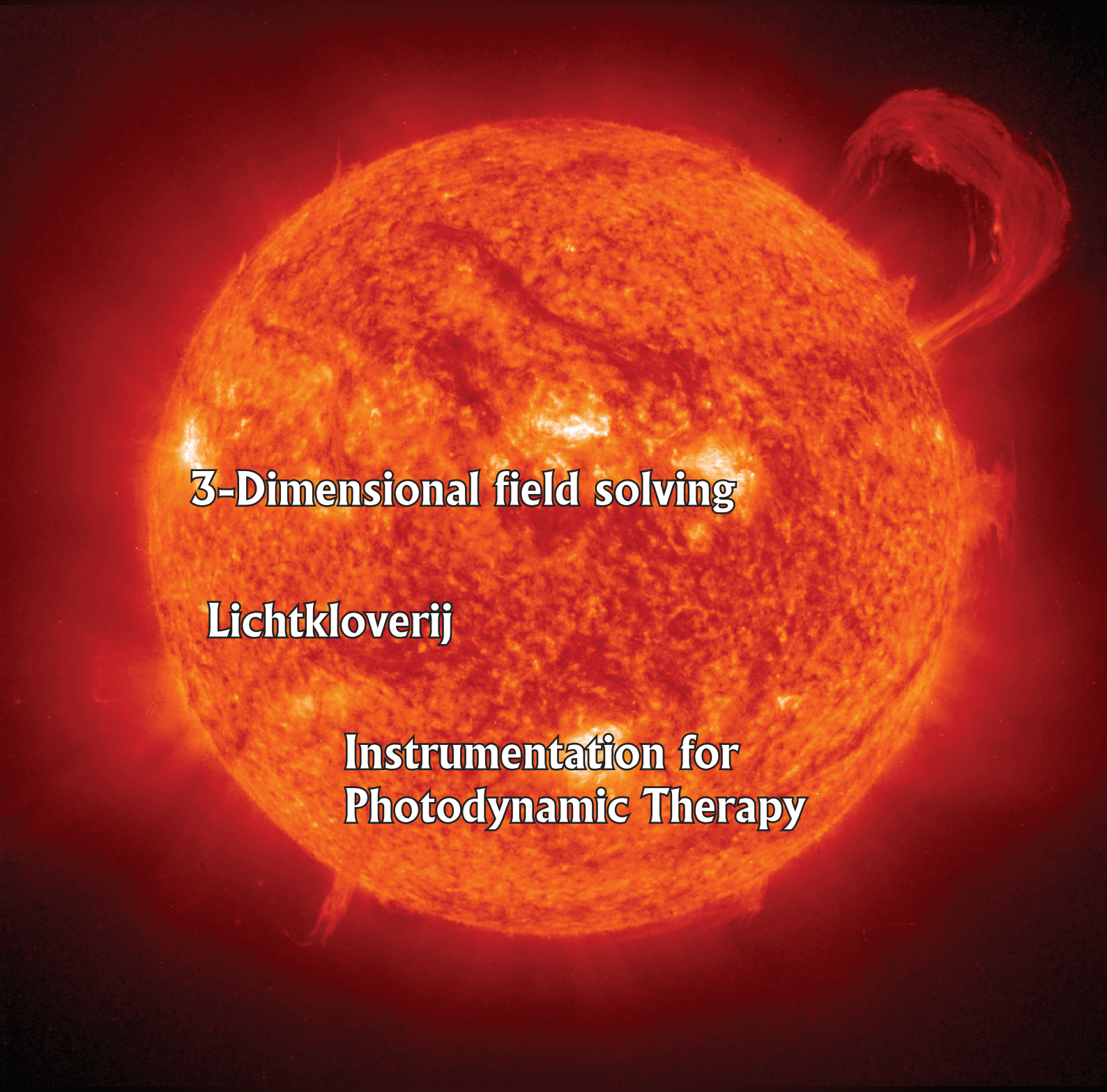
Periodical of the Electrotechnische Vereeniging

Maxwell

Year 12

Edition 2



3-Dimensional field solving

Lichtkloverij

Instrumentation for Photodynamic Therapy

INVOEGEN:

pagina2Technolution.pdf

From the board

Everyone who visits the Faculty of EEMCS regularly will have noticed it. More and more the focus has shifted from Dutch to English. If you take the growing number of international students into account this is a good thing. Most of the Dutch students master the English language quite well and for the international students it is the only option.

As a study association, whose target group is all the Electrical Engineering students, you also have to change. Therefore my predecessor wrote in one of last year's Maxwells that, from that moment on, it would be for the largest part in English. Four Maxwells and one year later, this is the perfect moment to evaluate this. It's been a big success, looking at the fact that all four coverstory's, the biggest part of the articles and all of the newsflashes, from the board's and editorials were in English. The Maxwell editors and authors put much time and effort into it with a beautiful result.

Not only the Maxwell is caught by internationalisation, more regular ETV-activities are also affected. If possible the lunch lectures and excursions are given in English. This resulted in three English and two Dutch lunch lectures, and both excursions were in English. The consequences were immediately visible. The English activities had more participants because of the bigger target group. All of this with more happy students and a satisfied organising party as result.

There are new initiatives too. In collaboration with 'Christiaan Huygens', our neighbours, the study association for Maths and Computer Science, the Intercom has started this year. A committee with national as well as international students who organise activities for both national and international students to get to know each other.

The first two activities of this committee have already passed. As a kickoff, a skating activity was organised. The committee was hoping for 50 participants, but it turned out that there were more than 70 participants. The skating part of the activity took place in "de Uithof", a skating oval in The Hague, where everybody enjoyed a afternoon full of ice-skating pleasure. When the snow began to fall the amazement was complete for some international students, who had never seen snow before. Back at the faculty the successful but tiring activity was concluded with a nice dinner. Besides the skating activity, Sinterklaas also visited the EEMCS faculty. You will read all about that further on in this Maxwell.

In conclusion, internationalisation also struck the ETV. Totally different but still on an international level is the study tour. All participants safely returned and there will be a extensive report in the next Maxwell.

The only thing left is wishing you a lot of pleasure reading this Maxwell, lots of success for the upcoming exam period and all the best for 2009.

On behalf of the refreshing board,

Thijs van Leeuwen, President

Editorial

CHRISTMAS

The celebration of Christmas is an event of which a lot of people look forward to. Not only because of the holidays, but even more because of the cosiness around it. The Christmas tree, decorations everywhere, the gift-giving; Christmas is really a major event nowadays which you can't keep away. Every year, when Christmas is left behind, a lot of people think back wistfully to it.

For the Maxwell editorial board the period before Christmas was even more special. For us the Christmas celebration wasn't the only thing to worry about, since we also had to compose a new edition of the Maxwell.

