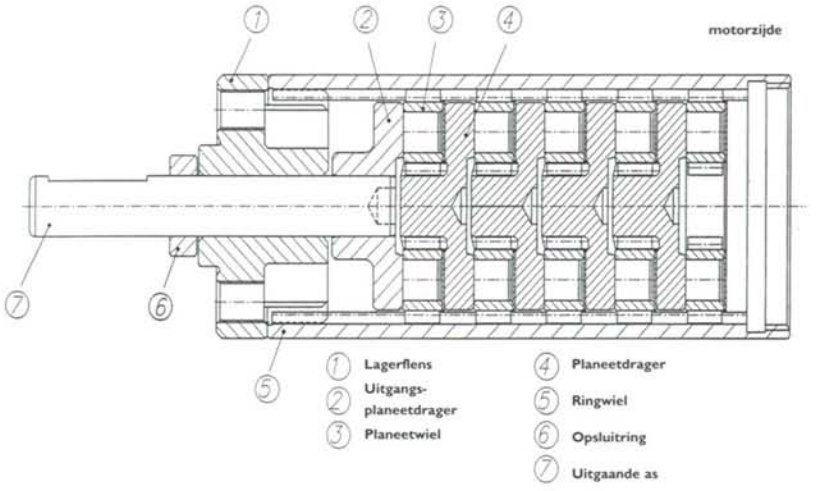
Figuur 3. Door de gerichte vormgeving van de tandkop wordt een meer glijdende tandingrijping bereikt

Langere levensduur en toch kostenvermindering

De aandrijvingen bereiken een gemiddelde levensduur van meer dan 1000 uur bij maximaal ingangstoerental en maximaal uitgangsdraaimoment. Dit kan worden beschouwd als een zeer goed resultaat, rekening houdend met het feit dat bij deze aandrijvingen geen circulatiesmering mogelijk is zoals gebruikelijk is bij grotere aandrijvingen in de machinebouw. Beide series GP013 en GP016 worden met vet gesmeerd, waarbij de totale hoeveelheid vet in de aandrijving slechts een paar gram bedraagt.

De belangrijkste reden voor de hoge levensduur ligt in de vervaardigingsmethode voor de verschillende onderdelen. Alle delen met vertanding, met uitzondering van het ringwiel en het rondsel, worden vervaardigd door sinteren. Dit is een bekende produktiemethode die in de machinebouw een vaste plaats heeft ingenomen. In de fijnmechanische techniek worden in de regel echter alleen onderdelen met lagere eisen betreffende geometrie en slijtvastheid door sinteren vervaardigd. Het zijn hoofdzakelijk glijlagers van gesinterd brons, die overwegend eenvoudig van vorm zijn. Deze technologie krijgt een nieuwe uitdaging in het vervaardigen van onderdelen met vertandingen die nodig zijn bij de produktie van kleine precisie-aandrijvingen. In figuur 4 wordt een

Figuur 2. Kostenreductie door standaardisatie: in alle trappen worden dezelfde onderdelen toegepast.

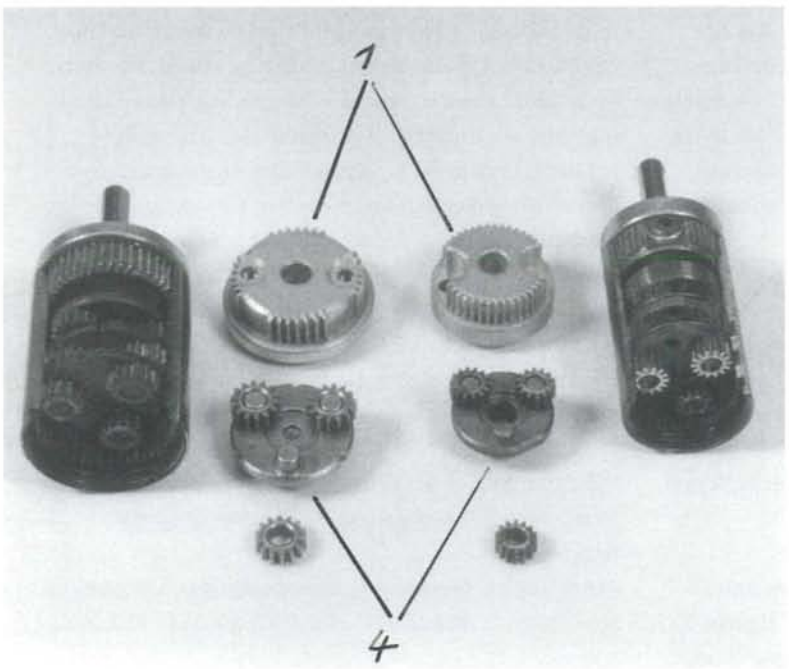


aantal van de hier gebruikte onderdelen getoond. De vormgeving geschiedt door het persen van fijn metaalpoeder in matrijzen tot het zogenaamde 'groene produkt'. Dit wordt uitsluitend bijeengehouden door adhesie van de poederkorrels onderling en van de toegevoegde wassoorten. In het daarop volgende sinterproces worden de onderdelen zodanig verhit dat de metaalpoederkorrels aan hun oppervlak aaneensmelten en vastbakken. De noodzakelijke sintertemperatuur is afhankelijk van het gekozen materiaal en ligt rond 1000 °C. Na het sinteren hebben de onderdelen reeds de gewenste sterkte; door middel van warmtebehandeling kunnen ze zonodig tot hogere waarden worden gehard.
Welke voordelen biedt deze methode bij toepassing in onze kleine aandrijvingen in vergelijking met onderdelen die op traditionele wijze worden vervaardigd door middel van afwikkelfrezen of anderszins via verspaning? Nemen we als voorbeeld hiervan de planeetdrager, zie figuur 2 en 4, pos. 4.
Deze bestaat uit een cilindrische schijf waarop, concentrisch met de steekcirkel van de drie lagerpennen, het zonnewiel is bevestigd. Dit onderdeel zou door verspanende bewerking niet uit één stuk kunnen worden vervaardigd. Daarvoor zouden dan de volgende stappen noodzakelijk zijn:

- maken van de schijf,
- aanbrengen van de drie boringen voor de lagerpennen,
- aanbrengen van de boring voor het zonnewiel,
- draaien van het zonnewiel,
- afwikkelfrezen van de vertanding,
- monteren van het zonnewiel,
- maken van de lagerpennen,
- monteren van de drie lagerpennen in de draagschijf.

De produktiekosten worden nog extra verhoogd door de nauwe positietoleranties van de planeetwiellagerpennen ten opzichte van het zonnewiel.
Door te sinteren kan de planeetdrager in één persbehandeling worden vervaardigd, wat tot een aanzienlijke vermindering van de produktiekosten leidt. Bij de fabricage zijn ongeveer dezelfde natuurlijke toleranties van kracht als voor de spuitgiettechniek gelden. Het feit dat de nauwkeurigheid van de positie van de lagerpennen ten opzichte van het zonnewiel dus uitsluitend een gereedschapkwestie is, leidt tot een hogere procesnauwkeurigheid dan bij de traditionele vervaardiging. Daarbij zijn de diameter- en positietoleranties afhankelijk van de slijtage van de gereedschappen en de nauwkeurigheid van de machine.

Figuur 4. Met behulp van sintertechniek vervaardigde onderdelen met open oppervlaktestructuur zijn minder gevoelig voor slechte smeercondities.



Smeermiddelreservoir dankzij oppervlaktestructuur

Een ander technisch voordeel ligt in de materiaalstructuur van de sinterdelen. Normaal gesproken wordt in de sintertechniek een zo hoog mogelijke dichtheid van de produkten nagestreefd; onze sinterdelen worden daarentegen met een bepaalde restporositeit vervaardigd.
Tussen de globulaire poederkorrels vormen zich ruimten, die bij het sinteren niet volledig worden gesloten. De poriën zijn net als bij een spons capillair verbonden met de eveneens open structuur aan de buitenzijde; de poriën nemen bij onze onderdelen enkele volumeprocenten in. Dit vrije poriënvolume wordt met behulp van een speciale methode met een smeerolie gedrenkt en dient zodoende als smeermiddelreservoir. Daaruit kan door de capillaire werking continu smeermiddel toevloeien naar de plaatsen waar droge wrijving dreigt op te treden. De noodloopeigenschappen van glijlagers met open poriënstructuur worden zodoende aanzienlijk verbeterd, wat tot een verlenging van de levensduur van de gehele aandrijving leidt.

Als voorbeeld beschouwen we de combinatie planeetwiel - planeetwiellagerpennen in de uitgaande trap. Hiervoor moet een glijlagering worden gebruikt, omdat de toepassing van kogellagers vanwege de kleine afmetingen economisch niet haalbaar is. Bij de aandrijvingen zijn hier de kracht- en wrijvingscondities alsmede de relatieve snelheden voor het functioneren van glijlagers het ongunstigst, omdat de uitgangstrap bij een nog maar gering toerental het hoogste draaimoment moet

Tabel 1. Vijf verschillende overbrengingsverhoudingen dekken het merendeel van de toepassingen.

	Vertraging	Aantal trappen	Continu draaimoment (mNm)	Lengte (mm)
GP013	4,07 : 1	1	100	16,10
	16,58 : 1	2	150	19,95
	67,49 : 1	3	200	23,80
	274,78 : 1	4	250	27,65
	1118,75 : 1	5	300	31,50
GP016	4,4 : 1	1	100	15,45
	19,2 : 1	2	150	19,05
	84,3 : 1	3	200	22,65
	369,6 : 1	4	250	26,25
	1620,5 : 1	5	300	29,85

Maximum aanbevolen ingangstoerental 6000 min-1, maximum rendement per trap 85%.

overbrengen. Bij een vijfassige aandrijving, een vertraging van 1621:1 en een ingangstoerental van 6000 min^{-1} bedraagt het toerental van de uitgaande as 3,7 min^{-1}. Bij het toelaatbaar continu uitgangsmoment van 300 mNm bedraagt de vlaktedruk tussen het penoppervlak en de planeetwielboring van de uitgaande trap 15 N/mm^2. Vanwege de geringe omtreksnelheid is geen hydrodynamische smering meer mogelijk, maar treedt grenssmering op. Het smeervet dat bij de montage van de aandrijving op de lagervlakken is aangebracht, wordt hier bij hogere belastingen weggedrukt. Het lager zou drooglopen, wanneer er geen smeerolie vanuit het smeermiddelreservoir in de porin van de lagerpennen en het planeetwiel zou kunnen toevloeien. Tests van de producent toonden een aanzienlijke verlenging van de levensduur aan. De lagering van het planeetwiel op de lagerpen is direct bepalend voor de levensduur van de aandrijving. Omvangrijke tests op de proefbank bevestigen een gemiddelde levensduur van meer dan 1000 uur bij een ingangstoerental van 6000 min^{-1} en maximaal continu draaimoment. De levensduur wordt echter sterk beïnvloed door de specifieke bedrijfsomstandigheden.

Nog een voordeel van de door sinteren vervaardigde onderdelen is gelegen in de demping van het geluid dat aandrijvingen eigen is. Door de poriën wordt namelijk de kristallijne structuur van het materiaal onderbroken, hetgeen voortplanting van geluiden belemmert en lagere geluidsniveau tot gevolg heeft.

