

DE VONK

PERIODIEK DER E.T.S.V. SCINTILLA

Hoofdartikel:
Lifelike MEMS



Minorevaluaties:
Technische natuurkunde
Werelbeschouwing
Kennisoverdracht

Hobby:
De Rode Knop

Foto's:
Scrapheap
Cantus 55
Actievelingenuitje

Het eBART-systeem



5 000 METER TRACK
150 000 KOFFERS PER DAG
1 BAS BIJKERK

Inderdaad, het zijn imposante systemen die Vanderlande Industries realiseert. Material handling systemen voor tal van nationale en internationale distributiecentra, luchthavens en sorteercentra. De ene keer betrekkelijk compact en overzichtelijk. De andere keer zeer uitgebreid, behorend tot 's werelds grootste installaties. Complex en opgebouwd uit de meest innovatieve en creatieve oplossingen op het gebied van elektronica, mechanica en besturingstechnologie.

Unieke systemen, die altijd weer anders zijn. Gerealiseerd door bijzondere mensen. Bas Bijkerk bijvoorbeeld. Een van onze collega's die niet uitgesproken raakt over de projecten waarbij hij van begin tot einde betrokken is.

Internationale miljoenenprojecten, waar hij in multidisciplinair teamverband aan werkt. En waar hij trots op is! Net als zijn 1 700 collega's op onze verschillende kantoren in de wereld.

De boeiendste technische en logistieke uitdagingen. Een creatieve omgeving met gedreven collega's die van aanpakken weten. De afwisseling van projectenwerk. Met internationale carrièremogelijkheden.

Unieke systemen. Bijzondere mensen. Je vindt het bij Vanderlande Industries. Kijk op www.vanderlande.com.

WWW.VANDERLANDE.COM

UNIEKE SYSTEMEN, BIJZONDERE MENSEN

VANDERLANDE
INDUSTRIES

COLOFON REDACTIONEEL

DE VONK

Periodiek der E.T.S.V. Scintilla.
Verschijnt 4 maal per jaar in een
oplage van circa 550 stuks.

Jaargang 27, Nummer 3
Maart 2009

Redactie

Dirk-Jan van den Broek, Erwin
Bronkhorst, Henriëtte van Dorp,
Derk de Graaf, Harm te Hennepe,
Ellen van Rossem, Lars Zondervan

Druk

Printec Offset, Kassel (Dld)

Redactieadres

E.T.S.V. Scintilla, Universiteit
Twente, Postbus 217, 7500 AE
Enschede, tel: (053) 489 2810, fax:
(053) 489 1068

Internet

vonk@scintilla.utwente.nl
(algemeen)

vonkkopij@scintilla.utwente.nl
(kopij)

www.scintilla.utwente.nl/
commissies/vonk/
(website)

Alle leden van Scintilla krijgen De
Vonk in hun postvakje of gratis
toegestuurd.

Niets uit deze uitgave mag worden
overgenomen, vermenigvuldigd of
gekopieerd zonder uitdrukkelijke
toestemming van de Vonk-redactie.

De redactie behoudt zich het recht
voor om door derden geschreven
materiaal te wijzigen of in het
geheel niet te plaatsen. De in de
artikelen vervatte meningen zijn
niet noodzakelijkerwijs die van de
redactie.

ISSN 0925-5427

De lente is begonnen

Tekst: Erwin Bronkhorst

De eerste zonnige dagen hebben we alweer gehad, hier en daar verschijnen al wat rokjes in het straatbeeld en 's avonds kan het licht weer een uurtje later aan. De meteorologen en astronomen zijn het er ieder jaar weer niet over eens, maar wat mij betreft is de lente weer begonnen. Hoewel het op het moment van schrijven wat regenachtig is, zal het me niets verbazen dat deze nieuwe Vonk in een zonnige periode op de deurmat ploft. We hebben als redactie weer enorm ons best gedaan om je een prachtig blad te bezorgen die je lekker in de zon kunt gaan lezen, en dat is dankzij de bijdrage van diverse mensen weer prima gelukt.

Terwijl je in de avondschemering deze Vonk aan het lezen ben, hoor je op de achtergrond wellicht het getsjirp van krekels. Deze krekels hebben de mensen van TST geïnspireerd bij hun onderzoek naar sensoren om luchtstromen te meten. Deze sensoren kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden bij het meten van geluid. Over dit vakgebied is in het hoofdartikel van deze Vonk van alles te lezen.

In deze Vonk zijn in plaats van de gebruikelijke stageverslagen dit keer enkele minor-verslagen te vinden. Een deel van jullie moet binnenkort een minor kiezen als verbreding van je kennis. Sommige studenten zullen weinig moeite hebben bij het kiezen van een minor, andere studenten twijfelen misschien nog tussen twee of meerdere minors of hebben nog helemaal geen idee. De verslagen van drie totaal verschillende minors in deze Vonk kunnen daarbij een handig hulpje zijn.

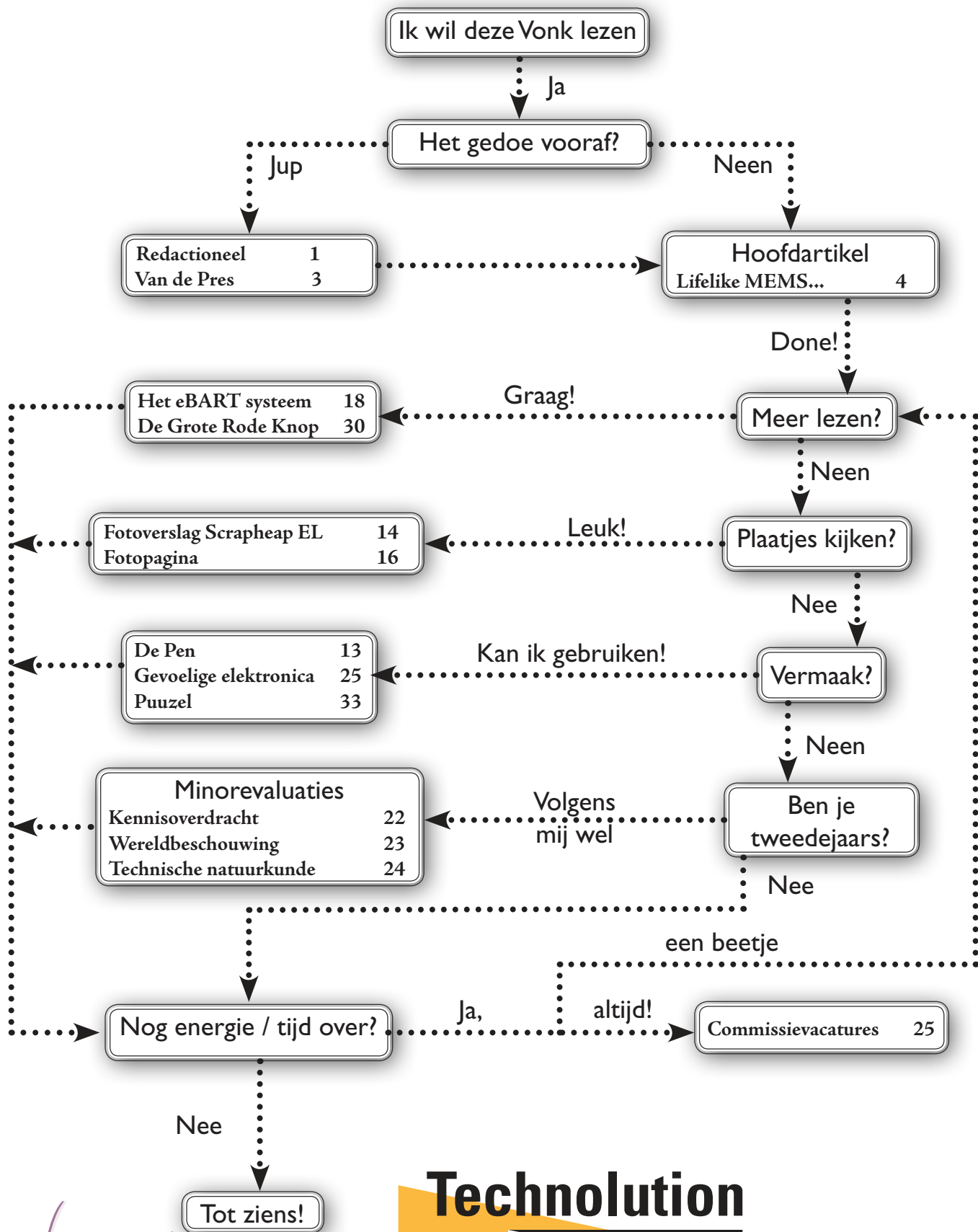
Ook is er weer genoeg te vertellen over het reilen en zeilen van Scintilla. Zo doet onze president weer zijn gebruikelijke woordje in deze Vonk en vertellen de kersverse eerstejaars actievelingen over de Ouderdag en de Sjaarscie. Omdat Scintilla altijd op zoek is naar nieuwe actievelingen

wordt er ook weer een overzicht gegeven van commissies waarin je als lid plaats kunt nemen. Verder heeft Scintilla dit jaar de 'Scrapheap Challenge Elektrotechniek' georganiseerd en hiervan is een fleurig fotoverslag opgenomen in deze Vonk. Van diverse andere recente activiteiten van Scintilla kun je indruk krijgen op de fotopagina in het midden van deze Vonk.

De hobbyisten onder ons kunnen weer inspiratie opdoen in de rubriek 'hobby'. Dit keer wordt een ongemak dat in diverse studentenhuizen dagelijks aanwezig is aangepakt en wordt de oplossing uitgebreid tot een jaloersmakende gadget. Voor de mensen voor wie dit allemaal te ingewikkeld is of voor wie het juist niet uitdagend genoeg is heeft Truusje weer haar best gedaan om een leuke Puuzel te maken waarop je je potlood weer stuk kunt bijten.

Afgewisseld met de nodige columns is dit weer een veelzijdige, goedgevulde, kleurrijke Vonk geworden en ik wens je dan ook veel plezier bij het lezen van deze uitgave. Of het nu prachtig weer is of pijpenstelen regent deze wisselvallige lente, het is altijd weer om deze Vonk te lezen. Ik wens iedereen een goede lente toe!

INHOUDSOPGAVE



VAN DE PRES

Het skiënde bestuur

Hier zit ik dan, bezig aan mijn nieuwe 'van de Pres' midden in het Oostenrijkse sneeuwlandschap. Aan inspiratie deze keer geen gebrek: elke minuut dat ik een skipiste afsuis krijg ik wel een aantal ideeën om over te vertellen. Maar laat ik eerst even beginnen met een kort overzicht van de activiteiten die gepasseerd zijn sinds de vorige Vonk.

Om maar eens met een sneeuwthema te beginnen: het goedbezochte kerstdiner is geweest, deze was erg geslaagd en we zijn zelfs vereerd met een bezoekje van vier brandweerlieden. Goed bezocht was ook de nieuwjaarsborrel, waar iedere Scintilliaan kon genieten van een lekkere oliebol en een glas champagne. Een aantal lunchlezingen heeft een wisselend aantal bezoekers geïnformeerd over allerlei verschillende zaken. De Scrapheap Challenge Elektrotechniek is een succes geweest en het actievelingenuitje wederom druk bezocht! Op bestuurlijk niveau heeft de korte pauze-ALV over afstudeermaanden plaatsgevonden en een (veel) langere over financiële zaken van het jaar 2008 en 2009.

Dan nu weer terug naar het mooie sneeuwlandschap. Het klinkt misschien een beetje stom maar na een aantal dagen op de berg in Oostenrijk en wat creatief nadenken, zie ik steeds meer overeenkomsten tussen bestuur zijn en skiën. Zo gaat, mijns inziens, het bestuursjaar erg snel.

Datzelfde gevoel heb ik bij het skiën zelf ook wel eens: je bent zo de piste afgeskied en dan mag je weer lang in de lift zitten. Af en toe zijn er juist ook weer zaken die je remmen of erg veel aandacht vragen, zoals losse sneeuw, hobbels, activiteiten of andere zaken die de aandacht van het bestuur vragen. Foutjes begaan we wellicht ook wel eens binnen het bestuur, maar gelukkig ben ik tot vandaag nog niet gevallen!

Welke zaken vragen nu de komende tijd aandacht van het bestuur? Rondom het uitkomen van de Vonk hopen wij het nijpende penningmeesterprobleem op een goede manier te hebben opgelost. Ook de eerste Onderwijsdiscussielunch is dan geweest, hopelijk met succes. Verder zijn we druk met allerlei andere zaken, zoals koffieautomaten, een Cantus, de ouderdag of een bestuursweekend plannen. Omdat de Vonk mij gevraagd heeft deze 'van de Pres' korter te houden:

Op de koningin, op Scintilla!



Gerald Hoekstra
President der E.T.S.V Scintilla

AGENDA

20 april

Deadline aanmelden doegroep

21 april

Lezing eBart

23 april

Analoge Bordspelletjesavond

24 april

37e Batavierenrace

27 april

Excursie Nedtrain

28 april

Lezing Siemens

28 april

Wissel-ALV

11 mei

Grolsch-excursie

14 mei

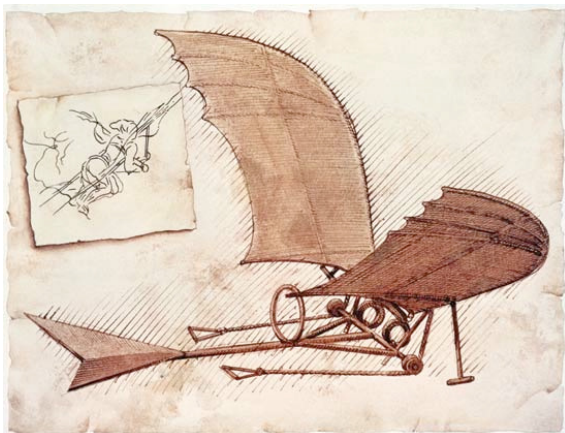
Casino-avond

Lifelike MEMS

... en wat krekels ons influisteren

Tekst: Gijs Krijnen & Remco Wiegink, Transducers Science & Technology group

Biomimetics



Twee voorbeelden van "vlieg-constructies" toegeschreven aan Leonardo da Vinci



Het bovenstaande voorbeeld illustreert hoe de natuur ons kan helpen bij het vinden van oplossingen. Zij kan ons inspireren, ons verleiden te imiteren, en zij kan in ieder geval provoceren om na te denken over wat kan, hoe het kan en wat het eventueel voor de mensheid kan betekenen. Dat kan in zeer aansprekende vormen, zoals in het bovenstaande voorbeeld van het vliegen. Of het kan resulteren in zulke prachtige zaken als de architectuur van Gaudi die zich liet inspireren door de vorm van o.a. planten en bomen in zijn prachtige organische ontwerpen. Maar het "intellectueel kapitaal" van de natuur manifesteert zich op iedere schaal; van de rangschikking van atomen in biologisch materiaal (denk aan eiwitten, enzymen, DNA) tot aan de wijze waarop energie wordt gegenereerd uit materie in sterren zoals in onze "eigen zon". Goed beschouwd kunnen we ons bij iedere blik op de natuur de vraag stellen: "wat is het onderliggende probleem dat de natuur heeft opgelost om tot zijn specifieke

verschijningsvorm te komen?" [Vincent200x]. Zie je bijvoorbeeld een boom staan dan kun je je afvragen waarom die boom zijn specifieke vorm heeft. Waarom is hij lang en dun? Was dat nodig om in een begroeide omgeving licht te krijgen? En als een boom dan zeer lang is (zoals de sequoias in de VS) welke problemen moesten overwonnen worden? Bijvoorbeeld: hoe komen water en grondstoffen door het kanaalsysteem tot boven in de boom? (puur hydrostatisch gezien is hier een druk van rond de 10 bar voor nodig en t.g.v. van de viskeuze wrijvingskrachten komt hier nog tot 20 bar bij!).



Voorbeeld van Gaudi's organische architectuur met op bomen gelijkende zuilen

In sommige gevallen liggen inspiratiebron en toepassing erg dicht bij elkaar. Denk hierbij aan protheses. Bijvoorbeeld hulpmiddelen voor het gehoor voor mensen die geen werkende haarcellen hebben in het slakkenhuis van hun oor maar wel beschikken over functionerende zenuwen. In zo'n geval kun je de zenuwen selectief activeren. Hierbij is het wel nodig om de filter functies die normaal gesproken door de oorschelp (resonator voor relevante frequenties), middenoor (impedantie-aanpassing om van lucht naar vloeistof te komen) en slakkenhuis (lokalisatie van en decompositie in frequentiebanden) op een kunstmatige manier vorm te geven. In dit geval wordt de functie en de werking van het kunstmatige product dus sterk opgelegd door de natuurlijke context waarbinnen het gebruikt moet worden.

