

# FEEDBACK

PERIODIEK

ALUMNI

ASSOCIATION OF

CONTROL ENGINEERS

DELFT

Jaargang 16, nummer 1, september 2006

# INHOUD

Van de Redactie	1
Introductie Nieuwe Feedback	2
Ontvangstdag GRID+	4
Jacquelien Scherpen	7
Piet Teerhuis	9
De Elf Vragen: Michel Verhaegen	10
De Elf Vragen: Paul Van den Hof	12
Mijn studie	14
Walsen, kakkerlakken en kingfisher	17
Smartcars	24

## Colofon

Redactie Ben Klaassens

Redactieadres Delft Center for Systems and Control  
Mekelweg 2  
2628 CD Delft  
Tel: 015-2785119  
Fax: 015-2786679  
Email: [grid@tudelft.nl](mailto:grid@tudelft.nl)

Abonnement WWW: <http://www.dcsc.tudelft.nl/Industrial/Grid>  
FEEDBACK is het periodiek van GRID+. Alle leden en aspirant leden (te weten: alle studenten van DCSC) van GRID+ krijgen FEEDBACK toegezonden. Lidmaatschap van GRID+ staat open voor alle afgestudeerden van DCSC en de regeltechnische vakgroep van de voormalige faculteiten Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde en Technische Fysica. Informatie over het lidmaatschap is te verkrijgen via het secretariaat.

# VAN DE REDACTIE

**H**ier ligt dan eindelijk weer een nummer van GRID+ Feedback voor u. Na een periode van veranderingen en discussie is het bestuur er in geslaagd om GRID+ toekomst te geven. Thijs Nuijens heeft de omslag van het nieuwe Feedback aangepast aan het vernieuwde GRID+. Ik wil beginnen om namens de (éénmans) redactie iedereen te bedanken die heeft medegewerkt aan het uitbrengen van dit nummer.

In dit nummer wordt de aankondiging gedaan van een GRID+ activiteit in november. Het is naast het formele gedeelte zoals dat bij een vereniging hoort plaats te vinden, een bijeenkomst waar afgestudeerden (in dit geval al of niet lid) weer hun banden kunnen aanhalen met hun universiteit en in het bijzonder de regeltechnische gemeenschap. Het is van belang dat u daarbij aanwezig bent. Wij willen graag laten zien wat we aan het doen zijn. Maar vooral willen we onze vereniging uitbreiden met nieuwe “oude” leden waarvan we de adressen nog niet kennen.

Tijdens deze middag zijn er een tweetal korte presentaties van bekende leden van Delft Center for Systems and Control (DCSC) die afscheid nemen van hun huidige werkomgeving. Jacquélien Scherpen heeft een leerstoel aanvaard aan de Universiteit van Groningen. Piet Teerhuis zal gaan genieten van zijn pensioen. Zij zullen beiden iets vertellen over hun relatie met de regeltechniek.

Door het beantwoorden van de “elf vragen” kunt u kennis maken met twee hoogleraren van DCSC, te weten Paul Van den Hof en Michel Verhaegen.

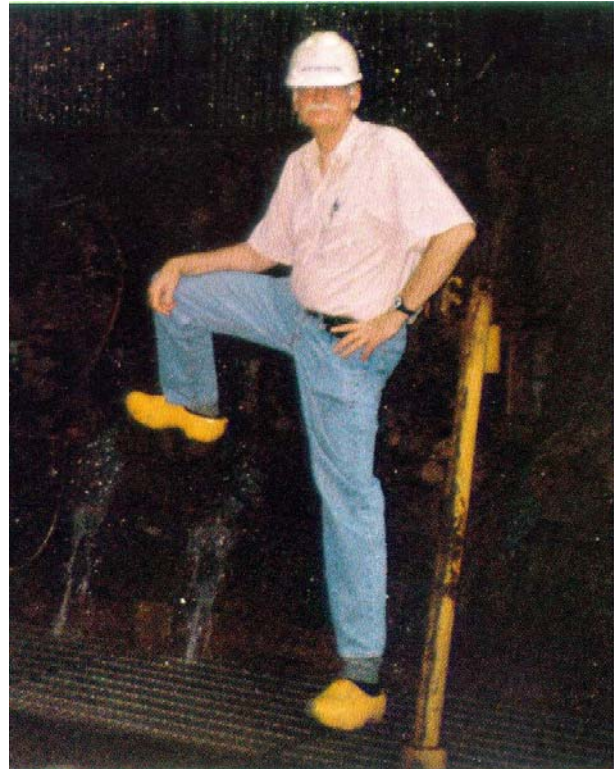
Daarnaast treft u een aantal verhalen over activiteiten van promovendi, afgestudeerden en DCSC staf aan. Dit varieert van verhalen over een internationaal staalbedrijf, lucht- en ruimtevaart tot de auto van de toekomst.

Dit nummer geeft weer een beeld van de regeltechniek en zijn afgestudeerden. We hopen dat u er plezier in hebt om daar het een en ander over te lezen. De redactie ruimt graag wat pagina's in om ook uw eigen ervaringen te publiceren. En wij zien u graag op donderdag 16 november in Delft.

# INTRODUCTIE NI EUWE FEEDBACK

door Guus van Ditzhuijzen

**T**oen ik benaderd werd om iets met GRID te doen, leek me dat wel aardig, omdat het een Genootschap is. Dat woord lijkt namelijk op Genotschap en het heeft ook iets stijlvol. GRID staat voor Genootschap van Regeltechnische Ingenieurs uit Delft. Oorspronkelijk klopte dat niet helemaal, want het bestond uitsluitend uit regeltechnici, die bij Elektrotechniek waren afgestudeerd. Maar gelukkig veranderde het samenwerkingsverband tussen Elektro, Natuurkunde en Werktuigbouw – dat al uit 1971 stamde - in een echte fusie tot DCSC: Delft Centre for Systems & Control. Toen moest de Alumni vereniging natuurlijk ook aangepast worden. De statuten werden aangepast in 2004 en het lidmaatschap ruim toegankelijk: alle regeltechnici van TU Delft. Tevens is de naam toen maar veranderd in GRID+.



Wat deed GRID? In principe was het twee keer per jaar het tijdschrift Feedback met een paar technische artikelen, nieuws van GRID en de faculteit en personalia. Verder minstens een keer per jaar een excursie en soms zelfs met feestelijkheden. De laatste activiteiten waren een borrel met aanbieder plaquette voor DCSC na een symposium en algemene ledenvergadering op 19 mei 2004 en een excursie naar Corus in december 2004.

Door gebrek aan kopij en het mislukken van een excursie is 2005 een beetje een kalm jaar geweest. Maar daar komt nu verandering in. De leiding van DCSC heeft zijn volledige medewerking toegezegd en we gaan weer van start met nieuwe plannen.

In september komt (deze) Feedback uit met alle plannen. Feedback komt voortaan een keer per jaar uit. Daarnaast een keer per jaar een bijeenkomst in Delft en een excursie.

Op donderdag 16 november 2006 komt er een open dag bij DCSC met lezingen, een algemene ledenvergadering een borrel en hap.

Om meer leden te krijgen wordt voorgesteld om de contributie (nu € 11,50) te vervangen door een vrijwillige bijdrage. Zo kunnen alle afstudeerders automatisch lid worden. Echter, we hebben nog een klein probleem: we hebben niet alle adressen. Nu bent U natuurlijk ter plekke enthousiast geworden en wil ons alle adressen van uw regeltechnische Delftse vrienden sturen! Dat kan. Heel eenvoudig: ga naar <http://www.dcsc.tudelft.nl/Industrial/Grid/index.html>, daar staat alles over GRID+ en een inschrijfformulier.

Het huidige bestuur bestaat uit:

Guus van Ditzhuijzen (voorzitter/industrie)

Ben Klaassens (secretaris/universiteit)

Onno Nouwen (penningmeester/industrie)

André van der Ham (industrie)

Ton van der Weiden (universiteit)

Arjan den Dekker (universiteit)

Thijs Nuijens (student)

Omdat een aantal bestuursleden al lang in het bestuur zitten willen zij graag door enthousiaste vakgenoten opgevolgd worden!

# ONTVANGSTMI DDAG GRID+

Donderdag 16 november 2006

Voorordat het centrum voor regel- en systeemtechniek (Delft Center for Systems Control) opgericht werd in 2003, was er bij de toenmalige Faculteit Elektrotechniek al een bloeiende alumni vereniging GRID. Na de oprichting van DCSC lijkt het een logische stap om afgestudeerden van de overige samenstellende delen (Werktuigbouwkunde en Technische Fysica) ook lid te laten worden van deze alumni vereniging die na het noodzakelijk wijzigen van de statuten onder de naam GRID+ verder gaat.