Een ander onderdeel waarbij de toepassing van sintertechniek vereist is, is de lagerflens pos. 1 van figuuur 2 en 4. Deze dient voor de lagering van de uitgaande as, bevat schroefdraadboringen voor de bevestiging, alsmede een vertande borst die voor een vormgesloten borging tegen verdraaiing van het ringwiel zorgt. Aangezien in dit geval roestvast materiaal in combinatie met een optisch aansprekend uiterlijk vereist is, wordt sinterbrons toegepast; dit wordt eveneens met smeermiddel gedrenkt. Bij de geharde en geslepen uitgaande as is door de grote lagerlengte sprake van een lager dat zowel bij hydrodynamische als bij grenssmering betrouwbaar werkt.

Zoals alle technieken kent ook de sintertechniek grenzen en beperkingen. Zo is toepassing van deze technologie alleen bij de produktie van grotere aantallen rendabel, omdat verschillende gereedschappen moeten worden vervaardigd. Vanwege de hoge persdrukken en de schurende poeders zijn de gereedschappen zelf aan relatief sterke slijtage onderhevig. Modelseries met gewijzigde parameters betekenen hoge kosten omdat de gereedschappen moeten worden aangepast. Ook zijn de afmetingen van het 'groene produkt' op grond van procestechnische parameters aan een bepaald minimum gebonden. De hier getoonde onderdelen behoren al tot het uiterste wat momenteel technisch mogelijk is. Met deze methode bereikt Maxon op dit moment - al naargelang het moduul - een vertandingskwaliteit van 8 à 9.

Toepassingsgebieden en toekomstige mogelijkheden

De toepassingsmogelijkheden van deze aandrijvingen met de daarbij behorende gelijkstroommotoren zijn zeer divers en reiken van doseerpompen en pipetteersystemen in de medische techniek, inktmengventielen in drukmachines, cameradraaisystemen, rolgordijnafwikkelsystemen in de auto-industrie, spilaandrijvingen van kleine stansmachines tot bandoprolsystemen in de audio-video-industrie. Ook in de toekomst zullen kleine aandrijfeenheden met grote vermogens nieuwe toepassingsgebieden ontsluiten; de ontwikkeling van voordelig te produceren onderdelen blijft een voortdurende uitdaging.

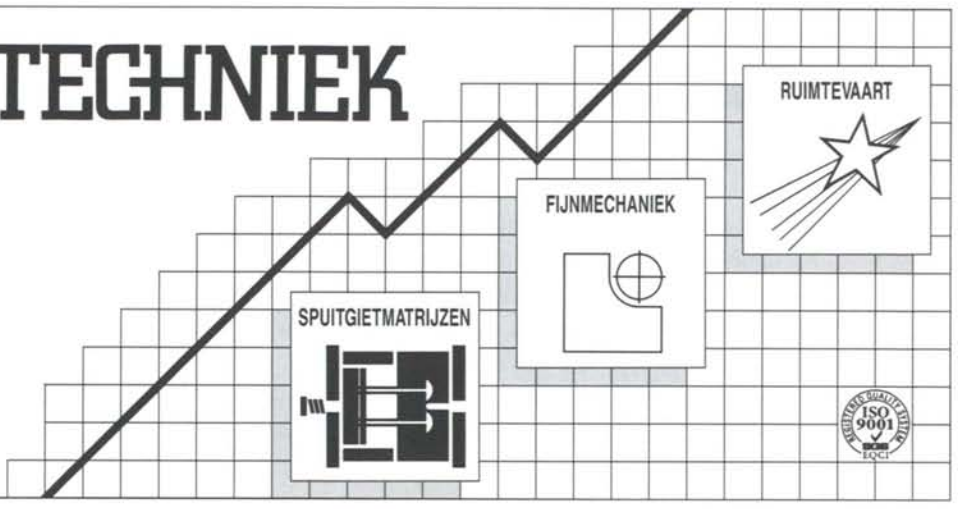
Auteursnoot

Dipl.-Ing. Dirk Zimmermann, geboortejaar 1961, studeerde fijnmechanische techniek aan de Fachhochschule in Furtwangen. Van 1989 tot 1991 was hij werkzaam in het hoofdkantoor van Interelectric AG, Sachseln (Zwitserland). Tegenwoordig werkt hij bij Maxon motor, Sexau, op de afdeling Ontwikkeling Aandrijfsystemen.

Maxon wordt in Nederland vertegenwoordigd door Sanders-Birnie bv te Enschede, telefoon 053 - 432 0566, fax 053 - 430 3665.

PEDEO TECHNIEK

Growing to perfection



PEDEO TECHNIEK
Martijn Van Torhoutstraat 15,
B-9700 Oudenaarde
Tel 32 (0) 31 35 61 • Fax 32 (0) 55 31 26 85

SOMETHING NEW IN OPTICS

OptoSigma®

The NEW NAME for optics • The name for NEW OPTICS

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

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

Call now for your personal OptoSigma catalog: 030-6951038

molenaar
optical components

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

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

Stootvast, praktisch en veilig opgeborgen.

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

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

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

Opinie

Kansen en bedreigingen voor de precisietechnologie

Intervieuw met ir. Frans Ridderhof

Naar aanleiding van zijn speech op de algemene ledenvergadering van de NVPT had de redactie een gesprek met de zojuist afgetreden voorzitter ir. Frans Ridderhof. Tot oktober 1995 was Riddderhof directeur van PMF te Eindhoven, zodat hij zeer goed op de hoogte is van de kansen en bedreigingen voor de precisietechnologie en aanverwante vakgebieden. In dit gesprek hebben we hem gevraagd naar zijn visie op verleden en toekomst van de precisietechnologie.

Hoe kijk je terug op de NVPT in de periode van je voorzitterschap?

Als ik terug kijk dan wordt die periode gekenmerkt door – voor wat de vereniging betreft – groei en stabilisatie (en in deze volgorde). Voor wat de precisietechnologie betreft door snelle nieuwe ontwikkelingen van geavanceerde toepassingen, zoals microsysteemtechnologie. Dit werd ondersteund door de aantrekkende economie, die de bedrijven de mogelijkheid heeft gegeven om geld in nieuwe ontwikkelingen te steken.

Ir. Frans J. Ridderhof

De vereniging heeft zich in die tijd ontwikkeld van een klein clubje enthousiaste techneuten tot een vereniging met een *duizendtal* leden, die op verschillende manieren het vak promoten. Daarbij is de financiële positie van de vereniging dramatisch verbeterd en is het zwakke eigen vermogen omgeturnd tot een weerstandsvermogen van 65.000 gulden. De bedoeling van het bestuur is om dit verder uit te bouwen tot 100.000 gulden.

Hoe zie je de toekomst voor de precisietechnologie?

Er zijn een aantal donkere wolken aan de hemel. Niet direct binnen de vereniging, maar wel in de omgeving waarin de vereniging actief is. Het is mijn stellige overtuiging dat de economie van ons land zich uitsluitend positief kan blijven ontwikkelen, wanneer er een gezonde basis aanwezig blijft.

Daar zie ik een aantal problemen verschijnen.

De basis van onze industrie dreigt steeds smaller te worden. Een aantal industriële activiteiten zullen uit ons land verdwijnen, simpel en alleen omdat de loonkosten in die sectoren te hoog zijn om te kunnen concurreren met landen in het voormalige Oostblok of met landen in het Verre Oosten. Het is verspilde moeite om die ontwikkeling te willen keren. Het marktmechanisme bepaalt uiteindelijk het resultaat en dat is van te voren te voorspellen.

Welke bedrijven zullen het wel redden denk je?

Bedrijven die zich hebben toegelegd op eenvoudige mechanische bewerkingen in massa uitgevoerd zullen het de komende jaren zeer moeilijk krijgen. Zij zullen zich uitsluitend kunnen handhaven als zij meer weten te bieden op het gebied van kwaliteit, flexibiliteit en samenwerking, waarmee zij het kostennadeel ten opzichte van de concurrentie uit het Oosten gedeeltelijk kunnen compenseren.

Grotere kansen liggen er echter voor bedrijven die zich weten te specialiseren in moderne geavanceerde technologieën.

Een gezonde industriële basis in ons land zal dan ook gevormd moeten worden door vele kleine en natuurlijk ook een aantal grote bedrijven, die zich toeleggen op het ontwikkelen en uitvoeren ven hoogwaardige precisie-technologieën.

Daarbij mag en moet je niet alleen denken aan mechanische activiteiten sec, maar ook vooral ook in combinatie met optiek en elektronica.

Deze oplossing lijkt zo eenvoudig, want we hebben in Nederland toch veel vakmanschap rondlopen waarmee je deze ideeën kunt uitvoeren. Zijn er geen bedreigingen?

Het hoeft geen betoog dat dit soort bedrijven zich alleen kan ontwikkelen en handhaven indien er voldoende goed opgeleide mensen ter beschikking zijn.

Ook daar zie ik een aantal donkere wolken aan de lucht en het is de hoogste tijd dat de noodklok wordt geluid: 'In plaats van extra investeringen te doen in het onderwijs in deze sectoren wordt er steeds meer bezuinigd en soms zelfs tegen beter weten in'.

Geruchten over het stoppen van de sectie Microtechniek bij de faculteit Werktuigbouwkunde in Delft (de oorspronkelijke leerstoel fijnmechanische techniek, red.) is een zeer negatief teken aan de wand! En dat terwijl het aantal studenten voor deze afstudeerrichting oploopt naar 60, een veelvoud van wat het een aantal jaren geleden was. Industriële bedrijven staan in de rij om een afgestudeerde precisietechnoloog te krijgen, zo groot is de vraag.
Het teruglopen van het aantal leerlingen op MBO en HBO-niveau in ons vak is een ander gegeven dat te denken geeft. Het gesol met een hoogwaardige industrie als Fokker stimuleert jonge mensen nu niet bepaald om in deze sector een opleiding en een carrière te zoeken.
Er begint zich een proces van afbraak af te tekenen dat op korte termijn gestopt moet worden.

Iedereen roept dan dat de regering dat maar moet oplossen. Maar wat zou bijvoorbeeld de NVPT kunnen doen in deze situatie?

Ook onze vereniging zal haar verantwoordelijkheid moeten nemen en op enthousiaste en indringende wijze het vak, dat wij allen zo belangrijk vinden, nieuwe impulsen moeten geven. Tot nu toe heeft het verenigingsbeleid zich gekenmerkt door een bescheiden strategie en weinig risico's. Het bestuur vond het primair van belang een weerstandsvermogen op te bouwen zodat we niet bij de eerste beste tegenvaller ten onder zouden gaan. Ondanks dat zijn de contributies bescheiden gebleven omdat we het belangrijk vinden dat niet alleen bedrijven maar ook individuen van alle opleidingsniveaus als persoonlijk lid aan onze club kunnen deelnemen. Daardoor moesten de uitgaven ook bescheiden blijven.

Ok. Hoe heeft de NVPT zich ontwikkeld en geprofileerd?

