

Mikroniek

VAKBLAD OVER PRECISIETECHNOLOGIE

JAARGANG 44 - NUMMER 1

Piëzo. special

Toekomst ligt in kennisgebaseerd HSC-verspanen • Brillenglas is individueel precisieproduct • Actieve geluid- en trillingsreductie met piëzo actuator arrays in lichtgewicht panelen • Soft- en hardware voor proefopstellingen • When Novel Motor Technology Faces Application Limitations • Piëzo-electrische aandrijving in Mechatronisch Systemontwerp – Een aantal overwegingen

MIKRONIEK IS HET OFFICIËLE ORGAAN VAN DE NVPT



APPLIED LASER TECHNOLOGY

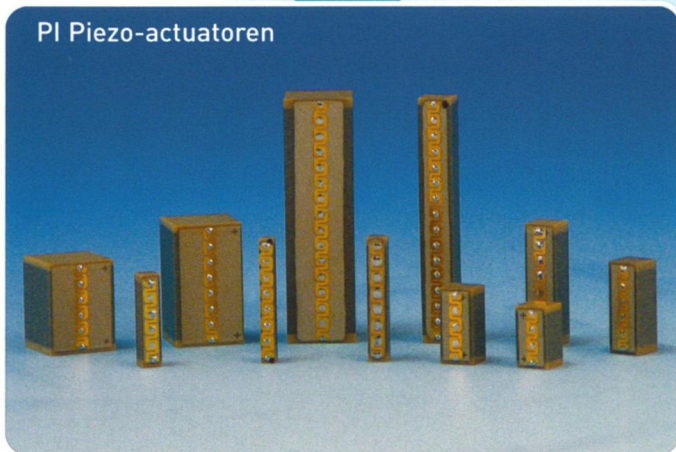
De Dintel 2, 5684 PS Best, T: 0499 375 375, F: 0499 375 373, E: info@alt.ws, W: www.alt.ws

ALT levert lasers, (fiber)optica, producten voor nanopositionering en fijnmechanische componenten van uitsluitend A-merken voor industrie, wetenschap en research.

Wij onderscheiden ons door een persoonlijke werkwijze, ondersteund door kennis, service en nazorg.



PI Piezo-actuatoren



www.alt.ws

Vakblad voor precisietechnologie en fijnmechanische techniek en orgaan van de NVPT. Mikroniek geeft actuele informatie over technische ontwikkelingen op het gebied van mechanica, optica en elektronica.

Het blad wordt gelezen door functionarissen die verantwoordelijk zijn voor ontwikkeling en fabricage van geavanceerde fijnmechanische apparatuur voor professioneel gebruik, maar ook van consumentenproducten.

Uitgever:

Twin Design bv
Postbus 317
4100 AH Culemborg
Telefoon: 0345-519525
Fax: 0345-513480
E-mail: mikroniek@twindesign.nl

Uitgever:

Andries Harshagen / Marije Roefs

Abonnementen:

Twin Design bv, Culemborg

Abonnementkosten:

Nederland: € 55,- per jaar ex BTW
Buitenland: € 70,- per jaar ex BTW

Hoofredactie

Marije Roefs
E-mail: mikroniek@twindesign.nl

Redactiesecretariaat/eindredactie

Mikroniek/ Marije Roefs en
Anne-Marie Maatkamp
Twin Design bv
E-mail: redactie@twindesign.nl

Advertentie-acquisitie:

Waterfront media
Barry Stok
Tel: 078-630-5500

Secretariaat NVPT

Boerhaavelaan 40
Postbus 190
2700 AD Zoetermeer
Tel: 079-35 31 151
Fax: 079-35 31 365
E-mail: office@NVPT.nl

Vormgeving en realisatie:

Twin Design bv, Culemborg

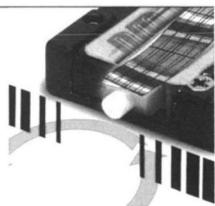
Mikroniek verschijnt zes maal per jaar
© Niets van deze uitgave mag overgenomen of vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke toestemming van de redactie.

ISSN 0026-3699

De coverfoto is beschikbaar gesteld door Heidenhain Nederland BV.

In dit nummer

- 05 Toekomst ligt in kennisgebaseerd HSC-verspanen**
Het Mikrocentrum in Eindhoven organiseerde een Technologiedag die gewijd was aan HSC-verspanen: High Speed Cutting. Hierna een samenvatting van de belangrijkste conclusies van dit symposium.
- 07 Brillenglas is individueel precisieproduct**
Ruim een miljard variaties! Die zijn mogelijk als er bij het oplossen van een kijkprobleem wordt gekozen voor Varilux-brillenglazen.
- 12 Actieve geluid- en trillingsreductie met piezo actuator arrays in lichtgewicht panelen**
Geluid van trillende panelen wordt doorgaans gereduceerd door het toevoegen van gewicht. In lichtgewicht constructies kunnen de trillings- en geluidreducerende eigenschappen van belang zijn. Daarbij wordt gebruik gemaakt van piezo-elektrische 'patch' actuatoren.
- 16 Soft- en hardware voor proefopstellingen**
Dit artikel gaat over een besturingsarchitectuur voor proefopstellingen. Eerst wordt de hardware beschreven, daarna een softwareplatform.
- 20 When Novel Motor Technology Faces Application Limitations**
The continued development of Ceramic Servo Motors has played an active role in achieving high levels of performance in motion systems. The ceramic servo motor technology has bridged a gap between resolution and speed.
- 22 Piëzo-elektrische aandrijvingen in Mechatronisch Systemontwerp**
Piëzo-elektrische aandrijvingen hebben zich nog nauwelijks een gevestigde positie weten te verwerven in industriële toepassingen van mechatronische systemen.
- 30 Persberichten**
- 33 NVPT-nieuws**



Rubriek

34

Kennis van elkanders kunnen

De grote toekomst van microsystemen

In de afgelopen jaren zijn we zowel in de wetenschap, bij technisch onderzoek als in het dagelijks leven in toenemende mate geconfronteerd met allerlei vormen van microsystemen. Vaak, zoals bijvoorbeeld bij airbagsensoren, realiseren we ons niet eens dat bepaalde applicaties alleen mogelijk zijn dankzij microsystemen.

Voortgekomen uit de IC-technologie leggen microsystemen verbanden met andere technologieën zoals optica en elektrotechniek, maar gaat het er ook om alles steeds kleiner te kunnen maken. De stap naar micro- en nanotechnologie is dan ook relatief klein. Niet voor niets creëert het nieuwe MiPlaza instituut van onder andere Philips en FOM, een ontmoetingsplaats voor zowel microsysteem- als nanotechnologie.

Formeel gezien gaat het daarbij om MST (Micro Systeem Technologie), of MEMS (Micro Electro Mechanische Systemen), waarbij in ieder geval elektro-mechanica een rol speelt. In de praktijk worden beide begrippen door elkaar gebruikt. Kenmerkende sleutelwoorden daarbij zijn 'klein' en 'systeem.' Het is verheugend om te zien dat de technologie van microsystemen ook bruggen maakt naar applicaties in de medische wereld en de wereld van life-sciences.

Bij diverse universiteiten, hogescholen en onderzoeksinstituten, maar in toenemende mate ook bij bedrijven (onder andere verenigd in het MINAC) wordt zeer veel 'energie' gestoken in de ontwikkeling van nieuwe toepassingen. Bij het steeds kleiner worden van microsystemen zal de toevoer van 'energie' overigens een toenemend probleem worden.

Vandaar dat het niet zo vreemd is dat er ook gewerkt wordt aan het toevoeren van energie langs onconventionele wegen. Zo heeft men bijvoorbeeld aan de Penn State University recent aangetoond dat het mogelijk is om een minirobot te maken die kan lopen enkel door die van twee kanten te beschijnen met licht.

Op 30 maart organiseert het Mikrocentrum met ondersteuning van de NVPT, IOP-Precisietechnologie en Syntens een technologiedag met als titel "Welkom in de wereld van MST/MEMS." Tijdens een tiental lezingen zal belicht worden welke toepassingen van microsystemen er nu al zijn en wat we in de toekomst mogen verwachten. Het is belangrijk om de diverse lopende ontwikkelingen zo goed mogelijk vast te leggen in 'roadmaps' Deze maand verschijnt van de hand van Gert van Duren (TNO-Industrie) in boekvorm zo'n roadmap van microsystemen.

In Nederland en België is een vruchtbare voedingsbodem voorhanden waarin microsystemen tot bloei kunnen komen. Ongetwijfeld zal dat niet alleen leiden tot stimulansen voor de economie, maar zal de wereld van microsystemen ons ook in technisch opzicht regelmatig blijven verbazen met nieuwe ontdekkingen en toepassingen.

Geert Hellings
Mikrocentrum

Symposium Mikrocentrum

Toekomst ligt in kennisgebaseerd HSC-verspanen

Het Mikrocentrum in Eindhoven organiseerde op 22 januari een Technologydag die geheel was gewijd aan HSC-verspanen: High Speed Cutting. Op het eerste gezicht lijkt bewerken met hoge snijsnelheden niet bijzonder veel te maken te hebben met precisietechnologie, maar dagvoorzitter Han Oosterling van TNO Industrie vertelt in zijn openingsvoordracht dat de loonkosten van vijftien Chinezen samen gelijk zijn aan die van één Europeaan. Zijn boodschap is dat we in de Nederlandse precisietechnologie moeten kiezen voor nieuwe productieprocessen die weinig mankracht vragen, want anders verdwijnt serieproductie van precisiecomponenten naar lage-lonen-landen. Daarom hier een korte samenvatting van de belangrijkste conclusies van dit symposium.

• Frans Zuurveen •

Oosterling schetst in zijn voordracht een toekomstbeeld met onbemand produceren en zelfs onbemande werkvoorbereiding. Een freesjob wordt straks even gewoon als nu een printjob. We geven in onze computer een commando aan de printer en dan start een gecompliceerd proces met spuitende inktmondjes, waarvan we ons de technische achtergronden niet meer bewust zijn. We gaan naar meerassig bewerken, integratie van draaien en frezen, voorspelbare gereedschapslijtage, verbeterd snijgereedschap en veel minder opspanningen. Sensoren maken betere procesbeheersing mogelijk; machines onderling en mens en machine gaan beter communiceren. Dat alles zal leiden tot hogere nauwkeurigheden.

Daniël Kofman van Siemens Nederland vertelt hoe Sinumerik CNC-besturingen zich hebben ontwikkeld van pure machinesturing tot een algemeen interface tussen machine en omgeving. Deze snelle CNC-besturingen maken de machine een geïntegreerd deel van het productieproces door koppeling met CAM-systemen, beladingssystemen en gereedschapbeheer. Ook kleine series zijn rendabel met CNC te maken omdat de tijd van opdracht naar werkstuk korter wordt dankzij snel programmeren, korte omsteltijden en "in één keer goed". Omsteltijden worden korter en nauwkeurigheden hoger door automatische compensatie voor werkstukoriëntatie en door nulpuntbepaling met meettasters. Onconventionele processen als frezen op een draai-

bank, boren en draaien met hetzelfde gereedschap en vijfasig simultaan frezen worden gemeengoed.

Edwin Smeenk, directeur marketing van Unisign in Panningen, laat de HSC-potenties zien van zijn volledig volgens klantenwens gebouwde bewerkingsmachines. HSC vraagt om - thermische en mechanische - stabiliteit en om stijfheid. Unisign kiest meestal voor een gelaste basisconstructie i.v.m. korte maaktijd, minimale massa, maximale stijfheid en redelijke demping. Smeenk geeft een voorbeeld van voor- en nafrezen, draaien, frezen, boren en slijpen op één bewerkingscentrum van Unisys voor het nauwkeurig bewerken van ABB-turbinehuizen in niet meer dan twee opspanningen. De doorlooptijd ging van negen naar drie werkdagen!

Gerhard Zuber, verkoopleider van Step Tec AG in Luterbach, Zwitserland en onderdeel van de Agie Charmilles Group, laat zien hoe de precisie van zijn intelligente HS-spindels tot stand is gekomen. Machinebouwer Mikron van dezelfde groep past deze spindels toe in universele bewerkingsmachines. De spindels met geïntegreerde motor draaien in een tweetal lagers met keramische kogels aan de voorzijde en een lager met keramische rollen aan de achterzijde. De twee kogellagers bepalen in hoofdzaak de rondlooptrouwbaarheid van 0,5 µm. Het maximale toerental bedraagt 60 000 min⁻¹. De nauwkeurigheid en snelheid zijn onder andere te danken aan ingebouwde sensoren, die temperatuur, thermische verplaatsing en trillingen meten en compensatie mogelijk maken.

Peter van den Oever en Nadine Crauwels van Sandvik Benelux vertellen over nauwkeurig en snel verspanen met frezen van Sandvik, in het bijzonder bij het maken van matrijzen uit vol materiaal. Net zoals bij het zogenaamde harddraaien kan er tegenwoordig ook rechtstreeks in gehard materiaal worden gefreesd. Dat is te danken aan hoge snij-snelheden en moderne beitelmateriaal als hardmetaal-carbiden, cermet en kubische boornitriden. Het produceren van een matrijsholte is zo van zeven naar vijf bewerkingsstappen teruggebracht doordat er direct wordt gestart met gehard materiaal en tussenhardten en vonkverspanen zijn vervallen. Duidelijke Sandvik-documentatie geeft allerlei handige tips voor doelmatig verspanen.

Michel Peters van Bemet International stelt dat plannen en simuleren van bewerkingen belangrijk is om te komen tot een foutloos NC-programma. De aanpak van Bemet is het bekijken van het totale productieproces en het traceren van zwakke schakels. Dan volgt standaardiseren en automatiseren op technologisch hoog niveau. Bemet levert diverse software-oplossingen, zoals Plan-de-CAMPagne voor productiebesturingsproblemen en PowerMill, TopCam en Quinx voor het beheersen van fabricageprocessen.

Rob Rebel te Nuenen is zelfstandig adviseur voor automatiseringsproblemen. Hij zegt dat een kostbare machine ook buiten de normale werktijden kan worden gebruikt, mits de structuur van het bedrijf en het werkpakket zich daarvoor lenen en de organisatie op orde is. Essentieel daarin zijn het voorinstellen van gereedschap, het opspannen van werkstukken en het automatisch wisselen ervan. Labo Fijnmechanische Industrie in Geldrop is dankzij de adviezen van Rob overgegaan op onbewaakte productie in avonden en nachturen. Belangrijk daarin was de invoering van productdragers met een vaste referentie op alle machines in combinatie met een robot voor het werkstuktransport. Zo worden met maximale flexibiliteit kleine series producten en zelfs prototypen geproduceerd op een tweetal vijfassige freesmachines. Rob concludeert dat vandaag de dag de overgang naar automatische producthandling vergelijkbaar is met de moeilijke invoering van automatische gereedschapwisseling in het verleden.

Peter Perremans van het Belgische WTCM – vergelijkbaar met ons TNO – behandelt de selectie, specificatie en installatie van HSC-systemen. Het WTCM heeft de taak het concurrentievermogen van bedrijven te verbeteren door technologische innovatie. Voor hun klanten verkennen zij de markt voor snellere, nauwkeurigere en stijvere machines. De aanpak is systematisch: bepalen behoefte, bestuderen van aanbod, bepalen keuze en doorvoeren van de investering.



Varilux van Essilor

Deel I: Brillenglas is individueel precisieproduct

Ruim een miljard variaties! Die zijn mogelijk als er bij het oplossen van een kijkprobleem wordt gekozen voor Varilux-brillenglazen. De vestiging van Essilor in Zevenaar levert binnen vijf werkdagen zo'n paar brillenglazen, die onderling verschillen en ook altijd weer anders zijn dan hun voorgangers. Toch is iedere order steeds weer een precisietechnologische uitdaging. Want individueel toegespitste precisieproductie in grote aantallen vereist een uitgekende organisatie, zorgvuldige planning en bovenal stringente kwaliteitsbewaking. Lees hier hoe modern kijkcomfort te danken is aan geavanceerde optische ontwerp- en productietechnieken.

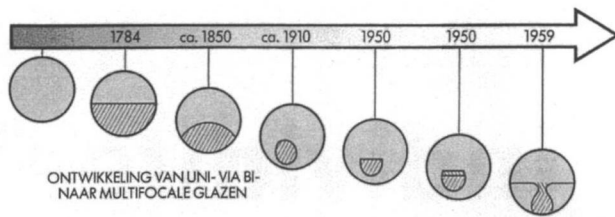
• Frans Zuurveen •

In 1925, toen brillenglazen nog gewoon "brilleglazen" heetten, startte Mathieu Classen in Arnhem een optisch bedrijf met de naam Classen-Optiek. Dat richtte zich aanvankelijk alleen op de handel in briloptische producten maar ging later ook zelf ingekochte glazen aanpassen. Classen-optiek werkte veel samen met Essilor International en werd in 1982 overgenomen door dat Franse concern. Het nieuwe Essilor Nederland bv opende in 1994 in Zevenaar een moderne fabriek, zie afbeelding 1.