Het ligt in de bedoeling om een bijeenkomst aan de TU te dan een excursie. Wij zien een nieuwe start en hopen aanwezig zullen zijn om niet alleen met elkaar te praten over die goede oude tijd, maar om deze keer, ook op een leuke manier afscheid ten nemen van twee fantastische medewerkers Jacqueliën Scherpen (lees blz.7) en Piet Teerhuis (lees blz.9).



eens in de twee jaar een organiseren en zo nu en **16 november 2006** als dat vele oud-studenten

Er is een uitgebreid middagprogramma. Wij starten met het formele gedeelte (na de ontvangst met koffie): de **algemene ledenvergadering**. Er zullen een aantal zaken rondom het reilen en zeilen van de vereniging op tafel worden gelegd. Er moeten een aantal belangrijke beslissingen worden genomen. Deze betreffen de samenstelling van het nieuwe bestuur, de hoogte van de contributie en verslag van de kascommissie. Er treden twee bestuursleden af te weten Onno Nouwen en Arjan den Dekker. Guus van Ditzhuijzen, Ton van der Weiden, Ben Klaassens, Thijs Nuyens en André van der Ham stellen zich herkiesbaar. Wij zijn dus op zoek naar nieuwe kandidaten voor een bestuursfunctie.

Er ligt een voorstel van het bestuur om de contributie te verlagen naar € 0,00 en te vervangen door een jaarlijkse vrijwillige bijdrage.

Daarna gaan we verder met een aantal **DCSC presentaties**. Eerst zal de voorzitter van DCSC, Paul Van den Hof, het "startschot" geven. Daarna zullen twee medewerkers iets vertellen over hun relatie met de regeltechniek, de Technische Universiteit en hun toekomst: Jacqueliën Scherpen en Piet Teerhuis. Jacqueliën Scherpen is benoemd tot gewoon hoogleraar aan de Rijksuniversiteit Groningen. Piet Teerhuis gaat nu van zijn pensioen genieten.

**Open huis:** dan is het tijd om de stallen te bezichtigen. Medewerkers, PhD studenten en studenten zullen iets laten zien van hun onderzoek. Er is uitgebreid tijd om te discussiëren met de aanwezige medewerkers en studenten, natuurlijk onder het genot van een drankje. U kunt meteen afscheid nemen van Piet Teerhuis.

Daarna zal een uitgebreid **buffet** uw tongen strelen en kunnen we verder praten over het wel en wee van regeltechniek Nederland en daarbuiten.

## **PROGRAMMA GRID+ MIDDAG donderdag 16 november 2006**

### **13u30 ALGEMENE LEDENVERGADERING**

1. Opening van de vergadering
2. Ingekomen stukken
3. Goedkeuring notulen vorige Algemene Ledenvergadering (16 november 2004)
4. Mededelingen van het bestuur
5. Rekening en verantwoording van de penningmeester over 2004-2006.
6. Verslag van de kascommissie
7. Vaststelling van de begroting voor 2007
8. Verkiezing van een nieuw bestuur.
9. Benoeming kascommissie 2007
10. Afscheid oud-bestuursleden
11. Rondvraag
12. Sluiting

### **14u45 GRID+ PRESENTATIES**

1. Ontvangst koffie/thee en een koekje
2. Opening Paul Van den Hof
3. Voordracht Jacquélien Scherpen
4. Koffie
5. Voordracht Piet Teerhuis

### **16u30 OPEN HUIS**

Borrel  
Bezichtiging van opstelling en posters met kleine demonstraties  
Afscheid Piet Teerhuis

### **18u30 WARM BUFFET**

## **AANMELDEN VOOR DEZE GRID+ MIDDAG**

In verband met de organisatie vragen wij u zich van tevoren aan te melden: dit maakt het ons een stuk gemakkelijker. Wel moeten we opmerken dat het aantal plaatsen bij het buffet beperkt is: aanmelding gaat in volgorde van binnenkomst. Om deel te kunnen nemen aan het buffet verzoeken wij u een kleine bijdrage van € 7,00 per persoon te storten op postrekening 6065902 ten name van de Genootschap Regeltechniek Ingenieurs Delft, Mekelweg 4, Delft.

Het inschrijven voor deze middagdag resp. dagdelen is erg eenvoudig en kan op drie manieren plaats vinden:

- 1 Per e-mail: [j.b.klaassens@tudelft.nl](mailto:j.b.klaassens@tudelft.nl)
- 2 Per telefoon: 015-2782473 (secretariaat DCSC)
- 3 Met het strookje op de volgende bladzijde:  
Technische Universiteit Delft  
Delft Center for Systems and Control  
Secretariaat GRID+  
Antwoordnummer 10185  
2600 VB Delft

Zie ook: <http://www.dcsc.tudelft.nl/Industrial/Grid/agenda.html>



===== ✂ =====

Op donderdag 16 november 2006 ben ik aanwezig bij:

- de GRID+ Algemene Ledenvergadering (aanvang 13u30)
- de GRID+ Presentaties (aanvang 14u45 uur)
- het GRID+ Open Huis (aanvang 16u30 uur)
- het buffet (aanvang 18u30 uur)

Ik heb € 7,00 per persoon gestort op de postrekening 6065902 ten name van de penningmeester GRID+

(GRAAG AANKRUISEN WAAR U AAN WILT DEELNEMEN)

Naam \_\_\_\_\_

Adres \_\_\_\_\_

Postcode \_\_\_\_\_ Woonplaats \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_

Telefoon 0 \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Aantal deelnemers \_\_\_\_\_

Lidmaatschap GRID+ Ja / Nee / Geef mij op als lid / Wil geen lid worden

# Jacqueline Scherpen

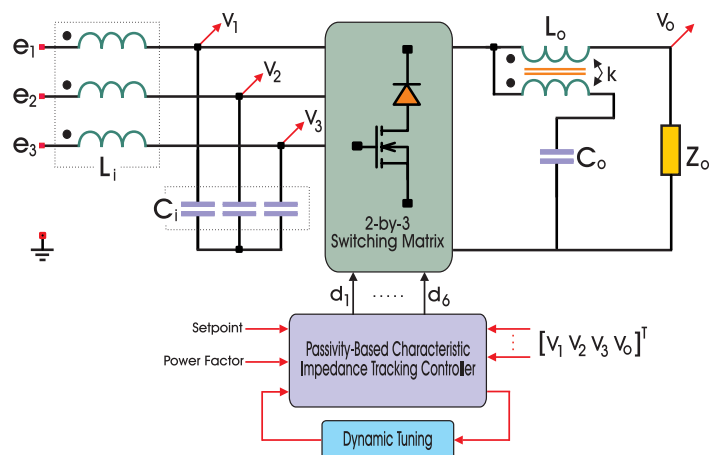
Jacqueline Scherpen is op 22 september 1966 geboren te Schoonebeek. In januari 1990 is zij afgestudeerd en in maart 1994 is zij gepromoveerd, beide bij de vakgroep Systeem- en Besturingstheorie van de faculteit Toegepaste Wiskunde van de Universiteit Twente.

Na nog even medewerker onderwijs geweest te zijn in Twente, is zij in juni 1994 bij Elektrotechniek aan de TUDelft begonnen als post-doctorale onderzoeker, gedeeltelijk bij Regeltechniek en gedeeltelijk bij Netwerken en Systemen. Haar begeleider was Michel Verhaegen. Aansluitend is zij in juni 1995 in dienst gekomen als universitair docent bij Regeltechniek, waar zij in 1999 universitair hoofddocent werd. In 2003 is zij meegegaan naar het Delft Center for Systems and Control, waar zij haar onderzoek en onderwijsactiviteiten heeft voortgezet. In september 2006 is zij benoemd (part-time, 1 dag per week) tot hoogleraar Discrete Technologie en Productie Automatisering aan de Rijksuniversiteit Groningen. Deze functie zal zij per 1 januari 2007 voltijds gaan vervullen. Zij is getrouwd en heeft 2 kinderen.

Jacqueline Scherpen heeft vooral onderwijs verzorgd in de bachelors fase van Elektrotechniek (Inleiding modelvorming en systeemanalyse, Niet-lineaire dynamische systemen, en recent Dynamische regelsystemen deel I), en in de masters fase in het verleden voor Elektrotechniek en tegenwoordig voor een verplicht onderdeel van de Systems and Control opleiding (Modeling and systems analysis).