We put a lot of effort in it, and as you can see the result shows great promise again. One of the companies we regularly visit was willing to write an article about the simulation of high speed electronics. A revolutionary new type of solar cells is expounded in this edition and Johan Kaptein was willing to explain his MSc.-thesis work about an instrumentation system for photodynamic therapy.

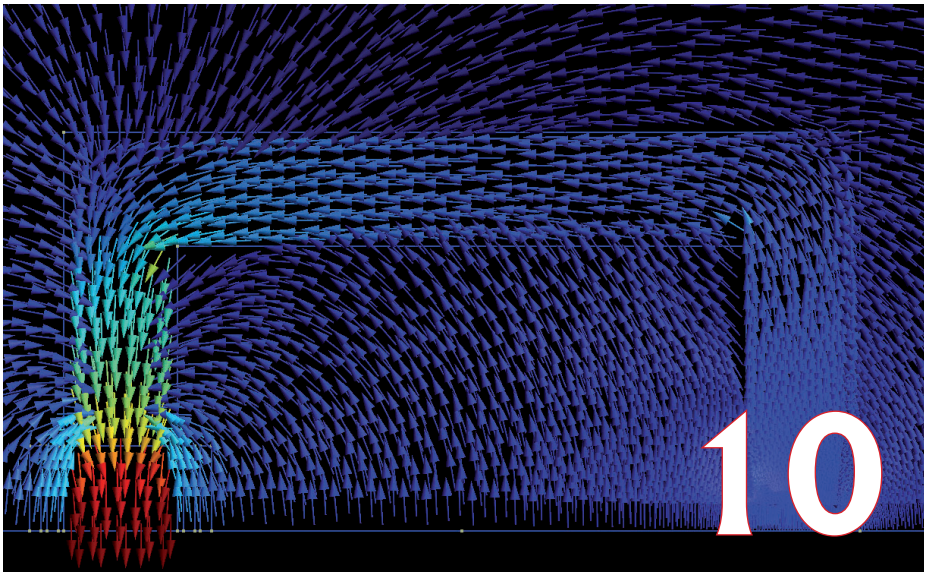
Finally I want to mention the column, in which an international student explains her view about studying in Delft. It is impossible to use this Maxwell as a gift during the Christmas celebrations, but you will undoubtedly enjoy reading it!

Erwin Stout, editor

Contents

Lichtkloverij

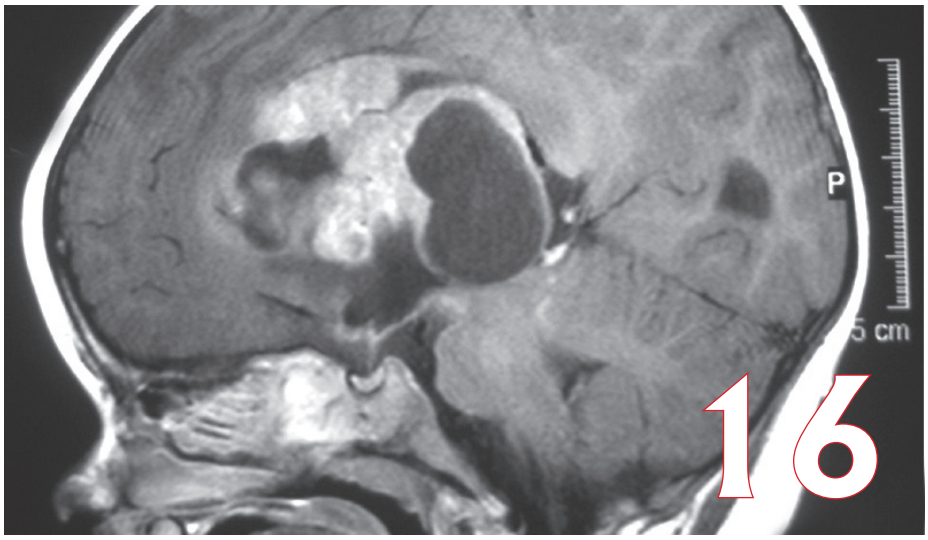
Low efficiency and high production costs: the main reason why the earth is not yet covered with solar panels. In an interview Prof. dr. L.D.A. Siebbeles explains a theory to increase the efficiency.



3-Dimensional field solving

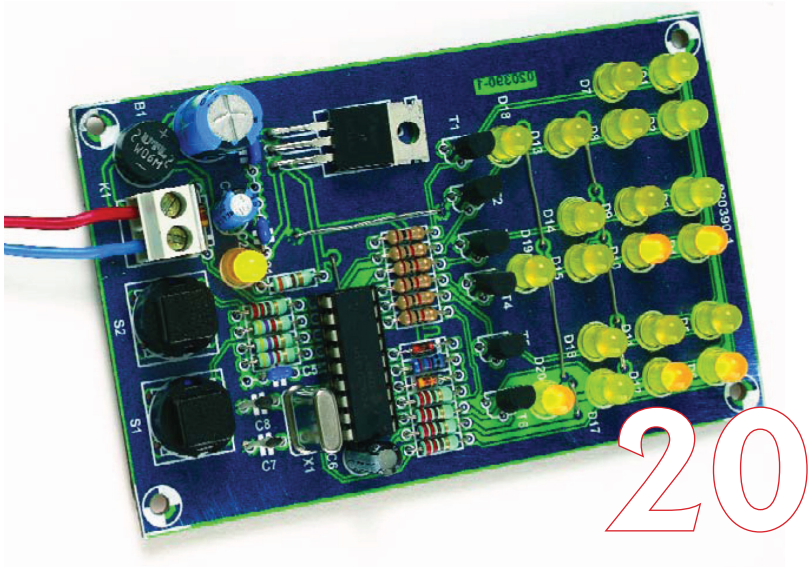
When designing PCB's for high speed electronics Kirchoff is not sufficient. High frequency signals are plagues by parasitics and interference with other signals. Technolution applies Maxwell's laws to verify the integrity of the signals on a PCB.

ETV MAGAZINE "MAXWELL" Year 12 – edition 2 – December 2008 **PRINTING** Thieme Media Services, Delft **NUMBER OF COPIES** 1.000 **EDITORS** Thijs van Leeuwen, René van der Meij, Jeroen Ouweneel, Johan Splinter, Erwin Stout, Imke Zimmerling, Joost van Zwieten **CONTACT** Maxwell, p/a Electrotechnische Vereeniging, Mekelweg 4, 2628 CD Delft, phone: 015-2786189 or 015-2781989, fax: 015-27 81002, e-mail: maxwell@etv.tudelft.nl, website: www.etv.tudelft.nl **CHANGE OF ADDRESS** Please send your changes to the address above, or use the website. Alumni can change their address via the Alumni Office website: www.alumni.tudelft.nl. **ADVERTISEMENTS** Technolution (p.2 & p.5), Frames (p.15), Movares (p.23), Huisman (back cover) **SUBSCRIPTIONS** Non-members can receive the Maxwell four times a year, against a contribution of € 10,- per year. For more information, please contact the Maxwell Committee.