Essilor International ontstond in 1972 door een fusie van de Franse oogoptische bedrijven Essel en Silor. Essilor dankt



Afbeelding 1. Het moderne kantoor- en fabrieksgebouw van Essilor Nederland bv in Zevenaar



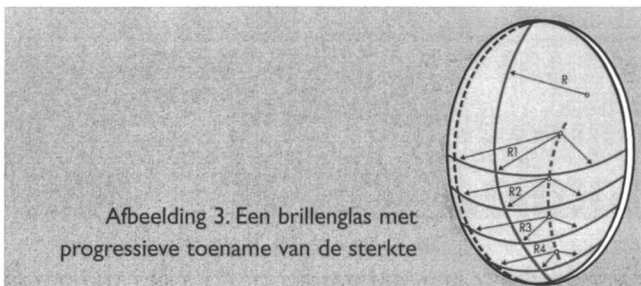
Afbeelding 2. De ontwikkeling in de tijd van monofocaal via bifocaal naar multifocaal

zijn bekendheid vooral aan het ontwerp en de productie van het multifocale brillenglas Varilux. Dat werd in 1959 uitgevonden door Bernard Maitenaz, die tot zijn pensionering president-directeur was van Essilor. Het bifocale glas - met afzonderlijke delen voor dichtbij en veraf - bestond al veel langer, zie afbeelding 2. Dat was al in de 18^e eeuw uitgevonden door Benjamin Franklin, Amerikaans politicus, econoom en fysicus, die een hekel had aan het op- en afzetten van brillen en bekend werd door zijn vliegerproef. Daarmee toonde hij aan dat bliksem een elektrisch verschijnsel is.

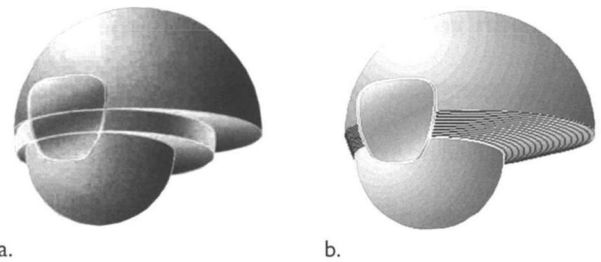
Multifocaal toeleveren

De uitvinding van het multifocale brillenglas, zie afbeelding 3, was beslist revolutionair te noemen, want daardoor werd het mogelijk met één enkel correctieglas op alle kijkafstanden scherp te zien. Maitenaz noemde dat glas "progressief" vanwege de oplopende sterkte, maar zijn idee was dat beslist ook. Vandaag de dag is de merknaam Varilux zo bekend dat het een soortnaam is voor het moderne multifocale glas.

Essilor beschikt over ruim 160 receptslijperijen in vijftig verschillende landen, waarvan de vestiging in Zevenaar met ruim tweehonderdvijftig medewerkers er één is. In een achttiental productiefabrieken maakt Essilor de zogenaamde blanks, zie afbeelding 4. Dat zijn ronde 'glazen' van kunststof of echt glas, waarin aan de voorzijde - gezien vanuit de gebruiker - de speciale progressiekromming is geperst. Die kromming komt overeen met de zogenaamde additie voor



Afbeelding 4. Een zogenaamde blank, die bij Essilor Nederland volgens recept wordt bewerkt tot brillenglas



Afbeelding 5 a en b. De bolvlakken die samen het midden van een trifocaal (a) en een multifocaal (b) brillenglas vormen

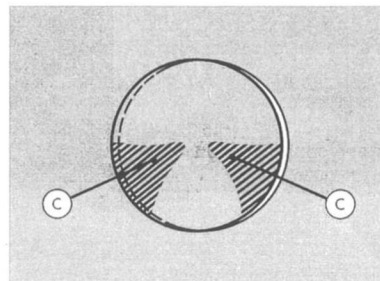
ouderdoms-verziendheid oftewel presbyopie. De voorzijde van multifocale blanks bestaat dus uit een bolvormig deel voor veraf zien en een eveneens bolvormig deel voor dichtbij lezen, die vloeiend zijn verbonden door een asferisch overgangsgebied dat is opgebouwd uit een groot aantal bolvlakken. Bij blanks voor monofocale glazen is de voorzijde geheel bolvormig, voor bifocale glazen dubbel-bolvormig.

Het tevoren aanbrengen van de progressiekromming is nodig omdat optische slijp- en polijsttechnieken niet geschikt zijn om zulke ingewikkelde asferische oppervlakken te genereren, zodat deze in het basismateriaal moeten worden geperst. Dus hebben de productiefabrieken van Essilor de beschikking over kostbaar persgereedschap waarin met behulp van numerieke besturing de vereiste oppervlaktestructuur is vastgelegd. Gelukkig lenen kunststof en - in mindere mate - glas zich goed voor het inpersen van die ingewikkelde oppervlakken.

De receptslijperijen beschikken over een voorraad van de meest voorkomende typen blanks. Dat zijn er vele duizenden, want per diameter oplopend van 55 t/m 80 mm kunnen zowel materiaal, kleuring, brekingsindex als additie variëren. Afhankelijk van het recept ondergaat een blank achtereenvolgens de behandelingen diameter reduceren, frezen, fijnslippen, polijsten, kleuren en coaten. Het 'receptvlak' dat daarbij aan de achterzijde van het brillenglas wordt aangebracht, is bol-, respectievelijk torusvormig. Daarvoor komen klassieke optische "verspanende" technieken in aanmerking. Hierna zullen we dieper ingaan op het optische ontwerp van de frontvlakken, de toegepaste materialen, het maken van blanks in massaproductie, de bewerkingsprocedures voor de achtervlakken en het aanbrengen van kleur en coatings.

Varilux steeds volmakter [1]

Afbeelding 3 toont het principe van een multifocale lens: afnemende kromtestraal vanuit het midden naar de onderzijde. Het is daarom redelijk voorstelbaar hoe het midden van het frontvlak er uit moet zien. Afbeelding 5a geeft dat aan voor een trifocale lens, 5b voor een multifocale lens. Van boven naar onderen ontstaat er een vloeiend verloop met toenemende kromtestraal. Het grote probleem is echter hoe de in afbeelding 6 met "C" aangegeven gebieden moeten worden gevormd. Want als de bolvlakken van afbeelding 5a en b naar de zijkanten zouden worden doorgetrokken, ontstaan er scherpe overgangen. De gebruiker van het multifocale brillenglas maakt echter wel gebruik van de gebieden C. Door het centrum van ooglenzen en bril kijkend ont-

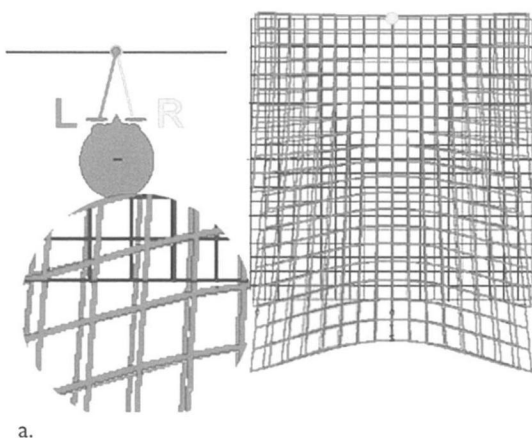


Afbeelding 6. Het vormgeven van de gebieden C is cruciaal bij het ontwerpen van een multifocaal brillenglas.

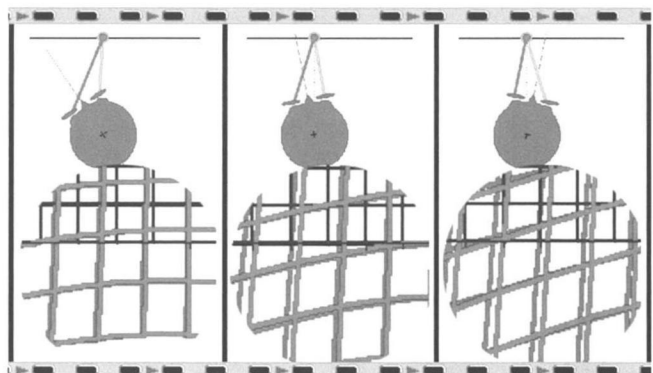
staat er een scherp beeld op het gevoeligste deel van het netvlies, dat 'gele vlek' oftewel 'macula lutea' wordt genoemd. Daar omheen is het beeld op het netvlies weliswaar onscherper, maar het heeft wel degelijk een functie, onder andere die van het waarnemen van bewegingen in de omgeving.

Helaas is er geen eenvoudig wiskundig algoritme denkbaar dat de gebieden aan de twee zijkanten van een multifocale lens afdoende beschrijft. Daarom wordt er sinds de uitvinding van Varilux een 'trial-and-error'-methode gebruikt om die vlakken te definiëren. Met toenemend succes, vandaar de opeenvolging van generaties: Varilux-1, Varilux-2, Varilux Multi Design, Varilux Comfort en Varilux Panamic.

De probeer-methodiek van de optische ontwerpers wordt 'dioptrische terugkoppeling' ('dioptric loop') genoemd. Daarbij wordt mathematisch een fraai verlopend overgangsgedebied in de vorm van een dichte puntenwolk gedefinieerd. Vervolgens maakt de prototype-afdeling een aantal proefglazen, die daarna door een representatief panel worden ver-

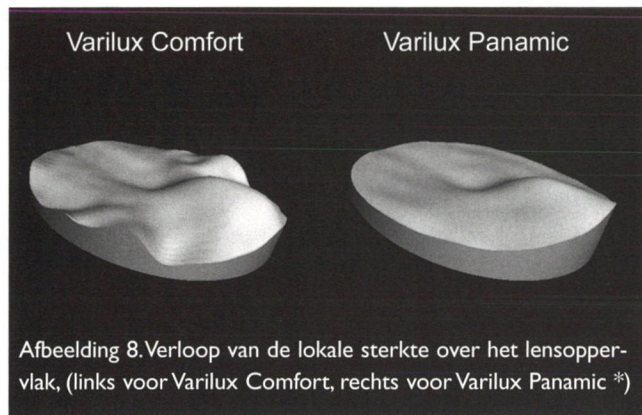


a.



b.

Afbeelding 7a en b. Het afbeelden van een rechthoekig rooster op het netvlies door een multifocaal brillenglas en het oog [2]. a. Links detail van de twee beelden van linker- en rechteroog en het voorwerp, met kijkrichting recht naar voren. Rechts idem, maar dan voor de volledige roosters; linksonder is de locatie van het detailbeeld aangegeven. b. Als uiterst links in a, maar met andere kijkrichtingen



Afbeelding 8. Verloop van de lokale sterkte over het lensoppervlak, (links voor Varilux Comfort, rechts voor Varilux Panamic *)

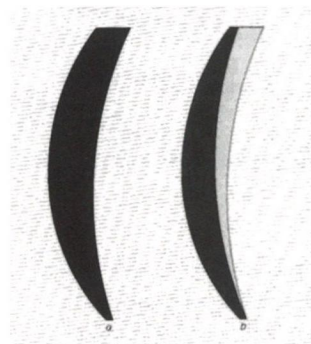
geleken met de glazen van de voorgaande generatie. Onwetend draagt de ene helft van het panel eerst glazen van de nieuwe generatie, de andere helft eerst glazen van de vorige generatie. De panelbevindingen leiden of tot een nieuwe terugkoppellus of tot een verbeterd Varilux-ontwerp.

Optische criteria

Waren de eerste Varilux-generaties nog puur empirisch tot stand gekomen, tegenwoordig zijn de optici van Essilor erin geslaagd een criterium te formuleren voor een eerste evaluatie van een nieuw multifocaal ontwerp [2]. Desondanks is het inschakelen van een proefpanel nodig, omdat het draagcomfort van veel – vaak subjectieve – factoren afhangt.

Voordat we het optische criterium – versimpeld – bespreken, moet er nog worden vermeld dat een multifocaal glas ook nog een zijdelings prismatische correctie krijgt. Want naarmate een te observeren voorwerp dichterbij komt, moeten de ogen zich meer richting neus verdraaien en moet de optische as meer afbuigen.

Het optische model gaat uit van een rooster als voorwerp en berekent voor iedere voorwerpsafstand de vorm van de afbeelding door brillenglas en ooglenzen op het netvlies. In



Afbeelding 9. Het dunner maken van een multifocaal brillenglas door het 'aftrekken' van een prisma dat de dikte reduceert

principe moeten die afbeeldingen van linker en rechteroog identiek zijn, ook als het hoofd verdraait en er door een ander deel van het brillenglas wordt gekeken. Maar door onvolkomenheden van de overgangsgebieden (C in afbeelding 6) gaan de roosterafbeeldingen meer afwijken naarmate het hoofd verdraait, zie de afbeeldingen 7a en b.

Het criterium voor het waarden van een multifocaal brillenglas is geformuleerd als de snelheid waarmee de berekende roosterafbeeldingen van linker- en rechteroog ten opzichte van elkaar bewegen bij een constante hoeksnelheid van het hoofd. Een geringe onderlinge snelheidsverandering betekent dat het "zwemmen of zweven" van het beeld gering is of zelfs afwezig blijkt. Dat subjectieve effect dat dragers van multifocale glazen van de eerste generaties ondervonden, is een gevolg van een veranderende sterkte van de overgangsgebieden in het glas.

Afbeelding 8 laat het verloop van de sterkte zien over het lensoppervlak, links voor Varilux Comfort, rechts voor Varilux Panamic *). Duidelijk is dat het verloop gelijkmatiger is geworden. Dat bevestigt de bevindingen van het proefpanel: een significante verhoging van het kijkcomfort.

Afbeelding 9 laat zien dat een Varilux-glas ook in verticale richting een prismatische correctie krijgt. Op deze manier (en natuurlijk ook door de keus voor licht materiaal met een hoge brekingsindex) wordt een brillenglas dunner en lichter, waardoor het draagcomfort extra toeneemt. De richtingsafwijking die ontstaat, wordt bij het verwerken van het kijk-sigitaal in de hersenen gecompenseerd, omdat deze voor rechts en links gelijk is. Dat geldt overigens ook voor andere aberraties die brillenglazen teweeg kunnen brengen.

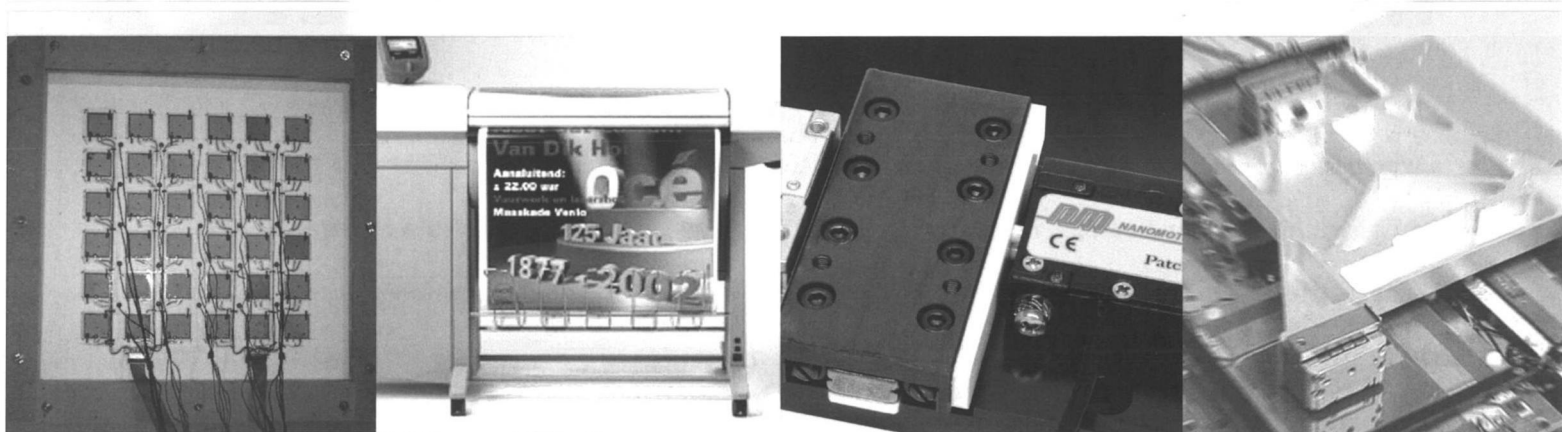
Bronnen

Tekeningen, schema's en grafieken: Essilor;
foto's: Frans Zuurveen

- [1] Essilor, Ophthalmic optics file: Progressive Addition Lenses
- [2] B. Boirdoncle, varilux Panamic, la démarche de conception, Points de vue 42, printemps 2000.

* Deze grafieken geven in feite het verloop van de tweede afgeleide van de functie $z=f(x,y)$, met z de hoogte en x en y de plaatscoördinaten in het platte vlak. Wat de lokale sterkte in dioptrieën is omgekeerd evenredig met de kromtestraal en die is weer omgekeerd evenredig met de tweede afgeleide z'' .

Piëzo als actuator



De auteurs Arthur Berkhoff, Theo Heeren en Gert van Schothorst hebben eerder een lezing verzorgd tijdens de technologiedag van het Microcentrum: Piëzo als actuator.

De artikelen van deze auteurs vloeien direct voort uit deze themadag.

Actieve geluid- en trillingsreductie met piëzo actuator arrays in lichtgewicht panelen

Overmatig geluid van trillende panelen wordt doorgaans gereduceerd door het toevoegen van gewicht. Vaak is het toevoegen van gewicht ongewenst, zoals in auto's en vliegtuigen, waar het leidt tot een toename van het brandstofverbruik. Actieve panelen kunnen bij een gelijk gewicht leiden tot lagere geluidniveaus dan standaard passieve panelen. Ook in lichtgewicht constructies voor precisietechnologie kunnen de trillings- en geluidreducerende eigenschappen van belang zijn. Daarbij wordt gebruik gemaakt van piëzo-elektrische 'patch' actuatoren die leiden tot zeer compacte en dunne panelen.

