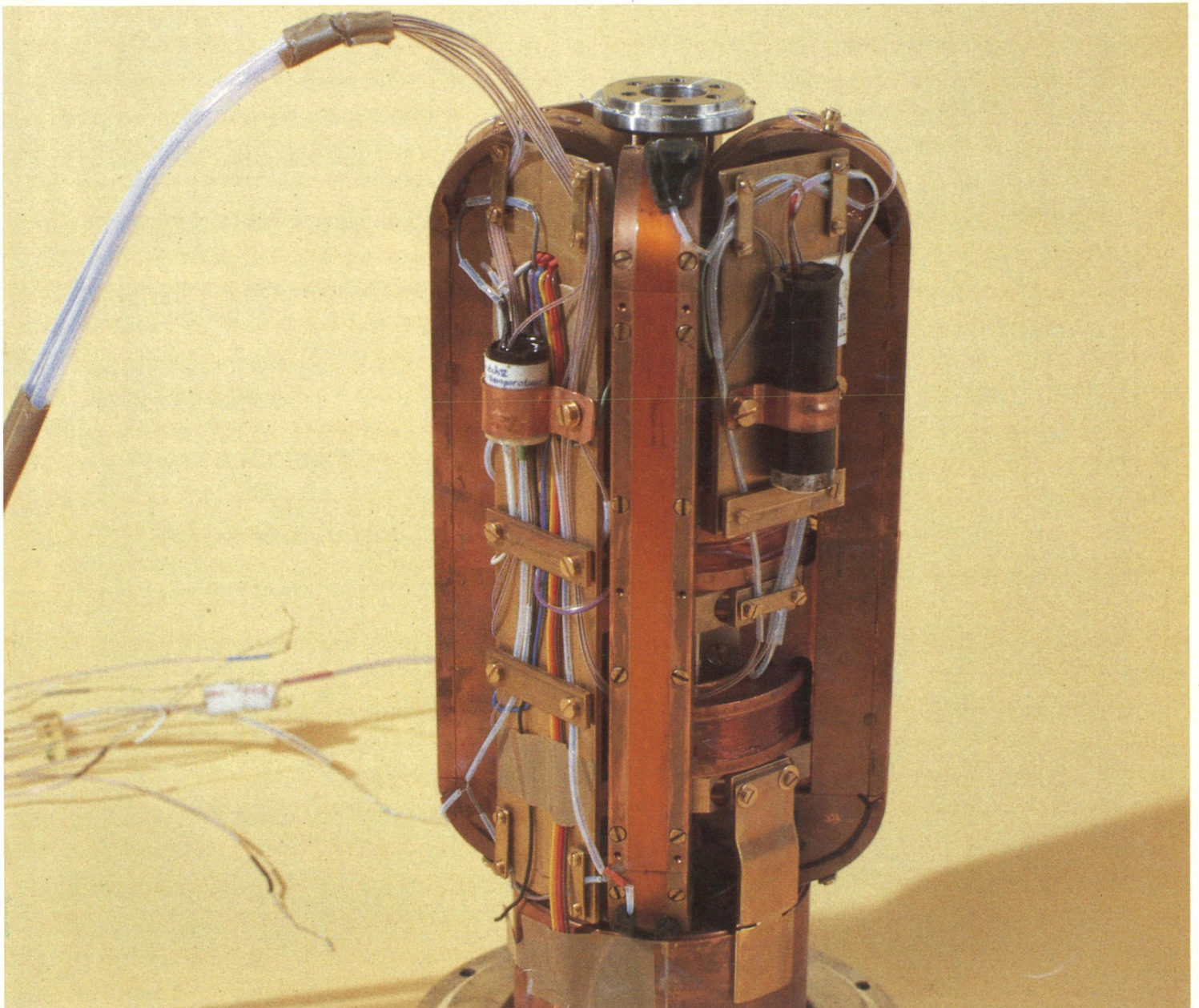


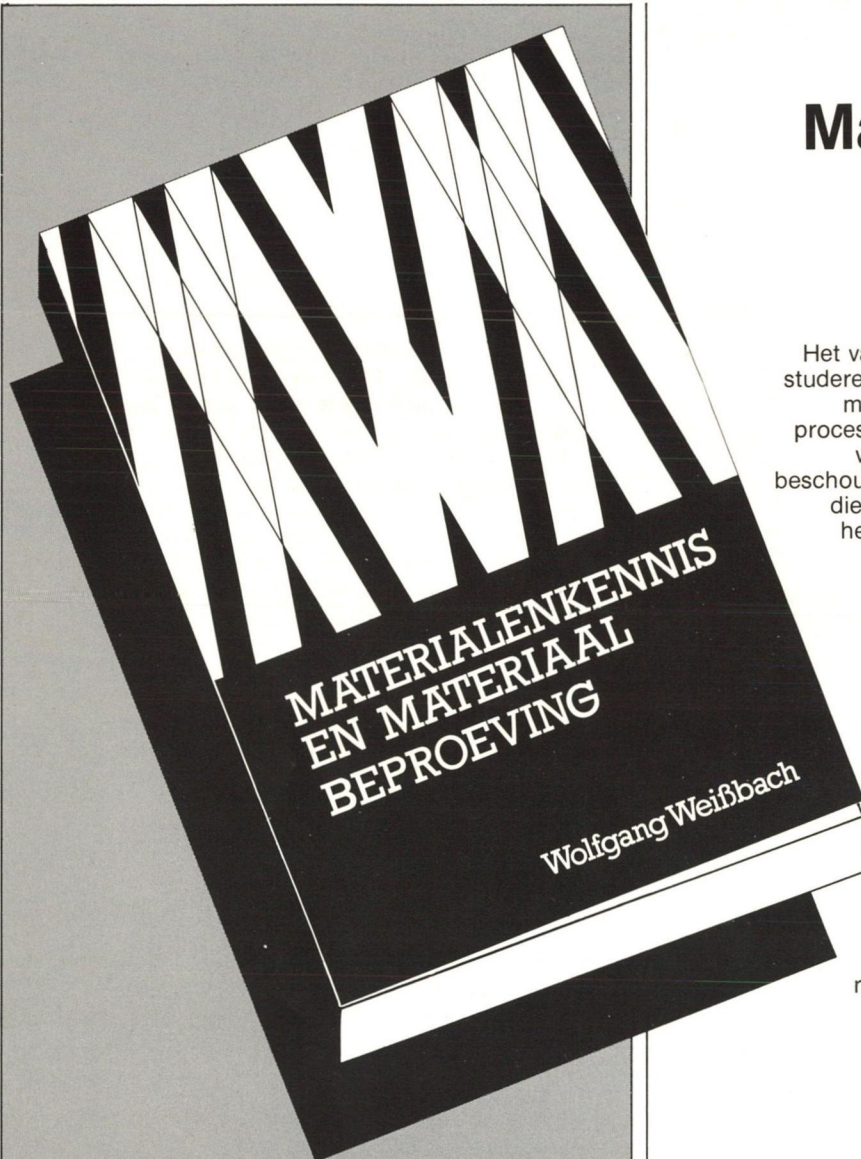
'TJ'

jrg. 29, nr. 6, nov./dec. 1989

MIKRONIEK



VAKBLAD VOOR FIJNMECHANICA EN GLASTECHNIEK



Materialenkennis en materiaal beproeving

Uitgangspunt van de auteur

Het vak 'materialenkennis' is voor de meeste studerende jongeren een eerste kennismaking met chemisch-fysische verschijnselen en processen die, toegespitst op dit vak, dikwijls wetenschappelijk en diepgaand worden beschouwd. De basiskennis en praktijkervaring die de meeste volwassen studenten wel al hebben, is daarbij een nuttige grondslag.

De auteur heeft zich erop toegelegd inzicht te verschaffen in materiaaleigenschappen, voor zover deze afhankelijk zijn van de structuur van het materiaal. De kenmerken van deze structuur - atoommodel, binding, fijnstructuur, rooster - kunnen volgens wetenschappelijke methoden exact worden vastgesteld, en aan de hand van modellen verduidelijkt worden.

De doelgerichte verandering van de eigenschap van een materiaal moet erop gericht zijn de structuur te veranderen. Daarbij spelen zich in het materiaal - afhankelijk van zijn soort - reproduceerbare fysische en chemische processen af.

Een bijbehorend boek met vraagstukken is eveneens leverbaar

**IN BELGIË TE BESTELLEN BIJ
UITGEVERIJ DE SIKKEL**

Ook in de boekhandel verkrijgbaar



**Technische
Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV**

Markt 51 • 4331 LK Middelburg
Nederland • Telefoon 01180-81240

Wij verzoeken u te leveren

_____ ex.

Materialenkennis en materiaal beproeving

_____ ex.

Vraagstukken Materialenkennis

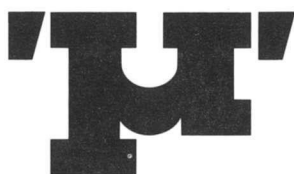
NAAM _____

ADRES _____

KODE _____

PLAATS _____

Zenden aan
Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg Nederland



MIKRONIEK

Uitgave:

De Vey Mestdagh BV

Redactie:

Ing. H.J. van Agthoven
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
H.M.C. Heubers
H.G.J. Rutten
Ir. J.J. Veerman
G.J. Verschragen

Redactiesecretariaat:

J. Snickers
Klaprooslaan 17
5691 WL Son
Telefoon (04990) 71831
b.g.g. (01180) 36320

Redactie-adviesraad:

Prof.Ir. A. Anemaat
Prof. L.H.J.F. Beckman
Prof.Dr.Ir. H.F. van Beek
Prof.Dr.Ir. J. Bleeker
Ing. H. Bosch
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuis
Prof.Ir. F. Doorschot
Prof.Ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
A. Meijering
Dr.Ir. J.A. Rietdijk
Prof.Dr.Ir. Ch. Sniijders
Ir. G. Vaessen
Ir. D. van 't Veen
Dr.Ir. J. Verkerk

Abonnementen:

De Vey Mestdagh BV,
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Telefoon (01180) 81240
Postgirorekening 26 06 279
Nederland f 95,- per jaar
Buitenland f 120,- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Advertentie-acquisitie:

De Vey Mestdagh BV,
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Telefoon (01180) 81240
Fax (01180) 81215

**Vormgeving, tekst- en
beeldvervaardiging:**

De Vey Mestdagh BV

Druk- en bindwerk:

Den Boer Drukkers

Orgaan van

NVFT

vereniging voor
Fijnmechanische Techniek

Editorial



Wie zich met techniek bezighoudt kent het begrip "fijnmechanische Techniek". Als je iemand echter vraagt om een definitie te geven van dit begrip, dan gaat het mis. Op zich zelf is dat natuurlijk niet zó erg. Zonder dat de vlieg weet wat vliegen is, vliegt hij. Wij Nederlanders willen echter altijd hom of kuit. Het feit dat we in Delft een uitstekende hoogleraar fijnmechanische techniek hebben, in Hilversum een complete Hogeschool en bovendien nog de NVFT sluit niet uit dat we een definitie willen. Gekke jongens, die Hollanders, zou Obelix zeggen.

Nog heel onlangs betrapte ik mezelf in een paar discussies over het bovengenoemde begrip, en zoals gewoonlijk ging het er vrij fel aan toe. Midden in de discussie herinnerde ik me de eerste vraag van de Katechismus met een kleine variatie: "Waartoe zijn we (nu weer) op aarde".

Toch lijkt het op dit moment goed om het vak van de fijnmechanische techniek af te bakenen. Deze afbakening heb je echt niet nodig, als je in het vak werkzaam bent, maar de buitenwacht wil ook wat. Het maken van tijdschriften en het structureren van opleidingen heeft nu eenmaal wat houvast nodig.

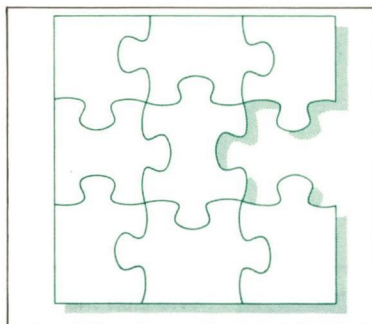
Zeker in Nederland is het afbakenen een hachelijke zaak. Wij bakenen namelijk niet alleen af, maar we houden ons ook nog aan de grenzen. En houden we ons niet aan de grenzen dan worden we op onze vingers getikt. Dit leidt ertoe dat we het liefst nog maar een stukje van de grens afblijven en zo de aansluiting missen met de belendende technische percelen.

Ik zou danook willen besluiten met de opmerking:

Overlap is minder erg dan gebrek aan aansluiting.

prof. ir. F. Doorschot
Turfveldenstraat 6
5632 XJ Eindhoven
Tel. 040-421238

Soms
ligt
er
maar
een
klein
stukje
tussen
probleem
en
oplossing.



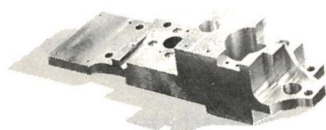
Soms ontbreekt het aan een specifiek stukje precisiewerk. De oplossing heeft u misschien in uw hoofd, maar niet in uw handen.

Leg uw probleem dan eens voor aan Dinfa, de meeden-

kende perfectionisten. Opdrachtgevers met uiteenlopende problemen helpen we aan elk gewenst onderdeel of apparaat, waarbij we al heel vroeg meedenken over de beste oplossing. Hoe de specificaties ook worden aangeleverd, Dinfa werkt ermee. Engineering verzorgen of testen? Co-makership? Met Dinfa als partner wordt het een stuk eenvoudiger!



Staatjes van vaak opvallende oplossingen tonen aan dat we er de mensen en de technische outillage voor hebben.



Dinfa: De passende oplossing voor uw probleem.

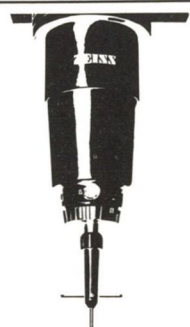


Fultonstraat 11, Postbus 45, 2690 AA 's-Gravenzande.
Telefoon 01748-14441. Telefax 01748-20100.

VOOR:
-KALIBRATIES VAN
EINDMATEN ETC.

-3- DIMENSIONAAL
MEETWERK

BEL:05910-42721



INDUSTRIEEL ADVIES CENTRUM

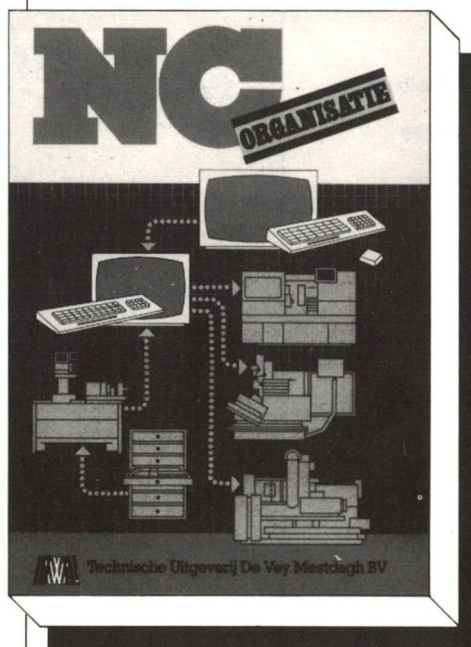
IAC

MEETBEDRIJF
VOOR DE
INDUSTRIE

Van Schaikweg 94 7811 KL Emmen (Holland)

NC-Organisatie voor productiebedrijven

- programmeren
- werkplaatsorganisatie
- gereedschaporganisatie
- spanmiddelenorganisatie
- personele aspecten
- CAD-CAM



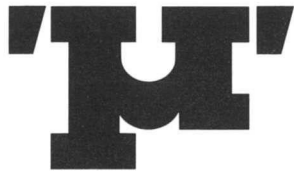
Omvang
ca. 150 pagina's A5
Vele afbeeldingen
ISBN 90 6376 021 3

Ook in de
boekhandel
verkrijgbaar

In België
te bestellen
bij uitgeverij
de Sikkel

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland • Telefoon 01180-81240





MIKRONIEK

6

Mikroniek verschijnt één maal per 2 maanden

Inhoud

μ -Actueel	133, 158
R. van Roijen: Magnetische valkuil voor waterstofatomen	137
H.M. Soemers, D.M. van Dijk, P. Brinkgreve: Hoge instelnaauwkeurigheid met conventionele technieken	140
Ing. Georg Schmidtbauer: Werktuigen voor de fabricage van optische componenten	150
M.H.C. Janssen: Een koppelgenerator in het bereik van 10^{-7} ... 10^{-2} N·m	155
μ -Werkplaatsinformatie	160

Bij de foto op de voorpagina:

Cryogeen spoelenstelsel om een magnetische "valkuil" te creëren die zogenaamde spin-up waterstofatomen kan vasthouden. De beschrijving ervan is in dit nummer geplaatst.

Verenigingsnieuws

Bedrijfsexkursie naar Philips' PMF (Kunststof- produkten en Metaalwaren)

te Zwolle op donderdag n.m. 12 oktober j.l.

Aan dit bezoek werd door 18 leden van NVFT deelgenomen. De inleidingen en rondgang stonden in het teken van de belangrijkste activiteit van het bedrijf, te weten de extrusie (ook aangeduid met "koud vervormen") van metalen. Bij dit proces wordt het metaal onder een hoge drukspanning gebracht tengevolge waarvan het materiaal gaat vloeien. Dit gebeurt met gereedschap, een stempel, op mechanische of hydraulische persen. In verband met de snelheid van de stoter van de pers werd wel van "slagextrusie" gesproken, meestal alleen door middel van de vervaardiging van busen of hulzen.

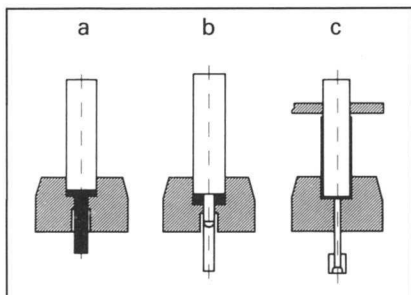
Door de vervorming van het metaal ondergaat dit meestal een structuurverandering en door de snelle materiaalverplaatsing komt door wrijving veel warmte vrij. De produkten worden flink heet, bij aluminium is een temperatuur van ca. 140 °C heel normaal. Het materiaal wordt echter tijdens het vervormen niet vloeibaar.

Men onderscheidt de volgende grondvormen van extrusie, te weten (zie figuur 1):

- massief voorwaartse extrusie (1a)
- hol-voorwaartse extrusie (1b)
- bus-extrusie (1c).

Bij PMF past men hoofdzakelijk de derde grondvorm toe; de eerste grondvorm wordt niet toegepast.

Voor toepassing van de extrusietechniek zijn een aantal materialen zeer geschikt, met name zuivere alumi-



Figuur 1.

niemsoorten. Ook een aantal aluminium legeringen kunnen worden toegepast alsmede (zuiver) zink, koper, tin en lood. Deze laatste echter worden in verband met de geringe sterkte weinig toegepast. Ook staal is extrudeerbaar, waarbij echter geen grote vervormingen bereikbaar zijn tenzij in een aantal stappen wordt gewerkt met tussentijds gloeien.

Behalve ronde busvormen zijn ook rechthoekige busen extrudeerbaar. Wel dient het produkt symmetrisch te zijn. In figuur 2 en 3 zijn in doorsnede enkele produkten weergegeven die men fabriceert.

Afhankelijk van de produktvormen zijn tamelijk nauwe toleranties mogelijk. Bijvoorbeeld $\pm 0,05$ mm voor diameters tot 50 mm. Bij grotere afmetingen nemen de toleranties toe.

De geëxtrudeerde produkten kunnen en worden waar nodig nabewerkt, bijvoorbeeld in verband met de lengte-tolerantie. Ook steunrollen of kragen worden in nabewerking aangebracht, alsmede gaten e.d. geboord.

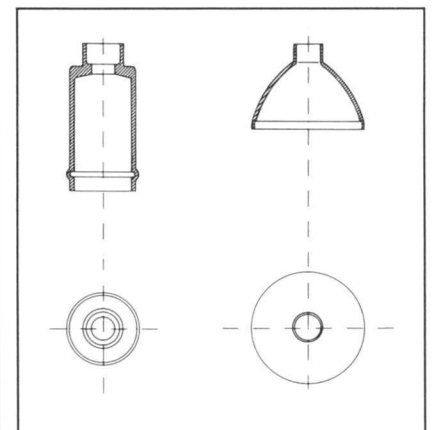
Oppervlaktebehandeling is mogelijk.