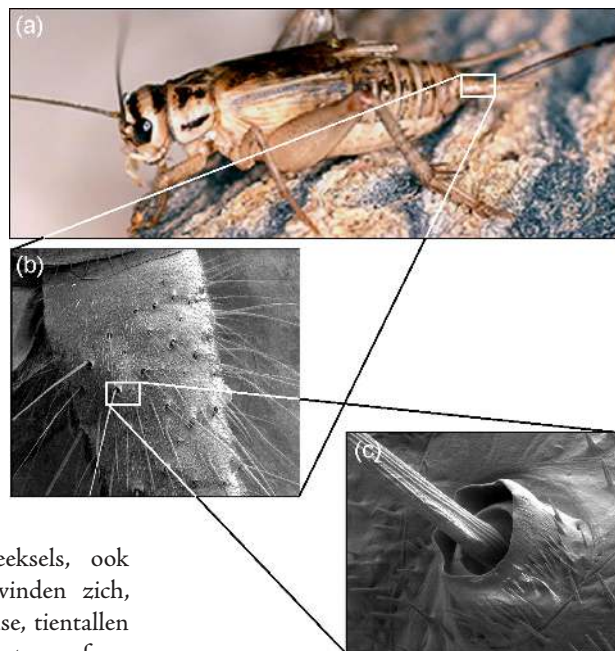
Binnen het onderzoek van de leerstoel Transducers Science & Technologie (TST) wordt sinds enkele jaren aandacht besteed aan het maken van transducenten die hun inspiratie ontleen aan de natuur, bijvoorbeeld aan insecten of vissen. Het verst gevorderd is ons werk aan flow-sensoren voor het meten van specifieke luchtverplaatsingen. Je kunt hierbij denken aan eenvoudige metingen op een punt, maar ook aan het meten van flow-profielen over zekere oppervlakken. Dit laatste kan door niet één sensor te nemen maar arrays van tientallen of honderden sensoren. Vergelijk het met het verschil tussen een enkele fotodiode, waarmee je bijvoorbeeld de gemiddelde lichtsterkte wilt meten (denk aan computermontoren met aan de omgeving aangepaste lichtopbrengst) en een CCD chip (waarmee je een complete afbeelding kunt waarnemen). Zo kun je met een array van flow-sensoren in zekere zin een flow-camera maken waarmee je bijvoorbeeld micro-turbulenties kunt waarnemen. Als je dat wilt, zul je er echter wel voor moeten zorgen dat de sensoren gevoelig genoeg zijn en ook dicht genoeg bij elkaar kunnen staan. Wanneer je dan met biologen gaat praten, blijkt dat er in de natuur prachtige voorbeelden zijn van organen die juist aan deze eisen voldoen. Specifiek zijn er vele geleedpotigen, waaronder insecten en spinnen, die op grote schaal gebruik maken van kleine haartjes om minuscule luchtverplaatsingen waar te nemen. Kampioenen hierbij zijn

onder andere de krekels. Door intensieve samenwerking met de insect biologie (entomologie) groep van Jérôme Casas (Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, IRBI, Université François Rabelais, Tours, Frankrijk) zijn we het nodige te weten gekomen dat we ondertussen hebben gebruikt in onze sensoren.

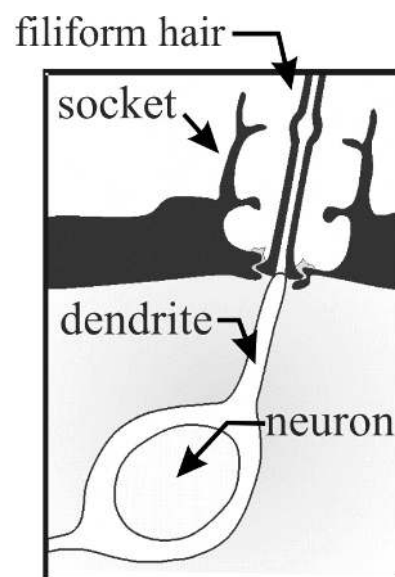
Krekelharen

Een krekkel heeft aan zijn achterlijf twee conische uitsteeksels, ook wel *cerci* genoemd. Hierop bevinden zich, afhankelijk van soort en levensfase, tientallen tot honderden haartjes, in lengte grofweg variërend van 100 – 2000 micrometer. De haartjes zijn dun en lopen min of meer taps toe. Bijvoorbeeld van 10 micrometer diameter aan de basis naar 1 – 2 micrometer diameter aan de tip bij een lengte van 1 mm. De haartjes "staan" in een socket van elastisch materiaal die er voor zorgt dat ze kunnen roteren. De vorm van de sockets is enigszins elliptisch waardoor in één richting een grotere bewegingsvrijheid is dan in de andere. Hierdoor kunnen de bewegingen van de haren informatie opleveren over de richting waaruit de luchtverplaatsingen komen relatief t.o.v. de oriëntatie van de haarsensor.

Wanneer er een (relatieve) luchtverplaatsing is langs de haren dan zullen deze door inertiaële en viskeuze effecten een kracht ondervinden. Aangezien de haren (in benadering) alleen kunnen draaien zullen de krachten voornamelijk werken op de haren middels het moment dat zij uitvoeren. Daaruit valt ook meteen te concluderen dat de krachten aan de tip van de haren zeer belangrijk zijn vanwege de grootte van de hefboom t.o.v. het draaipunt in de socket. Aan iedere haar-socket is in principe een neuron gekoppeld waarvan een dendriet tot in de socket reikt. Bij rotatie van de haar wordt deze dendriet mechanisch "gepest" (samengedrukt of blootgesteld aan afschuifkrachten) waardoor ionenkanalen worden geopend en actiepotentialen gegenereerd worden. De combinatie van het signaal van de vele haren wordt in een grote "zenuwknoop", de terminal abdominal ganglion,



Krekkel met cerci op het achterlijf (boven), cercus met haarsensoren (midden links) en close up van een haar-socket. (SEM fotos met dank aan J. Casas)



Opbouw van een haarsensor.

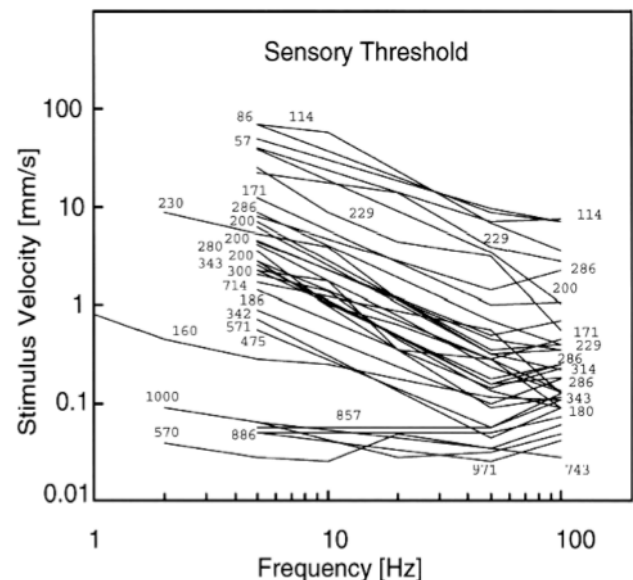
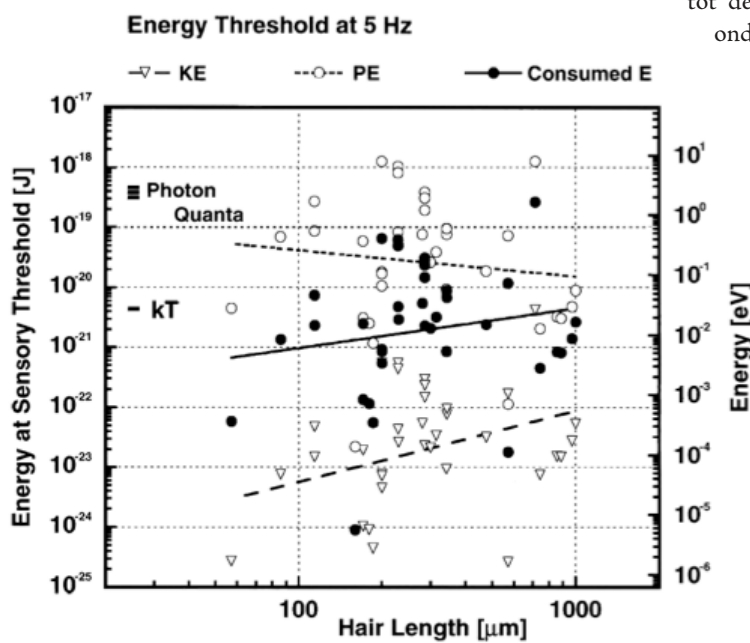
HOOFDARTIKEL

Links: karakteristieke energieën van de haarsensoren per cyclus van een harmonische flow.
 Rechts: minimale flow-amplitude nodig voor het genereren van een neurale signaal (actiepotentiaal) als functie van frequentie en met haarlengte als parameter.
 Beide figuren zijn afkomstig uit [Shimozawa2003].

samengevoegd. Dit helpt ze bijvoorbeeld om van achter aanvallende spinnen of wespen te detecteren en hiervoor te vluchten. Maar wellicht zijn er nog meer functies gerelateerd aan de cerci met haarsensoren. Het essentiële van dit flow-gevoelige orgaan is dat het luchtverplaatsing kan waarnemen als functie van positie, richting en plaats. Oftewel, door dit gedistribueerde systeem van flow-sensoren kan een krekkel spatio-temporele flow-signaturen waarnemen die hem in staat stellen het soort van activiteit vast te stellen die aan de luchtverplaatsingen ten grondslag ligt.

De haarsensoren van krekels zijn niet alleen qua werkingsprincipe een inspiratiebron. Ook de gevoeligheid van deze sensoren spreekt tot de verbeelding. De onderstaande figuren

illustreren dit. De mechanosensoren met langere haren (1 mm of meer) blijken gevoeligheden op te leveren van rond de 30 $\mu\text{m/s}$ flow-amplitude. Dit is met name bij lage frequenties een enorme prestatie. Dat de sensoren heel gevoelig zijn is ook te zien door te kijken naar de hoeveelheid energie nodig is om een actiepotentiaal te genereren. De energieën die per cyclus nodig zijn (kinetische, potentiële en verbruikte energie) liggen in de orde van kT (met k de constante van Boltzmann en T de temperatuur in Kelvin) oftewel rond 10^{21} J! Dit is ongeveer de thermische energie van een trillend atoom of molecuul in een gas en het betekent dat gevoeliger sensoren niet zinvol zijn aangezien de bewegingen van de moleculen in de lucht waarnemingen van kleinere luchtverplaatsingen zou maskeren.



Bij de bron

Waarneming van luchtverplaatsingen is nauw gerelateerd aan waarneming van geluid. Bij de laatste treden immers ook periodieke luchtverplaatsingen (particle velocity) op tussen de gebieden met hoge en lage druk (al zijn deze drukvariaties en erg klein). Voor zoogdieren is de primaire akoestische grootheid die wordt waargenomen de variatie in druk. Je zou wellicht verwachten dat drukvariaties ook prevalent zijn voor de waarneming bij andere dieren. Dit is echter niet het geval. Bijvoorbeeld voor geleedpotigen is het registreren van geluid middels luchtverplaatsingen m.b.v. haarsensoren

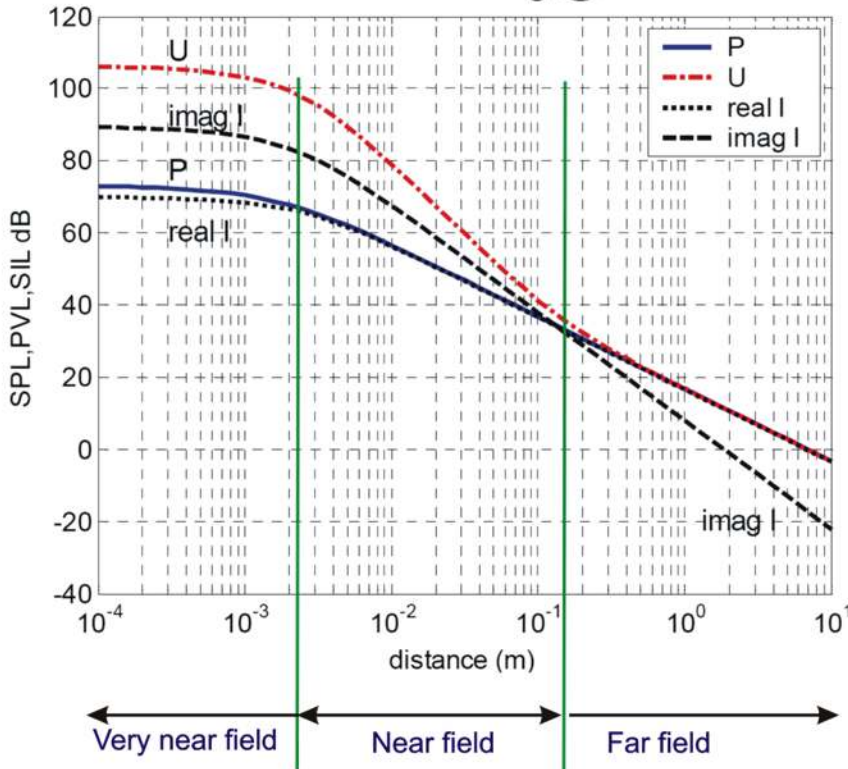
een goede optie. Dit is met name zo voor akoestische waarnemingen op korte afstand. De reden hiervoor is dat dicht bij de bron de drukvariaties verhoudingsgewijs klein zijn t.o.v. de particle velocity. Dit kun je begrijpen als je je realiseert dat lucht dicht bij een bewegend object wel mee moet bewegen met een bewegend voorwerp. De druk(variatie) daarentegen kan niet altijd effectief worden opgebouwd. Bijvoorbeeld bij een luidspreker is een kast nodig om ervoor te zorgen dat de verplaatste lucht niet eenvoudig de luidspreker omstroomt en daarmee de drukopbouw teniet doet.





HOOFDARTIKEL

3 mm disc vibrating @ 400 Hz



Particle velocity (U) en variatie in druk (P) voor een 3 mm schijf die harmonisch wordt bewogen op een frequentie van 400 Hz (bewerkt naar een voorbeeld in [Raangs2005])

De bovenstaande figuur laat zien dat verhoudingsgewijs op korte afstand ($<\lambda/2\pi$) particle velocity prevaleert boven drukvariaties (waarbij λ de golflengte is). Dit is des te meer zo voor kleine bronnen ($<\lambda/2\pi$). Aan beide voorwaarden is voldaan voor interacties tussen kleine dieren zodat hier luchtverplaatsing een relatief beter waar te nemen fysische grootheid is. Verder is er het voordeel dat particle velocity een vectoriële grootheid is waardoor naast frequentie en amplitude ook richtingsinformatie beschikbaar is.

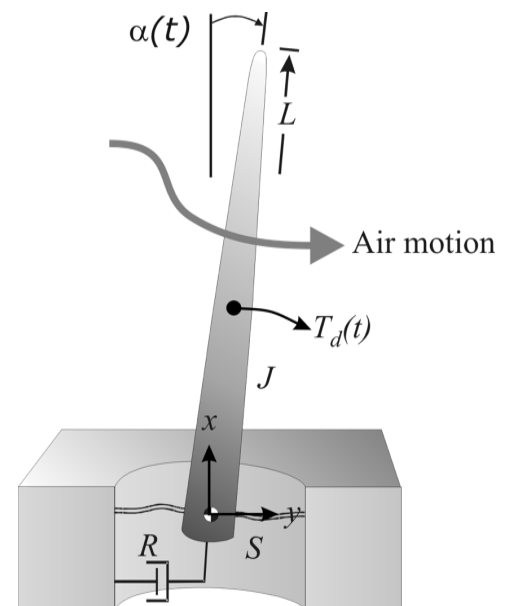
Doe mij van die haren!

Meer fysisch beschouwd zijn de haarsensoren een soort van omgekeerde pendule met een massa traagheidsmoment J , een rotatiestijfheid S en een dempingconstante R (zie ook de afbeelding rechts). Dit is een tweede-orde systeem met resonantiefrequentie

$$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{J}}$$

De kwaliteitsfactor van het systeem wordt ten dele bepaald door de demping in de socket maar ook door de luchtstromen: als het haartje sneller beweegt dan de lucht zullen de viskeuze en inertiaële effecten het haartje juist weer afremmen.