• A.P. Berkhoff¹ •

Inleiding

Actieve geluidbeheersing met luidsprekers en microfoons is inmiddels een standaard techniek, hoewel het aantal toepassingen nog klein is. Op dit moment zijn naar schatting 600 kleine passagiersvliegtuigen uitgerust met een antigeluid-systeem. Het antigeluid-systeem reduceert het geluid in een groot gedeelte van het vliegtuiginterieur. Vooral bij kleine passagiersvliegtuigen met propelleraandrijving is er sprake van hoge en hinderlijke geluidniveaus in het interieur. Een technisch voordeel bij systemen voor dit soort propellervliegtuigen is de periodiciteit van het geluid, hetgeen leidt tot relatief eenvoudige regelalgoritmen. Desondanks zijn de in vliegtuigen geïnstalleerde systemen tamelijk complex vanwege het grote aantal luidsprekers en microfoons.

Doorgaans worden tientallen microfoons en luidsprekers gebruikt voor relatief kleine vliegtuigen voor geluidreducties bij frequenties tot enkele honderden Hz.

Het deel van het interieurgeluid in een auto dat wordt veroorzaakt door het band-wegdek contact heeft een ruisachtig karakter. In dat geval is het in principe mogelijk referentie signalen te verkrijgen die voorinformatie geven over het interieurgeluid. Dit wordt echter niet altijd gedaan, zoals

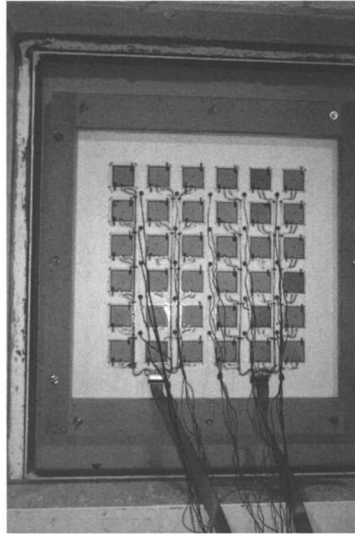
¹ TNO TPD, Divisie Geluid en Trillingen, Postbus 155, 2600AD Delft, berkhoff@tpd.tno.nl en Universiteit Twente, Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica, Postbus 217, 7500AE Enschede, a.p.berkhoff@utwente.nl

blijkt uit de implementatie van Honda voor de Accord Tourer (Sano, 2001). In deze auto wordt het audiosysteem bestaande uit versterkers en luidsprekers gecombineerd met het antigeluidsysteem hetgeen een kosteneffectieve realisatie mogelijk maakt.

Een technisch aanmerkelijk grotere uitdaging is het reduceren van ruisachtig, breedbandig geluid ten gevolge van turbulentie, zoals in het interieur van straalvliegtuigen. Het geluid is hier afkomstig van de straalmotoren en van de turbulentie rond het vliegtuig. In het laatste geval is het niet eenvoudig een referentiesignaal te vinden dat voorinformatie bevat van alle bronnen die bijdragen aan het geluid in het interieur. Alle panelen die significant bijdragen aan een hinderlijke transmissie van geluid van buiten het vliegtuig naar het interieur worden dan actief uitgevoerd. De technologie staat bekend als Active Structural Acoustic Control, waarbij direct de structuur wordt aangestoten door actuatoren teneinde de geluidafstraling te kunnen reduceren. Daarbij worden bij voorkeur ook de sensoren op de afstralende structuur aangebracht in verband met een compacte realisatie van het systeem. Door afwezigheid van een geschikt referentiesignaal worden deze systemen doorgaans ontworpen als feedback systeem.

Actieve panelen met piëzo actuator arrays

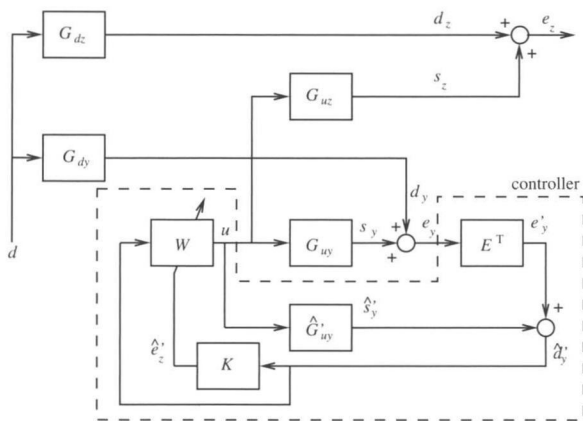
Voor een grote vliegtuigfabrikant zijn door TNO TPD experimenten uitgevoerd voor het reduceren van breedband geluid met behulp van een actief paneel of 'smart panel'. Afbeelding 1 toont een afbeelding van het paneel. Het paneel is bedoeld voor de reductie van geluidafstraling voor frequenties tot 500 Hz. Het is bekend dat reductie van paneeltrillingen niet zonder meer leidt tot een reductie van afgestraald geluid. Reductie van geluidafstraling kan wor-



Afbeelding 1. Sandwich paneel met 30 piëzo-elektrische patch actuatoren en 25 versnellingsopnemers

den gegarandeerd bij het gebruik van afstraalmodes. Afstraalmodes zijn de denkbeeldige trillingspatronen van een structuur die het meest efficiënt geluid afstralen. De afstraalmodes hebben in principe niets te maken met de plaatmodes die de trilling van het paneel bepalen; de afstraalmodes zijn wel te schrijven als een gewogen som van de plaatmodes. Bij elke frequentie stralen de modes onafhankelijk geluid af. Daardoor leidt reductie van de sterkte van een enkele afstraalmode tot een reductie van het totale geluid. Een complicatie voor implementatie van een regelstrategie gebaseerd op afstraalmodes is dat de afstraalmodes afhankelijk zijn van de frequentie, hetgeen, voor optimale prestaties van het systeem, dient te worden opgenomen in de regelstrategie.

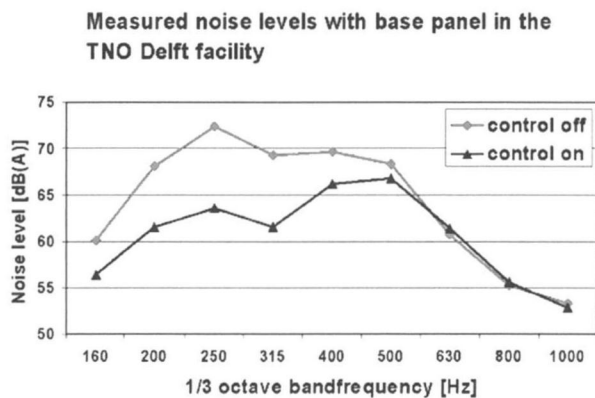
Een vereenvoudiging van de regelstrategie met gelijkblijvende prestaties kan worden geïmplementeerd met breedband afstraalmodes, die, bij eindige structuren, weliswaar niet volledig onafhankelijk afstralen bij elke frequentie, maar waarvoor kan worden bewezen dat zij leiden tot een reductie van geluidafstraling (Berkhoff, 2002). In tegenstelling tot meer gebruikelijke formuleringen op basis van afstraalmodi leidt deze beschrijving tot een strategie die geoptimaliseerd is voor reductie van breedband geluid in een feedback systeem. Deze techniek biedt drie voordelen ten opzichte van andere methoden gebaseerd op afstraalmodes. Een voordeel is dat de methode is geoptimaliseerd voor breedband geluidafstraling in tegenstelling tot geluidafstraling in een klein frequentiegebied. Een tweede voordeel is dat de breedband afstraalmodes op relatief eenvoudige wijze kunnen worden gemeten. Een derde voordeel is dat de methode geen extra vertraging in de regellus introduceert. Vertraging in de regellus is bij dit soort systemen zeer kritisch vanwege de slechte voorspelbaarheid van het primaire trillingssignaal (dat wil zeggen de paneeltrillingen die leiden



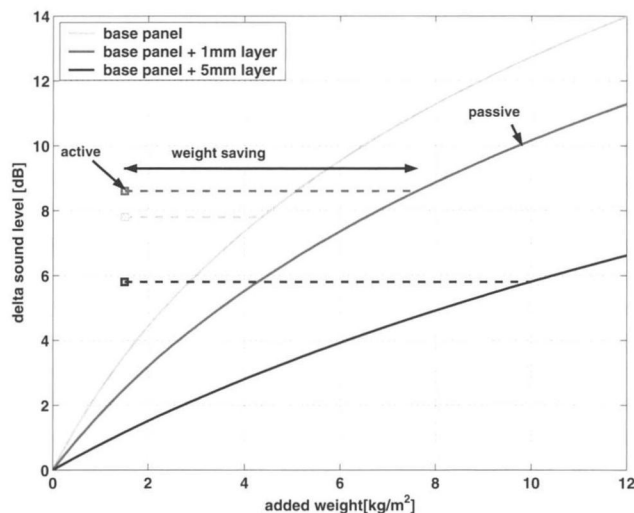
Afbeelding 2. Blokschema van een feedback adaptief regelsysteem voor reductie van breedband geluid dat wordt afgestraald van panelen

tot geluidafstraling). Het systeem moet dus zeer snel kunnen reageren op veranderingen van het primaire trillingssignaal en extra vertraging leidt dan tot verlies van prestatie.

Een blokschema van een multivariabel adaptief regelsysteem voor de reductie van breedbandgeluid in een feedback configuratie is weergegeven in afbeelding 2. De primaire geluidbron d geeft aanleiding tot paneeltrillingen d_y en afgestraald geluid d_z . De paneeltrillingen worden, via de breedband afstralmodes, E omgezet in een volledige set referentiesignalen d_y die hetingangssignaal vormen voor de regelaar W . Deze W regelaar levert het stuursignaal aan de piëzo actuatoren. De regelaar wordt adaptief bijgesteld met als doel het minimaliseren van de foutsignalen e_z .



Afbeelding 3. Afgestraald breedband geluid in tertsbanden van een actief paneel met en zonder regeling



Afbeelding 4. Voorbeeld van een methode om het totale gewicht en akoestische prestatie voor passieve panelen en actieve panelen te kunnen vergelijken

Resultaten

Testen met het actieve paneel van afbeelding 1 werden uitgevoerd in de akoestische testruimtes van TNO TPD en bij de vliegtuigfabrikant. De behaalde geluidreducties op beide locaties waren nagenoeg identiek. Het te reduceren geluidssignaal was afkomstig van het opgenomen geluid in een straalvliegtuig tijdens een vlucht. Afbeelding 3 laat de afgestraalde geluiddruk zien zoals gemeten in de testruimte bij TNO TPD. De resultaten laten zien dat, volgens specificatie, geluidreducties worden gehaald voor frequenties tot ongeveer 500 Hz. De afmetingen van het paneel zijn 1m x 1m x 25mm. De piëzoactuatoren hebben de afmetingen 76 mm x 76 mm bij een dikte van 0.5 mm. De spanningen benodigd om de piëzoplaatjes aan te sturen waren in dit geval gemiddeld 6V, hetgeen ruimschoots onder de maximale spanning van de piëzoplaatjes ligt. Vanwege extreme eisen van redundantie is het aantal transducenten relatief groot. Redundantie bij dit systeem werd getest door willekeurig 3 actuatoren en sensoren gelijktijdig buiten werking te stellen. Daarbij bleek de prestatie slechts niet of nauwelijks (< 0.1 dB) af te nemen.

Het uiteindelijke doel van de experimenten was en is om relatief zware geluiddempende en -afschermende panelen te vervangen door lichtgewicht actieve panelen. Het gewicht van actuatoren, sensoren, en elektronica draagt bij aan het gewicht van het actieve systeem. Het is daardoor van belang om deze elementen zo licht mogelijk te maken. Een methode om het gewicht voor een gegeven akoestische prestatie te vergelijken voor een actief en een passief systeem is weergegeven in afbeelding 4. De isolatie van geluid door een paneel zal in eerste benadering worden bepaald door de massawet, die aanleiding geeft tot de gekromde curves voor de passieve panelen in afbeelding 4. Als de geluidisolatie van een actief systeem in dezelfde afbeelding wordt uitgezet dan kan snel worden ingezien bij welk gewicht van de elektronica het actieve paneel voordelen biedt ten opzichte van het passieve paneel. Hierbij maakt het wel uit of de elektronica geheel dan wel gedeeltelijk op het paneel wordt aangebracht, omdat deze elektronica dan tevens bij kan dragen aan de passieve geluidisolatie.

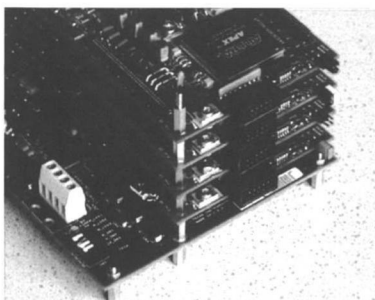
Aangezien het gewicht van de piëzoelektrische actuatoren relatief groot is, is het efficiënt om het spanningsbereik van de piëzoactuator zo goed mogelijk te benutten. Echter, als de piëzoactuator tot zijn uiterste grenzen wordt aangestuurd dan is het waarschijnlijk dat er niet-lineaire effecten optreden: de relatie tussen de elektrische grootheden en de mechanische grootheden in het piëzoelektrische materiaal is dan niet langer lineair. Er bestaan versterkerconfiguraties die leiden tot een reductie van de niet-lineaire effecten in het piëzoelektrische materiaal, bijvoorbeeld die waarbij de

lading op het piëzoelement evenredig is met de spanning op de ingang van de versterker, of waarbij de stroom naar de actuator evenredig is met spanning op de ingang van de versterker. Ook deze versterkerschakelingen leiden niet tot perfect lineaire systemen. Een extra reductie van de niet-lineaire effecten kan worden verkregen door middel van een adaptief algoritme dat niet-lineaire effecten reduceert. Afbeelding 6 toont een gemeten resultaat van een adaptief algoritme voor breedband signalen toegepast op een piëzoelektrische actuator (Annema, 2001; implementatie: R. Kampinga). De niet-lineaire effecten worden in dit geval nog eens 8 dB onderdrukt.

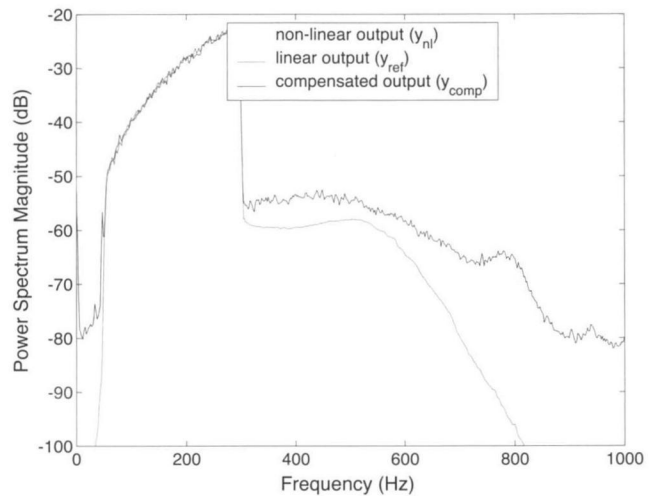
Hardware

Het regelsysteem van het actieve paneel is gebaseerd op een Intel Pentium 4 processor met een RealTime(RT)-Linux besturingssysteem. De regelalgoritmen communiceren met RT-Linux voor analoge Input/Output en met Matlab, van waaruit regelparameters kunnen worden ingesteld en de gewenste signalen kunnen worden bekeken en bewerkt. Deze hardware is vanwege afmetingen en energieverbruik niet geschikt om te integreren met de structuur van het actieve paneel.

Daarvoor in principe geschikte hardware is afgebeeld in afbeelding 6. Deze hardware is door de Universiteit Twente bij de vakgroep Signals and Systems ontworpen met als specifiek doel de implementatie van meerkanaals adaptieve feedback regelaars (Berkhoff, 2003). Het getoonde systeem is ontworpen om een zeer kleine, en stabiele (dat wil zeggen vrij van jitter) vertragingstijd tussen in- en uitgang te kunnen realiseren zonder dat de sample frequentie extreem hoog moet worden gekozen. Dit wordt gerealiseerd door het gebruik van een Field Programmable Gate Array (FPGA) die de communicatie verzorgt tussen een Digital Signal Processor (DSP) en de 32 AD en 32 DA converters. Het systeem is getest bij gelijktijdige sampling en aansturing van 32 kanalen op 100 kHz. Daarbij kunnen de berekende stuursignalen na precies een sampleperiode op de uitgangen worden aangeboden, maar ook na een precies gedefinieerd tijdsinterval dat een fractie is van de samplepe-



Afbeelding 6. Demonstratieopstelling voor compact realiseerbare hardware ten behoeve van adaptieve feedback regelaars met 32 ingangen en 32 uitgangen en kleine vertragingstijd



Afbeelding 5. Spectrale dichtheid van het trillingsniveau van een piëzoelektrische actuator met en zonder compensatie van niet-lineaire effecten; als referentie is het geval weergegeven waarin de actuator volledig lineair zou zijn geweest

riode. Het in afbeelding 6 getoonde 32 kanaals systeem bestaat uit een DSP bord met daarop vier modules met elk een FPGA, achtkanaals AD/DA omzetter en anti-aliasing en reconstructiefilters, die vanuit software kunnen worden ingesteld. De volgende stap is om de hardware te integreren met het actieve paneel, hetgeen wordt gerealiseerd door Univ. Twente in een EU 6^e kader project. Daarbij zullen niet alleen gecentraliseerde architecturen aan de orde komen maar tevens architecturen voor gedistribueerde algoritmen en systemen.