Na haar start bij Elektrotechniek is zij geïnteresseerd geraakt in het modelleren en regelen van elektrische netwerken en in het bijzonder van schakelende elektrische netwerken (vermogensomzetters). Met de niet-lineaire regelmethode die rekening houdt met de fysische eigenschappen van het systeem (passiviteit, energie-opslag, vermogensstroom),

kunnen regelaars ontworpen worden die de niet-lineariteiten meenemen en dus geschikt zijn voor een groter werkgebied dan de standaard lineaire technieken. Het grote voordeel van deze aanpak is dat het gesloten lus systeem fysisch interpreteerbaar is, wat handvaten geeft voor het tunen. Deze aanpak heeft geresulteerd in een (cum laude) proefschrift van Dimitri Jeltsema en verschillende afgestudeerden hebben hier aan gewerkt. Het meest recent zijn Martijn de Vries en Marco Kransse afgestudeerd op een ontwerp dat ze in Delft hebben uitgevoerd en in Bari, Italië hebben geïmplementeerd. De resultaten hiervan zijn veelbelovend voor verdere uitwerking. Daarnaast werkt Jacqueline Scherpen aan het toepassen van de methoden voor mechanische en elektromechanische systemen. Recentelijk is een toepassing op een zogenaamd “quarter-car” suspensie model uitgewerkt in



samenwerking met enkele afstudeerders. Een vergelijking op simulatieniveau geeft aan dat de regeling beter werkt dan de standaard industriële “sky-hook” regeling. Dit heeft al geleid tot een contact met het “smart car” project dat binnen DCSC loopt en op dit moment worden de potentiële voordelen van zo'n regeling binnen dat project onderzocht.

Naast de bovenstaande, op de fysica gebaseerde regelmethoden is Jacquelin Scherpen geïnteresseerd in model en complexiteitsreductie van hoge orde systemen met het oog op regelaarontwerp (Promovendi: Tudor Ionescu, Thomas Voß en Snezana Djordjevic). Het soort toepassing dat hierbij de afgelopen jaren en in de toekomst bestudeerd is/wordt zijn o.a. processystemen (vloeistofsystemen), energietechnische systemen, opblaasbare structuren voor flexibele ruimtevaarttoepassingen en complexe elektromechanische systemen als MEMS en NEMS (micro en nano electro mechanical systems). Zij is werkpakketleider in het MicroSateliet cluster van MicroNed, een consortium van bedrijven en universiteiten die aan microsystemen werken.

Daarnaast heeft zij in het verleden meegedraaid als projectleider in een Europees Brite Euram project SCOP, (seat comfort optimization), een project in samenwerking met de Europese auto- en autostoelindustrie. Dat project heeft geresulteerd in het proefschrift van Govert Monsees en ook hierop hebben in het verleden verschillende afstudeerders gewerkt.



In Groningen gaat zij aan de slag bij het instituut “Industrial

Technology and Management” en de bijbehorende opleiding. De studenten krijgen een brede ingenieursopleiding met 70% technische vakken en 30% bedrijfskundige vakken. Vanaf september geeft zij het college Regeltechniek aan 3e jaars studenten. Bij deze opleiding is het contact met bedrijven een belangrijk element. Zij krijgt de mogelijkheid om een groep met enkele tenure track posities (universitair docent), enkele promovendi posities en een laboratorium op te zetten. Het onderzoek zal in de elektromechanische hoek en het omgaan met complexe regelsystemen gezocht worden.

# Piet Teerhuis

**G**eboren 7 december 1941 als zoon van een echte werktuigbouwer. Opgegroeid op het eiland Marken, dus een groot liefhebber van vis.

Na de MULO en de HTS Amsterdam is hij afgestudeerd in 1969 aan de TU Delft. Daarna meteen bij de vakgroep Werktuigkundige Meet- en Regeltechniek gaan werken en begonnen in de Sectie Hydrauliek, waar prof. Viersma de leiding voerde. Piet Teerhuis heeft zich toen niet alleen ontwikkeld als een goede regeltechnicus, maar ook als een goede constructeur. Mede dankzij zijn brede interesse in de modelvorming en dynamica van mechanische systemen werd hij een van de weinige

specialisten in de Hydraulische Servotechniek.

Hij werd al gauw lid van het landelijke industriële Platform Hydrauliek. Voor de industrie was hij een goede gesprekspartner, die kon meedenken over het conceptuele ontwerp van een servobestuurde machine. Dankzij Piet heeft de vakgroep een aantal megaprojecten binnengehaald, gebouwd en van een servobesturing voorzien.

Zo heeft Piet in samenwerking met de faculteit Lucht- en Ruimtevaart de vluchtsimulator (zie fig.1) voor Simona ontworpen, gebouwd en geregeld. Tegelijkertijd heeft hij voor de vakgroep een kleinere versie de Simonette laten

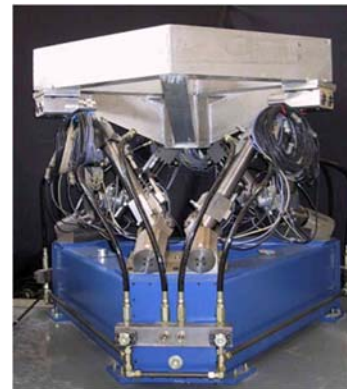
maken (zie fig.2). Een ander staaltje van zijn vakmanschap heeft hij getoond bij de ontwikkeling van een hydraulische robot voor het geautomatiseerd leggen van stenen waarmee de wand van een staalconverter wordt bekleed. De bouw van deze stenenlegrobot werd gedaan in samenwerking met de firma Hydraudyne. De robot (zie fig.3) was een belangrijke onderdeel van een project gefinancierd door de Europese Gemeenschap geïnitieerd en uitgevoerd door het ingenieurs bureau Paul Wurth SA en het staalconcern ARBED.

Na het vertrek van prof. Viersma is Piet begonnen met het geven van het college Hydraulische Besturingen. Later ontstond, gedreven door liefde, het college Meettechniek. In de laatste jaren van zijn TU carrière heeft Piet een actieve rol gespeeld in het opzetten en geven van het college Mechatronisch Ontwerpen. Piet was een geliefd docent die vele studenten enthousiast heeft gemaakt voor de regel- en servotechniek. Hij heeft dan ook talloze studenten begeleid tijdens hun afstudeerwerk.

Hij gaat nu van zijn pensioen genieten en zijn tijd opnieuw invullen met het bouwen van schepen in het klein.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

# De Elf Vragen

**D**“elf vragen” vormt een rubriek in het GRID+ blad. Hierin stellen we aan afgestudeerden en promovendi van de vakgroep een elftal vragen en verzoeken deze vragen zo open mogelijk te beantwoorden. De vragen zijn bedoeld om u een idee te geven hoe verschillend de afgestudeerden en promovendi van de vakgroep zijn en hoe verschillend zij terechtgekomen zijn.

Deze keer hebben we de vragen voorgelegd aan *Michel Verhaegen*.



Ik ben in 1982 afgestudeerd aan de Technische Universiteit Delft op het onderwerp van het schatten van de aerodynamische afgeleiden uit gereconstrueerde toestandsinformatie. Ik ben gepromoveerd aan de Katholieke Universiteit Leuven in België in 1985 op het onderzoeksthema: de ontwikkeling van numeriek betrouwbare methoden voor Kalman Filtering. Vanaf 1982 ben ik werkzaam aan de TU Delft eerst bij de faculteit Elektrotechniek en thans als hoogleraar bij de faculteit Werktuigbouwkunde. Gedurende de periode 2001-2002 ben ik hoogleraar geweest bij de Technische Universiteit Twente.

## 1. Wat herinner je je nog uit je studietijd?

De intensieve gesprekken met docenten tijdens, voor en na de colleges. De manier waarop je daardoor de docent maar ook het vak beter leert doorgronden, hebben bij mij vele plezierige herinneringen nagelaten.

## 2. Is je carrière verlopen zoals die je voor ogen stond?

Niet helemaal. Ik wilde oorspronkelijk een beroep waarin actie centraal stond, geen zittend beroep van een ambtenaar. Echter door een samenloop van omstandigheden ben ik in het onderzoek terechtgekomen en dan nog wel het fundamentele onderzoek naar de ontwikkeling van nieuwe rekenmethoden.

## 3. Wat is het beste advies wat je ooit hebt gekregen?

Om naar de VS te vertrekken na mijn promotie.

4. *Wat zou je een jong afstudeerder willen adviseren?*

Om volhardend te werken en alle tijd te gebruiken om de kennis van je leermeesters op te nemen. Het zal later een cruciale bron vormen om daarmee de concurrentie met vakbroeders met succes aan te gaan.

5. *Stel je hebt een invloedrijke positie. Wat zou je in Nederland als eerste willen veranderen?*

Dat de rol van de universiteit onafhankelijker wordt in het uitzetten van toonaangevend onderzoek. Ook een technische universiteit moet voor een belangrijk deel vrijheid scheppen om aan nieuwe fundamentele ontwikkelingen te werken.

6. *Waar houd je je naast je werk mee bezig?*

Met geloofsverdieping. Het zoeken naar antwoorden op waar we vandaan komen, waarom we leven en waar het leven voor bedoeld is, vormen voor mij een belangrijke drijfveer om op zoek te gaan. Hierbij vind ik uitermate inspirerend hoe grote wetenschappers als Newton, Pascal er in slaagden om door hun wetenschappelijke vindingen alleen maar meer ontzag voor de Schepper te krijgen dan omgekeerd.

7. *Welke beslissing in je leven zou je achteraf anders hebben genomen?*

Geen.

8. *Welke krant lees je?*

Geen.