Het zal duidelijk zijn dat een lang haartje meer van luchtverplaatsing zal merken dan een kort haartje. Des te meer zo omdat lucht aan een oppervlak in goede benadering “stil staat” (no slip condition). Dit betekent dat er een overgangslaag is van niet bewegende lucht aan het oppervlak naar een volledig ontwikkelde flow met snelheid gelijk aan de aangeboden flow. Deze overgangslaag wordt grenslaag (boundary layer) genoemd. De dikte van de grenslaag hangt bij harmonische signalen af van de frequentie en van de kinematische viscositeit van het medium. Hoe hoger de frequentie hoe dunner de grenslaag. Bijvoorbeeld bij 100 Hz is deze laag zo’n 400 micrometer dik. Om een groot moment op de haren te krijgen is het dus belangrijk dat de haren lang genoeg zijn, zeker bij lage frequenties. Daarnaast neemt de drag¹ op de haren ook toe naarmate deze breder worden. Om kunstmatige haren te gebruiken in flow-sensoren is het noodzakelijk dat a) de haren zodanig worden opgehangen dat ze kunnen roteren (er is relatief weinig buiging bij de flow-snelheden waarbij we willen meten) en b) dat de door drag-forces ontstane rotaties ook daadwerkelijk kunnen worden uitgelezen, het liefst op een elektronische wijze. Het werkingsprincipe van onze kunstmatige haarsensoren is hieronder te zien.

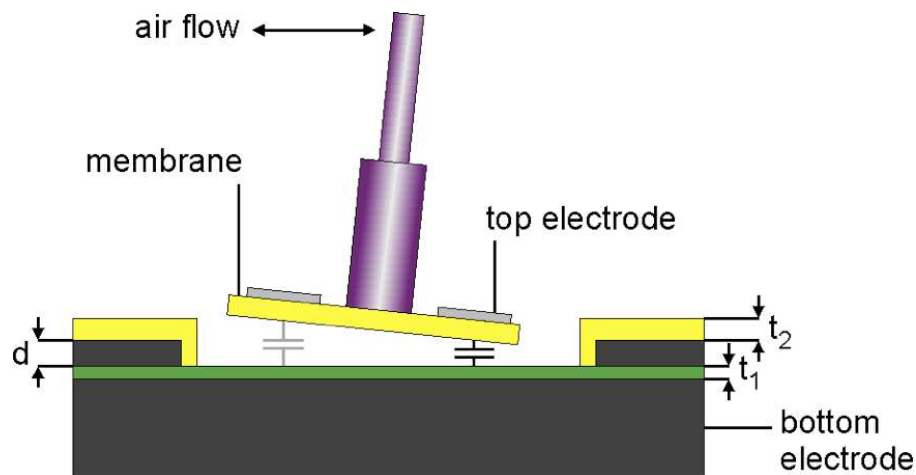


Schematische weergave van een flowgevoelige haarsensor.

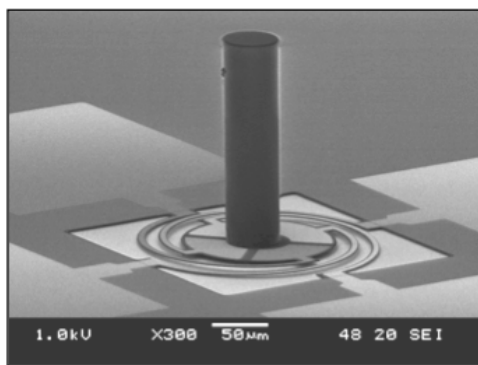
1) In het Nederlands wordt dit “luchtweerstand” genoemd *betgeen*, in tegenstelling tot het Engelse “drag”, de beweging van het object benadrukt (i.p.v. de beweging van de lucht).



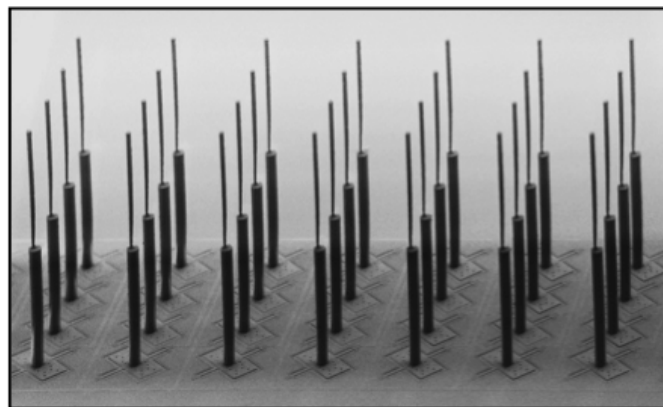
HOOFDARTIKEL



Schematische opbouw van onze kunstmatige haarsensoren.



Eerste generatie haarsensoren met een diameter van 50 µm en lengte van 480 µm (boven). Derde generatie haarsensoren (onder) heeft onderaan een diameter van 50 µm en boven een diameter van 25 µm bij een lengte van ongeveer 1 mm.



M.b.v. MEMS-fabricagetechnieken zijn we in staat om 1 µm dunne (siliciumnitride) membranen te maken die opgehangen zijn aan evenzo dunne balkjes van zo'n 5 – 10 µm breed en 50 – 150 µm lengte. Deze balkjes fungeren als torsieveren zodat haar en membraan als geheel kunnen roteren als er een luchtverplaatsing is. Op het membraan bevindt zich een metaal spoor (aluminium) dat in combinatie met de hooggedoteerde silicium wafer waarop het geheel is opgebouwd twee gescheiden capaciteiten vormt. Deze capaciteiten zijn klein en bij de gebruikte afmetingen (100 x 100 µm²) in de orde van een 100 – 200 fF. Wanneer het membraan t.g.v. een luchtverplaatsing roteert zal één zijde een grotere capaciteit krijgen terwijl de andere zijde juist een kleinere capaciteit krijgt. Dit verschil kan gebruikt worden voor de elektronische uitlezing.

Onze eerste generatie van haarsensoren was uitgerust met relatief dikke haren. Bij metingen bleek al gauw dat zij bij lange na niet zo gevoelig waren als de sensoren van de krekels. Een en ander had te maken met de diameter van de haren en de rotatiestijfheid van de ophanging. Wanneer je een gevoelige sensor wilt maken (relatief grote rotatie bij weinig windverplaatsing) is het belangrijk dat de rotatiestijfheid S klein is. In combinatie met de kwadratische afhankelijkheid van het massastraagheidsmoment van de diameter van de

haartjes ontstaat dan een systeem dat of niet gevoelig is (grote S) of een hele kleine bandbreedte heeft (omdat S/J klein is). Uiteindelijk blijkt het voordeliger om lange en dunne haartjes te maken; de lengte L draagt veel meer bij aan het krachtmoment op de haren² dan de diameter D en bij dunne haartjes blijft de massastraagheid J binnen de perken zodat de rotatiestijfheid S klein mag worden voor een grote gevoeligheid.

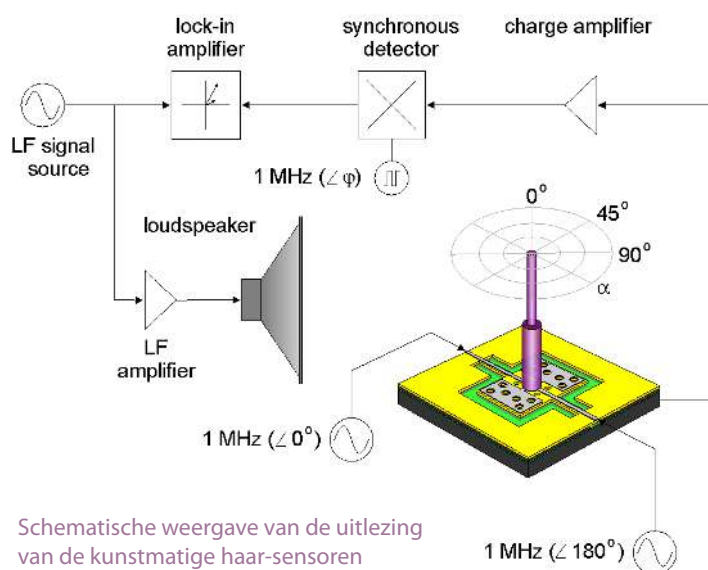
Bij het ontwerp van de sensoren moet er rekening gehouden worden met de onderlinge beïnvloeding van de haren. Wanneer deze te dicht op elkaar staan zullen ze een soort van schaduw effect oproepen. Men spreekt wel van "viskeuze koppeling". Dit is natuurlijk een effect dat niet alleen optreedt bij kunstmatige haarsensoren maar ook voorkomt bij de krekels. In samenwerking met Jérôme Casas en zijn mensen hebben we speciale structuren ontworpen en gefabriceerd om deze koppeling te bestuderen. Het grote voordeel van de MEMS structuren is dat zij zeer regelmatig en naar eigen inzicht te maken zijn. Dit in tegenstelling tot de haarverdeling zoals die bij de krekels voorkomt en die grote verscheidenheid in haarlengte, preferentiële richting en onderlinge afstanden vertoont. Hierdoor kan het onderzoek en de analyse vereenvoudigd worden. Een mooi voorbeeld van de wijze waarop "engineers" weer wat terug kunnen geven aan de biologen.

Uitlezing

De mechanische constructie van de haren inclusief de ophanging aan de torsiedraden is allesbepalend voor de mate waarin de haren roteren wanneer ze blootgesteld worden aan een luchtstroom. Echter, om hier een meetbaar signaal uit te krijgen is het belangrijk dat de capaciteitsverandering per eenheid van rotatie van de haren zo groot mogelijk is. We zouden dit als een soort efficiency η kunnen definiëren. Om η te vinden moeten we de capaciteit tussen de platen berekenen en vervolgens de partiel afgeleide naar de hoekverdraaiing α nemen. Het resultaat voor rechthoekige capaciteiten en voor kleine α is $\eta = \epsilon_0 w l^3 / g^2$. Hierbij zijn w , l en g respectievelijk de breedte, de lengte (van rotatie-as tot uiteinde) en de gap tussen de platen van de capaciteit. Het resultaat is goed

2) Deze afhankelijkheid volgt direct uit de uitdrukkingen die Stokes reeds in 1850 publiceerde in zijn "On the effect of the internal friction of fluids on the motion of pendulums"

HOOFDARTIKEL



Schematische weergave van de uitlezing van de kunstmatige haar-sensoren

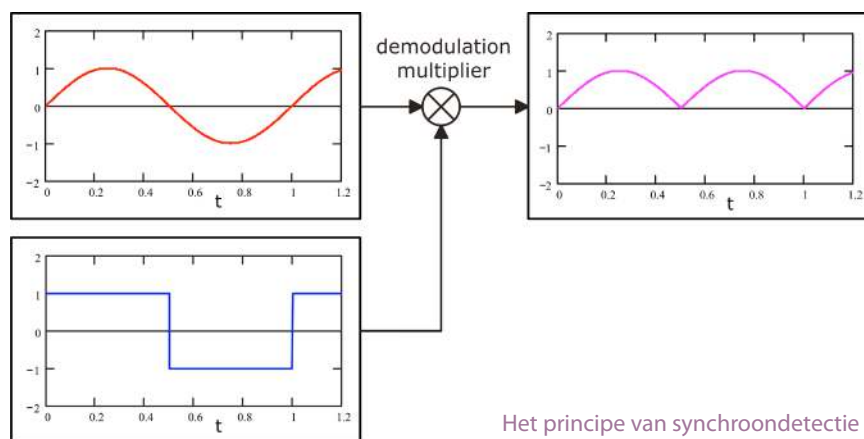
te begrijpen uit de één-over-x afhankelijkheid: op enige afstand van de rotatie-as is de verandering van de afstand tussen de platen groter dan dicht bij de rotatie-as en naarmate de afstand tussen de platen kleiner is zal een zekere verandering hierin relatief een grotere verandering betekenen. Voor optimale gevoeligheid is het dus noodzakelijk om een kleine gap tussen de platen te hebben en de platen lang te maken. Natuurlijk zijn hier begrenzings aan. Bij te lange platen en/of te kleine gap bestaat er een grote kans dat de het membraan met het substraat in aanraking komt en hieraan vast blijft zitten t.g.v. stictie. Anderzijds is g/l in benadering gelijk aan de maximale rotatie hoek. Oftewel: het maximaliseren van de gevoeligheid komt overeen met het kwadratisch minimaliseren van de maximaal mogelijke hoekverdraaiing en daarmee dus het dynamisch bereik.

Het verschil in capaciteit kan uitgelezen worden door ze aan te sturen met twee signalen in tegenfase en de stroom naar de gemeenschappelijke elektrode (het silicium substraat) te meten. De amplitudes van de twee tegenfase signalen kunnen nu precies afgeregeld worden zodat er in rust netto geen stroom gemeten wordt. Een kleine

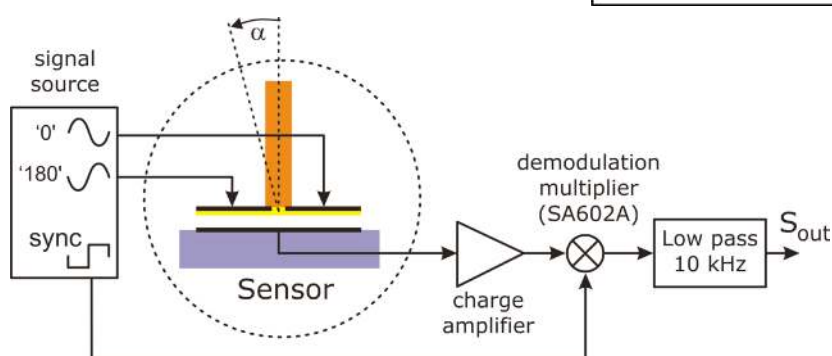
capaciteitsverandering door een beweging van de haren zal het evenwicht verstoren en resulteren in een uitgangsstroom die door een zogenaamde "charge amplifier" omgezet wordt in een spanning.

In de praktijk nemen we sinusvormige signalen met een frequentie van ongeveer 1 MHz. Een hoge frequentie heeft als voordeel dat de

impedantie van de capaciteiten kleiner is en signalen tot 1 MHz kunnen nog goed met normale opamps verwerkt worden. De charge amplifier bestaat in essentie uit een opamp met een condensator in de terugkoppeling. Het uitgangssignaal is dan ook een sinus van 1 MHz, maar met een amplitude die evenredig is aan het capaciteitsverschil in de sensor. Deze amplitude wordt gemeten door middel van synchroondetectie, d.w.z. het signaal wordt vermenigvuldigd met een referentie signaal (een sinus of blok golf) van 1 MHz en daarna gefilterd in een laagdoorlaatfilter. Ten opzichte van "gewoon gelijkrichten" heeft dit als voordeel dat ongewenste signalen en ruis grotendeels geëlimineerd worden.



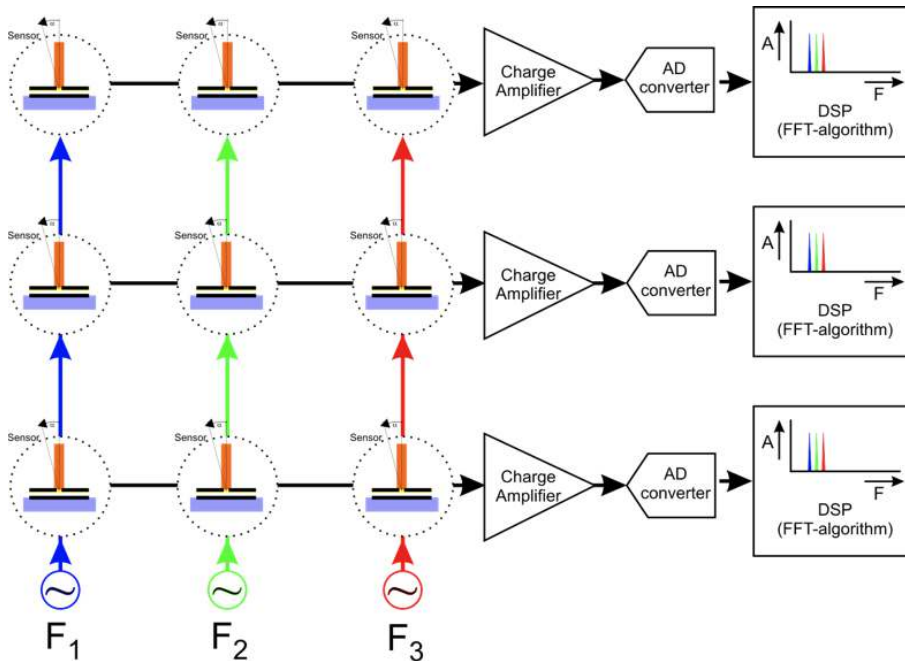
Het principe van synchroondetectie



Blokschema van de elektronica om de kleine capaciteitsveranderingen te meten.

HOOFDARTIKEL

In het voorgaande is de uitlezing besproken van haarsensorarrays waarbij alle haarsensoren parallel zijn geschakeld (om een beter signaal te krijgen). Natuurlijk ligt de eigenlijke uitdaging in het simultaan uitlezen van alle individuele haarsensoren. Pas dan wordt het mogelijk om de arrays als "flow-camera" te gebruiken. Het zal duidelijk zijn dat interfacing waarbij iedere haarsensor zijn eigen drie draden heeft niet wenselijk is (zeker niet wanneer een array uit zo'n 60 – 120 haarsensoren bestaat).