Literatuur

H. Sano, T. Inoue, A. Takahashi, K. Terai and Y. Nakamura, "Active control system for low-frequency road-noise combined with an audio system," IEEE Trans. On Speech and Audio Processing **9**, No. 7, pp. 755-763.

A.P. Berkhoff, "Broadband radiation modes: Estimation and active control," J. Acoust. Soc. Am. **111**, pp. 1295-1305, 2002.

A.P. Berkhoff, "Transducer arrays for active structural acoustic control," Proc. Internoise 2003, pp. 368-375, 2003.

P. Annema, A.P. Berkhoff and C.H. Slump, "Adaptive nonlinear control of piezoelectric transducers," Presented at the 3rd Symposium on Engineered Adaptive Structures, Quebec, 2001.

Soft- en hardware voor proefopstellingen

Om efficiënt research te kunnen doen is het snel en flexibel doen van experimenten essentieel. Ook de doorlooptijd en de kosten van het onderzoek staan veelal onder druk. Dit artikel gaat over een relatief eenvoudige, modulaire en krachtige besturingsarchitectuur voor proefopstellingen, die aan deze eisen tegemoet probeert te komen. Eerst beschrijven we de hardware, daarna een softwareplatform. We zullen het gebruik hiervan toelichten aan de hand van een voorbeeld: een wals van ca. 1.5 kg, 300 mm lang, die met een nauwkeurigheid van 1 µm op instelbare afstand van een tweede, beweeglijke wals gehouden moet worden door middel van een multivariabele servoregeling.

• Theo Heeren¹ •

Inleiding

In de research-fase is het essentieel om veel en goed te kunnen meten. In een complexe proefopstelling met bijvoorbeeld veel motorregelingen, temperatuurregelingen, camera's en/of scanners wordt zeer veel meetdata gegenereerd. Allerlei regelacties en camera-framegrabberacties moeten bovendien precies op tijd uitgevoerd worden. Nauwkeurigheden in de orde van grootte van tien nanoseconden zijn geen uitzondering meer. Bovendien moet die proefopstelling goed en veilig te bedienen zijn. Om een lage drempel voor het bouwen van een proefopstelling en het doen van onderzoek te krijgen, zijn verder een lage kostprijs en eenvoudige softwarematige programmering noodzakelijk.

Hardware

We stellen de volgende besturingsarchitectuur voor (zie afbeelding 1). Een PC, draaiend onder Windows2000 of recenter, fungeert uitsluitend als data-opslagmedium en als User Interface voor de proefopstelling. De PC communiceert via USB- en/of RS232 interfaces met een of meerdere DSP-modules, die het real-time besturingswerk doen en meetdata naar de PC sturen. De PC bevat dus geen speciale communicatie- of data-acquisitiekaarten. In ons geval hebben we gekozen voor een module met de TMS320LF2812 (Texas Instruments) als DSP. De meetdata-stroom, afkom-

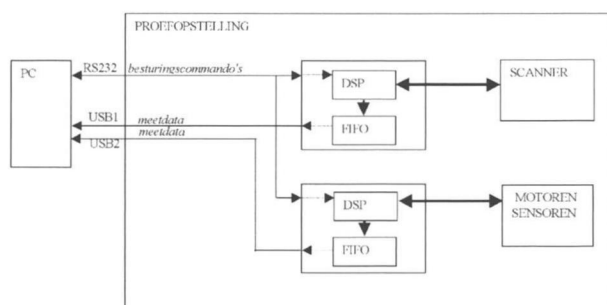
¹ Research & Development, Océ Technologies B.V. Postbus 101, 5900 MA Venlo

stig van een DSP, kan oplopen tot veertig Megabytes per seconde, bijvoorbeeld als er een CCD als beeldsensor gebruikt wordt. Omdat deze snelheid hoger is dan de maximale communicatiesnelheid van de USB-bus moet de meetdata gebufferd worden in een FIFO-buffer, die deel uitmaakt van de DSP-module. Voor de uitvoering van deze FIFO-buffer hebben we gekozen voor een standaard SO-DIMM geheugen (maximaal 512Mbyte) met een FPGA als aansturing, die tevens de hoogfrequente communicatie tussen DSP en buffer verzorgt.

Een eerste voordeel van deze architectuur is dat we een grote besparing op lange kabelbundels tussen PC en proefopstelling krijgen ten opzichte van de gebruikelijke architectuur met data-acquisitiekaarten binnen in de PC. De DSP's bevinden zich fysiek zo dicht mogelijk bij de te regelen of te bemeten objecten, zodat we een minimum aan kabels en slecht contact makende connectoren krijgen en de analoge signalen minder ruis of spikes oppikken voordat ze geconverteerd worden. Deze architectuur is vergelijkbaar met de CAN-bus architectuur uit de automobiel-industrie: we zien alleen maar een beperkte voedings- en communicatiebedrading tussen de modules. De USB-bus kan echter veel een veel hogere datastroom aan.

Een tweede voordeel is de zeer nauwkeurige timing-mogelijkheid voor alle besturingsacties. Door besturingsacties te spreiden over meerdere DSP's blijven de DSP-programma's eenvoudig en overzichtelijk. Allerlei tijdkritische besturingsacties worden op interrupt-basis uitgevoerd, terwijl het hoofdprogramma van de DSP de resterende procesortijd gebruikt om met de host-PC te communiceren.

De kostprijs van deze DSP-module bedraagt ongeveer €500,-.



Afbeelding 1. Overzicht hardware besturing

Software

Iedere DSP draait zijn eigen besturingsprogramma, specifiek voor zijn eigen besturingstaken. Het Flash-geheugen binnen in iedere DSP bedraagt 256 kbyte en is groot genoeg voor een bibliotheek met standaard besturingsprocedures, vergelijkbaar met de modulaire opzet van bv. Matlab-Simulink. Bij het opstarten van de proefopstelling worden de DSP-programma's geladen via RS232: de programma's bevatten net zoals bij Matlab-Simulink mdl-files alleen informatie over de gebruikte modules en de interconnecties daartussen.

De PC bemonstert continu al zijn aangesloten USB-kanalen en slaat de beschikbare data op in files. Het gaat hierbij om meetdata, die later verwerkt wordt. Op het beeldscherm van de PC draait een grafische User-Interface (bv. Labview of Matlab-GUI), die alle commando's in RS232 vorm naar de DSP's stuurt. On-line besturingsinformatie van DSP's naar PC kan ook via RS232 ge-echood worden, zolang dit maar voldoende langzaam is voor RS232.

De software is in staat om alle hardware-mogelijkheden van de DSP te benutten: snelle A/D-conversies, digitale I/O, pulsen tellen, transitie-tijdstippen van digitale signalen (capturing), enzovoort. De architectuur is met opzet eenvoudig gehouden: bij voorkeur worden alle besturingsacties met een constante, vrij hoge bemonsterfrequentie op interrupt-basis uitgevoerd. Indien een lagere frequentie wenselijk is, kan er ook gewerkt worden met een geheel veelvoud van die korte periodetijd, zodat er toch sprake is van een DSP-programma bestaande uit een timer-gestuurde interrupt procedure die alle besturingsacties doet en een hoofdprogramma dat de communicatie met de host-PC verzorgt.

Indien een toepassing erom vraagt, kan er van deze structuur afgeweken worden. In kleurenprinters is bv. een "lijnimpuls-generator" geïmplementeerd, die gebaseerd is op "event-triggered control": iedere keer als een referentie-encoder een puls afgeeft, wordt er een regelactie ondernomen, die op 10 ns nauwkeurig leidt tot de juiste timing om een lijn van een bitmap op een continu draaiende band of drum te printen.

Veiligheid

Veiligheid wordt zo goed mogelijk bewaakt door softwarematige beveiligingen in iedere DSP, specifiek voor zijn taken. Om te beveiligen tegen 'vastlopen' van een DSP is er de bekende watchdog-architectuur: een apart stukje hardware in de DSP bewaakt of de processor nog wel draait en reset

de DSP als dat gedurende een bepaalde tijd niet meer het geval is. Deze beveiligingsacties worden softwarematig gecommuniceerd naar de hoofdbesturing, zodat de operator op de hoogte blijft. Verder zijn allerlei voedingen voor bijvoorbeeld motoren en verwarmingen via relais softwarematig schakelbaar gemaakt en indien nodig zijn beveiligingssensoren opgenomen.

Voorbeeld

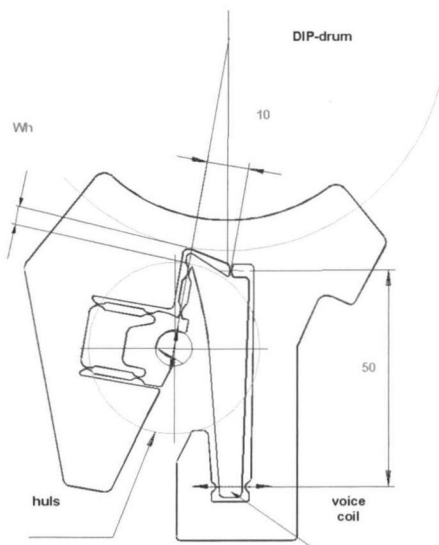
We beschouwen een systeem met twee roterende walsen die op een regelbare afstand van elkaar ingesteld moeten kunnen worden. Er moeten twee positie-motorregelingen geïmplementeerd worden en twee positioneermechanismen via voice-coilactuatoren, die de linker- en rechterkant van de walsen op gewenste afstand houden (twee vrijheidsgraden). Zie afbeelding 2 voor een mechanisch overzicht en afbeelding 3 voor een modelmatig overzicht van het systeem. De voice-coilactuatoren zijn voorzien van een analoge positie-sensor ten behoeve van positie-regeling, zie afbeelding 4. De bewegende wals is 300 mm lang en weegt circa 1,5 kg.

Er moeten dus vier simultaan werkende servo-regelingen geïmplementeerd worden. De eis voor de voice-coilactuatoren luidt: een positioneernauwkeurigheid van 1 µm, bandbreedte voor stoorkrachtenonderdrukking 100 Hz. We kiezen voor alle vier regelingen dezelfde basisfrequentie: 2000 Hz. De twee motorregelingen stellen echter niet zulke hoge eisen, we regelen dus om de 0.5 ms eerst de ene, daarna de andere motor op 1000 Hz. Per regelactie worden de gemeten sensor/encoderposities, de setpointposities en de

actuatorstuursignalen naar de DSP-FIFO geschreven als responsiemeting. De totale datastroom bedraagt daarmee circa 32 kByte per seconde.

Alle actuatoren en motoren worden pulsbreedte-gemoduleerd (20kHz PWM) aangestuurd. Om geen interferentie te krijgen tussen het meten van de analoge voice-coilpositie-sensoren en het aan- of uitschakelen van de actuatoren kiezen we ervoor om de dutycycle van de actuatoren te begrenzen tot 80%. Dan is er dus altijd een tijdsinterval van 20% waarin niets geschakeld wordt en er dus spike-vrije A/D-conversies kunnen worden gedaan met 8x oversampling om eventuele ruis nog verder te onderdrukken.

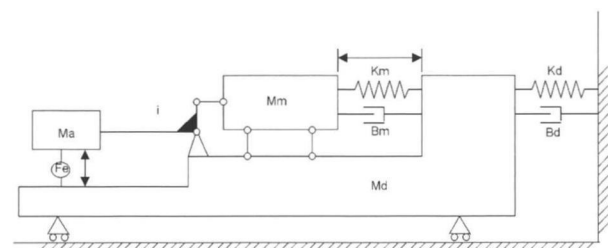
De regelalgoritme voor de voice-coils is een MIMO-algoritme met twee inputs en twee outputs, er is immers sprake van mechanische interactie tussen de posities van de uiteinden van de wals. Enkele specs van de hardware implementatie: kloksnelheid 32-bit fixedpoint CPU in de DSP: 150 MHz, regelfrequentie 2000Hz (bemonstertijd 500 µs), on-line rekentijd voor alle vier regelacties samen acht µs, A/D-conversiesnelheid 50 ns/12 bit, 8xoversampling. Van de motorencoders worden niet alleen de pulsen geteld, maar ook worden de flanktijdstippen van de meest recente acht encoderpulsen 'gecaptured' door hardware in de DSP. Dit maakt het mogelijk om een regelalgoritme te gebruiken met een bijzonder nauwkeurige snelheidsschatter en interpolatie tussen encoderpulsen. Omdat het positiesetpointsignaal lineair in de tijd oploopt, is het hierdoor mogelijk met een goedkope, lage resolutie encoder toch een hoge performance te halen. De totale kostprijs van een voice-coil inclusief aansturing, exclusief regeling ligt op circa €17, die van een motor inclusief encoder en aansturing (20W) op circa €20.



Afbeelding 2. Mechanisch zijaanzicht drum en huls met elastische rechtgeleiding

Conclusies

De hier voorgestelde architectuur is aanmerkelijk goedkoper dan de gebruikelijke hardware voor proefopstellingen (data-acquisitiekaarten binnen in de PC met software). Het gaat hier al gauw om duizenden Euro's per proefopstelling. Ook dure softwaremodules als D-space, Matlab-XPCtarget



Afbeelding 3. Mechanisch model proefopstelling per actuator

Newport

Eén bedrijf, meer dan 10000 producten en oplossingen

Newport heeft meer dan 35 jaar ervaring en expertise op het gebied van hoge precisie technologie en is uw leverancier van:

- Positioneren met hoge precisie
- Trillingsdemping
- Optiek
- Photonics
- Opto-mechanische componenten

Producten:

- Standaard catalogus componenten
- OEM producten
- Systemen op maat

Bezoek onze catalogus online via www.newport.com en registreer online of bel ons om de Newport Resource 2004 catalogus te ontvangen! (beschikbaar vanaf april)

Positionering



Handmatige of gemotoriseerde translatie- en rotatieactuatoren.

Motorbesturing



Ruime keuze in motorbesturingen, van economische, draagbare 1-assige controller tot geavanceerde meerassige besturingen.

Positioneersystemen



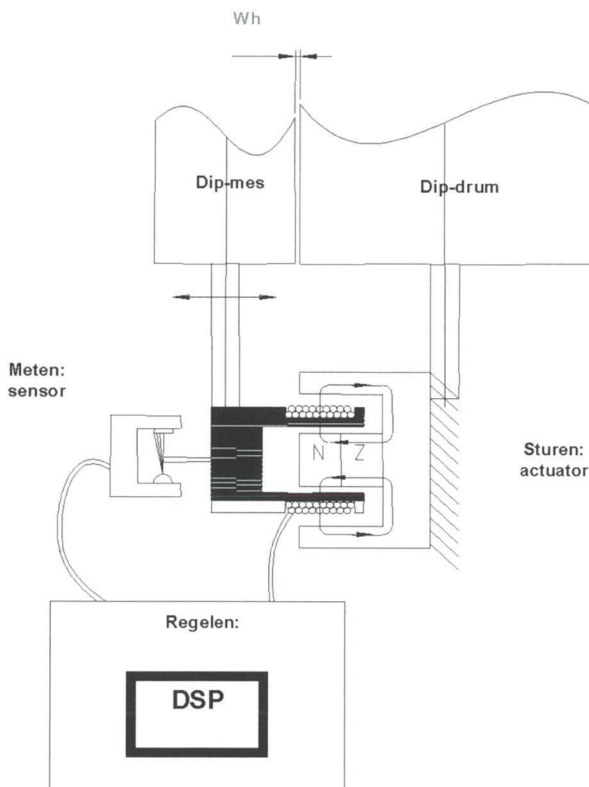
Oplossingen voor positioneersystemen op maat, ontwikkeld volgens klant-specificaties.

Trillingsdemping



Optische tafels, isolatoren, werkstations. We leveren standaard producten en producten op maat.

Vraag online uw gratis Newport Resource 2004 Catalogus aan!



Afbeelding 4. Overzicht sensor (lichtslot) en actuator (voice coil)

of RealTime Workshop zijn niet nodig. Bij complexe proefopstellingen levert de besparing aan veel lange kabels tijdswinst op met bouwen, en robuustheidswinst: zoeken naar losse contacten en dergelijke.

De gebruikersvriendelijkheid moet bekeken worden vanuit besturingprogrammerniveau en vanuit gebruikerniveau. De gebruiker merkt in principe niets van de alternatieve architectuur als de programmeur zijn werk goed doet. De programmeur kan binnen deze architectuur voor standaardproblemen op soortgelijke wijze te werk gaan als bijvoorbeeld bij Matlab-simulink: grafisch programmeren. Maar bij complexere problemen (die ook niet met automatische codegenererende tools afgehandeld kunnen worden) kan er ook altijd teruggevallen worden op C-code.

Eén stuk hardware handelt hier taken af waar een PC-gebaseerde besturing verschillende insteekkaarten (met ieder een aparte serie manuals en driver-software) voor nodig heeft: AD-conversie, motorregeling, camera-frame grabbing.

Op grond van het bovenstaande kan gesteld worden dat de 'standaard' soft- en hardware voor proefopstellingen behoorlijk overgeprijsd is en qua flexibiliteit nogal te wensen overlaat.