9. *Wat is je favoriete vakantiebestemming of andere activiteit?*

De Zwitserse bergen.

10. *Heb je thuis een computer en welk programma gebruik je het meest?*

Ja ik heb een computer thuis. Ook daar is het meest gebruikte programma Matlab en mijn e-mail browser.

11. *Welke vraag is niet gesteld en wat zou je daarop willen antwoorden?*

De vraag die niet gesteld wordt is wat een mens drijft om innovatie te plegen. Mijns inziens is dat het plezier en de vreugde bij de ontwikkeling van iets nieuws om het beter te doen dan je concurrent. Terwijl je weet dat je elkaar nodig hebt. Want zonder die concurrent was er geen drijfveer om te innoveren. Dat maakt ons duidelijk dat we elkaar meer dan nodig hebben.

# De Elf Vragen

**D**“elf vragen” vormt een rubriek in het GRID blad. Hierin stellen we aan afgestudeerden en promovendi van de vakgroep een elftal vragen en verzoeken deze vragen zo open mogelijk te beantwoorden. De vragen zijn bedoeld om u een idee te geven hoe verschillend de afgestudeerden en promovendi van de vakgroep zijn en hoe verschillend zij terechtgekomen zijn. Deze keer hebben we de vragen voorgelegd aan *Paul Van den Hof*.



Ik ben in 1982 afgestudeerd en in 1989 gepromoveerd aan de TU Eindhoven, onder begeleiding van promotor Prof. Pieter Eykhoff, een van de internationale grondleggers van het vakgebied van de systeemidentificatie.

Vanaf 1986 ben ik werkzaam aan de TU Delft, eerst als UD en UHD in de groep van Prof. Okko Bosgra bij Werktuigbouwkunde, en vanaf 1999 als hoogleraar bij Technische Natuurkunde. Vanaf 2004 ben ik hoogleraar en afdelingsvoorzitter binnen DCSC, en sinds begin 2005 ook wetenschappelijk directeur van de landelijke onderzoekschool DISC.

## *1. Wat herinner je je nog uit je studietijd?*

De verschillende kamers waar ik gewoon heb, twee jaar studentassistentschap bij de begeleiding van projectonderwijs, het afstudeerproject waar ik me stevig in vastbeet en samen met mijn begeleiders mooie resultaten boekte op het gebied van benaderende realisatiealgoritmes; en natuurlijk de avondjes stappen op donderdagavond.

## *2. Is je carrière verlopen zoals die je voor ogen stond?*

Nee absoluut niet. Ik ben geen carrièreplanner. Ik heb altijd datgene gedaan dat ik op dat moment uitdagend en aantrekkelijk vond, en mensen opgezocht waar ik iets van kon leren. Mijn carrière is simpelweg het natuurlijke gevolg daarvan. Dat ik op mijn huidige positie terecht zou komen zou ik nooit hebben voorspeld.

## *3. Wat is het beste advies wat je ooit hebt gekregen?*

Dit is een moeilijke..... wellicht de suggestie van Okko Bosgra om in 1986 naar TUDelft te komen en daarmee te kiezen voor een academische loopbaan. Dat is uiteindelijk een prima stap gebleken waarin ik uitstekende kansen heb gekregen, en telkens weer nieuwe uitdagingen op mijn pad heb getroffen.

*4. Wat zou je een jong afstudeerder willen adviseren?*

Zoek datgene op waar je enthousiast over bent, en met passie aan kunt werken. Ons vakgebied biedt op dit moment, net als in het verleden, uitstekende mogelijkheden voor bijdragen aan uitdagende technologische vernieuwingen.

*5. Stel je hebt een invloedrijke positie. Wat zou je in Nederland als eerste willen veranderen?*

Uiteraard moet het eredivisievoetbal terug van Talpa naar de NOS, en moeten we op veel terreinen van onze samenleving af van de virtuele (administratieve) wereld die we gecreëerd hebben, en terug naar de wereld waarin mensen centraal staan.

*6. Waar houd je je naast je werk mee bezig?*

Naast mijn werk blijft er op dit moment heel weinig tijd over. Daarbij blijf ik het uitdagend vinden om inhoudelijk onderzoek te doen. Veel verder dan wat regelmatige aandacht voor mijn gezin (echtgenote en tweeling van 18 jaar), wat sporten en theaterbezoek, en het enigszins bijhouden van de nederlandse literatuur kom ik niet.

*7. Welke beslissing in je leven zou je achteraf anders hebben genomen?*

Ik ben niet het type persoon dat snel ergens spijt van heeft. Ben eerder geneigd om zaken te accepteren zoals ze verlopen zijn, en van daaruit vooruit te kijken.

*8. Welke krant lees je?*

De Volkskrant al sinds jaar en dag.

*9. Wat is je favoriete vakantiebestemming of andere activiteit?*

Het zuiden van Europa, daar waar zon, bergen en water zijn, en waar je onder een grote boom met een stapeltje boeken en een goed glas wijn lekker tot rust kunt komen. En natuurlijk Australië met zijn zeer aantrekkelijke leef- en werkklimaat. De korte sabbatical periode die ik in 1992 in Newcastle heb besteed zou ik nog graag een keer willen overdoen.

*10. Heb je thuis een computer en welk programma gebruik je het meest?*

Deze vraag stamt zeker uit de vorige eeuw.... Ik heb inderdaad een computer! Topgebruik ligt bij tekstverwerken (Latex), internet (Explorer) en email (Outlook).

*11. Welke vraag is niet gesteld en wat zou je daarop willen antwoorden?*

Een vraag over het contact met oud-studenten (afgestudeerden en AIO's); dat mag wat mij betreft best wat intensiever. Ik hoop dat we met GRID+ in staat zullen zijn om oud-studenten met enige regelmaat naar onze afdeling in Delft terug te halen, om gezamenlijk bij te praten over zowel de ontwikkelingen in Delft als over de loopbaanontwikkelingen van onze oud-studenten. Ik hoop in november veel mensen terug te zien!

# MIJN STUDIE

Door Diederick Joosten

| nmiddels is het alweer bijna 3 jaar geleden dat ik besloot, na het afronden van mijn BSc Elektrotechniek, om over te stappen naar het Delft Center for Systems and Control om de laatste fase van mijn studie hier in Delft aldaar te voltooien. Er was een veelheid aan redenen om deze stap te zetten, maar de kwaliteit van het regeltechniek onderwijs, met name in het derde studiejaar, wil ik toch in het bijzonder noemen. Vanzelfsprekend was de hoofdreden het feit dat de regeltechniek mij als interdisciplinair vakgebied zeer interesseert.

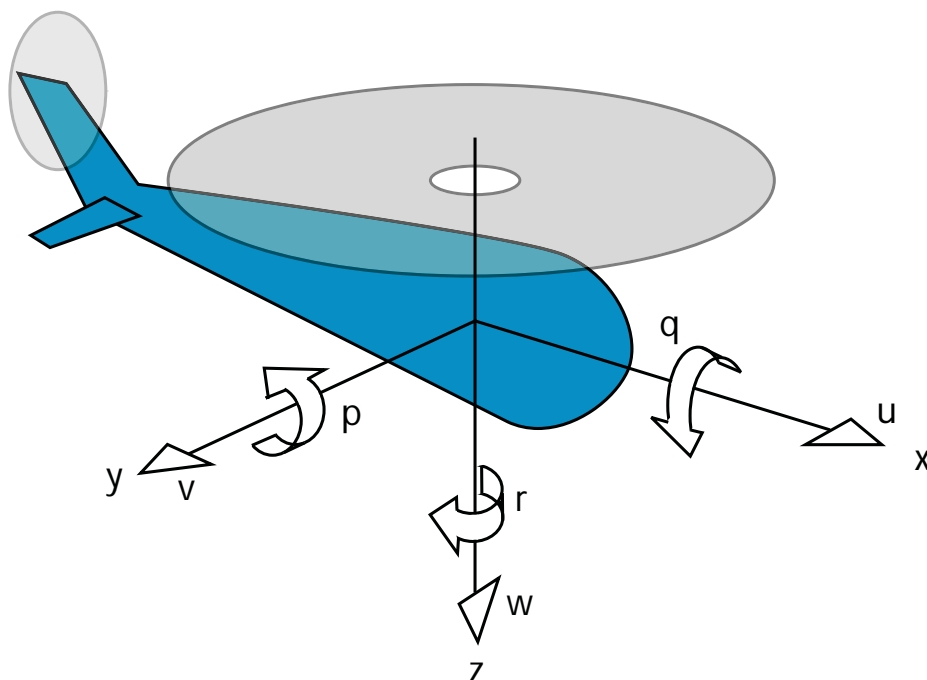
Enmaals begonnen aan Control, werd mij duidelijk dientengevolge

DCSC een jonge en dynamische groep

de MSc studie Systems and dat DCSC een jonge en dynamische groep is.