Aluminium produkten kunnen worden geopaliseerd of geanodiseerd; dit laatste ook in kleur hetgeen voor sierprodukten een interessante mogelijkheid is.

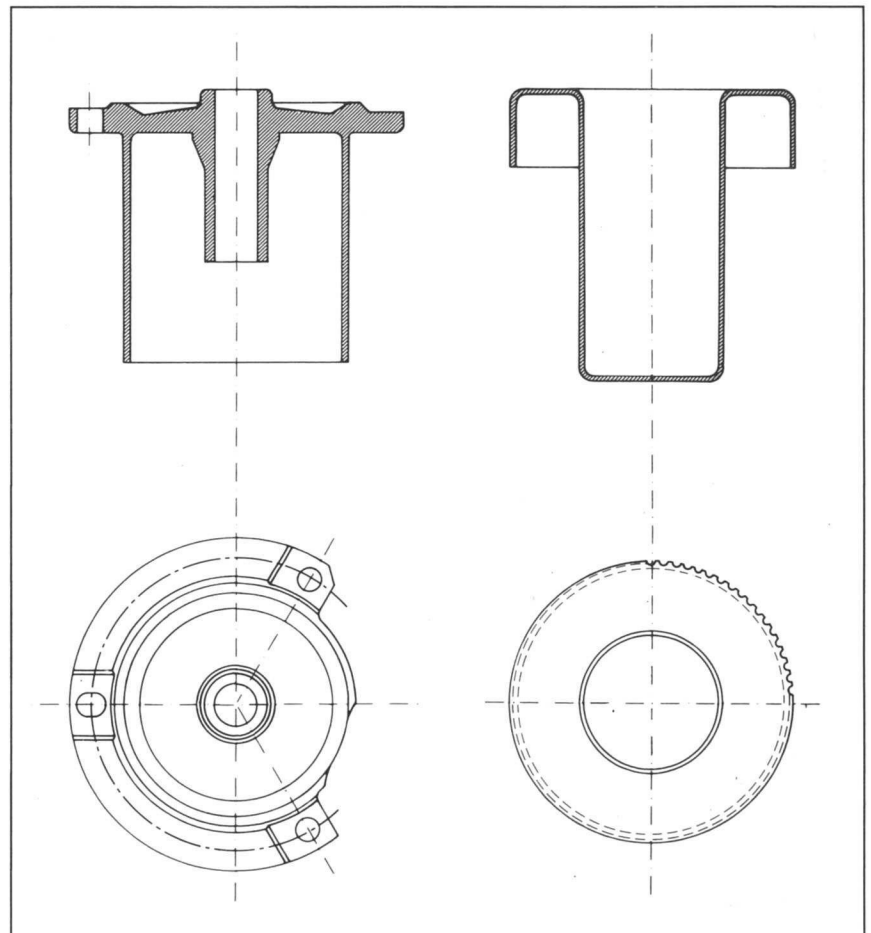
In het algemeen is overleg met de fabrikant in het ontwerp stadium ten zeerste aan te bevelen en wordt door deze zeer op prijs gesteld.

ir. M. Breuning

In de loop van jaargang 1990 zal op dit onderwerp nader worden teruggekomen.



Figuur 3.



Figuur 3.

Versterking van het bestuur van de NVFT

Het zittend Bestuur van de NVFT heeft Prof.dr.ir. H.F. van Beek bereid gevonden toe te treden tot het bestuur. De formele bevestiging als bestuurslid zal op de komende Algemene Leden Vergadering aan de orde gesteld worden.

Prof. van Beek is als hoogleraar verbonden aan de Technische Universiteit Delft en heeft de leiding van de Sectie Microtechniek van de Afdeling der Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek.

Als lid van het Bestuur van de NVFT zal hij, naast een bijdrage aan het algemene beleid, in het bijzonder een bijdrage gaan leveren aan de coördinatie van het technisch onderwijs in het vakgebied.

ir. M. Breuning, lid van het bestuur

Vrouwen in de Fijnmechanische Techniek



Hoewel het aantal vrouwen dat kiest voor een beroepsopleiding voor een loopbaan in de Fijnmechanische Techniek nog zeer gering is, breidt het aantal zich toch gestaag uit.

De aanleiding om de aandacht van de lezers eens hierop te richten was het afstuderen in juni van dit afgelopen jaar van een (jonge) vrouw aan de afd. Fijnmechanische Techniek van de hogeschool Hilversum (een locatie van

de Hogeschool Utrecht-Hilversum). Het betreft mej. A. Meershoek, die voor het vak koos omdat ze altijd al gefascineerd was geweest door bewegende mechanieken. Haar afstudeeropdracht die zij samen met een mannelijke collega uitvoerde, was gewijd aan een studie van en een voorontwerp voor de mechanisatie van een laadstation aan het begin van een montageband voor printpanelen. Op deze band worden verschillende typen in wisselende (kleine) aantallen gemonteerd. Dit laadstation moet zowel de printplaatdrager als het daarop te monteren printpaneel op de band zetten alsmede een ter plekke door een printer gemaakte barcode-label die de relevante informatie betreffende type en montagebewerkingen bevat. De printer wordt vanuit de werkvoorbereiding via computer van informatie voorzien.

Mej. Meershoek raakte steeds meer geïnteresseerd in bedrijfskundige en logistieke problemen. Na het behalen van haar diploma volgt zij thans een z.g. kopcursus Bedrijfskunde aan de HTS-Amsterdam, die negen maanden duurt. Daarna hoopt zij, bij voorkeur bij een niet te groot bedrijf, te gaan werken.

Als ingenieur in de FMT werd zij overigens reeds vóórgedaan door enige vrouwelijke collega's, waarvan de eerste afstudeerde in 1985.

Mej. Meershoek is enthousiast in het vak bezig en voelt zich zeer wel geaccepteerd. Men mag aannemen dat dat eveneens geldt voor de vrouwelijke collega's die actief in de techniek werkzaam zijn.

Terecht hebben de pioniers onder hen een Stichting "Vrouwen en Hoger Technisch Onderwijs" (VHTO*) in het leven geroepen, die zich ten doel stelt de inbreng, en instroom, van vrouwen te stimuleren. Daarnaast is door de Hogeschool Utrecht-Hilversum het project EVENT opgezet dat eveneens hieraan speciale aandacht besteedt, onder andere door onderzoek naar belemmeringen of weerstanden die de keuze van vrouwen voor onderwijs en een loopbaan in de techniek negatief beïnvloeden. Dit heeft geresulteerd in het formuleren van aanbevelingen met betrekking tot bijvoorbeeld het studieklimaat.

Vrouwen hebben niet minder capaciteiten dan mannen. Zeker in de Fijnmechanische Techniek is plaats voor vrouwen!

ir. M. Breuning

* Contactadres VHTO:
Mej. Bosch,
HTS/SVL,

Sloetsweg 155,
7556 HM Hengelo
Telefoon: 074-915703

Bureau VHTO (p.a. Hogeschool U-H)
Telefoon: 030-341274
Mej. L. Marinussen of
Mej. van Wijngaarden.

Het ontwikkelen van implantaten en hun toepassingen

Avondlezingen, gehouden op 10 oktober 1989 en georganiseerd door de Regionale Werkgroep Amsterdam van de NVFT.

Door de heer van Eeuwijk, Hoofd van de Afd. Mechanica in het OLVG, werd de mechanisch-technische kant van het onderwerp besproken.

Na het tonen van diverse implantaten en de hiervoor benodigde gereedschappen werden met behulp van een overzichtsfoto de implantaten, plaatmaterialen en hulpmiddelen als volgt in drie groepen ingedeeld:

1. Beenpen, beenplaat en schroeven;
2. Knie-, heup- en schouderimplantaat;
3. Schroeven, staaldraad, nieten en 2 componenten kunststof (botcement).

Vervolgens werd op dia's getoond welke eisen aan de implantaten worden gesteld en welke materialen aan deze eisen voldoen. Medebepalend voor de materiaalkeuze is de vervaardigingsmethode, zoals gieten, smeden, lassen en machinale bewerking, in verband met de microstructuur van het materiaal. De beenplaat, beenpen, schroeven en zelftappers (groep 1) zijn slechts voor korte duur in het lichaam aanwezig en vervaardigd uit roestvaststaal volgens DIN 17443. Deze norm omvat vier staalsoorten die onderling kleine variaties vertonen in de procentuele samenstelling van chroom, nikkel, molybeen, stikstof, mangaan en niobium. Omdat aan heup- en kniegewrichten hoge eisen worden gesteld ten aanzien van de op te nemen krachten, worden hier weer andere materialen voor gebruikt, zoals chroom-kobalt en titaanlegeringen.

Tot nu toe werd AISI 304 gebruikt omdat slechts verspanende technieken werden toegepast om de gewenste modellen te realiseren. In de toekomst zal er echter ook aan de implantaten worden gelast, zodat in verband met de vorming van chroomcarbiden daarvoor een andere materiaalkeuze noodzakelijk wordt.

De meest gebruikte kunststof die als

wrijvingsvlak bij de metalen implantaten wordt gebruikt is polytheen met een hoge dichtheid. Hoewel deze kunststof over het algemeen goed geschikt is, heeft de variant HDPE met grafietfibers meer voordelen. Met name de kruipweerstand en treksterkte zijn beter en de slijtage ligt lager. Deze uitvoering met grafiet wordt hoofdzakelijk bij Amerikaanse implantaten toegepast. Bij het gebruik van kogelkoppen in het bewegende gedeelte van de heup kan gekozen worden tussen een chroomkobaal-legering of een keramische (aluminiumoxyde). Keramische koppen vertonen weliswaar minder wrijving dan die van chroomkobaal, maar zijn daarentegen aanzienlijk duurder.

Tijdens de bespreking van groep 3 kwam naar voren dat bij het fixeren van een implantaat het meest gebruik wordt gemaakt van cement, bestaande uit poeder en vloeistof; door middel van dia's werd nader ingegaan op toepassing en samenstelling hiervan. De cementloze methode wordt meestal toegepast bij jongere personen zodat men in de toekomst eventueel alsnog tot de cement-methode over kan gaan. Het implantaat gaat - afhankelijk van de gebruiker - na circa 7 jaar spelen vertonen. Een jonger persoon belast zijn implantaat veel meer dan een ouder persoon en in eerste instantie wordt dan ook altijd geprobeerd om een botbreuk bij jongeren op natuurlijke wijze te herstellen. Voor de cementloze methode zijn verschillende implantaten in de handel, voorzien van een speciaal oppervlak.

Goede resultaten blijven echter uit en alvorens de resultaten van een nieuwe methode op hun waarde kunnen worden beoordeeld zijn er tien tot twintig jaar verstreken.

Als afsluiting bracht de heer van Eeuwijk de laatste ontwikkelingen op het gebied van de verbinding tussen implantaat en bot aan de orde. Het implantaat wordt door middel van een

plasma-spray-techniek voorzien van een deklaag (hydroxylapatiet) die een betere verbinding tussen bot en implantaat tot stand moet brengen.

Deze van de VU Amsterdam en RU Leiden afkomstige techniek is op 12 oktober 1989 tijdens de NVFT themadag "thermisch gespoten keramiek" besproken.

De tweede voordracht werd gehouden door Dr. Fidler, orthopeed in het OLVG, die de toepassingen van implantaten behandelde. Standaard implantaten worden toegepast:

1. Behandeling fracturen, zoals trauma's, pathologische fracturen en fracturen aan wervelkolom;
2. Prothesen, en
3. Vastzetten en vervangen van gewrichten en wervels.

Voor deze gelegenheid werd "de orthopedische gereedschapskist" bestaande uit onder meer schroeven, pennen, staalraad, platen e.d. getoond die alle een ondersteunende functie hebben tijdens het genezingsproces.

Onder de originele benaming van "Knochensalate" werden diverse methoden van breukherstellingen, soorten fracturen en tijdelijke fixaties op dia's getoond.

Prothesen worden voornamelijk aangebracht in geval van veroudering/slijtage van de botten, rheuma, heupslijtage door kraakbeenvermindering en aantasting door tumoren.

Vervolgens kwamen procedure en ontwikkelingen met betrekking tot het inbrengen van implantaten aan de orde. Vroeger werden gewrichten slechts met pennetjes vastgezet waardoor het genezingsproces veel langer duurde en patiënten lange tijd in een spalk het bed moesten houden. Bij de ontwikkeling van nieuwe implantaten en instrumenten zijn duurzame stabilisatie en onmiddellijke belastbaarheid, al dan niet met cement, van groot belang. Dr. Fidler ging uitgebreid in op de pro-

cedure, voorafgaand aan het definitief implanteren bij een patiënt, waarin de instrumentmakerij een zeer grote rol speelt.

Aan de hand van schetsmatige ideeën en materiaalkeuze in overleg met de arts wordt door de instrumentmakerij een experimentele prothese gemaakt die in het kunststof bot van een skelet wordt geplaatst. Experimenteel onderzoek vindt plaats door middel van torsie-, trek- en compressiebanken en er wordt net zolang gemodificeerd totdat de juiste prothese gecreëerd is. Voorbeelden van experimentele stabilisatie-methodes, waarbij gebruik gemaakt werd van kunststoffen en stukjes wervel van een overleden patiënt, werden op dia's getoond.

Ook vindt onderzoek vaak plaats bij overleden patiënten die reeds implantaten hadden met als doel de langetermijn-gevolgen van in vivo (in het lichaam) gebruikte implantaten te kunnen beoordelen en eventueel verbeteringen aan te kunnen brengen.

Aan de hand van dia's werd een explicatie gegeven over gebruikte instrumenten en techniek. Het samenspel tussen arts en de instrumentmakerij is tijdens de ontwikkelingen van prothesen zeer belangrijk.

Een speciale plaats wordt ingenomen door door tumoren aangetaste skeletdelen. Deze worden vervangen door middel van het opvullen met cement en vasthechten van platen en klemmen. Cement heeft een goede ondersteunende functie.

Tenslotte toonde Dr. Fidler enkele nieuwe instrumenten, zoals een apparaat om gaten mee te kunnen boren, een meetapparaatje alsmede een zogenaamde wervelspreider om de afstand tussen wervels te kunnen vergroten.

Tenslotte werden nog diverse vragen van de aanwezigen door Dr. Fidler beantwoord.

S.B. Spangenberg

Medische Techniek-dag in Twente

Op donderdag 8 maart 1990 organiseert de regio Oost in samenwerking met de studievereniging PARADOKS een regio-overschrijdende zogenaamde BMT-dag (biomedische techniek). Het ochtendgedeelte zal bestaan uit:

- nieuwe ontwikkelingen op BMT-gebied in de naaste toekomst (materialen en apparatuur) door prof.dr. A. Bantjes;
- ontwikkeling van orthese kniege-

wricht door ir. N.G.A. Leerdam;

- het bezoeken van twee laboratoria waar onderhanden zijnde projecten te bezichtigen zijn.

Na de lunch zullen er twee inleidingen zijn en wel over:

- fijnmechanica in een heel andere context dan we nu nog in de fijnmechanische techniek gewend zijn, zoals een pompje met maten in microns en dito mechanische meet-systemen.

Voordracht te houden door dr. M. Elwenspock;

- het genereren van kwantitatieve (meet)gegevens uit ruimtelijke röntgenbeelden.

Het bepalen van nauwkeurige afmetingen is mogelijk door vergelijking van seriebeelden en het maken van stereobeelden onder verschillende hoeken.

Voordracht te verzorgen door drs. M.J. Korsten.

Vervolgens worden twee laboratoria bezocht waar nieuwe ontwikkelingen, vooral op gebied van micro-sensoren, getoond zullen worden.

Tenslotte zal aan bedrijven waarmee in een samenwerkingsverband bepaalde nieuwe ontwikkelingen op BMT-gebied op gang zijn gebracht, gevraagd worden om interessante prototypen te tonen.

Construeren in het microngebied

Geachte collegae,
Namens het Regiobestuur Leiden van de NVFT, nodigen wij u en belangstellenden uit voor onze tweede studiecontactavond van het seizoen 1989-1990.

De regio-avond zal plaatsvinden op *dinsdag, 30 januari 1990* in de grote collegezaal van het Kamerlingh Onnes Laboratorium, Nieuwsteeg 18 te Leiden.

De heer M.J.J. Dona, medewerker van het Philips Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven zal een voor ons ongetwijfeld interessante lezing houden onder het motto "Construeren in het microngebied".

Het programma luidt als volgt:
19.30 uur Ontvangst met koffie;
20.00 uur Constructies met wrijvingswielen; hun eigenschappen en toepassingen;
20.50 uur Koffiepauze met de mogelijkheid tot het bezichtigen van de tentoongestelde ap-

paratuur;
21.00 uur Constructies met piëzo elektrische elementen, o.a. impulstafel en rotatie-as;
21.50 uur Pauze met verfrissing;
22.15 uur Afsluiting.

Namens het Regiobestuur Leiden, met vriendelijke groeten,

Inlichtingen:
ing. J. de Vreede
tel. 071-275670
(Leidse Instrumentmakersschool).

Actueel

Kalibratie-meetapparatuur

Kwaliteitszorg verplicht bedrijven tot een doelmatig beheer van meetapparatuur. Het ontbreken van de juiste systematiek hiervoor kan een hinderpaal vormen op de weg naar erkenningen in de sfeer van NEN-ISO 9000 NEN 2653, AQUAP etc.
Bij het Metaalinstituut TNO in Apel-

doorn is voor deze problematiek een softwarepakket ontwikkeld. Het systeem is MIMECOS genoemd naar de hoofdfunctie die het vervult (*Metaal-instituut Measurement Equipment Controlling System*). Het pakket registreert meetapparatuur, maakt een planning voor de kalibraties en produceert controle-overzichten. In feite "stuurt" MIMECOS met zachte hand de kalibraties die nodig zijn voor het juiste beheer van de meetapparatuur, zoals dat is vereist in alle systemen van kwaliteitszorg.

De eerste gebruiker van MIMECOS is het Metaalinstituut zelf, waar de sec-

tie Keuringen Werktuigen streeft naar een erkenning van de Nederlandse Stichting voor de Erkenning van Laboratoria (STERLAB).

De kennis en ervaring die is opgebouwd bij het opzetten van MIMECOS is in de vorm van bedrijfsadviesing voor belangstellenden beschikbaar. Voor serieuze gegadigden zal de groep Keuringen Werktuigen binnenkort een presentatie verzorgen van het kalibratie-systeem zoals dat nu bij deze groep operationeel is.

Voor nadere informatie:
Ing. H.A. Buining, Metaalinstituut TNO, telefoon (055) 49 30 61.

PATO-cursussen

Basis van de dynamica

Een vijfdaagse cursus op 9, 16, 23, 30 januari en 6 februari 1990 in Eindhoven.

Doelstelling: de cursus beoogt het op overzichtelijke wijze formuleren van de grondslagen van de dynamica van discrete mechanische systemen. Daarnaast wordt aangegeven langs welke hoofdlijnen dynamische analyses van lineaire werktuigkundige systemen verlopen. Een aantal concrete toepassingen op het gebied van de machinedynamica, voertuigtechniek en vliegtuigbouw zal aan de orde komen.

Bestemd voor: ingenieurs (TU, HTO) of personen met een gelijkwaardig opleidingsniveau, die de aangeboden methodieken voor de analyse van complexe dynamische systemen willen gaan toepassen of die hun theoretische basis willen verbreden ten behoeve van het inspelen op nieuwe ontwikkelingen.

Cursusleider: Prof.dr.ir. D.H. van Campen, Technische Universiteit Eindhoven.

Plaats: Gebouw van de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Technische Universiteit Eindhoven.

Deelnamekosten: f 2.040,— per per-

soon (geen BTW, incl. cursusmateriaal, lunches, koffie/thee).

Toepassing van de eindige elementenmethode voor lineaire problemen

Een vierdaagse cursus op 17, 18, 31 januari en 1 februari 1990 in Eindhoven.

Doelstelling: de cursus beoogt de gang van zaken bij het toepassen van de eindige elementenmethode duidelijk te maken en achtergronden te geven van dit gereedschap, toegelicht aan sterkte- en stijfheidsberekeningen van constructies. De cursus richt zich *niet* op de theoretische fundamente van de methode. Voorkennis op het gebied van de eindige elementenmethode is echter niet vereist. Evenmin wordt uitgegaan van geavanceerde kennis op het gebied van mechanica, numerieke wiskunde of informatica.

Bestemd voor: Ingenieurs (TU/HTO) die eindige elementenprogramma's willen gaan gebruiken voor het oplossen van mechanica problemen en die in hun opleiding daar niet of nauwelijks mee bekend zijn geraakt.

