

Achtste internationale over precisie- en

Dit voorjaar vond in Zürich van 18 tot en met 22 mei de achtste internationale conferentie plaats van Euspen, de European Society for Precision Engineering and Nanotechnology. Mikroniek schakelde weer een speciale reporter in. Die kan terugzien op een geslaagde conferentie, breed en gevarieerd van opzet.

• Erik Tabak •

Euspen 2008 telde circa 500 deelnemers en 50 exposanten van meer dan 250 bedrijven en instellingen. Om een paar bedrijven en instanties te noemen: de 3TU-federatie van de drie technische universiteiten in Nederland, TNO Industrie en Techniek, IBS Precision Engineering, Lion Precision, Heidenhain, PI, Philips, Newway Airbearings, Coorstek en FEI. De conferentie vond plaats in het Kongresshaus in Zürich; zie Afbeelding 1.

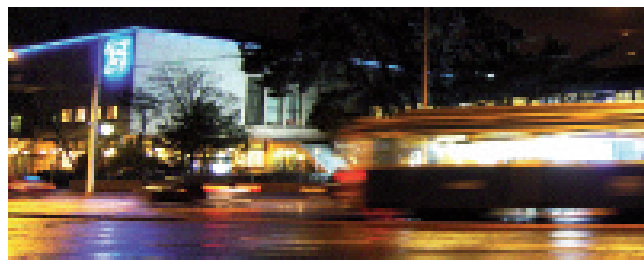
Keynote speakers

De eerste keynote speaker is Clayton Teague, aan wie overigens ook de Euspen Life Time Achievement Award wordt uitgereikt. Zijn toespraak getiteld "Feynman's challenge: Building things from Atoms - one by one" behelst



Afbeelding 1. De Euspen-conferentie 2008 was ondergebracht in het Kongresshaus van Zürich.
(a) Het Kongresshaus.

de geschiedenis en de voortgang die wij als wetenschappelijke en technologische maatschappij hebben gemaakt in het 'bottom up' maken van dingen: atoom per atoom. Hij begint met het vertellen over de ontwikkeling van de Scanning Tunneling Microscope (STM), waarmee atomen in beeld gebracht konden worden (in 1982) en waarmee tien jaar later ook atomen gemanipuleerd konden worden. Feynman's initiële voorstel was machines te maken die weer kleine klonen van zichzelf maken. Echter, hijzelf gaf later aan dit toch niet zo'n zinnig idee te vinden. De spreker is het eens met deze laatste constatering en pleit voor directe manipulatie van atomen en moleculen met macromachines zoals de STM en de Atomic Force Microscope (AFM). Een aandachtspunt voor de toekomst is het in de hand houden van doorlooptijden bij dergelijke processen. Uitdagingen zijn onder meer te vinden in het vergroten van het begrip van systemen op nanoschaal, het ontwikkelen van (manipulatie)tools en -processen voor het gecontroleerd assembleren van atomen op grote schaal.



(b) Naast de activiteiten van de conferentie overdag werd er van de gelegenheid gebruik gemaakt om het nachtleven van Zürich te verkennen.

conferentie

nanotechnologie

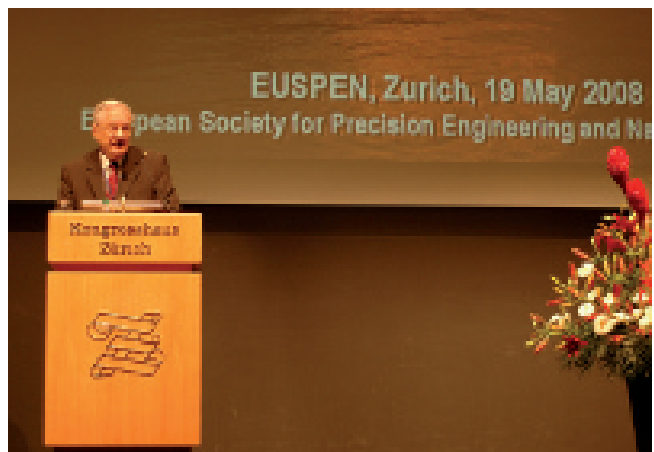
De tweede keynote wordt verzorgd door Richard Ernst (Afbeelding 2) van de Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) te Zürich en is getiteld "Academic responsibility and our future". De spreker acht het onwaarschijnlijk dat de wereldmaatschappij niet in grote problemen komt als de huidige trend in de wereldeconomie (vrije markt) wordt voortgezet. Hij vreest dat een economisch systeem met grote complexiteit en lange 'time delays' erg makkelijk instabiel kan raken (denk aan het uitputten van natuurlijke rijkdommen), vergelijkbaar met hoe een dynamisch systeem met feedbacklusen dit ook kan zijn. De leiders in de industrie en de politiek worstelen al genoeg met persoonlijk overleven, zodat zij weinig bijdragen kunnen leveren aan nieuwe lange-termijnoplossingen. Het is dan ook aan de academische wereld om hierin verantwoordelijkheid te nemen, aangezien zij de benodigde vrijheden heeft voor objectieve studies. De verantwoordelijkheid vertaalt zich enerzijds in het adviseren van de huidige politieke macht en anderzijds in het bewustwording scheppen bij de toekomstige politieke macht (huidige studenten). Vervolgens