Er is veel gebeurd, waardoor een goede positie is ontstaan om op door te bouwen:
Financieel kunnen we nu een stootje velen;
Mikroniek is een uitstekend visitekaartje voor onze vereniging, het jaarboek - ooit gestart als initiatief van Akkerman- is uitgegroeid tot een onmisbaar naslagwerk voor inkopers, uitbesteders en engineers;
Micropool is een activiteit waarbij leden elkaar direct op praktische wijze kunnen helpen;
Het netwerk van de Werkgroepen breidt zich steeds verder uit. Door het houden van bijeenkomsten enthousiasmeren ze leden samen wat te ondernemen;
we zijn aanwezig op beurzen en manifestaties. De manier waarop de NVPT samen met een aantal bedrijven zich gezamenlijk op een beurs presenteren blijkt een succesformule.
De NVPT heeft nog steeds zijn eigen identiteit. Het bestuur heeft diverse mogelijkheden voor het aangaan van samenwerkingsverbanden of fusies onderzocht en is tot de conclusie gekomen dat een eigen identiteit heel belangrijk is. Bewust is er samenwerking gezocht met het CME (Centrum voor Micro-elektronica) en het MESA-instituut, op het gebied van de microsysteemtechnologie. In beide gevallen was sprake van een aanvulling voor beide partijen.

Maar wat kan de NVPT nu doen aan de situatie van afbraak, zoals je eerst stelde?

De NVPT zou veel kunnen doen aan de promotie van het vakgebied op alle niveaus: aangeven van het economisch belang, bundelen van vakkennis op dit gebied. Er is geen branchevereniging Precisietechnologie, zodat veel kennis verspreid ligt.
De NVPT moet ook interesse wekken, zowel bij ondernemers als bij individuen. Het is een goed vak met een zeer hoge toegevoegde waarde. Door te streven naar versterking van deze 'branche' versterk je het economisch potentieel en daarmee de overlevingskansen van bedrijven. Voor de individuen levert dit interessante, goed betaalde banen op.
En dan grijpen we terug op wat we de afgelopen jaren tot stand hebben gebracht: Mikroniek, Jaarboek, Werkgroepen, Mikropool, deelname aan beurzen, samenwerking op het gebied van micro-elektronica en microsysteemtechnologie: allemaal activiteiten die groeien en steeds meer succes hebben. Zij kunnen de aandacht op dit vakgebied vestigen.

We leven in een land waar niets kan zonder overheidssteun. De NVPT is geheel zelfstandig, dus wat verwacht je hiervan?

Het allerbelangrijkste is dat ondernemers en individuen zien waar hun kansen liggen. Doordat onze leden voorop lopen in het ontwikkelen van produkten hebben zij goede kansen hun voorsprong op de bedreigingen uit het Oosten te houden. Dat vergt een grote inspanning, die met meer enthousiaste deelnemers beter is op te brengen. Het beste wat de NVPT dus kan doen is dit zo veel mogelijk te stimuleren. Enthousiasme werkt nu eenmaal aanstekelijk.

Productverbetering

Ervaringen met 'methodisch ontwerpen' in het onderwijs

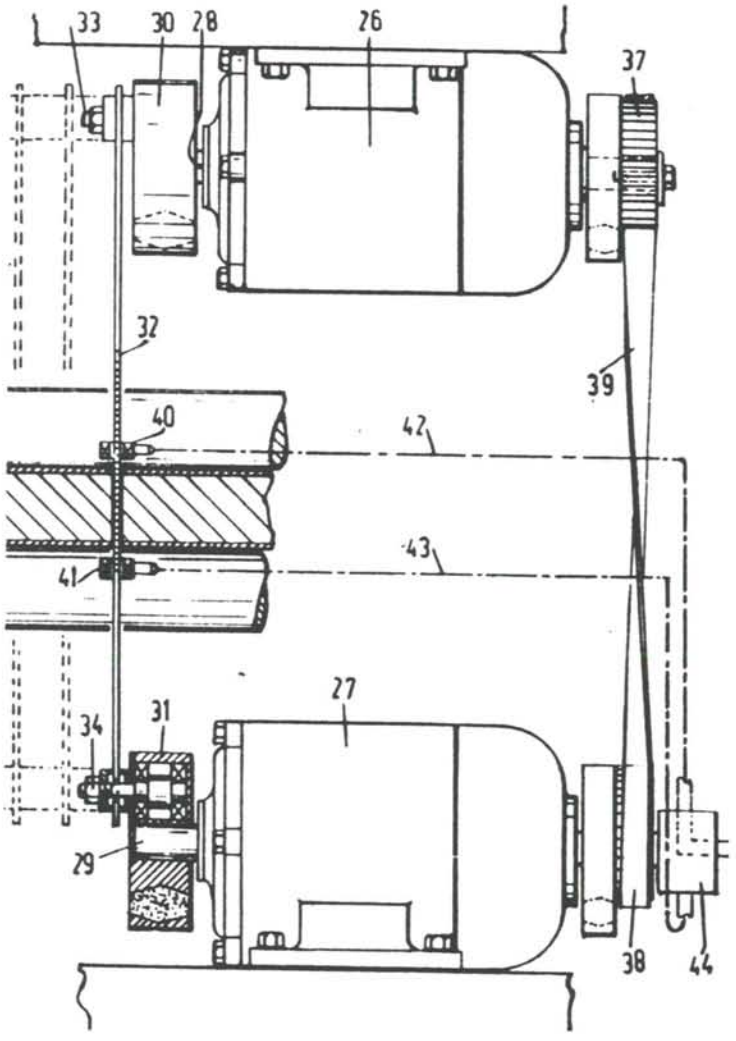
F.J. Siers ***Door bij de verbetering van een product niet steeds door te borduren op dezelfde gedachte, maar terug te durven gaan naar de oorsprong van het idee, wordt dikwijls een beter product verkregen.***

Voor studenten is het van belang vroegtijdig de waarde en de betrekkelijkheid van het octrooi te leren kennen.

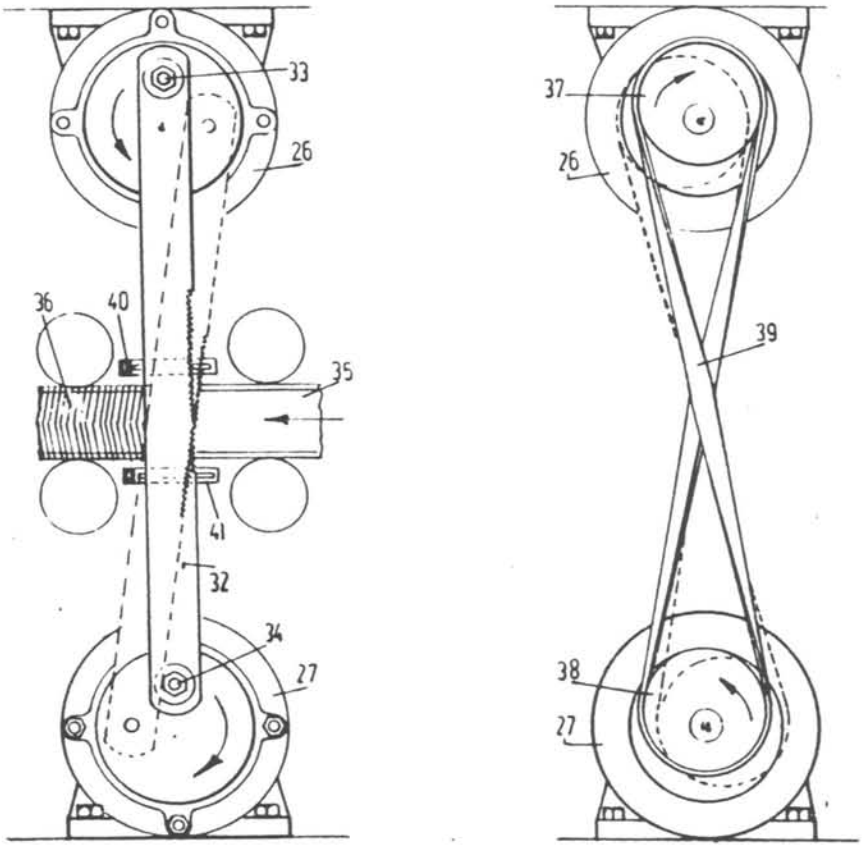
Een aantal jaren geleden kwam de leerstoel in contact met een klein bedrijf in het Noorden des lands. Het bedrijf leverde gereedschappen, waaronder **zagen** in elke denkbare vorm en met alle toebehoren. De directeur, een zeer aimabel mens met een leeftijd ver in de zeventig, was zeer inventief in zijn vakgebied en had verscheidene patenten op zijn naam staan. Zo ook het octrooi 164788: *Werkwijze en zaagmachine voor het doorzagen van hout en/of kunststof.*

Het octrooi beschrijft een werkwijze waarbij dikke balken, met behulp van een speciaal vervaardigd zaagblad, kruislings worden gezaagd. Het zaagblad is voorzien van twee zaagvertande gedeelten met aan elkaar tegengestelde zetting. Het grote voordeel zit in de kortere effectieve zaagsnede die gepaard gaat met geringere wrijvingsverliezen, zodat met hogere snelheden gezaagd kan worden. Ook is het mogelijk op deze wijze plaatmaterialen met een harde bovenlaag (bijvoorbeeld geperste plaat met formicalaag), zonder beschadigingen aan de harde laag af te zagen.

Figuur 1 en 2, die rechtstreeks uit het octrooischrift zijn overgenomen, tonen de beschermde uitvoering. De beide hoofdassen worden aangedreven door twee asynchrone elektromotoren, die in tegengestelde richting draaien. De motorassen dragen aan de aandrijfzijde elk een krukschijf voor bevestiging van het zaagblad. Het verlengde aseinde aan de andere motorzijde draagt een excentrisch tandwiel en een riemschijf, waardoor de motorassen 28 en 29 onderling gekoppeld zijn. Het grote gevaar bestond hierin, dat bovenas en onderas ongelijke hoeksnelheden verkrijgen vanwege de koppeling van de beide assen door het zaagblad. Zo zou het kunnen gebeuren dat bij de rotatie van de beide assen, de onderas de neiging zou krijgen om van richting te veranderen tijdens de werking.



Figuur 1.



Figuur 2.

Zij allen maakten de fout (begrijpelijk) om te denken dat – vanwege de octrooiverlening – het concept wel goed zou moeten zijn, maar dat in de uitvoering constructieve fouten moesten zijn gemaakt.

Daarna kwamen de studenten Ontwerp & Constructie met hun docent, in beeld. Zonder zich te verliezen in allerlei constructieve proeversels werd eerste de samenhang van kenmerken gereconstrueerd. De conclusie: *de lengte van het tussen de krukschijven ingeklemde zaagblad moet, in de verschillende posities die het zaagblad tijdens de rotatie van de motorassen doorloopt, een steeds veranderende waarde krijgen, om zich zonder problemen aan de geometrie van het vaste machinegestel aan te kunnen passen.* Alleen op die wijze zou een trillingsvrije werking verkregen kunnen worden.

Nu werd ook voor de studenten duidelijk dat een octrooi wel de nieuwheid van een idee vastlegt, maar niets zegt omtrent de fysische mogelijkheden van dat idee.

Het was natuurlijk te gek voor woorden! *Bovenas en onderas, elk aangedreven door een aparte elektromotor, en tevens elke as voorzien van een ecxentrisch bevestigd tandwiel met gekoppelde riemschijf, waaroverheen een gekruiste vlakke riem.*

Een groot aantal verschillende mogelijkheden tot een zodanige inklemming van het zaagblad , zodat dit als het ware ademend zou zijn, passeerden de revue. Het zou de lezer te zeer vermoeien deze hier alle op te sommen, maar de gevonden oplossing is de moeite van het vermelden zeker waard.