Cursusleider: prof.dr.ir. J.D. Janssen, Technische Universiteit Eindhoven.

Plaats: TU Eindhoven.

Deelnamekosten: f 1.600,— per persoon (geen BTW, incl. cursusmateriaal, lunches, koffie/thee).

Continuïms mechanica
Een vijfdaagse cursus op 13, 20, 27

februari en 6, 13 maart 1990 in Eindhoven.

Doelstelling: de deelnemer inzicht te geven in de mathematische probleemformulering die ten grondslag ligt aan het analyseren van niet-lineair mechanisch gedrag van robotonderdelen, kunststofcomponenten en dunwandige constructiedelen. De discretisering van constructies (t.b.v. de eindige elementenmethode), het formuleren van het op te lossen stelsel vergelijkingen en het iteratief oplosproces komen uitgebreid aan de orde.

Bestemd voor: ingenieurs die geconfronteerd worden met constructies of mechanica problemen waarbij, vergeleken met de lineaire theorie, grote vervormingen en/of verplaatsingen optreden of vermeden moeten worden dan wel niet-lineair elastisch materiaalgedrag aan de orde is.

Cursusleider: dr.ir. P.J.G. Schreurs, Technische Universiteit Eindhoven.

Plaats: Gebouw van de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Technische Universiteit Eindhoven.

Deelnamekosten: f 2.210,— per persoon (geen BTW, incl. cursusmateriaal, lunches, één gezamenlijk diner, koffie/thee).

Nadere informatie over deze cursussen kan worden aangevraagd bij het bureau van het PATO-orgaan, Postbus 30424, 2500 GK 's-Gravenhage, tel. 070-644957.

AWF-Machinekaarten

Is uw productie optimaal georganiseerd?

Natuurlijk moet u op elk moment van elke dag heel precies weten hoe het staat met uw machinepark.

Het AWF*) kaartsysteem is daar onmisbaar voor, want het heeft voor elke machine een stam-, een onderhouds- en een smerkaart. Zo hebt u alles bij elkaar.

Het systeem telt ruim dertig kaarten en het kan ook dienst doen voor laboratorium-apparaten, kantoor machines, transportmiddelen enz.

Het is altijd goed om even na te gaan of uw voorraad blanco kaarten nog voldoende is en of alle machines en apparaten er in ondergebracht kunnen worden en er ook werkelijk in zitten.

Een goede controlemaatregel: laat een of meer proefstellen machinekaarten dan ziet u wat er allemaal of wat u er nog meer mee kunt doen.

*) Allgemeines Werkstoffverband Frankfurt, voor Nederland aangepast in samenwerking met het Centrum voor Metaalbewerking TNO.

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Tel. 01180-81240



Magnetische valkuil voor waterstofatomen

R. van Roijen, Natuurkundig Laboratorium der Universiteit van Amsterdam.

Beschreven wordt de vervaardiging van een stelsel supergeleidende spoelen die gezamenlijk een magnetisch veld opwekken met een minimum veldsterkte in de kern van het veld. Dit stelsel maakt deel uit van een experimentele opstelling voor quantummechanische proeven op macroscopisch niveau.

Inleiding

Het waterstofatoom is in zijn eenvoud fascinerend. Ook een verzameling waterstofatomen, mits geschikt geconditioneerd, gedraagt zich in veel opzichten als een bijna ideaal systeem geschikt voor het testen van macroscopische quantum-eigenschappen.^[1] Het waterstofatoom bestaat uit een elektron en een proton, maar in een gas verenigen zij zich tot moleculaire waterstof: H_2 . Door de atomen echter bij lage temperatuur in een sterk, statisch magnetisch veld te brengen worden zij gepolariseerd, waardoor hun stabiliteit wordt vergroot en hun neiging om moleculen te vormen sterk is verminderd.

Dit stabiliseren brengt een deel van de atomen in een energietoestand die men kenmerkt door "spin-up" ($H\uparrow$) en een deel in een toestand "spin-down" ($H\downarrow$). In een magnetisch veld trekken de $H\downarrow$ -atomen naar het sterkste deel van het veld; het zijn "hoogveld-zoekers". Het creëren van een stabiel magnetisch veldmaximum in de vrije ruimte, nodig om $H\downarrow$ te vangen is fysisch echter niet mogelijk, hetgeen blijkt uit de veldvergelijkingen van Maxwell.

Daarentegen zijn de spin-up-atomen "laagveld-zoekers" en daar in de vrije ruimte wél een veldminimum kan worden gemaakt, is de weg vrij voor experimenten met een gas van spin-up-atomen. Bij temperaturen in de buurt van het absolute nulpunt, het

milli-kelvin gebied, vertoont een dergelijk gas eigenschappen die alleen met behulp van de quantummechanica kunnen worden verklaard.

Van de gebruikte experimenteeropstelling wordt het cryogene spoelensysteem beschreven dat zorgt voor een geschikt veldminimum dat $H\downarrow$ vangt en kan vasthouden zonder dat het de wand van de meetcel raakt.

Valkuil

Het veld dat wordt gebruikt als magnetische valkuil is een combinatie van een quadrupoolveld (vierpool-) in het radiale- of XY-vlak van een experimenteertercel, en een dipoolveld (tweepool-) in zijn langs- of Z-richting; schematisch afgebeeld in *figuur 1*. Het quadrupoolveld heeft in het centrum een nul-minimum en het dipoolveld heeft op de Z-as tussen de opwekkende spoelen een niet-nul-minimum. In de Z-richting bevindt zich aan één zijde van de eigenlijke valkuil nog een gebied met een veel hogere veldsterkte.

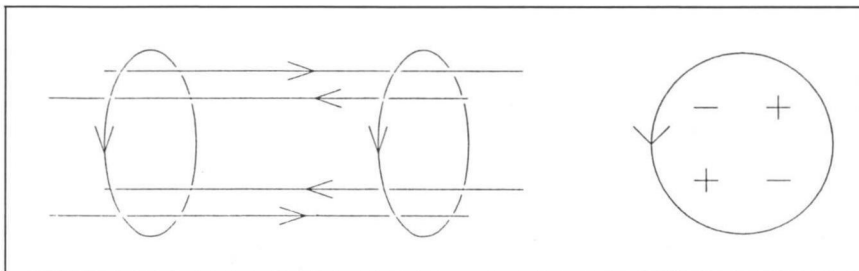
Het quadrupoolveld wordt opgewekt door vier, naar hun uiterlijke vorm zogenoemde, racetrack-spoelen, zie *figuur 2*.

Het rechte stuk van een racetrack is 150 mm lang, en de dradenbundels zijn 10 bij 10 mm. De binnenmaat tussen binnen- en buitenbeen is 25 mm. De spoelen zijn gewikkeld van multifi-

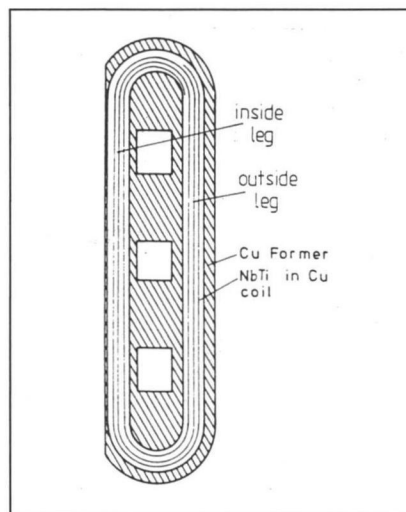
lament, niobium-titaan, supergeleidende draad in een kopermatrix (Vakuumschmelze F54, 0,2 mm) en de spoelhouders zijn geheel van zuiver, zuurstofvrij koper om mechanische spanningen door een verschil in uitzetting met de draad te vermijden. Tijdens het wikkelen wordt de draad onder een nogal hoge spanning gehouden, >10 N, omdat de supergeleider vrij stug is, waarbij de draad tevens langs een watje met 2-propanol wordt geleid om hem te ontvetten.

Na het wikkelen worden de spoelhouders gesloten met koperen strips met behulp van schroeven in de houderflenzen. De houders blijven aan één zijde open, namelijk de zijde die zal grenzen aan de experimenteertercel. Om de spoel te kunnen impregneren wordt ook die zijde met een hulpstrip lekdicht gesloten.

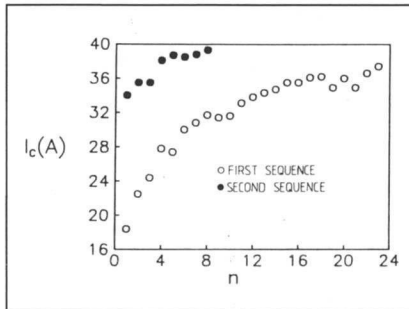
De gebruikte techniek is vacuüm-impregnatie, dat wil zeggen de spoel wordt leeggepompt waarna we er een vulmiddel laten inzuigen. Gekozen is voor Stycast 1266 epoxyhars omdat we goede ervaringen met dit materiaal hebben bij lage temperaturen. Gangbaar is hiervoor een "zacht" materiaal te gebruiken, zoals was^[2]. Wij zagen daarvan af omdat de spoelhouder na het impregneren weer moest worden opengemaakt en gemonteerd en de vrees bestond voor beschadiging van een dergelijk zacht vulmiddel. Er zijn echter goede ervaringen bekend bij



Figuur 1 Schematisch het stromenpatroon voor het creëren van een niet-nul minimum magnetisch veld. Het arrangement van de vier parallelle geleiders staat bekend als de Joffe-bar geometrie.



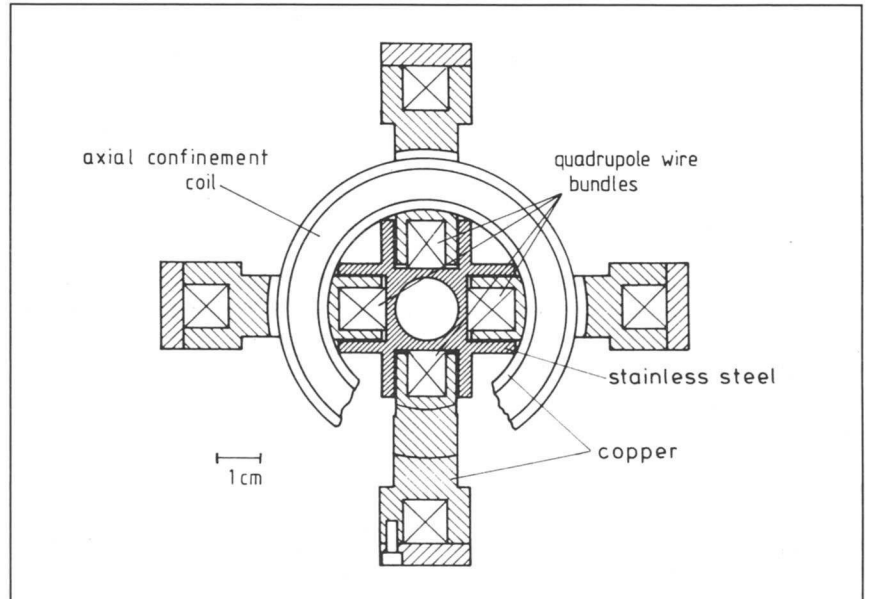
Figuur 2 Een "racetrack"-spoel met drie doorlaatopeningen voor de dipoolspoelen.



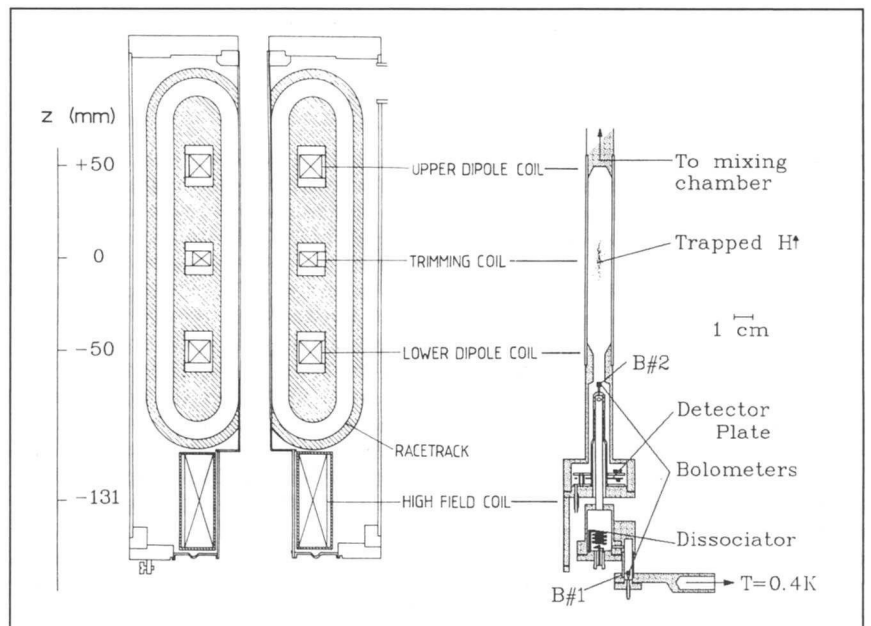
Figuur 3 De kritische stroomsterkte (verticaal), en daarmee het praktisch bruikbare magnetische veld loopt op na een aantal "quenches" (horizontaal); dat is het opvoeren van de stroomsterkte tot de supergeleiding verdwijnt.

het wikkelen van spoelen met het veel hardere Stycast 2850. Deze methode laat echter niet toe dat de spoel eventueel gedeeltelijk wordt afgewikkeld en opnieuw gewikkeld zoals wij enige malen hebben gedaan. Om te impregneren met een visceuse vloeistof, zoals Stycast, moet ervoor worden gezorgd dat er voldoende openingen zijn waar het kan doorstromen om alle ruimten tussen de wikkelingen op te vullen. Door de Stycast onder atmosferische druk naar binnen te persen verkrijgen wij volledige impregnatie. Na het vullen wordt de epoxy acht uur gehard op 60 °C en vervolgens twee uur nagehard op 90 °C. Het naharden is essentieel gebleken voor het bereiken van een hoge kritische stroom. Alvorens de racetracks in de magnetische valkuil te bouwen worden zij afgekoeld tot zij supergeleidend zijn en dan "getraind", wat inhoudt dat de stroom wordt opgevoerd tot de magneet "quenched", dat is normaal geleidend wordt en zijn energie dissipeert in ohmse warmte. Supergeleidende magneten, en vooral niet-solenoiden zoals deze, quenchen vaak bij (veel) lagere stroomsterkte dan men verwacht op grond van de opgewekte veldsterkte en de door de fabrikant opgegeven "short sample" kritische stroom van de draad. Een sluitende verklaring voor dit probleem is er nog niet, maar men denkt dat het heeft te maken met de energie die vrijkomt als een draad beweegt onder invloed van het veld. In *figuur 3* is te zien hoe de kritische stroom toeneemt bij opeenvolgende quenches. Na de tweede cyclus zien wij geen terugval van de kritische stroom onder het door ons gewenste niveau van 36 A. In alle racetracks hebben wij tenminste 85% van de door de fabrikant opgegeven kritische stroomwaarde bereikt.

De vier racetracks, die zeer nauwkeurig identiek zijn vervaardigd, worden radiaal in een centraal juk geplaatst, zie *figuur 4*. Wij kozen deze opstelling

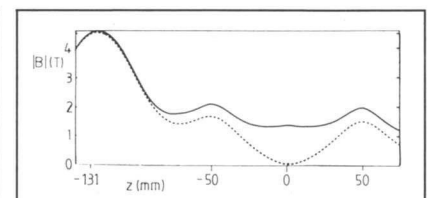


Figuur 4 Bovenaanzicht van de valkuilmagneten, gemonteerd in een roestvaststalen juk voorzien van een boring voor de experimenteelcel. De vier binnenste draadbundels van de racetracks produceren het quadropoolveld. De bovenste axiale opsluitspoel is getekend.



Figuur 5 Doorsnede van de valkuil in zijn vacuümbehuizing. Rechts de experimenteelcel die in de valkuil wordt geschoven. Links is aangegeven de positie van de horizontale as van *figuur 6*.

vanwege de radiale symmetrie en om niet-quadropool velden te vermijden. De kleinste afstand tussen twee tegenoverliggende racetracks is 18 mm, de boring in het juk is 16 mm. De stroom loopt parallel in een diametraal paar en daaraan tegengesteld in het andere paar. De racetracks staan elektrisch in serie. Omdat zij, bij volledig veld, een kracht van 3200 N naar buiten onderwinden en ook de druk binnen een draadbundel groot is, is het centrale juk gemaakt van roestvaststaal waaraan zij zijn vastgezet met behulp van schroeven en messing segmenten. Het axiale opsluitingsveld wordt op-



Figuur 6 Verloop van de magnetische veldsterkte (verticaal) langs de Z-as van de cel (horizontaal). Bij -130 mm de piek van de stabilisatiespoel, bij -50 mm de piek van de onderste - en bij +50 mm de iets lagere piek van de bovenste opsluitspoel. De streepjeslijn is het veld langs de as van de cel en de getrokken lijn is het laagste veld langs de wand.

gewekt door twee dipoolspoelen met een inwendige diameter van 48 mm, op een onderlinge afstand van 100 mm. De spoelen lopen tussen het binnen- en buitenbeen van de race-tracks door, en zijn gewikkeld van het supergeleidend Niomax A60/25 van Vakuumschmelze. Het wikkelen gebeurt met speciaal gereedschap, waarbij het juk en de racetracks stil staan en een dipoolspoelhouder met behulp van rollen de draad opwikkelt. De dichtingsstrip aan de omtrek bestaat uit segmenten vastgezet met schroeven in de spoelhouderflenzen. Het impregneren is hier gedaan tijdens het wikkelen, met Stycast 1266. De dipoolspoelen produceren velden ver beneden hun kritische veld, van respectievelijk 1,5 T op $Z = +50$ mm en 1,7 T op $Z = -50$ mm, aangegeven in *figuur 5* links. Het veld op $Z = -50$ mm is iets sterker op een kuil in het uiteindelijke veldprofiel te verkleinen; zie *figuur 6*.

Midden tussen de dipoolspoelen is nog een zwakkere spoel gewikkeld, ook met een diameter van 48 mm, om het veldminimum aldaar te kunnen variëren.

Onder dit geheel is een grotere solenoïde geplaatst, lengte 50 mm en diameter 44 mm, gewonden van Vakuumschmelze F54 0,3 mm draad, en vacuüm-geïmpregneerd met Stycast 1266. Met een stroom van 35 A wordt een veld van 4,5 T opgewekt.

Opstelling

Een doorsnede van het gehele stelsel, in een roestvaststalen tank, is te zien in *figuur 5*.

Op de plaats van de grote solenoïde bevindt zich in de experimenteelcel een zogenaamde dissociator, die door middel van een ontlading vast H_2 van de wand bij lage temperatuur ontleedt in atomen die vervolgens door het hoge veld als H^+ en H^- worden gestabiliseerd.

De boring waarin de experimenteelcel – rechts in *figuur 5* – wordt geschoven is 16 mm. Om zoveel mogelijk van het quadrupoolveld te benutten is de afstand tussen de racetracks en de boring zeer klein gehouden: 1 mm. Merk op dat de tank met slechts twee (indium) vacuümdichtingen is gesloten. Om het mogelijk te maken deze één voor één aan te draaien zonder ergens een scheur te veroorzaken, is de constructie flexibel gemaakt. De flens die de grote boring van de onderste magneet verbindt met het kleinere gedeelte van de valkuil is van zeer dunne roestvaststalen plaat gemaakt die bovendien over de buitenrand stulpt, waardoor een balgje wordt gevormd. De onderste flens van de tank is eveneens vrij dun en voorzien van een verende ril.

Gedurende het experiment zijn de spoelen met een supergeleidende schakelaar kortgesloten. Deze bestaat uit een supergeleidende kortsluitver-

binding die aanvankelijk met behulp van een verwarmingsspiraaltje bovenkritisch wordt gehouden^[3]. Hierdoor vloeit er in de cryostaat alleen niet-dissiperende stroom, hetgeen de verdamping van helium uit het hoofdbad beperkt. Deze zelfgebouwde schakelaars leiden tot minder dan 3% stroomverlies in zestien uur, en overleefden herhaalde, opzettelijke magneet-quenches bij tests.

De absolute waarde van het quadrupoolveld, gezien vanuit de as, neemt tot 5 mm lineair toe met 0,2 T/mm, daarna wordt de toename niet-lineair. In *figuur 6* is de absolute waarde van alle velden tezamen afgebeeld.

