Mikroniek

VAKBLAD OVER PRECISIETECHNOLOGIE

JAARGANG 40 - NUMMER 4

19 SEP 2000

André

8 Ruimterobots op aarde

22 Verschillende cases

24 Motioncontroller voor meetmachines

26 Prototype-ontwikkeling ultra-precisie 3D meetmachine

32 Servobesturing corrigeert piëzomotoren

Aandrijftechniek 2000

MIKRONIEK IS HET OFFICIËLE ORGAAN VAN DE NVPT

Delba: toonaangevende specialist in CNC precisieslijpen en EDM techniek

Okamoto ACC-63EX

Vlak- en profielslijpmachine met gebruiksvriendelijke Fanuc-21 GA besturing

Okamoto OGM-250UST

Rondslijpmachine met eigen Okamoto besturing

Okamoto ACC-63DXNC

Vlak- en profielslijpmachine met CNC FANUC-OMC grafische besturing

Okamoto ACC-450DXA

Precisie profielslijpmachine met automatische cyclus, uitermate geschikt om uit te rusten met Optidress®

Joemars JM528DZ

Eenvoudig te bedienen startgatenvonkmachine met Fuzzy Control

JOEMARS

Joemars JM322+AZ50

ZNC zinkvonkmachine met Fuzzy Control

JOEMARS

Delba Precisie Techniek is de exclusieve dealer van het Japanse concern Okamoto en het Taiwanese Joemars. Als specialist adviseert Delba de slijp- en vonkmachines waarmee het zelf tot op enkele duizendste millimeters nauwkeurig werkt. Innovatie, service en scholing zijn kernbegrippen van de Delba-filosofie. Eerst zien dan geloven. Maak meteen een afspraak voor een bezoek aan ons bedrijfscomplex in Duiven.

Delba Special Carbide Products is de onbetwiste specialist voor de produktie van precisie onderdelen in hardmetaal en hardmetaal-staal combinaties. Delba ontwikkelt en produceert o.a. spare parts en special tools voor verpakkingsmachines, 3D-meetmachines en machines voor de semi-conductor industrie.

GRIND-X
OKAMOTO PRECISION SYSTEMS
Okamoto

delba®

Nieuwgraaf 123, 6921 RL Duiven
telefoon 026-3118883, fax 026-3119122
Postbus 232, 6920 AE Duiven
www.delba.nl, e-mail: info@delba.nl

4 Mikroniek - 2000

In dit nummer

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.

Uitgave:
PubliVision BV
Postbus 1738
3000 DR Rotterdam
Telefoon: 010-4081312
Fax: 010-4089222
Email: office@publivision.nl

Uitgever:
Hans Arnold

Advertenties en abonnementen:
PubliVision BV

Abonnementskosten:
Nederland: fl. 110,- per jaar ex BTW
Buitenland: fl. 140,- per jaar ex BTW

Hoofdredactie
Dirk Scheper

Redactiesecretariaat
Mikroniek
p/a PubliVision BV

Secretariaat NVPT
Burgemeester Oudlaan 50, kamer 5-33
3062 PA Rotterdam
Postbus 1738
3000 DR Rotterdam
Telefoon: 010-4081776
Telefax: 010-4089039
E-mail: office@nvpt.nl
Internet: www.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

4 Aandrijftechniek
De koers is gezet: vol vertrouwen gaat de aandrijf- en besturingstechniek de komende decennia tegemoet. Hier een impressie van de beurs.

6 Editorial
Flip Doorschot laat zijn licht schijnen over 'Wetenschappelijk'.

7 Energieconversie en vluchtsimulator
De Technische Universiteit Delft laat een ieder kennismaken met verschillende afdelingen, zoals het onderzoeksinstituut SIMONA en de afdeling Electrical Power Processing.

8 Prototype-research van mechatronische systemen
Dr.Ir. Heemskerk gaat op op de verschillende lopende projecten binnen Fokker en gaat in op de huidige mogelijkheden van mechatronische systemen.

12 Hydrauliek en pneumatiek, een markt in beweging

14 MechanischeMechanische en elektrische aandrijfkracht kan vakbeurs goed gebruiken

16 Deelnemerslijst + overzicht presentaties

22 Verschillende cases

24 Motioncontroller voor meetmachines
P. Domburg behandelt de verschillende aandrijfsystemen en gaat in op de ontwikkelde motioncontroller.

26 Prototype-ontwikkeling van een ultra-precisie 3D Coördinaten Meetmachine
Marc Vermeulen geeft in dit technisch georiënteerde artikel een uitstekende beschrijving van de ontwikkeling van een prototype van een zeer nauwkeurige meetmachine. Op heldere en beschrijvende wijze wordt u meegevoerd.

32 Servobesturing corrigeert piëzomotoren
Eric Smeets gaat in op de eigenaardigheden en eigenschappen van de resonante piëzomotoren. Interessant zijn de oplossingen om vooral tot een controleerbaar motorgedrag te komen.

De Beurs voor professionals

Aandrijftechniek 2000

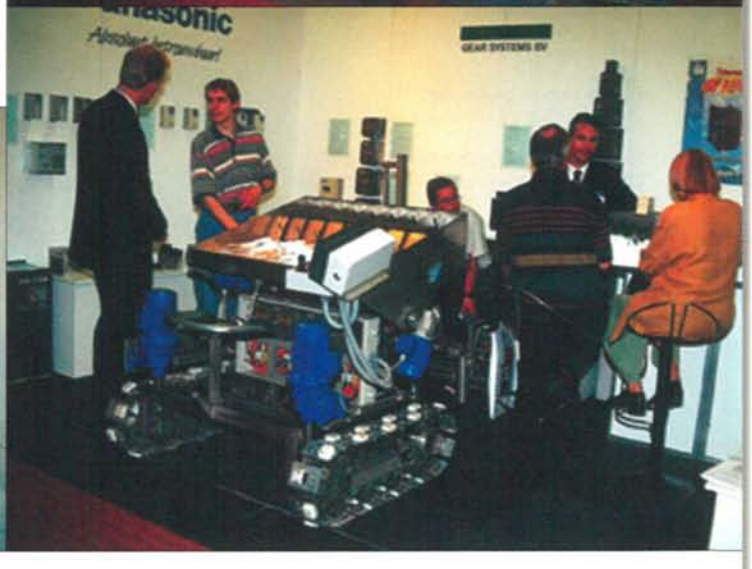
Aangedreven door een gunstig investeringsklimaat, de economische groei en met een permanente noodzaak van een optimalisering van efficiency voor ogen zet de aandrijf- en besturingstechniek vol vertrouwen koers naar 2000. Fabrikanten, leveranciers, afnemers en gebruikers prikkelen elkaar tot ontwikkelingen op het gebied van de elektrische, hydraulische, mechanische en pneumatische aandrijf- en besturingstechniek.
Stilstaan bij die innovaties, het uitwisselen van kennis en informatie én het persoonlijk contact met professionals. In september 2000 is het weer zo ver .

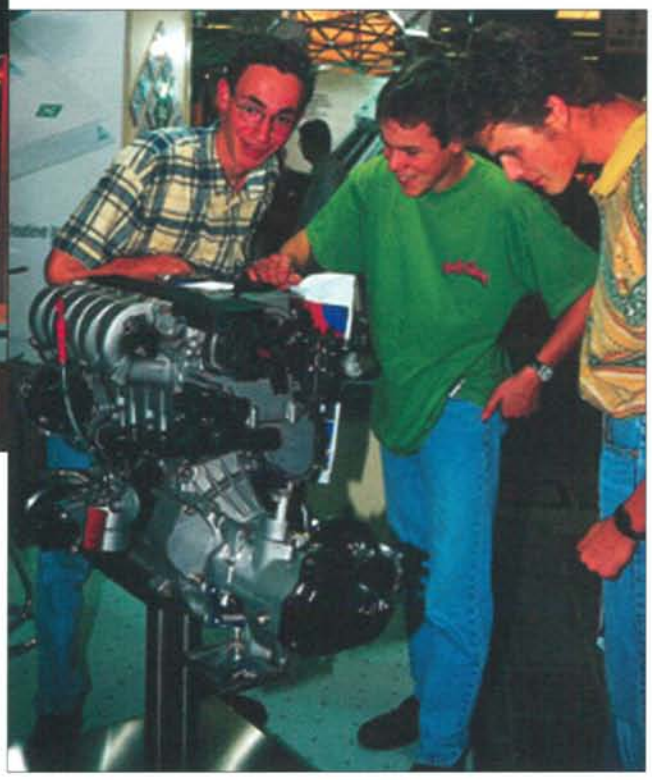
Vraag en aanbod ontmoeten elkaar

Van 25 tot en met 29 september 2000 vindt de 10e editie plaats van deze belangwekkende beurs in Europa voor de aandrijftechniek branche. Dé meest innovatieve 'Vakbeurs in Beweging' in ons land zorgt als geen ander voor het directe contact tussen de verschillende doelgroepen.

Veel meer dan een beurs

Met een uitbreiding van het expositieprogramma wijzigt Aandrijftechniek 2000 haar koers. Naast uiteraard de individuele





componenten uit de vier vakgebieden wordt er nog meer accent gelegd op het presenteren van totaaloplossingen en - systemen. Tevens wordt extra aandacht gegeven aan de 'nieuwe' sectoren engineering, besturingstechniek, produktie-automatisering en service en onderhoudt. De uitgebreide publiciteitscampagne richt zich op dan ook tot het vakbezoek vanuit de gehele industrie. Maar naast 'techniek' krijgen ook 'kennisoverdracht en 'entertainment' een speciale plaats rond de beurs en zorgen voor de juiste sfeer en veel dynamiek.

editorial

Wetenschappelijk...!!??

Als men het niet meer zo goed weet maakt men vaak gebruik van "stop toch"- woordjes. Hiermee geeft men aan dat er geen ruimte meer is voor discussie. "Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat" en "dat weet ik uit mijn ervaring" zijn voorbeelden die ieder wel kent.
Gaan we na wanneer we iets wetenschappelijk mogen noemen dan stuiten we op de woorden verifieerbaar en falsifieerbaar (Popper). Echter, dat blijkt niet zo best te werken en sinds de jaren 70 gaat men uit van een ander uitgangspunt, namelijk toepasbaarheid, bruikbaarheid. Leuk in dit verband is om te noemen dat men Popper gevraagd heeft of hij zijn eigen theorie m.b.t. het falsifiseren ook gefalsifiseerd heeft! Dat liep uit op een scheldkannonade. Gaan we uit van bruikbaar, toepasbaar dan komt dat enigszins verwrongen over bij de Universiteiten waar, om het op z'n zachts te zeggen, niet zoveel bruikbaars uitkomt. Het woord wetenschapper dient in dit verband danook herziening. Wel wil ik opmerken dat de samenstellers van Mikroniek echte wetenschappers zijn, zij maken iets bruikbaars!
Tot slot toch nog een verslag van een wetenschappelijk onderzoek.
Een Limburgse wetenschapper was veel tijd kwijt met bidden en wilde nagaan of dat bidden wel enige zin had. Daartoe ging hij in het universum van mensen kijken of hij een populatie kon vinden waarvoor meer dan gebruikelijk gebeden werd. Al snel vindt hij dan de Leden van het Koninklijke Huis. In elke Christelijke dienst wordt hiervoor gebeden. Dan bedenkt hij dat in deze groep iets, dat we erg op prijs stellen, versterkt aanwezig moet zijn. Hiervoor kiest hij de ouderdom die bereikt kan worden. Dat kan hij mooi toetsen! De behaalde leeftijden van de Leden van het Koninklijk Huis kan hij zo aflezen uit de geschiedenisboekjes. Hij doet dat en berekent het gemiddelde en de spreiding. Voor het gewone volk vraagt hij de gegevens op bij het Centraal Bureau voor de Statistiek. Wat blijkt nu bij het vergelijken van de gemiddelden? Het gewone volk wordt gemiddeld ouder dan de Leden van het Koninklijk Huis (dat zul je nu altijd zien). Aan de spreiding ziet hij echter dat het verschil niet significant is en dus is zijn wetenschappelijke conclusie:
Bidden is niet significant schadelijk.
Het is maar dat u het weet.

Flip Doorschot.

Energieconversie en vluchtsimulator op aandrijftechniek 2000

Tijdens de Aandrijftechniek 2000 toont de Technische Universiteit Delft onderzoek op het gebied van aandrijf- en besturingstechniek. De bezoekers kunnen kennis maken met het onderzoeksinstituut SIMONA en de afdeling Electrical Power Processing.

SIMONA is het International Research Insitute for Simulation, Motion and Navigation. Deze onderzoeksvluchtsimulator, die het resultaat is van de samenwerking tussen drie faculteiten van de TU Delft en vele bedrijven en instituten, is op dit moment wereldwijd de state of art in vluchtsimulatoren. In de simulator kan de besturing van allerlei typen vliegtuigen, helikopters, Zeppelins en ander nieuw vliegend materieel worden gesimuleerd. De simulator is modulair van opbouw (zowel hardware als software), zodat de te onderzoeken systemen snel uitgewisseld kunnen worden.

Door een vernuftig bewegingssysteem, gebouwd door de afdeling Werktuigbouwkunde van de faculteit Ontwerp Constructie en Productie, is het mogelijk vliegbewegingen zo natuurgetrouw te laten overkomen op de piloot. De door de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaart ontworpen cockpit heeft, door het toepassen van nieuwe materialen en een extreem stijve constructie, een laag eigen gewicht en een lage ligging van het zwaartepunt, waardoor de prestaties van de beweging van de simulator erg hoog zijn.
De faculteit Informatie, Techniek en Systemen is de derde betrokken faculteit en draagt zorg voor de interactieve aansturing van de simulator. Een schaalmodel van de vluchtsimulator (175x175x17 cm) geeft de bezoeker een indruk van de complexiteit en verwevenheid van de diverse aandrijf- en besturingssystemen in dit onderzoeksinstituut.
De afdeling Electrical Power Processing van de faculteit Informatie, Techniek en Systemen, is opgebouwd uit de vakgebieden Hoogspanningstechniek, Elektriciteitsvoorziening, Electromechanica en Vermogenselektronica. Binnen deze afdeling wordt naast het overdragen van fundamentele kennis in het onderwijs, onderzoek gedaan naar conversie, transport en distributie van energie.

Elektrische machines behoren tot de oudste en meest zichtbare toepassingen van de elektrotechniek. Hoewel machines volop toegepast worden, houden nieuwe eisen en nieuwe materialen de ontwikkelingen op dit gebied gaande. Zo wordt er gewerkt aan een lineaire machine met permanente magneten voor een positioneersysteem. Verder wordt er gewerkt aan generatoren voor direct drive windturbines. Ook wordt onderzoek gedaan naar de nieuwe toepassingsgebieden voor vermogenshalfgeleiders (transitoren en thyristoren). Deze nieuwe toepassingsgebieden zijn ontstaan doordat deze vermogenshalfgeleiders bij steeds hogere vermogens gebruikt kunnen worden.
Vermogenselektronica zal een integraal deel van de energievoorzieningssystemen gaan uitmaken en speelt een belangrijke rol in het toepasbaar maken van duurzame energie.

Dr. ir. C.J.M. Heemskerk, Fokker Space B.V.

Ruimterobots op aarde

Ruimtevaartbedrijf speelt ontwikkeling van

Mechatronische systemen zijn in opmars. Allerlei apparaten worden intelligent, van wasmachine tot automobiel. Industriële robots worden steeds vaker uitgerust met allerlei sensoren. Een nieuwe generatie van intelligente robot systemen vindt een toepassing in steeds meer sectoren: recente toepassingen zijn bijvoorbeeld te vinden in de microchirurgie, het huishouden, onderhoud en ontmanteling van kerncentrales, het positioneren van meetapparatuur, en in de off-shore. Wat systemen in al deze toepassingen gemeen hebben is dat ze opereren met een hoge mate van onafhankelijkheid en betrouwbaarheid. Het zijn complexe systemen, die naast moderne aandrijftechniek ook intelligente sensoren en regelaars omvatten, met prestaties die raken aan de grens van het mogelijke.

Fokker Space is een specialist in geavanceerde robotsystemen en mechatronica, en heeft in Europa een reputatie opgebouwd in de ruimtevaart. Verder bouwend op die ruimtevaartexpertise biedt Fokker Space nu ook oplossingen voor meer aardse problemen. Oplossingen waar niemand van kon dromen.

Na een korte inleiding over het grote ruimtevaart project European Robotic Arm gaat dit artikel in op recente "aardse" projecten: VLT, glazenwasrobot, zitmeetmat, dexterous gripper. Wat hebben deze projecten gemeenschappelijk, enwaar zitten de verschillen? Hoe worden dergelijke projecten aangepakt, hoe houdt u de technische en financiële risico's in de tang en wat komt eruit? Waarom kan het aantrekkelijk zijn om prototype ontwikkeling uit te besteden?

ERA

De European Robotic Arn (ERA) is een 11 meter lange ruimterobot, die op het Russische deel van het Internationale Ruimtestation de kosmonauten en astronauten zal assisteren bij assemblage en onderhoud. De arm wordt ontwikkeld in opdracht van de Europese ruimtevaart organisatie ESA, door een consortium van een tiental bedrijven uit zeven verschillende Europese landen, met daaronder weer een baaierd van toeleveranciers. Fokker Space is de hoofdaannemer van dit ambitieuze project; partners in Nederland zijn onder andere Stork Product Engineering en het Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium NLR. Het project heeft een omvang van enkele honderden miljoenen guldens en een looptijd van meer dan tien jaar.

In de ruimte zal deze 600 kg lichte robot straks met gemak modules tot 8000 kg sjouwen, snelheden tot 20 cm/s halen, en op millimeters nauwkeurig werken. De programma's worden voorbereid op de grond, en uitgevoerd onder supervisie van de astronauten aan boord. Het liefst doen zij dat met behulp van een laptop computer en video monitors vanuit de relatieve veiligheid binnen in het ruimtestation, maar soms ook met behulp van een speciaal ruimtebestendig bedieningspaneel tijdens een ruimtewandeling.

Uiteindelijk wordt er slechts een enkel vluchtmodel van de arm gebouwd, dat medio volgend jaar in Rusland zal worden afgeleverd. De meeste kwalificatietests zijn nu met goed gevolg afgelegd. Diverse testmodellen zijn al goedgekeurd en in gebruik in

sleutelrol in prototype-mechatronische systemen

Rusland, onder andere een onderwatermodel, waarmee de astronauten in een gigantisch zwembad kunnen oefenen op operaties in gewichtsloosheid.
Het omvangrijke project kende vele mechatronische ontwerpuitdagingen: de arm moet zeer autonoom kunnen werken, in een extreem vijandige omgeving een operationele levensduur van tenminste 12 jaar halen, na een willekeurige fout volledig operationeel blijven en na twee opeenvolgende fouten nog steeds volkomen veilig zijn voor de astronauten. Verder is de arm symmetrisch en kan met behulp van het grijpmechanisme aan iedere hand wandelen naar een andere werkplek op het ruimtestation.

Om nauwkeurig te kunnen positioneren is de robot uitgerust met een drietraps-regeling: In eerste instantie wordt de te plaatsen module grof voor het doel gepositioneerd met behulp van encoders in de robot gewrichten. Vervolgens wordt de module uitgelijnd aan de hand van een retroreflecterend referentiepunt en automatische beeldbewerkingssoftware in de centrale computer, en uiteindelijk wordt de doelpositie bereikt door een actieve krachtregeling op basis van een krachtsensor in de robotpols. In totaal 42 microprocessoren zorgen ervoor dat dit snel maar toch veilig gebeurd.

VLT

In opdracht van de Europese organisatie ESO wordt hoog in de Chileense Andes gewerkt aan een nieuwe telescoop. Deze Very Large Telescope (VLT) is samengesteld uit eerst 4 afzonderlijke telescopen. Later worden daar nog 4 kleinere hulptelescopen aan toegevoegd. Op verschillende manieren kunnen de astronomen het licht van de verschillende telescopen combineren tot waarnemingen met ongekende nauwkeurigheid. Zo is een van de doelen het rechtstreeks waarnemen van planeten bij naburige sterren (tot nu toe is het bewijs voor het bestaan van planeten altijd indirect geweest).