Instrumentation System for Photodynamic Therapy

Photodynamic therapy is a treatment used for several kinds of brain cancer. Light with a specific wave length is used to activate a chemical compound wich then attacks cancer cells. A new instrument is designed to perform and monitor the treatment.



Circuit: Binary clock

Ever wanted to have a binary clock? Build one yourself!

and more...

From the board 3
Newsflash 6
Activities of the Electrotechnische Vereeniging 8
Circuit: Binary clock 20
Column: Lilian Sunna 22

Corrections

In the first edition of Maxwell year 12, an article was published on pages 20 to 23 about the memristor. The titles of the author, as well as contact-information, were absent. Our sincere apologies for this.

The author is Dr.ing. Dimitri Jeltsema, M.Sc. The interested reader can contact him at D.Jeltsema@tudelft.nl.

Technolution AUTOMATION TECHNOLOGY

Newsflash

EU wants end to old-style bulbs

A European Union report has recommended banning conventional incandescent light bulbs by 2012 to save energy and cut down on greenhouse gas emissions.

Most light bulbs sold in the EU are of the type developed by Thomas Edison in 1879.

But the report says the EU could save up to $12bn (£8bn) a year in energy bills by switching to low-energy bulbs.

The report needs the backing of the European parliament and all 27 member states to become law.

"It's very clear that this is a measure that will change the way that we consume energy," EU Energy Commissioner Andris Piebalgs told journalists.

Phase out

Once approved, the EU would phase out conventional bulbs between September 2009 and September 2012.

Consumers will choose between long-life fluorescent bulbs or halogen lamps.

The EU says the measure will save households up to 50 euros ($64, £43) a year and pump up to 10bn euros ($13bn) into the economy.

The new-style lamps carry energy savings of 25% to 75% compared to traditional incandescent bulbs, which are little changed since they were invented almost 130 years ago.

The report also says the switch will reduce carbon dioxide emissions by 12 million tonnes a year, and save energy equivalent to the consumption of 11 million European households.

European homes will keep the same quality of lighting, while saving energy, CO2 and money

Andris Piebalgs
EU Energy Commissioner

Mr Piebalgs said that the phasing out had to be gradual so that "production facilities could adapt to the new lighting" and the quality of illumination could be ensured.

"European homes will keep the same quality of lighting, while saving energy, CO2 and money," he said.

Several nations including Australia, New Zealand, Canada and the Philippines have already announced they will phase out or restrict sales of traditional bulbs.

Source: news.bbc.co.uk

New standard promises HDTV over home networks

G.hn to deliver high-speed data over power line, co-ax and phone cabling

A new home networking standard promises to link devices over power lines, co-axial cables and telephone wiring at speeds high enough to deliver high-definition video to any room in the house.

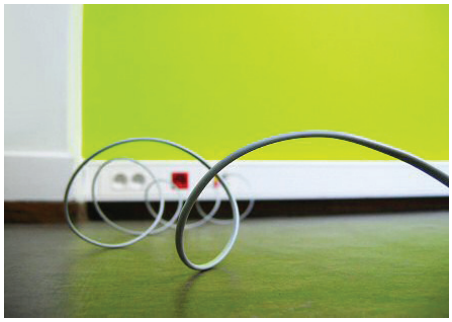
The standard, currently known as G.hn, has just passed the first phase of ratification by the International Telecommunications Union (ITU), and silicon based on it could appear in consumer products by 2010.

While the standard is being defined by the ITU, it will be promoted by the HomeGrid Forum, a group of vendors that currently includes Intel, Infineon, Panasonic and Texas Instruments.

Matthew Theall, technology strategist at Intel's Digital Home group and president of the HomeGrid Forum, said that G.hn should allow data rates up to 400Mbit/s over co-axial cables, up to 200Mbit/s over power lines, and somewhere between the two over phone cabling.

"What's unique is that a single PHY and MAC can run over three different wires at the same time," he said, adding that it would be possible for devices connected to one type of cabling to communicate with others connected to a different type.

The HomeGrid Forum foresees scenarios such as a digital video recorder that can stream HDTV video to players anywhere



in the house over the mains wiring. However, chips supporting the standard might also be built into computers, set-top boxes, residential gateways, audio systems, TVs or anything else that might need a network connection.

"In the future, phones might integrate the chipset so you can plug your phone into the wall and make IP calls over the power line," said Theall.

But the technology still has some way to go. ITU recommendation G.9960 cove rs only the PHY, or physical interface, specifications and is now in an approval process that is expected to lead to full ratification early in 2009. Work is still continuing on the MAC layer, which controls access to the network.

The HomeGrid Forum hopes to have a full specification by September 2009, which will allow chip makers to have transceivers ready for the first half of 2010, and products in retail later the same year if all goes well.

Theall said that higher level protocols, which ensure that devices can recognise each other and communicate, have yet to be considered within the standard. "It may be left up to the individual vendor to define these. Our focus is on the MAC at the moment," he said.

Cost is another unknown. Theall expected the transceiver chips to add only a small incremental cost to devices, but conceded that it was difficult to put a precise figure on it at this stage.

Even the brand name has yet to be decided, as G.hn is just a placeholder until the HomeGrid Forum can come up with something catchier.

Theall declined to say whether Intel will produce its own silicon or devices based on the standard, but said that the company believes the technology will be beneficial in the consumer electronics industry.

Source: Daniel Robinson, www.vnunet.com

Toshiba to cut Nand flash output by 30%

Toshiba, the Japanese electronics and engineering group, is to cut its production of Nand flash memory chips by 30 per cent beginning in January, responding to slumping worldwide demand for electronic devices.

The company, which is the largest Nand producer after Samsung of South Korea, said the reduction would remain in effect until sales and prices rebounded. It has bet heavily on flash-memory technology – used to store data in digital cameras, mobile phones and other devices – but falling demand pushed its microchip business into a Y60bn ($665m) loss in the six months to September.

Toshiba said it planned to shut down production lines at its main Nand production facility in Yokkaichi, western Japan, for between four and 13 days beginning Dec 31. Output will resume at a reduced pace next year.

It will also suspend production at three other Japanese semiconductor factories for between two and 25 five days in December and January. The plants make non-flash chips such as power regulators and image sensors and Toshiba did not specify new longer-term output targets for those products.

Toshiba said it remained committed to memory-chip production, which it has identified as one of its two core businesses, alongside nuclear power. "Recession in the global economy and the slowdown in consumer spending are having a significant impact on demand," it said.

In October, Toshiba bought additional Nand manufacturing capacity from SanDisk, its US-based production partner, as a means of helping SanDisk ward off a takeover attempt by Samsung. SanDisk operates part of the Toshiba facility at Yokkaichi.