De beschreven valkuil voorkomt contact, en daardoor warmte-uitwisseling, met het wandmateriaal van de experimenteelcel.

Het betekent een nieuwe techniek om onderzoek te doen aan een gas in het milli-kelvin gebied. Mede met behulp van nieuwe koeltechnieken kan het mogelijk worden om bepaalde, voorspelde quantumverschijnselen waar te nemen.

Literatuur

- [1] R. van Royen, Proefschrift Nat. Lab. Universiteit van Amsterdam.
- [2] P.F. Smith e.a., Cryogenics 201, april 1975.
- [3] J.S. Mosk, The design, building and testing of a superconducting switch, Nat. Lab. Universiteit van Amsterdam 1988.

Vervanger voor cadmium-geel als kleurstof

De vakgroep Polymeertechnologie van de Technische Universiteit Delft werkt aan een alternatieve kleurstof die het gebruik kan terugdringen van het schadelijke metaal cadmium als kleurstof in allerlei verpakkingen. Begin volgend jaar denken de onderzoekers het nieuwe pigment te hebben ontwikkeld. Voor cadmium-rood (cadmiumselenide: CdSe) is de Delftse vakgroep Chemische technologie op zoek naar een vervangende kleurstof. In plaats van het huidige cadmiumsulfide (CdS), dat kunststoffen geel kleurt maar in het milieu zeer slecht afbreekt, werkt de Faculteit Scheikundige Technologie en Materiaalkunde aan een "gedoopt" zirkoonsilicaat

(ZrSiO₄). Colorsil BV uit Schijndel ontwikkelde dit anorganisch pigment. Het is van nature wit. Door het te "dopen" verkreeg men een uitstekend geel pigment. Via deze techniek wordt een vreemd (in dit geval kleurend) element in het kristalrooster van het silicaat ingebouwd.

De ontwikkeling van de alternatieve kleurstof is gestimuleerd door de overeenkomst die Heineken in het recente verleden met de milieu-organisaties heeft gesloten over het gebruik van cadmium in zijn bierkratten. Met steun van het Ministerie van Economische Zaken laat Colorsil nu in Delft onderzoeken hoe het nieuwe pigment in kunststoffen kan worden verwerkt. De scheikundige technologiëen aan de universiteit hebben flink wat ervaring met het hechten van anorganische deeltjes in kunststoffen. Zo is bekend dat met de verwerking van pigment in

plastics doorgaans de stijfheid van het materiaal stijgt. Tegelijkertijd neemt de slagsterkte echter af. Dit wordt nu onderzocht voor met zirkoonsilicaat gekleurde kunststoffen. Ook wordt bij kunststoffen die met het nieuwe pigment zijn gekleurd de stabiliteit getest, onder invloed van vocht, licht en temperatuur.

Colorsil verwacht de pigmentvervanger voor cadmium-geel al in 1990 op commerciële basis op de markt te kunnen brengen. In dat jaar mag het zware metaal cadmium, dat sinds twee jaar op de zwarte lijst staat, niet meer worden toegepast.

Voor meer informatie over dit onderzoek of contact met de firma Colorsil BV kunnen persvertegenwoordigers contact opnemen met Ron Korevaar, wetenschapsvoorlichter bij de Dienst In- en Externe Communicatie TU Delft. Tel. 015-785454.

Hoge instelnaauwkeurigheid met conventionele technieken

Toegepast op een statief voor een 5,5 meter antenne

H.M. Soemers, Nederlandse Philips Bedrijven; D.M. van Dijk, Faculteit Werktuigbouwkunde, P. Brinkgreve, Centrale Technische Dienst; Technische Universiteit Eindhoven.



Waar het in dit artikel om gaat.

Voor het huidige communicatieverkeer via geostationaire satellieten moeten de daarvoor noodzakelijke antennesystemen aan hoge eisen voldoen.

De Technische Universiteit Eindhoven houdt zich al vele jaren bezig met het ontwerpen van antennestatieven en in het bijzonder met het verfijnen van constructieve oplossingen voor o.a. de instelmogelijkheden.

De laatste stand van zaken wordt in dit artikel behandeld, voorafgegaan door een theoretische beschouwing over de geometrie van de satellietenbaan ten opzichte van de aarde.

De gekozen oplossing om de instelling te laten plaatsvinden door rotatie van de antenneschotel om een polaire as en een as loodrecht hierop, wijkt nogal af van de conventionele oplossingen. Bij deze laatste vinden namelijk en azimuth- en elevatie verstelling plaats die niet direct zijn betrokken op de geostationaire baan. Verder bestaat meestal geen verschil tussen de "grof verstelling" - dit is de verstelling van satelliet naar satelliet - en de fijninstelling.

Inleiding

Als gevolg van de sterke toename van het communicatieverkeer via geostationaire satellieten, wil men hogere frequenties in gebruik gaan nemen. Onder hogere frequenties moet men dan verstaan: 20 à 60 GHz. De golflengte die hierbij hoort loopt dan uiteen van 5 tot 15 mm. Dit is in de orde van grootte van regendruppels. Het is duidelijk dat er dan gemakkelijk enige verstoring van het te ontvangen signaal zal optreden. Een ander gevolg is dat hoge eisen aan vorm en oppervlaktenauwkeurigheid van de parabolische reflector gesteld worden, aangezien algemeen geldt dat afwijkingen in de parabolische reflector veel kleiner moeten zijn dan de gebruikte golflengte. Ook zal bij hogere frequenties de richtingsgevoeligheid evenredig toenemen. Dus bij geringe afwijking van de juiste richting wordt al beduidend minder signaal ontvangen.

Wil men met deze frequenties opereren, dan moet het hele antennesysteem aan hoge eisen voldoen. In 1975 is op de TUE ten behoeve van de vakgroep Telecommunicatie hiervoor een antennestatief ontworpen.

Uit mechanisch oogpunt gezien was het een uitstekend statief. Met een hoeknauwkeurigheid van 10^{-5} radiaal voldeed het ruimschoots aan de gestelde eis: de rotatie om twee assen moet instelbaar zijn met een hoeknauwkeurigheid van $0,02^\circ$.

Aan dit statief kleefden echter wel wat bezwaren. Zo waren azimuth (windrichting) en elevatie (hoogte-instelling) niet onafhankelijk van elkaar in te stellen door rotatie om elk der assen afzonderlijk, zodat de instelprocedure moeizaam was. Het voornaamste bezwaar was echter dat de schotel, bij verandering van instelling, een rotatie in zijn vlak vertoonde. Hierdoor ontstonden afwijkingen in de kruispolarisatie. Deze beïnvloedde de nauwkeurigheid van de (verstrooiings)metingen in ongunstige zin en maakte eigenlijk een nauwkeurig geregelde aanpassing van de polarisatierichting van de golfpijp aan de polarisatierichting van het satelliet signaal noodzakelijk. Vandaar dat de vraag kwam naar een ander antennestatief, dat aan dezelfde nauwkeurigheid moest voldoen, maar

natuurlijk zonder de bovengenoemde bezwaren.

Er is al opgemerkt dat het communicatieverkeer via satellieten zich in een sterke groeifase bevindt. Het voordeel, dat een satelliet kortgolvlige radio-communicatie mogelijk maakt tussen plaatsen op aarde die daarvoor normaal buiten elkaars bereik vallen, geldt vooral in gebieden waar steden zeer ver uiteen liggen. Om telefoonverkeer of televisieuitzendingen mogelijk te maken is de satelliet dan het aangewezen hulpmiddel. In dichtbevolkte en hoogontwikkelde gebieden kan een voldoende dicht net van relayeestations met antenne's, ontvangers, versterkers en zenders opgericht worden, waarbij de lange-afstands-communicatie eventueel via een keten van relayeestations gevoerd kan worden. Voor ontwikkelingslanden, met veelal een gebrekkige infrastructuur, kan de satelliet een uitkomst zijn. Zij zitten echter wel met het probleem dat een heel antennesysteem vrij duur is, omdat het meestal aangekocht moet worden in een van de ontwikkelde landen. De ontwikkelingslanden zijn dus duidelijk gebaat bij een eenvoudig (en dus goedkoop!) antennesysteem. Het dient dan wel zo ontworpen te zijn, dat het ter plekke gemaakt kan worden. De antennestatieven worden zo ontworpen dat, als ze eenmaal op een geostationaire satelliet zijn ingesteld, alleen een fijnregeling nodig blijft om ervoor te zorgen dat de satelliet gevolgd kan worden bij afwijkingen van zijn nominale baan. Deze antennestatieven zijn niet geschikt om satellieten te volgen die in een lagere baan dan de geostationaire (36.000 km hoogte) rond de aarde draaien. Hiervoor is de werkslag te klein.

Specificaties

In het algemeen worden bij satelliet-communicatie parabolische spiegels als antenne gebruikt. Het parabolische oppervlak zal uit een geleidend materiaal moeten bestaan. Daarbij kan het metaal in een niet-geleidende, maar bijvoorbeeld beschermende laag, ingebed zijn. Men moet er dan wel rekening mee houden, dat de prestatie van de antenne afneemt.

Een eigenschap van een parabolische spiegel is, dat een zuiver evenwijdige bundel, evenwijdig met de spiegelas, zodanig weerkaatst wordt, dat hij convergeert in het brandpunt. Alle stralen leggen daarbij precies dezelfde weg af, zodat ze in fase aankomen. In het brandpunt wordt de geconcentreerde straling opgevangen in een metalen hoorn en via een zogenaamde "golf-

pijp" verder geleid in de richting van de elektronica.

Richtnauwkeurigheid

Een goede antenne heeft een smalle bundelbreedte, een begrip dat wat nadere uitleg behoeft. Staat de antenne precies naar de satelliet toe gericht, dan zal het ontvangen signaal een maximale sterkte hebben.

Zou de antenne een weinig fout gericht staan, dan wordt er nog wel signaal ontvangen, maar wel zwakker. Het liefst zouden we willen dat de signaalsterkte zeer snel tot nul zou naderen. De antenne is dan namelijk zeer gevoelig voor één richting en heeft zodoende minder last van signalen afkomstig van bronnen uit andere richtingen.

Het signaal wordt nul als de golven die op de ene helft van de spiegel ontvangen worden, precies tegengesteld van fase zijn ten opzichte van de golven op de andere helft. Een sterk vereenvoudigde voorstelling kan eruit zien zoals *figuur 1* toont.

Het opgevangen signaal wordt nul als het wegverschil gelijk is aan $\frac{1}{2}\lambda$ voor punten die $\frac{1}{2}D$ uit elkaar liggen. (λ = golflengte en D is de diameter van de schotel). Voor de hoek θ kan dan bij benadering geschreven worden:
 $\theta \approx \frac{1}{2} \cdot \lambda / \frac{1}{2} \cdot D = \lambda / D \text{ rad} \approx 60\lambda / D$ graden.

De hoek die ingesloten wordt door de richtingen waarin 3 dB signaalverzwakking gemeten wordt (dat is de helft van het signaal) duidt men aan met de "bundelbreedte". Deze hoek is ongeveer gelijk aan de waarde die we voor θ afgeleid hebben:

bundelbreedte $\theta = 60\lambda / D$ graden
 Met $\lambda = 0,01$ m en $D = 3$ m geldt voor onze antenne:
 $\theta = 0,2^\circ$

De gebruikte frequentie bedraagt 30 Ghz. De richtnauwkeurigheid leidt men af van deze bundelbreedte. Men stelt dat de richtnauwkeurigheid beter moet zijn dan $0,1 \times$ bundelbreedte. In ons geval betekent dit een richtnauwkeurigheid van $0,02^\circ$. Om wat meer inzicht te krijgen in de betekenis van deze nauwkeurigheid, kan men zeggen dat dit gelijk is aan een verplaatsing van 0,35 mm op een straal van 1 m; zie *figuur 2*.

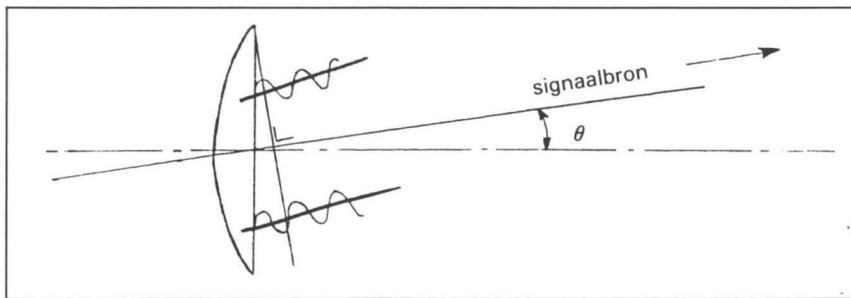
Bereik

Een geostationaire satelliet heeft zijn baan in het equatoriale vlak. Zijn omlooptijd is zodanig dat we hem steeds op dezelfde plaats aan de hemel blijven zien. Dat betekent dat zijn omlooptijd niet precies 24 uur is, maar iets minder; zie *figuur 3*. De aarde draait immers in één dag niet alleen rond zijn eigen as, maar legt ook nog $1/365,24\dots$ deel af van zijn jaarlijkse baan rond de zon. Dus een geostationaire satelliet heeft de volgende omlooptijd:

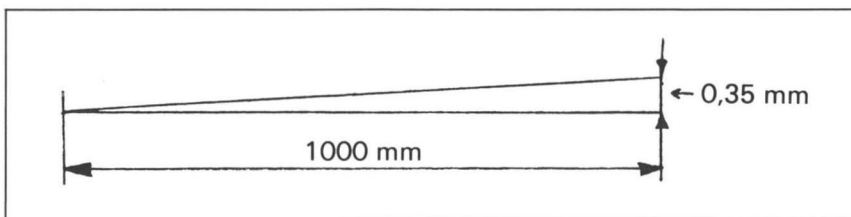
$$T = (1 - 1/365,24) \times 24 \text{ h} = 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ sec}$$

Het is duidelijk dat de geostationaire satellietbaan qua ruimte zijn beperkingen heeft. Ze moet daarom zo efficiënt mogelijk benut worden om wederzijdse verstoring te kunnen reduceren. Er zijn enkele belangrijke gebieden aan te wijzen op de geostationaire baan. Zo zijn er veel satellieten te vinden midden boven de oceanen (intercontinentaal scheepvaartverkeer) en boven land (regionaal communicatieverkeer); dit resulteert in satellietclusters in de geostationaire baan.

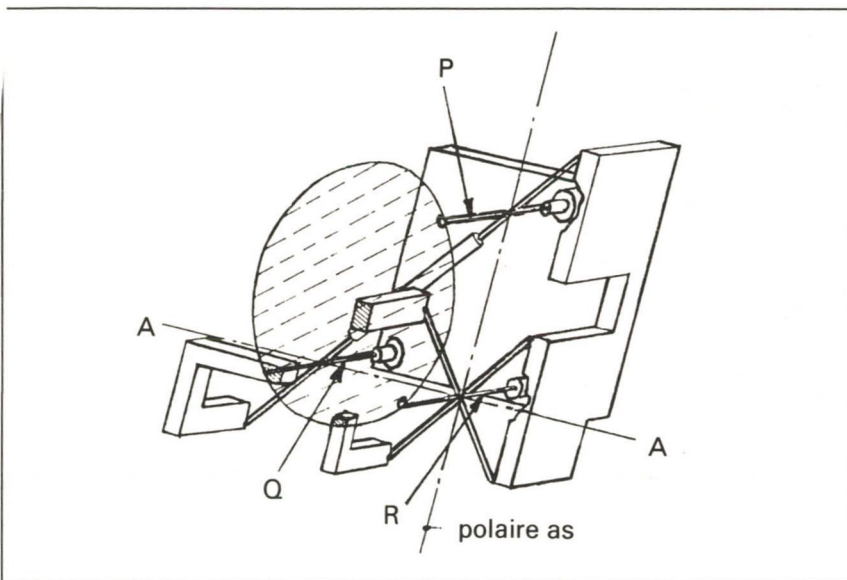
De geostationaire baan is eigenlijk een



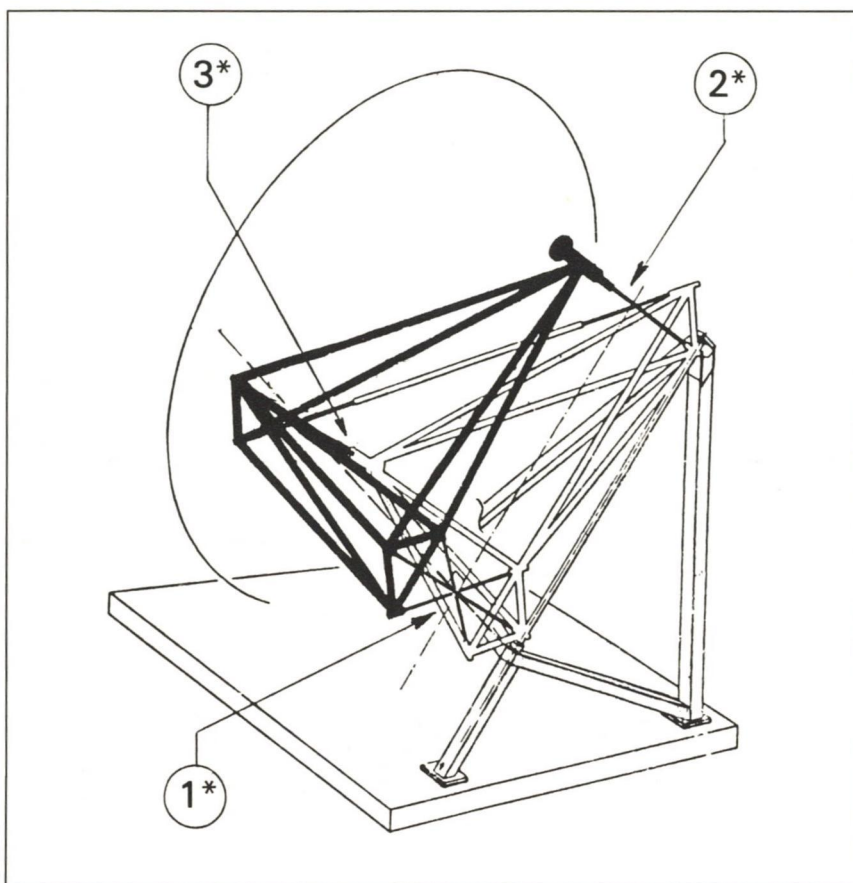
Figuur 1 Zie tekst.



Figuur 2 Zie tekst.



Figuur 17 Het principe van het antennestatief.



Figuur 18 De positie van de elastische staven in de totale freemconstructie.

rond as AA, toe.

Dit principe is terug te vinden in de schets van het gehele antennestatief, zie *figuur 17*.

Een verstelling in de lengterichting van staaf P geeft een rotatie om as AA. Een verstelling van staaf Q geeft een rotatie om de polaire as. Wel moet worden opgemerkt dat de verplaatsing

van het momentane rotatiepunt van een elastische scharnier in het vlak, niet altijd aanleiding hoeft te geven tot fouten. Als bijvoorbeeld deze verplaatsingen bij P en R (*figuur 17*) dezelfde zijn als een verstelling van Q, dan wordt slechts een translatie van de polaire as veroorzaakt. Dit leidt dan niet tot een fout in de positie van het systeem.

Het principe van het antennestatief voor wat betreft de positie van de verstellen alsmede de manier van verstellen, is hiermee aangegeven. De daadwerkelijke constructieve uitvoering van het statief kan nu behandeld worden.

Zowel in 1984 als in 1989 zijn volgens de genoemde principes statieven geconstrueerd en gerealiseerd. Het model van 1989 wordt in *figuur 18* getoond.

De elastische staven 1*, 2* en 3* zijn volgens de overzichtstekening *figuur 19* in het frame aangebracht. Deze staven zijn vervaardigd uit 34 CrNiMo₆, een veredeld constructiestaal.

Aan de uiteinden zijn de "vaste" staven door vastlassen bevestigd, de verstellstaven worden met een conus vastgetrokken.

De dimensionering van deze staven is volgens de klassieke berekeningsmethode en belastingscriteria uitgevoerd. Van invloed zijn hiervoor onder andere het eigen gewicht van de constructie, de maximale windbelasting alsmede de maximale hoekverdraaiing over de beide rotatie-assen.

Zonder extra aandacht kan het vastlassen van de knikstaven tot problemen leiden. Een aantal lasproeven op "dummy's" gaf aan dat door te snelle afkoeling van de lasplaat te veel martensiet ontstond. Het voorverwarmen tussen 500 en 600 °C en het gebruik van de juiste las-elektroden zijn noodzakelijk en afdoende gebleken om problemen te voorkomen.