Hoewel iedereen, zo kort na de fusie van de originele vakgroepen meet- en regeltechniek nog wel aan elkaar leek te moeten wennen, overheerste in mijn ogen voornamelijk het optimisme en het goede gevoel over de kracht van de nieuwe groep. Natuurlijk waren de diverse vakken in het begin nog niet volledig op elkaar afgestemd, al dan niet volledig uitgekristalliseerd, maar deze fase, zo vlak na de oprichting van DCSC, heb ik als zeer stimulerend ervaren.

Gezien mijn interesse in alles wat luchtvaart is, kwam ik in de zoektocht naar een afstudeeropdracht al gauw bij prof. Michel Verhaegen terecht. Samen hebben we



contact gelegd met de delftse start-up Delft Dynamics, een bedrijf dat momenteel een onbemande helicopter ontwikkelt voor o.a. observatie doeleinden. Het onderwerp dat ik heb aangepakt is de systeemidentificatie van deze helicopter. Historisch

gezien is helicopter-identificatie een tamelijk ingewikkelde kwestie daar de vliegeigenschappen van deze machines sterk verschillen per vliegconditie. Tevens zijn helicopters instabiel en vertonen ze sterke koppeling tussen de dynamica van de rotor en de romp.

Vanwege bovengenoemde eigenschappen is er besloten om te kijken of de door dr.ir. Verdult beschreven identificatiemethoden voor lineair parameter-varierende (LPV) systemen bruikbaar zijn voor dit identificatieprobleem. Mijn eigen werk heeft zich met name toegespitst op het aanpassen van de subspace-methoden van Verdult om LPV systemen met lineair fractionele parameter afhankelijkheid (LFT) te identificeren. Een van de grote uitdagingen daarin was het vinden van een oplossing voor de enorme data-matrices die ontstaan wanneer deze methoden worden toegepast op data, welke is gegenereerd met een systeem met 16 of meer toestanden. Daarnaast heb ik een methode beschreven om hetzelfde type systemen ineens uit data te destilleren als de volledige toestand van het systeem bekend is. Hoewel beide methoden goed werken op data van een simulatiemodel van de helicopter, blijkt dat een goede keuze van de variabelen, die worden gebruikt als tijdvariërende parameter in de LPV structuur essentieel is voor een correct resultaat. Kortom, er ligt nog een uitdaging klaar voor ons regeltechniek ingenieurs: hoe is een LPV structuur te bepalen uit fysieke kennis van je systeem, al dan niet uit de volledige set niet-lineaire bewegingsvergelijkingen?



Met het afsluiten van dit project op 2 september 2005, bleek ik tevens de eerste afstudeerder te zijn die het diploma MSc Systems and Control in ontvangst mocht nemen. Tijd om uit te rusten was er echter niet, want op maandag 5 september was ik reeds aan het

werk als AIO. Kortom ik heb besloten te blijven om nog meer wetenschappelijke diepgang te zoeken.

Ook het huidige project is luchtvaartgerelateerde, waarbij dr.ir. Ton van den Boom optreedt als mijn dagelijks begeleider en waar prof. Michel Verhaegen de promotor is. In het onderzoek, een samenwerkingsverband met Lucht- en Ruimtevaart, worden diverse aspecten van fout-tolerant regelen in de luchtvaart bestudeerd. Mijn eigen focus ligt daarbij met name op de toepassing van robuuste modelgebaseerde methoden (MPC) wanneer er een fout optreedt. De voordelen van de modelgebaseerde methode zijn groot, want wanneer in het 'fout'-geval een nieuw model van het vliegtuig wordt geïntroduceerd, kan in principe gewoon verder worden

gevlogen, bijvoorbeeld door gebruikt te maken van redundante stuurvlakken en actuatoren.

In het eerste jaar van mijn onderzoek ligt, naast het behalen van het DISC diploma en een gedegen literatuurstudie, de nadruk op het toepassen van de genoemde technieken op het voorbeeld van de ramp met de Boeing 747 van El Al, de zogeheten Bijlmerramp. Dit voorbeeld is de zogeheten 'benchmark' van een Europees onderzoeksproject waarin diverse Europese universiteiten en onderzoeksinstituten hun fout-identificatie en fout-tolerante regelmethode vergelijken. Dit project wordt in maart 2007 afgesloten met een simulator-campagne en een grote bijeenkomst in Delft. Wellicht hoort u tegen die tijd meer van mij.

# WALSEN, KAKKERLAKKEN EN KINGFISHER

Belevenissen bij de automatisering van een warmbandwalserij in India

Van 1992 tot 2000 was ik als projectleider (en expert) betrokken bij de automatisering van de (staal) warmband walserij van Tata Steel in India. In feite werd door Hoogovens Technical Services expertise geleverd van computer modellen voor automatische besturing van deze walserij. Het ging hier om "level 2" berekeningen, ofwel per band/rol berekenen van voorinstellingen van de walstuigen en optimale instellingen voor de regelaars in "level 1". Regeltechnische problemen waren vooral in model adaptatie en regelingen met lange dode tijd.

**Door Guus van Ditzhuijzen**

## Natje en droogje

's Avonds in het donker zitten we op het terras voor onze kamers van het guesthouse. Het weer is hier hopeloos in de moessontijd. Oorverdovend komt het met bakken uit de hemel, afgewisseld met donder en bliksem. De stad verandert in een modderpoel en de muren van de huizen zijn groen en zwart uitgeslagen en zompig van het vocht. Hier en daar lekt het gewoon door het beton heen. We luisteren naar muziek uit onze laptop (moest nog praten als Brugman tegen onze helpdesk, dat de audiofunctie echt noodzakelijk was) en drinken Kingfisher bier en wijn uit het uit Nederland meegenomen karton. We nemen geen flessen meer mee (hier is geen wijn), want een keer werd de koffer gescand en moest mijn collega U\$ 25 per fles invoerrechten betalen. We proberen het nog "gezellig" te maken door een kaars aan te steken. Dat wordt weliswaar niet door het guesthouse gewaardeerd, want de kaars en lucifers zijn bedoeld voor licht tijdens stroomuitval. Dat gebeurt dan ook elke avond na een paar donderslagen.

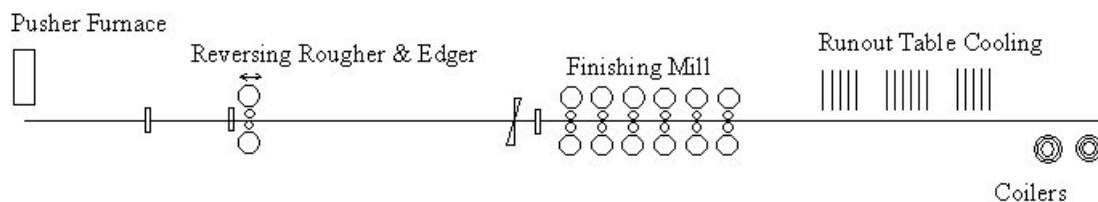


Figuur 1 Keuken Food Plaza. Rechts Ton Snijders

Eten doen we soms op de Food Plaza. Een grasveld met uiterst smerige plastic stoelen en tafels en nog smeriger transit busjes met een keuken erin (zie Figuur 1). Daarom zien we hier ook nooit buitenlanders. Maar het eten is heet en dus veilig en goddelijk van smaak. Soms naar andere restaurants om wat te proberen. Het nieuwe restaurant Novelty is goed en die bezorgen ook. Dat lijkt ons wel aardig, dus gebeld. Nou dat was lachen. We hebben natuurlijk geen borden en bestek op onze kamer. Tot onze niet geringe verbazing werd de soep (hot & sour) niet gebracht in een bakje of zo, maar in een plastic zak, dichtgebonden met elastiek. En gloeiend heet ook. Heel moeizaam in ons bierglas geschonken en opgedronken. De chop soy (tjap tjoi) was moeilijker. Gelukkig had ik een bordje achtergehouden van de "wake-up tea" en hebben we mijn zakmes als lepel gebruikt. Maar de smaak was uitstekend. Hoe je een natte auto weer aan de praat krijgt hebben we daar ook geleerd. Toen de chauffeur ons een ochtend ophaalde sloeg de motor af en startte niet meer. De auto werd onder een afdak geduwd (regende pijpenstelen), kap open, verdeelkap eruit. Hij gooit wat benzine in de verdeelkap en steekt het aan. Dan nog een keer met het vuurtje op de grond. De kap wordt stevig afgedroogd, ingebouwd en hij start weer. Dit lijkt misschien wel vreselijk en afzien, maar eigenlijk vinden we dit fantastisch. India is een fascinerend land en er is altijd wat te beleven.

### Walsen en computers

We zijn hier om de walserij van Tata Steel te automatiseren. Tata Steel is een van de grootste privé bedrijven in India. De Tata Group is opgericht in 1868 door Jamsetji Tata en in 1912 begon Tata Steel met een ijzer- en staalfabriek in Jamshedpur. Tata is nu een gigantisch concern, actief in staal, auto's, locomotieven, chemie, enz. enz. Jamshedpur (250 km ten westen van Kolkata – vroeger Calcutta) is een echte staalstad. Tata heeft daar behalve welvaart ook scholen, universiteiten en ziekenhuizen gebracht.