Om de lichtbundels van de verschillende telescopen adequaat te combineren wordt iedere telescoop voorzien van een optische ver-

tragingslijn. In een ondergronds gangenstelsel worden de lichtbundels met spiegels als het ware opgevouwen om de beoogde vertraging te bereiken. Sleutelonderdeel van iedere vertragingslijn is een karretje dat een reflector (spiegel) over een slag van tientallen meters tot op enkele nanometers nauwkeurig in positie brengt en houdt. Dit karretje wordt ontwikkeld door een internationaal consortium van bedrijven onder leiding van Fokker Space. Ondertussen is het eerste karretje geslaagd voor de acceptatietest en wordt het in Chili in zijn tunnel ingebouwd. Karretje nummer 2 en 3 zijn in aanbouw, terwijl de aanbesteding van nummer 4 wordt voorbereid. Het totale project heeft een omvang van meer dan tien miljoen gulden en een looptijd van enkele jaren.

Ook dit project kende vele mechatronische ontwerpuitdagingen. Veel hing samen met de extreme positioneernauwkeurigheid die het systeem moet halen. Door een uitgekiend ontwerp is Fokker Space er in geslaagd dit te realiseren met een cascade schakeling van slechts 2 regelcircuits. De basis wordt gevormd door een zeer stijve wagon, die op drie geslepen wielen over gepolijste rails wordt voortbewogen door een speciaal door Fokker Space voor deze toepassing ontwikkelde lineaire elektromotor. De gewenste combinatie van slaglengte, positioneernauwkeurigheid, lage massa, en lage warmteontwikkeling was eenvoudigweg niet te koop. De wagon zorgt voor een "grof"positionering tot op een micrometer nauwkeurig.

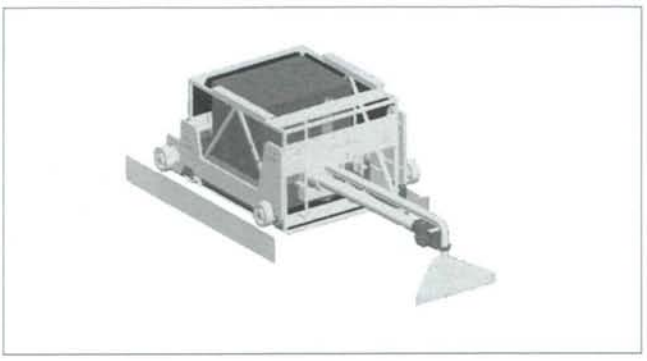
De tweede trap wordt gevormd door een minuscuul, maar uiterst nauwkeurig spiegeltje in het hart van het optische pad. Voortbewogen door een piëzo-actuator en een geavanceerde positieregeling brengt de gecombineerde positioneernauwkeurigheid in het nanometergebied.

De kwalificatie van een dergelijk systeem is een uitdaging op zich. De verstorende invloed van een heimachine werd creatief benut om aan te tonen dat het systeem robuust is tegen behoorlijke aardbevingen. 's Avonds na de normale werktijd, kon de airconditioning uit, liepen er geen mensen meer door het gebouw en was er geen zwaar verkeer meer in de buurt. Toch deden zich nog laagfrequente storingen voor met een uitslag van micrometers. Pas toen deze storingen waren teruggeleid tot een effect van de branding op de kust bij Katwijk, dat zich via het grondwater laat gelden op ons op heipalen rustende technisch gebouw in Leiden,

Glazenwasrobot

In opdracht van de Regionale Energie Maatschappij Utrecht (REMU) bouwt Fokker Space een speciale robot om moeilijk bereikbaar glas te kunnen bewassen. Het systeem moet werken in een kantoorruimte en daarbij geen spat- of druipwater genereren. Het systeem moet werken tot vele meters vanaf een balustrade. Projectomvang is in de orde van een miljoen gulden en de looptijd twee jaar.

Het ontwikkelde systeem bestaat uit een karretje, dat vrijwel autonoom over bestaande horizontale steunbalken kan rijden, en



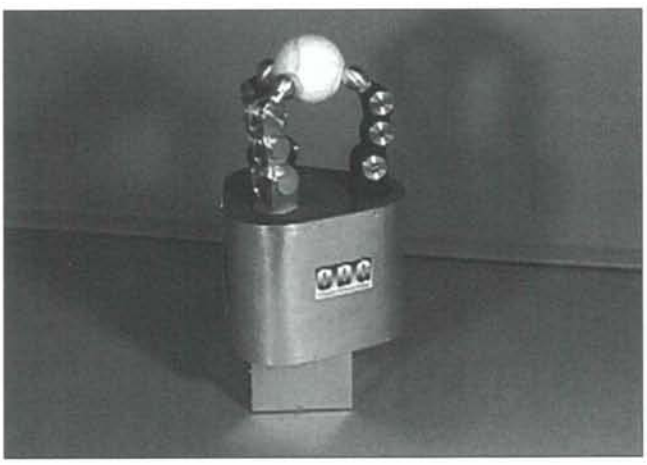
dat de ramen bewast met een speciale waskop en een aangepast stoomvacuüm wasproces. Het karretje wordt met een kraanwagentje vanaf de balustrade op de steunbalken geplaatst. Toegelaten belastingen op vloeren, ondersteuningen en liften geven een drastische beperking aan de systeemmassa. Op dit moment worden karretje en kraan gerealiseerd en samengebouwd.

Het beheersen van kosten en doorlooptijd waren in dit project van groot belang. Een gefaseerde aanpak en regelmatig overleg met de klant houden de voortgang transparant en onder controle

Zitmeetmat

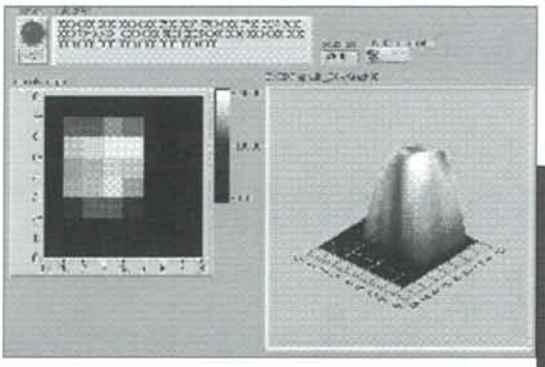
In opdracht van Ideon Twente ontwikkelt Fokker Space een meetmat waarmee onderzoek gedaan kan worden naar de krachten die optreden tijdens het zitten. De mat is gebaseerd op een door Fokker Space op eigen investering en in eerste instantie voor ruimtevaarttoepassingen ontwikkeld principe van resistief meten van contactkrachten. Projectomvang is in de orde van 100.000 gulden en de looptijd in de orde van een jaar.

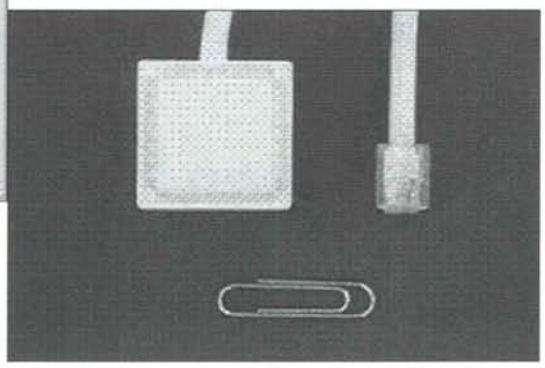
Naast een beheersing van projectkosten en doorlooptijd speelden in dit project als sleuteleisen de geschiktheid voor serieproductie, flexibiliteit van de mat en nieuwe, compacte elektronica. In ruil voor een eigen investering in de doorontwikkeling van de basistechnologie blijft Fokker Space eigenaar van de technologie voor toepassingsgebieden buiten de directe opdracht.



Dexterous Gripper

Op basis van marktverwachtingen zowel in de ruimtevaart als daarbuiten, ontwikkelt Fokker Space op eigen investering nieuwe robottechnologie op menselijke schaal. Een voorbeeld daarvan is





de Compact Dexterous Gripper. Het eerste prototype heeft drie vingers met ieder vier, afzonderlijk te besturen vrijheidsgraden. De vingers leveren een knijpkracht tot 50 N en kunnen samen een willekeurige voorwerp tot 200 mm groot grijpen. Een eenmaal gegrepen voorwerp kan nog in zes vrijheidsgraden beperkt bewogen worden. De grijper is bedoeld als onderdeel van een robot met mensachtige manipulatievaardigheden, bijvoorbeeld om een astronaut te vervangen tijdens routinematig onderhoudswerk op het internationale ruimtestation, maar zou evengoed een onderdeel kunnen worden van een appelplukautomaat.

Het eerste prototype van de grijper is ontwikkeld in een grootschalige samenwerking in een team met Fokker Space medewerkers, stagiaires en afstudeerders van o.a. TH Rijswijk, Tinbergen (nu Mondriaan geheten) en TU Delft. In een vervolgproject zijn afstudeerders van de Haagse Hogeschool (MESO) en Hogeschool Groningen betrokken.

Sleutels tot succes

Groot of klein, tien jaar of een half jaar doorlooptijd, er zijn diverse sleutelfactoren die het een ontwikkeling tot een succes maken:

- Overleg met de klant over de specificaties: wat zijn de hoofdeisen, wat is nice-to-have? Vaak moeten de eisen in de loop van het project worden aangepast aan de nieuwste inzichten bij de klant. Originele uitgangspunten en wijzigingen dienen goed te worden bijgehouden
- Gefaseerde projectaanpak: Of het project wordt aangenomen op basis van een harde prijsafspraak of dat er op basis van nacalculatie gewerkt wordt, faseren geeft zowel de opdrachtgever als de uitvoerder een handvat bij het beheersen van de kosten en voortgang.
- Budgetbeheer: Tijd, geld en techniek. Alle spelers in het project moeten regelmatig hun voortgang meten en afzetten tegen de oorspronkelijke planning. De factor tijd is medebepalend in technische ontwerpbeslissingen. Niet meten is niet weten. Maar dit geldt ook voor technische budgetten. In veel systemen speelt er beperking aan massa, stroomverbruik of rekentijd. Ook deze technische budgetten moeten worden gebudgetteerd en bewaakt.
- Onderbouwde keuzes: Alle belangrijke ontwerpbeslissingen worden vastgelegd met motivatie en alternatieven, juist ook als er bij gebrek aan tijd voor een uitgebreide analyse of simulatie wordt gekozen op basis van ervaring of "buik-gevoel". Dit maakt het eenvoudiger en sneller om terug te komen op een eerder genomen ontwerpbeslissing als nadere informatie beschikbaar komt (back-tracking). En in ieder ontwikkelproject van enige omvang komt dit regelmatig voor.
- Bewaken van interfaces: zowel binnen het te ontwikkelen systeem als in de relatie met de buitenwereld moeten interfaces (in onderling overleg!) worden afgesproken en vastgelegd. Bij interne interfaces moet vooral gelet worden op een duidelijke scheiding van functies, zeker als de verschillende kanten van een interface door verschillende partijen. Externe interfaces zijn in grote mate bepalend voor de functionaliteit van een te ontwikkelen systeem. Niet goed vastleggen leidt vrijwel zeker tot acceptatieproblemen in een later stadium.
- Goede afspraken over de ontwikkellogica – hoeveel modellen van welk type worden wanner verwacht?, hoe diepgaand moet er geanalyseerd en gesimuleerd worden voordat er een uiteindelijke versie van het systeem gebouwd kan worden? Hoe uitgebreid moet er worden getest?
- In een vroeg stadium goede afspraken maken over het intellectueel eigendom. Wie wordt de eigenaar van het apparaat en van de onderliggende technologie. Hoe gaat men om met eventuele patenten en draagt de daarmee verbonden kosten?
- Balanceren tussen bewezen oplossingen en wetenschappelijke doorbraken. Afhankelijk van projectomvang, doorlooptijd en de sleuteleisen van de klant zal deze balans anders uitvallen. Puur vertrouwen op traditionele engineering levert over het algemeen een robuust, maar lomp en traag systeem. Maar teveel vertrouwen op vernieuwing leidt uiteindelijk tot tegenvallende prestaties of waanzinnige overschrijdingen van kosten of doorlooptijd.
- Zoeken naar toepassingen waarin ruimtevaart en aardse toepassingen elkaar kunnen versterken. Geavanceerde mechatronische systemen zijn daarbij een speerpunt

Conclusie

Van heel groot tot relatief klein: ontwikkelprojecten volgen in grote lijnen de zelfde patronen. Methoden en technieken die oorspronkelijk zijn ontwikkeld voor het managen van grote en complexe ontwikkelprojecten in de ruimtevaart kunnen met succes worden toegepast op ontwikkelingen daarbuiten. Uitbesteding van prototypeontwikkeling kan interessant zijn bij een chronisch onderbezette ontwikkelafdeling of bij projecten met een complexiteit die een in-house ontwikkeling overstijgen.

Hydrauliek en pneumatiek, een markt in beweging

Het laatste decennium van de vorige eeuw heeft een voortgaande groei laten zien in zowel de hydrauliek- als de pneumatiekmarkt. De omzet in de hydrauliekmarkt is met 46 % gestegen en de pneumatiekmarkt met 87 %. Sterke jaren in de hydrauliek waren vooral 1996 (+20 %) en 1998 (+38 %). In de pneumatiek kon men zich vooral in de jaren 1993 (+3 5%), 1994 (+17 %), 1995 (+13%) en 1997 (+15 %) verheugen op een meer dan gemiddelde groei. Sedert de vorige vakbeurs is de hydrauliekmarkt met 17 % gestegen en de pneumatiekmarkt met 13 %. Vooral na de spectaculaire stijging van 38 % in 1998 in de hydrauliek moest in 1999 enig gas teruggenomen worden (-9 %). De pneumatiekmarkt stagneerde in 1998 en 1999 na de fraaie groei van 15 % in 1997. Deze gegevens zijn o.a. ontleend aan de jaarlijkse enquêtes die de Federatie Hydrauliek en Pneumatiek (FHP) onder haar leden houdt. Aangezien 70 tot 80 % van de omzet in Nederland door de FHP-bedrijven wordt gerealiseerd, geeft bovenstaande ontwikkeling een betrouwbaar beeld van de trends. De genoemde percentages betreffen uitsluitend omzet in Nederland afgezet. De exportomzet doet het in de hydrauliek duidelijk beter (60 % t.o.v. 46 %). De totale hydrauliekmarkt wordt in Nederland geschat op 650 miljoen gulden en de pneumatiekmarkt op 260 miljoen gulden.

Omzettrends hydrauliek- en pneumatiekmarkt				
Omzettrends	Hydrauliek	uitsl.	Pneumatiek	uitsl.
Jaren	totaal incl. export	Ned	totaal incl. export	Ned
1990	100*	100*	100*	100*
1996	133	125	132	165
1997	140	117	149	189
1998	173	161	151	190
1999	160	146	148	187

1. Voor elk van de afzonderlijke kolommen is de betreffende omzet in 1990 op 100 gesteld.

Actuele marktontwikkelingen

Hoewel de economische groeicijfers anders doen vermoeden, moet helaas geconstateerd worden dat er sprake is van een afname in de hydrauliek- en pneumatiekmarkt in 1999 ten opzichte van 1998. Ten opzichte van 1997 is de markt op niveau gebleven. Enige stagnatie is toch aan de orde. De belangrijkste oorzaken zijn:

- Negatieve groei van de industriële productie in Nederland in de 1e helft van 1999. Pas vanaf augustus keerde de trend;
- Laag niveau van investeringen in de offshore markt ten gevolge van de lage olieprijzen in de 1e helft van 1999.
- Stagnatie van de Duitse economie over geheel 1999;
- Globalisering van de industrie, waardoor internationale concurrentie toeneemt met als gevolg prijsdruk;
- Geringe investeringsbereidheid in verband met het nieuwe Millennium.

Doordat zowel de industriële productie weer stijgt, de offshore industrie - zij het schoorvoetend - weer tekenen van leven toont en de Duitse industrie mede dankzij de sterke dollar weer groei laat zien, zijn de verwachtingen voor de nabije toekomst positief. Het proces van globalisering zet ongetwijfeld door en E-commerce zal daar in bepaalde deelgebieden een nadrukkelijke rol gaan spelen. In deze veranderende wereld zullen de Nederlandse ondernemers ongetwijfeld de uitdagingen aangaan en expansiemogelijkheden benutten.

Technische ontwikkelingen

De hydrauliek wordt gekenmerkt door grote kracht- en vermogensdichtheid met een zeer dynamisch karakter vanwege de geringe zich bewegende massa's. Daar waar robuustheid, hoge betrouwbaarheid en constructieve beperkingen in ruimte een rol spelen, wordt aan hydrauliek veelal de voorkeur gegeven. Er vinden heel veel ontwikkelingen plaats zij het geen spectaculaire. De hydrauliek komt als het ware steeds meer in de grip als we het zo mogen noemen. Niet dat dit in het verleden niet zo was, maar theoretisch is hydrauliek steeds nauwkeuriger te doorgronden en voorspelbaar te ontwerpen. Op het gebied van hydrostatische eenheden (pompen en motoren) is er een voortgaande ontwikkeling in technische vereenvoudiging van constructies met minder onderdelen en een nog compactere bouwvorm. Hydraulisch-mechanische besturingsoplossingen worden sinds jaren, en deze trend zet zich steeds verder door, vervangen door elektrisch hydraulische besturingen. De koppeling met andere besturings- en regelprocessen wordt daarmee steeds eenvoudiger. Biologisch afbreekbare, niet toxische vloeistoffen als medium kunnen meer en meer worden ingezet. In toenemende mate wordt hiermee namelijk al in het basisontwerp van hydraulische componenten en eenheden rekening gehouden.

Pneumatiek is uniek

De technische ontwikkelingen in het vakgebied pneumatiek zijn in de afgelopen 10 jaren dusdanig veelzijdig dat je niet meer kunt spreken van pneumatiek alleen, maar meer in het bijzonder van "intelligente pneumatiek". De doorontwikkelde productietechnieken hebben het onder andere mogelijk gemaakt dat de afmetingen zijn verkleind. Ook de vormgeving kon worden aangepast en de doorlaatcapaciteiten van besturingsventielen kon worden

Waar een wiL iS
maar nog
geen weg...

Daar komt de *instrumentmaker* in aktie!

3- en 4-jarige MBO-opleidingen in metaal/mechatronica, glas, optiek en lasertechnologie.

Informatiemiddagen:
Maandag 11 december 2000,
19 februari, 26 maart en 23 april 2001
van 13.30 - 16.00 uur

Open Huis:
Vrijdag 2 februari 2001
van 18.30 tot 21.00 uur
Zaterdag 3 februari 2001
van 10.00 tot 15.00 uur

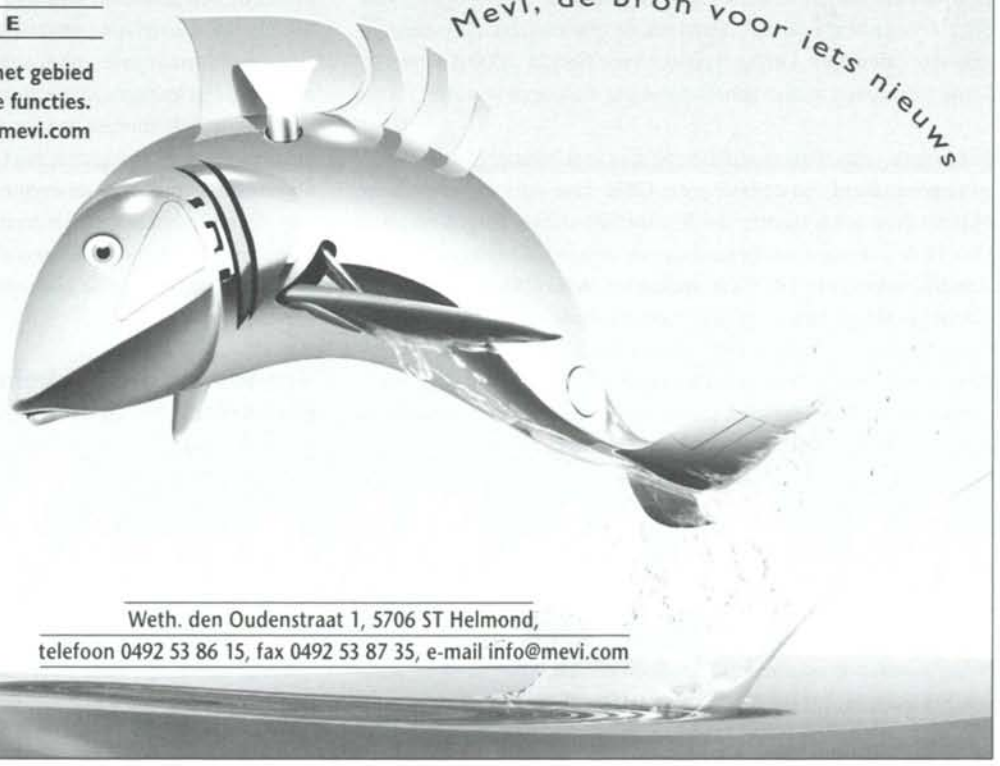
Leidse Instrumentmakersschool
Vakschool voor precisietechniek
Einsteinweg 61, 2333 CC Leiden
Telefoon 071-5681168
Fax 071-5681160
Website www.lis-mbo.nl
E-mail heuvelman@lis-mbo.nl

L iS
Leidse
instrumentmakers
School

geoptimaliseerd. Daarnaast scheppen de ontwikkeling en aanmaak van onderdelen uit nieuwe materialen, zoals polyurethaan en keramiek, nieuwe mogelijkheden. Afgezien van nieuwe productiemethoden en materiaalontwikkelingen is de integratie van aanvullende constructies bij aandrijfcomponenten, zoals mechanische geleidingen, een lastenverlagend voordeel voor de constructeur. Deze onmisbare vakspecialisten hebben het al moeilijk genoeg met het maken van keuzes aangaande "bewegen en beheersen". Vooral op het vakgebied van "beheersen" komen de pneumatiekfabrikanten de gebruiker steeds meer tegemoet door de daarvoor benodigde elektronica te integreren in pneumatische componenten zoals bijvoorbeeld in ventieleilanden, etc. Het koppelen van pneumatische componenten aan bussystemen zoals de profibus en vele anderen is reeds enige tijd werkelijkheid. Binnenkort worden decentrale besturingseenheden ook integraal ondergebracht in de ventieleilanden. In dat geval spreken we niet meer over componenten maar over functie-eenheden, compact van vorm en multifunctioneel. Ook logistiek gezien brengen al deze ontwikkelingen meer eenvoud in het bestelproces. Pneumatische technologie is door het onafscheidelijke huwelijk met andere technologieën zeer volwassen en niet meer weg te denken bij onze hedendaagse industriële automatiseringsprocessen.