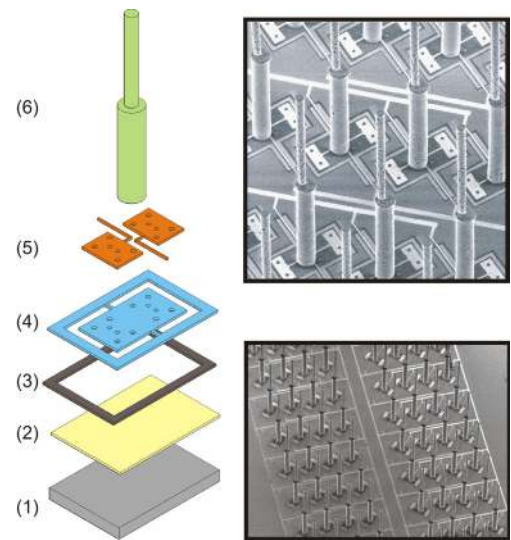


Mogelijke oplossing voor het gelijktijdig uitlezen van grote aantallen haar-sensoren.

Eén van de oplossingen voor het terugdringen van de grote aantallen connecties is gebruik te maken van frequency division multiplexing (FDM). Bij deze architectuur wordt in de kolommen van het array de signalen geïnjecteerd, iedere kolom zijn eigen frequentie, terwijl per rij de signalen worden gesommeerd en uitgelezen. Door per rij een charge-amplifier te gebruiken en vervolgens het signaal aan een digital signal processor (DSP) of computer aan te bieden kan door filtering simultaan van iedere node in de rij de actuele stand van de haarsensor worden bepaald. Met FDM kan in principe voor een array met $n \times m$ sensoren het aantal verbindingen van $3nm$ teruggebracht worden tot $2n+m$. Dit zijn zeer aanzienlijke reducties. Bovendien wordt deze architectuur ook de lay-out van de electrode patronen aanzienlijk vereenvoudigd.

Fabricage

Wanneer je een haarsensor array wilt maken is het natuurlijk ondoenlijk om voor iedere sensor (met de hand) een haar te monteren. Daarnaast zijn de verschillende afmetingen in het micrometerbereik. Dit maakt het noodzakelijk om MEMS-technologie te gebruiken. Zie de figuur hieronder.



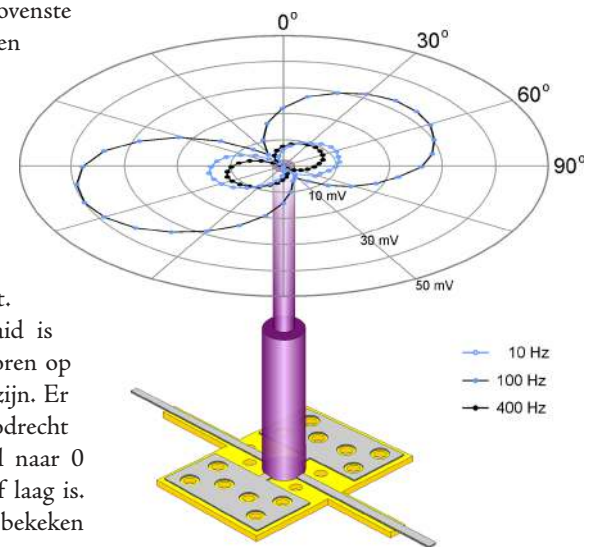
Overzicht van de verschillende lagen die in de sensor-fabricage worden gebruikt.

(1) Het uitgangspunt is een hoog gedoteerde, goed geleidende silicium wafer (deze moet immers dienst doen als gemeenschappelijke elektrode van de capaciteiten). (2) Op deze wafer wordt een dunne ($0.2 \mu\text{m}$) silicium-nitride laag aangebracht ter bescherming van de wafer bij een latere etsstap. (3) Op de nitride laag wordt een $0.6 \mu\text{m}$ dikke polysilicium laag aangebracht. Deze laag is een zogenoemde offeringslaag; d.w.z. dat hij later weer gedeeltelijk wordt verwijderd en enkel noodzakelijk is voor de (tijdelijke) opbouw van de sensoren. De dikte van deze laag bepaalt uiteindelijk de grootte van de gap. In de polylaat worden sleuven geëtsd met een Reactive Ion Etch (RIE) process. (4) Daarna wordt een tweede siliciumnitride laag opgebracht. Ook deze laag wordt gestructureerd zodat de membranen en torsiebalken ontstaan. Deze laag is iets dikker, ongeveer $1 \mu\text{m}$, en aangepast aan de vereiste mechanische eigenschappen van membranen en ophanging. (5) Op de tweede nitride laag wordt een metaallaag

aangebracht. Het aanbrengen van deze laag is een kritische stap: wanneer er teveel stress in deze laag ontstaat zullen de membranen krom trekken met mogelijk verlies van gevoeligheid of functionaliteit. In de huidige generatie is de laag van aluminium omdat dit a) een lage resistiviteit heeft ($2.65 \cdot 10^8 \Omega m$) (en er dus maar een dunne laag van ongeveer 100 nm nodig is) en b) een relatief lage Youngsmodulus heeft (70 GPa) zodat het veel stijvere nitride ($E=280 - 300$ GPa) niet makkelijk wordt krom getrokken. De laag wordt bij kamertemperatuur en met een lage groeisnelheid opgebracht om thermische en intrinsieke stress te minimaliseren. Ook de aluminium laag wordt weer gepatroneerd om het elektrode patroon te vormen. (6) Op de membranen moeten vervolgens haartjes worden gemaakt. Dit heeft ons in het begin grote hoofdbreken bezorgd. MEMS technologie werkt meestal met dunnen laagjes en hoe maak je dan een haar met een lengte van ongeveer een millimeter? Uiteindelijk hebben we de oplossing gevonden in het gebruik van SU8. Dit is een organisch materiaal (epoxy) dat (afhankelijk van het type) in dikke lagen kan worden opgebracht door middel van spinnen. Daarnaast kan het d.m.v. belichting direct worden gestructureerd; waar het belicht wordt ontstaan cross-links die het materiaal onoplosbaar maken. Effectief kun je het dus gebruiken als een negatieve resist waarbij de maximale aspect verhouding ook nog vrij hoog is (10 – 20). Desondanks is het in onze sensoren nodig dat we de haren maken door twee lagen op elkaar te zetten. Beide worden wel onafhankelijk belicht. Hierdoor kunnen we de bovenste helft twee keer zo dun maken als de onderste helft waardoor het massa traagheidsmoment gereduceerd wordt met zo'n 66%. Dit levert weer ontwerp vrijheid t.a.v. de torsiebalken. (8) Nadat de haren zijn gefabriceerd wordt de polysiliciumlaag selectief verwijderd in een RIE proces. Het wordt als het ware onder de membranen vandaan "gevreten" waarbij de gaten in de membranen er voor zorgen dat de afstand waarover geëet moet worden beperkt blijft. (9) Na deze stap zijn de sensoren in principe klaar maar ze moeten nog wel als individuele sensor-arrays uit de wafer gehaald worden. Momenteel gebeurt dit nog door zorgvuldig (langs de kristal oriëntaties) te breken. In een volgend fabricage proces zullen we proberen breeklijnen mee te etsen.

Karakterisatie

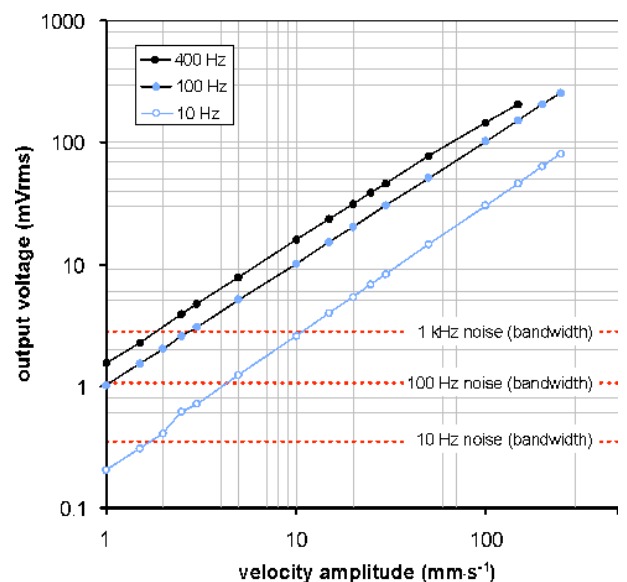
Het ontwerpen en fabriceren van MEMS devices is in het algemeen een vrij lange weg. Het is dan altijd weer een klein feestje als er werkende sensoren uit de cleanroom komen die op de pijnbank van het meetinstrumentarium gelegd kunnen worden. In onderstaande figuur zijn twee metingen te zien. De bovenste figuur laat in een polair figuur zien hoe de signaalsterkte (in wezen de gevoeligheid) afhangt van de richting waaruit de flow komt. Dit is te zien voor 3 frequenties (10, 100 en 400 Hz). Zoals de figuur aangeeft is er een duidelijk voorkeursrichting tot uitdrukking komend in het patroon van een acht. Dat de acht over 45 graden gedraaid is komt door de oriëntatie van de sensoren op de chip die ook 45 graden gedraaid zijn. Er is ook goed te zien hoe het signaal loodrecht op de voorkeursrichting bijna geheel naar 0 gaat. Dit betekent dat de ruis relatief laag is. Hoe laag deze ruis is, kan nog beter bekeken worden in de onderste figuur.



Toepassingen

De huidige stand van het onderzoek laat een verkenning zien naar wat mogelijk is met het gebruik van kunstmatige haren voor het waarnemen van luchtverplaatsingen. Het vormt de basis voor de nodige inzichten om een microFlow camera te maken. Oftewel: sensor-arrays met relatief hoge dichtheid (100 sensoren per mm^2) die het mogelijk maken met hoge spatiële resolutie en min of meer in real-time te kijken naar microflow verschijnselen. Momenteel speelt hierbij de optimalisatie van de gevoeligheid een grote rol maar het gedistribueerde sensor aspect wordt steeds belangrijker nu de gevoeligheid op een zeer bruikbaar niveau is gebracht. Hiermee zou het in principe mogelijk moeten worden om bijvoorbeeld de fluctuaties in de luchtstroom over een vliegtuigvleugel te meten. Als hiermee delaminatie van de boundary layer kan worden vastgesteld zou een dergelijke sensor kunnen worden gebruikt in

Metingen: hoekafhankelijkheid (boven) en gevoeligheid (onder)





HOOFDARTIKEL

Afsluitend

actieve flow-profiel beïnvloeding en daarbij kunnen bijdragen aan zuiniger vliegen.

Anderzijds kunnen variaties in haarsensor geometrie gebruikt worden om haren preferentieel gevoelig te maken voor een bepaalde frequentie band. Op deze wijze kan electro-mechanische signaal processing worden gebruikt om een soort van Fourier analyse te realiseren. Dit zou een energie-efficiënt alternatief kunnen vormen in systemen die bedoeld zijn als hulpmiddel bij het horen.

Naast de specifieke voorbeelden is het generieke karakter van het onderzoek natuurlijk ook van belang. Multi-sensor arrays zouden bijvoorbeeld ingezet kunnen worden in tactiele sensor omgevingen of andere omgevingen waarbij het gedistribueerde karakter toegevoegde waarde biedt.

Bij biomimetisch onderzoek gaat het om inspiratie uit de natuurlijke wereld om je heen. Alhoewel iedere verbazing als gevolg van een waarneming als inspiratiebron kan dienen is het vruchtbaar om een lange termijn interactie aan te gaan met een ter zake deskundige (in ons geval een entomoloog). Dit stelt je in staat om meerdere iteraties te maken in het proces van ontdekken, verkennen, begrijpen, abstraheren en imiteren. Dit is nodig omdat je vaak niet in iedere fase de relevante vragen weet te stellen. Bijvoorbeeld in ons geval van krekels als inspiratiebron hebben we in eerste instantie geprobeerd om het principe van flow-waarneming d.m.v. roterende haren te implementeren. Dat vonden we al moeilijk genoeg en was zeker qua technologische implementatie een grote uitdaging. Pas toen dit was gelukt en we hadden geconstateerd dat de gevoeligheid toch wel erg aan de magere kant was begonnen we ons af te vragen of de haren niet te dik waren. Immers bij de krekels waren ze veel dunner. Als je dan vervolgens een Figure of Merit gaat definiëren zie je de onderlinge afhankelijkheden en begin je te begrijpen waarom krekels dunne, lange haren hebben. Echter wat dan de invloed van de cerci op de performance van de haarsensoren is, of hoe de haren het beste geplaatst kunnen worden om onderlinge viskeuze koppeling te minimaliseren blijft onderbelicht. Hier kom je pas weer aan toe in een volgende iteratie.

Zaken die je idealiter zou willen weten voordat je besluit inspiratie op te doen uit een bepaald (natuurlijk/biologische) systeem zijn; werkingsprincipe, performance, temperatuursinvloeden etc. Daarnaast is het van belang te weten wat de "bedoelde functie"

van het voorbeeld orgaan is. Slechts als je dit weet kun je proberen te begrijpen in welke richting het evolutionair is geoptimaliseerd. Niet voor niets zijn biologen vaak zeer geïnteresseerd in jager-prooi combinaties; uit de "behavioural context" volgt vaak het raamwerk waarbinnen vorm en functie hun plaats krijgen. Alleen als je dit begrijpt kun je goed beoordelen of je gekozen biologisch systeem ook daadwerkelijk een bruikbaar voorbeeldsysteem is. Want we mogen niet van de natuur verwachten dat zij een inspiratie bron is voor engineering problemen die buiten haar context vallen.

Ook bedankt

Dit artikel is gebaseerd op werk dat de afgelopen 6 jaar is uitgevoerd in de leerstoel *Transducers Science & Technology* (TST). Dank is verschuldigd aan de Europese Gemeenschap voor financiering van twee EU projecten (Cicada & Cilia) en aan NWO voor de financiering van het Vici project (BioEARS). Verder zijn wij erkentelijk voor de goede discussies en input die we hebben gekregen van onze collega's in de EU projecten. Last but not least: dit onderzoek was natuurlijk nooit mogelijk geweest zonder de inzet en het enthousiasme van de vele mensen die op dit onderwerp gewerkt hebben als student, promovendus, technicus, wetenschappelijk medewerker etc. Dit waren: Dominique Altpeter, John van Baar, Erwin Berenschot, Rick de Boer, Meint de Boer, Christiaan Bruinink, Ahmad Dagamseh, Marcel Dijkstra, Arjan Floris, Bjorn Hagendoorn, Nima Izadi, Marcel Kolster, Winfred Kuipers, Theo Lammerink, Remco Sanders, Satya Shankar Siripurapu, Vitaly Svetovoy, R. Jaganatharaja (Ram), Bas Verlaat en Henk van Wolferen.

Referenties

- [Vincent200x] Prof. Julian Vincent, idee uitgedragen in enkele van zijn voordrachten die ik in de beginjaren 2000 heb bijgewoond.
- [Shimozawa2003] T. Shimozawa et al., "Cricket wind receptors: thermal noise for the highest sensitivity known", Chapter 10 in *Sensors and Sensing in Biology and Engineering*, (Springer-Verlag, 2003).
- [Raangs2005]) Ron Raangs, UT PhD "Exploring The Use Of The Microflow", ISBN 90-365-2285-4
- Verdere verdieping Kijk op http://eprints.eemcs.utwente.nl/view/classification/TST-Life_like.html



Ouderdagcommissie

Tekst: Koen de Groot

Beste Vonklezers,

Zoals jullie weten wordt ieder jaar door een groepje eerstejaars van elektrotechniek de Ouderdag georganiseerd, waarbij ouders op een zaterdag met hoorcolleges en practica ondervinden wat hun kinderen zijn gaan studeren. Dit jaar word de ouderdag op zaterdag 21 maart gehouden.

De Ouderdag commissie heeft Wouter als voorzitter. De andere leden zijn Evert (secretaris), Bote Ale (penningmeester), Koen (redactie) en onze algemene leden Leon en Bram. De commissie wordt geholpen door Gerald, de president van de ETSV Scintilla. Dit is tot nog toe een leuke groep gebleken die zijn verplichtingen net op tijd na komt. We hebben het uiteraard allemaal best druk met de studie, maar een commissie van één tot drie uur in de week, voornamelijk in pauzes en in de trein, kan er wel bij.

Tot nu toe lijkt het organiseren en vergaderen op rolletjes te verlopen. Uiteraard zijn er wat (gebruikelijke) problemen met het regelen van een lunch voor de ouderdag. Dit omdat de lunches van de UT-catering veel te duur, danwel te karig, zijn voor een gemiddelde ouderdag. Je wilt de ouders zo min mogelijk laten betalen voor een lekkere lunch. Dus zijn we overgestapt naar lunches van de Subway. Naar het schijnt doen de meeste ouderdagcommissies dat dit jaar.

Al gauw na de start van de commissie werd wel duidelijk dat er gewoon véél geregeld moet worden voor zo'n zaterdag. Van het regelen van koffie tot het schrijven van een stukje voor de Vonk. Dat is echter goed te coördineren als er netjes een actiepuntenlijst wordt bijgehouden en de taken verdeelt.