Prototype

Door het bedrijf werd eerst in eigen beheer op schaal een prototype gebouwd, dat bevredigend werkte bij lage zaagsnelheden. Naar later bleek werkte dit dankzij de aanwezige grote spelingen in de lagerpunten. Daarna werd, eveneens in eigen beheer,een productiezaagmachine volgens ditzelfde principe vervaardigd.

Bij de in bedrijfstelling van deze zaagmachine was Leiden in last. De zolder kwam bijna naar beneden door het gestamp van de machine.

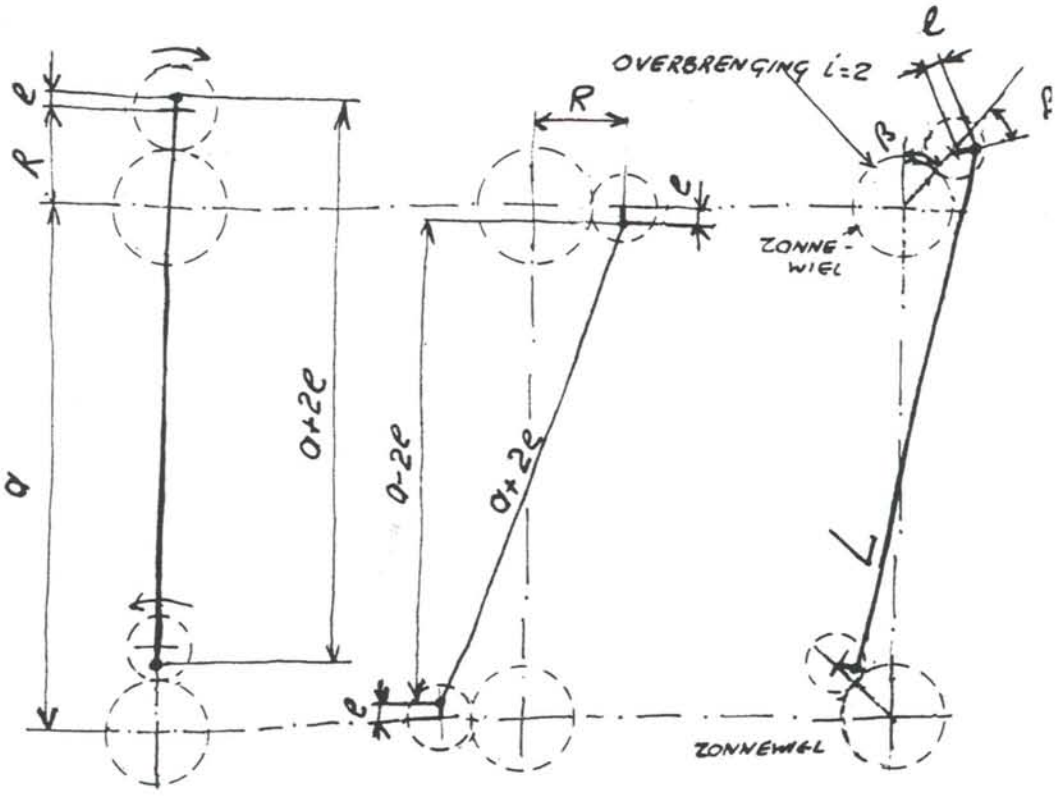
Hoewel onderkend was dat het zaagblad door de tegengestelde rotatie steeds een andere lengte zou krijgen, dacht men dit door de op de beschreven wijze gekoppelde motoren te kunnen verhelpen. En dat lukte! Er was voldoende vermogen om het zaagblad telkens door het dode punt te duwen, echter de machine protesteerde met veel trillingen en dus veel lawaai tegen deze brute werkwijze.

TNO werd erbij gehaald: Het advies was **uitbalanceren!** Het enige resultaat ..... te betalen hoge rekeningen! Een bedrijfje op wiskundiggebied rekende het mathematischmiddelpunt uit en schreef eveneens een rekening! De hoogleraar Bedrijfsmechanisatie kwam en ging!

Oplossing

De structuurschetsen in de figuur 3 geven de gevonden oplossing weer.

Twee vast opgestelde holle zonnetandwielen roteren op



Figuur 3.

waarin a de lengte van het zaagblad, e de halve slag van het zaagblad en R de straal van het lagerpunt van de zaag.
De algemeen geldige formule voor de afstand tussen de twee inklempunten van het zaagblad, in alle denkbare posities, die door het zaagblad worden doorlopen tijdens de werking, is als volgt:

$$L^2 = (a + 2e\cos 2\beta)^2 + (2R\sin\beta)^2.$$

Kiest men de volgende afmetingen: a = 600 mm en R = 60 mm (dit in verband met benodigde ruimte voor de plaatsing van de tandwielen), dan wordt e = 3 mm.

de hoofdassen. Op het uiteinde van deze assen zijn twee planeetwielen bevestigd, die tevens draaibaar verbonden zijn met het ingeklemde zaagblad. Zonnewiel en planeetwiel hebben een overbrengingsverhouding i = 2.
Zie voor een constructieve uitwerking figuur 4.

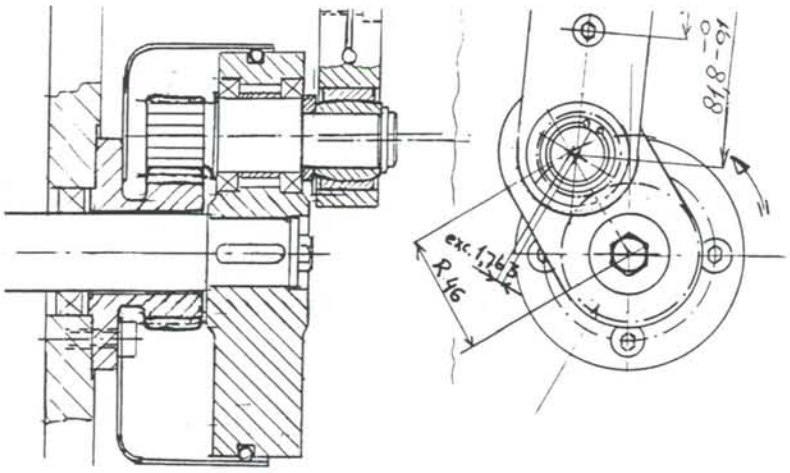
Met de eenvoudige wiskunde van het VWO zijn de volgende formules afgeleid;

$$(a + 2e)^2 = (a - 2e)^2 + (2R)^2$$

$$a^2 + 4e^2 + 4ae = a^2 - 4ae + 4e^2 + 4R^2$$

$$8ae = 4R^2 \text{ of } e = R^2/2a.$$

Figuur 4.



Uit de formule voor L volgt dat maximum waarden voor L optreden bij doorlopen hoeken van achtereenvolgens: β = 0°; 90°; 180°; 270°; 360°. De berekende maximum waarde voor L = 606 mm.
De minimum waarden voor L treden op bij het achtereenvolgens doorlopen van de hoeken: β = 45°; 135°; enz. De berekende minimum waarde van L = 605,9703 mm, een verschil derhalve van 0,0297 mm.
Uitgaande van de elasticiteitsmodulus $E = 2{,}1 \times 10^{11}$ N/m² voor staal, geeft dit tijdens bedrijf een maximale spanningsvermeerdering van: (0,0297/606) × 2,1 × 10^{11} = 10.292.079 N/m². Dit komt overeen met circa 10 N/mm².

Uiteindelijke afmetingen

De uiteindelijk gekozen afmetingen a = 600 mm, R = 46 mm en e = 1,7633 mm geven een maximum lengteverschil van circa 0,01 mm. Dit betekent een spanningsvermeerdering tijdens het bedrijf van circa 3,4 N/mm².
Een dergelijke geringe spanning gesommeerd op de bedrijfsspanning zal geen problemen veroorzaken en is dus alleszins toelaatbaar voor het zaagblad.

Eventueel gewenste extra informatie is bij de auteur verkrijgbaar.

MACHINEFABRIEK ACHT

PROFESSIONAL EQUIPMENT AND MACHINE FACTORY

Machinefabriek Acht is gespecialiseerd in het fabriceren van hoogwaardige apparatuur, complexe samenstellingen en nauwkeurige componenten. Hoe uw opdracht ook luidt, u kunt er bij voorbaat vanuit gaan dat we aan uw verwachtingen voldoen: een technisch, logistiek en economisch optimaal produkt.

Kwaliteit standaard gewaarborgd

Uw wensen, eisen en specificaties staan bij onze activiteiten centraal. Bovendien stellen wij zelf de hoogste kwaliteitseisen, onder meer gebaseerd op ISO-9002, AQAP 120 en MIL-9858A.
Ons streven is maximale tevredenheid van onze klanten. We beschikken daarvoor over een compleet gamma technieken en faciliteiten: van mechanische en plaatbewerkingen tot speciale processen, van stofarme montage en tests tot precisiebewerkingen. Ook kunnen we een beroep doen op specialistische bronnen van kennis en kunde in de Philips-organisatie.

Partner in denken en doen

Naast mechanica spelen ook elektronica, optiek en software een hoofdrol. Onze ruim 500 medewerkers werken in teamverband en volgens een projectmatige aanpak. Die biedt alle ruimte voor onze flexibele werkwijze: u kunt ons naar believen inschakelen voor design en ontwikkeling, prototypebouw, voor re-engineering, produktie en montage, voor enkele stuks of kleine series.

Op uw schriftelijk of telefonisch verzoek sturen wij u graag uitgebreide documentatie of maken wij direct tijd vrij voor een oriënterend gesprek.

Machinefabriek Acht
Achtseweg Noord 3
Postbus 218
5600 MD Eindhoven
Tel. 040 - 2766 187
Fax 040 - 2766 630

LLOYD'S REGISTER QUALITY COMPANY ISO9002

Erkend door de Raad voor de Certificatie

Let's make things better.