Euspen

Euspen is een Europese netwerkorganisatie gericht op het bevorderen van contacten tussen industrie en wetenschappelijke instituten op het gebied van precisie- en nanotechnologie. Euspen is opgericht in 1999 met ondersteuning van de Europese Commissie uit het 'Competitive and Sustainable Growth'-programma. Inmiddels is het een zelfstandige non-profit organisatie met meer dan 550 individuele leden en circa 90 bedrijfslidmaatschappen. Euspen werkt samen met de vergelijkbare organisaties ASPE in de VS en JSPE in Japan en brengt samen met hen het blad Precision Engineering uit. Het Euspen-hoofdkwartier is gevestigd op Cranfield University Campus in het Verenigd Koninkrijk. Hoogtepunt van de diverse activiteiten is de jaarlijkse conferentie. Voorgaande conferenties waren in Bremen (1999), Kopenhagen (2000), Eindhoven (2002), Glasgow (2004), Montpellier (2005), Baden (2006) en Bremen (2007). De negende conferentie zal volgend jaar van 1 tot en met 5 juni plaatsvinden in San Sebastian (Spanje).

www.euspen.eu

noemt Ernst korte- en lange-termijnmaatregelen. Voorbeelden hiervan zijn respectievelijk het benoemen van vooraanstaande professoren met gevoel voor wereldwijde aansprakelijkheid en het creëren van een nieuw systeem van universiteitsethiek dat wetenschappelijke kennis en ingenieursvakmanschap combineert met culturele waarden. Ook hoopt de spreker met deze benadering tegemoet te komen aan het probleem van het teruglopend aantal techniekstudenten. Volgens hem is dit te wijten aan de extreme mate van specialisering waardoor potentiële techniekstudenten de maatschappelijke relevantie missen.



Afbeelding 2. De tweede keynote wordt verzorgd door Richard Ernst van de ETH te Zürich.

De derde keynote is van Douglas Kim van Samsung Electronics in Korea, met de titel "Challenges and Innovations in the High Precision Engineering of Flat Panel Displays". Huidige trends in flat panel displays (FPD) omvatten low-cost massaproductie, high definition displays en flexibele displays. De productiesystemen die hiervoor nodig zijn, hebben typisch een reproduceerbaarheid van sub- μm en een slag van enkele meters. De spreker signaleert drie fabricagetrends in de FPD-industrie. De eerste is het creëren en gebruiken van inkjet printing. Error budgetting is hier onmisbaar: denk onder meer aan thermische en dynamische fouten, maaktoleranties en de benodigde synchronisaties tussen de vele deelsystemen. Daarnaast kenmerkt deze markt zich door een zeer omvangrijk uitbestedingsnetwerk. Technologische uitdagingen liggen onder meer in het fabriceren en assembleren van de vele (circa 50) en snelle