België

Newport BV
Tel: +32-16.402.927

Duitsland

Newport GmbH
Tel: +49-6151.3621.0

Frankrijk

MICRO-CONTROLE
Tel: +33-1.60.91.68.68

Groot Brittannië

Newport Ltd.
Tel: +44-1.635.521.757

Italië

Newport/Micro-Controle Italia
Tel: +39-2.92.90.921

Nederland

Newport BV
Tel: +31-30.659.2111

Zweden/Denemarken

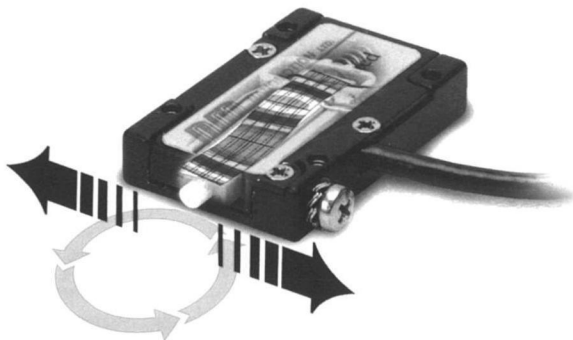
NPT Instruments AB
Tel: +46-859118844

When Novel Motor Technology Faces Application Limitations

• Alan Feinstein¹ •

Over the past decade, the continued development of Ceramic Servo Motors has played an active role in achieving high levels of performance in motion systems. The ceramic servo motor technology has bridged a gap between resolution and speed that no other motor technology has been able to achieve. The technology has developed the ability to resolve motion below 1nm, yet run at velocities from 1 μ /sec to more than 300mm/sec.

This technology has supported a multitude of industries (Semiconductor, Biomedical, Photonics, Metrology), in the ability to reduce machine size, increase throughput, and tighten tolerances for better part reliability. Ceramic servo motor technology provides the highest force per volume of



occupied space, making it a very powerful motion control device.

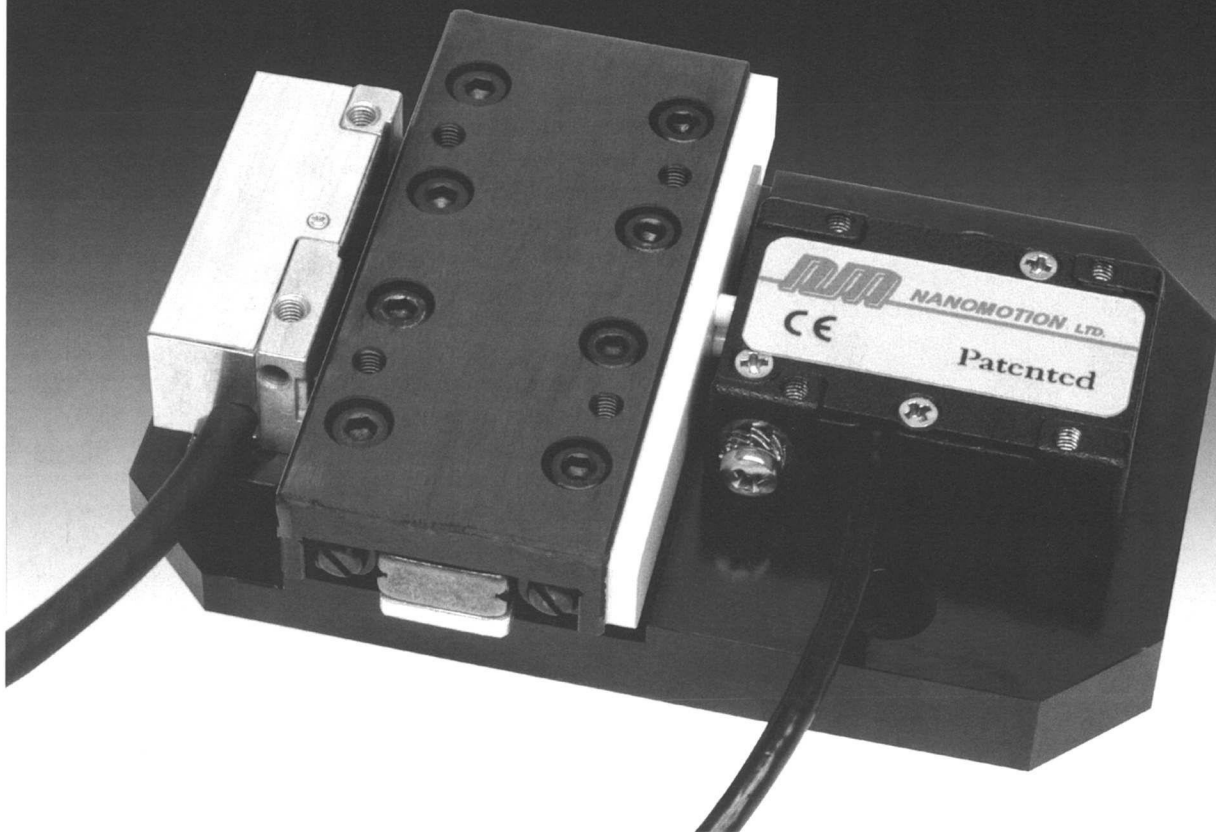
The motor technology, pioneered by Nanomotion provides exceptional motion control performance, while transmitting linear or rotary motion by preloading a piezoceramic element against a bearing structure.

The motor element is simultaneously excited in a longitudinal and transverse (bending) mode to create a micro-ellipse at the tip. When compressed against a linear or rotary stage, motion is generated.

While this technology has become well established in high performance motion systems, its general application deployment has been limited by the controllability, with respect to managing a non-linear voltage-to-velocity profile. The normal force, generated when the motor is preloaded against a bearing structure, creates a dead-zone in the range of ± 1 volt from the servo controller.

Until recently, this dead-zone has been managed by the use of custom servo algorithms that created a bi-directional offset. The offset functions were limited to a select group of

¹ Nanomotion Inc.



“high end” servo controls that required special care in set up and tuning. This is quite synonymous with “Torque Offset” command, while driving a vertically mounted linear stage with a lead/ball screw. Additional power is provided in the up direction to compensate by the additional force of gravity.

Recent developments within the motor amplifiers, that drive Nanomotion motors, have completely eliminated the need

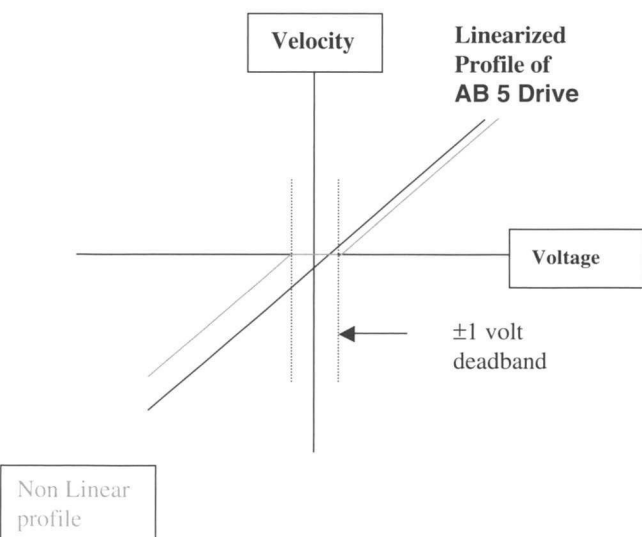
for offsets and custom algorithms. The latest version of amplifier “linearizes” the voltage to velocity profile, allowing for exceptional performance with any motion controller.

This amplifier (AB5) allows the user to turn off the static holding force, which created the deadband. This is achieved by allowing the ceramic motor to move in/out, perpendicular to the direction of travel. Once the holding friction is eliminated, the slightest output voltage from the controller will create motion.

The introduction of this technology allows a multitude of industries to benefit from the performance capability of ceramic servo motors, without having to change their control platforms. Even simple PLCs and other cost effective control cards are well suited to generating a high level of motion control performance.

Test results demonstrating a linear motion profile at low velocity with one count position error can be found in Nanomotion website, under technical publications.

Further information Nanomotion Ltd:
 e-mail: Nano@nanomotion.com
 phone: +972 4 9590862 .
 website: www.nanomotion.com



Piëzo-elektrische Mechatronisch

In tegenstelling tot elektromagnetische aandrijvingen hebben piëzo elektrische-aandrijvingen zich nog nauwelijks een gevestigde positie weten te verwerven in industriële toepassingen van mechatronische systemen. Voor de machinebouw geldt dit nog sterker: daar lijken piëzo elektrische actuatoren nog helemaal taboe te zijn. In feite is de grote doorbraak die al jarenlang verwacht werd, nog steeds uitgebleven, hoewel er wel steeds meer speciale toepassingen komen waarin de piëzoactuator z'n weg naar de industrie vindt.

• G. van Schothorst, M.M.P.A. Vermeulen, G.Z. Angelis¹ •

Waarom blijft de doorbraak van piëzo uit?

Voor zover de piëzoactuator z'n weg heeft gevonden, beperkt zich dat met name tot de high-end toepassingen en een aantal *niche*-applicaties. De vraag is waarom de echte brede doorbraak tot nu toe uitgebleven is. Een aantal mogelijke redenen kan hiervoor genoemd worden.

Allereerst is er de beleving dat de technologie duur is. Een standaard actuator met versterker kost al gauw meer dan vijfduizend euro. Voor high-end toepassingen is dit nog wel acceptabel, maar voor toepassingen in de machinebouw niet. Voor toepassingen in massaproductie daarentegen, zoals sensoren voor de automobiellindustrie, zijn stuksprijzen in de orde van enkele euro's al wel haalbaar. De kosten

van de technologie zijn dan ook niet de beperking voor een doorbraak, maar werken hoogstens remmend.

Een andere factor zou de onbekendheid met de technologie kunnen zijn, en 'onbekend maakt onbemind'... Toch valt hier wel wat op af te dingen. De technologie is al lang niet meer 'nieuw': de eerste toepassingen van piëzoactuatoren zijn al tientallen jaren geleden ontwikkeld, onder meer binnen Philips [1]. Ook zijn er inmiddels veel leveranciers van piëzo-elektrisch materiaal op de markt, en zijn er heel wat congressen met als thema 'piëzoactuatoren' gehouden [2].

¹ Philips Centre for Industrial Technology (CFT), Eindhoven

aandrijvingen in Systeemontwerp

Bovendien vindt op veel technische universiteiten onderzoek rondom piëzo-elektrische toepassingen plaats. Kortom, piëzotechnologie is al voldoende ontwikkeld.

Zijn het dan de vele nadelen? Of is het een gebrek aan voordelen? Nadelen zijn er inderdaad te noemen, maar daar hebben enthousiaste onderzoekers en ontwikkelaars in veel gevallen ook al oplossingen voor gevonden, en de voordelen van piëzoactuatoren kunnen ook gemakkelijk worden opgesomd (zie tabel 1).

Stelling

Tegen de geschetste achtergrond lijkt het ontbreken van een doorbraak nog het beste te verklaren met de volgende stelling: "Het toepassen van piëzo-elektrische aandrijvingen is (nog) een mechatronische oplossing." Dit vraagt om systeeminzicht en grondige kennis van de individuele deelstukken. In het vervolg van dit artikel zal dit verder worden uitgewerkt door stil te staan bij een aantal mechatronische overwegingen. Daarna zal nog een tweetal voorbeelden van piëzotechnologie uit de onderzoeksactiviteiten van Philips CFT worden toegelicht, om vervolgens af te sluiten met conclusies.

Actuatorprincipes

Binnen het bereik van piëzo-elektrische aandrijvingen valt een viertal actuatorprincipes te onderscheiden:

- Directe aandrijving, al of niet met mechanische versterking
- Stappende aandrijvingen
- Ultrasonische (US) aandrijvingen, inclusief travelling wave motoren
- Surface Acoustic Wave (SAW) motoren

Afhankelijk van de gewenste toepassing zal uit deze principes een keuze moeten worden gemaakt. Of anders gezegd, elk van deze principes is geschikt voor een bepaald soort toepassing.

Directe aandrijvingen

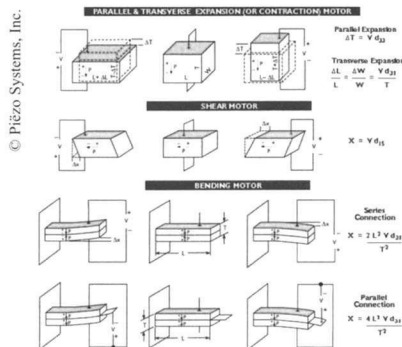
Bij een directe aandrijving wordt de verplaatsing of rek van het piëzo-elektrisch materiaal direct gebruikt om een verplaatsing of kracht te genereren. Een overzicht van een aantal verschijningsvormen van deze directe aandrijving is gegeven in afbeelding 1. Opvallend voor dit type aandrijving is de beperkte slag; dit maakt met name de dikte actuatoren van het d_{33} type geschikt voor precisie-positionering in de micrometer-sfeer of kleiner, hoewel door stape-

Nadelen	Oplossingen	Voordelen
• Hysterese / kruip	→ Closed loop control	• Zeer hoge resolutie
• Hoog voltage	→ Multi-Layer Actuators	• Grote krachten
• Kleine verplaatsingen	→ Mechanische versterking	• Laag energie-gebruik
• Bros materiaal (keramiek)	→ Voorspanning	• Zelf-revendheid
• Trillingsdoorgifte	→ Dynamisch concept	• Vacuüm & cleanroom compatibel
• Warmte-ontwikkeling	→ Tuning, materiaalkeuze	• Compacte bouw
• Niet-lineair gedrag	→ Advanced control, DSA (zie verder in dit artikel)	• Geen magnetische velden

Tabel 1 Samenvatting van voor- en nadelen van piëzo-elektrische aandrijvingen

ling ook slagen tot 200 µm bereikt kunnen worden. Naast het parallelle (d_{33}) of transverse (d_{31}) effect kan ook het afschuif-effect worden benut. Dit zijn de zogenaamde d_{15} actuatoren; de elektrische spanning (= veldsterkte) wordt dan loodrecht op de polarisatie-richting aangebracht, waardoor het piëzo-kristal een afschuifvervorming vertoont. Met name voor hogere veldsterktes levert dit een hogere efficiëntie op [3].

Tenslotte is er de bimorph actuator, die van het d_{31} effect gebruik maakt, waar de slag vergroot wordt door de transversale rek om te zetten in een buiging van de bimorph. Hoewel het nadeel van deze slagvergroting een kleinere kracht en lagere stijfheid is, worden deze actuatoren toch vrij breed toegepast.

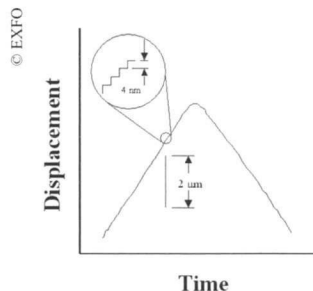


Afbeelding 1. Verschijningsvormen van directe piëzo-aandrijvingen

Stappende aandrijvingen

Wanneer grote slagen nodig zijn (tot tientallen millimeters of zelfs meer), en de gladheid van de beweging minder belangrijk is, zijn stappende piëzo-aandrijvingen een goed alternatief [4], [5], [6]. Deze aandrijvingen kenmerken zich door één of ander overnamemechanisme, zodat de beperkte slag van een aantal piëzoactuatoren kan worden benut om sequentieel stapjes te maken.

Een belangrijk voordeel van de stappende aandrijvingen is dat ze zelfremmend zijn. Ze zijn voor eenvoudige point-to-pointbewegingen heel geschikt, maar voor mechatronische toepassingen waarin nauwkeurige scannende bewegingen op verschillende snelheden gemaakt moeten worden, is er een aantal nadelen te noemen. Allereerst is dat de gladheid van de beweging: door het overname-principe zal de beweging op micro-schaal altijd een beetje schokkerig zijn (zie ook afbeelding 2). Verder vraagt dit principe om een niet-lineaire aansturing, die het regelen van dit systeem moeilijk maakt. Tenslotte zal deze aandrijving bij het doorlopen van een bepaalde snelheidsrange ook een range van stap-fre-



Afbeelding 2. Schets van verplaatsingskarakteristiek voor stappende piëzo aandrijvingen.

quenties doorlopen. Hiermee worden gemakkelijk resonanties in het systeem aangestoten, wat in ongewenste trillingen resulteert.

Ultrasonische aandrijvingen

Een andere manier om de kleine slag van piëzo's om te zetten in een grote beweging is het ultrasonische principe [7]. Daarbij wordt een elliptische beweging opgewekt door het piëzo elektrische effect te combineren met een tweetal resonante modes (op gelijke frequentie) van een mechanische constructie. Door deze elliptische beweging onder voorspanning tegen een ander deel van de constructie te plaatsen, wordt een lineaire of roterende beweging opgewekt. Een voordeel van dit principe is, dat dankzij de hoge (ultrasonische) frequentie van meer dan 20 kHz geen ongewenste trillingen worden opgewekt. Ook is een groot bereik van snelheden mogelijk van zo'n 1 µm/s tot 100 mm/s. Toch blijft het ook hier moeilijk om gladde bewegingen te realiseren, met name voor de lage snelheden. Daarnaast vraagt de aansturing speciale elektronica en zijn voor goed servogedrag geavanceerde regelingen nodig. Dit neemt niet weg dat dit type aandrijving al wel z'n industriële toepassingen kent.