Source: Jonathan Soble, Financial Times

Activities of the Electrotechnische Vereeniging

Sinterklaas celebration for international students

Author: Marijn van Dongen

Halfway November: most people in the world will start to worry about the latest fashion in Christmas decorations and where to get the best Turkey for the Christmas dinner. For the Dutch however, stubborn as they are, the thought of a Christmas tree will not even come close to their mind. For them, and especially for the little Dutch children, the most exciting celebration of the year is about to start: Sinterklaas is arriving in Holland!

During this period of the year, you'll find Dutch people singing from a wide variety of traditional Sinterklaas songs, eating letter shaped Chocolate and putting shoes next to chimneys. For the Dutch all these things feel as natural as it can be. Like the band 'Het goede Doel' is singing: "Sinterklaas, who doesn't know him?!".

As turned out: at our faculty a lot of the international people didn't know him! Time to make it clear to them: spending December in Holland without knowing what Sinterklaas is, is like going to Amsterdam without noticing coffee shops or the red light district.

And that's how it came that Sinterklaas himself paid a visit to EEMCS on december 4th, but not before academic counselor Dagmar Stadler explained everything about the festival to the enthusiastic crowd of about 100 students. Next up were not less then 7 black petes warming up the crowd by throwing in candy and teaching them the classical 'Look there comes the steamer' song.

Sinterklaas himself, encouraged by the heartwarming songs, came in just seconds later. He was pleased to see so many international children enthusiastic about the Dutch traditions. Those lucky enough to sit on the lap of Sinterklaas were given the opportunity to discuss some of their personal juicy details out of the big book.

Figure 2: A lot of international students were willing to meet Sinterklaas

After a couple of more songs and some interesting questions from the audience, it was time for Sinterklaas, always on a busy schedule, to move on. The students went home with a stomach full of candy and their minds full of memories. And so did Sinterklaas, gracefull so many students joined in for his celebration.

Figure 1:Sinterklaas and his helpers

UNK Excursie Alcatel-Lucent in Antwerpen

Auteur: Erik Roeling

Om half acht verzamelden vijftien studenten zich in de welkoms hal van station Delft. Iedereen kreeg zijn kaartje Roosendaal-Antwerpen en sommigen bestelden nog snel een bak koffie om vervolgens de trein in te stappen. Anderhalf uur later stapten we weer uit op het station van Antwerpen. Toen we via de vele roltrappen boven waren konden we weer een paar treden naar benden om door te gaan naar Alcatel-Lucent.

Aldaar werden we vriendelijk ontvangen met koffie, om vervolgens het een en ander over het bedrijf te horen. Alcatel-Lucent is een Frans telecommunicatiebedrijf en het resultaat van een fusie tussen Alcatel en Lucent Technologies per 1 december 2006. Het bedrijf levert oplossingen aan serviceproviders, ondernemingen en overheden zodat die in staat zijn om spraak, data en videocommunicatiediensten aan eindgebruikers aan te bieden. Maar ook kregen we wat te horen over de rijke geschiedenis van het bedrijf en over de herkomt van de UNK-excursie. Zo weten we nu dat er een vrij directe band bestaat tussen Alexander Bell en Alcatel-Lucent.

Dit verhaal werd opgevolgd door een verhaal over wat ons in de nabije toekomt te wachten staat. Ook waren en nog wat demo's te zien over onder andere hun eigen thuisnetwerk-systeem waarbij het onder andere mogelijk is met je mobiele telefoon een pc in het netwerk de opdracht te geven om een filmpje af te spelen op een tv in huis. Verder kan het system ervoor zorgen dat je mobiele telefoon binnenshuis ook afgaat als naar de huistelefoon wordt gebeld. Daarnaast kunnen er allemaal systemen van derden op geïnstalleerd worden; denk bijvoorbeeld aan een alarm, maar ook aan een noodknop voor mensen met bijvoorbeeld hartklachten. Al met al een systeem met oneindig veel mogelijkheden.

Daarnaast kregen we ook te zien waar nog over na moet worden gedacht in de toekomst. Zo gaat 3D-tv een heleboel dataverkeer opleveren doordat er meerdere beelden opgestuurd moeten worden om zo het 3D-beeld in lagen op te kunnen bouwen. Dit betekent dat er manieren bedacht moeten worden om deze hoeveelheden data te verkleinen of te zorgen dat deze hoeveelheden geen problemen meer opleveren.

Na deze demo's was het voor onszelf tijd om na te gaan denken over de toekomt. We kregen vragen voorgeschoteld zoals: "Wat zou je willen zien in het jaar 2015 met betrekking tot entertainment." Deze moesten we in groepjes uitwerken om ze vervolgens te presenteren aan het bedrijf en elkaar. Als het aan ons lag gaan we binnenkort uit in de virtuele kroeg en komt er een thuismonitoringsysteem zodat we altijd weten of we nog wel gezond zijn.

Na dit te hebben gedaan zat de dag er nog niet op. We kregen namelijk nog een kleine rondleiding door de stad Antwerpen. En als klap op de vuurpijl een diner in een authentiek restaurant waar we als ware middeleeuwers mochten genieten van een heerlijke maaltijd. Ander bestek dan een houten lepel was natuurlijk uit den boze, we waren immers even teruggegaan in de tijd. Helaas konden we het toetje niet meer meemaken omdat we onze trein richting Delft niet wilden missen.

Figure 3: Bij een excursie horen een fles wijn en een jaarboek als bedankje

3-Dimensional field solving

Het simuleren van high speed electronica

Bij het ontwerpen van complexe snelle elektronische systemen neemt het bareboard (printboard of PCB) een steeds belangrijkere plaats in. In het verleden kon worden volstaan met relatief eenvoudige redenaties vooraf en metingen aan een prototype achteraf om een kwalitatief ontwerp te realiseren. Deze methode voldoet niet meer aan de eisen van vandaag om op een kosteneffectieve manier robuuste high speed elektronica te ontwerpen. Daarom moet voor en na het ontwerpen van de boardlay-out met behulp van pre- en postsimulaties zo nauwkeurig mogelijk het elektrische gedrag van cruciale delen van het bareboard worden aangetoond.