Philips Machinefabrieken

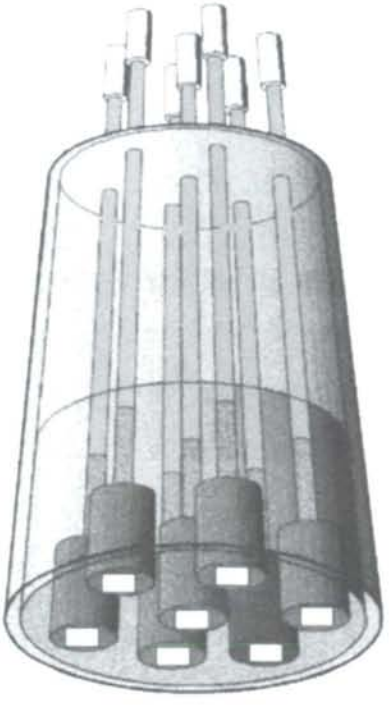
PHILIPS

Toepassing van hoge-T_c supergeleiding in een 7-kanaals hartscanner

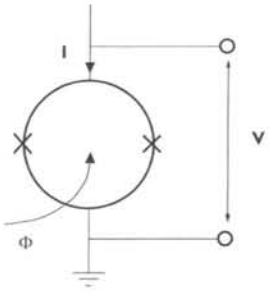
Marcel ter Brake ***Op de valreep van 1995 werd in de leerstoel Lage Temperaturen van de Universiteit Twente de laatste hand gelegd aan een 7-kanaals magnetometer, uitgerust met zogenaamde hoge-Tc SQUIDs. In januari 1996 werden hiermee de eerste hartmetingen in een magnetisch afgeschermde kamer verricht en werden magnetocardiogrammen geregistreerd. De 7-kanaals hartscanner is de eerste stap in de ontwikkeling van een magnetometer die eenvoudig te gebruiken is in standaard klinische omgevingen. In het hiernavolgend artikel wordt dit onderzoek, het zogenaamde hartscanner-project, beschreven.***

Supergeleiding en Lage Temperaturen

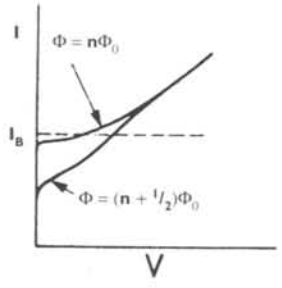
In 1908 was Kamerlingh Onnes in Leiden de eerste ter wereld die het edelgas helium vloeibaar wist te maken, kokend bij een temperatuur van 4.2 K (-269 °C). Het lag voor de hand daarna de weerstand van verschillende materialen in dit lage-temperaturen gebied te bepalen (door te pompen aan het heliumbad kon hiervoor de temperatuur nog verder verlaagd worden). Bij die experimenten ontdekten de Leidse onderzoekers in 1911 het verschijnsel supergeleiding; Tijdens het meten aan kwik zag men bij 4.15 K de weerstand plotseling onmeetbaar klein worden. Aanvankelijk dacht men aan een systematische fout in de meetopstelling, maar later bleek een fundamenteel natuurkundig effect te zijn ontdekt: supergeleiding. Voor zijn werk kreeg Kamerlingh Onnes in 1913 de Nobelprijs. Sinds die tijd is vooral gewerkt met metallische supergeleiders als lood, tin en niobium, en pas later aan legeringen als niobium-titaan. Lange tijd was de 'recordhouder' niobium-germanium (Nb_3Ge) met een overgangstemperatuur van 23.3 K. Maar in de jaren 1986 en 1987 werd de natuurkundewereld opgeschrikt door de ontdekking van de keramische supergeleiders; Volgend op het werk van Bednorz en Müller van IBM in Zurich, ontdekte Chu van de universiteit van Houston het materiaal $YBa_2Cu_3O_x$ dat een overgangstemperatuur toonde van maar liefst 90 K. Dit betekende dat supergeleiding verkregen kon worden middels koeling door vloeibaar stikstof (77 K) in plaats van het veel duurdere, en moeilijk te hanteren, vloeibare helium. Later zijn nog exotischer verbindingen ontwikkeld met nog hogere overgangstemperaturen (recordhouder is momenteel $HgBa_2Ca_2Cu_3O_x$ met 135 K). Niettemin wordt wereldwijd het meest gewerkt met het materiaal van Chu: $YBa_2Cu_3O_x$. Het verschijnsel supergeleiding is in een eerder artikel in Mikroniek uitgebreid beschreven door Dave Blank.



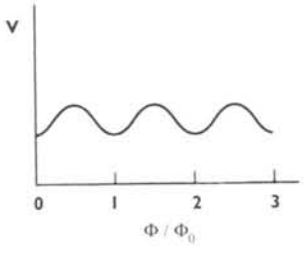
In het onderzoek van de leerstoel Lage Temperaturen (geleid door professor Horst Rogalla) speelt supergeleiding een sleutelrol. Supergeleiding maakt het mogelijk grenzen te verleggen, zoals het opwekken van zeer sterke magneetvelden tot 25 Tesla, het meten van zeer kleine magnetische velden van 10^{-13} Tesla, en het ontwikkelen van zeer gevoelige sensoren voor ondermeer ruimtevaarttoepassingen, en het ontwikkelen van ultrasnelle electronica. Een specifiek voorbeeld van een supergeleidend device is een SQUID, waarmee extreem gevoelig magnetische velden gemeten kunnen worden. In de leerstoel LT is al ruim twee decennia ervaring met SQUIDs. Zo is op basis van lage-T_c niobium SQUIDs een 19-kanaals neuromagnetometer gebouwd die momenteel voor biomagnetische experimenten wordt gebruikt in het Biomagnetisch Centrum op de campus van de Universiteit Twente.



Figuur 1. Schematische weergave van een dc-SQUID



Figuur 2. Stroom-spannings karakteristiek van een dc-SQUID



Figuur 3. Spanning over het SQUID als functie van de aangeboden flux

Hartscanner-project

In het begin van 1994 is het hartscanner-project gestart met als doel een magnetometer te ontwikkelen, op basis van hoge-T_c SQUIDs, die gebruikt kan worden in standaard klinische omgevingen. Verder werden als eisen gesteld dat het systeem transportabel, simpel in gebruik, en relatief goedkoop moest zijn. In dit project spelen veel aspecten een rol: van dunne-laag fabricage, via sensor-ontwikkeling en instrumentatie tot biomagnetische toepassing. Ook wordt op het vlak van ruisonderdrukking en koeling binnen de faculteit Technische Natuurkunde samengewerkt met de leerstoel Meet- en SysteemTechniek. Het project is financieel gesteund door de Stichting Technische Wetenschappen, het Nationaal Onderzoek Programma 'Hoge-T_c Supergeleiding', en Philips.

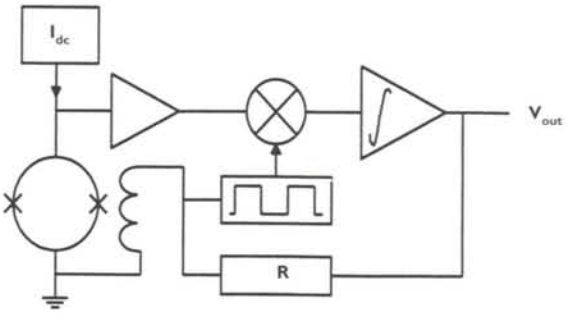
SQUIDs

Als we ons beperken tot de zogenaamde dc-SQUIDs, dan is een SQUID te beschouwen als een ring van supergeleidend materiaal met daarin twee zwakke punten (zie figuur 1). Deze zwakke punten kunnen ten opzichte van de rest van het materiaal zeer weinig stroom voeren zonder hun supergeleidende eigenschappen te verliezen (de grens wordt de kritieke stroom genoemd, en deze bedraagt enkele μA). Ze zijn te realiseren door bijvoorbeeld een vernauwing in de ring, maar ook door een kleine isolerende barrière aan te brengen. De supergeleidende stroom is in staat door zo'n barrière heen te 'tunnelen'. Het quantummechanische gedrag van dergelijke zwakke punten of juncties werd voor het eerst beschreven door de Engelse student Brian Josephson in 1962, die daar in 1973 de Nobelprijs voor kreeg. De juncties worden dan ook Josephson juncties genoemd.

Door het SQUID wordt een geringe zogenaamde biasstroom gestuurd, en de spanning wordt gemeten in een soort vier-punts meting (zie figuur 1). De verkregen stroom-spanningskarakteristiek is gegeven in figuur 2: voor een geringe stroom is de spanning nul omdat het gehele SQUID in de supergeleidende toestand is. Als echter de kritieke stroom van een junctie wordt overschreden, ontstaat een spanning over het SQUID.

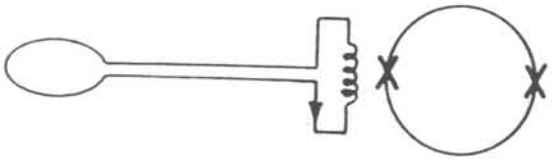
Als nu een magnetisch veld op het SQUID wordt aangelegd, zal door inductie een kringstroom door de SQUIDring gaan lopen (wet van Lenz). Deze geïnduceerde kringstroom interfereert met de bias-stroom en daarom hangt het verloop van de stroom-spanningskarakteristiek af van de hoeveelheid magnetische flux door het SQUID. In figuur 2 is te zien dat er twee uiterste curves zijn waarbinnen de karakteristiek kan liggen: één curve voor een SQUID flux van een geheel aantal fluxquanta, en de andere curve voor een geheel plus een half aantal fluxquanta (de magnetische flux is gequantiseerd in eenheden $\Phi_0 = 2.07.10^{-15}$ Tm^2, het fluxquantum).

Door nu de bias-stroom een geschikte waarde te geven, wordt de spanning over het SQUID periodiek afhankelijk van de magnetische flux in het SQUID (zie de figuren 2 en 3). De periode hierin is 1 Φ_0. In essentie heb is nu een zeer gevoelige fluxmeter beschikbaar. Het nadeel is echter dat deze meter niet lineair is, de calibratie ligt niet vast: je weet niet welke fluxverandering bij een gemeten spanningsverandering hoort. Dat hangt immers af van waar je toevallig op de V-Φ curve zit. Om deze niet-lineaire overdracht op te vangen wordt terugkoppeling toegepast (zie figuur 4).
De gemeten uitgangsspanning wordt teruggekoppeld naar het SQUID via een spoeltje dichtbij het SQUID, zodanig dat de fluxverandering die als signaal in het SQUID komt wordt gecompenseerd door de teruggekoppelde flux. Het SQUID wordt nu gebruikt als zogenaamde nul-detector, en de overdracht is geheel bepaald door de weerstand in het terugkoppel-circuit en de wederkerige inductie tussen terugkoppelspoeltje en het SQUID. Om de ruisbijdrage van de eerste versterkertrap te onderdrukken wordt in de regel een modulatie toegepast van de flux in het SQUID met een frequentie in de orde van 100 kHz (zie ook figuur 4).



Figuur4: Blokschema van een SQUID-magnetometer

Tot zover is het SQUID uitsluitend een zeer gevoelige fluxmeter. Wat we echter willen is een zeer gevoelige veldmeter, en omdat het SQUIDringetje zeer klein is (orde 0.1 mm^2) hebben we een probleem: we hebben toch nog vrij veel veld nodig om weinig flux te maken. De oplossing hiervoor die bij lage-T_c SQUIDs wordt toegepast is het gebruik van een zogenaamde fluxtransformer. Dit is een gesloten supergeleidend circuit dat bestaat uit een relatief grote meetspoel (orde cm^2) in serie gekoppeld aan een klein spoeltje dichtbij het SQUID (zie figuur 5). Deze methode geeft ruwweg een factor 100 verbetering in de veldgevoeligheid.