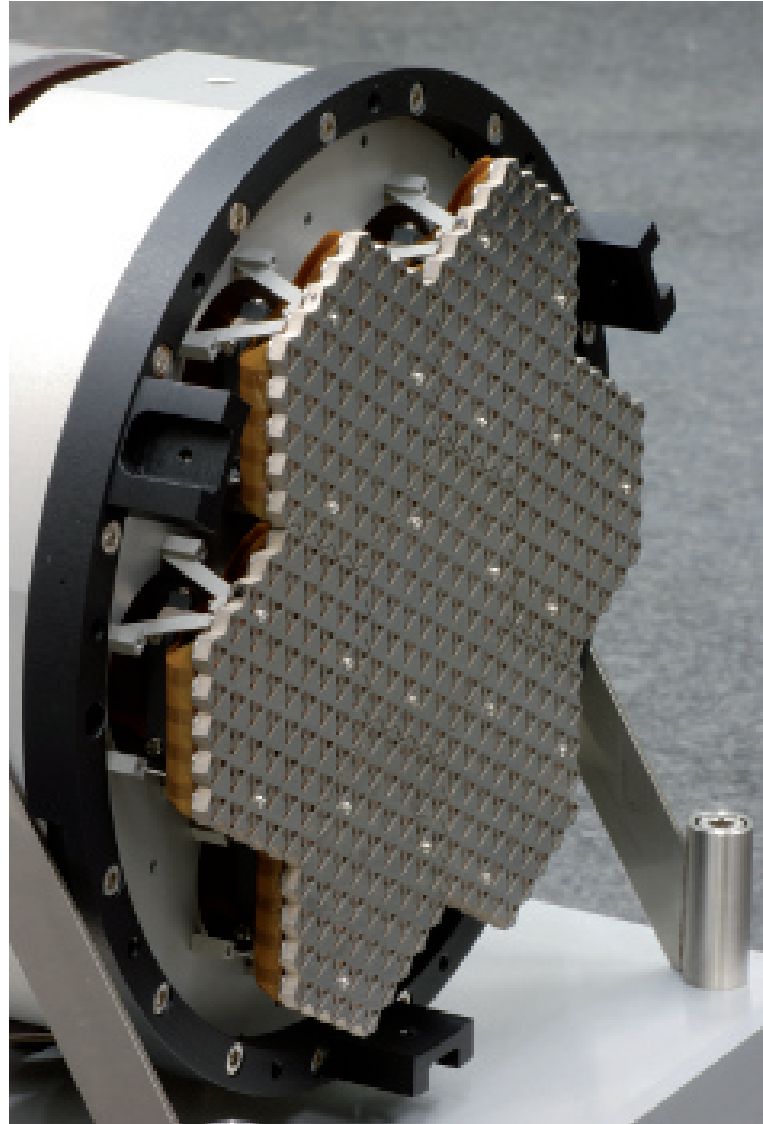
printkoppen (droplets 'actuatie' met 10 kHz). De tweede trend is het gebruiken van maskerloze lithografie. De reden hiervoor is dat de kosten van maskers logischerwijs sterk stijgen door de relatief grote glasplaten in combinatie met de kleiner wordende features. Bij maskerloze lithografie ligt de uitdaging onder meer in het kalibreren en compenseren van de productiemachine om sub- μm overlay te verkrijgen. De derde trend is het toepassen van zogeheten 'roll-to-roll' processen. Deze continue processen zijn financieel erg aantrekkelijk (korte doorlooptijden) en kennen als uitdagingen de ontwikkeling van matrijzen en in-line precisie-inspectiesystemen.

Presentaties

Op de eerste dag worden er twee sessies gehouden, waarvan er hier één wordt uitgelicht. Dat betreft "Ultra Precision Technologies for Novel Energy Applications". Laag-vermogen draadloze elektronica vraagt om autonome vermogensbronnen. Denis Benasciutti van de Universiteit van Udine (Italië) vertelt over een ontwerp waarbij een 'scavenger' (in feite een massa op een piëzo-bladveer) trillingen opvangt en daarmee energie opwekt. Ook in luchtvaarttoepassingen is behoefte aan kleine draadloze generatoren, aldus Zdenek Hadas van Brno University of Technology (Tsjechië). Samen met EADS Germany GmbH ontwikkelde hij een 'Vibration power generator'. Deze generator, bestaande uit een getuned massa-veersysteem, wordt geresoneerd door de trillingen van de aandrijfmotor van een helikopter. Hiermee is een draadloze en onderhoudsvrije generator gecreëerd die geschikt is voor moeilijk bereikbare plaatsen.

De tweede conferentiedag gaat van start met "High Precision Mechatronics". Het begint met een presentatie van de testresultaten van de adaptief vervormbare spiegel voor Extremely Large Telescopes (ELT's) van Roger Hamelinck, werkzaam bij de TU/e en TNO Industrie en Techniek. De spiegel is bedoeld om golffrontverstoringen veroorzaakt door atmosferische turbulentie te corrigeren. Getoond wordt een prototype van een 2" spiegel (100 μm dik) met 61 actuatoren. Via sprietten trekken 61 actuatoren aan het spiegeloppervlak. Hiermee kan de golffrontfout tot 21 nm rms worden teruggebracht. Momenteel wordt er gewerkt aan een 150 mm spiegel met 427 (7x61) actuatoren (Afbeelding 3).