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu \mathbf{J} + \mu\varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

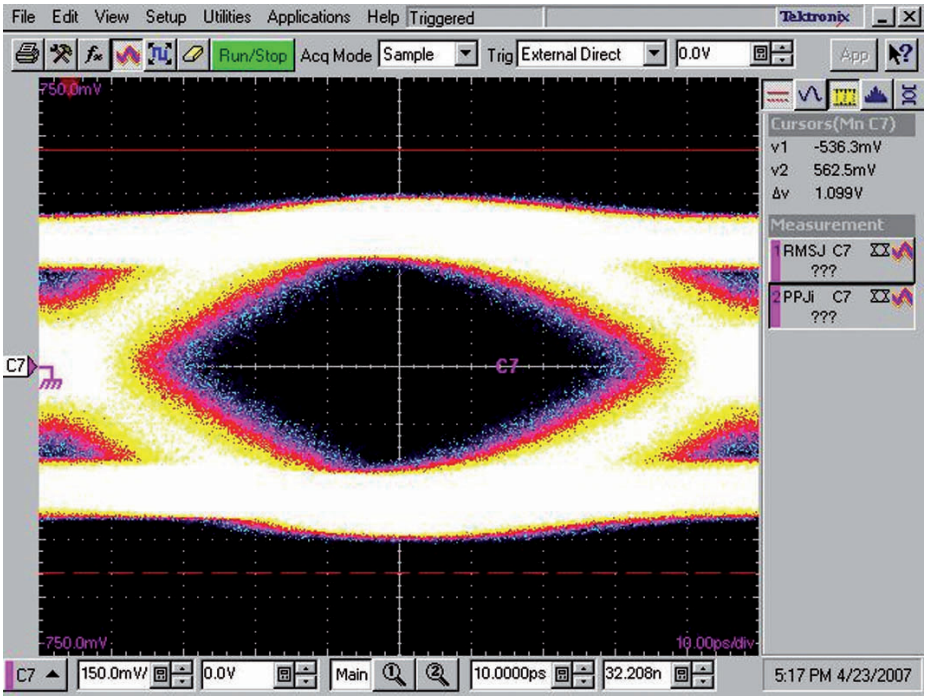
Auteur: Technolution B.V.

Bij de moderne digitale elektronica van vandaag gaat het altijd over snelle datasignalen die moeten worden overgedragen. Toen in het recente verleden de signalen nog niet zo snel waren, kon volstaan worden met een relatief simpele benadering. Slechts met de wetten van Kirchoff kon in een simulator voldoende worden aangetoond dat het circuit voldeed aan de verwachtingen en wat de prestaties zouden zijn. Omdat de frequenties van signalen steeds verder omhoog gaan, wordt het steeds belangrijker om het hoogfrequent gedrag van signalen goed te begrijpen. Bij toenemende frequenties gaan parasitaire effecten een mogelijk dominante rol spelen, waardoor de integriteit van de signalen in gevaar komt. Een Gigahertz-signaal over een koperspoor met een scherpe bocht erin kan al voor problemen zorgen.

Om deze effecten inzichtelijk te maken en het ontwerp te kunnen controleren maakt Technolution gebruik van simulatieprogramma's. Simulaties kunnen zowel voor als na het gereed komen van de lay-out worden uitgevoerd. De simulaties vooraf zijn relatief simpele benaderingen gebaseerd op schattingen. Ze hebben waarde, omdat zo de principiële werking van het ontwerp te controleren is. Bij deze simulaties wordt een vereenvoudigd model gebruikt waarbij de uiteindelijke geometrie van de sporen op het bareboard buiten beschouwing blijft.

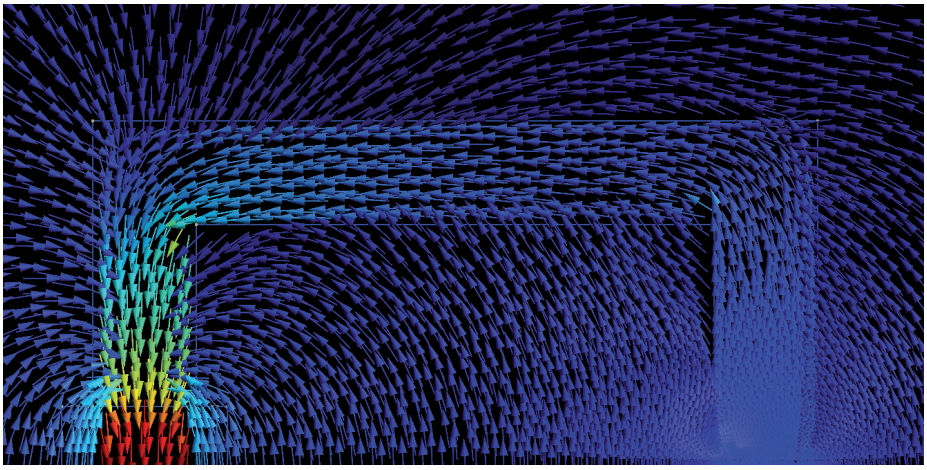
Signal intergrity

Voor signalen met een beperkte snelheid is dit afdoende en kan het bareboard ontworpen worden met uitsluitend "best practice" regels. Dit om signal integrity problemen, zoals crosstalk en te veel demping, te voorkomen. Is dit niet het geval



Het oogpatroon kan een resultaat zijn van 3-D field solving

dan wordt, om de uiteindelijke prestaties van transmissielijnen te kunnen bepalen, een Spice model op basis van de werkelijke sporenpatronen gemaakt van die lijn. De exacte lengte, breedte en hoogte van sporen evenals van de modellen van via's worden doorgerekend. Bij simulaties van digitale signalen wordt er aan het begin van de transmissielijn een datapatroon gezet en wordt de lijn analoog doorgerekend. Het signaal aan het eind van de lijn wordt bij iedere overgang geplot zodat er een zo genaamd oogpatroon ontstaat.



Magnetisch veld bij een kern met luchtspleet

Het oog is een maat voor de integriteit van het signaal. Als het oog in het midden voldoende open is zal het signaal goed zijn. Oogpatronen kunnen later als het fysieke ontwerp beschikbaar is worden gecontroleerd met behulp van meetapparatuur. Echter als de signaalsnelheden nog verder omhoog gaan, gaan analoge parasitaire effecten een overheersende rol spelen. Hierdoor zullen de vereenvoudigingen, die normaliter bij het opstellen van modellen worden toegepast, de werkelijkheid niet meer voldoende weergeven. In simulaties lijkt er dan niets aan de hand maar in werkelijkheid gaat het mis. Veel standaard simulatoren die door elektronici worden toegepast kunnen de complexiteit die hiermee gepaard gaat dan niet meer aan. Om toch te kunnen rekenen aan dit soort schakelingen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde 3D-solvers. Deze driedimensionale mathematische rekenprogramma's kunnen geometrische definities van het bareboard, de samenstelling van kopersporen en isolatiemateriaal, in drie dimensies doorrekenen met behulp van de finite element method.