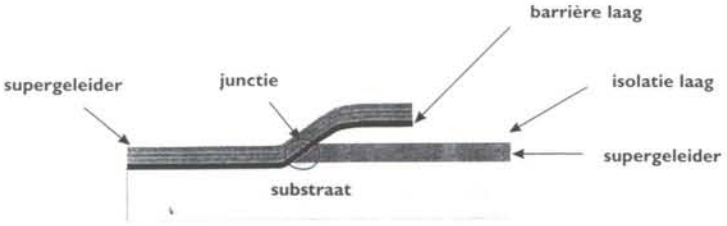
Figuur 5. Fluxtransformer inductief gekoppeld aan een dc-SQUID

SQUIDs van hoge-T_c materiaal

Bij het maken van SQUID-magnetometers van hoge-T_c supergeleidend materiaal treden twee problemen op de voorgrond:

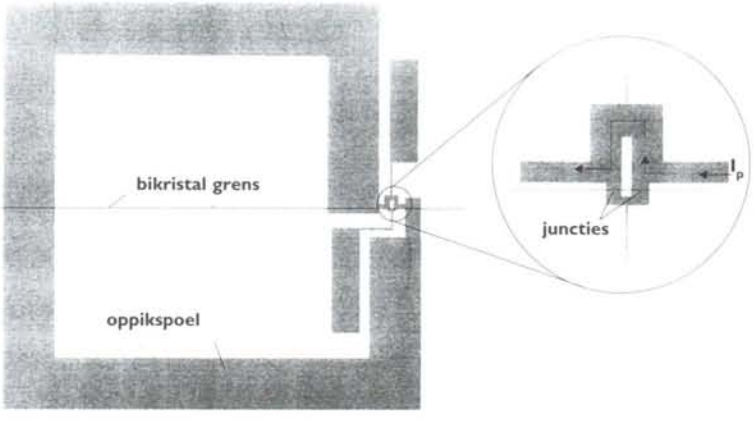
1. Het hoge-T_c materiaal is zeer anisotroop.
2. Er is geen hoge-T_c supergeleidend draad beschikbaar.

Het eerste probleem heeft betrekking op de supergeleidende eigenschappen en meer concreet op de zogenaamde coherentielengte. Deze lengte is min of meer gekoppeld te denken aan de afstand waarover een supergeleidende stroom een barrière kan passeren. Nu is in hoge-T_c supergeleidende lagen in de regel de coherentielengte in het vlak van de laag een orde van grootte meer dan die loodrecht op de laag. Dit heeft tot gevolg dat het zeer moeilijk is Josephson juncties te realiseren door lagen op elkaar te stapelen zoals dat bij lage-T_c SQUIDs gebruikelijk is: eerste een supergeleidende laag, daarop een dunne isolerende laag en daarop weer supergeleider. De conclusie was dat juncties ontwikkeld moesten worden die in het vlak van de dunne film lagen. In 1990 had de leerstoel Lage Temperaturen een wereldprimeur met de zogenaamde 'ramp-type' junctie (figuur 6), die nadien door vele groepen in de wereld waaronder IBM is gebruikt. In het hartscanner-project gebruiken we echter een ander type junctie dat eenvoudiger is te realiseren: de bij IBM ontwikkelde 'grain-boundary' junctie. De truuk hierbij is dat een dunne strip hoge-T_c materiaal wordt aangebracht op een zogenaamd bi-kristal, een substraat dat bestaat uit twee aan elkaar gelijmde kristallen met een verschillende kristalas-richting (verdraaiing ca. 24°). Op de overgang van de twee kristallen ontstaan defecten in de dunne laag met als gevolg plaatselijk een aanmerkelijk lagere kritieke stroom. De strip gedraagt zich bij de overgang als een Josephson-junctie.



Figuur 6. Schematische doorsnede van een 'ramp-type' junctie

Het tweede probleem is ook zeer ernstig want we kunnen geen draadgewonden grote meetspoelen maken, en dus ook geen fluxtransformers om de veldgevoeligheid van de SQUIDs op te krikken. Als oplossing hiervoor is de direct gekoppelde, of ook wel inductief geshunte, SQUID ontwikkeld, die schematisch is weergegeven in figuur 7. In wezen is het SQUID zelf hier een lange



Figuur 7. Schematische weergave van een inductief geshunte SQUID

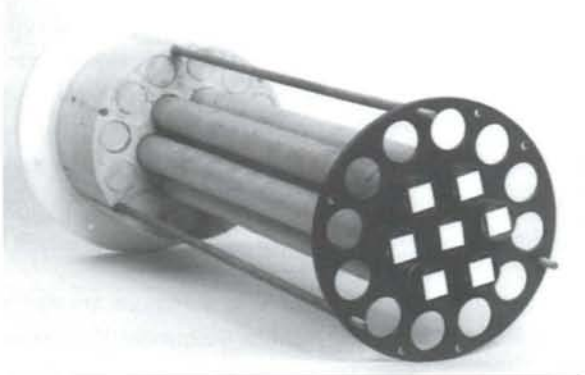
sleuf met daaraan parallel een grote vierkante lus. Door een uitwendig magnetisch veld wordt in de lus een stroom geïnduceerd die ook vlak voorbij de SQUID sleuf komt, en daar dus een magnetische flux in koppelt. De inkoppeling is niet zo efficiënt als met een fluxtransformer, maar er blijkt goed mee te werken.

7-kanaals hartscanner

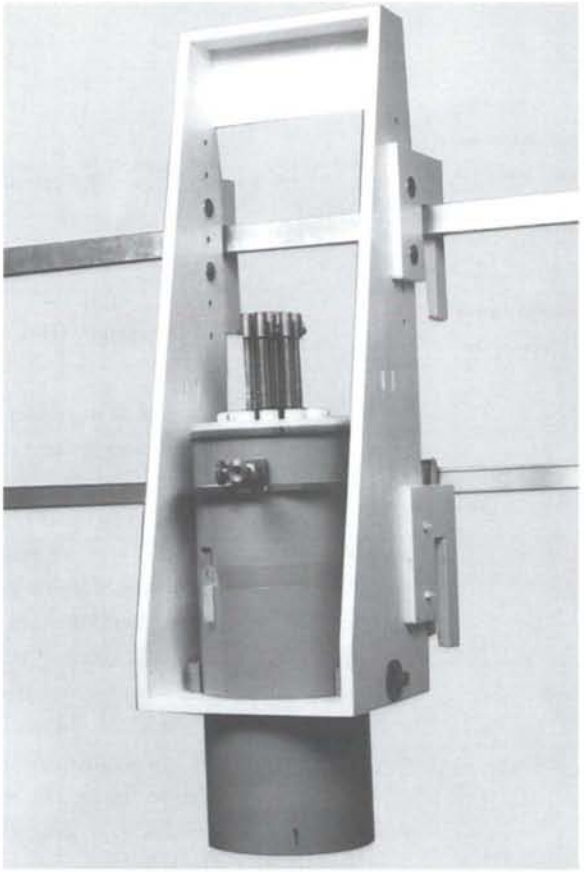
Voor het hartscanner-project zijn hoge-T_c SQUIDs ontwikkeld met een buitenafmeting van 10 mm x 10 mm. Gebruik is gemaakt van $SrTiO_3$ bi-kristallen, waarop een 100 nm laag $YBa_2Cu_3O_x$ is aangebracht middels laser-ablatie. De laag is tot een SQUID gestructureerd via standaard foto-lithografie en fysisch etsen met een argon-ionen bundel. Om de SQUIDs te beschermen tegen vocht (dat de supergeleidende eigenschapppen sterk verslechterd) zijn ze ingepakt in speciaal geselecteerde, niet-magnetische, keramische chip carriers.

Figuur 8. Eén van de 7 SQUID sticks (rechts in wit: de chip carrier met daarin het SQUID)

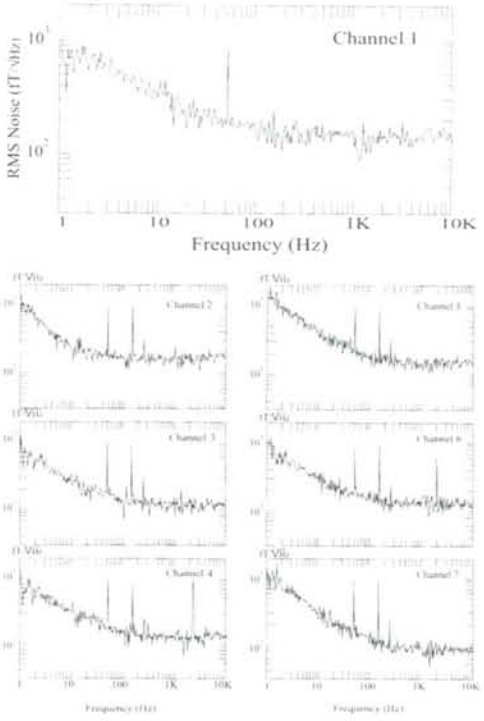
De 7-kanaals magnetometer bevat 7 afzonderlijke sticks. Elke stick bestaat uit een koper-nikkel buis met aan het ene eind een SQUID en aan het andere eind een connector (zie figuur 8). De positie van elke stick wordt gefixeerd middels een dunwandige buis in de insert, die is weergegeven in figuur 9. Deze insert kan geplaatst worden in een kunststof cryostaat, gevuld met vloeibaar stikstof (figuur 10).



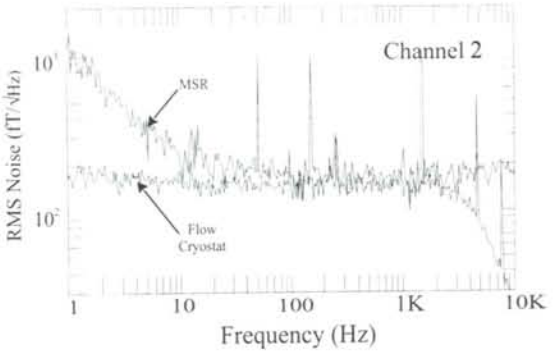
Figuur 9. Hartscanner insert: 7 sticks in hexagonale verdeling



Figuur 10. 7-kanaals hartscanner: insert geplaatst in kunststof cryostaat

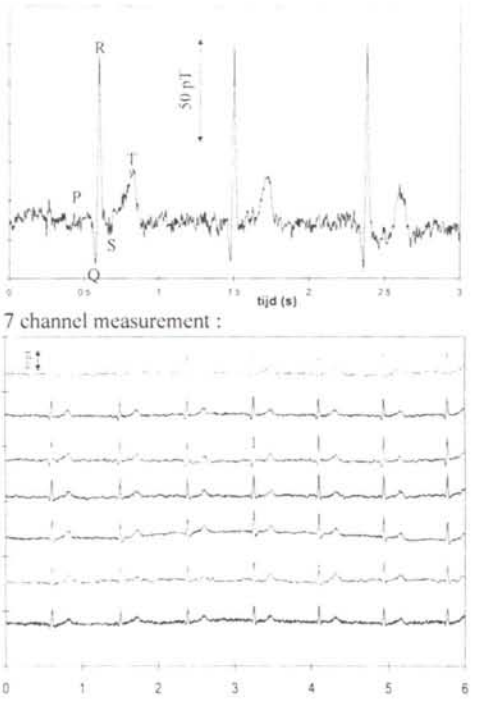


Figuur 11. Ruisspectra van de 7 kanalen gemeten in de magnetisch afgeschermde kamer



Figuur 12. Ruisspectrum van kanaal 2 gemeten in de magnetisch afgeschermde kamer (MSR), en in een zeer goed afgeschermde 'flow cryostat'

De 7-kanaals magnetometer is in januari 1996 afgekoeld in de magnetisch afgeschermde kamer van het Biomagnetisch Centrum Twente. De ruisspectra van de 7 kanalen zijn weergegeven in figuur 11. Het gemiddelde witte-ruis niveau is 120 fT/√Hz. De hogere ruis bij lage frequenties wordt veroorzaakt door de geringe afschermende werking van de kamer. Dit komt ook naar voren in figuur 12, waar het ruisspectrum van kanaal 2 is vergeleken met dat gemeten in een zeer goed afgeschermde zogenaamde flow-cryostaat. Een 7-kanaals magnetocardiogram gemeten met een frequentieband 0.1 Hz tot 125 Hz is weergegeven in figuur 13. De signaal-ruis verhouding is aanmerkelijk te vergroten door een aantal hartslagen in de tijd te middelen.