Het verstellen van de staven vindt plaats met draadspillen en kogelomloopmoeren. Deze oplossing is goedkoop en zeer nauwkeurig.

De nauwkeurigheid wordt extra opgevoerd door de relatief grote afstand van de verstellstaven tot hun respectievelijke verstellen.

De kogelomloopmoeren zijn zo goed als hysteresisvrij en hebben een zeer laag wrijvingskoppel. Het "opkrul"-effect van de staven is hierdoor te verwaarlozen.

De spil/moercombinatie is tevens zeer stijf (Ck 3000 N/μm) en sterk - bij Ø 50 uitwendig is tot 100.000 N statische belasting toelaatbaar.

Door de toepassing van twee moeren per spil is de axiale speling volledig op te heffen.

De methode van verstellen is aangegeven in *figuur 22*. Het model 1989 heeft een tweevoudige moer. Een uitvoeringsvorm waarbij de kniklenge niet verandert en tevens de stabiliteit van de inklemming van de knikstaaf groter is.

t een-
onver-
onder
ignifi-

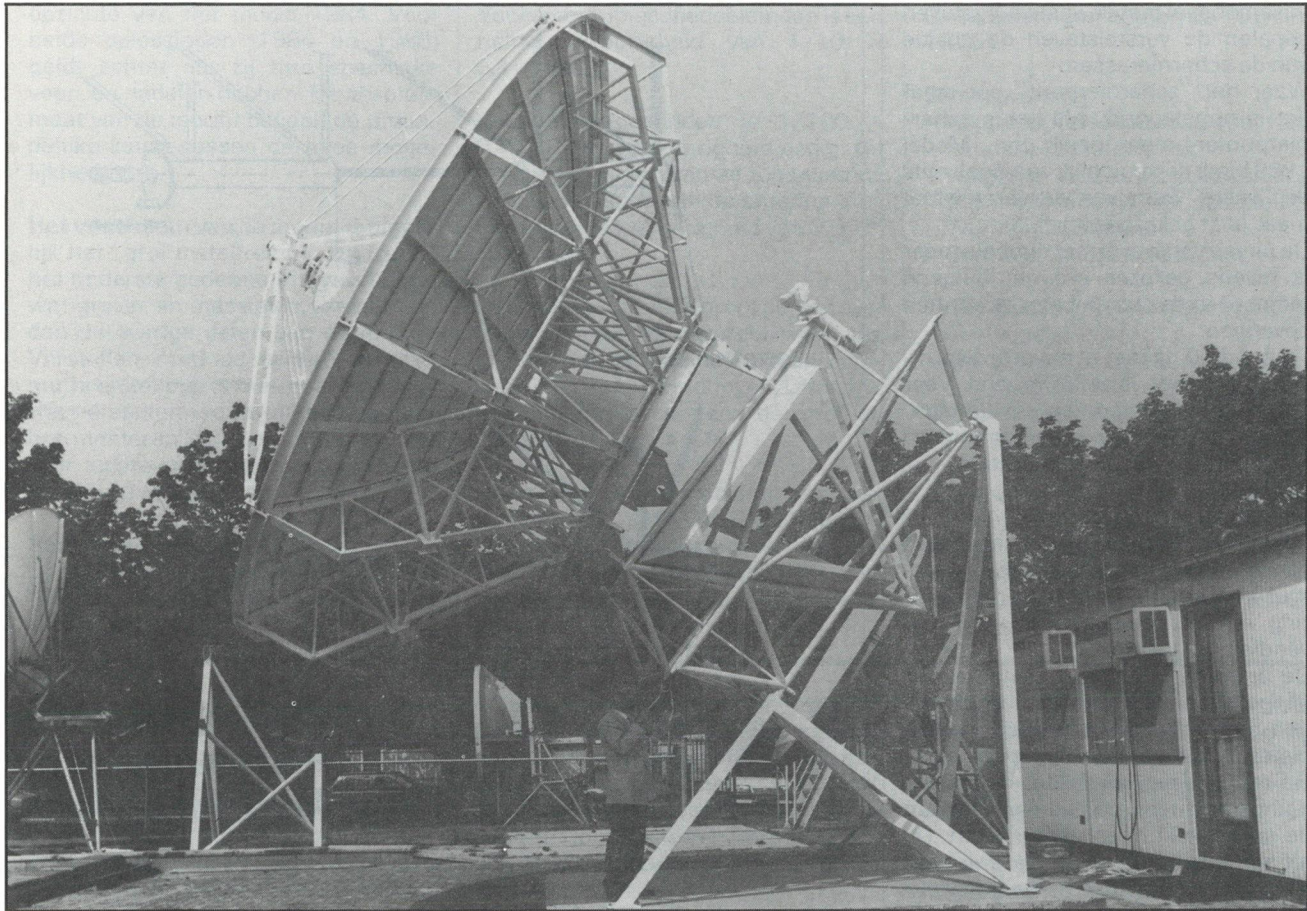
n zon
Deze
onaire
areen
hier-
g be-
o per

alen,
id en
aard-
biele
osta-
105°
sta-
chte
een
ven-
vor-
tuur
van
drif-
oor-

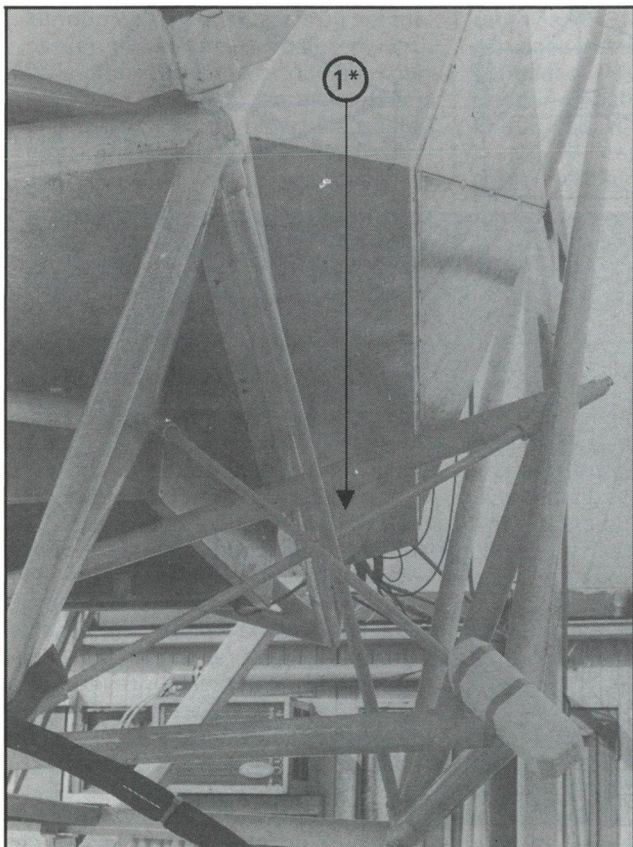
N-Z
sta-
een
vor-
eze
jen
aat
ner
het
ge-
el-
zie

ag
ie-
ok
n-
m
de
de
n,
je
il-
in
ie
n

n
n
g
T
g
t
r
r
n
.
i
i



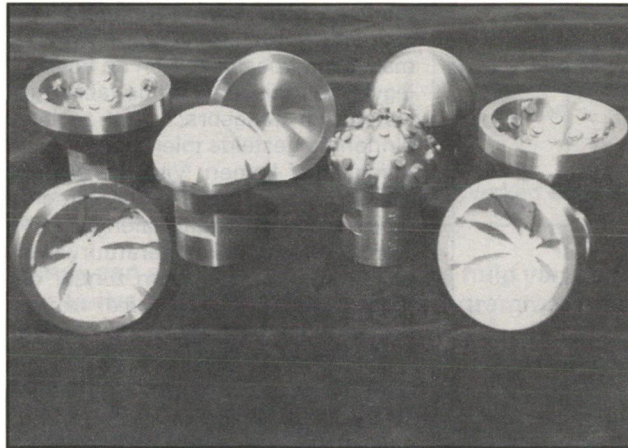
Figuur 18 Zie tekst.



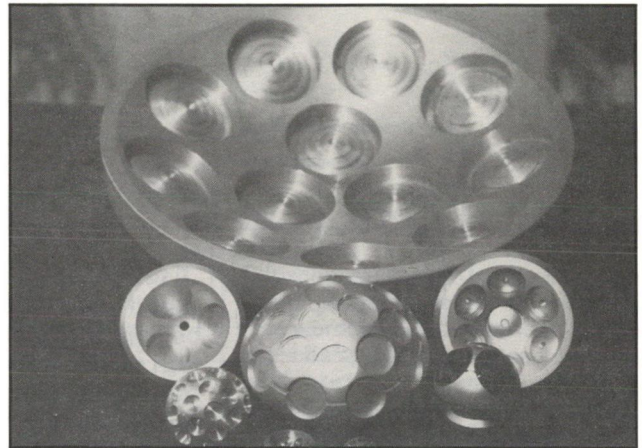
Figuur 20 Zie tekst.



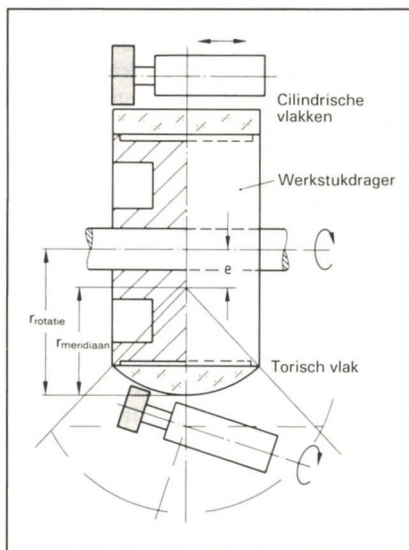
Figuur 21 Zie tekst.



Figuur 5 Uitvoeringsvormen van werkstukdragers. (Foto: Strelow, Wetzlar)



Figuur 6 Uitvoeringsvormen van werkstukdragers. (Foto: Strelow, Wetzlar)



Figuur 7 Het vervaardigen van cilindrische en torische vlakken met diamantgereedschap.

Sferische optiek

Als produktietechnieken worden hier de fabricage van afzonderlijke optische componenten/vlakken en van lensdragers bedoeld. Doordat men er intussen in is geslaagd om bij de optiek-produktiemachines voor de vervaardiging van optische componenten tot een diameter van 150 mm de verspanende bewerking en het polijsten te automatiseren – haalbare oppervlaktenauwkeurigheid $\lambda/2$ (0,25 μm) en voor sferische vorm tot $\lambda/4$ (0,125 μm) – heeft dit tot een eigen generatie optiekgereedschappen geleid. Daarbij kunnen de gereedschappen op verschillende manieren op de machine bevestigd worden, bijvoorbeeld door middel van vacuüm, magneten, mechanische klemtechnieken, lijmen of adhesieve materialen. Het optische element kan op de werkstukdrager bevestigd worden door middel van koude of warme lijmtechnieken. Maar ook door gebruik te maken van

adhesiekrachten of aanzuigende kunststoffolies en van andere zachte materialen.

Door de steeds kleiner wordende toleranties van de te bewerken optische vlakken bij de enkelstuks-fabricage, in de orde van omstreeks 0,01 mm, zijn speciale bewerkingsgereedschappen nodig. Niet alleen de eigenschappen van het basismateriaal van de produkthouders zelf, maar ook de geometrie van het opspanvlak voor het produkt spelen voor het bereiken van de maatnauwkeurigheid een grote rol. Bovendien werken er tijdens de fabricage op de hedendaagse snelle produktiemachines bij het frezen, slijpen en polijsten in richting variabele, snel wisselende krachten op de gereedschappen. Deze moeten worden opgenomen zonder dusdanige vervorming te geven dat de toleranties worden overschreden die aan het optische produkt zijn gesteld. Uitvoeringsvormen met verschillende top-lagen zijn te zien in *figuur 5*.

Bij het bewerken van sferische vlakken in zogenaamde meervoudige produkt-dragers zijn voor het opnemen van de te bewerken delen steeds meer uitvoeringsvormen toegepast waarbij spanningsvrij kan worden opgespannen; zie *figuur 6*. Dit gebeurt door in deze produktdragers uitsparingen te frezen waarin de componenten precies passen. Die uitsparingen worden voorzien van dwarsrillen om tijdens het kitten de lucht te laten ontwijken. Andere mogelijkheden daarvoor zijn boringen, maar ook rasters in de vorm van nopjes waartussen de overtollige lucht kan worden opgenomen.

De CNC-bewerking van deze meervoudige produktdragers wordt door de volgende eigenaardigheid bemoeilijkt. Normaliter worden deze nopjes gefreesd met profielfrezen, die echter

bij CNC niet van keramiek kunnen zijn. Dit brengt met zich mee dat dit verspanend gereedschap na de vormgeving gehard en geslepen moet worden om een hogere standtijd te bereiken. Ook hier heeft de plasmafysica goede diensten bewezen.

Asferische optiek, cilindrische optiek en optiek met een assymmetrische buitenvorm

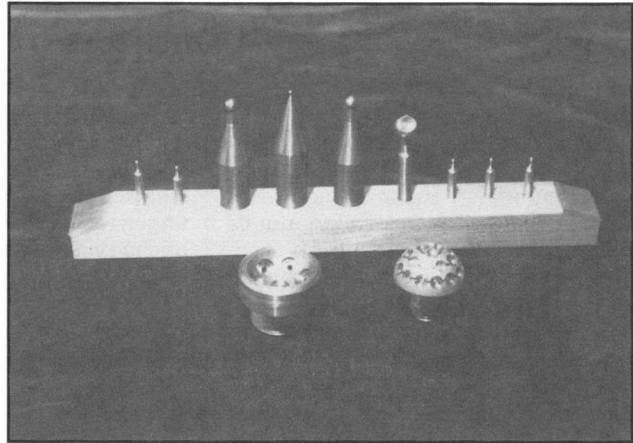
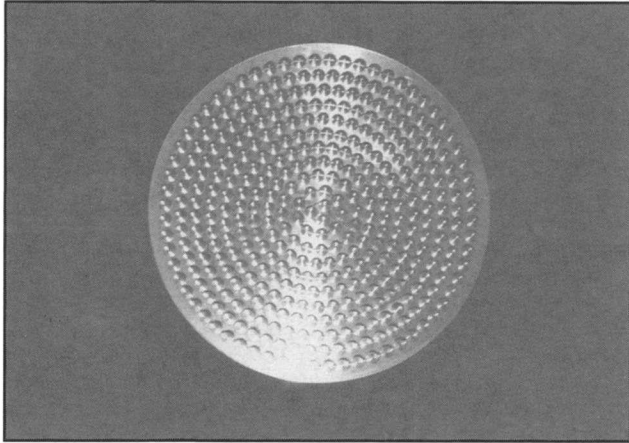
Optische componenten van dit type worden gekenmerkt doordat zij twee of meer optische assen bezitten die ook nog een hoek met elkaar kunnen maken, zie *figuur 7*. Deze moeten bij montage in instrumenten gepositioneerd worden.

De ligging van de optische assen kan uitsluitend tijdens de fabricage van de optische onderdelen bepaald worden door de vorm en opnamevlakken van de produktdragers. De opbouw van dergelijke gecompliceerde gereedschappen vereist van de gereedschapmaker erg veel ervaring. Hij dient precies te weten hoe het bewerkingsproces zich afspeelt. Vaak zijn dergelijke gereedschappen gemaakt volgens het "Sandwich"-principe. Daarbij worden op een basisvorm afzonderlijke hulpvormen aangebracht waardoor een goede bevestiging van de geometrisch gecompliceerde optische oppervlakken kan worden gegarandeerd.

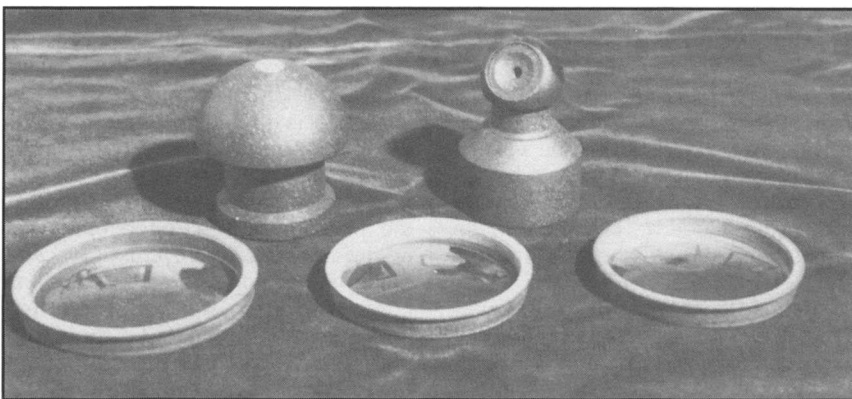
Micro-optiek

Een apart probleem zijn gereedschappen die gebruikt worden voor het vervaardigen van optische delen van micro-optieken. Voor deze tak van de sferische optiek worden heden ten dage gereedschappen en produktdragers toegepast voor een kromtestraal van 1,5 tot zelfs 0,5 mm toe, zie *figuur 8*.

Verder hebben deze gereedschappen een ondersteunende functie in de optiek-bewerkingsmachines: deze ge-



Figuur 8 Drager voor micro-optiek (links) en lep- en polijstgereedschappen (rechts). (Foto: Streblov, Wetzlar)



Figuur 9 Werkstukdragers en opdampringen van een glaskeramiek. (Foto: Streblov, Wetzlar)

leidingsruggen die ten dele een hoge elasticiteit en ten dele een hoge stijfheid moeten bezitten, zijn afgeleid van het "biosynergie-effect" omdat eisen gesteld worden die strijdig zijn.

Aan deze eisen kan tegenwoordig worden voldaan door materialen waarvan het oppervlak wordt verdicht en de kern zacht blijft. Ook bij deze fabricagemethode is eveneens weer dankbaar gebruik gemaakt van technieken uit de plasmafysica.

Speciale gereedschappen voor de veredelings- en nabewerkings-technieken

Bij het veredelen van en het nabewerken van optische componenten worden vaak speciale gereedschappen toegepast.

Nagenoeg alle optische componenten krijgen na hun definitieve vormgeving een veredeling. Dit zijn enkel- of meervoudige coatings die aangebracht worden door middel van opdampen in hoogvacuüm of sputtertechnieken. De hierdoor benodigde gereedschappen, zie *figuur 9*, dienen aan speciale eisen te voldoen. Het veredelen gebeurt in het hoogvacuüm bij hoge temperaturen. Daarbij dient het gereedschap de uitzetting van het glas te volgen. Voor deze situatie zijn ge-

reedschappen van glaskeramiek zeer geschikt, waarvan echter het bewerken zeer hoge eisen stelt aan het ontwerp en de aanmaak ervan.

Ten behoeve van het vormgeven van de rand van optische componenten (centreren en faseren) worden aan de gereedschappen nog aanvullende eisen gesteld. Zij moeten immers zorgen voor een exact opliggen, zodat de optische as exact samenvalt met de mechanische as zonder dat de oppervlaktegesteldheid van de optisch werkzame vlakken in gedrang komt. Ook hier blijken de ontwikkelingen te gaan in de richting van composietmaterialen.

Berekenings-, test- en meettechnieken in de optische gereedschappenbouw

Al deze nieuwe bewerkingsgereedschappen brengen behoorlijk wat rekenwerk met zich mee. Dit heeft betrekking op het vastleggen van de vorm, de ondersteuning van de optische componenten en het fixeren van de ligging van de optische as. Dit betekent dat er rekenprogramma's geschreven moeten worden waarmee deze gereedschappen berekend kunnen worden. Met CAD hebben de moderne computertechnieken in deze

marktsector dan ook hun intrede gedaan. Temeer omdat niet alleen de zuiver geometrische vorm omschreven moet worden maar om ook vooraf te bepalen in welke mate materiaalverlies en materiaaloudering optreden door voortdurende temperatuurwisselingen en materiaalveranderingen als gevolg van voortdurende bevochtiging met oplosmiddelen, zuren en logen.

Buiten dit zijn er berekeningen nodig om de gereedschappen voor de CNC-gestuurde verspanings- en polijsttechniek zodanig aan te passen dat de vormnauwkeurigheden, die door het proces in het optische oppervlak ontstaan, worden genivelleerd. Van invloed zijn hier onder andere de contactdruk, de mee- en tegenlopende bewegingen en de tijd die het gereedschap met het werkstuk in contact is. Berekeningen zijn tot nu toe alleen nog maar gedaan op basis van elementaire studies.