Dat je als commissie van vele externe partijen afhankelijk bent, en dus flexibel moet zijn, is deze week te meer benadrukt bij de vergadering. De lunchruimte blijkt al bezet te zijn en de koffie kan niet door UT-catering geregeld worden. Dat van de lunchruimte was ook de schuld van onze commissie omdat we laat waren begonnen met dingen regelen.

Nu wordt er dus creatief naar oplossingen gezocht, maar dat is ook wel leuk aan een eerste commissie. Gewoon je best doen om er wat van te maken en als het niet wil lukken probeert Scintilla in persoon van Gerald wat meer te helpen om het toch nog voor elkaar te boksen.

Nu de dag van de waarheid nadert kijken we er naar uit: hebben we ons werk goed gedaan? Op de betreffende dag zal het zeker duidelijk worden.

Zoniet, dan verzinnen we ter plekke wel een oplossing. Het wordt sowieso gezellig. Met een goede hulpvaardigheid en een grote glimlach proberen we de dag extra glans te geven.

Lang leve de Ouderdagcommissie!

DE PEN Tekst: Sander Vocke

Elke ouder kent ze; de momenten dat het opvoeden zich weer terugbetaalt. Ik kreeg hier zelf alvast een voorproefje van, toen ik van mijn kiddo Daniël een Pen kreeg aangereikt. Een mooi gebaar, aangezien men beweert dat de pen machtiger is dan het zwaard.

De betrouwbaarheid van pennen is echter niet om over naar huis te schrijven. Ik word altijd getergd door falende pennen. Mijn gelpennen geven veggen, met balpennen moet ik te hard drukken en vulpennen moeten altijd voorzichtig behandeld worden. Bovendien zijn er altijd meer pennen kapot dan werkend. Ik denk dat een zwaard minder gedoe geeft.

Er zijn vast mensen die de perfecte pen gevonden hebben. Hoe jaloers ik daar ook op ben, toch zal ik nooit honderd euro neertellen voor een pen die ik vast en zeker later weer kwijtraak.

Gelukkig is deze elektronische Pen veel handiger in gebruik dan wat ik in mijn kamer heb liggen. Met een druk op de knop worden fouten gewist, en hij schrijft lekker snel. Jammer genoeg gaat hij slechts een beperkt aantal woorden mee, dan moet hij weer worden doorgegeven.

De Pen zal zijn reis naar de hogere studiejaars voortzetten. Wouter van der Vinne, veel plezier ermee!



SCRAP HEAP

ELEKTROTECHNIEK



Vrijdagavond 30 januari werden 9 teams, elk met (ongeveer) vier fanatieke hobby-EL'ers, ontvangen in het Educafé om te horen wat zij dat weekend geacht werden te maken van een flinke hoop oude elektronica.



Na de opdrachtomschrijving konden de teams onder het genot van een biertje of frisje brainstormen over hun uiteindelijke ontwerp.



De organisatie had elk team twee motoren en een plastic autootje gegeven om een parcours af te leggen dat bestond uit enkele hindernissen die op volgorde afgelegd moesten worden. Vier pallets aan scrap moesten de deelnemers hierbij helpen.

De eerste ochtend was het meteen rennen naar de scrap, om de beste weerstandjes te bemachtigen! Natuurlijk moest alles wat niet werd gebruikt weer teruggelegd worden om het eerlijk en sportief te houden.



FOTOREPORTAGE

De teams hadden in totaal ongeveer 20 uur om aan hun auto te werken. Tussendoor kregen zij eten, borrels, veel koffie en uiteraard afleveringen van Scrapheap Challenge ter afwisseling.



Ook ons zusje, de Electrotechnische Vereniging uit Delft, kwam geheel in stijl langs om een poging te wagen.



Team MicMec had de origineelste auto: een oude telefoon die werd bestuurd met (helaas geen ultrasoon) geluid.



De baan bestond uit een wipwap, een haakse bocht, een stuk achteruit rijden en een smalle brug. Als een team een hindernis niet haalde, dan mocht er gestart worden met de volgende hindernis tegen een kleine tijdstraf.



Alle deelnemers vonden het een geslaagd weekend en hopen op een volgende editie. Check voor de uitslagen www.scintilla.utwente.nl/scrapheap. Wil jij een volgende editie van dit evenement organiseren, neem dan contact op met het bestuur!





FOTOP



55E CANTUS





PAGINA



ACTIEVELINGENUITJE



POKERAVOND





INTERESSANT

Het eBART-systeem

Tekst: Roan Boer Rookhuizen en Randy Simons

Eind april wordt voor de 37ste keer 's werelds grootste estafetterace, de Batavierenrace gelopen. In totaal doen ruim 8000 deelnemers, verspreid over 330 ploegen van 25 personen mee. Ieder team, veelal bestaande uit studenten, legt 182 kilometer af verdeeld over 25 etappes. De route loopt vanuit Nijmegen, via Duitsland en de achterhoek naar de finish op de campus van de Universiteit Twente. Met behulp van het eBART-systeem wordt van elke looper een tijd geregistreerd.

De naam eBART staat voor "extended Batavierenrace Automatisch Registrerend Tijdwaarnemingsysteem". Elk team heeft een hesje met daarin een RFID-transponder, die als estafettestokje wordt doorgegeven aan een volgende looper. Op elk wisselpunt staat een poortje met daaraan een registratiekast, die alle passerende lopers registreert. Tevens is er een PDA aanwezig, welke de centrale aansturing is van alle onderdelen van het systeem.

Zodra een looper is gefinisht, ontvangt de PDA de tijd uit de registratiekast en stuurt deze vervolgens draadloos naar een computer in Enschede. Deze stuurt de tijd vervolgens naar de PDA op het volgende wisselpunt. Zodra iemand dan op dat wisselpunt door het poortje loopt, berekent de PDA de gelopen tijd. Deze tijd wordt direct door de PDA op een groot LED-display weergegeven.

37^e batavierenrace

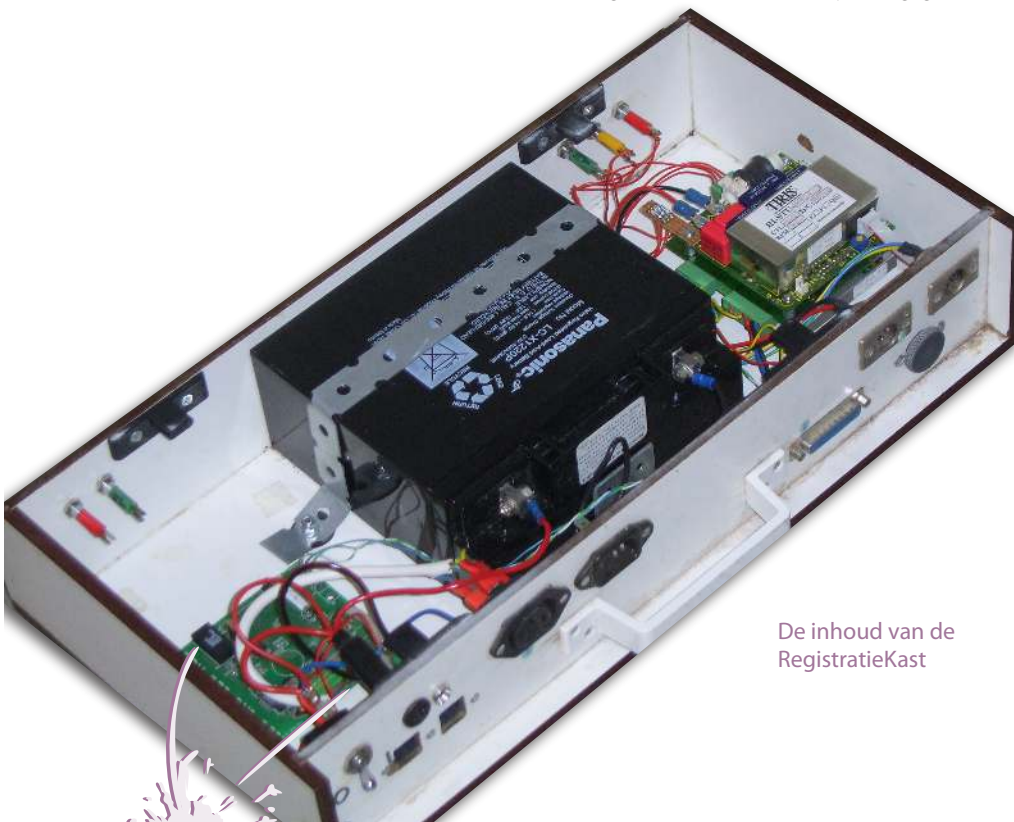
25 APRIL 2009

Het systeem in meer detail

De Batavierenrace is uniek, en stelt unieke eisen aan het eBART. Er zijn nauwelijks kant-en-klaar systemen te koop die onze wensen voor de tijdwaarneming kunnen uitvoeren, of deze zijn erg duur. Daarom is heel veel hardware binnen eBART zelf ontwikkeld.

Vanaf het moment dat een looper door een wisselpuntpoortje rent komt eBART in actie. In de hes van de looper bevindt zich een RFID-transponder (radio frequency identification), met een unieke code. Deze code wordt middels de poortjes uitgelezen door de registratiekast (RK). De RFID-transponders zijn passief. De benodigde energie om hun code uit te zenden moet dus van buiten komen. Zowel het opladen van de transponder, als het uitlezen van de code gebeurt met de poortjes, welke in feite grote spoelen zijn, die als antenne voor de RK dienen. Het uitleesproces gebeurt in twee fasen: in de eerste fase zal de RK een m.b.v. de poortjes wisselend magnetisch veld genereren. Met een spoel in de transponder zelf, die zich dus in het magnetisch veld van de poortjes bevindt, zal een condensator in de transponder worden opgeladen.

Na enige tijd stopt de RK met het opwekken van een veld, en gaat de "luisterfase" in. Nu kan de transponder met de energie in zijn condensator zijn eigen code uitzenden. Deze code wordt opgevangen door de RK.



De inhoud van de RegistratieKast



INTERESSANT

Dan moet er moet een ploegnummer bij de transpondercode opgezocht worden, de tijd van de doorkomst, deze data moet in een logboek worden opgeslagen en tenslotte moet de RK deze gegevens ook nog verder sturen. Hiervoor is een microcontrollerbordje ontworpen, met daarop een AVR- μ C, een 1Mibit flash-RAM voor het logboek, een Real Time Clock-IC en een interface voor de CAN-bus, waarover de data wordt gedeeld met de rest van het systeem.

CAN staat voor Controller Area Network. Dit is een netwerksysteem, uitgevoerd als een seriële bus, dat ook veel wordt toegepast in o.a. de autoindustrie. Het is goedkoop, goed bestand tegen EM-storing van buitenaf, heeft een gegarandeerde transmissie van de data en er kan een vrijwel onbeperkt aantal nodes aan het netwerk gekoppeld worden.

Via de CAN-bus bereikt de data van de registratiekast de PDA. Dat gaat overigens niet direct: de PDA heeft alleen een RS232 en USB-interface. Er is dus een brug-interface ontworpen tussen de CAN-bus en de RS232-interface van de PDA, wederom opgebouwd rondom een AVR- μ C. De PDA zal van de binnengekomen loper het ploegnummer, de looptijd en de ranking van de loper tot dusver weergeven op de display.

Tevens wordt de data doorgestuurd naar de centrale in Enschede, zodat de starttijd van de nieuwe loper kan worden doorgestuurd naar het volgende wisselpunt. Dit gaat middels een

Mobitex-radiomodem (gehuurd). Maar ook de modem heeft alleen een RS232-interface, dus hiervoor is wederom een CAN - RS232-interface gemaakt.

De display is ook geheel zelf ontworpen en gemaakt door het eBART-team. De reden hiervoor is dat spatwaterdichte grote (LED-) displays extreem prijzig zijn, en we hebben er negen nodig! Het voordeel is het ontwerp nu perfect aansluit bij onze wensen: de display heeft een directe CAN-interface en de software voor de display (ja, wederom een μ C) biedt speciale features die een *off-the-shelf*-display zal missen.



PDA met CAN naar RS232-interface



Overzicht van een Wisselpunt



Een loper tijdens een registratie op een Wisselpunt

Eigen ontwerp

Zelf ontwerpen heeft ook nadelen. De LEDs van de displays worden per kolom aangestuurd – als je een foto met snelle sluitertijd maakt van een display zie je plots dat maar één van elke acht kolommen actief is. Maar in de praktijk bleek dat dikwijls dezelfde letters onder elkaar worden afgebeeld. Bij bijv. de letters H, I, B betekent dat er soms kolommen zijn waarin dan gelijktijdig véél LEDs branden. Hoe energiezuinig LEDs ook zijn, vele kleintjes maken één grote. Zo groot, dat de schakelende voeding van 3A @ 3,3V voor de display het niet meer aankan en even in de (thermische) beveiliging schiet. Het gevolg: geen beeld!

Dit probleem hebben we afgelopen jaren kunnen oplossen door m.b.v. de software te tellen hoeveel ledjes er telkens actief zijn en als dit boven een bepaald aantal komt, dan wordt de hele display middels PWM gedimd. Liever een iets minder helder beeld dan geen beeld! Komend jaar zal er een nieuwe voedingsmodule komen, die het probleem helemaal oplost.



Een loper

Toekomst

Alle systemen zijn zelf ontworpen en gemaakt: van registratiepoortje, PDA-software, het LED-display tot de elektronica in de registratiekast. Hierdoor blijft het mogelijk het systeem verder uit te breiden. Eén van de ideeën is om een infrarood lichtsluisje aan het poortje toe te voegen. Het komt heel af en toe voor dat de transponder in een hes niet uitgelezen kan worden (doordat deze stuk is gegaan, of omdat de loper zijn hes niet juist aan heeft) en met deze methode is later in ieder geval de tijd terug te vinden waarop iemand door het poortje is gelopen. Een ander leuk idee zou zijn om een fotocamera aan het systeem te koppelen. Er zou dan automatische een foto van de finish van elke loper kunnen worden gemaakt.

Iedereen die belangstelling heeft om mee te helpen of mee te denken aan de ontwikkeling van het tijdwaarnemingsysteem van de Batavierenrace kan komen naar de infolunch bij Scintilla begin april. Bovendien ben je van harte uitgenodigd om gewoon eens langs te komen. We laten het systeem graag aan je zien en zijn erg nieuwsgierig naar jouw ideeën. Misschien worden de lopers komend jaar nog beter geregistreerd door het systeem waar jij aan mee hebt geholpen?



Op de voorgrond wordt de PDA bediend, op de achtergrond het LED-display



Deerns brengt ideeën tot leven

RAADGEVENDE INGENIEURS BV

Wat weet Truusje over de 'puuzel' van jouw toekomst?

Zonder twijfel een kundige meid, die mysterieuze brain-train-Truus. Maar de 'puuzel' van jouw (arbeids)toekomst zal je zelf moeten uitzetten én oplossen. Daar kunnen we je overigens goed bij helpen. Bij Deerns hebben we interessante startersfuncties, mogelijkheden om af te studeren of om stage te lopen. Meer informatie? Neem contact op met Susana do Livramento via 088-374 03 17 of via werving@deerns.nl.

Deerns is het grootste onafhankelijke ingenieurbureau in Nederland op het gebied van **installatietechniek**, **energie** en **bouwfysica**. Met tien vestigingen in Nederland, Duitsland, Dubai en de Verenigde Staten is Deerns een toonaangevende internationale speler.

www.deerns.nl/vacatures

MINOREVALUATIE

Minor Kennisoverdracht: Zomaar leraar worden

Tekst: Dirk-Jan van den Broek

Negen van de tien mensen aan wie je vertelt dat je de minor 'kennisoverdracht in het voortgezet onderwijs' doet, reageren prompt met 'Oh, sta je dan ook voor de klas?' en vervolgens 'En, hoe is dat dan?' Inderdaad is de schoolstage een substantieel en leuk deel van de minor, maar voor een complete leerervaring zijn er nog allerlei elementen omheen bedacht, die ik zal toelichten aan de hand van figuur 1.

Zo begin je de minor met het vak 'inleiding kennisuitwisseling' (IKU), waarbij je kennis maakt met verschillende theorieën over efficiënt leren. In groepjes organiseer je op basis van één van deze theorieën een leerevenement waarbij de theorie zowel uitlegt als toepast. Van stapsgewijs vliegtuigjes leren vouwen tot het uitvoeren van rollenspelen, van belonen en straffen tot mateloos positief blijven, allerlei leermethoden komen aan bod. Daarnaast maak je een begin met je portfolio, waarin al je leerervaringen in de minor worden gebundeld. Helaas ben ik over de opzet van dit vak en de personen die het doceren niet zeer te spreken, maar dat wordt ruimschoots gecompenseerd door mijn enthousiasme over de overige driekwart van de minor.