Figuur 2 Lay-out van Warmband walserij: Oven (Furnace), Voorwals (Rougher), Eindwals (Finishing Mill), Koeling (Runout Table Cooling), Haspels (Coilers)

Rond 1990 besloot Tata om een warmbandwalserij te bouwen. Een warmband is een fabriek die rollen warmgewalst staal produceert. Plakken van 6-11m lang, 200-250mm dik en 600-1200mm breed worden verhit tot 1250-1300°C in doorschuif- of wandelovens. Vervolgens wordt de dikte door voorwalsen gereduceerd tot 25-35mm. Daarna gaat de plak in een eindwalsstraat (meerdere walstuigen achter elkaar, zie figuur 2 en figuur 3) om eruit te komen met een dikte van 1,5-15mm. Omdat de band dan ruim een km lang kan zijn wordt deze opgerold. Maar daarvoor wordt de band nog op een speciale manier gekoeld, zodat de mechanische eigenschappen worden gevormd.

Deze warmband werd gebouwd door een bekende Duitse walsenbouwer Schloemann-Siemag (SMS). Echter voor opleiding van de operators had deze firma geen capaciteit en gingen grote groepen naar Hoogovens. Een van deze deelnemers

(Sarkar) was nogal geïnteresseerd in onze automatisering. Naast de snelle continue regelingen (vooral diktereregeling) worden op een niveau hoger alle voorinstellingen en optimale regelinstantellingen berekend per band. Daardoor is het hele proces vrijwel volautomatisch. Sarkar wist de directie te overtuigen, dat een dergelijke automatiseringsgraad nodig was om topkwaliteit te kunnen halen. Wij dus naar India om aan te bieden. En ja hoor, in november 1992 krijgen we de opdracht voor de besturing van de oven. Nadat we dit met succes hadden afgerond gingen we in de race voor de voorwals en eindwals automatisering. Daar mochten we na 4 keer steeds een week naar India voor zware onderhandelingen in oktober 1996 mee beginnen. In december 1999 mochten we dat met succes afronden.



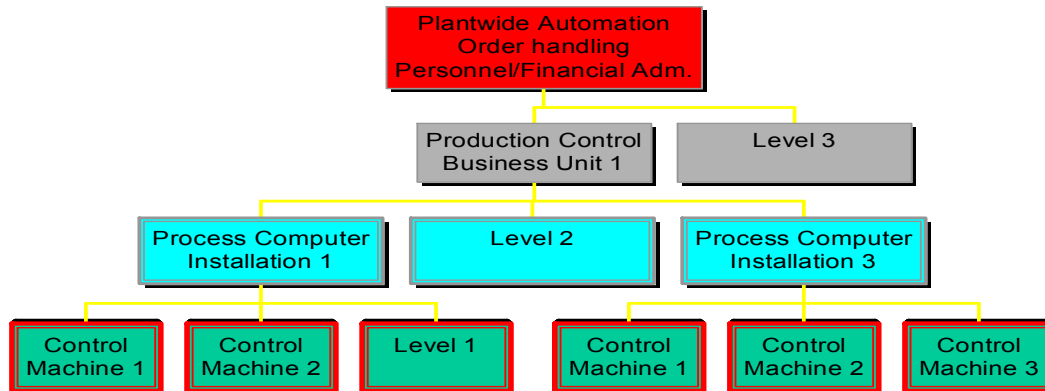
Figuur 3 Foto Eindwalsstraat (=Finishing mill)

### Het contract

In principe leverden wij kennis en assistentie aan de Indiërs voor het maken van de software. Die kennis gaat in de vorm van functionele specificaties en uitleg daarvan. Ook waren wij verantwoordelijk voor de door hen gebouwde software. Dat gaf wat interne discussies, want hoe kun je nu verantwoordelijk zijn voor iets dat je niet zelf maakt? Nou dat kan prima. Je moet dan alles nakijken en dat stop je in je budget en dat werd geaccepteerd. Het had achteraf ook een ander voordeel. De software engineers waren er zo op gebrand om iets moois te bouwen en intern te scoren, dat het meten en accepteren van de afgegeven garanties vrij soepel liep. Ons contract bestond uit een vaste prijs deel en een regie basis deel. Onze bezoeken werden per dag betaald en hotel/guesthouse, eten en dagvergoeding werd ter plekke (goed) geregeld. Dat had het voordeel, dat ze ons daar nooit lang vasthielden. Dit in tegenstelling tot andere leveranciers, die meer turn-key leverden en we net zo lang vastgehouden werden tot alles perfect werkte. Om ons te kunnen betalen moest de Indiase regering toestemming geven om vreemde valuta te exporteren, maar toen dat eenmaal rond was ging dat goed. Tevens moesten de Indiërs fors belasting betalen over kennis import, maar aangezien wij dat in Nederland konden verrekenen, konden we ze daarmee helpen.

### Techniek

Onderstaand schema geeft de verschillende niveaus (levels) van automatisering van een fabriek weer. De bovenste twee lagen zijn meer administratieve computer-systemen. De onderste laag ("control") bevat de snelle continue regelingen. In dit geval het constant houden binnen een band van dikte en temperatuur, regelen van snelheid, aandrijvingen, waterhoeveelheden, etc. Het tweede niveau worden per



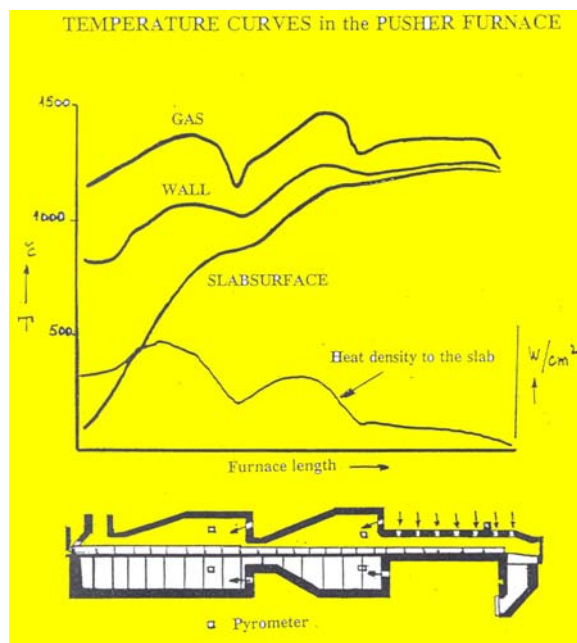
Figuur 4 Schema automatiseringsniveaus (level 1-4)

batch/band berekeningen gemaakt voor de optimale regelaarinstellingen en voorinstellingen voor de walstuigen. Bij de oven worden in dit niveau optimale opwarmcurves bepaald per plak en voor de hele inhoud van de oven.

In dit project werd kennis geleverd van de Process Computers (level 2) voor de oven en voor voorwals en eindwals.

### Oven automatisering

In de oven worden plakken opgewarmd tot 1250-1300°C. In die oven liggen dan 20-25 verschillende plakken, waar ook nog verschillende eisen aan gesteld worden. Van

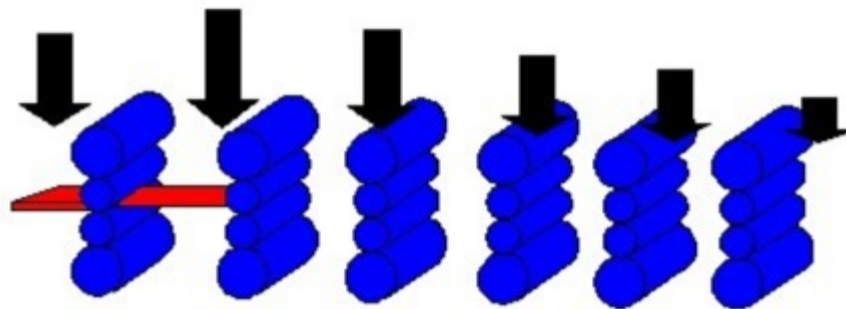


Figuur 5 Voorbeeld opwarmcurve en omgevingstemperaturen

elke plak wordt de optimale opwarmcurve berekend. Deze curves worden vertaald naar optimale temperatuurverdeling over de opwarmzones. Per plak wordt met voorspellingsmodellen (eindige elementen) geschat, wat de einde-oven temperatuur zal worden. Na uitname en voorwalsproces wordt de temperatuur gemeten en teruggerekend naar een einde-oven temperatuur. Afwijkingen t.o.v. de verwachte waarden worden gebruikt om deze modellen aan te passen.