Mevi
FIJNMECHANISCHE
INDUSTRIE

Het neusje van de zalm op het gebied van prototypes en complete functies.
Voor meer info: http://www.mevi.com



Weth. den Oudenstraat 1, 5706 ST Helmond,
telefoon 0492 53 86 15, fax 0492 53 87 35, e-mail info@mevi.com

Mechanische en elektrische aandrijfkracht kan vakbeurs goed gebruiken

In de afgelopen jaren heeft omzet in de markt van de mechanische en elektrische aandrijftechniek flink onder druk gestaan. Voor de mechanische aandrijftechniek was 1998 nog een goed jaar met een omzetstijging van ongeveer 12 % ten opzichte van 1997. In 1999 daarentegen kon slechts een minimale stijging van 0,2 % gerealiseerd worden ten opzichte van het jaar daarvoor. Rekeninghoudend met een prijsstijging van zo'n 2 % in 1999 betekent dat in werkelijkheid een daling van het volume in dat jaar. De elektrische aandrijftechniek heeft na een stijging in 1998 van ongeveer 9 % ten opzichte van 1997 in het afgelopen jaar een omzetdaling van enkele procenten moeten opvangen.

Tijdens een recent gehouden enquête onder de leden van de Vereniging voor Aandrijftechniek (VVA) blijken de ondernemers in deze vakgebieden van de aandrijftechniek wel optimistisch te zijn voor het jaar 2000. Men verwacht een lichte omzetstijging van circa 4 %. Echter, ook hier dient men de te verwachten prijsstijgingen in te calculeren. Dit betekent dat voor het jaar 2000 daadwerkelijk slechts een matige omzetstijging te realiseren zou zijn.

Niet alleen omzetcijfers zijn belangrijk, veel belangrijker is de winstgevendheid van de bedrijven. Deze staat sterk onder druk en blijft in deze vakgebieden van de aandrijftechniek zorgen baren. Ook in de periode voorafgaand aan de vorige Vakbeurs Aandrijftechniek in 1997 was sprake van een zelfde trend. Kennelijk slaagt men er in deze branche maar niet in deze trend om te buigen. Evenals in 1998 verwachtte 57 % (!) van de ondernemers ook in 1999 een gelijkblijvende of slechts licht stijgende margeverbetering. Met dien verstande dat het aantal ondernemers dat een stijging verwachtte iets groter was dan in 1998.

Genoemde trends qua omzet- en margecijfers zijn representatief voor de markt van de mechanische en elektrische aandrijftechniek. Met 80 leden realiseert de VVA ongeveer tweederde van de totale omzet van deze twee vakgebieden van de aandrijftechniek. De totale markt voor de mechanische aandrijftechniek in Nederland wordt geschat op ongeveer 600 miljoen gulden. Voor de elektrische aandrijftechniek ligt dat op ongeveer 410 miljoen gulden.

Ontwikkelingen in de mechanische aandrijftechniek

Een ontwikkeling die zich enkele jaren geleden al aandiende, zet door. Het kleiner worden van de aandrijvingen. Anders gezegd, bij gelijkblijvende afmetingen kan meer koppel worden afgegeven. Een gegeven waarvan door de constructeurs dankbaar gebruik wordt gemaakt. Ook zij krijgen meer en meer de vraag om compacter te bouwen.

Daarnaast zijn er ook ontwikkelingen op het gebied van het industriële design. Met name de vormgeving is de laatste jaren achtergebleven. Niet altijd kunnen de tandwielen nog nauwkeuriger worden geproduceerd. De vraag kan gesteld worden of de klant wel wil wachten op een nog nauwkeuriger tandwiel. Men wil wel nóg goedkoper inkopen en daarbij wordt dan wel vaker op het design gelet. Dit wordt mede ingegeven door wat men in het dagelijks leven als consument krijgt voorgeschoteld. Juist, dat zijn mooi vormgegeven producten. Waarom zou dat ook in de industrie niet kunnen. Een andere ontwikkeling die zich doorzet nadat deze zich voor de vorige vakbeurs ook al had aangekondigd, is de opsteekreductor. Niet alleen vervalt hierdoor de kettingoverbrenging maar de constructeur kan ook compacter bouwen. Custom-build-aandrijvingen verschijnen ook steeds vaker op de markt. Deze worden veelal in comakership ontwikkeld. Dit is alleen mogelijk als de klant grote aantallen in het vooruitzicht kan stellen.

Trends en ontwikkelingen in de elektrische aandrijftechniek

- Inbouwen elektronica: De tendens van de afgelopen jaren was dat de frequentieregelaars samengebouwd werd met de motor. De nieuwe trend is dat ook steeds meer kleine elektrische aandrijvingen worden voorzien van ingebouwde elektronica.
- Bij deze decentrale ontwikkeling hoort ook, dat behalve frequentieregelaars ook softstarters en relais in de motor worden ingebouwd. Deze tendens geeft aan dat de decentrale besturing zijn weg verder gaat vervolgen.

Omzettrends	% van het totaal			Indexcijfers voor		
MECHANISCHE aandrijvingen	'97	'98	'99	'97	'98	'99
1. Koppelingen (schakelbaar/niet schakelbaar)	7	8	8	100	114	115
2. Remmen	1	1	1	100	99	85
3. Reduktiekasten (tandwiel-, wormwiel- en overige)	14	15	16	100	116	122
4. Motorreductoren (tandwiel-, wormwiel- en overige)	22	23	23	100	119	115
5. Omspanningsoverbrengingen (riem/V-riem, tandriem-, keting-	18	16	16	100	102	102
6. Riemvariatoren en overigemechanische variatoren	3	2	2	100	96	86
7. Lagers	12	11	10	100	99	92
8. Lineaire aandrijvingen	7	7	7	100	115	116
9. Overige componenten	16	17	18	100	117	110
Totaal MECHANISCHE aandrijvingen	100	100	100	100	112	112

Omzettrends	% van het totaal			Indexcijfers voor		
ELEKTRISCHE aandrijvingen	'97	'98	'99	'97	'98	'99
1. Generatoren en aggregaten	geen opgave			geen opgave		
2. Draaistoommotoren	44	43	39	100	105	92
3. Gelijkstroommotoren	2	1	1	100	84	83
4. Kleinmotoren	4	4	4	100	107	96
5. Servo-aandrijvingen	9	9	10	100	109	115
6. Regeling/besturing draaistroom/wisselingstroom/gelijkstroom	33	33	35	100	112	115
	2	2	2	100	75	78
7. Programmeerbare besturingen	3	3	4	100	168	173
8. Lineaire aandrijvingen	7	7	7	100	115	116
9. Overige componenten	3	4	5	100	132	116
Totaal MECHANISCHE aandrijvingen	100	100	100	100	109	106

- In de machinebouw is een sterke tendens naar modulebouw ontstaan. Machinefabrieken kopen steeds vaker subassemblies. Dit betekent bijvoorbeeld kant en klare stekkerbare motoren die met behulp van een vóórgefabriceerde kabel direct aangesloten kan worden. Dit geldt zowel voor de vermogens- als de signaalkabel.
- Bussystemen (Profibus, CAN) zetten hun groei verder door. Dit komt omdat de mogelijkheden uitgebreid zijn naar failsafebus en een bus met vaste aftasttijden etc.
- Omdat productieprocessen steeds sneller worden komen de lineaire motoren steeds meer in beeld. Op de Vakbeurs Aandrijftechniek zullen we ze ook veelvuldig tegenkomen.
- De subsidieregeling voor energiebesparing wordt nog steeds door de overheid gesteund. Producten die hiervoor in aanmerking komen zijn frequentieregelaars en motoren met verhoogd rendement. Wat dit laatste betreft heeft de ontwikkeling zich de laatste jaren versneld en is er nu een breed scala van motoren met verhoogd rendement te verkrijgen.

De NIEUWE SmartScope FLARE
Contactloos 2D/3D Videomeetsysteem

✔ Uniek 'elevating-bridge' ontwerp
✔ Hoge eindnauwkeurigheid
✔ Zelfkalibrerende traploze 12x zoomlens
✔ LED Ring- en Profielverlichting
✔ **Laserunit**, voor **zeer nauwkeurige hoogtemetingen** (E1 = ± 0,5 micrometer)
✔ Incl. geïntegreerd PC Pentium III Systeem
✔ Meetbereik vanaf X,Y,Z : 200 x 200 x 150 mm
✔ **Metingen volledig automatisch** (teach-in)

SMARTSCOPE FLARE

OGP Benelux BV - Koldingweg 19 - 9723 HL Groningen
Tel. 050 - 549 1610 - Fax 050 - 549 2700 - **www.ogp.nl**

OGP is wereldwijd marktleider met nu al meer dan 5.400 geplaatste systemen !

Naam deelnemer / Stand / Locatie / Standnummer

A & A techniek B.V. / C12 / 12 / 12.C126
A&E Trading BV / F100 / 12 / 12.F100
A.D.R.Aandrijftechniek Dinnissen / B021 / 10 / 10.B021
A.S.I. Soest B.V. / D040 / 11 / 11.D040
A.Z. Aandrijftechniek BV / F071 / 10 / 10.F071
A4 Hydrauliek BV / C050 / 12 / 12.C050
ABB Low Voltage / D030 / 12 / 12.D030
ABB Service BV / D032 / 12 / 12.D032
ABB b.v. (Automation Benelux) / D034 / 12 / 12.D034
ABC Controls BV / F050 / 11 / 11.F050
ABM Nederland Aandrijftechniek / E060 / 12 / 12.E060
ABT Academie Nederland / D020 / 9 / 9.D020
ACE - Stossdämpfer G.m.b.H. / G024 / 11 / 11.G024
AE Sensors B.V. / D120 / 9 / 9.D120
AHCI B.V. / F042 / 11 / 11.F042
AKN B.V. / F040 / 10 / 10.F040
ATB Aandrijftechniek B.V. / G047 / 10 / 10.G047
AXIS - Aandrijvingen BV / C010 / 12 / 12.C010
Aandrijf Technisch Buro b.v. / F032 / 12 / 12.F032
Action Control B.V. / F124 / 12 / 12.F124
Agritrans BV / B101 / 9 / 9.B101
Albert van der Perk b.v. / F021 / 12 / 12.F021
Alpatek B.V. / A068 / 11 / 11.A068
Alstom Nederland B.V. / E117 / 12 / 12.E117
Amca Hydraulic Fluid Power BV / C071 / 10 / 10.C071
Ammertech BV / B034 / 12 / 12.B034
Anorad Europe BV / E101 / 12 / 12.E101
Asco Joucomatic Benelux N.V. / F010 / 12 / 12.F010
Astro-Controls B.V. / C066 / 9 / 9.C066
Auto Electric Service B.V. / D001 / 9 / 9.D001
B & R Industriële Automatisering / F026 / 10 / 10.F026
B.V. PROFILTRA / A007 / 9 / 9.A007
BV Machinefabriek Vremac / E061 / 12 / 12.E061
Bakker Sliedrecht Elektro / A102 / 9 / 9.A102
Baumüller Benelux B.V. / D098 / 12 / 12.D098
Bearing Technologies Consultancy / E053 / 10 / 10.E053
Bega International b.v. / A045 / 12 / 12.A045
Benzler-TBA B.V. / C028 / 9 / 9.C028
Berendsen PMC B.V. / B040 / 9 / 9.B040
Biemans Lager Techniek VOF / B068 / 12 / 12.B068
Bierens Machinefabrieken B.V. / F002 / 11 / 11.F002
Boikon Aluminium / G040 / 11 / 11.G040
Brevini Nederland B.V. / A030 / 11 / 11.A030
/ A060 / 11 / 11.A060
/ . / /
Brookhuis Techniek / A074 / 11 / 11.A074
Bucher Klettgau GmbH / A090 / 9 / 9.A090
Burgaflex BV / A058 / 12 / 12.A058
Bégé Aandrijftechniek B.V. / A040 / 9 / 9.A040
Bönnekamp B.V. / B051 / 10 / 10.B051
C.C. Jensen A/S / B069 / 12 / 12.B069
Caldic Techniek B.V. / E026 / 10 / 10.E026
Camozzi Benelux BV / E034 / 12 / 12.E034
Centa Nederland B.V. / F060 / 12 / 12.F060
Combinatiebouw voor Industriële / A011 / 9 / 9.A011
Control Techniques B.V. / B010 / 10 / 10.B010
Conveyor Components BV / D090 / 9 / 9.D090
Crown Gear BV / F088 / 12 / 12.F088
Danfoss B.V. / C064 / 12 / 12.C064
Dani-tech B.V. / C056 / 12 / 12.C056
Denison Hydraulics Benelux B.V. / B010 / 11 / 11.B010
Dichtomatik B.V. / A091 / 9 / 9.A091
Dintra Transmissies B.v. / E022 / 10 / 10.E022
Drost Hydrauliek / E020 / 11 / 11.E020
Duranmatic B.V. / B002 / 11 / 11.B002
Dutchi Motors B.V. / A010 / 10 / 10.A010

Naam deelnemer / Stand / Locatie / Standnummer

Dyna Chains BVBA / A096 / 12 / 12.A096
Dynetics B.V. / A023 / 9 / 9.A023
E.H.G.-Interpower B.V. / G044 / 10 / 10.G044
ELEKTROMOTORENFABRIEK NIJMEGENE089 / 12 / 12.E089
ELMA B.V. / G023 / 10 / 10.G023
ELMEQ Nederland BV / G024 / 10 / 10.G024
EMR BV / / . /
EMZ GmbH / A021 / 12 / 12.A021
Eekels Elektrotechniek BV / G052 / 10 / 10.G052
Eisses Almere B.V. / A068 / 12 / 12.A068
Ektelo Aandrijftechniek BV / F001 / 11 / 11.F001
Elceestaal B.V. / F042 / 12 / 12.F042
Electramo NV / B024 / 9 / 9.B024
Electro ABI B.V. / D010 / 11 / 11.D010
Elincom Electronics B.V. / G032 / 11 / 11.G032
Elmekanic - Transfer BV / B025 / 9 / 9.B025
Elsevier Bedrijfsinformatie / bv / E069 / 10 / 10.E069
Elsto Aandrijftechniek / D060 / 11 / 11.D060
Emotron B.V. / E010 / 12 / 12.E010
Eplan / E086 / 12 / 12.E086
Esco Aandrijvingen B.V. / A041 / 10 / 10.A041
Euronorm Duursma Groep Zutphen / C012 / 9 / 9.C012
Europa-Koyo B.V. / B046 / 12 / 12.B046
F.H.P. Federatie Hydrauliek en / B002 / 12 / 12.B002
FAG Sales Europe - Nederland / A072 / 12 / 12.A072
FPT Nederland BV / A088 / 12 / 12.A088
FSP Benelux BV / B053 / 9 / 9.B053
Fairey Arlon BV / A025 / 10 / 10.A025
Festo Holding B.V. / E060 / 11 / 11.E060
Flender Nederland B.V. / E010 / 11 / 11.E010
Flexion bv / D010 / 12 / 12.D010
Freudenberg Simrit B.V. / E031 / 11 / 11.E031
GE Fanuc Automation Europa S.A. / F070 / 12 / 12.F070
GKN Uni-Cardan Nederland B.V. / A026 / 9 / 9.A026GSS Hydraulics BV / A011 / 12 / 12.A011
GTI Electroproject bv / B036 / 11 / 11.B036
Getronics Industrial Automation / F001 / 10 / 10.F001
Goedhart Process & Motion / B016 / 11 / 11.B016
Groneman BV / D026 / 11 / 11.D026
HYCOM B.V. / B012 / 9 / 9.B012
HYTOP B.V. / E040 / 10 / 10.E040
Handels- & Ingenieursbureau / C026 / 12 / 12.C026
Haskel Benelux B.V. / E042 / 12 / 12.E042
Heidenhain Nederland B.V. / C059 / 12 / 12.C059
Helmke B.V. / C116 / 12 / 12.C116
Hogeschool Zeeland / D116 / 12 / 12.D116
Holland Hydraulics bv / E053 / 12 / 12.E053
Hosta B.V. / B100 / 9 / 9.B100
Huberts B.V. / A107 / 9 / 9.A107
Hydac BV / E074 / 12 / 12.E074
Hydraudyne Hydrauliek / B.V. / A026 / 10 / 10.A026
/ B026 / 10 / 10.B026
/ A040 / 10 / 10.A040
/ B040 / 10 / 10.B040
Hydrauvision B.V. / E070 / 10 / 10.E070
Hydroflex Hydraulics B.V. / B090 / 9 / 9.B090
Hydropa-Nederland B.V. / A019 / 10 / 10.A019
Hydropack BV / E046 / 12 / 12.E046
Hydrosta B.V. / A123 / 12 / 12.A123
Hydroton BV / B116 / 12 / 12.B116
Hydrowa BV / D057 / 12 / 12.D057
Hytres BV i.o. / A001 / 9 / 9.A001
Hägglunds Drives / F051 / 10 / 10.F051
IKO Nippon Thompson Europe BV / E014 / 10 / 10.E014
IMI Norgren B.V. / B076 / 11 / 11.B076
IMO Industrie-Antriebseinheit / E071 / 10 / 10.E071