Naast IKU volg je in het eerste kwartiel een cursus vakdidactiek over het vak dat je wenst te gaan geven, in mijn geval natuurkunde. Hierbij vorm je tweetallen en word je gekoppeld aan een stageschool, waar je in de loop van het kwartiel gaat rondlopen om enkele lessen bij te wonen en kennis te maken met de vaksectie. Dit heet het 'oriënterend schoolpracticum' (OSP).

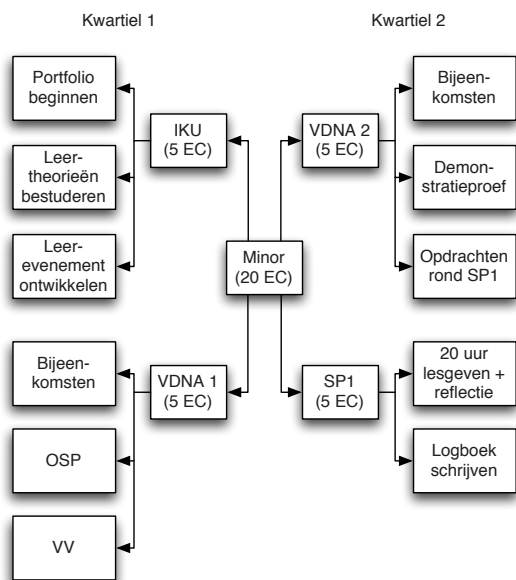
Intussen ga je, om warm te lopen voor het lesgeven, een serie mini-lesjes voor je medestudenten voorbereiden over een zelfgekozen onderwerp (het onderdeel 'voordrachtsvaardigheden', in de figuur 'VV'). Tenslotte vergelijk je in de diverse

bijeenkomsten verschillende lesboeken, bekijk je proefwerkvragen en bespreek je met je medestudenten hoe je de uitleg van verschillende natuurkunde-onderwerpen zou aanpakken.

Het eerste deel van vakdidactiek loopt naadloos door in het tweede kwartiel, waarbij het nauw verbonden is met je eigenlijke stage, het 'schoolpracticum 1' (SP1). In de diverse bijeenkomsten van vakdidactiek 2 voer je opdrachten uit als: een demonstratieproef geven, een proef met 'Coach' ontwerpen (een meet-, regel- en simulatieprogramma) en een stukje actualiteit in je lessen verwerken. Daarnaast kijk je samen met andere minorstudenten naar de grote struikelblokken in de natuurkunde, bekijk je hoe de koppeling tussen wis- en natuurkunde beter kan en natuurlijk is er de gelegenheid met elkaar over je eerste ervaringen als leraar te praten.

En dan het lesgeven zelf, tja, daar zijn boekdelen over vol te schrijven. Hoe brak en heerlijk rustig een klas kan zijn de ochtend na een kerstgala, hoe onverwachts ze uit de hoek kunnen komen terwijl je met een proef bezig bent en hoe goed of slecht je enthousiasme aanslaat bij een groep tieners. In elk geval vliegen die 20 lessen voorbij en ben je, zomaar in je bachelor aan de UT, een hele ervaring rijker. Ik zag mezelf in eerste instantie echt niet voor de klas staan (en had deze minor dan ook aanvankelijk als derde keus) maar nu ik het allemaal meemaak zou ik iedereen van harte aanbevelen hier zijn of haar 20 EC mee te vullen.

Opbouw minor 'kennisoverdracht',
richting voortgezet onderwijs



Toelichting bij figuur:

IKU = Inleiding KennisUitwisseling

VDNA = VakDidactiek NAtuurkunde

SP1 = SchoolPracticum 1 (beter bekend als de 'stage')

OSP = Oriënterend SchoolPracticum (voorbereiding op de stage)

VV = Voordrachtsvaardigheden

(lessenserie voor je medestudenten)

MINOREVALUATIE

Minor 'Wereldbeschouwing in filosofisch perspectief'

Tekst: Denick Murray

'Wat is dat nou weer?' en 'wat moet ik me daarbij voorstellen?'. Dit zijn de vragen die mij altijd gesteld worden als ik aan iemand vertel welke minor ik doe. Deze minor is blijkbaar onbekend bij de meeste EL'ers, en zoals uit de statistieken blijkt, ook niet populair: Ik was de eerste EL'er in jaren die dit volgde. Het leek mij goed wat onbekendheid weg te nemen want het is een hele leuke minor!

Eerst maar even het verschil met de minor 'Wijsbegeerte': Daar focus je je alleen op filosofen, bij deze minor wordt alles echter in een breder verband bekeken. Niet alleen filosofen en filosofische ideeën worden behandeld, ook religie en globalisering. En ja, filosofische teksten lezen is niet altijd even interessant. Het zijn altijd lappen tekst zonder plaatjes (en formules natuurlijk), gelukkig verschilt de langdradigheid per filosoof. Ik heb teksten moeten lezen waar bijna niet doorheen te komen was, maar ook stukken die echt heel goed te lezen waren. De meesten waren erg interessant en bevatten concepten waar ik mooi lang over na kon denken. Dit hield mij soms echt bezig en ik ben ook anders naar bepaalde dingen gaan kijken. In tegenstelling tot het studeren van Elektrotechniek, het beheersen van een vakgebied, kun je de filosofische concepten die je hebt geleerd meteen herkennen in je dagelijkse leven. Het helpt naar mijn mening om de wereld beter te begrijpen.

De grootte van de teksten die ik heb moeten lezen viel mee, hoogstens een paar hoofdstukken per keer. Soms heb je na het lezen van een tekst wel het gevoel dat je na 20 pagina's nog niet weet wat de filosoof bedoelt, of dat 'ie het ook in 1 pagina uit had kunnen leggen. Dit soort dingen moet je voor lief nemen, omdat volgens mijn docent filosofen hun gedachten op papier zetten en dit niet in te korten is omdat je anders denkstappen mist.

Het huiswerk bestond vooral uit het lezen van teksten, daar vragen over beantwoorden en het zelf schrijven van essays. Ik had vooraf ingeschat dat dit laatste nog wel eens lastig kon worden voor mij, dit bleek gelukkig mee te vallen. Soms had ik geen inspiratie of

duurde het gewoon erg lang, maar doordat ik op tijd was begonnen heb ik het altijd wel op tijd afgekregen. Lang niet alle teksten die geschreven moesten worden, dienden 'die hard' filosofisch te zijn.

Er deden zo'n 10 mensen mee, dit zorgde voor een prettige sfeer en iedereen had de mogelijkheid aan het woord te komen tijdens de discussies. Ja dat lees je goed: discussies. Maar een klein deel van de colleges werd namelijk op de traditionele hoorcollege-manier gegeven, het overgrote deel bestond uit discussie. Dit zorgde ervoor dat iedereen goed bij de les bleef en ook dat het college echt meerwaarde had ten opzichte van alleen een boek. Sowieso was er maar één vak dat een boek gebruikte.

De minor bestond uit de volgende vier vakken:

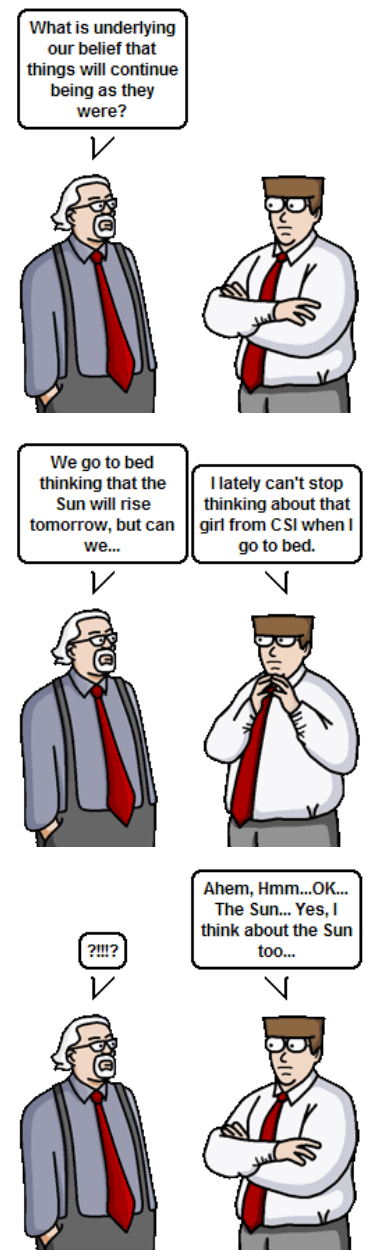
Filosofische reflecties: Hier werd steeds het leven en werk van verschillende filosofen behandeld.

Pluralisme: Dit ging over relativisme, universalisme, pluralisme en ethiek.

God en Natuur: Dit ging over de geschiedenis van het Christendom en de verhouding tot de wetenschap.

Globalisering en plaatsbepaling: De naam zegt het al: dit ging over globalisering.

Concluderend, wil jij een minor doen die totaal anders is dan Elektrotechniek, wil je weten waarom de wereld is zoals ze is, wil je weten waarom zoveel mensen religieus zijn? Kies dan voor deze minor. Hou je niet van lange teksten lezen of wil jij een minor waarvoor je geen huiswerk hoeft te doen? Kies deze dan niet. Tot slot nog een mooi stripje van broodsphilosophy.wordpress.com:

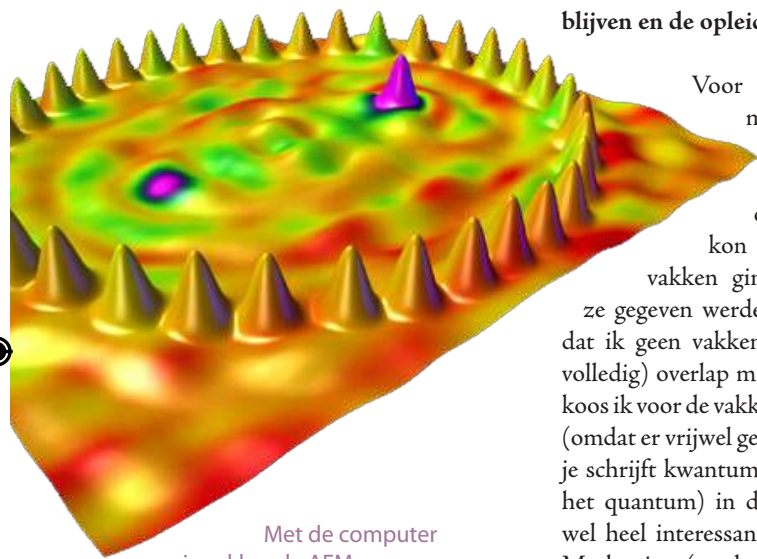


MINOREVALUATIE

De minor Technische Natuurkunde

Tekst: Erwin Bronkhorst

Al bij mijn studiekeuze wist ik dat ik techniek heel erg leuk vind en dat mijn interesses daarbuiten niet zo diepgaand zijn. Zelfs binnen de techniek heb ik een grote voorkeur voor Elektrotechniek en alles wat iets breder is dan dat vind ik al minder leuk. Daarom vond ik het ook niet zo leuk om een minor te kiezen, maar omdat het toch moest, koos ik in ieder geval iets dat technisch zou zijn. Aangezien ik natuurkunde op het VWO over het algemeen leuk vond en Elektrotechniek (en Scintilla) nog in de Hogekamp zaten, besloot ik daar te blijven en de opleidingsminor Technische Natuurkunde te gaan doen.



Met de computer ingekleurde AFM-opname van een kwantumkoraal

Voor het begin van de minor moest ik een vakkenpakket samenstellen. Dit deed ik samen met een coördinator die mij precies kon vertellen waarover de vakken gingen en in welk kwartiel ze gegeven werden. Ook moest ik opletten dat ik geen vakken deed die teveel (of zelfs volledig) overlap met EL hadden. Uiteindelijk koos ik voor de vakken Quantumverschijnselen (omdat er vrijwel geen kwantummechanica (ja, je schrijft kwantum, maar die TN'ers noemen het quantum) in de opleiding EL zit en het wel heel interessant is), Dynamica, Klassieke Mechanica (omdat dat een groot deel van natuurkunde is en omdat me dat niet al te moeilijk leek) en Energie en Entropie (omdat daarover dingen bij EL terugkomen, maar niet diepgaand genoeg naar mijn zin).

In de eerste periode had ik Quantumverschijnselen en Energie en Entropie. Het eerste vak was erg leuk en het niveau viel ook wel mee. Bij dit vak horen standaard hoor- en werkcolleges en daarnaast moet je in een groepje van drie of vier onderzoek doen naar een bepaald onderwerp binnen het gebied van de kwantummechanica. Hierover moest een presentatie gegeven worden. Mijn groepje had gekozen voor kwantumkoralen, waarbij losse atomen heel precies neergezet kunnen worden en waarbij vervolgens rare energetische effecten optreden. De toets was een open-boek tentamen en het eindcijfer van het vak was het gemiddelde van het cijfer voor de presentatie en het cijfer van het tentamen.

Energie en Entropie vond ik achteraf een minder leuk vak, door wat formules die je op een formuleblad bij het tentamen mocht

houden toe te passen, kon je makkelijk het vak halen. Met name de term 'entropie' is mij wel duidelijker geworden, dit maakt het begrip bij Dynamische Systemen een stukje beter.

Het eerste nadeel van een opleidingsminor is het feit dat je vakken volgt in hun reguliere programma. Daardoor had ik één van mijn minorvakken in de derde periode en deze is bij EL al flink vol. Hier stond wel tegenover dat ik in de tweede periode een vakje minder had, dus meer vrije tijd. Het vak dat ik in de tweede periode had, was Dynamica. Bij dit vak staan bewegingen van objecten centraal. Toen ik het vak eenmaal begreep was het best interessant, al moest ik vrij veel tijd in de opgaven steken voordat ik voldoende van het vak wist om het te halen.

Het laatste vak van mijn minor is Klassieke Mechanica. Ik dacht eerst dat dit vak makkelijker zou zijn dan Dynamica, omdat bij Mechanica alles stilstaat. Dit bleek echter niet het geval: ook bij dit vak zijn bewegingen en die zijn ook nog eens meestal niet door te rekenen met standaard Newton-formules. Mede door tijdgebrek en het hoge niveau heb ik dit vak nog nooit helemaal gevolgd en kan ik hier niet zoveel inhoudelijks over zeggen.

Achteraf heb ik geen spijt van mijn keuze voor Technische Natuurkunde. Het kost veel tijd, maar ik steek liever mijn tijd in iets leuk en moeilijks, dan dat ik saai boeken moet lezen voor minors die makkelijker worden geacht. En als student EL was ik wel moeilijkere vakken gewend dan degene die ik kreeg bij mijn minor TN. Hier staat wel tegenover dat het inplannen van de vakken wat lastiger is, omdat er ook vakken gegeven worden buiten de eerste twee periodes. Dit is zeker in de drukke derde periode een groot probleem.

OPROEP

Commissievacatures

Tekst: Bestuur

Scintilla heeft nog een aantal plekken vrij in leuke en belangrijke commissies. Dus heb je zin om actief te worden of nog een commissie te doen, kijk dan eens in het volgende lijstje met commissies die wij graag gevuld zien:

Webteam

1 avond per week

De nieuwe website is al enige tijd in ontwikkeling maar er moet nog meer dan genoeg gebeuren. Er is al een grafische schil ontworpen en geïmplementeerd. Als je dus een nieuwe toepassing maakt zie je meteen wat voor effect dat heeft op de website.

Heb jij zin om heel Scintilla te helpen en op iets trots te kunnen zijn dat nog jaren gebruikt zal worden? Kom dan het webteam versterken! Neem contact op met iemand van het bestuur om je in te schrijven of voor meer informatie.

SCALA

1-2 uur per week

Ooit iets terug willen doen voor Scintilla? Kom dan bij de SCALA en verzorg allemaal gave activiteiten voor al onze leden! Dit kan van alles zijn, van lekker eten met het kerstdiner tot gezellig met ons allen Paintballen.

Wil je meer weten, kom dan een keertje langs of woon een keer een vergadering bij.

De Vonk

1 uur per week

De Vonk. Hij ligt nu voor je. Zoals je begrijpt komt dit blad niet zomaar op je deurmat vallen, hier gaat een heel proces aan vooraf. De commissie die hiervoor zorgt, moet namelijk kopij verzamelen (of zelf schrijven, als men dat wil) en het geheel een mooie lay-out geven. Hiermee ben je per Vonk ongeveer één of twee avondjes bezig, onder het genot van een biertje of een fijne kop thee. Ook is de Vonk aanwezig op enkele projecten en activiteiten om hier een beeld van te vormen voor de mensen die er niet bij zijn.

Per Vonk hebben we een wisselende eindverantwoordelijke, dus je leert alle stappen in het proces spelenderwijs waarna je zelf eens de hoofdredactiepet op mag. Heb je zin in een langlopende commissie, waar je niet veel tijd aan kwijt zult zijn (en heb je altijd al willen weten wie Truusje is) kom dan bij de Vonk!