Surface Acoustic Wave aandrijvingen

De opgewekte elliptische beweging bij ultrasonische aandrijvingen is ook het kenmerkende bewegingsmechanisme van Surface Acoustic Wave (SAW) aandrijvingen [8], [9]. Daarbij wordt de elliptische beweging gegenereerd in het oppervlak van een lichaam (de stator) door zich voortplantende Rayleigh golven. Een slider die op de toppen van de golven draagt, wordt door de elliptische beweging in een bepaalde richting voortbewogen. De golven worden opgewekt door piëzo's met vingervormige electrodes aan de randen van de lokaal gepolariseerde stator. De aandrijffrequentie is in de orde van 1 tot 10 MHz, en de golf amplitude bedraagt ca. 20 tot 40 nm, wat afhangt van de opgedrongen spanningsamplitude. Vanwege de kleine amplitudes zijn zeer gladde bewegingen mogelijk, met een snelheidsbereik van 1 µm/s

tot 1 m/s. De aandrijfkracht hangt af van de voorspankracht en de wrijvingscoëfficiënt, en is in de orde van 1 tot 10 N per cm² slider oppervlak.

Mechanisch ontwerp

Als afhankelijk van de toepassing het juiste piëzo-elektrische aandrijfprincipe eenmaal gekozen is, zal het mechanisch ontwerp plaatsvinden. Hierbij zullen de volgende overwegingen een rol moeten spelen:

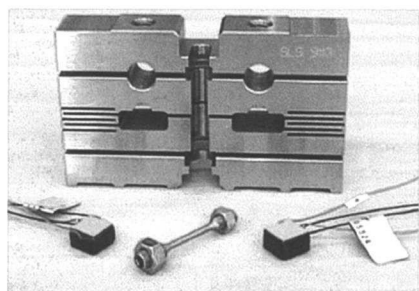
- Op basis van gewenste stijfheid (Youngs modulus) en piëzo-electrische ladingsconstantes moet een materiaalkeuze worden gemaakt; ofwel op kunststof folie gebaseerd (PVDF), ofwel op keramiek gebaseerd (PZT). In de laatste categorie kan nog weer tussen harde en zachte materialen gekozen worden, waarbij zachte materialen typisch meer damping vertonen; dit kan van belang zijn voor de thermische balans.
- Als hoge voltages niet toelaatbaar zijn, zullen typisch multi-layeractuators toegepast moeten worden. Ook op piëzo-fibers gebaseerde actuators kunnen soms uitkomst bieden [10], bijvoorbeeld bij toepassing op gekromde oppervlakken.
- De benodigde afmetingen van het piëzomateriaal zijn zeer afhankelijk van het aandrijfprincipe. Per geval zullen de dimensies afgestemd moeten worden op de gewenste slag, draagkracht, buigend moment (bij d_{31} toepassingen), actuatorstijfheid, enzovoort.
- Bij wisselende belastingen in verschillende richtingen moet het brosse keramische materiaal behoed worden voor trekspanningen. Daarom wordt meestal voorzien in flexibele ontkoppelingen en een voorspanconstructie, zoals bijvoorbeeld weergegeven in afbeelding 3. Hoewel principieel correct, lijkt deze voorspanconstructie vaak overgedimensioneerd. Dit gaat ten koste van de effectiviteit van de piëzoactuator.
- Om de slag te vergroten kan een mechanische versterking ('hefboommechanisme') worden toegepast. Hierbij moet wel worden bedacht dat de kracht lineair en de stijfheid van de aandrijving kwadratisch met de overbrengverhouding daalt!

- In dynamische toepassingen waarbij snelle nauwkeurige bewegingen gevraagd worden, is het ook van belang de eigenfrequentie van de actuator voldoende hoog te ontwerpen. Veelal wordt de actuator dan als stijfheid (c) gezien, en het te positioneren onderdeel als massa (m), waarbij de eigenfrequentie afgeschat wordt met de formule: $\omega = \sqrt{c/m}$. In veel gevallen zal echter de constructie zelf meer slapte toevoegen dan de actuator, en zal een meer gedetailleerde dynamische analyse van het totaalstelsel gemaakt moeten worden om goede voorspellingen van de performance te kunnen doen.

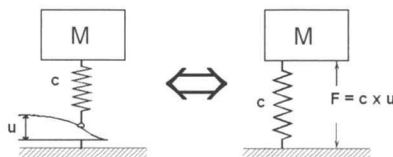
Dynamische concepten

Met betrekking tot de karakterisering van het dynamisch gedrag van een piëzo-aangedreven systeem bestaat soms onduidelijkheid over hoe een piëzoactuator gemodelleerd moet worden: als positieactuator of als krachtactuator? Dit in tegenstelling tot een Lorentzactuator, die zich ideaal gezien gedraagt als een krachtactuator met nul stijfheid. In dit opzicht kan afbeelding 4 duidelijkheid verschaffen: de afbeelding toont twee volledig equivalente dynamische modellen van een piëzoactuator. Links wordt het systeem gemodelleerd door een ideale positieactuator in serie met een veer, die de interne slapte van de actuator representeert. Rechts is een model gegeven waarin de gegenereerde kracht parallel aan de veer evenredig is met het ingangssignaal van de piëzoactuator. Uitschrijven van de (bewegings)vergelijkingen van beide modellen toont aan dat deze inderdaad gelijk zijn.

Op basis van dit inzicht kan voor een mechatronische toepassing een juiste keuze gemaakt worden tussen een piëzo- en een Lorentzaandrijving; een piëzoactuator 'is' immers een Lorentzactuator parallel aan een stijve veer... Een tweetal voorbeelden zoals gegeven in afbeelding 5 illustreert dit. In Case A is een situatie gegeven waarin een massa M ten opzichte van een frame wordt aangedreven, waarbij de massa M absoluut gepositioneerd moet worden ten opzichte van een vaste referentie. Aannemende dat verstoringen in dit systeem zich manifesteren als stoorkrachten op het frame, is het gewenst dat de actuator een zo laag mogelijke inherente stijfheid heeft, om zo het doorgeven van trillingen te voorkomen. Een Lorentzactuator is hier dus dynamisch gezien beter. In Case B echter, wordt een relatieve positionering ten opzichte van het frame gevraagd. Zowel

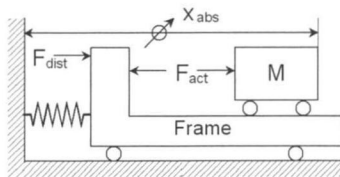


Afbeelding 3. Voorspanconstructie voor Smart Disc prototype van de Universiteit Twente

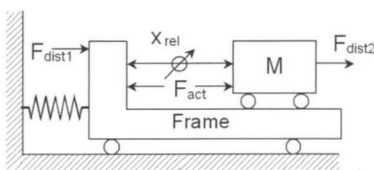


Afbeelding 4. Dynamische equivalentie van piëzo als positie- danwel als krachtactuator

Case A:



Case B:



Afbeelding 5. Dynamische machine concepten. Case A: absolute positionering bij voorkeur met Lorentzactuator. Case B: relatieve positionering bij voorkeur met piëzoactuator

voor stoorkrachten op het frame als voor stoorkrachten op de massa is een inherente stijfheid van de actuator voordelig, en komt juist een piëzoactuator in aanmerking.

Andere mechatronische overwegingen

Thermische effecten

Vanwege het capacitief karakter van een piëzoactuator is de warmtegeneratie door elektrische verliezen evenredig met de frequentie en kwadratisch met de amplitude van het aanstuursignaal (voor sinusvormige aansturing). Daarom moet bij hoogfrequente toepassingen (> 1 kHz), zeker bij multilayer actuatoren die extra mechanische verliezen vertonen vanwege de hogere demping, nadrukkelijk nagedacht worden over de warmtehuishouding. Eventueel kan bij een goed thermisch ontwerp de behuizing benut worden voor warmteoverdracht. Overigens is een voordeel van piëzo-aandrijvingen boven elektromagnetische aandrijvingen, dat er geen energiedissipatie plaatsvindt bij het leveren van een constante kracht bij stilstand.

Versterkerkeuze

In de keuze of het ontwerp van een versterker voor een piëzoaandrijving speelt het capacitief karakter van de actuator ook een dominante rol. Grote actuatoren met grote capaciteiten (> 10 µF) die bij hoge frequenties opereren, vragen een hoog vermogen. Vanwege het grote reactief vermogen is in sommige gevallen een schakelende voeding te prefereren boven een lineaire, om zo warmteontwikkeling te beperken. Tenslotte zal bij nauwkeurige positionersystemen aandacht besteed moeten worden aan het ruisniveau van de versterker; niet alleen in termen van RMS niveaus maar ook in termen van frequentiespectra: in het frequentiegebied waar het systeem dynamisch gevoelig is moet het ruisniveau klein zijn.

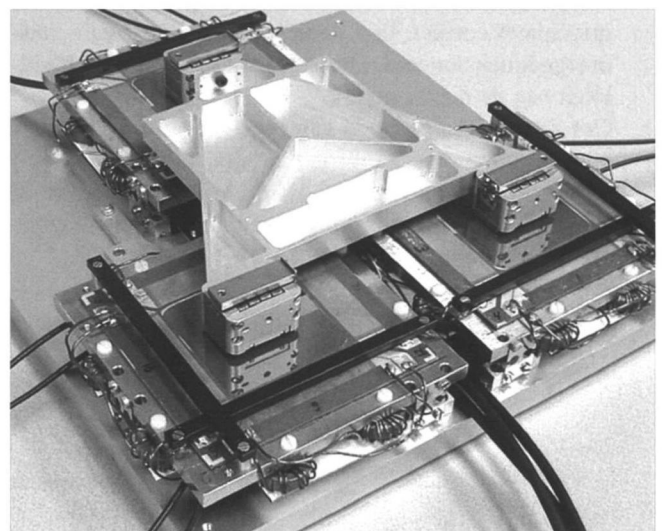
Regelaarontwerp

In veel gevallen zal de prestatie van het piëzo-aangedreven mechatronische systeem bepaald worden door de regeltechniek. Daarbij is het aandrijfprincipe van grote invloed op de benodigde regeltechnische oplossing. Stappende, ultrasonische en SAW-aandrijvingen vragen een speciale besturing, waarna veelal met PID-regelaars kan worden volstaan, eventueel aangevuld met snelheids- en versnellingsfeedforward. Voor actieve trillingsdemping is een PID-regelaar echter minder geschikt, en worden principieel andere regelaartypes toegepast, zoals bijvoorbeeld Integral Force Feedback-controllers [11], [12]. Zoals bekend in de regeltechniek, geldt ook hier dat het in kaart brengen en begrijpen van zowel de (niet-lineaire) systeemdynamica alsook de verschillende verstoringen in de keten, essentieel is om tot een goed regelaarontwerp te komen.

Toepassing I:

Surface Acoustic Wave motor – een update

In Mikroniek nr. 6, jaargang 42 is een artikel verschenen [9] dat de ontwikkeling van SAW motoren beschrijft, zoals deze plaatsvindt bij Philips CFT en op de Universiteit Twente (UT) in de vorm van een IOP project. Op de UT wordt met name gewerkt aan de modelvorming van het contactverschijnsel tussen stator en slider, en worden deze modellen getoetst aan de praktijk. Philips CFT richt zich vooral op het ontwerpen en realiseren van prototypes lineaire en planaire aandrijvingen die middels een closed loop-regeling worden aangedreven. Het onderstaande is een beschrijving van dit laatste onderwerp.



Afbeelding 6. Planaire SAW motor prototype I

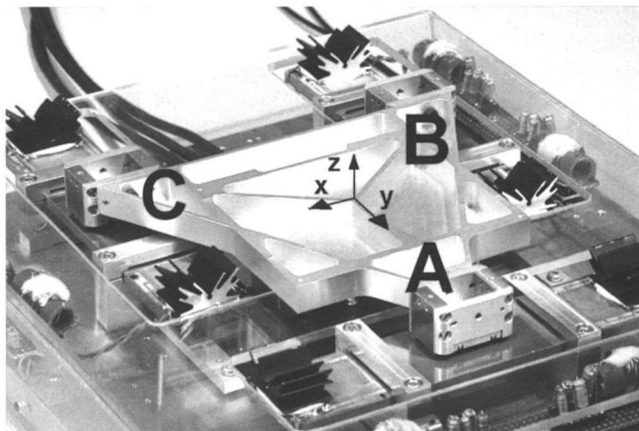
Wrijvingsgedrag onder invloed van aansturing

Bij een onbekrachtigde SAW motor zorgt de voorspanning tussen slider en stator voor een hoge contactstijfheid, resulterend in zelfremmendheid. Zodra echter een grotere kracht dan de houdkracht wordt aangebracht, gaat de motor slippen en wordt droge wrijving ervaren. Hiermee samenhangend vertoont deze aandrijving van zichzelf een dode band in de snelheids-karakteristiek: bij verticale golfamplitudes kleiner dan de Hertze contact indrukking en de ruwheid van de stator, vindt geen beweging plaats bij eeningangssignaal ongelijk aan nul. Zoals in de eerdere bijdrage beschreven, is ter voorkoming van deze dode band een alternatieve aandrijving bedacht en gepatenteerd, 'Dual Side Actuation' (DSA) genoemd. Hierdoor kan de verticale component van de elliptische beweging onafhankelijk van de horizontale component worden geregeld. Door nu een relatief grote verticale component te handhaven, ook bij een kleine horizontale component (dus lage snelheid), gedraagt de motor zich macroscopisch als een viskeuze demper in plaats van als stijfheid (stilstand) of wrijving (beweging). Experimenten hebben aangetoond dat deze demper-eigenschap optreedt voor zowel lopende als staande golven met voldoende grote verticale component. Dit verschijnsel zal, zoals uit het volgende blijkt, het ontwerp van een planaire aandrijving beïnvloeden.

Planaire SAW motor prototype 1

In afbeelding 6 is de eerder ontwikkelde planaire SAW-motor [9] getoond. Bij dit concept wordt een carrier in het horizontale vlak in drie graden van vrijheid geregeld: twee translaties (x en y) en de rotatie om de verticale as (R_z). Hiervoor is de carrier voorzien van drie sliders, die individueel kunnen worden aangedreven in x - en y -richting. De positie van de carrier (x , y , en R_z) wordt middels een planaire encoder gemeten en teruggekoppeld naar de regelaar. Met dit eerste prototype is onder meer aangetoond dat het mogelijk is een planaire Rayleigh-wave te genereren die is samengesteld uit twee interrefererende golven, waarvan de voortplantingssnelheid loodrecht op elkaar staat (x - en y -richting). De richting van de samengestelde golf wordt bepaald door de amplitudeverhouding van de individuele golven. Op deze manier kan een slider in een willekeurige richting worden aangedreven.

In dit concept zijn *twaalf* piezoactuatoren nodig, elk voorzien van elektronische matching en elk aangestuurd door een versterker. De vraag is nu of het mogelijk is deze carrier aan te drijven met een kleiner aantal actuatoren en versterkers, waardoor een simpeler en goedkopere planaire aandrijving ontstaat.



Afbeelding 7. Planaire SAW-motor prototype 2

Planaire SAW motor prototype 2

Stel dat we de carrier van de planaire motor voortbewegen door elk van de drie sliders slechts in één richting aan te drijven. Je zou dan kunnen volstaan met drie lineaire motoren (A, B, en C), zoals te zien in afbeelding 7. Als de carrier bijvoorbeeld in y -richting moet worden bewogen, worden de sliders van de motoren B en C aangedreven. Daarbij zou slider A over de stator moeten glijden, wat gepaard gaat met een hoge statische wrijvingskracht. In de praktijk zijn de sliders van de motoren B en C niet in staat deze wrijvingskracht te leveren. Echter, door een staande golf op te wekken in actuator A met de DSA-techniek, verandert het gedrag van de slider A bij het bewegen in y -richting in dat van een demper in plaats van een wrijvingskracht. Het is zelfs mogelijk de slider te bewegen in een *willekeurige* richting, zonder dat daarbij wrijving optreedt. Op deze manier van wrijving opheffen is patent aangevraagd.

Er hoeft nu slechts een demperkracht te worden overwonnen, welke de maximaal haalbare snelheid bepaalt. Met experimenten met het prototype van de planaire motor zoals weergegeven in afbeelding 7, is de haalbaarheid van dit aandrijfconcept geverifieerd; een eenvoudiger en goedkopere aandrijving blijkt mogelijk!