Naam deelnemer / Stand / Locatie / Standnummer

INA Nederland B.V. / C034 / 12 / 12.C034
IPAR Industrial Partners b.v. / A061 / 12 / 12.A061
Igus Nederland / C002 / 11 / 11.C002
Imtech Marine & Industry BV / A020 / 10 / 10.A020
Industrial Automation Link bv / D060 / 12 / 12.D060
Infranor S.A. / F046 / 10 / 10.F046
Inrada Group / B080 / 11 / 11.B080
/ C060 / 11 / 11.C060
KTR Kupplungstechnik GmbH / G043 / 11 / 11.G043
Kavee Hydraulics / C048 / 9 / 9.C048
Ketting Import My. BV / D088 / 12 / 12.D088
Ketting Techniek Nederland B.V. / G078 / 11 / 11.G078
Koch Kleeberg BV / G060 / 11 / 11.G060
Koning Aandrijftechniek BV / B010 / 12 / 12.B010
Koppen & Lethem Aandrijftechniek / C014 / 10 / 10.C014
Kors Kunststoffen B.V. / F021 / 11 / 11.F021
Kuiken Hytrans B.V. / B020 / 12 / 12.B020
KÖBO NEDERLAND B.V. / A034 / 12 / 12.A034
Kühne Industrie B.V. / E041 / 10 / 10.E041
LEGRIS B.V. / C090 / 9 / 9.C090
LENZE B.V. Aandrijftechniek / D070 / 12 / 12.D070
Leeuwtechniek B.V. / F036 / 11 / 11.F036
Leroy-Somer BV / B060 / 11 / 11.B060
Lieton B.V. i.o. / E068 / 12 / 12.E068
Linak Actuator-Systems B.V / B013 / 9 / 9.B013
Lineair Techniek Den Bosch BV / C070 / 10 / 10.C070
Louis Reyners B.V. / A002 / 10 / 10.A002
M. Bos & Zn B.V. / A117 / 12 / 12.A117
MAK Aandrijvingen B.V. / D024 / 10 / 10.D024
METAL WORK NEDERLAND BV / A054 / 10 / 10.A054
MIJNSBERGEN B.V. / F010 / 11 / 11.F010
MK Products / E050 / 10 / 10.E050
Mabotec B.V. / C013 / 9 / 9.C013
Mata Kunststoffen B.V. / D026 / 9 / 9.D026
Maxon Motor Benelux B.V. / C002 / 9 / 9.C002
Merrem & La Porte BV / D016 / 9 / 9.D016
Mikrocentrum / A050 / 10 / 10.A050
Minimotor Benelux B.V.B.A. / F043 / 12 / 12.F043
Morskate Aandrijvingen BV / C051 / 10 / 10.C051
Motion Control Automation BV / A120 / 9 / 9.A120
Motrac Hydrauliek B.V. / A061 / 11 / 11.A061
MultiComponents Benelux BV / A061 / 9 / 9.A061
NMF Techniek BV / G014 / 11 / 11.G014
NYQUIST B.V. / D002 / 11 / 11.D002
National Electrical Carbon B.V. / A041 / 9 / 9.A041
Neita Techniek B.V. / A052 / 9 / 9.A052
Nord Aandrijvingen Nederland BV / F060 / 11 / 11.F060
OLAER NEDERLAND B.V. / A071 / 12 / 12.A071
Oetiker Nederland B.V. / G001 / 11 / 11.G001
Oil Control Nederland B.V. / F014 / 10 / 10.F014
Omron Electronics B.V. / A091 / 12 / 12.A091
Optibelt Nederland B.V. / F002 / 10 / 10.F002
Oriental Motor (Europa) GmbH / A001 / 10 / 10.A001
Overveld Techniek B.V. / A078 / 11 / 11.A078
P.B.F. Drive systems/Electronics / E002 / 10 / 10.E002
P.I.V. Aandrijftechniek BV / A051 / 10 / 10.A051
PNEU/TEC B.V / E058 / 10 / 10.E058
Parker Hannifin B.V. / A071 / 10 / 10.A071
Phoenix Contact B.V. / E116 / 12 / 12.E116
Poclain Hydraulics Benelux B.V. / A011 / 10 / 10.A011
Precisa Motoren NV / B075 / 11 / 11.B075
Precisiemetaal-Bearings B.V. / A027 / 9 / 9.A027
Premotec BV / D066 / 9 / 9.D066
Q Plus B.V. / B095 / 12 / 12.B095
R & S Hydrauliek-Pneumatiek VOF / C120 / 9 / 9.C120
ROLLON. B.V. Lineairtechniek / F077 / 12 / 12.F077

Naam deelnemer / Stand / Locatie / Standnummer

ROVC Technische Opleidingen / B050 / 10 / 10.B050
RR Holland B.V. / A066 / 9 / 9.A066
RSH Hillegom B.V. / A017 / 9 / 9.A017
Renishaw plc / A003 / 9 / 9.A003
Rexnord / A010 / 11 / 11.A010
Rittal BV / E088 / 12 / 12.E088
Robert Bosch BV / A116 / 12 / 12.A116
Rockwell Automation B.V. / F022 / 11 / 11.F022
Rotero Holland B.V. / D040 / 10 / 10.D040
Rotor BV / A010 / 12 / 12.A010
SKF Multitec Benelux B.V. / B104 / 12 / 12.B104
SKF Nederland / B088 / 12 / 12.B088
SM Cyclo Benelux BV / B028 / 11 / 11.B028
SMC Pneumatics BV / B072 / 12 / 12.B072
STEGMANN BV / E127 / 12 / 12.E127
STODT / F022 / 10 / 10.F022
Scheutjens Systeemhydrauliek BV / D040 / 9 / 9.D040
Schneider Electric / E040 / 11 / 11.E040
Sealtech S.A. / G046 / 11 / 11.G046
Siemens Nederland N.V. / C088 / 12 / 12.C088
Sigma Control V.O.F. / F052 / 10 / 10.F052
Spanpartner bv / F070 / 10 / 10.F070
Spruit Transmissies bv / E026 / 11 / 11.E026
Stamhuis Lineair Techniek & / G020 / 11 / 11.G020
Steel Supply b.v. / B058 / 12 / 12.B058
Stemin Machinefabriek BV / B019 / 9 / 9.B019
Stromag NV / B056 / 9 / 9.B056
Stuifmeel Techniek bv / C040 / 9 / 9.C040
Sun Electric Nederland B.V. / A101 / 12 / 12.A101
T.U.Delft / D124 / 12 / 12.D124
TECE ALMERE BV / B069 / 11 / 11.B069
TKC Trommelmotoren B.V. / B067 / 9 / 9.B067
TR-Electronic Nederland BV / E002 / 11 / 11.E002
Technisch Bureau Eltromat B.V. / D010 / 9 / 9.D010
Technisch Bureau Hollink B.V. / C037 / 11 / 11.C037
Technisch Bureau Koppe BV / E020 / 12 / 12.E020
Technisch Handelsbureau EPE- / C040 / 10 / 10.C040
Technische Maatschappij / D014 / 10 / 10.D014
Tecnotion B.V. / F069 / 12 / 12.F069
Ten Hagen & Stam / A101 / 9 / 9.A101
Ter Horst BV / B128 / 12 / 12.B128
Thrige Electric A/S / G071 / 10 / 10.G071
Timmers Aandrijftechniek B.V. / A033 / 12 / 12.A033
UBEL B.V. / D052 / 12 / 12.D052
UNETO Unie van Elektrotechnische / C001 / 10 / 10.C001
UNIS Group bv / C067 / 12 / 12.C067
Unidrive Bours Transmissions BV / C050 / 10 / 10.C050
VHE Techniek B.V. / B031 / 9 / 9.B031
VIMARC B.V. / A012 / 9 / 9.A012
VNM Gear Systems B.V. / B059 / 12 / 12.B059
Vacon Benelux B.V. / B066 / 9 / 9.B066
Van Eyle & Ruygers BV / F116 / 12 / 12.F116
Van Vliet Pijnacker B.V. / C001 / 11 / 11.C001
VarioDrive Aandrijf- en / C048 / 11 / 11.C048
Vector Aandrijftechniek B.V. / C010 / 11 / 11.C010
Vereniging FME CWM / C002 / 12 / 12.C002
Voith Nederland BV / C129 / 12 / 12.C129
Vraag & Aanbod / B002 / 10 / 10.B002
WAGO Nederland / F076 / 11 / 11.F076
Walda Impuls B.V. / F023 / 10 / 10.F023
Western Electric Europe B.V. / G072 / 11 / 11.G072
Wippermann Nederland BV / C100 / 9 / 9.C100
ZVS Techniek B.V. / A020 / 9 / 9.A020
de Graaf Aandrijvingen BV / B120 / 9 / 9.B120
euro Hübner benelux b.v. / F020 / 12 / 12.F020
van der Graaf B.V. / A044 / 12 / 12.A044

Ernst Hozee

Aandrijven en een serie presentaties

Integreren (en differentiëren) was ooit in onze schooltijd een licht schrikwekkend vooruitzicht. Nu vindt de technicus in dit begrip vaak de oplossing voor kwalen bij de toepassing van werkplaatstechnieken.Aandrijven is hiervan een goed voorbeeld. Energiebron, energie-overdracht, actuatoren en een precisie besturing laten zich niet zomaar samenvoegen om dan hun beoogde taak efficiënt en nauwkeurig te volbrengen. Een zorgvuldige integratie, die rekening houdt met de specifieke mogelijkheden en beperkingen van alle componenten en hun interacties, is een noodzakelijke voorwaarde voor de goede werking van de aandrijfinstallatieDe klassieke indeling in mechanische, elektrische, hydraulische en pneumatische aandrijvingen levert nauwelijks nog hanteerbare onderscheidingen. Om nog niet te spreken van de daarnaast noodzakelijke besturingen. Vanzelfsprekend is het eindeffect van een aandrijving nog steeds een mechanische, fysieke verplaatsing. Maar wat bewerkt die verplaatsing? Vaak een elektromagnetische actuator, maar even vaak een hydraulische of pneumatische. Ook zijn hybride systemen niet onbekend. Bovendien wordt het resultaat van de beweging vaak elektrisch gemeten en evenzo teruggekoppeld naar het (elektronische) besturingssysteem. Zo ontstaat al de eerste innige samenwerking tussen "M" en "E". Een zelfde verband zien we bij hydraulische aandrijvingen, ook daar is integratie nodig tussen het bewegingsmechanisme, een intermediair en de krachtbron. Het is interessant te bemerken dat als intermediair de eeuwenoude hydraulische vloeistof, water, een renaissance beleeft. Water is niet brandbaar en milieuvriendelijk. Een beperking vormen de nauwere temperatuurgrenzen waarbinnen water als hydraulische vloeistof kan worden toegepast. Momenteel zijn van pneumatische aandrijvingen weinig opvallende ontwikkelingen te vermelden. Toch worden ook daar steeds nieuwe componenten aangeboden en verbeterde mogelijkheden tot efficiënte integratie van systemen.

De basiselementen in iedere aandrijving zijn de primaire krachtbron: meestal een elektromotor, een overdrachtmedium: elektrische stroom, vloeistof of gas., en een besturingssysteem. Daarnaast is er een veelheid aan ondersteunende componenten nodig, zoals schakel- en beveiligingsmateriaal, leidingen, drukregelaars en stuurkleppen. Dit alles bestuurd door een zeer, of matig, intelligent elektronisch stuursysteem.

De keuzemogelijkheden waarderen

Leveranciers van componenten bieden een uiterst rijk palet aan actuatoren, leidingmateriaal, schakelaars en ventielen, losse controllers en meetsystemen. Alle mogelijke componenten voor de vier genoemde aandrijfmethoden zijn te kust en te keur te koop bij de vakhandel. De Beurs Aandrijftechniek toont dat meer dan voldoende aan. Met de catalogi en hun specificaties in de hand kan men een redelijk systeem samenstellen. Met het nodige sleutelwerk zijn de gekozen componenten zeer wel tot een systeem samen te bouwen. Maar werk dat ook duurzaam volgens de, hopelijk vooraf, gestelde specificaties?

Leveranciers van complete systemen wijzen op de sluimerende kansen op storingen en onnauwkeurigheden die hen bedreigen die zelf een eenvoudige aandrijving gaan samenstellen.
Alleen een gedegen integratie op basis van vooraf bepaalde parameters biedt de mogelijkheden van storingsarme, nauwkeurige en reproduceerbare verplaatsingen bij de aan te drijven machinedelen in een meer complexe installatie. De aandrijftechniek is in de loop der jaren een vakgebied met vele interessante facetten geworden en de ontwikkelingen staan niet stil.

De beurs en de voordrachten

Een rijk palet aan componenten, systemen en dienstverlening staan klaar om bekeken en beoordeeld te worden. Enige steun bij deze overstelpende keuzemogelijkheden bieden de parallel aan de beurs georganiseerde Techno-ochtenden:

Mechanische facetten van aandrijvingen	26 september
Elektrische facetten van aandrijvingen	27 september
Hydraulische facetten van aandrijvingen	28 september
Pneumatische facetten van aandrijvingen	29 september

Rondom deze thema's zijn telkens vier voordrachten geprogrammeerd, waarin het thema integratie en nieuwe ontwikkelingen in het vakgebied ruim aandacht krijgen. Ook economische overwegingen komen aan de orde zoals aanschaffingsprijs versus "lifcycle"kosten en het rendement van de installatie in verband met het energiegebruik. Deskundige en praktijkervaren sprekers leiden de thema's in en bieden de toehoorders criteria om hun keuzes te onderbouwen. 's Middags kunnen zij het aanbod op de beurs zelf toetsen aan de voordrachten.

OCHTENDCONGRESSEN

PARALLEL AAN DE BEURS AANDRIJFTECHNIEK 2000

Focus op aandrijven

Technologie voor moderne aandrijf- en positioneringssystemen

Inclusief beursbezoek parallel aan

AANDRIJFTECHNIEK 2000

Voordrachten door deskundigen uit de volgende bedrijven:

FOCUS MECHANISCH
Dinsdag 26 september

Te Strake BV
Fokker Space BV
Demcon Twente BV
Rotor Aandrijftechniek BV

FOCUS ELEKTRISCH
Woensdag 27 september

Vector Aandrijftechniek BV
Nyquist Industrial Control BV
Control Techniques BV
Baumüller Benelux BV

FOCUS HYDRAULISCH
Donderdag 28 september

Corus Iron Services BV
Berendsen PMC BV
Fairey Arlon BV
Scheutjens Systeemhydrauliek BV

FOCUS PNEUMATISCH
Vrijdag 29 september

Astro Controls
Geveke Werktuigbouw
Parker Hannifin BV
Rexroth BV

DINSDAG 26 T/M VRIJDAG 29 SEPTEMBER 2000
CONGRESZAAL BERNHARD, KONINKLIJKE JAARBEURS UTRECHT

- Positioneren en meten
- Systeemvergelijkingen
- Aanpak en risico's
- Besturingsconcepten
- Trends

- *Congressen van 09.00 tot 13.00 uur*
- *Lunch inbegrepen*
- *Inclusief toegang aandrijfbeurs*
- *Deelnamekorting voor NVPT-leden*

Organisatie:

TECHNO VISION & SOLUTION

In samenwerking met:
Branchecentrum Precisietechnologie, een initiatief van

NVPT
NEDERLANDSE VERENIGING VOOR PRECISIETECHNOLOGIE

Mikroniek

Jaarbeurs Exhibitions & media

Aanmelden:
E-mail: tvs@ext.eur.nl
Fax 010-4089222
Tel. 010-4082162

OF VUL DE BON UIT DEZE FOLDER IN

FOCUS OP

Aandrijven en besturen heeft zich ontwikkeld tot een mechatronische topsport. Betrouwbaarheid, dynamiek en nauwkeurigheid zijn daarbij essentieel, waarvoor bij toepassingen in o.a. precisiesystemen voor materiaalbewerkingen, assemblage, productie, logistiek, en kwaliteitscontrole zeer goede alternatieven worden geboden. Energiebron, energie-overdracht, actuatoren en een precieze besturing dienen samen hun beoogde taak efficiënt en nauwkeurig te volbrengen. Het resultaat dient een gecontroleerde fysieke verplaatsing te zijn, in het hele gebied van microsystemen tot grootvermogenstoepassingen. Nieuwe hard- en software biedt de mogelijkheid tot efficiënte integratie in systemen, als een noodzakelijke voorwaarde voor goede
Maar werkt dat ook
de vooraf gestelde
Per ochtendcongres
focus op een van de
gieën, de (on)mogel
state-of-the-art aan
resenteerd. De prak

Focus op mechanische aandrijvingen

Mechatronica, robots, nauwkeurigheid en snelheid

Dinsdag 26 september

Dagvoorzitter Ing. J.P.F. Arnold,
Branchecentrum Precisietechnologie, Rotterdam

09.00 Inschrijving
09.40 Welkom door Techno Vision & Solution
09.45 Opening en inleiding
10.00 Meten, overbrengen en positioneren
Ir. P.T. Rutgers, DEMCON Twente BV, Hengelo (Ov)
In veel producten moet nauwkeurig worden gepositioneerd. Er zal daarbij vaak een spelings- en hysteresevrije overbrenging nodig zijn tussen de positie waar wordt gemeten en de positie die nauwkeurig bekend moet zijn. Vanuit de ervaring van jarenlange ontwikkeling van mechatronische producten voor uiteenlopende bedrijven in diverse sectoren, wordt ingegaan op de techniek waarmee dergelijke overbrengingen zijn te realiseren, toegelicht aan de hand van praktijkvoorbeelden.
10.30 De juiste snelheid voor iedere toepassing
Ing. H.A. Weekhout, Rotor Aandrijftechniek BV, Eibergen
De voordracht beschouwt het raakvlak tussen elektrische en mechanische aandrijftechniek, met als middelpunt de asynchrone draaistroom –kortsluitanker- motor. De mogelijkheden, beperkingen van geregelde aandrijvingen, keuzefactoren en prestaties komen aan de orde. Een voorbeeld laat zien hoe kennis omtrent een aandrijving kan evolueren, met als resultaat besparing van kosten door meteen de juiste keuze te kunnen maken.
11.00 Pauze
11.20 Efficiënt positioneren, ook gelet de kostprijs
J. Gunsing, Te Strake BV, Deurne
Het bedrijf verzorgt serieproductie van mechatronische modules voor een aantal bedrijven in de elektronica, textiel, grafische en CD-fabricage en in de agro-retail sector. Daarbij zijn het nauwkeurig positioneren maar ook de kostprijs en time-to-market belangrijke aspecten. Dit vereist een multidisciplinaire aanpak. Als voorbeeld wordt een aandrijfmodule voor een high end inkt jet printer besproken.
11.50 Ruimterobots op aarde?
Dr.ir. C.J.M. Heemskerk, Fokker Space BV, Leiden
Intelligente robots vinden steeds meer toepassing: van microchirurgie via het hanteren van gevaarlijke materialen, werk aan kerncentrales, het positioneren van meetapparatuur tot offshore activiteiten. Robotsystemen hebben in al die gevallen gemeen het opereren in hoge onafhankelijkheid en betrouwbaarheid. Deze complexe systemen omvatten naast moderne aandrijftechniek ook intelligente sensoren en regelaars. De prestaties raken aan het onmogelijke. Gebaseerd op de ruimtevaartervaring zijn onverwachte oplossingen voor aardse problemen mogelijk. Hoe pakt men dergelijke projecten aan, hoe beheerst men de risico's, wat komt eruit?
12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek

Focus op elektrische aandrijvingen

Functie-integratie, servo-systemen en complexe bewegingen

Woensdag 27 september

Dagvoorzitter prof.dr.ir. A.J.A. van den Put
Technische Universiteit Eindhoven

09.00 Inschrijving
09.40 Welkom door Techno Vision & Solution
09.45 Opening en inleiding
10.00 Servotechniek, de trends en nieuwste mogelijkheden
Ing. F.H.L. ten Velde, Control Techniques BV – Sliedrecht
De ontwikkelingen in de elektrische servotechniek. Door de toenemende vraag naar flexibilisering, kortere omsteltijden, hogere productiviteit en prestaties worden servo aandrijvingen steeds vaker toegepast. Hierdoor vindt een continue evolutie en digitalisering van servoregelaars en terugkoppelorganen plaats. Er is een keuze tussen een centraal en een decentraal besturingsconcept, met intelligente regelaars en veldbussen. Wat zijn de specifieke kenmerken.
10.30 De applicatie regelaar, bouwsteen voor snelheids- en positieregeling
Ing. G.J. Bakker, VECTOR Aandrijftechniek BV - Rotterdam
Als meer dan een antwoord op de vraag naar universele regelaars voor aandrijfsystemen waarin verschillende functies zijn geïntegreerd, is een applicatieregelaar beschikbaar die de basisfuncties van aan-sturen voor zowel dkr- als (a-)synchrone servomotoren combineert met een geïntegreerde PLC- en positioneringsfunctie. Zo kunnen specifieke besturingsfuncties van de applicatie direct worden gecombineerd met de positioneringsbesturing. Dank zij de integrale benadering worden optimale prestaties bereikt die uitgaan boven de optelsom van motorreductor, regelaar en conventionele PLC-aansturing afzonderlijk.
11.00 Pauze
11.20 Ruime keuzes voor velerlei toepassingen
C.H.J. Brouwe, Baumüller Benelux BV - Zoetermeer
De lezing geeft een overzicht van verschillende motortypen en besturingen voor velerlei toepassingen. De nieuwste ontwikkelingen bieden lineaire synchroon-motoren, toepasbaar in de logistiek en als servo-aandrijving bij parkeergarages, container terminals, de grafische industrie; verder schijfankermotoren en borstelloze motoren zonder clogging effect en met zeer lage verliezen. Bij de besturingen zien we nu mogelijkheid tot communicatie met aanbinding aan de kantooromgeving en diagnose op afstand.
11.50 Modulaire besturingen voor complexe bewegingen
Ir. E.M.J. Smeets, Nyquist Industrial Control BV - Eindhoven
Steeds vaker eist de machinebouw diversificatie in aandrijvingen naar soort, vermogen of specialiteiten en daardoor tevens een modulair machine-ontwerp. Vaak zijn ook complexe bewegingen nodig. De oplossing voor deze vraag naar aangepaste systemen wordt geboden uitgaande van strategische en industriële sleutelcomponenten. Het resultaat is een moderne besturing die complexe functies kan vervullen. Maatwerk op klantenwens is daarbij mogelijk.
12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek

Programma congrescyclus beurs Aandrijftechniek 2000

Tijdens de beurs wordt een aantal congressen gehouden. De congressen worden georganiseerd door Techno Vision & Solution in nauwe samenwerking met: Branchecentrum Precisietechnologie, een initiatief van NVPT; de Jaarbeurs Exhibitions & media, Aandrijftechniek en hettijdschrift Mikroniek. Deze zogenoemde ochtendcongressen bieden de mogelijkheid om inhoudelijk kennis te nemen van de laatste ontwikkelingen op de verschillende deelgebieden. Na afloop kunt u met de verschillende sprekers van gedachte wisselen of gebruikmaken van de mogelijkheid om de beurs te bezoeken.
De volgende onderwerpen komen aan bod:
Positioneren en meten; Systeemvergelijkingen; Aanpak en risico's; Besturingsconcepten; Trends.
Kerninformatie:
- Congressen van 09.00 tot 13.00 uur
- Lunch inbegrepen
- Inclusief toegang aandrijfbeurs
- Deelnamekorting voor NVPT-leden

Aandrijven en Besturen
Aandrijven en besturen heeft zich ontwikkeld tot een mechatronische topsport. Betrouwbaarheid, dynamiek en nauw-keurigheid zijn daarbij essentieel, waarmee voor toepassingen in o.a. precisiesystemen voor materiaalbewerkingen, assemblage, productie, logistiek, en kwaliteitscontrole zeer goede alternatieven worden geboden. Energiebron, energie-overdracht, actuatoren en een precieze besturing dienen samen hun beoogde taak efficiënt en nauwkeurig te volbrengen. Het resultaat dient een gecontroleerde fysieke verplaatsing te zijn, in het hele gebied van microsystemen tot grootvermogenstoepassingen.
Nieuwe hard- en software biedt de mogelijkheid tot efficiënte integratie in systemen, als een noodzakelijke voorwaarde voor goede functionaliteit. Maar werkt dat ook duurzaam volgens de vooraf gestelde specificaties?
Per ochtendcongres wordt met de focus op een van de vier basistechnologieën, de (on)mogelijkheden van de state-of-the-art aandrijftechnologie gepresenteerd. De praktijk geldt daarbij als leidraad. Ook economische overwegingen komen aan de orde zoals aanschafprijs versus life-cyclekosten en het rendement van de installatie in verband met het energiegebruik.
Aansluitend kunt u op de beurs Aandrijftechniek zelf tot in detail kennisnemen van de nieuwe ontwikkelingen in aandrijfland.