Gevoelige Elektronica

Tekst: Cerial Mocking

Wat is het toch met elektrische of - voor mijn part - mechanische apparaten? Als je er over denkt om een apparaat te vervangen, dan begint deze zich te gedragen als een pruilend kind. Deze theorie ontwikkelde ik al lang, lang geleden, ik woonde nog bij mijn ouders, toen mijn vader een nieuwe computer wilde aanschaffen. Van de oude computer begonnen allerlei onderdelen en functies in hoog tempo uit te vallen en te haperen. De nieuwe pc moest toen in een wat hoger tempo worden uitgezocht. Het mooiste voorbeeld is nog wel de zo'n 15 jaar oude tv, die na een onbedachtzame opmerking van mijn vaderszijde omtrent het bestaan van nieuwere, mooiere tv-toestellen, op de avond vóór Nederland-Brazilië ('t WK in Amerika) zou spelen, de geest gaf.

Maar nu maak ik het zelf mee: ik wil een andere, nieuwere, veiligere en comfortabelere auto. En ik heb de fout gemaakt om dat niet fluisterend te zeggen, toen ik daar mijn garagehouder en tevens schoonpapa over belde. "Oetje" (Peugeotje 306) lijkt het gehoord te hebben. Hij begint zich nu langzaam maar zeker te gedragen als de auto-op-leeftijd die hij is: de motor zweet en verbruikt olie, de ventilator suist, het dashboard tikt, een box valt af en toe uit, hij kucht bij het starten, het portierraampje wil wel open, maar bijna niet meer dicht.

En dat is niet het enige. Laatst heb ik in de elektronicazaak staan kwijlen bij de aanblik van al dat geluidsspul en meer moois. Kennelijk zat er bij thuiskomst nog wat op mijn kin, want nu reset mijn huidige geluidsinstallatie zichzelf om de zoveel tijd. Heel irritant, ook omdat ik op vervanging niet had gerekend, financieel gezien. Alleen mijn pc is wat hardhorend, want ik heb het er al anderhalf jaar over, dat ik 'm vervangen wil, maar pas sinds een paar maanden lijkt hij het eindelijk te hebben doorgekregen. Zijn gedrag dwingt me hem binnenkort te vervangen. En dan heb ik het niet eens gehad over het koffiezetapparaat, de waterkoker, mijn fotocamera, de tv... Enfin, als ik daar echt allemaal aan toekom, dat los ik in mijn eentje de kredietcrisis op. Saluut!

P.S. Ongelogen: bij het intikken van het laatste uitroepteken blijft mijn pc hangen. Ik had - uiteraard - niks opgeslagen, dus heb ik alles moeten overpennen op betrouwbaar en ongevoelig papier, alvorens de pc te herstarten en alles opnieuw in te tikken...

ADVERTORIAL

“Hier heb je alle kans om door te groeien”

Tekst: Paola Enriquez-Ojeda

Ik studeerde elektronica, afstudeerrichting Besturingstechniek aan de Pontificia Universidad Javeriana te Cali, Colombia. Sinds begin 2003 woon ik in Nederland. Eerst leerde ik de taal, daarna heb ik een leuke baan gezocht in de techniek. Na mijn eerste baan als PLC programmeur, kwam ik in 2004 bij Siemens in Assen terecht. Al snel werd ik gevraagd om naar Siemens in Zoetermeer te komen. Daar werkte ik als engineer voor het project Hoge Snelheids Lijn HSL, in het software ontwikkelingsteam. Ik schreef documenten over de functionaliteit van diverse tunneltechnische installaties die bestuurd moesten worden door de systeemsoftware. Daarna heb ik een deel van de software getest en in bedrijf gesteld op de bouw. Ik heb erg veel ervaring opgedaan, contact gehad met mensen van verschillende disciplines en nieuwe dingen geleerd niet allen in de techniek maar ook in het samenwerken binnen een groot en internationaal project als dit.

Traffic & Transportation Engineering projecten

Na afronding van het HSL-project eind 2006 heb ik verschillende engineeringoffertes voor infraprojecten gemaakt. Een van deze projecten is inmiddels gestart. Het project is volgens onze Systems Engineering Systematiek aangepakt waarmee wordt gegarandeerd dat het systeem verifieerbaar is, aan de eisen van de klant voldoet en onderhoudbaar is. Ik ben de Systems Engineer in dit project en vind het een echte uitdaging om aan dit soort multidisciplinaire projecten te werken. Ieder project is weer anders maar het belangrijkste, erg leerzaam.

Doorgroeimogelijkheden

Ik heb binnen mijn afdeling mijn wens kenbaar gemaakt om in de toekomst een studie Bedrijfskunde te volgen. Ik wil na mijn eerste universitaire titel het academisch denken nog verder ontwikkelen. Deze keer gericht op de integratie van verschillende aandachtsgebieden van management. Als aanvulling op mijn al opgedane technische kennis. Als je goed bent in je werk, je ambitie toont en laat merken dat je er zin in hebt, dan stimuleert Siemens zo'n studie! Die goede doorgroeimogelijkheden hier zijn voor mij enorm waardevol.

Vrouw in een mannenwereld

Als vrouw in de techniek ben ik in mijn carrière nogal eens tegen vooroordelen aangelopen. En dan ben ik ook nog eens een buitenlandse vrouw in Nederland. Dit is voor mij een extra uitdaging.

Op dit moment zit ik in een pilot-mentorschap van jonge hoge opgeleide vrouwen. Mijn mentor is een ervaren vrouwelijke collega met een hoge functie binnen mijn divisie bij wie ik altijd terecht kan.

Ik heb gemerkt dat binnen Siemens Nederland de diversiteit op de werkvloer toeneemt en dat ervaar ik als zeer positief!



Wie: Paola Enriquez-Ojeda
Geboren: 2 februari 1977 te Pasto, Colombia
Opleiding: MSc Elektronica
Functie: Engineer

MINI-HOBBY

Hier deze keer een 'mini-hobby': een drietal projectjes op internet die de aandacht trokken van de redactie.

Allereerst de Bristlebot: een heel simpel kruiprobotje gemaakt van een tandenborstel, een trilmotortje uit een oude mobiel en een batterij. Benieuwd?



Bristlebot: <http://www.evilmadscientist.com/article.php/bristlebot>

Verder een kroaat die een leuke toepassing heeft bedacht voor een Nokia 3310 LCD'tje:



Nokia LCD thermometer:

[http://www.ivica-novakovic.from.hr/Nokia Lcd Termometer-eng.htm](http://www.ivica-novakovic.from.hr/Nokia%20Lcd%20Termometer-eng.htm)

En nog een laatste tip: het is onlangs weer Smart System Design dag geweest op de UT. Hierbij is vanuit EL een bluetooth-robotje gebouwd dat verrassend simpel van opzet was. Voor schema's en sourcecode kun je de website in de gaten houden:

<http://www.smartsystemdesign.nl/practicum/>



Vrijdag studeren wij af.
En dan?

Breng je theorie in de praktijk – bij Siemens.

Je hebt je diploma op zak, en een hoofd vol ideeën. Bij Siemens kunnen die ideeën werkelijkheid worden. Elk jaar ontwikkelen wij talloze innovaties voor de sectoren Industry, Energy en Healthcare – samen met uiterst gemotiveerde medewerkers, in allerlei functies en over de hele wereld. En binnenkort misschien ook met jou: www.siemens.nl/career

Answers.

SIEMENS

Communicatief

Tekst: Communicatieteam EWI

Het is gebleken dat er veel onbekend is over de werkzaamheden van het communicatieteam EWI. En wellicht is het niet helemaal duidelijk wie dit team bemannen, of eigenlijk kun je in ons geval beter spreken van 'bevrouwen' :-)

Het communicatieteam EWI bestaat op dit moment uit de communicatiemedewerkers Linda Jonker, Henriette Barneveld en Diana Dalenoord. Iedereen heeft natuurlijk zo haar specialiteit wat opleiding betreft. Wil je zaken rondom EL weten, dan moet je bij Linda zijn, voor INF-zaken kun je terecht bij Henriette en Diana weet alles over TW activiteiten. De communicatie-adviseur heeft ons in september jl verlaten, maar hij zal binnenkort opgevolgd worden. Tijdelijk is er ook een communicatie-adviseur aangesteld om de opleiding Creative Technology op te starten; zijn naam is Tom Schooltink. Je kunt ons team vinden in gebouw Zilverling op vloer 4.

Om te laten zien waar wij ons zoal mee bezighouden zullen we vanaf nu elke keer een column in De Vonk plaatsen met voorlichtingszaken.

Technische zaken voor leerlingen uit Hoofddorp

Op 7 januari jl is het Haarlemmermeerlyceum uit Hoofddorp op bezoek geweest bij de Universiteit Twente, er zijn zo'n 110 leerlingen naar Enschede gekomen. En wel bij enkele technische opleidingen, te weten: Elektrotechniek, Technische Informatica, Technische Wiskunde, Technische Geneeskunde/Biomedische Technologie en Scheikundige Technologie. De organisatie was in handen van het communicatieteam EWI en de EL-er Luuk v/d Velde - een oud leerling van dit lyceum. Zijn zus studeert Psychologie en hielp ons ook tijdens het bezoek van haar oude school. De leerlingen kregen in de ochtend projecten vanuit EL, INF, TG/BMT en ST en na de lunch kregen alle leerlingen te maken met de toegepaste wiskunde. Het laatste onderdeel van de dag bestond uit een rondleiding over de besneeuwde campus. We kunnen wel zeggen dat dit duidelijk weer een succesje geweest is. Misschien zien we dit lyceum volgend jaar weer verschijnen met een hele nieuwe groep leerlingen.

Startdag Bèta 1 op 1

Vrijdag 16 januari jl. Vond de startdag van de Bèta 1 op 1 plaats. Deze dag was in handen van ELAN en wordt jaarlijks georganiseerd voor 5^e klas vwo Techniek leerlingen. De UT laat hen zien wat Techniek op de UT kan betekenen door middel van het presenteren van een aantal technische workshops.

EWI heeft hieraan uiteraard ook haar steentje bijgedragen in de vorm van een drietal workshops vanuit EL, INF en TW. EL presenteerde hier het Segway project, INF haar I-cat project en TW liet zien dat je bij techniek eigenlijk altijd wel gebruik maakt van wiskundige modellen. De leerlingen vonden de workshops op deze dag erg boeiend, dus wellicht hebben we over een tijdje meer kiezers voor de echte Techniek opleidingen. Wie zal het zeggen.

VOORLICHTING

Profielkeuzedagen

Voor vele 3^e klas vwo leerlingen van diverse scholen wordt elk jaar door de UT de profielkeuzedagen georganiseerd. Dit jaar vonden deze plaats op 8 en 15 januari en 10 en 12 februari jl. Bureau Communicatie centraal organiseert deze dagen voor de UT en de faculteiten kunnen hieraan deelnemen. EWI ontbrak uiteraard niet en leverde wederom het NT-profiel. Dit jaar is ervoor gekozen om een TW project aan te bieden. Omdat er op sommige dagen teveel leerlingen voor het NT project aangemeld waren, is Stefan weer opgetreden als reddende held en hebben we ook 3 maal het EL project Segway ingezet. Dit project blijft het goed doen bij de 3^e klas vwo-ers. Wil je weten waarom het goed is dat de Segway bestaat, kijk dan eens op www.TED.com. Het is namelijk veel meer dan een leuk vervoersmiddel.

Bètadag

De studievereniging van AT heeft dit jaar een Bètadag voor 3^e klas vwo-ers georganiseerd op 6 februari jl. EWI werd ook gevraagd hieraan deel te nemen en uiteraard deden we dat graag. We hebben op deze dag twee technische projecten aangeleverd; het Segway project vanuit EL en het Rangeerprobleem vanuit TW. Met de goede hulp van onze studenten kunnen we deze dagen ook weer als succes achter ons laten. Goed werk jongens & meiden, thanks!

WO regioday

Leerlingen uit de regio konden op 5 februari jl een bezoekje brengen aan de UT. Natuurlijk waren wij hier ook vertegenwoordigd. Er zijn 2 x een groep leerlingen bij EL op bezoek geweest. Wellicht zien we enkele gasten terug op onze voorlichtingsdagen in maart.



Wist je dat....

- Je het communicatieteam EL kunt bereiken via mail: l.c.jonker@utwente.nl of via telefoon 2745 of in kamer Zilverling 4033 in de vorm van Linda Jonker? Heb je vragen of wil je ook eens iets voor voorlichting doen, stuur dan een mail, bel eens of kom even langs (aanwezig op maandagmorgen, dinsdagmorgen en woensdagmorgen)
- De computerzalen C4, C5 en de Oostzaal nu te vinden zijn in Zilverling op de vloeren 2, 3 en 4 ?
- We op 16 april a.s. weer een Smart System Design Dag voor 5^e en 6^e klas vwo-ers gaan houden? De info hierover zal tzt te vinden zijn op www.smartsystemdesign.nl
- We veel werk maken van promotie in Duitsland om zo de Duitse leerling te interesseren voor een studie – liefst natuurlijk voor Elektrotechniek – in Twente. Op 26 maart a.s. zullen we weer alles uit de kast halen om hen te laten zien hoe leuk het hier is, hoe goed ons onderzoek is en hoe goed het leven in Twente is.
- De voorlichtingsdagen voor Nederlandse studenten op 27 en 28 maart a.s. plaatsvinden?
- We graag willen dat je voorlichting zou geven op je oude school ? Als jij dat ook wilt meld je dan aan bij Ewout Kleinsmann, zijn emailadres is e.m.kleinsmann@student.utwente.nl of ewoutk@scintilla.utwente.nl. Hij kan regelen dat er een afspraak met je decaan van je oude school gemaakt wordt.



De grote rode knop

Tekst: Tom Vocke

Zoals velen van jullie misschien wel herkennen, wordt er bij mij thuis door degene die kookt altijd geschreeuwd als het eten klaar is. Dit is natuurlijk niet de meest praktische manier om je huisgenoten duidelijk te maken dat het eten klaar is, dus daar moest iets op verzonnen worden. Nu is het zo dat onze burens een grote rode knop aan de muur hebben hangen, die zoemt zodra het tijd is om te eten. Je raadt het al, wij waren jaloers en er moest iets beters komen dan die knop. In dit geval een grote rode knop die muziek speelt!

Waarom geen mp3-speler?

De makkelijkste oplossing zou natuurlijk zijn om een mp3-speler uit elkaar te halen en de play-knop te vervangen door de grote rode knop. Hierdoor wordt het echter wel lastiger nummers op de mp3-speler te plaatsen en is er meestal een behoorlijke vertraging tussen het indrukken van de play-knop en het daadwerkelijk horen van geluid.

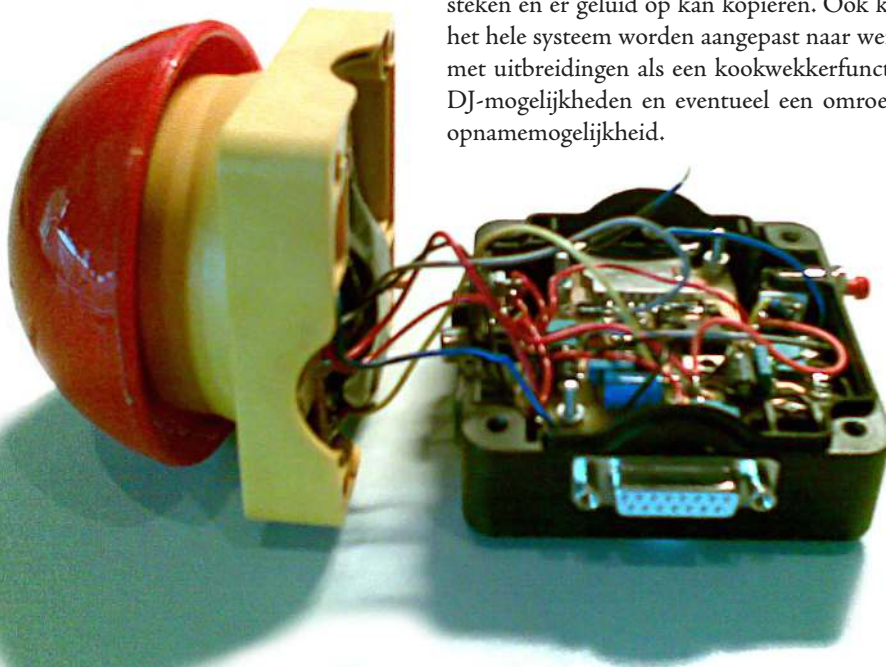
Er is dan ook gekozen om een SD-kaartje aan een microcontroller te koppelen, zodat iedereen dat kaartje in zijn computer kan steken en er geluid op kan kopiëren. Ook kan het hele systeem worden aangepast naar wens, met uitbreidingen als een kookwekkerfunctie, DJ-mogelijkheden en eventueel een omroep/opnamemogelijkheid.