Toepassing 2: Active Structural Acoustic Control

De prestatie en het comfort dat geëist wordt van moderne machines voor precisietoepassingen neemt doorlopend en versneld toe. Denk hierbij aan machines als lithografische projectoren, MRI-scanners, DVD-recorders enzovoort. Vanuit dynamisch oogpunt gezien vormt ongewenst trilgedrag vaak een beperking van de prestatie van een apparaat. Zo kunnen trillingen in de constructie van een lithografi-

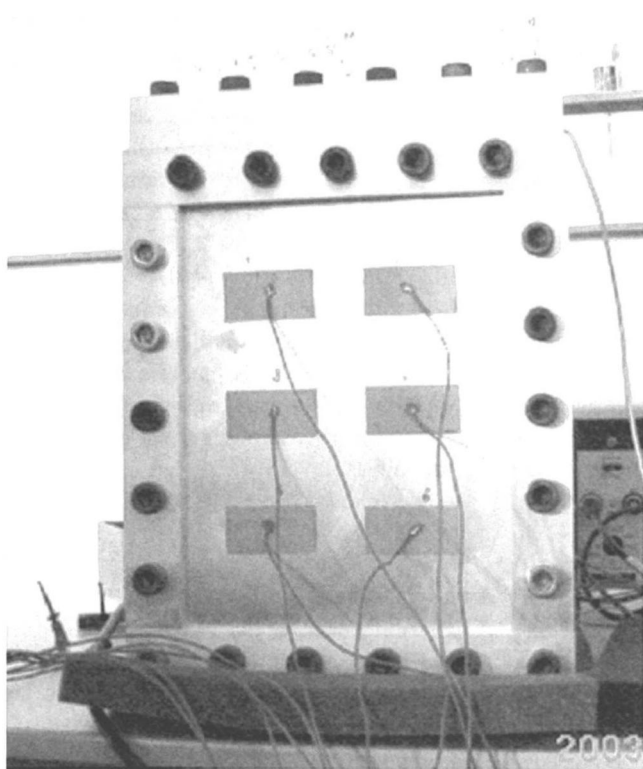
sche projector een verschoven en vaag geprojecteerd beeld veroorzaken. In een MRI scanner kan een door de scanse-quentie geëxciteerde trillende constructie via geluidsafstraling een onacceptabel geluidsniveau opleveren.

Naast het statisch bepaald en op massa en stijfheid construeren speelt in bovenstaande voorbeelden het introduceren van voldoende structurele demping in de constructie een belangrijke rol. Naast het in de constructie opnemen van passieve dempende elementen, is het introduceren van actieve demping een flexibel en veelbelovend alternatief. Daarbij wordt regeltechnische demping geïntroduceerd door op de constructie geplaatste (piëzo)actuators, welke worden aangestuurd met signalen afkomstig van (piëzo)sensoren op diezelfde constructie.

Actieve demping middels piëzoactuators en -sensoren is één van de onderzoeksactiviteiten van Philips CFT, waarbij verschillende testopstellingen zijn ontworpen en gerealiseerd.

Voorspellend modelleren

In de eerste fase van het ontwerp zal de haalbaarheid van de geëiste prestatie voorspeld en gekwantificeerd worden. Om geschikte locaties, benodigde aantallen en afmetingen van piëzoactuators en sensoren te kunnen bepalen, zal via voorspellende modellering onderzocht moeten worden wat de invloed zal zijn van het plaatsen van de actuators en sensoren



Afbeelding 8. Active Structural Acoustic Control setup

met de bijbehorende regeltechniek op de structuurdynamica. Onderwerp van studie zijn hierbij het voorspellen van modale of operationele trilvormen van de structuur alsook de invloed die de piëzoactuators op deze trilvormen kunnen uitoefenen (regelbaarheid) en de mate waarin de trilvormen door de sensoren waargenomen kunnen worden (observeerbaarheid). In het geval van comfort-verhogende geluidsreductie kan het belangrijk zijn om ook de geluids-afstraal-modes met bijbehorende geluids-afstraal-efficiëntie te berekenen.

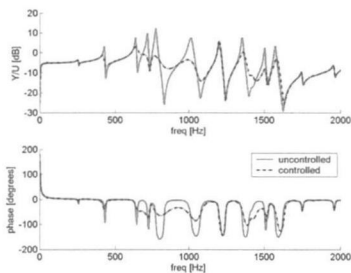
Binnen Philips CFT is een aantal procedures in ontwikkeling waarmee op basis van genoemde overwegingen (regelbaarheid, waarneembaarheid, geluidsafstraling) tot een geschikt plaatsingsontwerp voor de piëzosensoren en -actuators gekomen kan worden. Naast mechanisch-elektrische modellering via Eindige Elementen Modellering (EEM) gebaseerd op CAD geometrie is een experimentele modale of operationele trillingsanalyse van het systeem hierbij een goed uitgangspunt, omdat daarmee modelonzekerheden uitgesloten kunnen worden.

Op dit moment is een testopstelling gerealiseerd waarmee het voorspellend modelleren uitgebreid getest wordt (zie afbeelding 8). Een flexibele aluminium plaat, A4 formaat 1 [mm] dik, aan vier zijden ingeklemd als deksel van een rigide doos, is voorzien van twaalf piëzo's (23 [mm] bij 45 [mm] en 0.3 [mm] dik), zes aan iedere kant van de plaat, symmetrisch en equidistant geplaatst in een raster. Validerende experimenten hebben aangetoond dat het mogelijk is de invloed van de piëzo's op de structuurdynamica voldoende nauwkeurig te voorspellen.

Regelaarontwerp

Het regelaarontwerp heeft tot doel demping te introduceren in dominant optredende trillingsvormen van het systeem. Afhankelijk van de applicatie, betekent dit demping introduceren in een smalle frequentieband in het geval dat slechts één of enkele trillingsvormen de prestatie beperken, of in het geval waar geluidsreductie beoogd wordt in een brede frequentieband, bijvoorbeeld van 200 Hz tot 4 kHz. Daarbij moet de regelkring robuust zijn, dat wil zeggen dat onzekerheden of systeemvariaties niet mogen leiden tot instabiliteit van de regelkring. Het onderzoek richt zich daarom op frequentieresponsie gebaseerde regelstrategieën, omdat modelgebaseerde regelstrategieën gevoeliger zijn voor modelonzekerheden en daarmee samenhangende stabiliteitsproblemen [12]. Er zijn ook relatief goedkope en gemakkelijk in te stellen analoge regelaars (filters) ontwikkeld, waarmee tot 4 kHz voldoende demping gerealiseerd kan worden, dit in tegenstelling tot digitale regelaars, die door de sample-rate beperkt worden.

In bovengenoemde testopstelling is geëxperimenteerd met verschillende regelstrategieën waarmee actieve demping verkregen kan worden. In het gebied tussen de 250 en 1939



Afbeelding 9. Frequentie responsie meting van één piëzoactuator naar één piëzo sensor (co-located) in Active Structural Acoustic Control setup

[Hz] doen zich elf vrijwel ongedempte structurele flexibele trillingsvormen van het systeem voor. Met het sluiten van één regellus met slechts één vierde orde filter blijkt het mogelijk om vrijwel iedere modus in enige mate (gemiddeld 6.4 dB) te dempen (zie afbeelding 9). De piekwaarde in de frequentie responsie tot 2 kHz, een belangrijke maat voor geluidsreductie, is gereduceerd met 9.1 dB. Verder is een geluidsreductie gemeten in het verre veld van 5 dB bij een witte ruis aanstoting tot 1 kHz. Door het sluiten van meerdere regellussen of door te focussen op slechts enkele trillingsvormen zal de trillingsreductie zelfs nog verder verhoogd kunnen worden.

Conclusie

Gezien het brede scala aan overwegingen dat in dit artikel aan bod is gekomen, kan concluderend worden gesteld dat een succesvolle toepassing van piëzoaandrijvingen een voluit mechatronische benadering vraagt. Dit maakt dat standaard toepassing van piëzoaandrijvingen in bijvoorbeeld de machinebouw (nog) niet aan de orde is. De verwachting is dan ook dat piëzoactuatoren de mechatronische wereld niet revolutionair zullen veroveren, maar dat er meer sprake zal zijn van een evolutionaire ontwikkeling waarin piëzoactuatoren meer en meer hun toepassingen zullen vinden. Voornamelijk zullen toepassingen zich echter beperken tot *niches* en de high-end markt, wat met een tweetal voorbeelden is geïllustreerd.

Literatuur

- 1] J.W. Waanders, *Piëzo-electric Ceramics: Theory and Applications*, 1997.
- 2] ACTUATOR (www.actuator.de), SPIE Conference on Smart Structures and Materials (www.spie.org/Conferences/Programs/04/ss)
- 3] K.D. Muller, "Nanometer Precision at Millimeter Stroke with Piezoelectric Actuators", Reader Mikrocentrum Themadag "Piëzo als actuator", 30 oktober 2003
- 4] See www.exfo.com, www.piezomotor.se
- 5] M.P. Koster, A. Visscher, *Een Lineaire Piëzo Motor*, *Mikroniek* 33 Nr. 6, 1993
- 6] M. Versteijhe, D. Reynaerts, H. Van Brussel, Piëzo-stapper met submicron nauwkeurigheid, *Mikroniek* 38 Nr. 6, 1998
- 7] See www.nanomotion.com, www.cedrat.com, www.physikinstrumente.de
- 8] M.K. Kurosawa, *State-of-the-art surface acoustic wave linear motor and its future applications*, Elsevier, *Ultrasonics* 38, pp. 15-19, 2000
- 9] M.M.P.A. Vermeulen, F.G.P. Peeters, H.M.J. Soemers, P.J. Feenstra, P.C. Breedveld, *Ontwikkeling van een Surface Acoustic Wave Planaire Motor in Closed Loop Regeling*, *Mikroniek* 42 Nr. 6, 2002
- 10] P. Daue, *Piëzokomposite für adaptive Strukturen – Stand der kommerziellen Entwicklung*, Proc. Adaptronik Congress, Wolfsburg, Germany 2003
- 11] A. Preumont, *Vibration Control of Active Structures – An Introduction*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1997
- 12] A. den Hamer, G.Z. Angelis, N.B. Roozen, R. v.d. Molengraft, *Broad-band Active Vibration Suppression*, 23rd Benelux Meeting on Systems and Control, Helvoirt, 17 - 19 maart 2004

Advertentie

Introducing MOTORIZED STAGES

OptoSigma® *Improving the Quality of Your Light*

molenaar optics
tel.: 030-6951038, fax: 030-6961348
e-mail: optics@molenaar.rem.nl
website: www.molenaar-optics.nl

Heidenhain nieuw 3D-taststelsysteem TS 640

Met de schakelende 3D-tastsystemen van HEIDENHAIN kunt u steeds terugkerende uitricht werkzaamheden makkelijk, precies en tijdsbesparend uitvoeren. Nu presenteren wij een nieuwe variant: de TS 640.

Een van de belangrijkste ontwikkelingen bij de TS 640 is de geïntegreerde vrijblaas voorziening met 3 sproeikoppen aan de onderzijde van het taststelsysteem. Met behulp van perslucht of koelmiddel kan de plek van het aantasten of koelmiddel kan de plek van het aantasten van grote verontreinigingen gezuiverd worden. Behalve dat dit tijd bespaart, maakt deze voorziening het ook mogelijk onbemand automatische meetcycli te laten uitvoeren. Een andere verbetering heeft te maken met de infrarood signaaloverdracht naar de besturing. Omdat de voor de infrarood-overdracht



HEIDENHAIN
Optiek en elektronica
precisieverdelingen

gebruikte LED's nu gelijkmatig verdeeld zijn over de buitenkant van de TS 640, is de rondomstraling verbeterd en is een betrouwbare ontvangst nu mogelijk zonder spindeloriëntatie. Daarbij komt ook nog dat ontvangst mogelijk is geworden via gereflecteerde signalen, zodat de positionering van de ontvanger nog minder belangrijk is geworden. Dat het bereik van 3 meter uitgebreid is tot 7 meter betekent dat bij grotere machines nu kan worden volstaan met één in plaats van verschillende ontvangers in de bewerkingsruimte. 3D-

Tastsystemen zijn niet alleen geschikt om opgespannen werkstukken uit te richten, maar ook voor de automatische vermeting van bewerkte producten op de machine. Hiervoor bieden de meeste CNC-besturingen, in het bijzonder HEIDENHAIN TNC-besturingen, een serie meetcycli waarmee de meest voorkomende geometrische vormen gemeten kunnen worden. Bijvoorbeeld gaten, rechthoekige en ronde kamers, spiebanen, sleuven, gatencirkels en vlakken kunnen dan automatisch bepaald en vermeten worden.

Redesign van de incrementele impulsgevers uit de 58 mm serie

De impulsgevers uit de bouwserie ROD 400 en ERN 400, die al jaren een industriestandaard vormen, zijn grondig aangepast. Er zijn belangrijke verbeteringen bereikt in de schokbestendigheid, zodat de impulsgevers nu ook bij nieuwe toepassingen kunnen worden ingezet zonder extra voorzieningen te treffen.

Dit zijn bijvoorbeeld lasersnijmachines of pons/nibbelmachines.

De maximaal toegestane versnelling kon duidelijk verhoogd worden.

Alle ROD 400 systemen met een kabeluitgang zijn nu bestand tegen trillingen tot 300 m/s² en tegen schokken tot 5000 m/s². Hiermee zijn ze geschikt voor extreme omstandigheden.

De speciale kabeluitgang zorgt ervoor dat deze kabel zowel axiaal als radiaal van de impulsgever weggeleid kan worden. Dit beperkt weer het grote aantal varianten, vereenvoudigt de bestelmethode en verhoogt de beschikbaarheid.

Voor alle varianten met een flensdoosaansluiting kon aanvullend nog de lengte van de behuizing verkort worden.

Onafhankelijk of de impulsgever een kabeluitgang of een axiale of radiale flensdoosaansluiting heeft, de behuizing is nu steeds even kort.

Hiermee wordt het mogelijk gemaakt dat de verschillende aansluitmogelijkheden ook in omstandigheden met weinig ruimte gebruikt kunnen worden.

Nog vriendelijker voor diegene die een holle as variant impulsgever moet aanbouwen, is de klemming op de as. Deze klem-

ming is nu gelijk voor eenzijdig open- als ook voor doorgaande holle-asvarianten.

Voor meer informatie:

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Copernicuslaan 34

7616 BM Ede

Tel. (0318) 581800

Fax. (0318) 581870

verkoop@heidenhain.nl

www.heidenhain.nl



TechniShow 2004, stand nr. 12.C.032

Esmeijer toont opmerkelijk veel nieuws op gebied van verspanende bewerkingsmachines

Totaalpakket leidt tot aanzienlijke productieverhoging; veel aandacht voor mogelijkheden van onbemand produceren

Insiders zal het niet ontgaan zijn dat er momenteel bij Esmeijer B.V. heel wat gaande is. Bij deze gereedschapmachine-importeur zijn met name de laatste maanden nogal wat nieuwe ontwikkelingen te melden geweest. Het ligt voor de hand dat men daaraan op de komende TechniShow veel aandacht wil besteden. Om zich op deze beurs extra nadrukkelijk te manifesteren heeft Esmeijer dit jaar gekozen voor een stand waarop niet alleen de verspanende bewerkingsmachines in de schijnwerpers staan. Zo zullen hier exemplaren worden uitgereikt van het nieuwe blad GTO - automagazine over topprestaties -, verwijzend naar de steeds hogere prestaties die tegenwoordig ook in een productieomgeving worden verlangd.

Maar natuurlijk draait het allemaal om het programma dat Esmeijer de Nederlandse industrie als leverancier van innovatieve gereedschapmachines en aanverwante producten te bieden heeft. Onder het motto "Efficiency door autonomie" ligt het accent daarbij meer dan ooit op de levering van een totaalpakket, waarmee in de praktijk een aanzienlijke productieverhoging te realiseren is. Naast diverse geavanceerde verspanende bewerkingsmachines biedt dit pakket tevens alle opties op het gebied van palletisering en robotisering, span- en verspanende gereedschappen, gereedschappenbeheer, snijolie-gebruik en spanenmanagement.

Op de TechniShow presenteert Esmeijer een selectie uit de programma's van een aantal vooraanstaande leveranciers die het Rotterdamse bedrijf in ons land vertegenwoordigt. Op de stand zelf worden totaal zo'n twaalf machines geëxposeerd, afkomstig van een tiental Europese en Aziatische



Onder het motto "Efficiency door autonomie" ligt het accent bij Esmeijer meer dan ooit op de levering van een totaalpakket, waarmee in de praktijk een aanzienlijke productieverhoging te realiseren is.

fabrikanten. Zo wijst men op het ultramoderne bewerkingscentrum voor flexibele automatisering UCP600 Vario van Mikron en de erodeermachine die als wereldrecordhouder draadvonken te boek staat: de Sodick AQ325, compleet met LQ 33 W besturing met 3D procesmodule. Van eerstgenoemde fabrikant is er ook het Smart Machine concept, waarmee voor een vergaande optimalisatie van freesbewerkingen wordt gezorgd. Andere interessante machines bij Esmeijer zijn de veelzijdige langdraai-automat Deco 26-10a van Tornos, de precisie-draaimachines CD402 van DMT en TS66 van Spinner, de Schaublin draaimachine 225 Plus en de CNC vlaklijpmachine PFIG-500 DXSL van Okamoto. Daarnaast worden producten getoond van P.Lehmann (verdeel-, rond- en zwenkverdeelapparaten), Microtap (tapmachines) en Bilz (trillingstechniek).

Bij Esmeijer wordt vooral ook veel belangstelling verwacht voor de allernieuwste ontwikkelingen op het terrein van onbemand produceren. Zo introduceert men het

robot-integratiepakket Robotix, dat zowel bij nieuwe als reeds bestaande machines inzetbaar is, ook voor fabricage van enkelstuks en kleine series. In dit kader past ook de opgestelde Fehlmann boor/freesmachine P60 met Erowa robot.

Overigens zijn verschillende van de door Esmeijer vertegenwoordigde merken ook elders op de TechniShow terug te vinden. Zeven verspanende bewerkingsmachines (van Fehlmann, Schaublin, Okamoto en Spinner) zijn volop in bedrijf te zien bij de Nationale Beroepenwedstrijd Vakkanjers.