Figuur 13. 7-kanalen MagnetoCardioGram

Toekomst

Na het succes van de 7-kanalen hoge-T_c hartmetingen zal in de toekomst het onderzoek in drie parallelle lijnen worden voortgezet:

1. verbetering van de hoge-T_c SQUIDs,
2. onderdrukking van de omgevingsstoring, zodanig dat buiten een magnetisch afgeschermde kamer gemeten kan worden,
3. koeling van de SQUIDs met behulp van kleine koelmachines.

Ad 1: Hoewel de huidige SQUIDs afdoende zijn om hartmetingen te verrichten, streven we ernaar de resolutie met ruwweg een factor 2 te verhogen (naar een ruisniveau van 50 fT/√Hz). Dan namelijk kan ook het hartsignaal van een foetus in de moederbuik worden gemeten, hetgeen een veelbelovende toepassing van magnetocardiografie is. De verhoging van de resolutie kan gerealiseerd worden door het ontwerp van het SQUID te optimaliseren en door met grotere substraten te werken (b.v. 20 mm x 20 mm).

Ad 2: Zoals in het begin is vermeld, is het doel een magnetometer te ontwikkelen voor standaard klinische omgevingen. Omdat het systeem bovendien transportabel en relatief goedkoop moet zijn is het gebruik van een magnetisch afgeschermde kamer uitgesloten (kosten ca. 1.5 miljoen gulden). Als alternatief wordt gewerkt aan actieve compensatie van omgevingsstoringen. Hierbij wordt het omgevingsveld gemeten met een referentiesensor, en de uitgangsspanning van deze sensor wordt gebruikt om een compenserend magnetisch veld te regelen dat wordt opgewekt middels een magneetspoel. Ook wordt gewerkt aan methoden om vanuit de output van meerdere magnetometers, bijvoorbeeld via correlatietechnieken, de signaal-ruis-verhouding te verbeteren.

Ad 3: Het gebruik van de magnetometer zal aanzienlijk vereenvoudigd worden door koelmachines toe te passen, in plaats van vloeibaar stikstof. Dergelijke koelmachines zijn in het verleden ontwikkeld voor militaire toepassingen (koeling van infrarood sensoren), en zijn beschikbaar op de markt. We hopen nog dit kalenderjaar een hoge-T_c SQUID met een dergelijke koeler te kunnen koelen. Onderzoeksaspecten die hierbij een rol spelen zijn onder meer de onderdrukking van trillingen en magnetische storingen ten gevolge van de koeler, en het thermodynamisch gedrag (afkoeltijd en temperatuurstabiliteit).

Auteursnoot

Marcel ter Brake is werkzaam aan de Universiteit Twente, Faculteit Technische Natuurkunde, Leerstoel Lage Temperaturen, Postbus 217, 7500 AE Enschede

main supplier

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

GROOT IN HET KLEINE

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

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

- Reparatie en revisie

VEENSTRA - GLAZENBORG

PRECISIE

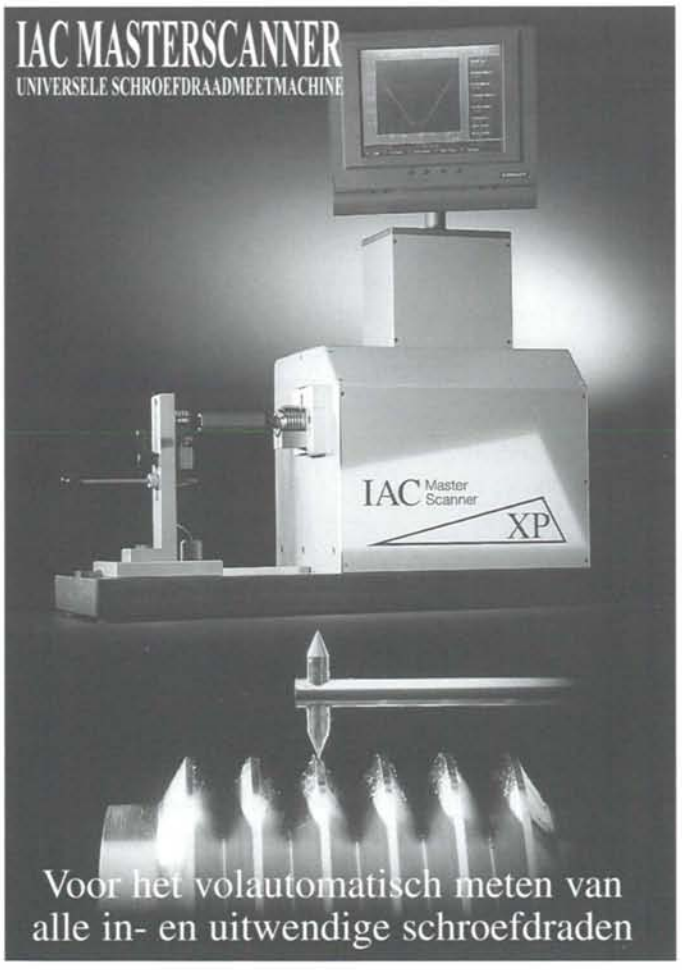
machine- en gereedschappenfabriek

WINSCHOTEN

Postbus 323 / 9670 AH Winschoten

Telefoon: 0597-413338/412982

Fax: 0597-422586/415097



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

EENVOUDIG TE BEDIENEN

Door onze krachtige technologie kan iedereen direct met één druk op de knop **inwendige en uitwendige schroefdraden** meten met een nauwkeurigheid en een snelheid waarmee de meest ervaren meettechnicus niet kan wedijveren, zelfs niet met de beste conventionele apparatuur. De hele meting en de verwerking van de meetresultaten tot spoed, flankendiameter, tophoeken, kerndiameter, buitendiameter en de profielcontrole verlopen volautomatisch.

TE METEN OBJECTEN

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

MEETBEREIK

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

Neem contact op met de UITVINDERS.

NIEUW!

NKO

Onlangs geaccepteerd door NKO voor het gecertificeerd kalibreren van cilindrische en conische pen-, instel-, moerpen- en boutringkalibers

IAC MEET BEDRIJF VOOR DE INDUSTRIE

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

Produktinfo

Software voor sterkte- en trillingsanalyses

Met de recente introductie van 'CSA/NASTRAN for the PC' wordt deze uiterst robuuste en veelzijdige software toegankelijk voor iedere onderneming waarbinnen een optimaal sterktetechnisch ontwerp van produkten van belang is. Deze PC-versie beschikt over alle voorzieningen en opties, die bekend zijn van versies voor supercomputers, mainframes en werkstations.
Naast de bepaling van het statische en dynamische gedrag van (te ontwerpen) produkten biedt CSA/NASTRAN mogelijkheden voor het optimaliseren van vormgeving en afmetingen, voor het bepalen van temperatuurverdelingen, voor het onderzoek aan interacties met vloeistoffen, voor akoestische berekeningen en vele andere doeleinden. Zowel binnen de automobiel- als de lucht- en ruimtvaartindustrie wordt NASTRAN (NASA STRuctural ANalysis) wereldwijd gebruikt ter ondersteuning van het ontwerpproces.

Voor uitvoerige info:
MSE, Mechanics Software Enterprise B.V.
E. Spreeuw
Postbus 148
1860 AC Bergen
Fax: 072 - 589 7592.

Draagbare glansmeter

Erichsen Hemer heeft een nieuwe glansmeter geïntroduceerd, de

Picoglos 503 met drie meethoeken in één instrument; 20° voor hoogglans, 60° voor middelglans en 85° voor matglans. Het is een compact, draagbaar instrument dat op veel plaatsen gebruikt kan worden, met geheugen en statistiekfunctie en RS 232-adapter voor datatransmissie naar de PC. Het kalibreren gebeurt volledig automatisch. De uitlezing kan naar keuze in het Duits, Engels of Frans ingesteld worden.

Voor uitvoerige info:
Röntgen Technische Dienst B.V.
Postbus 10065
3004 AB Rotterdam
Telefoon: 010 - 262 0666

Laserenergiemeters

Power Wizards laserenergiemeters zijn geschikt voor zowel servicepersoneel als eindgebruikers in de industriële, wetenschappelijke en medische lasertoepassingen.

Het meten van het gemiddelde uitgangsvermogen van UV naar zichtbaar en naar het ver infrarood maakt de meters geschikt voor het checken van het vermogen van excimeer, HeCd, argon, krypton, diode, YAG of CO_2 lasers. De Wizard hoeft slechts in de laserbundel te worden gehouden gedurende circa vier seconden, waarna het eenvoudig uit te lezen LCD het accurate meetresultaat van het laservermogen geeft. Het behoud van de data op het LCD en autoranging mogelijkheden maken de meters eenvoudig in het gebruik. Een belangrijk voordeel is dat de Wizard gereset kan worden zonder dat de meetsensor hoeft af te koelen. Deze mogelijkheid is zeer nuttig indien een aantal metingen in een kort tijdsbestek dienen te worden uitgevoerd. Spectrale uniformiteit en energie-handling mogelijkheden zijn verzekerd door het unieke ontwerp van het absorberende oppervlak. Een nauwkeurigheid van ± 5%, is mogelijk in het spectrale gebied van 190 nm tot 11 µm.

Voor uitvoerige info:
Optilas B.V.
Postbus 222
2400 AE Alphen aan de Rijn
Telefoon: 0172 - 431 234
Fax: 0172 - 443 414.

PU spiraalslangen

Spiraalslangen worden veel gebruikt in combinatie met pneumatische gereedschappen, maar ook bij allerlei apparatuur waarin bewegende pneumatische onderdelen voorkomen. Legris brengt nu een reeks slangen van het soepele polyurethaan waardoor men de buitendiameter van de spiraal veel kleiner heeft kunnen maken dan bij PA, zonder het risico dat de slang zou knikken. Ter illustratie: de spiraaldiameter bij de huidige 6 mm PA leiding bedraagt 60 mm en bij de PU-uitvoering slechts 32 mm.

De rechte uiteindes zijn voorzien van een anti-knikveer en uitgerust met Legris LF3000 rechte instantkoppelingen met conische draad, die een volle doorlaat geven.
De PU spiraalslangen zijn leverbaar

in vier leidingdiameters: 4, 6, 8 en 12 mm, in drie kleuren (blauw, rood en geel) en drie werklengtes: maximaal 2, 4 en 6 meter in uitgetrokken toestand. Temperatuurgebied -20 °C tot +50 °C; werkdruk maximaal 1 MPa (10 bar).

Voor uitvoerige info:
Legris B.V.
Postbus 74
1380 AB Weesp
Telefoon: 0294 - 480 209
Fax: 0294 - 480 294.