Ochtendcongres focus op mechanische aandrijvingen

Dinsdag 26 september
Speciale aandacht voor mechatronica, robots, nauwkeurigheid en snelheid. Dagvoorzitter Ing. J.P.F. Arnold, Branchecentrum Precisietechnologie, Rotterdam

09.00 Inschrijving
09.40 Welkom door Techno Vision & Solution
09.45 Opening en inleiding
10.00 Meten, overbrengen en positioneren
Ir. P.T. Rutgers, DEMCON Twente BV, Hengelo (Ov)
In veel producten moet nauwkeurig worden gepositioneerd. Er zal daarbij vaak een spelings- en hysteresevrije overbrenging nodig zijn tussen de positie waar wordt gemeten en de positie die nauwkeurig bekend moet zijn. Vanuit de ervaring van jarenlange ontwikkeling van mechatronische producten voor uiteenlopende bedrijven in diverse sectoren, wordt ingegaan op de techniek waarmee dergelijke overbrengingen zijn te realiseren, toegelicht aan de hand van praktijkvoorbeelden.
10.30 De juiste snelheid voor iedere toepassing
Ing. H.A. Weekhout, Rotor Aandrijftechniek BV, Eibergen
De voordracht beschouwt het raakvlak tussen elektrische en mechanische aandrijftechniek, met als middelpunt de asynchrone draaistroom kortsluitankermotor. De mogelijkheden, beperkingen van geregelde aandrijvingen, keuzefactoren en prestaties komen aan de orde. Een voorbeeld laat zien hoe kennis omtrent een aandrijving kan evolueren, met als resultaat besparing van kosten door meteen de juiste keuze te kunnen maken.
11.00 Pauze
11.20 Efficiënt positioneren, ook gelet de kostprijs
J. Gunsing, Te Strake BV, Deurne
Serieproductie van mechatronische modules verzorgt Te Strake voor een aantal bedrijven in de elektronica, textiel, grafische en CD-fabricage en in de agro-retail sector. Daarbij zijn het nauwkeurig positione-

BRANSON

Ultrasoon verbinden met Servobesturing

Profileren van Amplitude en Kracht met Servostatief en Procescomputer.
- hogere lassterkte door een brede laszone
- verbeterde optische kwaliteit van de gelaste delen
- geringe materiaal uittreding
- verbeterde spanningsverdeling in de verbindingszone

De Amplitudeprofilering biedt voordelen bij amorphe thermoplasten.
De Krachtprofilering is optimaal toepasbaar bij deelkristallijnen materialen.

Kenmerken van het Servostatief:
- snel instellen van de werkhoogte
- hoge reproduceerbaarheid van de lascyclus
- geen perslucht nodig

BRANSON ULTRASONICS B.V.
Postbus 9
Techni-show
stand **9.B.041**
3760 AA Soest NL
Tel: +31 35 60 98 111
Fax: +31 35 60 98 120
Internet:
www.branson.nl

Voordrachten door deskundigen uit de volgende bedrijven:

Focus mechanisch Dinsdag 26 sept.	Focus elektrisch Woensdag 27 sept.	Focus hydraulisch Donderdag 28 sept.	Focus pneumatisch Vrijdag 29 sept.
Te Strake	*Vector Aandrijftechniek*	*Corus Iron Services*	*Astro Controls*
Fokker Space	*Nyquist Industrial Control*	*Berendsen PMC*	*Geveke Werktuigbouw*
Demcon Twente	*Control Techniques*	*Fairey Arlon*	*Parker Hannifin*
Rotor Aandrijftechniek	*Baumüller Benelux*	*Scheutjens Systeemhydrauliek*	*Rexroth*

ren maar ook de kostprijs en time-to-market belangrijke aspecten. Dit vereist een multidisciplinaire aanpak. Als voorbeeld wordt een aandrijfmodule voor een high-end inktjet printer besproken,

11.50 Ruimterobots op aarde?

Dr.ir. C.J.M. Heemskerk, Fokker Space BV, Leiden

Intelligente robots vinden steeds meer toepassing: van microchirurgie via het hanteren van gevaarlijke materialen, werk aan kerncentrales, het positioneren van meetapparatuur tot offshore activiteiten. Robotsystemen hebben in al die gevallen gemeen het opereren in hoge onafhankelijkheid en betrouwbaarheid. Deze complexe systemen omvatten naast moderne aandrijftechniek ook intelligente sensoren en regelaars. De prestaties raken aan het onmogelijke. Gebaseerd op de ruimtevaartervaring zijn onverwachte oplossingen voor aardse problemen mogelijk. Hoe pakt men dergelijke projecten aan, hoe beheerst men de risico's, wat komt eruit?

12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek.

Ochtendcongres focus op elektrische aandrijvingen

Woensdag 27 september

Speciale aandacht voor functie-integratie, servo-systemen en complexe bewegingen. Dagvoorzitter prof.dr.ir. A.J.A. van den Put - Technische Universiteit Eindhoven.

09.00 Inschrijving

09.40 Welkom door Techno Vision & Solution

09.45 Opening en inleiding

10.00 Servotechniek, de trends en nieuwste mogelijkheden

Ing. F.H.L. ten Velde, Control Techniques BV Sliedrecht

De ontwikkelingen in de elektrische servotechniek. Door de toenemende vraag naar flexibilisering, kortere omsteltijden, hogere productiviteit en prestaties worden servo-aandrijvingen steeds vaker toegepast. Hierdoor vindt een continue evolutie en digitalisering van servoregelaars en terugkoppelorganen plaats. Er is een keuze tussen een centraal en een decentraal besturingsconcept, met intelligente regelaars en veldbussen. Wat zijn de specifieke kenmerken.

10.30 De applicatie regelaar, bouwsteen voor snelheids- en positieregeling

Ing. G.J. Bakker, VECTOR Aandrijftechniek BV - Rotterdam

Als meer dan een antwoord op de vraag naar universele regelaars voor aandrijfsystemen waarin verschillende functies zijn geïntegreerd, is een applicatieregelaar beschikbaar die de basisfuncties van aansturen voor zowel dkr- en (A-)synchrone servomotoren combineert met een geïntegreerde PLC- en positioneringsfunctie. Zo kunnen specifieke besturingsfuncties van de applicatie direct worden gecombineerd met de positioneringsbesturing. Dank zij de integrale benadering worden optimale prestaties bereikt die uitgaan boven de optelsom van motorreductor, regelaar en conventionele PLC-aansturing afzonderlijk.

11.00 Pauze

11.20 Ruime keuzes voor velerlei toepassingen

C.H.J. Brouwer, Baumüller Benelux BV - Zoetermeer

De lezing geeft een overzicht van verschillende motortypen en besturingen voor velerlei toepassingen. De nieuwste ontwikkelingen bieden lineaire synchroonmotoren, toepasbaar in de logistiek en als servo-aandrijving bij parkeergarages, container terminals, de grafische industrie; verder schijfankermotoren en borstelloze motoren zonder clogging effect en met zeer lage verliezen. Bij de besturingen zien we nu mogelijkheid tot communicatie met aanbinding aan de kantooromgeving en diagnose op afstand.

11.50 Modulaire besturingen voor complexe bewegingen

Ir. E.M.J. Smeets, Nyquist Industrial Control BV - Eindhoven

Steeds vaker eist de machinebouw diversificatie in aandrijvingen naar soort, vermogen of specialiteiten en daardoor tevens een modulair machine-ontwerp. Vaak zijn ook complexe bewegingen nodig. Nyquist beantwoordt de vraag naar aangepaste systemen, uitgaande van strategische en industriële sleutelcomponenten. Het resultaat is een moderne besturing die complexe functies kan vervullen. Maatwerk op klantenwens is daarbij mogelijk.

12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek.

Ochtendcongres focus op hydraulische aandrijvingen

Donderdag 28 september

Speciale aandacht voor functie-integratie, servo-systemen en complexe bewegingen. Dagvoorzitter dr.ir. W. Post ,Technische Universiteit Delft

09.00 Inschrijving

09.40 Welkom door Techno Vision & Solution

09.45 Opening en inleiding

10.00 Waterhydrauliek als Aandrijftechniek in de zware industrie

Ir. G. Elffers , Corus Iron Services - IJmuiden

Hoewel water als hydraulisch medium veel langer in gebruik is dan minerale olie wordt het tegenwoordig alleen toegepast in speciale gevallen. Toch heeft de moderne waterhydrauliek een aantal gunstige eigenschappen die de keuze aantrekkelijk kunnen maken. Deze kenmerken zullen aan de hand van voorbeelden worden duidelijk gemaakt.

10.30 Nieuwe ISO-normen voor filtratie en effecten van magneet filtratie

Ing. P. Rozie, Fairey Arlon BV - Arnhem

De ISO-normen op het gebied van reinheid en filtratie zijn vrij drastisch gewijzigd, vanwege nieuwe technische mogelijkheden en ver-

nieuwde teststof. Presentatie van de achtergronden en interpretaties van de wijzigingen en het resultaat in de vorm van verbeterde informatie. Door H.H. Kleizen van de Technische Universiteit Delft werd onderzoek gedaan naar effecten van magnetische voorfiltratie in olie. De resultaten van dat onderzoek worden gepresenteerd.

11.00 Pauze

11.20 Ontwikkelingen bij de hydraulische techniek

A. Joosten, Berendsen PMC BV - Rijswijk

Ook bij de inmiddels klassieke hydraulische techniek zien we regelmatig nieuwe ontwikkelingen. Met name bij de aggregaten, de besturingen. Vooral bij de systeemintegratie, ook met andere aandrijftechnieken, ontstaan nieuwe mogelijkheden. Aan de hand van een aantal praktijkvoorbeelden zullen deze ontwikkelingen in de voordracht worden belicht.

11.50 Waterhydrauliek in de voedingsmiddelen industrie

H. Scheutjens, Scheutjens Systeemhydrauliek BV - Oostzaan

In de voedingsmiddelen industrie worden vele hydraulische systemen toegepast, bijvoorbeeld in slachterijen, slagerijen, of in kaasverwerkende bedrijven. De nieuwste Europese richtlijnen voor deze bedrijfstakken eisen, in verband met de milieu en hygiënische eisen, voorzieningen waaraan het beste kan worden voldaan door water-hydraulische systemen. De voordracht behandelt de voorschriften en de systeemmogelijkheden.

12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek

Ochtendcongres focus op pneumatische aandrijvingen

Vrijdag 29 september

Speciale aandacht voor systeemintegratie, luchtvoorziening en ventielen. Dagvoorzitter E.L. Hozee, Porta Marketing, Hengelo (Ov)

09.00 Inschrijving

09.40 Welkom door Techno Vision & Solution

09.45 Opening en inleiding

10.00 Systeemintegratie in de Pneumatiek, de toegevoegde waarde

Ing. R.C.A. Pullen, Parker Hannifin BV Oldenzaal

Verwijzend naar de internationale markt toont de voordracht, dat er bij de industrie grote behoefte bestaat aan bedrijven die totaal oplossingen bieden voor een meervoudige probleemstelling. Naast de gerichtheid op applicatiegebieden (voedingsmiddelen, maritieme, automobiel, hoogovens enz.) waardoor specialismen ontstaan, worden hierdoor ook de horizontale en verticale integratie van aandrijfdisciplines belangrijk. Er zijn zelfs al combinaties van beide integratievormen. Dit verruimt zelfs het begrip mechatronica. Een melkrobot dient als goed voorbeeld.

10.30 Van persluchtkwaliteit tot installatie

Ing. J. Nooijen, Geveke werktuigbouw BV - Amsterdam

Kiest u voor perslucht als aandrijfmedium dan is het belangrijk dat u ook kiest voor de juiste kwaliteit perslucht. Die bepaalt mede de functionaliteit van de aandrijfinstallatie. De kwaliteitsnormen zijn vastgelegd in een goede en geaccepteerde richtlijn voor zowel gebruiker als leverancier. Het vertalen van de kwaliteitsnorm naar apparatuur laat keuzes met voor- en nadelen. De betrouwbaarheid en de exploitatiekosten van het aandrijfsysteem zouden doorslaggevend moeten zijn in uw keuze.

11.00 Pauze

11.20 De betrouwbaarheid van elektro-pneumatische ventielen

F. Mylius, ASTRO Controls Alphen a/d Rijn

De spreker belicht in deze voordracht de principes van elektropneumatische ventielen, daarbij ondersteund door een audiovisueel animatie programma. Eerst worden de 3/2 magneetventielen behandeld, daarna krijgt de nieuwste generatie 3-, 4-, 5weg-hoofdventielen aandacht. Deze worden gestuurd door 4weg-pilootventielen. Deze generatie ventielen toont grote betrouwbaarheid en een vaste schakelsnelheid dank zij optimalisering van de schakelkrachten.

11.50 Drukregeling in de pneumatiek

Ing. M. Stoutjesdijk, Rexroth BV - Rotterdam

Bij de toenemende automatisering van processen worden ook steeds vaker elektropneumatische drukregelventielen toegepast. De klassieke pneumatiek kent manueel instelbare drukregelventielen of reduceertoestellen, die wel in luchtbehandelingseenheden worden gebruikt. PLC- of IPC-gestuurde installaties eisen echter dat ook de druk op afstand kan worden ingesteld. Dit, om kracht, draaimoment, baanspanning of luchtdoorstroming te regelen en zo het proces te beheersen. Een overzicht van de principes van deze componenten, criteria en toepassingen.

12.20 Lunch, daarna gelegenheid tot beursbezoek

Ochtendcongressen

Focus op aandrijven

Dinsdag 26 t/m 29 september 2000

Plaats: Bernhardzaal, Koninklijke Jaarbeurs Utrecht.

Prijs: De deelnameprijs per congres bedraagt f 295,- / Euro 134 p.p. excl. BTW. Leden van de NVPT betalen f 250,- / Euro 114 p.p. excl. BTW. U kunt voor meerdere congressen inschrijven.

Inlichtingen: Techno Vision & Solution, Burgemeester Oudlaan 50, Postbus 1738 - 3000 DR ROTTERDAM, telefoon: (+31) 010-408 2162, telefax: (+31) 010408 9222, E-mail:tvs@ext.eur.nl, Internet: http//www.technovision.nl.

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

Derk Brouns, Ingenieursbureau Spaan IBS

Verschillende cases

Dit artikel beschrijft een motion-controller die toegepast wordt in precisiemachines. In het eerste deel wordt de mogelijkheid van de besturingskaart aangegeven met een accent op meetmachines. In een aantal cases worden concrete toepassingsvoorbeelden gegeven.

Case 1: Cilinders meten met de BCM-meetmachine

De BCM-meetmachine is een meetmachine die wordt toegepast voor het meten van cilindrische meetobjecten (Botech Cilinder Meetmachine). De volgende features kunnen worden gemeten: diameter, cilindriciteit, coaxialiteit, rondheid, rondloop en rechtheid. De nauwkeurigheid van de machine is door een NKO gecertificeerde instantie bepaald op 2 micrometer in de voor deze metingen zo belangrijke radiale richting.

De machine is voorzien van drie assen: een rotatie as (C-as) een radiale as (X-as) en een axiale as (Z-as). De meting wordt uitgevoerd door de schakelende lasersensor die zich in de meetvork bevindt over het meetobject te schuiven. Wanneer de straal wordt onderbroken, wordt dit aan de besturing gesignaleerd.

De basis van de meetmachine bestaat uit een granieten vlakplaat die met passieve isolatie op en frame is geplaatst. De X- en Z-as worden door middel van luchtlagers op een vlak gelept granieten oppervlak getransleerd. Deze luchtlagers worden door middel van elastische elementen met de noodzakelijke aandrukkracht voorgespannen. Het meetobject wordt aan twee zijden op centerpunten ingespannen, om dit mogelijk te maken is een van beide koppen te transleren op luchtlagers. Een van beide centers kan nu worden aangedreven. De hoekpositie kan worden bepaald met een incrementele encoder die direct aan de center is gekoppeld.

Position capture

Een meetpunt wordt verkregen door de meetvork in X-richting naar de cilinder te transleren. Wanneer de lasersensor een trigger aan de besturing geeft wordt de positie van de X-as op het triggermoment in een buffer opgeslagen. Het is van groot belang dat er geen tijdsvertraging zit tussen het triggermoment en de het tijdstip waarop de positie wordt opgeslagen. Een gering tijdsverschil levert immers direct een ontoelaatbare meetfout. De triggering wordt daarom uitgevoerd met de zo genaamde position capture functie van de PMAC-besturingskaart. Met deze functie kan de actuele positie hardwarematig in een register worden opgeslagen zodra de sensor het meetobject registreert.

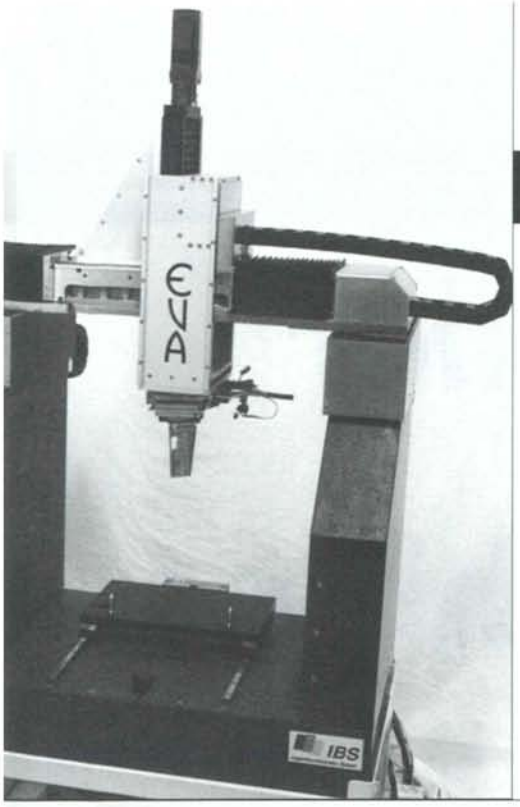
Softwarematige foutcompensatie

De nauwkeurigheid van deze machine wordt mede door softwarematige foutcompensatie behaald. Foutcompensatie berust op het feit dat de afwijking die elke geleiding bezit bestaat uit twee delen: een systematisch en een toevallig deel. De systematische afwijkingen zijn afwijkingen die reproduceren, over deze afwijking is de toevallige afwijking gesuperponeerd. Men kan tijdens de realisatie van een precisiemachine de geleiding meten en voor de systematische afwijkingen een correctie in de besturing toepassen. Vaak kan men met een correctie van de lineairiteitsafwijking, de afwijking in de bewegingsrichting van de as, reeds goede resultaten verkrijgen. Voor optimaal resultaat dient men echter alle zes de vrijheidsgraden van de as alsmede de onderlinge afwijkingen in haaksheid tussen de assen onderling te meten en te corrigeren.