De volgende presentatie is van Jasper Wesselingh, werkzaam bij de TU Delft. Hij presenteert het concept en de



Afbeelding 3. Het actuatorgrid, opgebouwd uit zeven modules van 61 stuks, voor de adaptief deformeerbare spiegel met een diameter van 150 mm. (Foto: Roger Hamelinck)

testresultaten van een actuator bedoeld voor contactloos transporteren van vlakke substraten (bijvoorbeeld silicium wafers). Een drukgradiënt wordt aangeboden tussen het substraat en de vaste wereld, waardoor de wafer kan worden aangedreven. Het substraat zweeft dus op een luchtfilm en door de inlaatdruk van deze film te balanceren met de uitlaatdruk, wordt er stijfheid verkregen in de richting loodrecht op het vlak van het substraat.

Vervolgens vertelt Steffen Hesse van het IMMS (Institut für Microelectronik- und Mechatronik Systeme GmbH) over het ontwerp van een concept van een x,y,Rz-stage bedoeld voor positionering met nanometeronzekerheid. Het betreft een bewegend lichaam (Zerodur) dat op drie luchtlagers parallel is afgesteund. Er zijn drie actuatoren in het vlak van beweging toegepast, waarmee het geheel parallel

geactueerd wordt. Bijzondere aandacht gaat uit naar het ontwerp van het metroframe en naar de koeling van de spoelen van de actuatoren.

De TU Delft vervolgt deze sessie met Rogier Blom betreffende magnetisch gelagerde spindels voor microfreesen. Door naar de signalen te kijken van de actief geregelde magnetische lagers, kunnen allerlei procesgegevens (bijvoorbeeld snijkrachten) worden verkregen. Een vergelijking is gemaakt tussen een bestaande, commercieel verkrijgbare spindel (rotormassa 1,1 kg, 120.000 rpm) en een zelf ontwikkelde compactere spindel (rotormassa 0,18 kg, 250.000 rpm). Geconcludeerd wordt dat het reduceren van het gewicht en de afmetingen van een dergelijke spindel significante verbeteringen geeft in de toepasbaarheid. Naast hogere omtreksnelheden kan ook de regelbandbreedte van het systeem aanzienlijk hoger komen te liggen.

De tweede sessie, "Micro- and Nanometrology", bevat onder meer een verhaal van Richard Koops, werkzaam bij het Nederlands Meetinstituut Van Swinden Laboratorium (NMI VSL), over het optimaliseren van een 'probing' systeem voor Scanning Probe Microscope (SPM) applicaties. In het bijzonder behandelt de spreker verbeteringen van de AFM. Het ontwerpdoel is hierbij een meetonzekerheid van 1 nm. Om dit te bereiken is het concept zodanig ontworpen dat er gemeten wordt met minimale Abbe-fouten en is de probe geoptimaliseerd op mechanische en thermische eigenschappen.

De laatste sessie van de dag, "Ultra Precision Machines and Control", wordt geopend met een keynote session van Erik Loopstra van ASML, getiteld "Manufacturing Better Chips at Lower Costs". Na een introductie over de productiemethode van chips en een overzicht van de requirements die van invloed zijn op het verbeteren van chips, geeft hij voorbeelden van maatregelen die men kan treffen om de performance te verbeteren.

Hierna neemt Leon Jabben, werkzaam bij Vision Dynamics en TNO Industrie en Techniek het over met een presentatie over 'error budgetting' in mechatronische systemen. De performance van dergelijke systemen wordt vaak bepaald door ruis. Door gebruik te maken van Power Spectral Density (PSD) functies kan de dominante oorzaak snel worden geïdentificeerd. Zo kan er inspanning worden gestoken in de verbetering van het systeem op de plaatsen waar dat het

meest nodig is. Ook de TU Delft en MIT hebben meegewerkt aan dit promotiewerk.

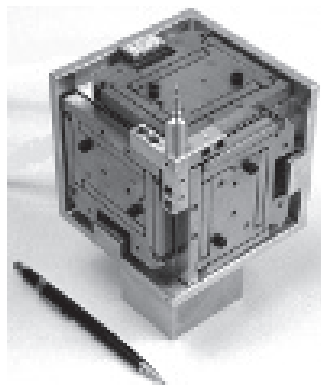
Verder is er nog een interessant verhaal van Jens Kummetz van Heidenhain, die een positie-encoder gebruikt om versnellingsfeedback mee te geven aan direct drive-systemen. Door twee maal differentiëren ontstaat hoogfrequente ruis in het acceleratie-signaal. De spreker gebruikt voor een dergelijke toepassing dan ook een encoder met hoge resolutie (LIP200, 31 pm resolutie) in combinatie met een 'disturbance observer' gebaseerd op een laagdoorlaatfilter.