Wetten van Maxwell

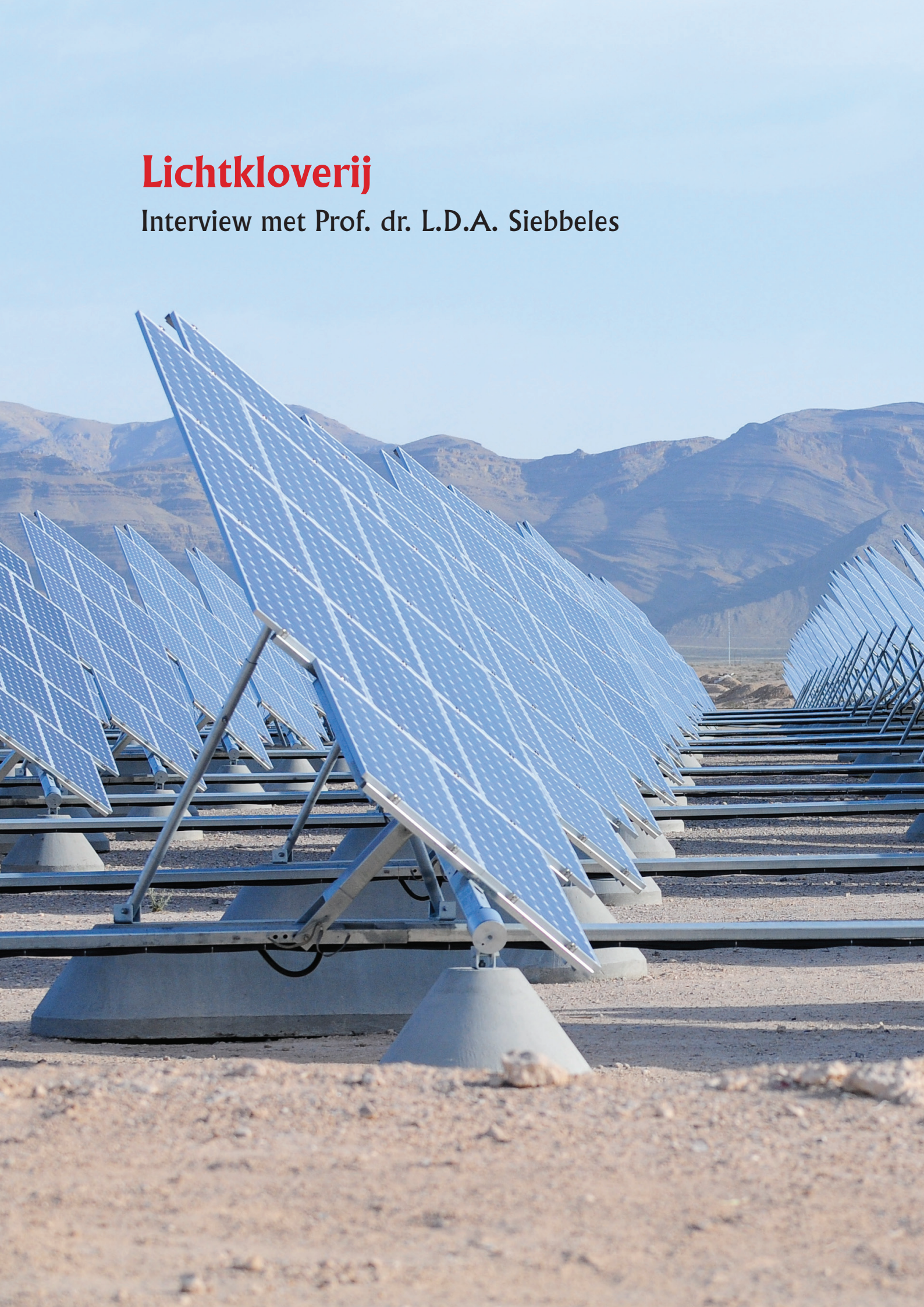
Voor dit rekenwerk moeten de juiste overdrachtfuncties voor het probleem worden ingebracht. Voor ons vakgebied bieden de wetten van Maxwell hierbij uitkomst. De vergelijkingen van Maxwell beschrijven hoe een elektromagnetisch veld varieert in ruimte en tijd. Alhoewel deze wetten relatief simpel zijn, zijn de oplossingen van deze vergelijkingen alleen in de meest eenvoudige situaties analytisch op te lossen. Maar het biedt een geweldig inzicht in de natuurkunde, ze verenigen elektriciteit en magnetisme en verklaren de relatie tussen geometrie, topologie en fysica. Ook andere, op bareboard gebaseerde geometrie, zoals plenaire trafo's, antennes en filters, leent zich uitstekend voor het doorrekenen van het gedrag met behulp van deze technieken. Het gebruik van mathematische rekenprogramma's voor het oplossen van discrete problemen leent zich ook uitstekend voor het simuleren van andere natuurkundige problemen waar Technolution in haar vakgebied mee te maken heeft. Naast elektromagnetische problemen valt hierbij te denken aan thermische en mechanische problemen en de koppelingen daartussen. De mathematische complexiteit is aanzienlijk, maar levert veel inzicht, kennis en ervaring op.

Voor meer informatie en achtergrond over signaal integriteit zie de white paper: signal integrity op onze website (www.technolution.nl).

Dit artikel is overgenomen uit Objective 10, het magazine over innovatie en technologie van Technolution op managementniveau.

Lichtkloverij

Interview met Prof. dr. L.D.A. Siebbeles



"Waarom leggen we de daken niet vol zonnecellen? Dan is het energieprobleem zo opgelost." Een aantrekkelijke gedachte, maar nog steeds geen praktijk. Dat komt door hoge productiekosten en een relatief laag rendement. In het Joint Solar Programme van FOM wordt gewerkt aan materialen die een groter deel van het erop vallende licht omzetten in elektrische energie.

Interview en tekst door Gieljan de Vries

Ruim vijftig jaar na de eerste siliciumzonnecel van Bell Laboratories wordt er nog volop aan de techniek gesleuteld. Commerciële zonnepanelen bestaan uit de halfgeleider silicium, aangevuld met sporenelementen. Ze zetten licht om in elektrische energie, met een rendement tussen de 15 en 20%. Energieopwekking is door het lage rendement, de hoge productiekosten en de eindige levensduur nog steeds een dure aangelegenheid. Hogere rendementen gaan gepaard met hogere productiekosten. Cellen van galliumarsenide halen bijvoorbeeld een (laboratorium)rendement tot 40,7%. Alleen ruimtevaartprogramma's gebruiken die peperdure cellen om hun satellieten te voorzien van een lichtgewicht energievoorziening.

Bandkloof

De grote beperking van zonnecellen is dat ze het het meest efficiënt gevoerd worden met één kleur licht. Om elektronen in de halfgeleider los te maken van hun atomen is een minimum hoeveelheid energie nodig. Tussen de gebonden valentietoestand en de mobiele geleidingstoestand zit namelijk een 'verboden' energiegebied: de bandkloof. Een binnenkomend foton (lichtdeeltje) moet genoeg energie hebben om een elektron over de bandkloof te werken, anders wordt het niet opgenomen en blijft het elektron gebonden. Een conventionele siliciumcel neemt daardoor geen energiearm licht uit de rode kant van het spectrum op. Ook een te energierijk (blauwer) foton, met genoeg energie om meerdere elektronen te bevrijden, wordt inefficiënt gebruikt. Alle energie wordt overgedragen aan één elektron, dat de extra energie binnen ongeveer een biljoenste seconde kwijtraakt via botsingen.