Voor uitgebreide informatie over alle hier genoemde machines en producten kunnen bezoekers van de TechniShow 2004 in hal 12 terecht op stand C.032, dan wel kan contact worden opgenomen met: Esmeijer B.V., postbus 11077, 3004 EB Rotterdam, tel. (010) 4152788, fax (010) 4378966, e-mail: info@esmeijer.nl, internet: www.esmeijer.nl

Mitutoyo-stand op Techni-Show opnieuw uitstalkast van innovatieve meettechniek

Dat zelfs de bekende schuifmaat nog verder verbeterd kan worden, bewijst de ontwikkeling van een nieuw digitaal model, op basis van absolute meting en voorzien van gegevensuitgang, dat ook onder zware omstandigheden volkomen bestand (IP67) tegen stof en water (overspoelen resp. tijdelijk onderdompelen) is. De schuifmaten zijn in vele meetbereiken verkrijgbaar.

De nieuwe koelmiddelbestendige schroefmaat (IP 65 Coolant Proof) is beschikbaar met of zonder gegevensuitgang. Deze schroefmaat, eveneens verkrijgbaar in vele meetbereiken, is bestand tegen stof en waterstralen. Laat men deze schroefmaten vanaf tafelhoogte (75 cm) vallen dan garandeert de 'shockproof'-constructie behoud van nauwkeurigheid en functionaliteit. Voorts is de maximaal toegestane afwijking slechts 2µm, twee keer zo goed als de DIN-norm voorschrijft. Bezoekers kunnen ook kennismaken met de Absolute Digimatic hoogtemeter HDS. Kenmerken: een absoluut meetsysteem, ergonomisch ontwerp, een uniek handwiel voor hoogteverstelling en een goed afleesbaar LC-display.

Onder de benaming I-checker demonstreert Mitutoyo een tijdsbesparend automatisch inspectiesysteem dat in combinatie met een personal computer kan worden ingezet voor kalibratie van meetklokken. Het gemakkelijk bedienbare instrument voorkomt vermoeidheid bij de operator.

Enkele interessante noviteiten worden aan de hand van een videopresentatie voorgesteld:

- De eindmaatcomparator GBCD-100A. Hiermee kunnen eindmaten met een lengte tot 100 mm zeer nauwkeurig en snel worden gekalibreerd. De meetonzekerheid is hierbij zeer gering. Hiermee kan men 'overeenstemming met specificatie' (ISO 14253) aantonen en dus ook eindmaten van klasse 0 kalibreren.
- Een serie machines op basis van CNC-techniek voor seriematige productmetingen van rondheid, contour en ruwheid. Deze kunnen eenvoudig worden aangesloten op een PC, waarna men met behulp van de Windows-gebaseerde meet- en analysesoftware en een omvangrijk assortiment aan hulpmiddelen grote aantallen producten achter elkaar kan controleren.
- Het UMAP tastsysteem voor metingen aan microcomponenten. Hiermee speelt Mitutoyo in op de vraag in de industrie naar meetmiddelen voor de vele kleine onderdelen van hoogwaardige producten die aan hoge nauwkeurigheidscriteria moeten voldoen, zoals disc-drives van PC's, digitale camera's en automobielcomponenten.

Bezoekers aan de stand kunnen kennismaken met een vernieuwde uitvoering van de Quick Image. Dit is een uniek 2D vision



meetinstrument met telecentrische lens (scherptediepte over 22 mm). Dit instrument is nu beschikbaar met zoomfunctie en een grotere meettafel.

Nieuws op het gebied van coördinatenmeettechniek is het software-pakket MAFIS speciaal voor metingen aan schoepen. Een videopresentatie licht de mogelijkheden van de zeer nauwkeurige LEGEX 300 en 1200 coördinatenmeetmachines toe.

Mitutoyo levert ook een bijdrage aan de flexibele productiecel op de stand van System 3R in hal 12, standnummer C.029). Daar zijn in een netwerk vier verschillende systemen aan elkaar gekoppeld via een opspansysteem. In dit systeem worden gereedschappen en werkstukken opgenomen waarna met een Mitutoyo meetmachine QM-M 333 offset- en presetwaarden worden bepaald die on-line naar bewerkingsmachines in het systeem worden overgebracht.

Mitutoyo Nederland BV, Veenendaal
Tel.: 0318-534911
www.mitutoyo.nl
Hal 10, standnummer D.022



NVPT nieuws

Rien Koster Prijs nominaties

Bij zijn afscheid van het Philips Centrum voor Fabricage Technologie in 2001, heeft Rien Koster een prijs aangeboden gekregen voor zijn mechatronisch ontwerp oeuvre dat hij niet alleen bij deze multinational, maar ook op vele andere plaatsen heeft achtergelaten. Philips vond het leuk om deze geste om te zetten in een traditie. Elke twee jaar wordt de prijs uitgereikt aan een door de jury gekozen mechatronicus/ ontwerper. Dit beperkt zich niet tot Philips. Daarom is de NVPT, als objectieve partij, verzocht de regie van deze prijsuitreiking op zich te nemen.

In 2002 mocht Theo Heeren de Rien Koster prijs in ontvangst nemen. Theo ontving de prijs als erkenning voor zijn gehele oeuvre als mechatronisch ontwerper bij OCE in Venlo.

Tijdens de Precisiebeurs zal op woensdag 10 november 2004 de prijs wederom worden uitgereikt in de Koningshof te Veldhoven. Om tot een zo objectief mogelijke kandidaat-

stelling te komen verzoeken we eenieder die mensen kent die in aanmerking zouden kunnen komen, deze te melden.

Criteria voor de beoordeling door de jury zijn:

- het betreft een mechatronisch oeuvre in de precisietechnologie;
- het oeuvre dient innovatief te zijn;
- de kandidaat moet zijn sporen verdiend hebben in kennisoverdracht naar collega's, studenten en derden;
- de link tussen theorie en praktijk is essentieel.

Mocht u kandidaten willen voordragen, dan kunt u zich melden bij het secretariaat van de NVPT. Een deskundige jury zal de aangedragen kandidaten beoordelen en tijdens de Precisiebeurs 2004 zal de Rien Kosterprijs door Rien zelf overhandigd worden.

NVPT
Telefoon 079 – 353 11 51
E-mail office@nvpt.nl

Dankzij het IOP/PT (Innovatief Onderzoek Programma/PrecisieTechnologie) is de NVPT ook dit jaar weer in staat om een aantal activiteiten alleen, of in samenwerking met anderen, te realiseren.

De algemene NVPT ledenvergadering vindt plaats op dinsdag 11 mei 2004 bij Heidenhain in Ede.

De ledensamenstelling van de NVPT is zodanig gewijzigd, dat er BTW-plicht is ontstaan. Per 1 januari 2004 is deze BTW-plicht ingegaan.

Overzicht van de NVPT activiteiten 2004

Activiteit	Onderwerp	I.s.m.	Wanneer
Themadag	MEMS	Mikrocentrum	30 maart
Themadag	Roadmapping	Mikrocentrum	20 april
Themadag	Sensoren	Mikrocentrum en Sensorenplatform	
Precisielijmen	Lijnmanifestatie	Mikrocentrum	
Bio-medisch en PT	Netwerkvorming tussen verschillende disciplines		
PIB Dag	ECN Petten	ECN	juni
PIB Dag	MESA+, Twente	MESA+	oktober/november
Summerschool	Meerdaags evenement	TNO TPD	
Optomechanica			
Fotonica	juni/juli		
Studiereis YPN	Studiereis Young Precision Engineers	mei/juni	
Studiereis leden	Studiereis Zuid-Duitsland		najaar
Precisiebeurs	Beurs in Veldhoven	Mikrocentrum	november

Specialist in non-ferro metalen

Van der Zwet metals is een internationaal bureau dat ondersteuning biedt in het vinden van de meest attractieve producenten van halffabrikaten van (non-ferro) metalen.

Het is alom bekend dat de wereld zich tot nu toe ontwikkeld heeft vanuit het stenen, via het bronzen naar het ijzeren tijdperk. Daardoor nemen allerlei soorten ijzer- en staalproducten de belangrijkste plaats in bij het ontwerpen en gebruik van metaalhoudende constructies. Aluminium heeft in de afgelopen eeuw daarin definitief de tweede plaats opgeëist.

Zodra het echter om allerlei zeer uiteenlopende redenen noodzakelijk is om andere metalen toe te passen, is de verkrijgbaarheid behoorlijk gecompliceerd. Er komen dan al gauw 24 metalen (exclusief zeven edelmetalen) in aanmerking, die in verschillende zuiverheden en in veel uiteenlopende legeringen geproduceerd worden. In titaan bijvoorbeeld spreken we nu al over 34 legeringen.

Specialiteit

Het bureau Van der Zwet metals, gesticht in 1991, is gebaseerd op jarenlange ervaring in de wereldwijde verkrijgbaarheid van bijzondere metaalproducten. Het gaat daarbij vooral om halffabrikaten, zoals op de website is aangegeven. Daarnaast kunnen zij voor nieuwe ontwikkelingen tevens ondersteuning bieden bij het verkrijgen van gegoten prototypes in non-ferrometaallegeringen. Er zijn zeer veel metaalverwerkende bedrijven en ontwikkelingscentra in Europa die regelmatig een beroep op het bedrijf doen.

Daarbij zijn er in principe twee mogelijkheden:

- Het toe te passen metaalproduct is bekend. Van der Zwet metals zorgt dan voor aantrekkelijke offertes van gekwalificeerde producenten of leveranciers, die kunnen leiden tot fysieke levering.
- Er wordt ondersteuning gevraagd bij de keuze van een metaalproduct. Van der Zwet metals biedt, afhankelijk van de problematiek, tegen een nader overeen te komen tijdsvergoeding, kennis aan omtrent de verkrijgbaarheid.

Een voorbeeld uit de praktijk. Een bedrijf heeft eens gevraagd een rapport op te stellen omtrent het bestaan en de verkrijgbaarheid van metaalfolie ten behoeve van zonne-energieopwekking. In het rapport heeft Van der Zwet metals aandacht besteed aan aluminium, gewalst koper, elektrolytisch koper en messing folie. In overleg met de opdrachtgever zijn daar kunststofbedekkingen en verschillende soorten van vertinning aan toegevoegd. Tot slot is uiteraard de maatvoering en prijsvorming in het rapport opgenomen waardoor de opdrachtgever een nauwkeurig beeld heeft verkregen van het bestaan en de verkrijgbaarheid van metaalfolie.

Lidmaatschap

Het bedrijf is vorig jaar lid geworden van de NVPT omdat naar haar mening de NVPT in de Benelux een belangrijk platform is voor het uitwisselen van aspecten die met nieuwe technische ontwikkelingen te maken hebben.

Bij nieuwe ontwikkelingen kan met name de verkrijgbaarheid van kleine hoeveelheden van metaalproducten een probleem zijn. Van der Zwet metals denkt hieraan een positieve bijdrage te kunnen leveren door haar kennis omtrent verkrijgbaarheid van metaalproducten.

Meer informatie: www.zwetmetals.nl

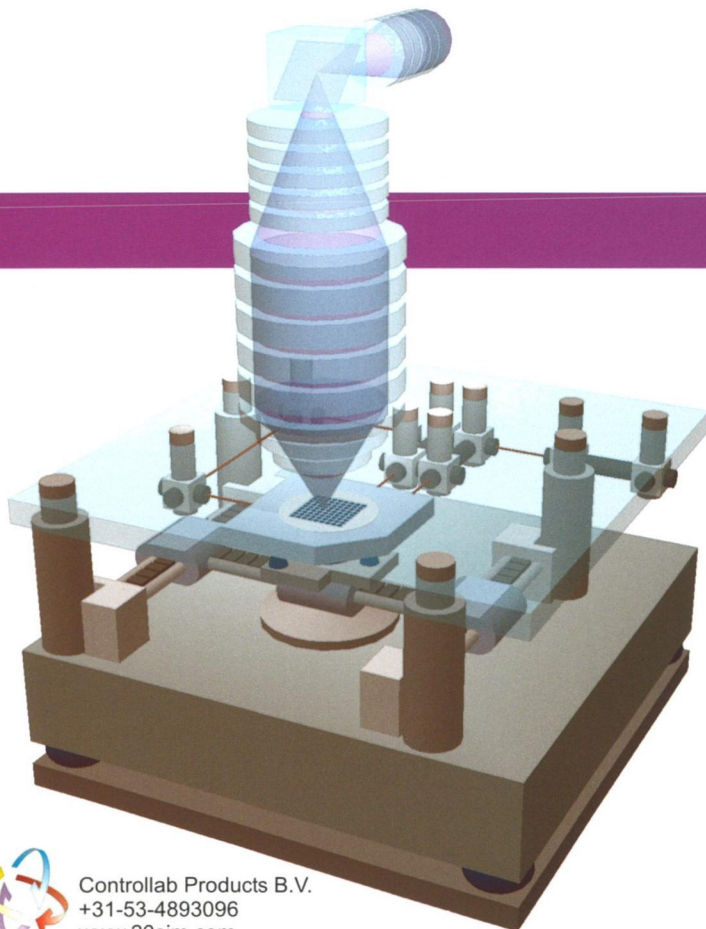
Drukte rond drukwerk?

De zorg voor drukwerk kun je heel goed uitbesteden. Twin Design bv is een grafisch full-service bureau en een specialist wat betreft het maken van boeken, tijdschriften en andere grafische uitingen. Wij bieden volledige ondersteuning en realisatie van uw

producten, bijvoorbeeld **housestyling**, **jaarverslagen**, **proefschriften**, **brochures**, **folders**, **advertenties** en **affiches**. Ook nieuwe media, zoals **webdesign**, kan Twin Design voor u verzorgen.

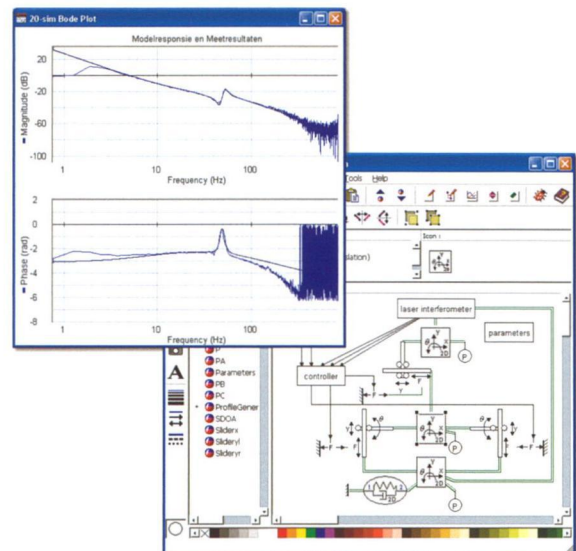
www.twindesign.nl

 Twin Design bv, Boschweg 2, 4105 DL Culemborg, tel: 0345 – 519525, fax: 0345 – 513480, studio@twindesign.nl



20-sim

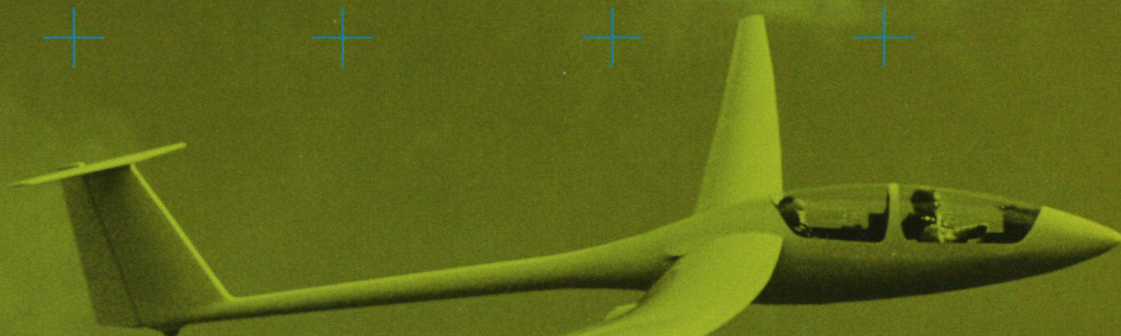
The power of modeling



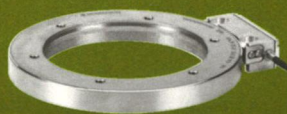
Controllab Products B.V.
+31-53-4893096
www.20sim.com

Modelvorming en simulatie van dynamische systemen
Precisietechnologie, mechatronica, regeltechniek

- hoekmeetsystemen
- lengtemeetsystemen
- contourbesturingen
- digitale uitlezingen
- meettasters
- impulsgevers



hoeveel rust moet een impulsgever bewaren?



*Magnetische impuls-
gever voor hoofdspindel
aandrijvingen*



In de rust ligt de kracht. Dat geldt ook voor elektrische aandrijvingen. Hier zorgen de impulsgevers van HEIDENHAIN dankzij hun hoogwaardige signaalkwaliteit voor een enorm rustige loop. Zo laten bijvoorbeeld onze magnetische impulsgevers op hoofdspindels van gereedschapsmachines zich bij de hoge toerentallen tot 40.000 omwentelingen per minuut niet van de wijs brengen. Zelfs vervuiling heeft geen invloed. Daarom de vraag: Wat kan onze impulsgevers eigenlijk wèl van de wijs brengen? HEIDENHAIN NEDERLAND B.V., Postbus 92 6710 BB EDE, Tel. (03 18) 58 18 00, Fax (03 18) 58 18 70 verkoop@heidenhain.nl, www.heidenhain.nl

HEIDENHAIN