Tijdens de twee resterende conferentie dagen, die niet zijn bijgewoond door de auteur, komen de volgende onderwerpen aan bod:

- Ultra Precision Manufacturing and Assembly Processes
- Micro- and Nanotechnology
- Latest Developments in Micro- and Nanotechnologies
- Educational Best Practice in Precision, Micro and Nano Engineering
- Micro and Nanotechnology in Medical Engineering

Professional development tutorials

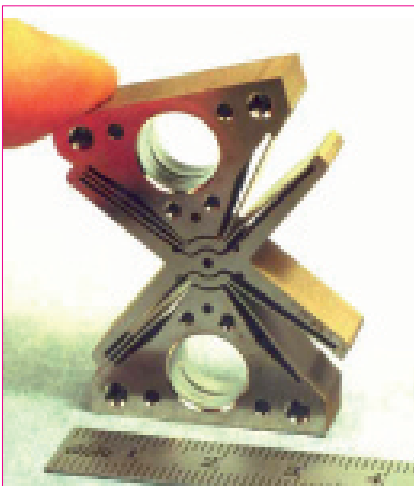
Hoewel de conferentie op maandag begint, is er op zondagochtend al een workshop, "Flexure-based Mechanisms for High Precision". Deze wordt verzorgd door Simon Henein, die verbonden is aan zowel CSEM (Centre Suisse d'Électronique et de Microtechnique) als de Universiteit van Bern. Nadat de toepassingsvelden besproken zijn waarvoor Henein instrumenten heeft ontwikkeld (onder meer robotica, ruimtevaart, wetenschappelijke instrumenten en MEMS) passeert een aanzienlijke hoeveelheid voorbeelden de revue. Een leuk voorbeeld is dat van een 3-dof robotapplicatie (Afbeelding 4), waarbij met drie parallelle Oldham-



Afbeelding 4.
Een 3-dof manipulator.
(Foto: Simon Henein)

koppelingen (één koppeling legt één hoek vast) een x,y,z-stage is gerealiseerd. De x,y,z-translaties worden geactueerd met een vlakke voicecoil actuator die aangrijpt op het hulplichaam van de betreffende koppeling.

Na een introductie over vrijheidsgraden van bladveren en sprieten en een overzicht van de voor- en nadelen van elastische elementen, richt deze presentatie zich sterk op twee onderwerpen: de beperkte slag en het feit dat een kracht nodig is om positie te handhaven. Diverse ontwerpen worden getoond die geoptimaliseerd zijn naar een grote slag (ontwerpen op sterkte) door gebruik te maken van hulplichamen. Afbeelding 5 toont een kruisveerscharnier dat door drie hulplichamen een totale slag heeft van $\pm 10^\circ$. Hierbij is er ook aandacht voor het dynamisch gedrag van hulplichamen en worden oplossingen getoond om de vrijheidsgraden hiervan vast te leggen. Daarnaast is er aandacht voor vermoeiingstesten aan de elastische elementen, de keuze van het materiaal en diverse berekeningsmethodieken.



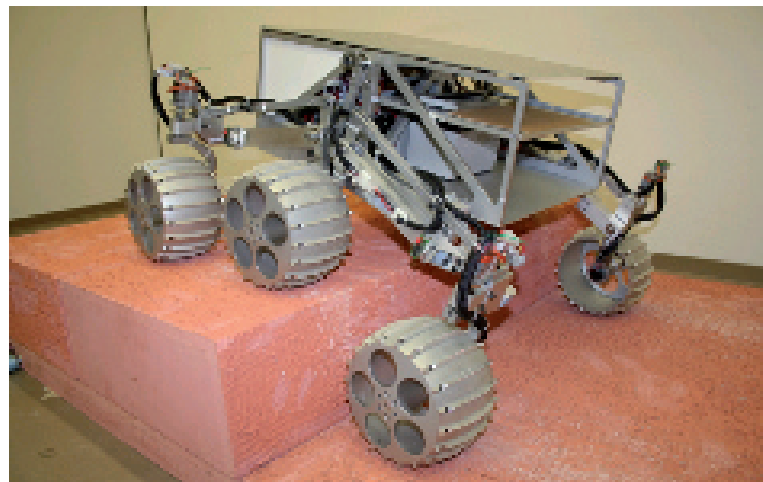
Afbeelding 5: Het bewegende deel en het vaste deel van het getoonde kruisveerscharnier zijn onderling verbonden middels drie hulplichamen in serie. Dit maakt de relatief grote slag mogelijk van $\pm 10^\circ$. (Foto: Simon Henein)