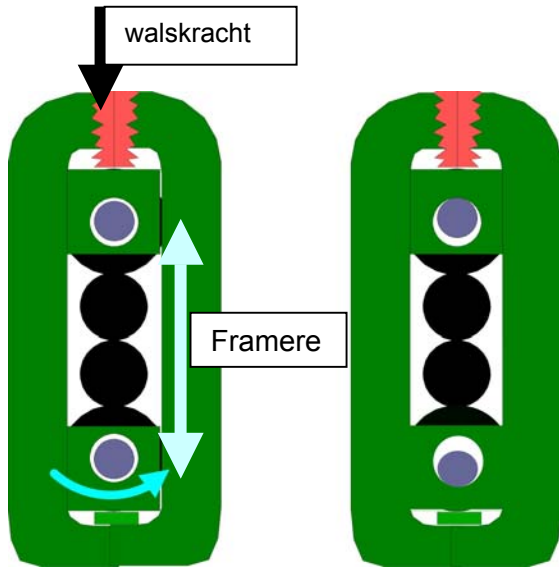
### Wals automatisering

Bij de walsmodel berekeningen komt nogal wat kijken. Bij de eindwals moet een optimale verdeling van de reducties per stand (=walstuig) berekend worden. Daarbij wordt een walskrachtverdeling gevraagd, die zo is dat de bandvlakheid (een onvlakke band heeft golvende randen of golven in 't midden) en profiel (dikte over breedte) aan bepaalde eisen voldoen.



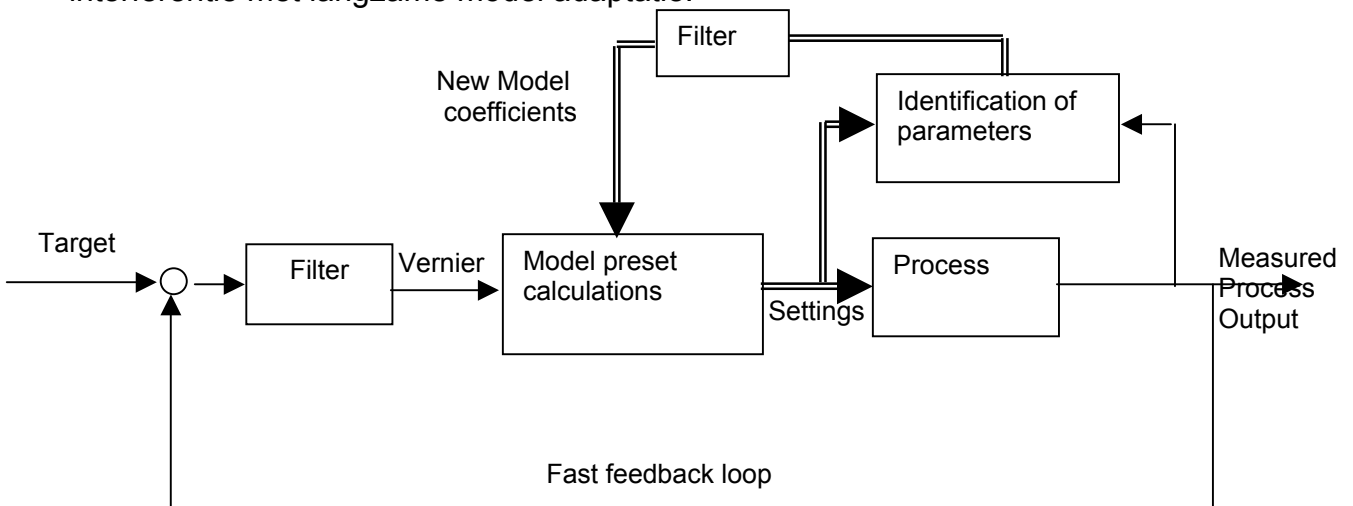
Figuur 6 Typische walskrachtverdeling.

Door die walskrachten rekt het frame van de stand, waardoor de reductie weer verandert. Tegelijkertijd veranderen steeds de tussentemperaturen, de rekristallisatie, enz. enz. Kortom een complexe iteratieve berekening met alle risico's van niet convergeren (hetgeen ook gebeurde; en wij weer trucs moesten verzinnen). Voor deze modellen is kennis nodig van sterkteleer (deformatie, framerek, wrijving), fysische transportverschijnselen (opwarming, afkoeling, materiaalstroming, walslager positionering, zie Figuur 7) en metaalkunde (rekristallisatie in walsspleet, transformatie ( $\alpha\text{Fe} \rightarrow \gamma\text{Fe}$ ) bij opwarming en terug bij afkoeling).



Figuur 7 Wals in frame draaiend (links) en stilstaand (rechts, geen oliefilm in lager).

Regeltechniek kwam vooral om de hoek bij snelle feedback van band tot band en de interferentie met langzame model adaptatie.



Figuur 8 Blokschema snelle feedback ("Vernier") en model adaptatie.

Maar ook temperatuurregelingen (oven en koeling), waar voor grote dode tijden moet worden gecompenseerd komen aan de orde. Hier wordt gebruik gemaakt van statische en dynamische voorspelmodellen.

### Tot slot

India is een fascinerend land met enorme verschillen in techniek en cultuur. Een land waar huisindustrie en handwerk nog heel normaal zijn, terwijl zij aan de andere kant heel ver zijn in software, zware industrie en niet te vergeten nucleaire technologie (atoombom) en zelfs ruimtevaart. Onderstaande foto is een mooi voorbeeld van deze combinatie. Het is fantastisch en dankbaar werk om zeer gedreven superintelligente Indiërs te mogen helpen een fantastisch product te maken. Als er niet zo'n sterke braindrain was, zou India nog sneller groeien. Tenslotte moet nog vermeld worden, dat ik veel dank verschuldigd ben aan mijn collega's Kees Vuijk en Ton Sniijders en niet te vergeten twee Delftse Regeltechnische Ingenieurs Arend Kusters en Jeroen Ploeg.



Figuur 9 Cultuurverschillen: een supermoderne walserij, gebouwd met Westerse technologie, maar zand wordt nog gedragen door dames op het hoofd

# SMARTCARS

door Ben Klaassens

**V**erkeers(on)veiligheid is een belangrijk maatschappelijk vraagstuk en aandachtspunt. Bij ongevallen in het verkeer spelen het voertuiggedrag (stabiliteit, controle) en de menselijke factor een belangrijke rol. Derhalve is actieve veiligheid via het voertuig een belangrijk onderzoeksgebied in de automobielenindustrie. Er worden steeds meer mechanische en elektronische systemen in voertuigen geïnstalleerd die op een bepaalde manier ingrijpen in het gedrag van het voertuig (enkele voorbeelden zijn ABS, EBD, ESP, etc.). Deze systemen opereren en functioneren echter onafhankelijk van elkaar. Het geheel van systemen is zeer complex, onderlinge relaties zijn onduidelijk, waardoor een integrale regeling/sturing op het functioneren van het voertuig een probleem is. Daarnaast is het niet mogelijk om met de huidige state-of-the-art technologie enkele essentiële parameters te meten, zodat deze moeten worden benaderd (zoals krachten in dynamische systemen, interfaces, omgevingsvariabelen).

Voertuigen worden steeds hoger (SUV's) en lichter (Smart) uitgevoerd. Het zwaartepunt ligt hierdoor verder boven de onderkant van het voertuig, waardoor de kans op het kantelen (roll-over) van voertuigen wordt vergroot. Ook bij vrachtwagens doet dit probleem zich voor.

De voertuigveiligheid kan sterk worden verbeterd als een aantal essentiële parameters zeer nauwkeurig zouden kunnen worden gemeten, een vertaling kan plaatsvinden naar een real-time status van de stabiliteit van het voertuig, en vervolgens een directe en gecontroleerde ingreep op het mechanisch systeem kan plaatsvinden.

SKF, TNO, TU Delft en TU Eindhoven werken in het SmartCars project samen om de voertuigveiligheid actief te kunnen beïnvloeden en te verbeteren.

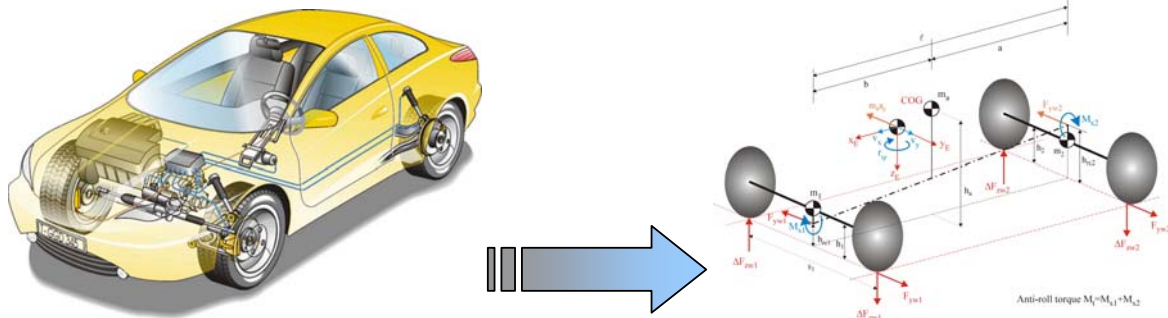
Doel van het SmartCars project is het genereren van nieuwe kennis over de regeling/sturing van voertuig dynamica en voertuig stabiliteit op basis van informatie van nieuwe 'smart' sensoren, zodat het mogelijk wordt om elektromechanisch (dus niet hydraulisch) actieve controle op de veiligheid van voertuigen van de toekomst uit te oefenen.