Voor de meettechnieken moesten mogelijkheden geschapen worden om ook bij niet-platte vlakken tijdens de fabricage te kunnen controleren in het tolerantiegebied van $\lambda/2$ (dit komt overeen met $0,25 \mu\text{m}$). Dit is uitsluitend mogelijk met elektronische tasters terwijl de meetwaarden met rekenprogramma's op een computer worden bewerkt.

Perspectieven voor de toekomstige gereedschapontwikkelingen

Door het toenemende gebruik van CNC-bewerkingsmachines en de wetenschappelijke inzichten van de bewerkingstechnieken zullen door de gereedschapfabricage nieuwe vragen opgelost moeten worden. Bij constructies met prisma's zullen de zogenaamde "veelvlakkers" (ondersteuning met meer dan één aan- en/of oplegvlak) verder domineren. Bij de sferische en asferische componenten zal het gebruik van "labiele" geometrieën steeds meer worden toegepast. Moderne montage technieken

stellen steeds hogere eisen aan de positionering in asymmetrisch gevormde componenten.

Het gevolg hiervan is dat de vorm en uitvoering van de gereedschappen in de optiekindustrie complexere modulaire systemen zullen opleveren. Composietmaterialen zullen steeds meer worden toegepast. Ook zullen met de nieuwe bedekkingstechnieken voor glas en keramiek lagen op te brengen zijn waarvan de adhesiekrachten werkstukken, ook sferische en asferische kunnen opspannen. Dit zou een wezenlijk nieuwe dimensie geven aan het bevestigen van labiele optische componenten; eventueel zijn ook nog gereedschappen geheel uit metaal-,

glas- of kunststof-composietmaterialen denkbaar. De eerste aanzetten hiervoor zijn reeds aanwezig bij het bewerken van micro-optiek.

Bij de toepassing van deze vervangende materialen moet er rekening mee worden gehouden dat deze in staat moeten zijn de wisselende belastingen te weerstaan die in de optiekfabricage voorkomen. De CAD-ontwerpssystematiek en de programma's voor de berekening van de gereedschappen kunnen dan nog verder worden uitgebouwd.

Literatuur

[1] REFA Kompendium Feinwerktechnik, Feinmechanik und Optik.

[2] Zarm, H.; Jahrbuch für Optik und Feinmechanik, Fachverlag Schiele & Soehne, 1964, t.m. 1989.

[3] Naumann, H.; Schroder, G.; Bauelemente der Optik, Carl Hanser Verlag, München 1983.

[4] Horne; Optical Production Technology, Adam Hilger Verlag, Bristol.

Ing. Georg Schmidtbauer geboren in 1934, is van 1949 tot 1976 werkzaam geweest bij de Fa. Carl Zeiss in Oberkochen. In 1976 ging hij naar Will in Wetzlar (dat heden ten dage behoort tot het Leitz concern) en werkte in 1986 bij de optische fabrieken van Schneider in Bad Kreuznach.

TNO- "robotkoppeling" plaatbewerkings- machines krijgt vervolg

Het automatiseren van plaatbewerkingen die op meer dan één machine plaatsvinden, was in verband met "interfacing"-problemen tot voor kort vrijwel alleen mogelijk door de aanschaf van relatief dure machines van één merk. Deze vorm van automatiseren was daardoor vrijwel uitsluitend weggelegd voor grotere bedrijven. Vorig jaar slaagden medewerkers van het Metaal Instituut TNO er echter in

om met behulp van een robot twee CNC-plaatbewerkingsmachines van verschillend fabrikaat en met geheel verschillende besturingen toch te laten samenwerken. Daarmee was in principe een ook voor kleinere bedrijven interessante vorm van automatisering gerealiseerd. Het ging om een Amada-222 ponsnibbelmachine en een LVD-kantpers met een zogenoemde "8200"-besturing. Ze werden gekoppeld met behulp van een robot met drie rotatie-assen ("R.R.R.").

Met deze flexibele "plaatbewerkingscel" worden sedert april 1988 experimenten uitgevoerd.

De ervaringen met de cel zijn positief. Gebleken is dat de grotere veelzijdigheid en flexibiliteit van de CNC-

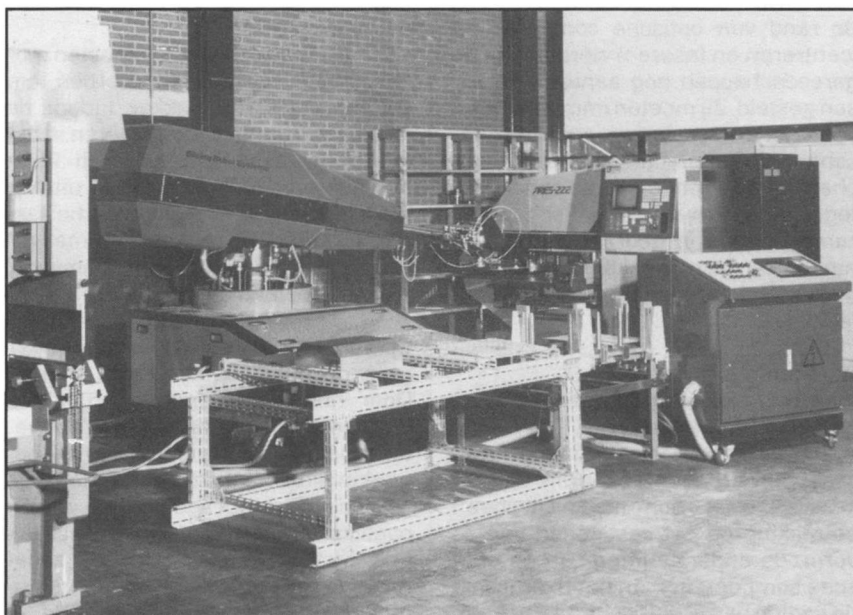
kantpers t.o.v. de duurdere strijk- of zwenkbuigmachine in een dergelijke plaatbewerkingscel volledig behouden blijft. Wel is duidelijk geworden dat de doelmatigheid van het geheel sterk afhankelijk is van het aangeboden productenpakket. De twee belangrijkste ervaringen zijn: uit economisch oogpunt zijn kortere cyclustijden zeer gewenst, en om de cel flexibel te kunnen inzetten zijn korte programmeertijden essentieel. Er moet dus een goed, liefst off-line, programmeersysteem beschikbaar zijn.

Om ervaringen op te doen met een robot volgens een geheel ander concept, worden momenteel proeven uitgevoerd met een "Bilsing" robot, die min of meer speciaal voor het hantieren van plaatdelen is ontworpen. Doordat bij behalve met twee rotatie-assen tevens met een translatie-as is uitgevoerd ("R.R.T."), is deze robot in staat om grote afstanden (180° draaien om de basis) zeer snel te overbruggen.

Economie en flexibiliteit van de beide robots worden met elkaar vergeleken, en ook wordt gekeken naar de mogelijkheden voor onbemand werken (sensoren) en het doorelkaar maken van verschillende producten.

Het Metaal Instituut komt graag in contact met bedrijven die interesse hebben voor deze relatief goedkope vorm van automatisering, die van bestaande machines uitgaat in plaats van deze overbodig te maken.

Voor nadere informatie:
Metaal Instituut TNO, Apeldoorn, de heer J.J. van den Berg (055-493070) of ing. J.N. Borsboom (055-493109).



Bilsing-robot in de flexibele plaatbewerkingscel van het Metaal Instituut TNO.

Een koppelgenerator in het bereik van $10^{-7} \dots 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}$

M.H.C. Janssen, Centrale Technische Dienst, Technische Universiteit Eindhoven.

Bij de ontwikkeling van rotatieluchtlagers voor fijnmechanische toepassingen is men geïnteresseerd in de grootte van de uiterst geringe wrijvingskoppels.

In dit artikel wordt een methode om zo'n koppel te kunnen meten theoretisch omschreven en getoetst aan een praktische meting. De methode is erop gebaseerd dat een zeer gering, maar wel nauwkeurig bepaald koppel kan worden aangelegd en dat uiterst kleine rotatiesnelheden gedetecteerd kunnen worden. Voor de technische uitvoering van een koppelgenerator is uitgegaan van componenten die gemakkelijk verkrijgbaar of eenvoudig te vervaardigen zijn.

Het principe van de koppelgenerator

Het aandrijfsysteem waarmee zeer kleine koppels eenvoudig gegenereerd kunnen worden berust op de werking van een bekend huishoudelijk apparaat: de kilowattuurmeter. In onze toepassing wordt een aluminium schijf met een diameter van 90 mm gemonteerd op de as van het lager. Het magneetsysteem dat de aandrijving verzorgt bestaat net als bij een kilowattuurmeter uit een spanning- en een stroomspoel.

Het koppel dat in de schijf wordt opgewekt is bij lage rotatiesnelheid evenredig met het produkt van spanning, stroom en de fase tussen beide ($\cos\phi$).

Bij de kilowattuurmeter blijft de stroom door de spanningspoel constant en ondergaat de stroomspoel de variatie vanwege het verbruik. Het resultaat is een lineair verband tussen koppen en stroom (afgenomen vermogen).

Door in de koppelgenerator zowel de stroom in de stroomspoel als in de spanningspoel gelijktijdig in grootte te variëren ontstaat een kwadratische relatie tussen stroom en koppel. Dit wil zeggen dat een 100 maal kleinere stroom in de spoel resulteert in een 10.000 maal kleiner koppel op de schijf. Deze kwadratische relatie tus-

sen stroom en koppel zorgt voor een groot dynamisch bereik.

Omdat bij de gebruikte frequentie de impedantie van zowel de stroom- als spanningspoel als constant beschouwd mag worden kan in de theoretische beschouwing ook met spanning gerekend worden.

Bij maximale uitsturing kan het opgewekte koppel bij stilstand van de schijf met gangbare meetinstrumenten gemeten worden. De waarde voor M_{\max} bedraagt $(5 \dots 10)10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$.

De relatie tussen spanning en koppel bij stilstand van de schijf ligt vast volgens onderstaande formule:

$$M_{\text{var}} = M_{\text{max}} \cdot (U_{\text{var}}/U_{\text{max}})^2$$

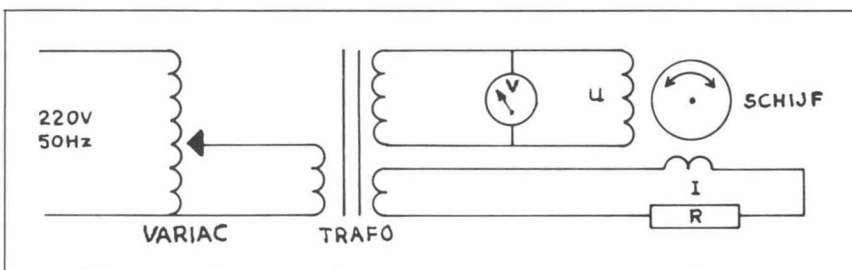
Hierin is:

M_{var} : opgewekt koppel bij stilstand van de schijf,

M_{max} : maximum koppel bij stilstand van de schijf,

U_{var} : spanning gemeten en ingesteld op de spanningspoel.

De spanningspoel van een kWh-meter is direct te gebruiken, de stroomspoel moet echter gemodificeerd worden om werkbare stromen te verkrijgen. Het aantal ampère-windingen van beide spoelen moet ongeveer gelijk zijn voor het verkrijgen van het maximum koppel. In *figuur 1* is het elektrisch principeschema weergegeven.



Figuur 1 Elektrisch principeschema van de koppelgenerator.

Koppelgenerator-hardware

De totale hardware voor de koppelgenerator bestaat uit een aluminium schijf, $\varnothing = 90 \text{ mm}$ en dikte 1 mm, centrisc op de as geplaatst en voorzien van een streepcode op de rand voor het optisch meten van het toerental.

Verder een gemodificeerd magneetsysteem van een enkelfase kilowattuurmeter, mogelijkheden om spanning en stroom optimaal te kunnen instellen (een variac en een flinke schuifweerstand doen reeds wonderen) en tenslotte een voltmeter met een meetbereik van 500 V AC voor het nauwkeurig aflezen van het koppel. In *figuur 2* is de mechanische opbouw schematisch weergegeven.

De theorie van de krachten die in de schijf worden opgewekt

Twee stroomvoerende geleiders die parallel lopen ondervinden een momentane kracht F_{mom} die voldoet aan volgende formule:

$$\begin{array}{c} \longrightarrow i_1 \\ \longrightarrow i_2 \end{array}$$

$$F_{\text{mom}} = c \cdot i_1 \cdot i_2 \quad (\text{wet van Lorentz})$$

$$\text{Stel } i_1 = I_1 \sin(\omega t) \text{ en } i_2 = I_2 \sin(\omega t + \alpha)$$

Hierin is:

c = constante

i = momentane stroom

I = vaste stroom

α = faseverschil tussen beide stromen

De gemiddelde kracht kan als volgt berekend worden:

$$F_{\text{gem}} = c \cdot T^{-1} \cdot \int_0^T [I_1 \sin(\omega t) \cdot I_2 \sin(\omega t + \alpha)] dt$$

$$F_{\text{gem}} = c \cdot T^{-1} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \int_0^T [\sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t + \alpha)] dt$$

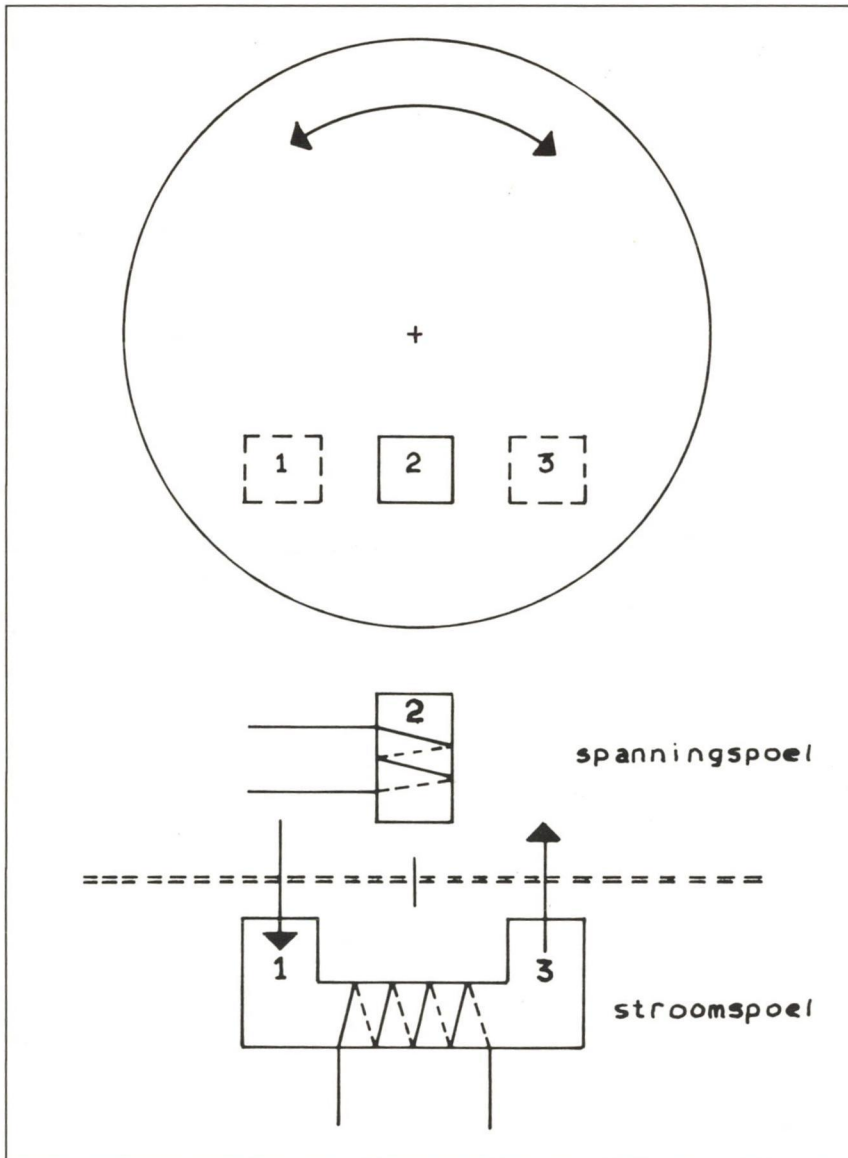
$$F_{\text{gem}} = c \cdot T^{-1} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \int_0^T [\cos\alpha - \cos(2\omega t + \alpha)] dt$$

$$F_{\text{gem}} = c \cdot T^{-1} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot T \cdot \cos\alpha$$

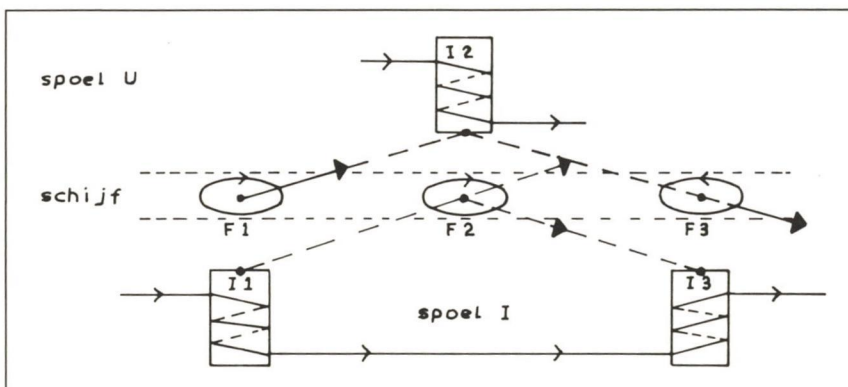
$$F_{\text{gem}} = C \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos\alpha \quad (C = \text{constante})$$

Uit deze afleiding kan het volgende geconcludeerd worden:

- de gemiddelde kracht is afhankelijk van het produkt van de twee stromen;



Figuur 2 Schematisch weergave van de mechanische opbouw van de koppelgenerator. De spanning- en stroomspoel worden gekoppeld aan de vaste wereld.



Figuur 3 F1, F2 en F3 zijn foucaultstromen opgewekt in het vlak van de schijf.

- de gemiddelde kracht is afhankelijk van het faseverschil tussen de beide stromen;
- bij 90 graden faseverschil tussen de stromen is de gemiddelde kracht gereduceerd tot nul;

- de momentane kracht bevat een wisselende component met dubbele frequentie.

Het krachtenspel in de schijf

Figuur 3: I₁ is de helft van het aantal

ampère-windingen van de stroomspoel. I₃ is de andere helft van het aantal ampère-windingen van de stroomspoel en levert een magnetische flux die tegengesteld is aan de flux opgewekt door I₁. I₂ is het aantal ampère-windingen van de spanningspoel en de daardoor, opgewekte magnetische flux is vanwege de grote zelfinductie van de spanningspoel bijna 90 graden uit fase ten opzichte van de door I₃ en I₃ opgewekte.

F₁ is de foucaultstroom van I₁ en is 90 graden naijend op I₁, omdat de opgewekte E_{mk} in de schijf gelijk is aan -dφ/dt (-180° + 90°) en de aluminium schijf voor deze frequentie ohms beschouwd kan worden.

F₂ is de foucaultstroom van I₂ en F₃ is de foucaultstroom van I₃. **Figuur 3** toont de gemiddelde krachten welke een koppel genereren op de aluminium schijf.

Bij gelijkblijvende fasehoek is het aandrijfkoppel M_a lineair afhankelijk van het product van de stromen door spanningspoel en stroomspoel.

In formule:

$$M_a = c \cdot U \cdot I \cdot \cos \alpha$$

$$M_a = c' \cdot U \cdot U \cdot [R(10 \text{ ohm})]^{-1} \cdot \cos \alpha$$

(c' = constante)

Figuur 4 toont de gebruikte proefopstelling.

Door middel van R(10 ohm) wordt het koppel M_{max} afgeregeld bij 400 V op de spanningspoel en bij stilstand van de schijf. M_{max} is de gemeten waarde van ongeveer 5 · 10⁻³ N·m.

Met behulp van de onderstaande formule kan het gemiddelde momentane aandrijfkoppel direct berekend worden:

$$M_a = (U/400)^2 \cdot M_{\max} \quad (U \text{ in volt})$$

Het kwadraat van de spanningsverhouding (U/400) wordt vervangen door de vermogensfactor p en wordt later gebruikt bij de analyse van het dynamisch gedrag. Dit geeft:

$$M_a = p \cdot M_{\max}$$

Het koppel op de schijf tijdens rotatie

De omloopnelheid van de schijf wordt bij afwezigheid van mechanische wrijving bepaald door de magnetische veldsnelheid.