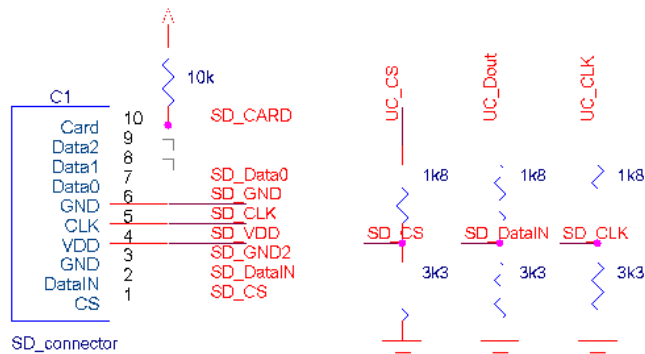
of het niet vrijgegeven SD protocol. SPI (serial peripheral interface) is welbekend en vaak al geïmplementeerd in de huidige microcontrollers (zoals deze ATMEGA32). Het basisidee is dat de master in een SPI-configuratie een clock-lijn beheert. Volgens deze klok worden synchroon bits overgeschreven van de slave naar de master en tegelijkertijd ook van de master naar de slave. Er kunnen meerdere slaves worden aangesloten, waarbij de slave-select lijn bepaalt welke slave met de master praat. Meer informatie over SPI is te vinden op [1].

In dit geval is onze microcontroller de master van de SPI-bus, en de SD-kaart de slave. Hierbij moet er nog wel even op gelet worden dat de SD kaart op 3,3 volt opereert en de microcontroller op 5 volt. Om de SD-kaart te beschermen zijn er dus wat weerstandsdelaars aangebracht in de lijnen vanuit de microcontroller naar de SD-kaart (zie figuur 1).

Als de SD-kaart in SPI-modus wordt aangestuurd, zijn er een aantal commando's beschikbaar om gegevens te lezen en te schrijven. Voor deze toepassing is alleen het lezen voorlopig interessant. Het lezen kan gebeuren per sector (512 bytes) of per blok (256 sectoren). Bij beide modi moet na het lezen van een sector dan wel een blok van sectoren een nieuw adres aangeboden worden om nieuwe data binnen te krijgen. Het lezen in blokken is wat dat betreft dus efficiënter als het om grote bestanden zoals .WAV geluiden gaat, je hoeft dan namelijk maar eens in de 256 sectoren een nieuw adres te sturen.

Een SD-kaart is bij iedereen ondertussen wel bekend als het kaartje voor in de digitale camera of telefoon. Deze kaartjes kunnen op twee verschillende manieren worden aangesproken, namelijk via het SPI protocol





Figuur 1:
SPI-verbinding
met de SD-kaart

Wat dit adres moet zijn, is te vinden in de FAT-tabel op de SD-kaart. Om de SD-kaart bruikbaar te maken in Windows moet er een bestandssysteem op aangebracht worden waar Windows mee overweg kan. In dit geval is er gekozen voor FAT16, aangezien dit nog redelijk grote volumes ondersteunt (tot 2 Gbyte), maar wel enigszins makkelijk te begrijpen is voor een microcontroller. Er zijn verschillende bibliotheken beschikbaar die microcontrollers kunnen laten omgaan met een FAT16-bestandssysteem, zoals FatFS [2]. Echter, deze nemen in het algemeen vrij veel resources van de microcontroller in beslag (>1 Kb werkgeheugen). Aangezien de microcontroller die hier wordt gebruikt maar 2 Kb werkgeheugen beschikbaar heeft, is er voor gekozen om alleen de broodnodige functies te implementeren.

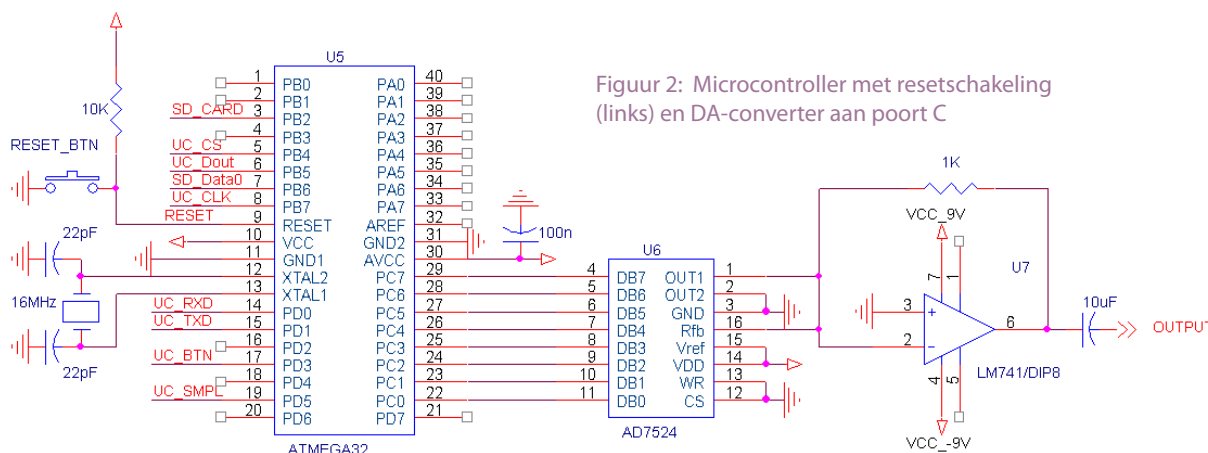
In een FAT16-tabel wordt van elk cluster (=aantal sectoren) bijgehouden wat de status daarvan is (bijvoorbeeld; leeg, bad etc.). Bij het aanmaken van een bestand (niet in een map) wordt in de root directory (gereserveerde ruimte op de SD-kaart) opgeslagen wat de eerste sector/cluster is van dat bestand. In de FAT-tabel staat vervolgens als informatie over dat cluster niet 'leeg' of 'bad', maar het

nummer van het volgende cluster van het bestand. Zo staat bij elke entry in de FAT-tabel een nummer van een volgend cluster totdat er wordt aangegeven met een code dat het bestand ergens eindigt. Meer informatie hierover is te vinden via [3].

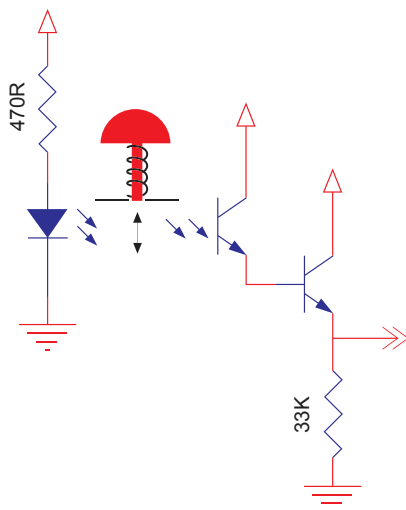
In dit project zijn alleen de functies voor het volgen van een bestand en voor het zoeken/lezen van alle bestanden geïmplementeerd. Hierdoor blijft er genoeg ruimte over om de bestanden ook af te kunnen spelen.

Van bits naar muziek

Als je het eenmaal voor elkaar hebt om bestanden uit een FAT16-tabel te lezen, moet er natuurlijk nog wel iets gebeuren met die bestanden voordat er geluid uit de speakers komt. Zoals al eerder werd gezegd, mogen er alleen WAVE-bestanden op het SD-kaartje worden gezet. Deze WAVE-bestanden bestaan eigenlijk alleen uit een aantal samples die met een AD-converter met een vaste samplefrequentie zijn gemaakt. Gegevens over de gebruikte samplefrequentie, het aantal bits per sample en het aantal kanalen zijn te vinden in de WAVE-header. Meer informatie daarover is te vinden via [4].



Figuur 2: Microcontroller met resetschakeling (links) en DA-converter aan poort C



Figuur 3: Het gebruikte lichtsluisschakelingetje

Om van deze samples weer geluid te maken, moeten ze met de juiste frequentie door een DA=-converter worden gestuurd. In dit ontwerp zit een 8-bits DA-converter gekoppeld aan één poort van de microcontroller (zie figuur 2). Hier kan je ook een R-2R-ladder voor gebruiken, de gekozen oplossing is echter wat nauwkeuriger en makkelijker te solderen.

De microcontroller leest uit de header welke samplefrequentie is gebruikt, en zet met dezelfde frequentie 8 bits per sample op deze poort. Op deze manier kan er alleen 8-bits monogeluid worden afgespeeld, dus als er een 16-bits stereo geluid gespeeld moet worden, worden (in dit geval) alleen de MSB's van het rechter kanaal gespeeld.

Het lastige hierbij is om precies de juiste frequentie aan te houden. Daarvoor wordt in dit geval een interne timer gebruikt. In deze timer kan een maximale waarde geprogrammeerd worden en zodra deze wordt bereikt, wordt er een interrupt aangeroepen. Tijdens dit interrupt wordt dan een nieuwe byte op de uitgang gezet.

De frequentie waarmee dit gebeurt, kan worden bepaald door de maximale waarde van de timer aan te passen. Stel bijvoorbeeld dat je met 44.1 KHz samples wil afspelen, en de timer telt met 16 MHz, dan moet de timer een maximale waarde van $16 \cdot 10^6 / 44.1 \cdot 10^3 =$ ongeveer 362,8 hebben. Helaas kunnen er alleen 16-bits integers in deze timer worden gestopt, in dit geval altijd naar het dichtstbijzijnde ronde getal afgerond. Dit geeft in dit geval een afspeelfrequentie van 44,08 KHz.

Het probleem bij het afspelen is dat de SD-kaart in blokken gelezen wordt. Na elk blok (= 256 sectoren van 512 bytes) moet het beginadres van het volgende te lezen blok worden doorgegeven. Het uitzoeken van het volgende blok en doorgeven van het adres

kost, afhankelijk van de samplefrequentie, net iets langer dan één periode van de samplefrequentie. Om te voorkomen dat dit storing in het geluid veroorzaakt wordt het afspelen gebufferd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een dubbele buffer van 512 bytes (de sectorgrootte van de SD-kaart). De microcontroller leest eerst een sector met samples in één buffer. Vervolgens begint hij met afspelen van deze buffer en schrijft daarbij intussen de andere buffer vol met een nieuwe sector. De tijd die het kost om een nieuw blok aan te wijzen wordt zo goed gemaakt doordat de microcontroller sneller gegevens leest dan afspeelt. Er is dus altijd weer een buffer gevuld tegen de tijd dat de ander is afgespeeld.

En dan in de behuizing (zucht)

Tja, dan heb je een heel systeem ontworpen en getest en dan moet het in de behuizing. Normaal gesproken is dat niet echt een probleem, ruimte genoeg, echter is bij dit project de behuizing het belangrijkste, de grote rode knop! In deze knop is niet veel ruimte dus moeten er printplaatjes geëet worden om alles nog kwijt te kunnen. Los van de elektronica was vooral de knop zelf een probleem. Origineel werd de ruimte die nu gebruikt wordt voor de elektronica gebruikt voor het mechanische gedeelte van de knop. Dit mechanische gedeelte moest weggehaald worden, maar er moet wel iets stevigs voor in de plaats. Aangezien mechanische oplossingen op kleine schaal nooit zo stevig zullen zijn als voorheen, wordt er gebruikt gemaakt van een lichtsluis (zie figuur 3).

De configuratie is nu zo dat zodra er op de knop wordt geslagen, deze pas stopt als het plastic van de knop op de behuizing landt. Hierdoor kunnen de meest harde klappen nog opgevangen worden!

Referenties

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus
- [2] http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html
- [3] <http://nl.wikipedia.org/wiki/FAT16>
- [4] <http://www.sonicspot.com/guide/wavefiles.html>



PUUZEL

Cryptogram

Tekst: Truusje

Dit keer een cryptogram, maar niet zo'n kruiswoordraadsel met cryptische beschrijving maar een zin die gecodeerd is met een ander alfabet. Er worden twee hints gegeven en daar zul je het mee moeten doen. Succes!

Zoals beloofd geef ik jullie ook de volledige oplossing van de vorige Puuzel. Hoewel ik had gehoopt dat er meer inzendingen zouden zijn bleef het ook dit keer weer bij één inzending. Gelukkig heeft deze persoon wel 9 van de mogelijke 12 punten gehaald, dus chapeau Rick! De taart is voor jou! Voor de rest van jullie, en voor Rick van Keken zodat hij weet wat die ene filmstill was die hij niet kon raden en ook welke hij fout heeft: de oplossingen!

- 1 kwam uit de Disney klassieker Robin Hood.
- 2, een moeilijke, maar dit stukje natuurfilm kwam uit Stranger than Fiction.
- 3: turn your amps up to eleven! This is Spinal Tap natuurlijk!
- 4, wie kan vergeten hoe Jesus zijn bowlingbal likt voor zijn strike? The Big Lebowski.
- 5, hoewel Scarecrow ook even in the Dark Knight verschijnt, was het toch echt Batman Begins.
- 6 was niet geraden en het is dan ook een zeer gemene, want wie verwacht zo'n schattig varkentje in American Psycho?
- 7 weet waar zijn towel is; the Hitchhiker's Guide to the Galaxy.
- 8, hoewel dit the Hoff is met een rode zwembroek en een plankje, is het niet Baywatch maar the Spongebob Squarepants movie!
- 9 farts in your general direction met het lok-konijn: Monty Python and the holy grail.
- 10 is een klassieker voor de nerd: Tron. Voor wanneer je opgesloten zit in een computerspel. And then? 11, die weet duidelijk niet waar zijn auto is. Dude, where is my car?
- En als laatste een kijkje wat er gebeurt als je uit de nep-graal drinkt, in 12 gaat Toht dood in Raiders of the lost ark. (Indiana Jones hoort er eigenlijk niet voor maar werd goed gerekend).

Dan nu de puuzel voor deze Vonk. Gegeven is de volgende zin:

EFLFXSHSPFFYG, OFP SV NF EFXWZP! GFUF USB KRE
BRRY PYWWVNF RP VHSBPSXXR.WPMFBPF.BX GRB KRR
Z NF ZRBV CQ GF DCBZPRRYP.

Met de hints dat P= T en W = U zou het mogelijk moeten zijn deze zin te ontcijferen. Woorden zijn gescheiden door spaties en leestekens zijn hetzelfde gehouden.

Inzenden is mogelijk tot 31 mei. Nogmaal succes!

COLUWN Openbaar spreken

Tekst: Jet

Je zou het misschien niet verwachten van iemand die elke Vonk een kolommetje vorschrijft, zo niet meer dan dat omdat ze geen idee heeft hoeveel woorden het ook al weer was en er dus ruim overheen gaat, maar ik ben verschrikkelijk slecht in spreken in het openbaar. Daar zit hem ook meteen het verschil met deze column: ik kan nu een avondje of twee nadenken en het hele verhaal tien keer veranderen voor ik het aan Notepad en uiteindelijk het Vonkpapier toevertrouw.

Enorme blaafverhalen op (elektronisch) papier zetten is dan ook geen probleem. Mensen die voor mijn verjaardag worden uitgenodigd kunnen dat beamen, zelfs de samenvatting van dat mailtje is enkele zinnen lang en het verhaal zelf wordt elk jaar langer. Ook Batalopers kunnen er inmiddels over meepraten, daar kreeg ik de vraag 'waar is de samenvatting voor luie mensen?'

Als mensen mijn vader of zus horen spreken (mijn vader gaf op het huwelijk van mijn zus een speech van een klein uur) zullen ze, in combinatie met het bovenstaande, niet geloven dat ik niet goed kan spreken in het openbaar. Maar zelfs een kleine presentatie voor mensen die ik door en door ken doet mijn hart al flink in mijn keel kloppen. Waarom? Geen idee. Nu moet ik toegeven dat de laatste keer dat ik voor een redelijke groep mensen wat moest vertellen ik compleet stijf van de cafeïne stond en daardoor flink trillerig was en de keer daarvoor een ruim jaar eerder was, maar toch ben ik huiverig voor presentaties.

Nu hou ik dan ook mijn hart vast voor mijn afstudeerpraatje. Hoe ik dat ga overleven weet ik nog niet, gelukkig is het nog niet zover. Jullie kunnen dus nog wel een aantal kolommetjes vol geblaaf in de Vonk verwachten!



Op zoek naar een high speed afstudeeruitdaging?

Wij dagen je uit in het innovatieproject 'High speed motion control'

De uitdaging: 9 maanden zelfstandig werken bij Technolution in Gouda, met begeleiding van een ervaren VHDL-collega. De high-level design tools, voor control-loops, integreren met een high speed motion controller in VHDL. Het bouwen van een dedicated CPU voor het uitvoeren van die control-loop. Een werkende demo opleveren, een white paper schrijven en je bevindingen presenteren aan de programmeerbare-logica-specialisten bij Technolution.

Technolution is een innovatief projectbureau in de technische automatisering, opgericht in 1987. In ons kantoor in Gouda ontwikkelen wij maatwerk programmeerbare logica, elektronica-, en softwareoplossingen voor complexe vraagstukken van klanten uit diverse markten. www.technolution.nl/afstudeerder