De partijen in dit project kiezen voor een integrale aanpak die uiteindelijk moet leiden tot een geheel nieuw integraal "Vehicle Dynamics System (VDS)". Er wordt nieuwe kennis gegeneerd op het gebied van sensor technologie, het meten van de dynamische belasting op de wiellagers, over relaties tussen gemeten waarden en de voertuig stabiliteit en op het gebied van actieve elektromechanische regelsystemen



om kantelen te voorkomen. Belangrijke innovatieve elementen in het beoogde onderzoek zijn:

- + het meten van complexe parameters via nieuwe sensortechnologie;
- + nieuwe technieken voor het vertalen van sensorinformatie naar een integraal beslissysteem voor voertuigstatus en stabiliteit;
- + het ontwikkelen van een actief ingrijpend systeem voor voertuigregeling gebaseerd op mechatronica.



Figuur 2 Modelvorming.

Binnen DCSC wordt er gewerkt aan de modelvorming en simulatie van voertuigen zoals symbolisch weergegeven in figuur 2.

Het concept van elektromechanische actuatoren voor platvormstabilisatie van voertuigen is een nieuw concept. Dit concept moet de nadelen van de huidige hydraulische actuator technieken elimineren. Ook moet het systeem eenvoudig in toekomstige voertuigen kunnen worden aangebracht,

Er wordt nieuwe kennis ontwikkeld op het gebied van sensor technologie voor voertuigen, methoden voor het berekenen van krachten, relaties tussen het meten van krachten en de stabiliteit van het voertuig, elektrische actuator technologie en actieve roll regeling.

Het onderzoek richt zich op

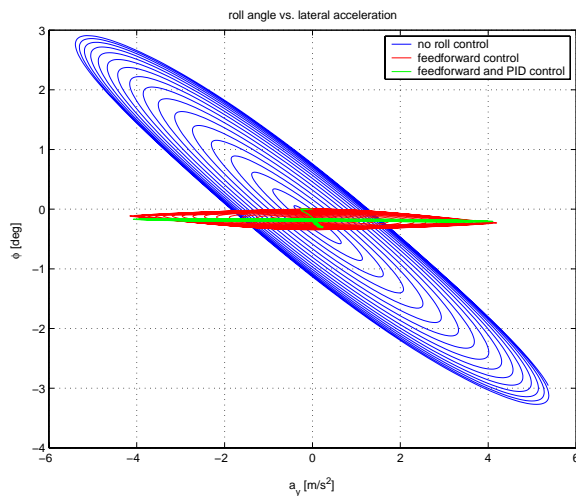
- + Metingen (inclusief dynamische eigenschappen van sensoren)
- + Toestandschatters voor voertuigen (schatting van parameters die niet kunnen worden gemeten maar worden geschat aan de hand van voertuigmodellen)
- + Regel-algorithmen: nieuwe regelalgoritmen inclusief fault-tolerant control, worden bestudeerd en getest

### Actieve Roll Control

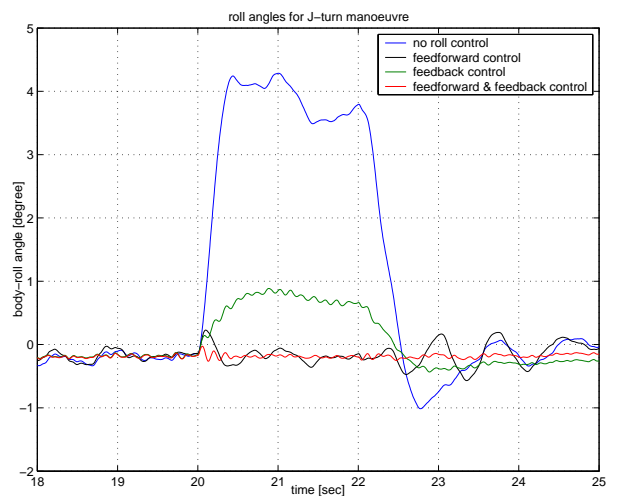
Er wordt gemeenschappelijk gewerkt aan het ontwerp van een actieve roll control. Door het plaatsen van actuatoren tussen de wielophanging en het platform wordt de rolbeweging van het voertuig (een rotatie om de langsas van het voertuig) verminderd tot ongeveer nul.

Door het aanpassen van de verdeling van de krachten over de vooras en achteras, kan de handling van het voertuig worden gewijzigd zonder daarbij de eigenschappen de dynamische roll control aan te tasten.

De regelaar is een vorm van feedforward control om de positie van het platform te stabiliseren. Een feedback regelaar verbetert de robuustheid. Indien er een sensor geheel of gedeeltelijk faalt wordt de regelaar gereconfigureerd om een continue bedrijf mogelijk te maken (fault-tolerant control).



Figuur 2 Rol hoek en laterale versnelling voor sinusoidale wielhoek modulatie ( $-5^\circ < \text{wielhoek} < 5^\circ$ ).



Figuur 3 Rol hoek  $\phi$  voor een agressieve J-turn (verandering wielhoek  $45^\circ$ )

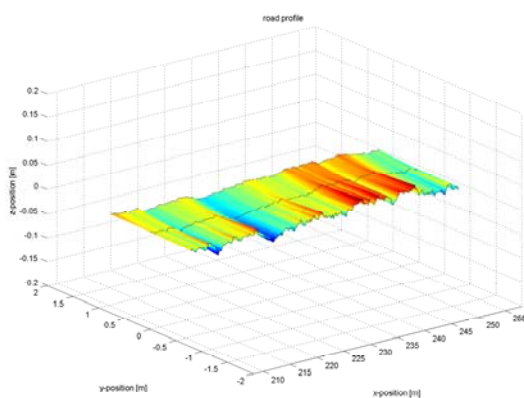
### Testen roll control

De testen worden uitgevoerd in een speciale software omgeving ADVANCE zoals is ontwikkeld door TNO Automotive. Dit pakket maakt het mogelijk een full-vehicle model te simuleren inclusief de eigenschappen van de banden en het wegprofiel.

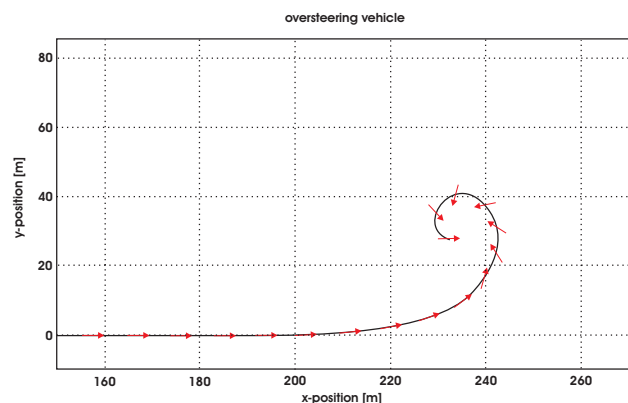
De standaard testen die worden uitgevoerd zijn:

- ⊕ Sinusoidale modulatie van de stuurhoek (Eland test); zie figuur 2,
- ⊕ J-turn (scherpe bocht); zie figuur 3,
- ⊕ Oneffenheden in het wegprofiel; zie figuur 4,
- ⊕ Handling van het voertuig (over- en onderstuur); zie figuur 5,

voor verschillende belastingssituaties van het voertuig. Experimenten worden voorbereid met een BMW 545i.



Figuur 4 Wegprofiel van het testcircuit



Figuur 5 Handling overstuurd voertuig (→)

## **Resultaten**

Na afloop van dit onderzoeksproject zullen de resultaten gebruikt worden voor een vervolg ontwikkelingsproject dat uiteindelijk moet leiden tot marktintroductie van het integrale VDS-systeem vanaf 2010. De projectresultaten zullen uiteindelijk leiden tot het vergroten van de veiligheid van het voertuig en eveneens de verkeersveiligheid (51% van de ongevallen waarbij 1 voertuig is betrokken kent roll-over als oorzaak) en zullen voertuigen milieuvriendelijker maken, doordat huidige hydraulische pompen door elektromechanische actuatoren kunnen worden vervangen, wat o.a. leidt tot een belangrijke energiebesparing. Daarnaast heeft de technologie een grote economische potentie: de markt is zeer groot (> 40 miljoen personenauto's per jaar) en de vraag naar manieren om voertuigveiligheid/stabiliteit te vergroten is aanwezig.