De veldsnelheid is een functie van de frequentie van de elektrische aandrijving en de booglengte tussen de polen van de stroomspoel. Een aandrijffrequentie van 50 Hz en een booglengte van 27 mm resulteert in een veldsnelheid van 2,7 m/sec.

Bij rotatie zonder belasting (M_{as} = 0)

ontstaan twee remkoppels. Het remkoppel M_l ten gevolge van lucht en lagerwrijving weerhoudt de schijf de magnetische veldsnelheid aan te nemen. Het remkoppel M_f ten gevolge van wervelstroomwrijving vermindert het versnellingskoppel bij toenemende rotatiesnelheid.

De koppels op de schijf kunnen als volgt omschreven worden:

- aandrijfkoppel $M_a = p \cdot M_{max}$
[p is vermogensfactor en is gelijk aan $(U/400)^2$]

- remkoppel $M_l = \omega \cdot \beta_l$
(ω is rotatiesnelheid, β_l is wrijvingsweerstand)

- remkoppel $M_f = p \cdot \omega \cdot \beta_f$
(ω is rotatiesnelheid, β_f is wrijvingsweerstand)

Bij statisch evenwicht en $M_{as} = 0$ is het momentane aandrijfkoppel gelijk aan de som van de twee remkoppels. In formule:

$$M_a = M_l + M_f$$

$$p \cdot M_{max} = \omega(\beta_l + p \cdot \beta_f)$$

Met twee metingen bij verschillende ingestelde waarden van p kunnen de wrijvingsweerstand β_l en β_f bepaald worden.

De meetresultaten met een naaldlager en een aluminium schijf van $\varnothing 90 \times 1$ mm zijn:

$$M_{max} = 6000 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m}$$

(afgeregeld met R10E)

$$\omega = 0 \dots 90 \text{ rad/sec}$$

(gemeten toerental)

$$\beta_l = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}$$

(berekend)

$$\beta_f = 66,0 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}$$

(berekend)

$$p = 0 \dots 1$$

(ingesteld met variac)

$$J = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}^2$$

(gemeten of berekend); dit is de massatraagheid van de schijf en de as.

Nu alle parameters van de aandrijving bekend zijn, kan op eenvoudige wijze het afgegeven askoppel M_{as} bij constante rotatiesnelheid (ω) berekend worden.

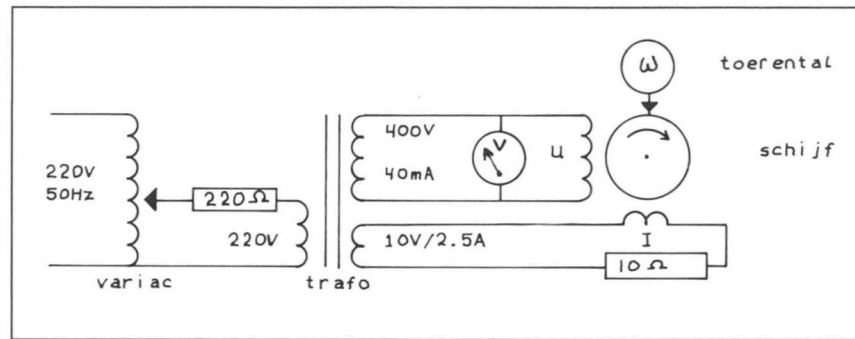
$$M_{as} = M_a - M_l - M_f$$

$$M_{as} = p \cdot M_{max} - \omega \cdot (\beta_l + p \cdot \beta_f)$$

Dynamisch gedrag

Het dynamisch gedrag (eerste orde) van de generator laat zich relatief eenvoudig beschrijven.

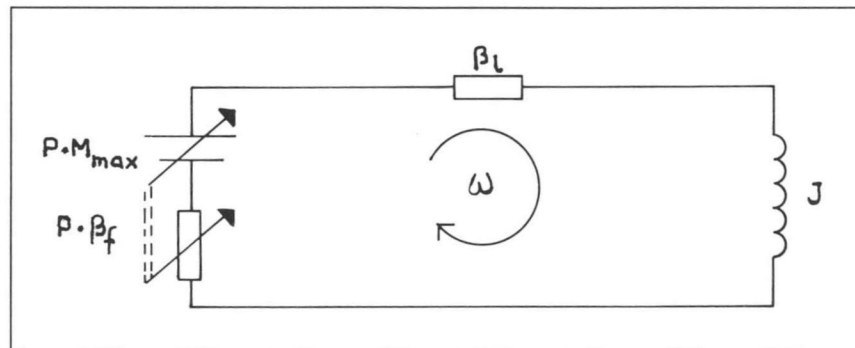
Bij verandering van het ingesteld vermogen, bepaald door de vermo-



Figuur 4 Proefopstelling voor de bepaling van diverse grootheden.

Het aandrijfkoppel M_a op de schijf is evenredig met:

- de spanning U op de spanningsspoel,
- de stroom I door de stroomspoel,
- de $\cos \alpha$ tussen beide.



Figuur 5 Elektrisch equivalent-schema ten behoeve van de bepaling van het dynamisch gedrag.

gensfactor p, verandert de rotatiesnelheid volgens de formule $\omega(t) = \omega_{max} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$, waarbij ω_{max} mede bepaald wordt door de magneetveldsnelheid. De tijdconstante τ is een zeer belangrijke factor voor het bepalen van het dynamisch gedrag en zal nu verder geanalyseerd worden.

De invloed van de massatraagheid J van schijf en as wordt in de bovenstaande formule als volgt in rekening gebracht:

$$M_{as} = p \cdot M_{max} - \omega \cdot (\beta_l + p \cdot \beta_f) - J \cdot d\omega/dt$$

waarbij $d\omega/dt$ de verandering van de rotatiesnelheid van de schijf is.

In *figuur 5* is het elektrisch equivalent-schema weergegeven indien $M_{as} = 0$, dus zonder belasting aan de as van de generator.

Afgeleid kan nu worden dat:

koppel	$M \gg$	spanning	U
rotatie	$\omega \gg$	stroom	I
wrijvingsweerstand	$\beta \gg$	weerstand	R
massatraagheid	$J \gg$	inductie	L

waarin het symbool \gg betekent: vergelijkbaar in gedrag met dat van.

Het blijkt dan dat de tijdconstante $\tau = L/R \gg J/(\beta_l + p \cdot \beta_f)$, dus ...

- afhankelijk is van de massatraagheid J en
- afhankelijk van p, β_l , β_f .

Resultaten

$$p = 1,0 \quad (U = 400V),$$

$$M_{mom} = 6.000 \mu\text{N} \cdot \text{m}, \quad \tau = 0,3 \text{ sec};$$

$$p = 0,1 \quad (U = 126V),$$

$$M_{mom} = 600 \mu\text{N} \cdot \text{m}, \quad \tau = 2,8 \text{ sec};$$

$$p = 0,01 \quad (U = 40V),$$

$$M_{mom} = 60 \mu\text{N} \cdot \text{m}, \quad \tau = 15,9 \text{ sec};$$

$$p = 0,001 \quad (U = 12V),$$

$$M_{mom} = 6 \mu\text{N} \cdot \text{m}, \quad \tau = 30,0 \text{ sec};$$

$$p = 0,0001 \quad (U = 4V),$$

$$M_{mom} = 0,6 \mu\text{N} \cdot \text{m}, \quad \tau = 33,0 \text{ sec}.$$

Conclusie

De tijd, nodig voor het bereiken van een stabiel toerental is onder andere afhankelijk van het ingestelde vermogen en is minimaal bij maximum vermogen en maximaal bij minimum vermogen.

Actueel

Mecon betrokken bij Columbus Projekt

Het Doetinchemse Ingenieursbureau Mecon (Mechanical Engineering & Consulting) is uitgenodigd om studies te verrichten in het kader van het ruimtevaartproject Columbus. Dat Mecon bij dit project wordt betrokken bewijst haar positie. Het bureau, bemand met twaalf hoog gekwalificeerde medewerkers, houdt

zich bezig met dienstverlening op het gebied van advisering, technisch consult, haalbaarheidsstudies, projectmanagement, technisch ontwerp, (detail)engineering, controle op planning, uitvoering en kostenbewaking van de fabricage en montage.

Mecon is actief binnen de algemene machinebouw, met name produktie-automatisering, bedrijfsmechanisatie, robotica, onderzoek en ontwikkeling, ruimtevaarttechnologie, vaste stof handling, piping en apparatenbouw.

De tekeningen/ontwerpen worden met behulp van het CAD systeem vervaardigd. Een groot aantal bedrijven heeft Mecon al gevonden, zowel kleinschalige als multinationals worden

door Mecon optimaal bediend.

De bedrijven komen uit verschillende sectoren, o.a. uit de metaalnijverheid, kunststoffenindustrie, voedingsmiddelenindustrie, grafische industrie, ruimtevaart, vliegtuigindustrie, chemische industrie, farmaceutische industrie en de energiebedrijven.

Mecon ziet de toekomst positief tegemoet, dat mag blijken uit het feit dat men binnenkort haar kantoor gaat vergroten van 165 m² naar 265 m².

Voor info kunt u contact opnemen met de heer H.J. Stoltenberg (sales-projectmanager) of de heer W.C. Hemink (project-manager).
Telefoon: 08340-60211.

Bedrijf voor lasertoepassingen in Nijmeegs Universitair Bedrijvencentrum

Dezer dagen zijn de nieuwe kantoor- en laboratoriumruimtes van OPTEL officieel in gebruik genomen. OPTEL is een advies- en ingenieursbureau voor lasertoepassingen en optische technologie. Het is gevestigd in het Universitair Bedrijvencentrum te Nijmegen.

De nieuwste trend in de technologie is de opto-elektronica. Computers en robots hebben sensoren nodig om aan de benodigde informatie te komen. De moderne optica kan in combinatie met elektronica vele oplossingen hiervoor

leveren. Volgens wetenschappers van het Europese strategische onderzoeksprogramma FAST kan het vakgebied optica in de komende tientallen jaren uitgroeien tot dezelfde afmetingen als dat van de micro-elektronica (chips, computers e.d.). OPTEL levert sedert drie jaar een bijdrage aan deze ontwikkelingen. OPTEL is gestart binnen de Katholieke Universiteit Nijmegen en dit jaar een zelfstandig bedrijf geworden. Naast advieswerk organiseert OPTEL cursussen, zoals "Optica en Lasers", welke op 20 oktober j.l. voor de vierde maal van start is gegaan. Voorbeelden van eigen onderzoek en advieswerk zijn:

1. Voor het grondmechanicabedrijf Fundex is een uitlijnsysteem, gebaseerd op lasers, ontwikkeld voor een grondfreesmachine. Met dit apparaat en het meetsysteem van OPTEL kunnen zeer nauwkeurig onder de grond tot 30 meter diepte

scheidingswanden voor b.v. het indammen van milieuvervuilingen gemaakt worden.

2. Voor een Frans bedrijf, gespecialiseerd in het vervaardigen van vloeibare lucht, heeft OPTEL een nauwkeurige waterdetector gemaakt, gebaseerd op absorptie van laserlicht.
3. Met holografische interferentie is de krimp van gebitsprothesen onderzocht voor de afdeling Tandheelkunde van de Katholieke Universiteit Nijmegen.
4. Een optische detector is ontwikkeld voor controle van de ammoniakconcentratie tijdens een industrieel proces.

Voor nadere informatie of voor een bezoek aan ons nieuwe bedrijf kunt u contact opnemen met Dr.ir. R.J.A.M. Smeulders, Toernooiveld 108, 6525 EC Nijmegen, telefoon 080-528800.

Vakschool voor Uurwerktechniek leidt jonge werknemers op voor de industrie

De Hoornse Vakschool voor Uurwerktechniek is de enige zelfstandige beroepsopleiding in haar soort in Nederland. Leerlingen maken zich in vier jaar tijd een grondige kennis eigen van alle uurwerksystemen, mechanische en elektronische, aansluitend op de jongste ontwikkelingen.

De school is gehuisvest in Hoorn en beschikt over een uitgebreid instrumentarium, waaronder meet- en regelapparatuur, belichtings- en schoon-

maakapparatuur. Het merendeel van de jongeren die de opleiding hebben voltooid vindt werk in de detailhandel als horlogemaker of winkelier. De laatste jaren blijkt evenwel vanuit de fijnmechanische industrie een toenemende vraag naar afgestudeerde leerlingen.

Om de opleiding meer bekendheid te geven in deze bedrijfstak is de naam Horlogemakersvakschool Cornelis Verhagen onlangs gewijzigd in Vakschool voor Uurwerktechniek. Leerlingen van de school vonden reeds werk in de medische, de meet- en regeltechnische en de vliegtuigindustrie. Een binnenkort te houden enquête onder de werkgevers zal meer inzicht moeten bieden in de wensen en opleidingseisen vanuit het bedrijfsleven. Aan de hand van de resultaten wordt bezien of aanpassing van het

vakkenpakket noodzakelijk en mogelijk is.

Met het oog op de groeiende werkgelegenheid in zowel de fijnmechanische als de horloge-industrie wil de school proberen meer leerlingen uit het voortgezet onderwijs te interesseren voor deze beroepsopleiding. Berichten uit Zwitserland wijzen nu reeds op een schrijnend tekort aan jonge werknemers op het gebied van de uurwerktechniek.

Voor info:
Vakschool voor Uurwerktechniek
Telefoon: 02290-15218.

Breed pakket aan sanitair- en verwarmingsmateriaal op V&S '90

De openstelling van de inschrijving voor V&S '90 ("Verwarming en Sanitair"), de vakbeurs voor installatietechniek, heeft in korte tijd geleid tot de spontane aanmelding van ongeveer 250 deelnemers. Deze unieke manifestatie op het gebied van verwarming en sanitair vindt plaats in de Jaarbeurs in Utrecht van dinsdag 20 tot en met zaterdag 24 februari 1990. De huidige stand van inschrijvingen geeft reeds aan, dat onder andere een zeer breed pakket zal worden aangeboden aan sanitair- en verwarmingsmateriaal, gericht op de toepassing voor woningbouw en kleine utiliteitsbouw. Nog nooit eerder werd tijdens een beurs zo veel aandacht besteed aan dit specifieke en belangrijke deel van het installatietraject.

Van deze gerichte aandacht op V&S wordt een stimulerend effect verwacht op de innovatieve ontwikkeling en toepassing van sanitaire en verwarmingsmaterialen. Met name de

kwaliteit van de technische installaties in de woningbouw in zijn algemeenheid en de gesubsidieerde woningbouw in het bijzonder is meestal van een bedroevend laag niveau. De branche heeft verder optimale kansen in de vrije sector- en kleine utiliteitsbouw. Daarnaast spelen renovatie en onderhoud een belangrijke rol.

Achtergebleven

De gebruiker van vandaag is al gewend aan bedieningsgemak, technische foefjes en comfort in vele sectoren, of het nu auto's betreft of audio-visuele apparatuur. De sanitaire en verwarmingsinstallaties zijn bij deze ontwikkelingen vaak achtergebleven. Bij de concentratie van het expositiepakket op toepassing in woning- en kleine utiliteitsbouw kan de branche gezamenlijk zoeken naar nieuwe wegen om aan de sterk toegenomen behoefte van vernieuwing van de gebruiker tegemoet te komen. Van belang wordt nu, dat de exposanten zich in leven in deze nieuwe benaderingswijze door niet het hele toeleveringsprogramma op de stand tentoon te stellen, maar door zich te concentreren op de eerder aangeduide toepassingsgebieden.

Het streven van de organisatoren van V&S '90 is erop gericht om ongeveer 300 exposanten de gelegenheid te

bieden hun producten te tonen. De belangstelling van de branche om deel te nemen leidde vrijwel onmiddellijk tot de reservering van ruim 19.500 van de vooralsnog geprognoseerde 21.000 vierkante meter netto standruimte.

Op V&S '90 worden directe deelnemers verwacht uit onder ander België, Frankrijk, Engeland, West-Duitsland, Italië, Spanje, Zwitserland en Denemarken. Voor deze vakbeurs zijn gereserveerd de Irenehallen I en II, de Marriekahal, de Bernhardhallen I en II alsmede de Foyers, de Congress- en de Gehoorzalen van deze complexen.



De eerste Corrosiewijzer

Corrosie veroorzaakt veelal onnodige schade. Dat wil zeggen schade, die met de beschikbare kennis en middelen te beheersen zou zijn, zodat kosten kunnen worden bespaard. Voor een land als het onze gaat het hier om miljarden guldens per jaar.

Het probleem is: hoe komt de juiste kennis en informatie op de juiste plaats? Meestal blijkt namelijk het wiel al uitgevonden te zijn. Het is de Stichting Nederlands Corrosie Centrum, die zich inzet dit probleem aan te pakken. Haar doelstellingen zijn erop gericht ieder de gewenste kennis en informatie zo efficiënt mogelijk te doen toekomen. Zij organiseert daartoe voorlichtingsbijeenkomsten, corrosiedagen en andere manifestaties voor onderwijs en industrie en geeft ook schriftelijke informatie in de vorm

van nieuwsbrieven, corrosiepublicaties en praktijkrichtlijnen; deze corrosiewijzer behoort daar ook toe.

De opzet van deze corrosiewijzer is een wegwijzer te zijn in corrosieland. Wie doet wat, welke kennis en middelen zijn waar te verkrijgen. De samenstellers zijn zich bewust dat deze gids niet volledig is en aan een ieders wensen voldoet, maar stellen zich voor dat zij een groeifase zal doormaken, die tot compleetheit en verdere perfectionering zal leiden. Het is dan ook de bedoeling deze corrosiewijzer elke twee jaar te laten verschijnen.

Een nieuw deel van een reeks van zeven van de corrosiehandleidingen is nu verschenen.

De auteurs van dit derde deeltje zijn: dr. A.G.C. Kobussen en ing. B.H. Wijngaard.

Deel 3: Kathodische en Anodische Bescherming

1. Kathodische bescherming;
2. Anodische bescherming;
3. Literatuur;
4. Corrosiepublicaties van het NCC; Verklarende woordenlijst.

De eerste twee deeltjes hebben als titel:

Deel 1: Algemene inleiding

Deel 2: Materiaalkeuze en constructieve aspecten

De corrosiewijzer en de corrosiehandleidingen zijn voor de industrie en stichtingen te bestellen bij het secretariaat van het NCC, Postbus 120, 3720 AC Bilthoven, tel. 030-28 77 73. De kosten per deeltje f 15,— excl. verzendkosten.

Voor onderwijsdoeleinden zijn deze corrosiehandleidingen te bestellen bij de firma Waltman, Postbus 3150, 2601 DD Delft, tel. 015-125915.

Vacuüm- schakelaars

Pneu/Tec heeft haar programma vacuümtechniek uitgebreid met een compleet nieuwe serie elektronische vacuümschakelaars. Deze schakelaars geven zowel een digitaal als een analoge signaal af. De werking berust op de piezo-resistieve eigenschappen van halfgeleiders. De schakelaars zijn voorzien van een silicium-membraan waarin vier weerstanden zijn verwerkt, die gezamenlijk een brug van Wheatstone vormen. Als gevolg van de mediumdruk wordt het membraan vervormd, met als resultaat een verandering in het evenwicht van de brug. Bij constante ingangsstroom neemt de spanning aan de uitgang toe of af, evenredig met de toe- of afname van de druk op het membraan. De optredende afwijkingen als gevolg van temperatuursinvloeden worden automatisch gecompenseerd. Voordelen van deze schakelaars zijn o.a.:

- geen bewegende delen,
- werking is volledig contactloos,
- snelle reactie,
- hoge stabiliteit,
- geringe afmetingen en eigen massa.

De schakelaars zijn van buitaf instelbaar op een vacuüm van 0 tot -100 kPa. De max. afwijking is $\pm 3\%$. De reeks schakelaars met de aanduiding (PS4/102V) zijn leverbaar met verschillende aansluitingen en worden geleverd met een 1,5 meter lange aansluitkabel. De afmetingen zijn $45 \times 25 \times 16$ mm.

Het programma van Pneu/Tec omvat ook een type-reeks (PS4/102G) voor drukschakeling en signalering.