Case 2: Bewegen met hoge baannauwkeurigheid met de lenzen draaibank

Voor het draaien van kunststof lenzen is een draaibank gerealiseerd. De machine bezit in het horizontale vlak een luchtgelagerde floating table waarop zich een beitelhouder bevindt voor maximaal vier diamantbeitels.
Een floating table is een volledig luchtgelagerde XY-tafel. Door Behalve van luchtlagers wordt ook gebruik gemaakt van lineaire motoren. De beitelhouder is hiermee volledig 'zwevend' van de basis opgesteld. De wrijving die de tafel ondervindt kan hierdoor worden verwaarloosd. De positie wordt bepaald door middel van twee glaslinialen met een resolutie van 10 nanometer.
Het werkstuk wordt met een spantang in een luchtgelagerde spindel geplaatst. Het voordeel van deze draaibank ten opzichte van conventionele R-Phi draaibank is dat een breed scala van lenstypen (sferen en a-sferen) gedraaid kan worden op een machine. In een R-Phi draaibank kan de beitel slechts roteren ten opzichte van een punt op de hartlijn, waardoor er slechts sferische lenzen kunnen worden gemaakt. Tijdens het draaiproces kunnen deze machines de beitel niet transleren.

Doelstelling van de besturing van een lenzendraaibank is in de eerste plaats een hoge baannauwkeurigheid. Een lens wordt gedraaid door de beitel langs een voorgeprogrammeerde baan over twee assen simultaan te laten bewegen. Wanneer de beitel



De EVA-testmachine voor vision camera's. Onder de letters EVA zijn de drie rotatie-assen zichtbaar. Onder kunnen op een slede de camera's met adapters worden geplaatst.

De BCM-cilinder meetmachine. De laser ontvanger en zender zitten in de vork in het midden. Ook de centers waartussen het product geplaatst wordt zijn duidelijk zichtbaar.

het voorgeprogrammeerde traject niet exact volgt, leidt dit tot afwijkingen in de lens die al snel tot afkeur leiden.
De volgfouten van de assen zijn tijdens een draaiproces teruggebracht tot maximaal vijf incrementen (50 nm). Het juist afregelen van zowel de snelheid als de acceleratie feedforward is van groot belang bij het halen van deze specificatie. Een andere actie die ondernomen moest worden om tot deze nauwkeurigheid te komen was het toepassen van software commutatie. In de meeste gevallen wordt een lineaire motor gecommuteerd door middel van geïntegreerde Hall-sensoren. De ruis in deze sensoren kan echter leiden tot ruis in het signaal dat de motorversterkers uitsturen, met alle nadelige gevolgen van dien. Het is echter mogelijk om de commutatie door de besturingskaart uit te laten voeren. De besturingskaart stuurt in dit geval twee van de drie sinusvormige fasen direct uit op basis van het positie meetsysteem. De versterkers zijn vervangen door lineaire versterkers. Omdat het meetsysteem incrementeel is, dient bij het opstarten van de machine wel de ligging van de motorfasen te worden bepaald.

Het af te leggen traject van de beitel wordt vastgelegd door middel van een puntenlijst waarbij de punten een onderlinge afstand van enige micrometers hebben. Omdat de 'look-ahead' van de besturing slechts enige posities is, diende wel een geheel nieuw algoritme voor de toolradius compensatie te worden geschreven (bij een toolradius van 0,8 mm en een stapgrootte van 4 µm is een look ahead van 200 punten noodzakelijk om oversnijding te voorkomen).

Case 3: De zevenassige EVA

De EVA is een machine waarmee visioncamera's op hun werking worden gecontroleerd. Deze camera's worden geïntegreerd in de ACM- en FCM-componentmounters van Philips EMT.
In deze machines worden componenten door een nozzle op een printplaat geplaatst. De ligging van de printplaat in de machine en van de component op de nozzle zijn echter aan afwijkingen onderhevig. Om de posities te bepalen wordt van visioncamera's gebruik gemaakt. Diverse typen camera's worden voor dit doel door Philips EMT ontwikkeld. De EVA (EMT Vision Analyzer) kan de meeste van deze camera's op hun werking testen. De EVA bestaat uit een camera slede waarop met adapters de camera's kunnen worden geplaatst en in de machine worden gereden. Boven deze camera bevindt zich een universele interface waaraan een printplaat of nozzle kan worden bevestigd. Deze kan vervolgens over drie assen worden getransleerd en over drie assen worden geroteerd.

De machine is gerealiseerd in een gantry-constructie: een dwarsas (X), een verticale Z-as en een dubbel uitgevoerde Y-as. Beide Y-assen zijn uitgevoerd met een positiemeetsysteem, een lineaire motor en precisie geleidingen met voorgespannen rollenlagering uitgevoerd. De X- en Z-as zijn standaard ingekochte translatieslades waarvan de X-as ook met lineaire motor is uitgerust en de Z-as met een spindel aandrijving. In verticale richting is bewust niet voor lineaire motoren gekozen omdat deze niet zelfremmend zijn. Bij een stroomuitval zal een verticale as met lineaire motor zich in beweging zetten.

De resolutie van de voor deze machine belangrijke X- en Y-assen is 0,1 µm. Om (thermische-) spanningen te voorkomen is de traverse waarop de X-as is gemonteerd aan de rechterzijde voorzien van een dubbele bladveer constructie. In de besturing worden beide Y-assen gezien als een aparte slede, ze zijn echter door middel van "electronic camming" met elkaar verbonden. Hiermee kan de scheefstand van de gantry worden gereduceerd tot enkele incrementen.

De rotatie-assen zijn onder de Z-as bevestigd en kunnen de interface in A en B richting roteren met een resolutie van 10 µrad en een nauwkeurigheid van 15 µrad. De C-as heeft een bereik van 360 graden en een resolutie en nauwkeurigheid van respectievelijk 17 µrad en 30 µrad.

P. Domburg, Vector Aandrijftechniek B.V.

Motioncontroller voor meetmachines

Dit artikel beschrijft een motioncontroller die toegepast wordt in precisiemachines. In het eerste deel wordt de mogelijkheid van de besturingskaart aangegeven met een accent op meetmachines. In een aantal cases worden concrete toepassingsvoorbeelden gegeven.

In veel meetmachines is het wenselijk automatisch een meetcyclus te kunnen uitvoeren. Hierdoor kan sneller gemeten worden en vaak ook met een meer constante nauwkeurigheid. De automatisering maakt de meetresultaten beter reproduceerbaar doordat de nauwkeurigheid niet meer afhankelijk is van de persoon die de meting uitvoert.
Wanneer een meting sneller uitgevoerd wordt kan in een productie proces vaker worden gemeten en soms zelfs, in lijn met de productie, ieder product worden gemeten. Dit levert een grotere zekerheid t.a.v. van de gewenste toleranties, product eigenschappen, kwaliteit enzovoort.

Voor het snel en nauwkeurig aansturen van de bewegingen die anders door een meettechnicus handmatig uitgevoerd worden zijn servo- en stappenmotor systemen een gebruikelijke keuze. De gewenste bewegingen kunnen in een motioncontroller worden geprogrammeerd. Voor meetmachines zijn een aantal specifieke zaken te noemen die niet op iedere motioncontroller aanwezig zijn.

'Meten is weten' en zo zal allereerst de meetnauwkeurigheid van de meetmachine bekeken moeten worden. Voor het nauwkeurig meten is het van belang over nauwkeurige actuatoren en meetopnemers te beschikken. De actuator zal de verplaatsing realiseren. Een meetopnemer levert een terugmelding van de actuele positie. Aan de hand van deze informatie kan worden vastgesteld dat de positie wel/niet bereikt is. Strikt genomen is een terugkoppeling van de actuele positie niet nodig als de actuator op basis van een stuursignaal nauwkeurig zijn gewenste positie inneemt.

Stappenmotor

De stappenmotor is een voorbeeld van een gestuurd systeem. Bij een stappenmotor bereikt men de nauwkeurigheid door een nauwkeurige bouw van de motor. Een verplaatsingsopnemer blijft in veel gevallen achterwege. De stappenmotor wordt naar een bepaalde hoekstand gestuurd door het statorveld een aantal stappen te verplaatsen en mits het systeem niet wordt overbelast zal de rotor een daarmee in een relatie staande hoekstand innemen. Bij een twee fase stappenmotor en een rotor met 50 gleuven bedraagt het aantal hele stappen per omwenteling 200 (is 4*50).

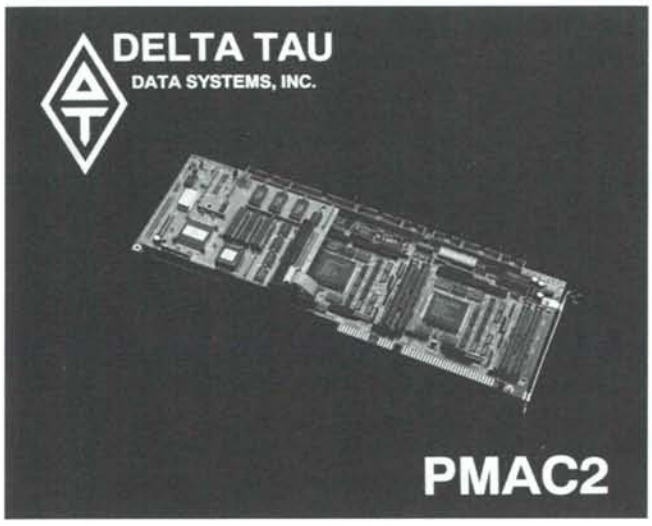
De stijfheid van een systeem met stappenmotoren kan zeer hoog zijn. Indien de wrijving gering is kan de absolute nauwkeurigheid en vooral ook de herhalingsnauwkeurigheid zeer goed zijn. De resolutie van de stap kan vergroot worden door microstepping toe te passen. Bij deze techniek worden de afzonderlijke fases niet alleen bekrachtigd maar wordt afhankelijk van de gewenste hoekstand van het statorveld ook de beide amplitudes van de stroom nauwkeurig en apart ingesteld. Op deze manier kan het statorveld ook in tussen liggende standen worden ingesteld.

Daar de stappenmotor aanzienlijk goedkoper is dan een servomotor en het benodigde vermogen bij veel meetmachines klein is, is een stappenmotor in veel gevallen een zeer goede keuze.

Bij een systeem waarbij de actuele positie wordt gemeten is het mogelijk om het eventueel uit de stap vallen van een stappenmotor te detecteren. Vaak kan de positioneernauwkeurigheid ook vergroot worden door de stappenmotor in een gesloten regeling op te nemen. Bedacht moet worden dat door de extra sensor het prijsverschil met een servomotor aanzienlijk kleiner wordt.

Servosysteem

Bij grotere vermogens zijn elektrische servosystemen de meest gebruikelijke keuze. De servomotor is zeer goed regelbaar in snelheid en positie. Bovendien is het koppelrimpel aanzienlijk kleiner en daarmee ook eventuele hinderlijke resonanties zoals deze zich soms voordoen bij stappenmotoren.



PMAC 2 als PC-insteekkaart.

Servomotoren zijn er in vele uitvoeringen zoals DC-servo, DC-brushless, AC-synchroon enzovoort. Afhankelijk van het te meten object en de gewenste nauwkeurigheid zal men een roterende dan wel een translerende servo/stappenmotor inzetten.

Motioncontroller

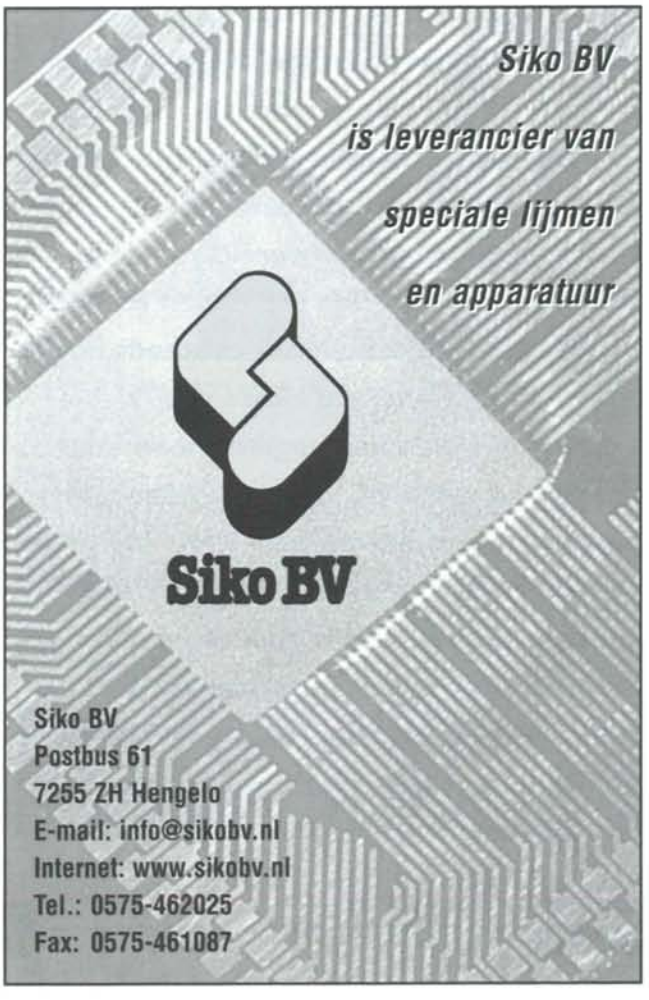
Voor de motioncontroller die toegepast wordt in een meetmachine gelden een aantal specifieke eigenschappen. Voor maximale flexibiliteit en een optimale prijs / prestatie verhouding houdt het in dat zowel een versterker voor een servo- als een stappenmotor aangestuurd moet kunnen worden. Doorgaans geschiedt het aansturen van een stappenmotor met een zogenaamd puls en direction signaal. De direction uitgang bepaalt de richting en via de step uitgang is het aantal uitgestuurde pulsen een maat voor de af te leggen afstand.
Het aansturen en regelen van een servosysteem vindt in veel gevallen nog altijd plaats met een analoog 0- (10 V signaal dat doorgaans een maat is voor de gewenste snelheid. In verband met de performance is een hoge nauwkeurigheid van de analoge spanning gewenst. We zien hier wel 16 en zelfs 18 bit digitaal naar analoog converters.

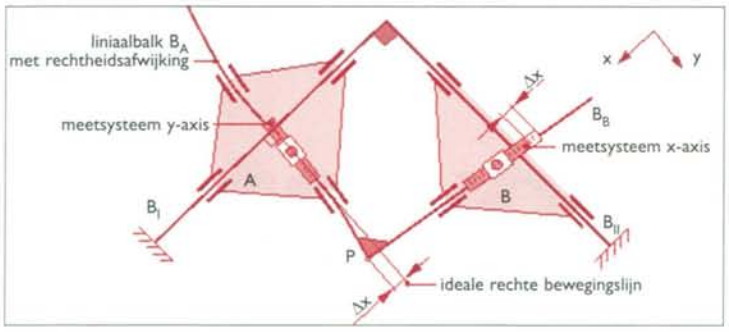
Voor het teruglezen van de actuele positie met behulp van een verplaatsings- of een hoekstandopnemer is een veel gebruikt formaat het incrementele S0, S90-signaal. De twee sporen A en B zijn 90 graden t.o.v. elkaar verschoven. Het aantal pulsen is bepalend voor de resolutie. Uit de ligging van het A en B spoor t.o.v. van elkaar is de richting te herleiden.

Voor de in te lezen positie informatie geldt dat de frequentie van het signaal zo hoog mogelijk dient te zijn. Geldt voor digitale S0, S90 encodersignalen bijvoorbeeld een maximale frequentie van een aantal megahertz. Door gebruik te maken van sincos-encoders kan zonder de frequentie verder te verhogen de positie informatie verder verbeterd worden. Deze analoge encoders leveren bijvoorbeeld 1000 sinus- en cosinusvormige cycli per motoromwenteling. Door met AD-omzetters te werken kan binnen een sinusperiode een aanzienlijk betere resolutie worden bereikt. Voor sincos-encoders zijn er al interpolatorkaarten verkrijgbaar die een factor 4096 maal meer resolutie leveren. De resoluties kunnen hiermee beneden de magische nanometer grens dalen.

Voor het in kunnen nemen van een referentie positie is het wenselijk dat er een nauwkeurige relatie gelegd kan worden met een gedefinieerd punt in de machine. Dit is soms een meettaster die een signaal afgeeft dat een product is gedetecteerd, soms een laser maar vaak ook een bepaald punt op het meetsysteem. Indien het bereiken van een referentie punt met behulp van een software interrupt van een processor wordt verwerkt dan ontstaat er een tijdvertraging die vaak in de grootte orde van vele microseconden ligt. Deze tijdvertraging is te vertalen in een positie fout. Door de relatie tussen het referentiesignaal en de actuele positie in hardware uit te voeren kan een aanzienlijk snellere afhandeling worden bereikt tot in de nanoseconden.

Vervolg 'Motioncontroller' in Mikroniek nummer 5



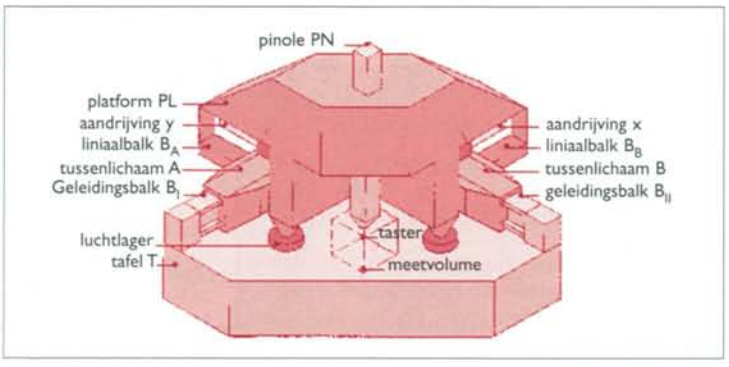


Afb. 2 De rechtheidsafwijking van liniaalbalk B_A veroorzaakt geen meetafwijking aangezien is voldaan aan het Bryan-principe: een onbedoelde translatie van de taster Δx wordt correct gemeten door het x-meetsysteem.

Naast de meetprincipes van Abbe en Bryan zijn een aantal andere maatregelen toegepast waardoor het aantal afwijkingen dat de meetnauwkeurigheid beïnvloed is beperkt. Zo heeft elke horizontale slede haar eigen verticale ondersteuning op de tafel, om veranderende belastingen op de lagers en geleidingen ten gevolge van de zwaartekracht te voorkomen als de sledes verplaatsen. Door deze maatregelen is het totale aantal afwijkingentermen dat de meetnauwkeurigheid bepaalt teruggebracht van het – voor een conventionele 3D-CMM – reguliere aantal van *dertig* naar *dertien* voor het hier voorgestelde CMM-concept.