Verder zijn er op deze dag nog drie tutorials, die niet door de auteur worden bijgewoond maar zeker het noemen waard zijn: “Mechatronics and Dynamic Error Budgeting” door onder andere Jan van Eijk (TU Delft) en Leon Jabben,

“Aspects of Thermal Effects in Precision Systems” met hierin onder meer aandacht voor thermische modale analyse en “Opto-mechanical Design” door Rob Munnig Schmidt (TU Delft) en Jan Nijenhuis (TNO Industrie en Techniek).

Rondleiding bij ETH

Tijdens de conferentie is er de mogelijkheid om een rondleiding te volgen bij de ETH. Allereerst is daar de Micro-en Nanosystems Group bezocht, die als voornaamste research-activiteiten kent: nanotransducers en -systemen, nieuwe materialen voor MEMS en advanced microsystems zoals ‘polymer-based biocompatible strain sensors’. Naast een vernuftige micro-gripper staat in hetzelfde lab een opstelling waarbij een levende fruitvlieg op de tip van een taster van een AFM is ‘geplakt’. Door de vlieg in een cilinder te plaatsen waarvan de binnenkant bedekt is met LED’s, kan de omgeving van de vlieg worden veranderd. Met de LED’s kan bijvoorbeeld gesimuleerd worden dat de vlieg een duikvlucht maakt. De vlieg reageert hier vervolgens op door met zijn vleugeltjes te klappen en de reactiekrachten die dit veroorzaakt worden gemeten met de taster. Vervolgens is het Autonomous Systems Lab bezocht. Een toepassingsgebied is die van autonome vliegtuigen. Energieopslag en -verbruik zijn hier belangrijke aspecten. Er is door het instituut een zweefvliegtuig ontwikkeld (spanwijdte 3,2 m, $m = 2,5$ kg) waarvoor de energie geleverd wordt door zonnecellen. Dit vliegtuig kan meer dan tien uur aangesloten vliegen. Verder wordt er gewerkt aan volledig autonome micro-helicopters. Ook staat er een prototype



Afbeelding 6. De CRAB Mars Rover. (Bron: www.asl.ethz.ch)

van de CRAB (Afbeelding 6): een voertuig dat zijn toepassing vindt als Mars Rover in het kader van de Aurora Exo-mars missie van ESA. Een testterrein is gebouwd om dit 6-wiel aangedreven prototype te testen.

SIG Thermal Effects in Precision Systems

Dinsdagmiddag geeft Jan van Eijk een toelichting op de Special Interest Group Thermal Effects in Precision Systems. Het doel van deze SIG is het uitwisselen van kennis en het samenwerken in de precision engineering-gemeenschap op het gebied van thermomechanica. De eerste bijeenkomst van deze groep heeft plaatsgevonden in Eindhoven in 2006. De voornaamste onderwerpen waar deze groep zich op concentreert zijn:

- Modelleren van thermische en thermomechanische effecten
- Compensatiemethoden voor thermische deformaties
- Meetmethoden van temperatuur en deformaties
- Thermomechanische ontwerpstrategieën en -principes
- Ervaringen uitwisselen

The SIG mikt op een Europees gesubsidieerd project waarin het begrip Transient Thermal States (TTS) verder uit-

gediept kan worden. Dit moet meer inzicht geven in het gebruik van TTS in het ontwerpen van precisie-apparatuur enerzijds en het ontwikkelen van temperatuurconditionering en compensatie-algoritmes anderzijds. Deelnemende bedrijven en instellingen zijn onder meer TU Delft, IDEKO, Tekniker, Philips Applied Technologies, IBS Precision Engineering en TNO Industrie en Techniek.

Geslaagd

Samenvattend kan worden gesteld dat Euspen 2008 een geslaagde conferentie was, breed en gevarieerd van opzet.

Auteursnoot

Erik Tabak is sinds april 2007 werkzaam als mechanisch ontwerper bij TNO Industrie en Techniek, afdeling Precisie Mechanica.

Informatie

www.zurich2008.euspen.eu