Teveel energie per vrijgemaakt elektron is een recept voor energieverspilling. Daarom proberen onderzoekers de energie van invallend licht over meerdere elektronen te verdelen. Dat kan bijvoorbeeld door multi-exciton generation of ladingsvermenigvuldiging. Hoogleraar Laurens Siebbeles van de TU Delft onderzoekt die techniek binnen FOM's Joint Solar Programme. "De mogelijkheid om met één foton een reeks elektronen vrij te maken werd een aantal jaren geleden geopperd door Arthur Nozik van het Amerikaanse NREL. Het idee is dat elektronen in een zonnecel energie aan elkaar kunnen doorgeven via de elektrische Coulombkracht." »

Figuur 1: energiecentrale bestaande uit 70.000 zonnepanelen in Nevada, USA

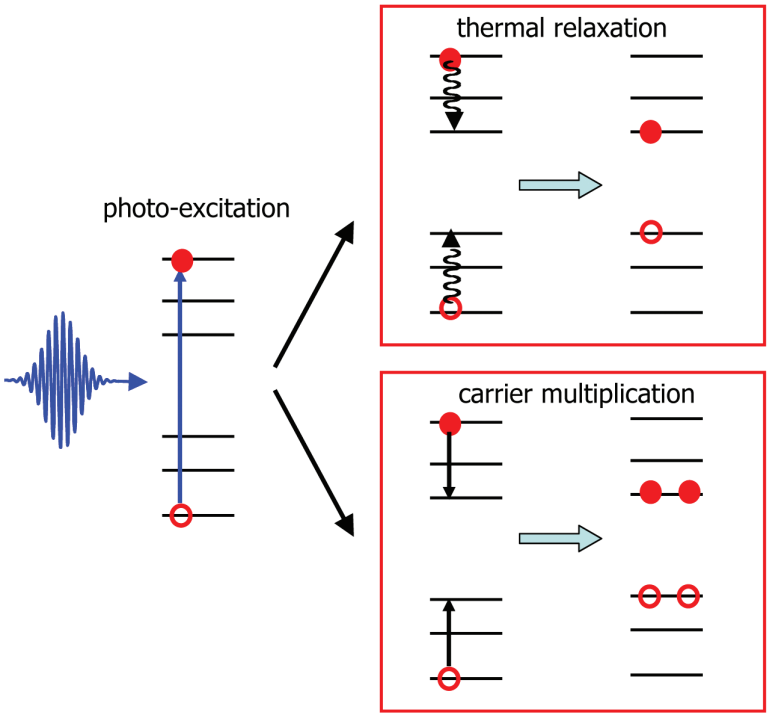
Resultaat is dat een foton één elektron vrijmaakt, dat daarna een klein aantal anderen over de bandkloof helpt. Dat kan het theoretische rendement van een zonnecel van 33% naar 44% tillen.

Opeengepakt

"Victor Klimov van het Amerikaanse Los Alamos National Laboratory toonde als eerste ladingsvermenigvuldiging experimenteel aan", aldus Siebbeles. "Eerst in nanokristallen van loodselenide en later ook in cadmiumselenide." Volgens Klimov zijn de afmetingen van de nanokristallen, een paar miljardste meter of tientallen atomen breed, de belangrijkste factor in het proces. "Ladingsvermenigvuldiging is afhankelijk van elektronen die dicht op elkaar zitten gepakt in een halfgeleider van nanoschaal", legde hij uit. "Daarom zijn met name de afmetingen van het kristal en in mindere mate zijn samenstelling bepalend voor de sterkte van het effect". Zonnecelspecialisten reageerden positief op de ontdekking en er werd vervolgonderzoek gestart, onder andere in het Nederlandse Joint Solar Programme.

Er klonken ook tegengeluiden: een onderzoeksgroep van MIT liet zien dat er toch géén ladingsvermenigvuldiging optrad in cadmiumselenide. Zoiets overkwam ook Mischa Bonn, FOM-onderzoeker verbonden aan AMOLF. Zijn groep presenteerde in het Journal of Physical Chemistry C (vol 111, p. 4146 van 2007) ladingsvermenigvuldiging in een nanokristal indiumarsenide. Later controleerde Bonn de metingen grondig en concludeerde dat er geen ladingsvermenigvuldiging optreedt; het eerdere resultaat werd teruggetrokken.

Volgens Siebbeles luisteren de experimenten met ladingsvermenigvuldinging erg nauw. "We werken met femtosecondelasers, laserpulsen van minder dan een biljoenste seconde. Zo'n laser heeft vaak een hoge intensiteit - veel fotonen in de puls. Hierdoor kunnen er twee of meer fotonen het nanokristal ingaan , die elk een elektronen vrijmaken. Dan 'meet' je dat er meerder elektronen in een nanokristal zijn losgemaakt en dat zou je ten onrechte aan ladingsvermenigvuldiging kunnen toekennen."



Figuur 2: Carrier multiplication in quantum dot

Siebbeles en zijn promovendus Tuan Trinh besloten bij extreem lage laserintensiteit op zoek te gaan naar ladingsvermenigvuldiging in loodselenide. "Dat leverde de afgelopen weken positief resultaat: we zagen ladingsvermenigvuldiging in actie. De vraag is nu: waarom werkt het bij sommige stoffen wel en bij andere niet? En kan ladingsvermenigvuldiging ook in een bulkmateriaal optreden, of alleen in nanokristallen?"

Er is nog veel werk nodig voor dit labresultaat een werkend apparaat oplevert. Extra elektronen losmaken betekent nog niet dat ze vrij beschikbaar zijn. Siebbeles' groep werkt aan elektrodes die de elektronen en bijbehorende gaten splitsen en uit de quantumdot halen. Een eerste probeersel werkt met geleidende polymeren. Die vormen een snelweg waarlangs de ladingsdragers weg kunnen.

"Een commerciële toepassing is nog ver weg", waarschuwt Siebbeles. "We moeten ladingsvermenigsvuldiging leren beheersen, de vrijgemaakte ladingen efficiënt 'oogsten', een cel ontwerpen die niet achteruitgaat door blootstelling aan lucht of licht..." Ontwerpers worden misschien geconfronteerd met milieuwetgeving die loodgebruik aan banden legt. Siebbeles: "Er zijn zoveel stappen te nemen dat je nauwelijks voorspellingen kunt doen. Wie weet blijkt het allemaal minder efficiënt dan gehoopt. Hoe dan ook levert dit spin-off in de vorm van fundamentele kennis, die op allerlei gebieden van pas kan komen. Maar ladingsvermenigvuldiging in commerciële zonnecellen? Dat is niet te zeggen, als er een doorbraak komt zou het over een tiental jaren zo ver kunnen zijn, maar het kan ook nog veel langer duren."