Rapid Prototyping met LOM-methode

De Japanse Kira Corporation brengt sinds kort een 3D-printer op de markt, de Kira KSC-50, waarmee modellen kunnen worden gemaakt, volgens de zogenaamde LOM methode ('Laminated Object Manufacturing'). Volgens deze methode worden op maat gesneden folies op elkaar gelijmd. Iedere laag wordt eerst op de voorgaande gelijmd voordat de vorm wordt uitgesneden met behulp van een laserbundel. Zo komt het produkt laag voor laag tot stand, waarna de delen die niet tot het produkt behoren handmatig kunnen worden verwijderd. De printer kan met gewoon papier (tot A3-formaat) als folie werken, waardoor de produkten een houtachtig uiterlijk meekrijgen. Het systeem bestaat uit een PC, xerografische unit, een snijplotter en een 'hot press', geplaatst in een gesloten omkasting.

De printer is uitstekend geschikt voor het maken van concept-modellen, design-modellen en geometrische prototypen en wordt in het eerste stadium gebruikt voor presentatie en in latere stadia om de definitieve vorm op styling, ontwerpfouten en assemblage te controleren. (Redactie: Voor een compleet overzicht van methoden voor Rapid Prototyping zie Mikroniek 35(1995)1.)

Voor uitvoerige info:
Koninklijke Landré & Glinderman NV
contactpersoon: F.W.J. Bokhorst
Lange Dreef 10
4131 NH Vianen
Telefoon: 0347 - 329 337
Fax: 0347 - 329 350.

Micro-CNC-bewerkingscentrum

Met name van de kant van de hi-tech industrie is er een grote belangstelling gebleken voor bewerkingsmachines voor het vervaardigen van zeer kleine onderdelen waaraan extreem hoge nauwkeurigheidseisen worden gesteld. Voor dit doel ontwikkelde Kern Microtechnic (BRD) de CNC-Micro, 's werelds kleinste bewerkingscentrum met geavanceerde Heidenhainbesturing, waarmee in alle drie de richtingen een nauwkeurigheid van 0,002 mm te bereiken is. In de x- en y-richting komt het werkbereik op resp. 220 mm en 160 mm; de z-as heeft een bereik van 200 mm. Met de CNC-Micro worden ongekende faciliteiten geboden voor de productie van de allerkleinste precisie-onderdelen.
Standaard is de machine uitgerust met een verwisselbare spil, waarvan het toerental traploos regelbaar is van 300 tot 20.000 omw/min. Voor een toerentalbereik tot 120.000 omw/min biedt men ook een hoogfrequentspil aan. Tot de opties behoren voorts een elektropneumatische gereedschapwisselaar, een twee-assige CNC-draaitafel en een 3D-digitaliseerinrichting. Uniek is tenslotte de mogelijkheid om op de plaats van de gereedschapspil een 50 W YAG-laser toe te passen, waardoor het bewerkingscentrum zelfs als micro-lasersnijmachine kan worden ingezet.

Voor uitvoerige info:
Schreuder & Co.
Postbus 326
3330 AH Zwijndrecht
Telefoon: 078 - 610 0111
Fax: 078 - 610 3193.

Lijmdoseersysteem

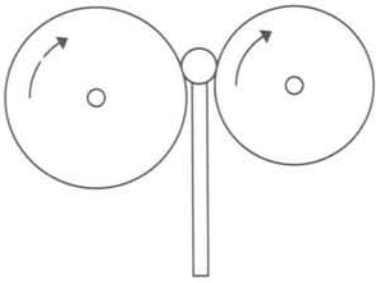
Stokvis Tapes & Lijmen heeft onlangs de VK 30 doseerunit geïntroduceerd, een semi-automatische

unit die met een grote nauwkeurigheid en bedieningseenvoud lijmen doseert. De nauwkeurigheid wordt verkregen doordat de dosering automatisch wordt bijgestuurd als de temperatuur, vulstand en druk wijzigen. Het bedieningsgemak is groot doordat het systeem werkt met modules waarin de juiste dosering van de lijm wordt opgeslagen.

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

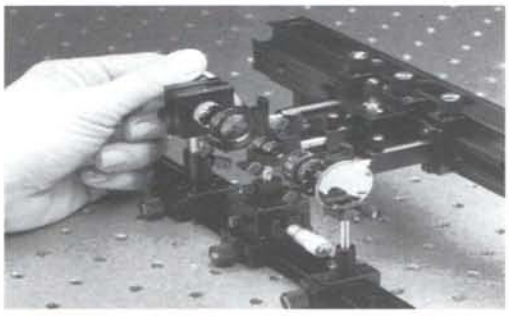
FIRMA CENTERLESS

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



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

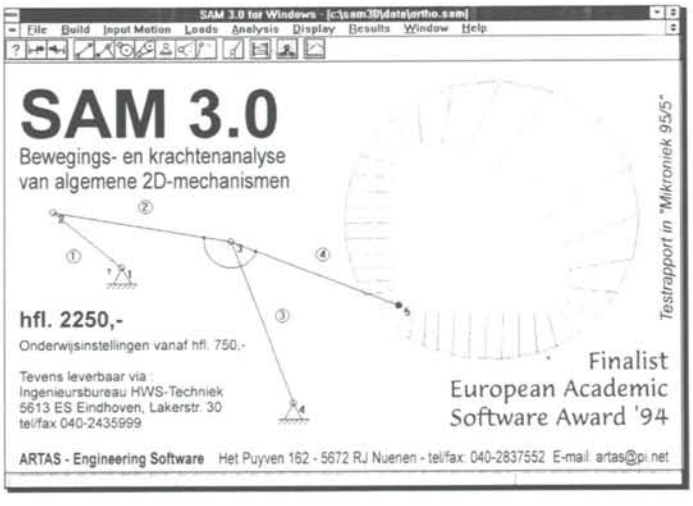
IT IS A SMALL WORLD:
TAKE A CLOSER LOOK AT
MICROLAB OPTICS AND HARDWARE



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

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

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



JANSSEN PRECISION ENGINEERING

ONTWIKKELING EN REALISATIE VAN:
- *FIJNMECHANISCHE SPECIAALMACHINES*
- *OPTISCHE INSTRUMENTEN*
- *MEETOPSTELLINGEN*

JANSSEN PRECISION ENGINEERING
OP DE LOCHT 28 *6241 NS BUNDE NL*
TEL: 043-3650180 *FAX: 043-3650184*

DC Motor Controller board
+
DC Mike Drive
=

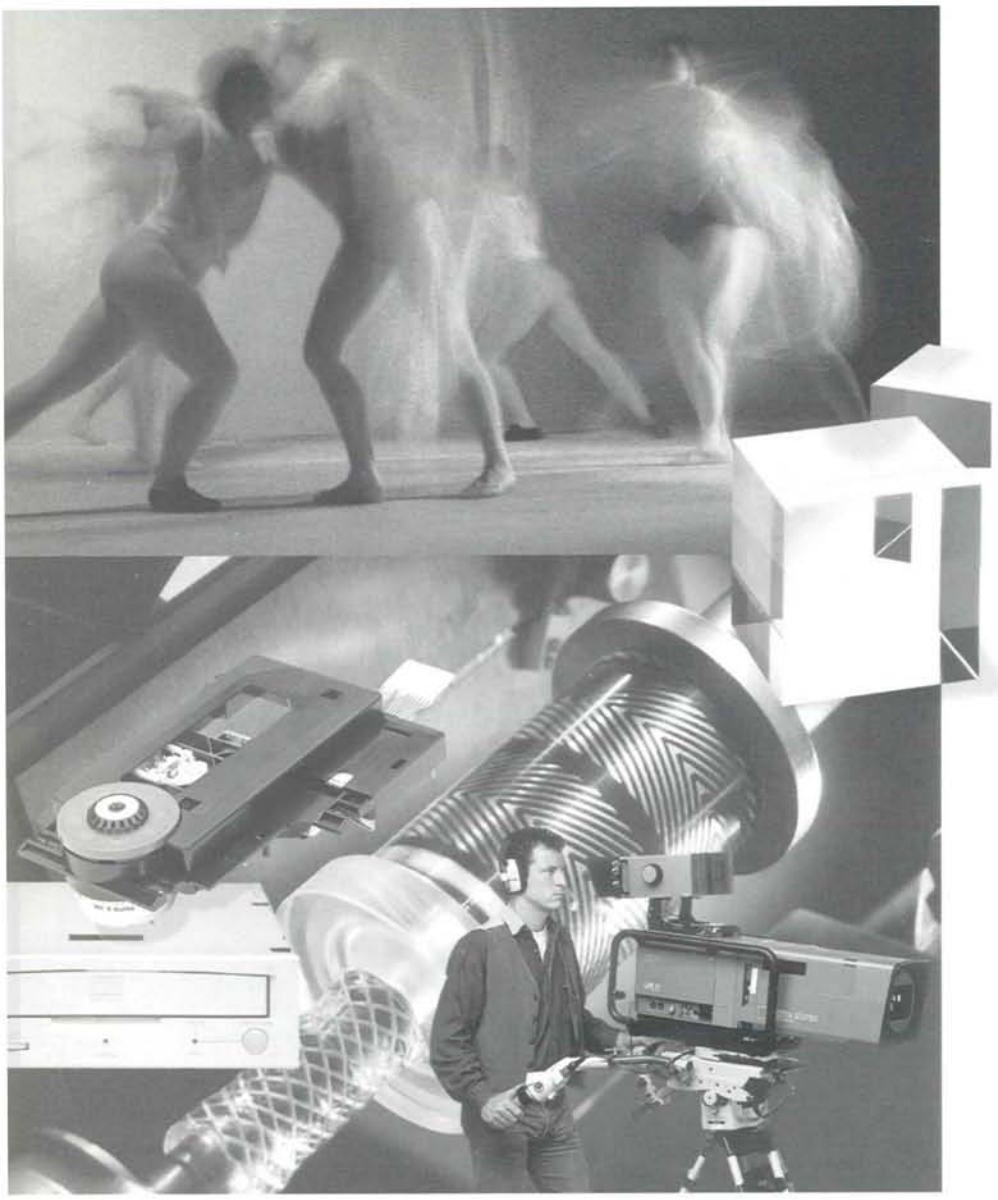
PRECISIE POSITIONEREN

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

PHYSIK INSTRUMENTE
is uw partner

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

APPLIED **LASER** TECHNOLOGY



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

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

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

It's the little things that make a difference.

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

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

Let's make things better.

Philips
Key
Modules

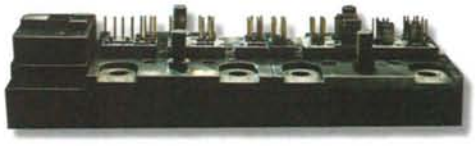
PHILIPS

PHILIPS

onze missie precisie

Ze werken aan een gezamenlijke missie. Dat ziet iedereen met het blote oog. De wanorde en de drukte is maar schijn. In werkelijkheid handelen ze heel planmatig. Dat zien we nog beter als we inzoomen op hun activiteiten. Verbluffende staaltjes van precisie treden dan aan het licht. Staaltjes microprecisie, die indruk maken.

Ook PTS werkt op microniveau. PTS maakt onder andere vlakstamp- en vormgereedschappen. De vijftig specialisten beheersen de talloze bewerkingen van het hardmetaal tot op de micron nauwkeurig. De waardevolle know how heeft PTS zelf in huis, maar kan daarbij ook terugvallen op de Philips-organisatie, waarbinnen PTS als zelfstandige unit opereert. Zo ontstaan produkten die indruk maken door hun precisie.
Dat is immers de missie van PTS!



PTS
Precision Tooling Services

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