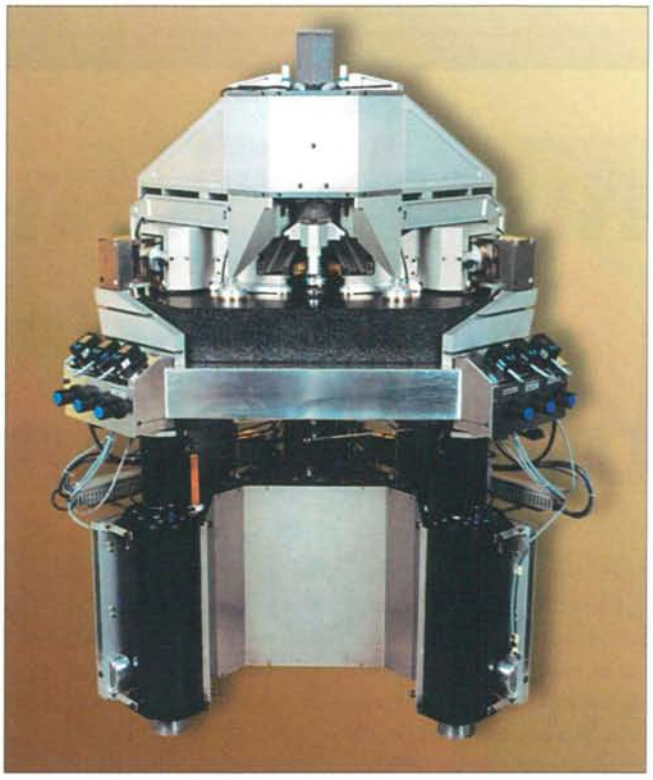
Mechanische Constructie

De positie van elke slede in de machine is vastgelegd volgens het principe van kinematisch bepaald ontwerpen. Dit houdt in dat elk van de zes vrijheidsgraden die een lichaam heeft (drie translaties en drie rotaties) slechts eenmaal wordt vastgelegd. Hierdoor worden interne spanningen in de machineonderdelen tijdens assemblage of tijdens temperatuursvariaties voorkomen. Om deze reden is afgezien van volledige symmetrie in afbeelding 1: liniaalbalk B_B heeft slechts een lagerpaar in plaats van twee. Op deze manier wordt de rotatie R_z van het platform rond de verticale as alleen vastgelegd door tussenlichaam A. Afbeelding 3 toont een 3D-aanzicht van de machine. Op tafel T wordt het meetobject geplaatst. De verticale slede, pinole PN, is geïntegreerd in het platform vanwege het hiermee samenhangend simpel tafelontwerp, een gunstig dynamisch gedrag en een constante aangedreven sledemassa,



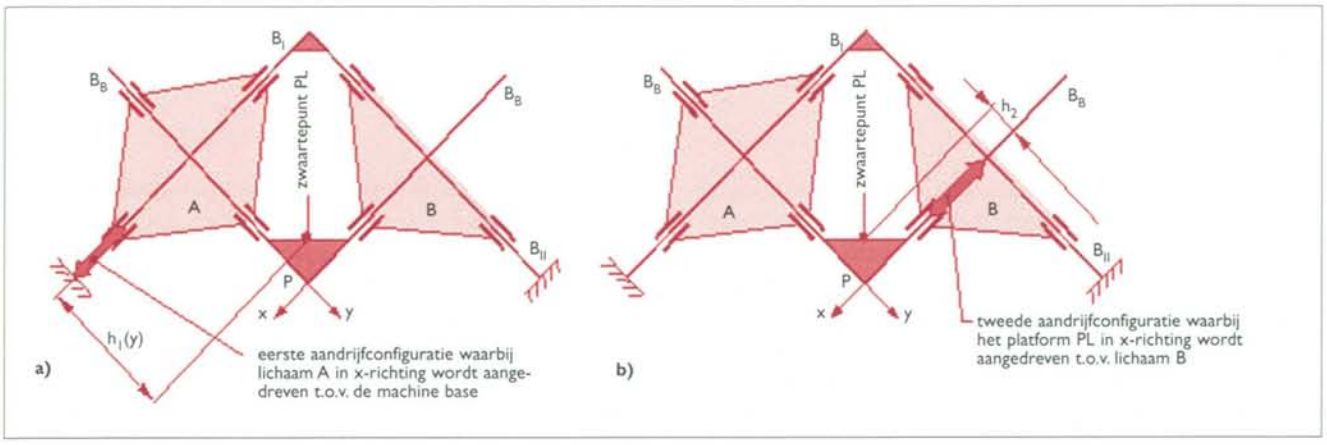
Afb. 3 Schematisch 3D-aanzicht van de CMM.

omdat het meetobject niet hoeft te worden verplaatst.
Afbeelding 4 toont het gerealiseerde prototype. In het ontwerp van de mechanische constructie van de CMM is gelet op de geometrie en op de materiaalkeuze. De hoofdonderdelen van de sledes zijn gemaakt van aluminium vanwege het gunstige thermisch gedrag van dit materiaal en de goede verkrijgbaarheid en verspaanbaarheid wat resulteert in een grote ontwerpvrijheid. De constructie van de sledes is gebaseerd op 'gesloten dozen' belast op de systeemlijnen van de wanden, wat resulteert in een lichte en stijve constructie. Om de statische stijfheid van de machine onder invloed van een tasterkracht te bepalen, zijn metingen, en analytische- en eindige elementenberekeningen uitgevoerd. De totale statische stijfheid van de CMM in (de meest kritische) horizontale richting bedraagt $1{,}2 \cdot 10^7$ N/m, resulterend in een eindige stijfheidsafwijking van 0,01 μm, onder invloed van een (relatief groot veronderstelde) tastkracht van 0,1 N.



Afb. 4 Het gerealiseerde prototype.

Luchtlagers zijn toegepast voor alle sledes vanwege de resulterende hoge reproduceerbaarheid en geringe warmteontwikkeling in de aandrijvingen. Om een hoge statische stijfheid te combineren met een klein inbouwvolume, zijn 'membraanlagers' met stijfheidcompensatie toegepast. Het statisch en dynamisch gedag van deze lagers is op een experimentele wijze onderzocht en geoptimaliseerd. Een statische stijfheid van ongeveer $1 \cdot 10^9$ N/m kan worden bereikt, onafhankelijk van de lagerafmetingen. De integrerende actie die het membraanlager 'oneindige' statische stijfheid geeft, gaat echter ten koste van de stijfheid bij hogere frequenties, waar de stijfheid van deze lagers kleiner is dan die van lagers met vaste geometrie. Aangezien nauwkeurige metingen op een CMM op een (quasi)-statische manier worden uitgevoerd, weegt het voordeel van een hoge statische stijfheid op tegen een lagere stijfheid bij hogere frequenties. De lagers zijn voorgespannen op een 'krachtgesloten' wijze, waarbij de voorspanning wordt geleverd door een pneumatische veer en een voorspanlager. Op deze wijze is de luchtspleet constant, onafhankelijk van de variaties in de breedte van de geleidingen en ther-



Afb. 5 Twee aandrijfconfiguraties voor de horizontale x-beweging van het platform.

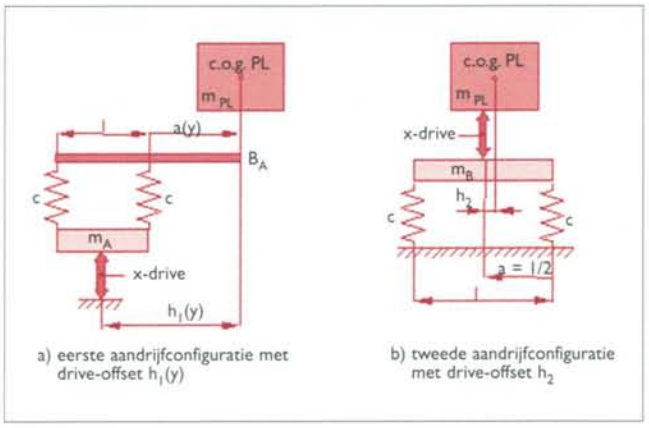
mische expansie van de slede of geleiding.

De locatie van de aandrijving in de machine

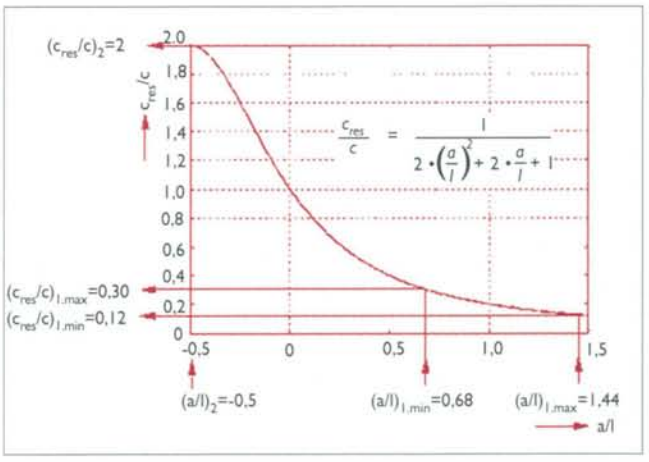
Om het platform (verreweg de grootste aangedreven massa) in x- en y-richting aan te drijven zijn twee aandrijfconfiguraties vergeleken, weergegeven in Figuur 5. Beide configuraties verschillen onderling wat betreft hun 'drive-offset', dit is de offset tussen de aandrijfrichting en het zwaartepunt van de aangedreven slede. In het eerste concept wordt tussenlichaam A aangedreven langs de bijbehorende geleidingsbalk B_I ten opzichte van de machine basis (zie afbeelding 5a). Via liniaalbalk B_A wordt het platform vervolgens aangedreven met een drive-offset $h_1(y)$. De tweede aandrijfconfiguratie benut de relatieve beweging tussen het platform en de tussenlichamen (zie afbeelding 5b). Hierbij is de x-aandrijving geplaatst tussen het platform en tussenlichaam B, waardoor een veel kleinere drive-offset h_2 resulteert.

Toepassing van de tweede configuratie levert een aantal grote voordelen:

- In geval van een kleine drive-offset veroorzaken de versnellingskrachten van de sledes veel geringere momenten op de constructie en belastingen op de lagers en geleidingen;
- In tegenstelling tot de drive-offset $h_1(y)$ die afhankelijk is van de positie y, is in het tweede concept drive-offset h_2 constant, wat gunstig is voor optimale instelling van de servoparameters van de regeling;
- In het eerste concept wordt het platform indirect aangedreven via liniaalbalk B_A en de bijbehorende lagers, weergegeven in afbeelding 6a. Hierin wordt de stijfheid van een lager voorgesteld door c. Ten gevolge van de grote overbrengverhouding a/l waarmee het platform wordt aangedreven wordt de stijfheid die je voelt op de plaats van de aandrijving in sterke mate gereduceerd volgens een kwadratisch verband zoals aangegeven in afbeelding 7. Hierin is de lengte l gelijk aan de afstand tussen de lagers en a de lengte tussen het zwaartepunt (c.o.g.) van het platform en het dichtstbijzijnde liniaalbalklager. De resulterende stijfheid c_{res} varieert in dit eerste concept tussen 0,12 and 0,30 maal de stijfheid c. In het tweede concept bevindt de aandrijving zich symmetrisch tussen de lagers van de geleidingsbalk (zie afbeelding 6b). Hierdoor is de gevoelde stijfheid c_{res} gelijk aan tweemaal de stijfheid c. In het tweede concept is de stijfheid dus veel groter.



Afb. 6 Model van de twee aandrijfconfiguraties voor de horizontale x-beweging van het platform.



Afb. 7 De dimensieloze resulterende stijfheid cres/c als functie van de dimensieloze uitsteeklengte a/l.

Vanwege de kleine en constante drive-offset en het parallelle stijfheidspad is het tweede aandrijfconfiguratie veel gunstiger en dus gekozen in dit machineconcept.

Keuze type aandrijving

Om de sledes te verplaatsen is een afweging gemaakt tussen indirecte en directe aandrijvingen. Voor een uitgebreide beschrijving van overwegingen die bij de keuze een rol spelen wordt onder andere verwezen naar [5]. Bij een *indirecte aandrijving* wordt een overbrenging gebruikt om de rotatie van de actuator om te zetten in een translatie van de slede en tevens de snelheid van de motor te reduceren. Een voorbeeld van zo'n overbrenging is een

schroefspil. Vanwege de serieschakeling van de stijfheden van de spil, moer en lagers, koppeling en motor as, is de aandrijfstijfheid beperkt tot typisch 10^7 tot 10^8 N/m. Met name de koppeling is hier debet aan. Speling in de aandrijving kan worden voorkomen door de moer voor te spannen. Dit brengt echter extra wrijving teweeg, wat resulteert in significante hysteresis en warmteontwikkeling. Meer reproduceerbaar is het gedrag van wrijvingswielaandrijvingen vanwege het voorgeschreven niveau van de voorspanning tussen de statisch bepaalde wielcontacten. Door de kleine contactspot tussen de wielen is de stijfheid typisch 10^7 N/m. In *directe aandrijvingen* wordt geen mechanische overbrenging toegepast. Een voorbeeld van een translerende directe aandrijving is een lineaire motor, bestaande uit een primair deel met elektrische spoelen en een secundair deel met permanent magneten. Tussen deze twee delen wordt een Lorentz-kracht gegenereerd die evenredig is met de stoom door de spoelen. Geïntegreerd in een closed-loop servo-systeem is een hoge stijfheid haalbaar in de orde van 10^8 tot 10^9 N/m, wat resulteert in een hoge bandbreedte van het geregeld systeem. Door de afwezigheid van een transmissie ontbreken gerelateerde resonanties, wrijving en hysteresis. Aangezien geen snelheidsreductie wordt toegepast is voor een gladde beweging een encoder met hoge resolutie nodig. Dankzij de commerciële beschikbaarheid van hoge resolutie encoders en servoversterkers worden lineaire motoren meer en meer toegepast in precisie machines [5], onder andere in wafersteppers. Vanwege bovengenoemde argumenten worden ten behoeve van een hoge reproduceerbaarheid in de CMM directe aandrijvingen toegepast in de vorm van driefasen borstelloze lineaire motoren.

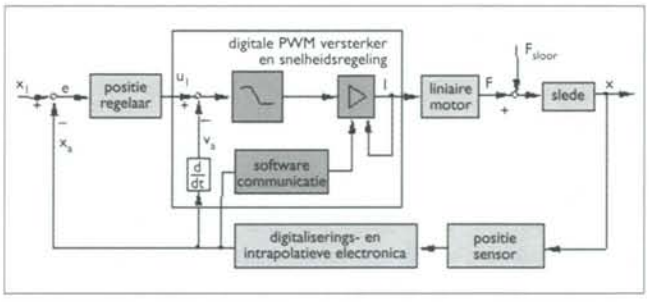
Thermische aspecten

De belasting aan de uitgang moet direct door de aandrijving worden geleverd zonder te worden verkleind. Dit kan leiden tot hoge warmte-ontwikkeling in de motor in het geval van hoge (versnellings-)krachten, wat lucht of waterkoeling noodzakelijk maakt. Echter, vanwege het kwadratisch verband kan de warmte-ontwikkeling aanzienlijk worden gereduceerd door versnellingen van de sledes te beperken. In de CMM wordt een zogenoemde 'derde orde bewegingsprofiel' toegepast waarbij de versnellingen zijn beperkt tot 20 mm/s^2. Dit in combinatie met een geringe aan te drijven massa van 50 kg en de toepassing van luchtlagers leidt tot een aandrijfkracht van slechts 1 N. Door bovendien gewichtscompensatie van de pinole met behulp van luchtcilinders toe te passen en de machine waterpas te houden met behulp van een levelling-systeem, waardoor de horizontale aandrijvingen theoretisch geen kracht hoeven te leveren om de zwaartekracht te compenseren, is de maximale warmteontwikkeling in de aandrijvingen beperkt tot een ordegrootte van 0,1 W. Door deze maatregelen zijn thermische afwijkingen vanwege warmte-ontwikkeling in de motoren klein ten opzichte van externe warmtebronnen.

Naast bovenbeschreven maatregelen om thermische afwijkingen te reduceren bij de bron is ook de thermische gevoeligheid van de mechanische constructie gereduceerd door toepassing van aluminium, vanwege de geringe gevoeligheid voor gradiënten en vanwege de goede warmtegeleiding. Daarnaast is de thermische expansie van de componenten in de 'thermische lus' van de taster naar de meetsystemen op passieve wijze mechanisch gecompenseerd. Hierdoor is de thermische gevoeligheid met meer dan een orde gereduceerd. De componenten met een hoge thermische tijdconstante zijn hierbij buiten de thermische lus gehouden. Door een verticale gradiënt in de omgevinglucht en door onzekerheid van de werkelijk optredende coëfficiënt van thermische expansie kan een (quasi)statische afwijking worden veroorzaakt in de thermische compensatielus. Deze thermische afwijking kan worden gecompenseerd, wat resulteert in een geschatte meetonzekerheid van 0,01 µm.

Positie-servosysteem

De gebruikte lineaire motoren worden toegepast met een digitale pulsbreedte gemoduleerde (PWM) versterker. Commutatie van de motorstromen geschiedt softwarematig aan de hand van het gemeten positiesignaal (afkomstig van de encoder) dat wordt gebruikt voor positieterugkoppeling (zie afbeelding 8). Daartoe wordt het analoge positiesignaal eerst gedigitaliseerd en geïnterpoleerd tot een resolutie van 0,01 µm. Het positiesignaal wordt ook gebruikt om na differentiatie de actuele snelheid uit te berekenen en terug te koppelen naar de versterker. Deze snelheidsterugkoppeling is nodig voor een eenparig verloop m.n. bij lage



Afb. 8 Closed-loop positieservosysteem van de x-as van de CMM.

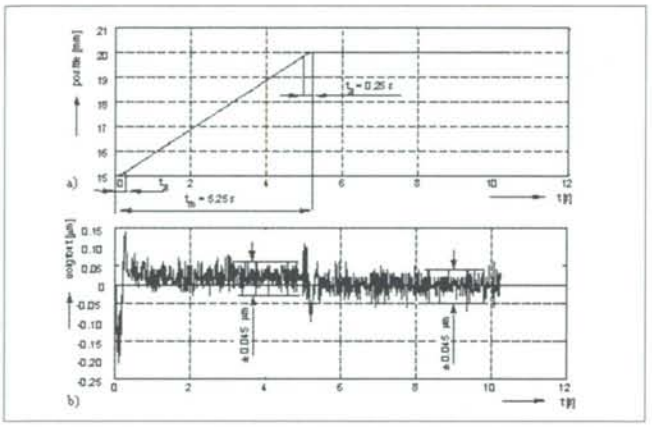
snelheden.

De positie-afwijking van de closed-loop servosysteem van de horizontale sledes is onderzocht terwijl de aandrijfsystemen werden opgedrongen om de sledes op een vaste doelpositie te houden. Ook werd tijdens een sledebeweging met constante (scan-) snelheid de positie en volgfout gemeten. De opgedrongen sledebeweging is een derde orde profiel, waarbij de versnelling een trapeziumvormig verloop heeft. Hierdoor kan een hogere positienauwkeurigheid worden bereikt ten opzichte van een beweging waarbij sprongen in de versnelling optreden. Het bewegingsprofiel en de volgfout voor een scansnelheid van 1 mm/s zijn weergegeven in afbeelding 9. De volgfout tijdens bewegen bedraagt ±0,045 µm en is gelijk aan de positieafwijking tijdens de opgedrongen stilstand. Dit betekent dat nauwkeurige scanbewegingen kunnen worden uitgevoerd. De resterende afwijking wordt veroorzaakt door discretisatie-effecten in de digitale regelaar, versterker en elektronica behorend bij de meetsystemen (resolutie van 0,01 µm). Om deze effecten nader te analyseren is verder

onderzoek noodzakelijk.

Kalibratie

Door de toepassing van de hierboven beschreven ontwerp principes om het aantal en de grootte van de te compenseren afwijkin-



Afbeelding 9. a) positie en b) volgfout voor de x-richting gedurende een opgedrongen beweging volgens een derde orde profiel, gemeten door de encoder met een resolutie van 0,01 µm.

gen te minimaliseren, is de behoefte aan kalibratie aanzienlijk gereduceerd. Om een gewenste volumetrische meetonzekerheid U_3 kleiner dan 0,1 µm te verkrijgen, worden de overblijvende geometrische afwijkingen individueel gekalibreerd en gecompenseerd in de software. De afwijkingen van de meetsystemen worden met een laserinterferometer meetsysteem gekalibreerd. Om de afwijkingen in rechtheid, vlakheid en haaksheid van de geleidingen te kalibreren, worden capacitieve sensoren gebruikt in combinatie met referentie artefacten. Het grootste deel van de onzekerheid van de artefacten kan worden geëlimineerd door het toepassen van 'zelfkalibratie', waarbij omkeermethoden worden toegepast. De resulterende maximale volumetrische meetonzekerheid na kalibratie bedraagt ongeveer U_3 = 0,08 µm.