Robot-knie- hefboomgrijper

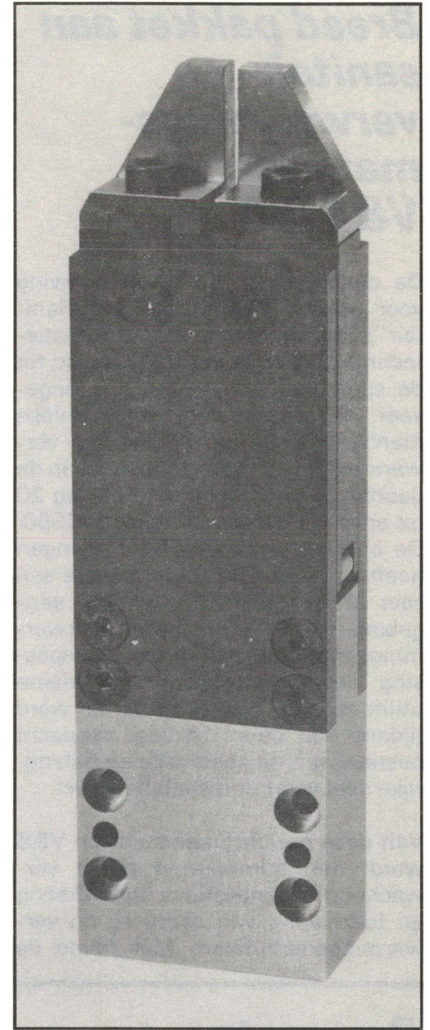
Een nieuwe zeer krachtige pneumatisch bediende robot-kniehefboomgrijper met geringe afmetingen. Dit is een recente ontwikkeling van Sommer Automatic, een Westduits bedrijf dat zich heeft gespecialiseerd op het gebied van hulpmiddelen voor robottechniek. De grijper is ontworpen voor robot-constructies waar weinig ruimte beschikbaar is. De buitenafmetingen bedragen $50 \text{ mm} \times 175 \text{ mm} \times 28 \text{ mm}$. De eigen massa is ca. 120 gram. Per klauw kan met deze grijper een klemkracht van 1000 N worden bereikt.

Evenals bij hun andere uitvoeringen heeft Sommer te spreiden klauwen toegepast, zodat een zijwaartse beweging over het op te nemen of afgezette werkstuk mogelijk is, zonder dat terugtrekken van grijper nodig is. Intussen blijken er bij de kunststofverwerkende industrie interessante toepassingen voor de grijper te zijn.

Deze lichtgewicht kniehefboomgrijper van Sommer Automatic is de laatste ontwikkeling van een compleet programma typen en uitvoeringen voor alle mogelijke situaties.

Voor uitvoerige info:
Technisch Bureau Meininger
Postbus 743, 2280 AS Rijswijk
Telefoon: 070-401780.

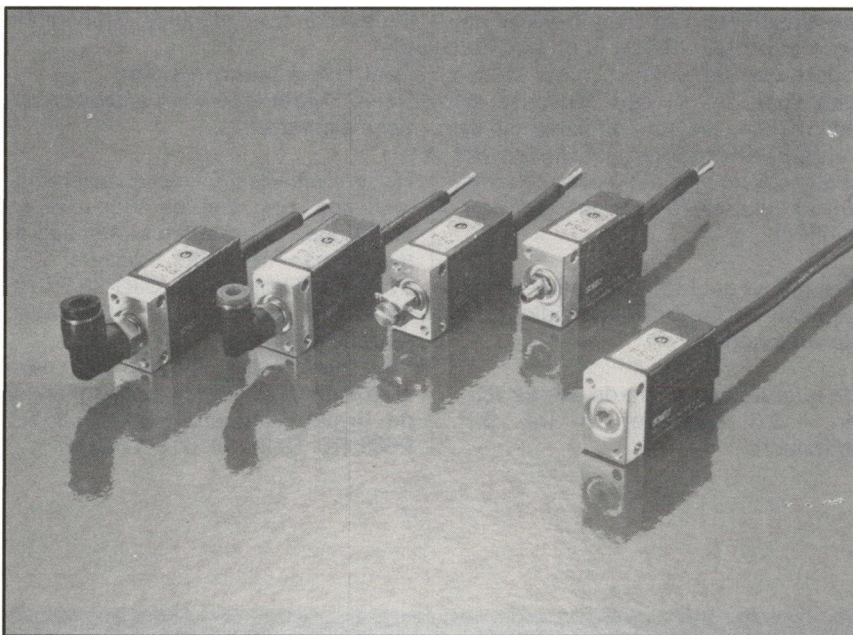
Voor uitvoerige info:
Pneu/Tec BV
Postbus 416, 2130 AK Hoofddorp
Telefoon: 02503-36611.

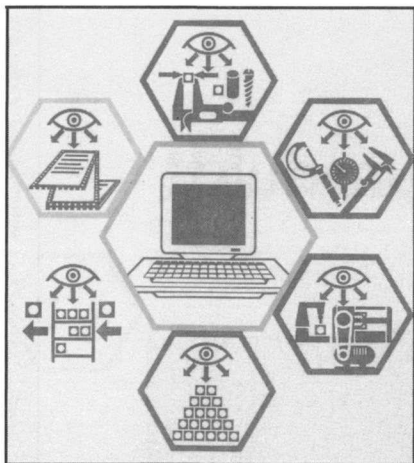


Kwaliteits- en produktie- bewakings- systeem

Om het productieproces goed te beheersen is het noodzakelijk op verschillende plaatsen in het productieproces continu metingen uit te voeren en deze op een dusdanige manier te verwerken dat er een duidelijk beeld van het productieverloop wordt verkregen. Om dit te realiseren ontwikkelde het Westduitse bedrijf Seibold en Ketterer een geavanceerd en compleet kwaliteits- en productiebewakingsysteem op basis van een 32-bits computer.

De grote kracht van dit systeem berust op het tegelijk verwerken van een groot aantal meetgegevens, afkomstig van diverse meetplaatsen. Aan de hand van deze gegevens wordt continu een goed inzicht in de productie verkregen. Zo kan met dit systeem een compleet beeld worden gegeven van





de productie voortgang bij de verschillende machines zelf, naar keuze gespecificeerd voor elke ploegendienst en/of productieperiode. Hiermee kan worden vastgesteld op welke machines de producten geproduceerd werden, en welke aantallen per tijdseenheid. Met deze informatie zijn sterke en zwakke punten te localiseren en kunnen indien nodig maatregelen worden genomen.

Seibold en Ketterer maakt bij dit systeem geen gebruik van een gecompliceerd PC-netwerk, omdat dit in ruwe bedrijfsomstandigheden kwetsbaar is. In plaats hiervan worden robuuste terminals ingezet. De centrale 32-bits computer zorgt voor een zeer snelle en ongestoorde informatieverwerking.

Het systeem heeft als type-aanduiding BBE-SPC en wordt in Nederland door GERMA op de markt gebracht.

Voor uitvoerige info:
Germa Hengelo BV
Postbus 355, 7550 AJ Hengelo
Telefoon: 074-915757.

Nieuwe spanenzuiger

Kiekens heeft een nieuwe spanenzuiger (type CS501/502) voor een directe en efficiënte spanenafvoer bij bewerkingsmachines geïntroduceerd. Hierbij zijn t.o.v. voorgaande modellen opmerkelijke verbeteringen aangebracht. Bij dit ontwerp is naast spanenafvoer vooral aandacht besteed aan verdere afhandeling van opgezogen materiaal.

Het geheel omvat een zuigaggregaat en een losse ketel, die samen op een wendbare transportwagen staan.

Vloeistoffen kunnen nu via een gaas-

filter en aftap gescheiden worden. De spanenafvoer kan met de hand worden uitgevoerd maar er zijn ook voorzieningen voor mechanische afvoer met loopkraan of heftruck. Een speciaal koppelsysteem maakt het snel koppelen en ontkoppelen van aansluit-slangen mogelijk.

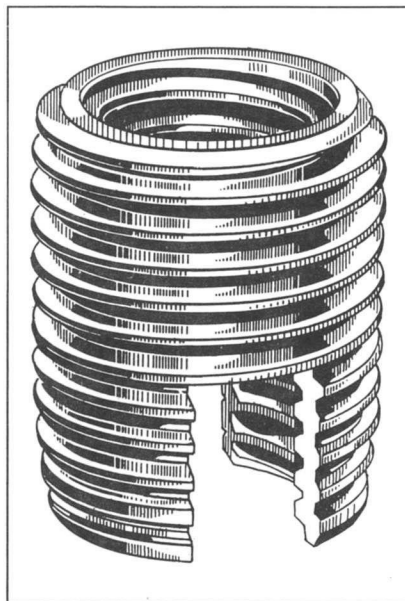
De CS501/502 is robuust van uitvoering en bestand tegen ruwe omgang. De ketel kan gegalvaniseerd of in roestvaststalen uitvoering geleverd worden. Bij de spanenzuiger kan er gekozen worden tussen een uitvoering met een drietal 220 V AC zuigturbines (3 × 1000 W), of een 2,2 kW, 220 V draaistroommotor. Bij de eerste uitvoering bedraagt de max. luchtverplaatsing 450 m³/h, bij een onderdruk van 22 kPa, bij de tweede uitvoering zijn deze waarden resp. 330 m³/h en 24 kPa. Een aantal extra's zoals b.v. spleet- en zuigmond zijn ook leverbaar.



Voor uitvoerige info:
Kiekens BV Lucht- en Milieutechniek
Postbus 99, 7600 AB Almelo
Telefoon: 05490-71555.

Zelftappende inserts

Bij de montage en assemblage van kunststoffen en metalen onderdelen bieden metalen inserts aantrekkelijke mogelijkheden en voordelen. Het Westduitse bedrijf Kerb Konus heeft zich gespecialiseerd op dit terrein en brengt deze praktische verbindings-techniek op de markt. Deze zelftappende inserts zijn van binnen- en buitendraad voorzien en kunnen eenvoudig in een voorgevormd gat gedraaid worden, waarbij de insert de draad in het materiaal snijdt. De bevestigingsbouts kunnen nu in de invert ge-



draaid worden waardoor een spelingvrije verbinding wordt gerealiseerd.

Voordelen van deze methode zijn o.a.:

- kostenbesparing omdat draadtap-pen vervalt,
- een solide en zwaar te belasten verbinding.

Recentelijk heeft de fabrikant een drietal dunwandige uitvoeringen op de markt gebracht. Deze zijn zeer geschikt voor toepassing bij kunststoffen en lichtmetalen constructies waar weinig materiaal beschikbaar is. De inserts kunnen zowel met de hand als machinaal ingedraaid worden.

De drie verschillende uitvoeringen zijn:

Ensat type 303, hierbij is de spoed van binnen- en buitendiameter gelijk. Dit type heeft zes uitvoeringen met binnendraad van M3 tot M12 en buitendraad van 4,5 mm tot 14 mm.

De Ensat 337 en 338, deze zijn voorzien van drie snijboringen en zijn vooral voor toepassingen waar geen spanen mogen vrijkomen. De reeks omvat typen met binnendraad van M4 tot M16 en speciale buitendraad van 6 mm tot 18 mm. Al deze typen zijn leverbaar in ongehard staal, gehard en verzinkt staal, messing en roestvast staal. Indien gewenst zijn ook andere materialen leverbaar.

Voor uitvoerige info:
Groneman Hesperia BV
Postbus 24, 7550 AA Hengelo
Telefoon: 074-434545.

MYTRI

een goede basis voor uw produkt!



„Mytri-standaard”
precisie granieten vlakplaat,
afm. 1200 x 800 mm met onderzetkast.

Fabrikage, sinds 1957, van „Mytri-standaard” precisie zweeds Diabas zwart granieten vlakplaten- en toebehoren.

Reparaties van **alle** fabrikaten granieten vlakplaten.

Uitvoerige prospektus op aanvraag beschikbaar.



MYTRI B.V. - APELDOORN

Postbus 10.395 - 7301 GJ Apeldoorn
Laan van Westenenk 60 - 7336 AZ Apeldoorn
Telefoon 055-429174. Telefax 055-428486

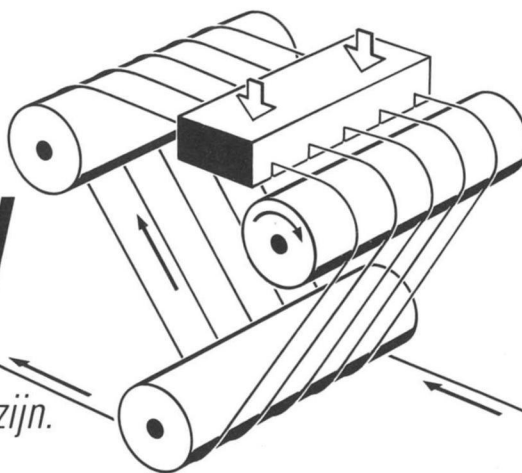
*Let op!
Wij zijn verhuisd*

PMF
PLASTICS AND METALWARE FACTORIES

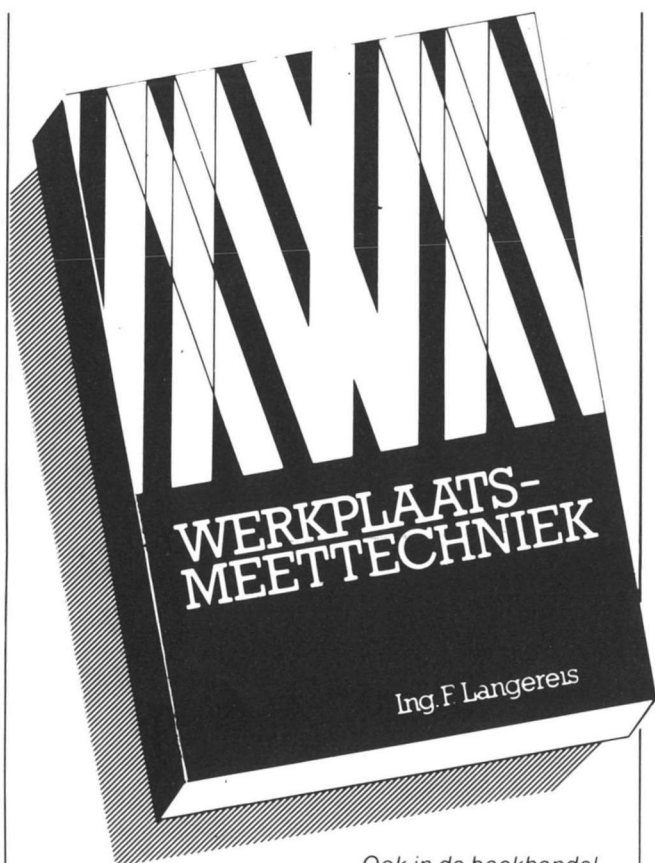
*Kleine produkten van harde en/of brosse materialen
fijnzinnig bewerken?*

FLINTERDUN DRAADZAGEN

*Wellicht kunnen wij u met draadzagen van dienst zijn.
Bel voor informatie **040-734538***



PHILIPS



*Ook in de boekhandel
verkrijgbaar*

**In België te bestellen bij
uitgeverij de Sikkel**

Werkplaatsmeettechniek

door Ing. F. Langereis

Uitgangspunt van de auteur:

het toenemend belang van het meten in het moderne industriële fabricageproces en de noodzaak aan waarborgen om dit proces zo te regelen dat elk werkstuk binnen zo kort mogelijke tijd en tegen minimale kosten overeenkomstig de kwaliteitseisen kan worden gemaakt of samengesteld.

"Werkplaatsmeettechniek"

omvat 260 pagina's op formaat 15.4 x 22.2 cm
366 figuren, 35 tabellen



de vey mestdagh

Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland • Telefoon 01180-81240

Wij verzoeken u te leveren

_____ ex. **Werkplaatsmeettechniek**

NAAM _____

ADRES _____

POSTKODE _____

PLAATS _____

Zenden aan Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland

SI-eenheden voor werkplaatsgebruik

GROOTHEID	SI-EENHEID	Symbool	Verhouding van andere eenheden
lengte	meter	m	
oppervlakte	vierkante meter	m ²	
vaste stoffen	kubieke meter	m ³	
massa	kilogram	kg	
temperatuur	kelvin	K	
tijd	seconde	s	
elektrische lading	coulomb	C	
stroming	ampère	A	
energie	joule	J	
kracht	newton	N	
druksnelheid	coulomb per seconde	C/s	
spanning	joule per coulomb	J/C	
weerstand	ohm	Ω	
geleiding	siemens	S	
inductie	weber per ampère	Wb/A	
capaciteit	coulomb per volt	C/V	
kracht	newton	N	
energie	joule	J	
vermogen	joule per seconde	J/s	
temperatuur	kelvin	K	
lengte	meter	m	
oppervlakte	vierkante meter	m ²	
volumestroom	kubieke meter per seconde	m ³ /s	
massa	kilogram	kg	
elektrische lading	coulomb	C	
stroming	ampère	A	
energie	joule	J	
kracht	newton	N	
druksnelheid	coulomb per seconde	C/s	
spanning	joule per coulomb	J/C	
weerstand	ohm	Ω	
geleiding	siemens	S	
inductie	weber per ampère	Wb/A	
capaciteit	coulomb per volt	C/V	
kracht	newton	N	
energie	joule	J	
vermogen	joule per seconde	J/s	
temperatuur	kelvin	K	
lengte	meter	m	
oppervlakte	vierkante meter	m ²	
volumestroom	kubieke meter per seconde	m ³ /s	
massa	kilogram	kg	
elektrische lading	coulomb	C	
stroming	ampère	A	
energie	joule	J	
kracht	newton	N	
druksnelheid	coulomb per seconde	C/s	
spanning	joule per coulomb	J/C	
weerstand	ohm	Ω	
geleiding	siemens	S	
inductie	weber per ampère	Wb/A	
capaciteit	coulomb per volt	C/V	
kracht	newton	N	
energie	joule	J	
vermogen	joule per seconde	J/s	
temperatuur	kelvin	K	

© 1978 den boer middelburg / uitgevers
Markt 51 - 4330 aa Middelburg
Telefoon (01180) 27651

HANDIG

Past in borstzak
van overhemd,
stofjas of overall.

Vouwtabel
met alle in de
werkplaats voorkomende SI-eenheden.
Tweezijdig geplastificeerd:
voorkomt vuil worden en slijtage.

PRIJS:
10 - 49 exemplaren f 2.50 p.ex.
50 - 99 exemplaren f 2.25 p.ex.
100 - 249 exemplaren f 2.— p.ex.
250 - 499 exemplaren f 1.50 p.ex.
500 en meer f 1.25 p.ex.

* Minimum afname
10 exemplaren.

ex tabellen SI-eenheden.

Zend mij
Naam _____
Adres _____
Plaats _____

in open envelop zonder postzegel zenden aan
TECHNISCHE UITGEVERIJ
DE VEY MESTDAGH BV
Markt 51
4331 LK Middelburg

Numerieke besturing

De introductie van de numerieke besturing in de jaren vijftig heeft een doorbraak teweeggebracht binnen de fabricage en vormde een drijvende kracht achter de produktiviteitsverhoging. Daarnaast is ook het fabriceren volgens de huidige hoge kwaliteitsmaatstaven ondenkbaar zonder gebruik van NC-machines.

Het primaire doel van dit boek is een breed overzicht te verschaffen van het vakgebied der numerieke besturing, gezien vanuit het standpunt van de gebruiker. Daarnaast wordt door het behandelen van een aantal principes en eigenschappen enig inzicht gegeven in de technische aspecten van numerieke besturing, voor zover nodig om NC-machines op de juiste gronden te kunnen beoordelen en in te voeren.

Dit boek is zowel afgestemd op het bedrijfsleven als op de Nederlandse onderwijssituatie. In de 7 hoofdstukken (460 pagina's komen achtereenvolgens aan de orde: inleiding tot automatisering van de productie-techniek, werking en toepassingen van NC, NC-werkstuk-programmering, invoering van gereedschapswerktuigen.

De reeks is zo opgezet dat deze geschikt is voor zelfstudie. De lezer wordt stap voor stap geleid door het gebied van de productie-automatisering. Tevens zijn de boeken zo ingericht, dat zij kunnen dienen als kollegemateriaal in het Wetenschappelijk Onderwijs en het Hoger Technisch Onderwijs.



Prof. Ir. L. N. Reijers
Ir. H. J. L. M. de Haas

Omvang 460 pagina's

ook in de boekhandel verkrijgbaar

In België te bestellen bij uitgeverij de Sikkel

Wij verzoeken u te leveren _____ ex.

Numerieke besturing

Naam _____
Adres _____
Postcode _____
Plaats _____

Zenden aan de vey mestdagh

Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland • Telefoon 01180-81240