Besluit

De kern van het onderzoek heeft zich gericht op het ontwerpen en realiseren van een prototype 3D-meetmachine. Het werk concentreerde zich vooral op mechanisch ontwerpaspecten, waarbij tevens is aangetoond dat de CMM kan worden aangedreven met voldoende nauwkeurigheid in relatie tot de specificaties. Een aantal aspecten, waaronder kalibratie, uitvoerige dynamische experimenten en optimalisatie van de besturing zijn onderwerpen voor verder onderzoek. Deze zaken worden in vervolgactiviteiten door de Duitse meetmachinefabrikant Zeiss in samenwerking met de TUE verder onderzocht. Daarnaast gaat Zeiss onderzoeken hoe dit ontwerp kan worden ontwikkeld van een prototype tot een serie product en of hiervoor vanuit de industrie voldoende vraag bestaat.

Referenties

[1] Vermeulen, M.M.P.A., 1999, High Precision 3D-Coordinate Measuring Machine, Design and Prototype Development, proefontwerp, TU Eindhoven, ISBN 90 386 2631 2.

[2] Koster, M.P., 1998, Constructieprincipes voor het nauwkeurig bewegen en positioneren, Twente University Press, Enschede, ISBN 90 3651 1364.

[3] McKeown, P.A., 1997, New and Advanced Materials, Special Article, Nanotechnology, Emerging Technology Series.

[4] Teague, E.C., 1997, Basic Concepts for Precision Instrument Design: Designing Instruments and Machines to Have a High Degree of Repeatability, National Institute of Standards and Technology, Tutorial Notes, ASPE Annual Meeting, Norfolk, Virginia.

[5] Shellekens, P.H.J., Rosielle, P.C.J.N., Vermeulen, J.P.M.B., Vermeulen, M.M.P.A., Wetzels, S., Pril, W., 1998, Design for Precision, Current Status and Trends, Keynote Paper, Annals of the CIRP, Vol. 47/2.

[6] Abbe, E, 1890, Meßapparate für physiker, Zeitschrift für Instrumentenkunde, Vol. 10, pp. 446-448.

[7] Bryan, J.B., Carter, D.L., 1979, Design of a new error-corrected Coordinate Measuring Machine,

Voor meer informatie:

prof. P.H.J. Schellekens, Groep Precision Engieering, TU Eindhoven, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven,
Tel. 040-2472620, e-mail: P.H.J. Schellekens@tue.nl.

euromex
MICROSCOPES HOLLAND

MICROSCOPEN
STEREOMICROSCOPEN
REFRACTOMETERS
KOUDLICHT

MICROSCOOP F-SERIE

STEREOMICROSCOOP E-SERIE

VRAAG NAAR
ONZE DOCUMENTATIE
3 EF

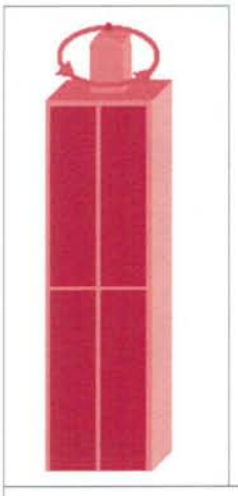
EUROMEX MICROSCOPEN B.V.
P.O. Box 4161 Tel. +31 (0)26 3234473
6803 ED ARNHEM - HOLLAND Fax +31 (0)26 3232833

Papenkamp 20, Rijkerswoerd
6836 BD ARNHEM- HOLLAND

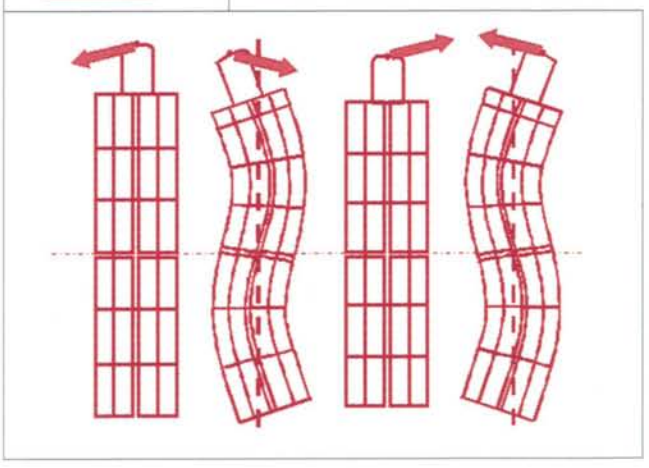
Eric Smeets, Nyquist Industrial Control

Servobesturing corrig niet-lineariteit van

In de aanhoudende trend naar miniaturisatie, stijgende motorprestaties en het zoeken naar nieuwe aandrijftechnologieën heeft onder andere de ontwikkeling en het gebruik van piëzomotoren gestimuleerd. Nu deze motoren een tijd op de markt zijn, worden hun verdiensten én beperkingen steeds duidelijker. In dit artikel wordt ingegaan op enkele eigenschappen van resonante piëzomotoren en met name die, welke voor problemen kunnen zorgen bij het gebruik van dit soort motoren in positioneerservo's. Daarnaast worden oplossingen beschreven die genoemde onhebbelijkheden corrigeren zodat een controleerbaar motorgedrag ontstaat.



Afb. 1 Piëzomotor, opgebouwd uit vier piëzokristallen. De tip maakt een ellipsvormige beweging



Afb. 2 Vier bewegingsstadia uit de cyclus. De piëzo-elementen buigen en ondergaan een lengteverandering. De onderlinge relatie tussen deze twee fenomenen zorgt dat de elipsvormige beweging aan de tip gerealiseerd kan worden.

De piëzomotor

Het werkingsprincipe van de huidige piëzomotoren is gebaseerd op twee verschillende technologieën. De statische piëzomotoren realiseren een beweging door uitzetting van piëzomateriaal dat onder (elektrische) spanning wordt gezet. Door deze uitzetting geschikt over te brengen op een te verplaatsen last en de spanning op het piëzo-element aan- en uit te schakelen, wordt beweging gerealiseerd. Bij de resonante piëzomotoren wordt ook een elektrische spanning over een piëzo-element aangebracht, echter, dit gebeurt met een dermate hoge frequentie dan het piëzomateriaal in resonantie raakt. Door een aantal van deze elementen te combineren wordt vervolgens een ellipsvormige beweging gerealiseerd (zie afbeelding 1). Deze beweging kan via een wrijvingscontact overgebracht worden op een last, waardoor aandrijving van die last wordt verkregen. Door een lengteverandering en een kromming van de piëzoelementen goed op elkaar af te stemmen, wordt de ellipsvormige beweging van de tip gerealiseerd (zie afbeelding 2). Afbeelding 3 laat een voorbeeld zien van een resonante piëzomotor met acht aandrijftips.

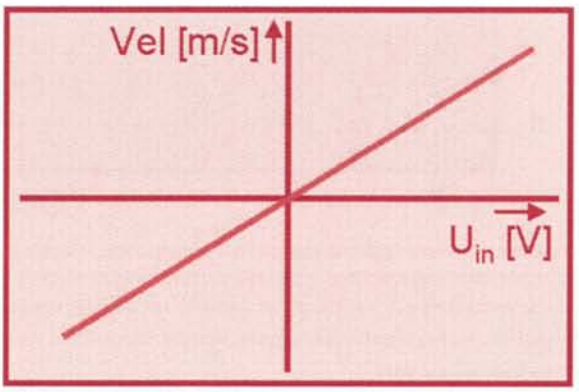
De piëzomotor is vooral geschikt als kleine vermogens nodig zijn met een grote dynamiek in snelheid en nauwkeurigheid, of in situaties waarbij geen magnetische- en of elektrische strooivelden gewenst zijn.

Niet lineaire aspecten

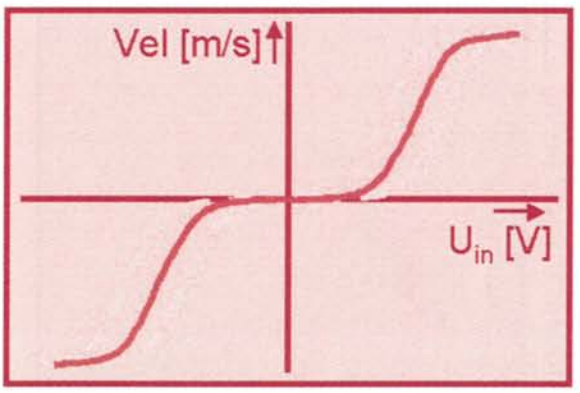
Indien de piëzomotor wordt gebruikt voor servotoepassingen, dan wordt de motor, via een drive, bestuurd door een motion controller. Deze motion controllers zijn veelal opgebouwd uit een al dan niet complexe digitale regelaar en diverse, meer of minder uitgebreide software functies, zoals setpoint generatoren, diagnostische routines etc. De digitale regelaar is altijd lineair, soms met eenvoudige niet lineaire features zoals clipping- en verzadigingsmogelijkheden. Dit is meestal voldoende voor het goed besturen

eert piëzomotoren

Afb. 3 Voorbeeld van een piëzomotor. Aandrijving vindt plaats via de acht cirkelvormige contactpunten.



Afb. 4a Voorbeeld van een overdracht van een reguliere DC-motor.

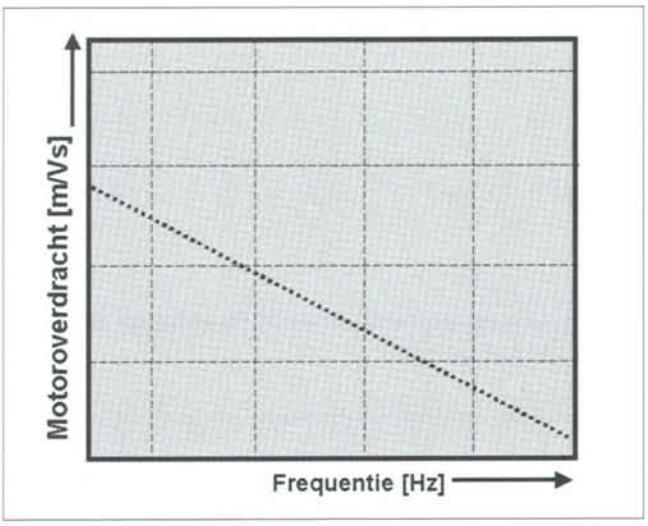


Afb. 4b Voorbeeld van een overdracht van een piëzomotor. De gele lijnen symboliseren het verschuiven van de rode curve ten gevolge van verschillen per product en omstandigheden

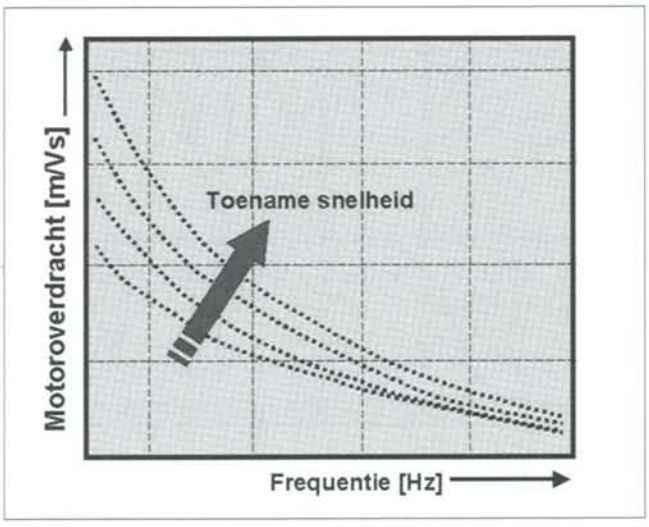
van een aandrijfketting die een min of meer lineair gedrag aan de dag legt. In afbeelding 4a is geschetst hoe bij gangbare DC-motoren (in snelheidsmode) de snelheid toeneemt als gevolg van een stijging van de ingangsspanning van de versterker. Als men dat vergelijkt met het gedrag van de piëzomotor (zie afbeelding 4b) dan valt onmiddellijk het niet-lineaire karakter van deze motor op. Het dode gebied rondom 0 kan oplopen tot 20 % van de totale uitstuurspanning Uin. Juist bij positieservo's, waarbij er tijdens het settlen van de servo op zijn eindpositie vaak de regelaar output rondom 0 varieert, is dit een zeer hinderlijke bijkomstigheid. Een tweede, ongewenst verschijnsel is verduidelijkt in de afbeeldingen 5a en 5b. Daar waar gangbare DC-motoren een lineair verband laten zien in een Bode-diagram (norm overdrachtsfunctie versus frequentie) dat nagenoeg onafhankelijk is van de snelheid van de servo (afbeelding 5a), zien we bij de piëzomotor dat dit verband niet alleen niet lineair is, maar dat zelfs een heel pallet van curven geldt, afhankelijk van de snelheid van de servo. Naarmate de snelheid van de servo toeneemt, neemt de open lus versterking toe, met name in het laagfrequente gebied. Het gevolg hiervan is dat instabiliteit kan optreden, zelfs quasi spontaan wanneer de motor stilstaat. We hebben dus te maken met een paradox: bij lage snelheden moet de lusversterking van de regelaar hoog zijn in verband de settling eigenschappen, maar bij hoge snelheden mag hij niet hoog zijn, omdat het systeem dan instabiel wordt. Gangbare filters, zoals laag doorlaat karakteristieken of notch-filters voldoen niet om deze effecten te elimineren.

Compensatie van niet-lineariteiten

De genoemde niet-lineariteiten kunnen gecompenseerd worden in de digitale regelaar die de piëzomotor aanstuurt. Binnen het besturingsplatform "NYCe" van Nyquist Industrial Control is de mogelijkheid aanwezig om zeer snel speciale features aan de regelaarfunctionaliteit toe te voegen. In het geval van de dode



Afb. 5a Voorbeeld van een overdracht van een reguliere DC-motor.

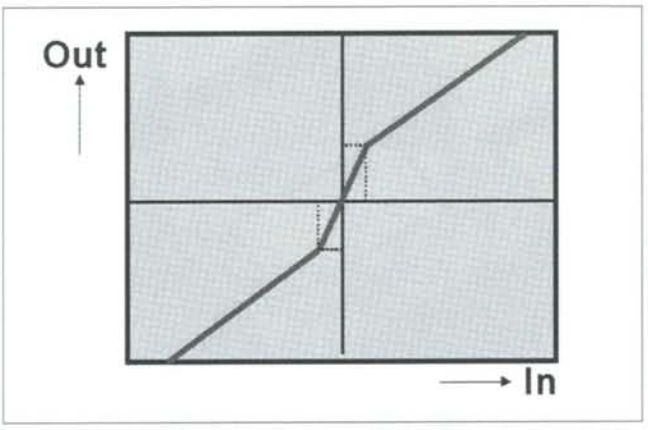


Afb. 5b Voorbeeld van een overdracht van een reguliere piëzometer

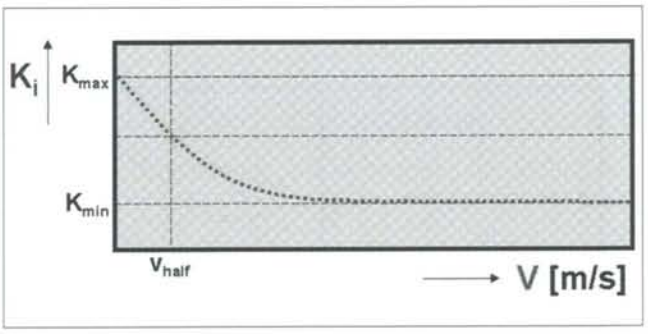
zone van de piëzomotor is een inverse functie geïntroduceerd (zie afbeelding 6). Door deze functie toe te voegen doorloopt de servo snel zijn dode gebied, hetgeen een gunstig effect heeft op het instelgedrag (settle)en het voorkomen van limit cycling. Om de wisselende open-loopversterking in de hand te houden is de integrator versterking afhankelijk gemaakt van de snelheid van de servo (zie afbeelding 7). Deze toevoeging is van nog grotere betekenis. Niet alleen is de stabiliteit van de kring gewaarborgd in alle snelheidsranges, ook een hoge versterking tijdens het instellen (settlen) is hierbij gerealiseerd. Doorgaans levert dit een instelgedrag op van slechts enkele milliseconden.

Conclusie

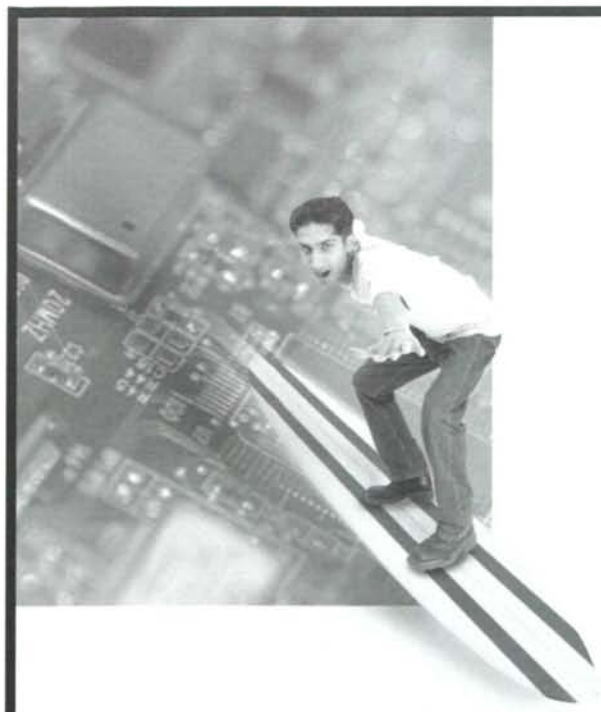
Het compenseren van belangrijke niet lineaire aspecten van een resonant piëzomotor heeft geleid tot een aansturing die dusdanig is, dat de gebruiker van de motor op besturingstechnisch gebied de piëzomotor kan behandelen als een gewone DC-motor. Dit is plezierig voor de gebruiker, die zo niet opgezadeld wordt met speciale regeltechnische eisen, andere besturingsmodules, andere software. In het ontwerpproces hoeft alleen, net als bij gangbare motoren, rekening gehouden te worden met de gebruikers parameters van de motor (koppel, toerental, duty-cycle enzovoort). Doordat de compenserende algoritmes volledig onder controle van software zijn, kan een gangbare DC-motor dus direct uitgewisseld worden met een piëzomotor (of vice versa), zonder aantasting van de besturingsstructuur of de applicatie software. Hierdoor ontstaat een mooie en welkome ontkoppeling tussen de aandrijfmethode en de applicatie programmatuur.



Afb. 6 Compensatie van de dode zone rondom 0. De helling is instelbaar via software.



Afb. 7 Automatische speed scheduling aanpassing. Bij lage snelheden wordt de versterking van het integrator gedeelte van de PID-regelaar hoog gemaakt, bij hoge snelheden laag. De waardes Kmax, Kmin en Vhalf zijn instelbaar via software.



Surf naar
www.fciconnect.com

Wil jij bijdragen aan **snellere, betere** en **goedkopere** productie van **connectoren** en word je aangetrokken door grensverleggende techniek? Kom dan werken bij de op een na grootste connectorfabrikant ter wereld: **FCI.** Wij bieden je een informele en inspirerende werkomgeving waarin je **passie voor vooruitgang** voortdurend wordt aangewakkerd.

Laat je technisch hart leven bij FCI

FCI
FRAMATOME GROUP

micro montage

micro assemblage equipment, services en technologie

- turn-key assemblage systemen
- micro-verbindingstechnologie / apparatuur
- productdrager transportsystemen
- cleanroom technologie
- industriële vision systemen
- toevoersystemen
- precisie handling

geautomatiseerde assemblage systemen en deelsystemen

✆ +31 35 602 64 00 • fax +31 35 602 72 00

p.o. box 3108 • NL-3760 DC SOEST • e-mail: info@micromontage.nl • www.micromontage.com

→ hoekmeetsystemen
→ lengtemeetsystemen
→ contourbesturingen
→ digitale uitlezingen
→ meettasters
→ impulsgevers

*waarom moet men van deze **meettasters** houden?*

Incrementele meettasters

Soms is het liefde op het eerste gezicht. Bijvoorbeeld de CERTO meettaster van HEIDENHAIN. Diegene die hem eenmaal in zijn hart gesloten heeft, zal hem altijd trouw blijven. Ongeacht voor welke toepassing. Want de CERTO meettaster zorgt met de hoogste nauwkeurigheid voor de herleidbaarheid naar de standaard. Ook over lange meetwegen van 25 of 60 mm, met een zeer kleine meetonzekerheid van +/– 50 nanometer. Op de CERTO kunt u zich altijd en volledig verlaten. En dat is nou precies wat hem zo geliefd maakt.
HEIDENHAIN NEDERLAND B.V., Postbus 107, 3900 AC Veenendaal, Tel: (03 18) 54 03 00, Fax: (03 18) 51 72 87
E-mail: verkoop@heidenhain.nl, http://www.heidenhain.nl

HEIDENHAIN