Dit artikel is overgenomen uit de FOM express, een uitgave van de stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie

INVOEGEN:

pagina15Frames.pdf

Graduation project

Instrumentation System for Photodynamic Therapy

Glioblastoma Multiforme is a very aggressive kind of brain cancer. When it is diagnosed, the tumor will be between the size of a ping-pong ball and a tennis ball, as shown in picture 1. It accounts for half the brain cancers. Current treatments consists of radio- and chemo-therapy, but the 5 year survival rate is only 3 % with this treatment. The worst part is that this hasn't been changed for the last 30 years. Thus the treatment is not effective for this kind of cancer and other treatments are being developed. Photodynamic therapy (PDT) is one of them.

Author: Johan Kaptein

PDT is an emerging cancer treatment based on light. It has been effectively used for several kinds of cancer but the current instrumentation does not allow effective treatment of Glioblastoma Multiforme. That will be elaborated further on in the article. An overview of the principle of the treatment is given in figure 2. The patient receives a dose of photosensitizer or a photosensitizer precursor (A) that, to a degree, preferentially localizes in the tumor because of selective uptake in this kind of tissue (B). When the photosensitizer is illuminated (C) with light of a specific wavelength in the presence of oxygen it produces reactive oxygen species, notably singlet oxygen, which leads to the destruction of the tumor. This is achieved by direct damage to the tumor cells, by the destruction of the vasculature of the tumor, by activation of the immune system or by a combination of the three (D).

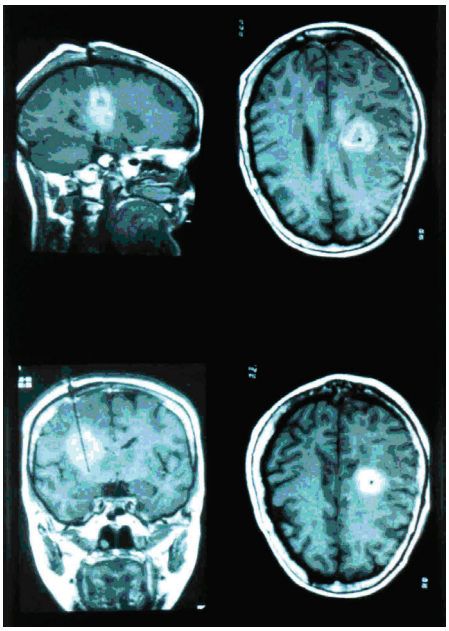


Figure 1: Glioblastoma Multiforme treatment during radio Therapy

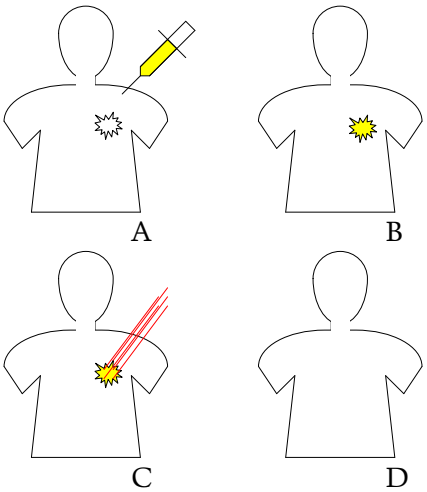


Figure 2: Photodynamic Therapy

Monitoring Essential

Thus the PDT reaction occurs when three elements are present, oxygen, photosensitizer and light. The photosensitizer will react with oxygen when illuminated. When one of the three is not present there will be no reaction. This shows the need for monitoring the treatment, we need to measure the light, concentration of oxygen and photosensitizer to determine the delivered PDT dose.

Potential Benefits

A potential advantage of PDT compared to other cancer treatments like radiotherapy and chemotherapy is its selectivity. Some tumors have selective uptake for the photosensitizer and the light can be targeted to a specific volume. Another advantage is the fact that when healthy tissue is damaged it can recover from this, without scaring.

Current treatments and drawbacks

The current treatment instrumentation is shown in figure 3. The light from the laser source is directed with fibers to the tumor site where the tumor will be illuminated.

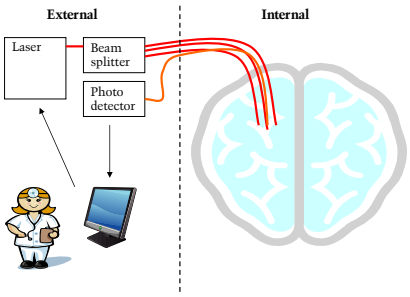


Figure 3: Current Photodynamic therapy Instrumentation

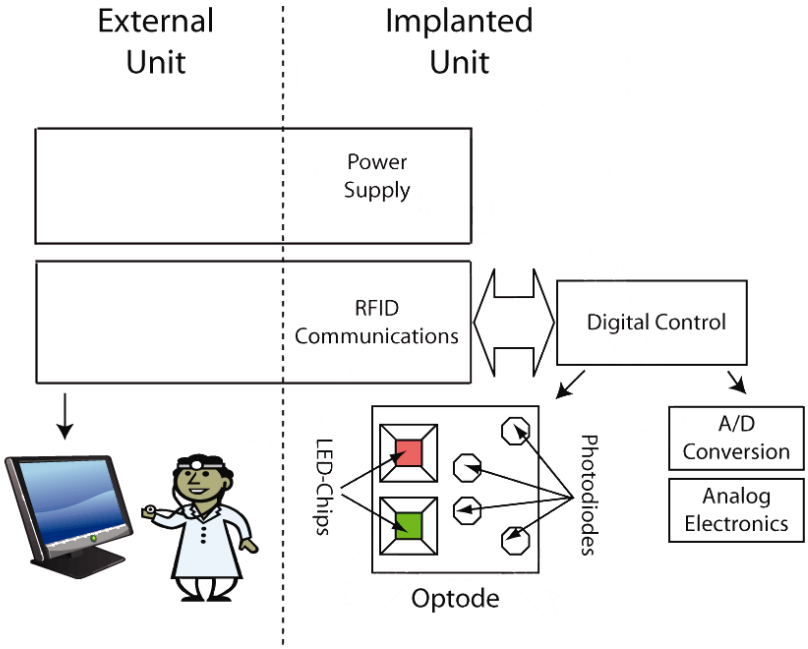


Figure 4: Overview of the prototype system

The reflection of this illumination is guided in to a detection fiber, which is used to monitor the treatment. Usually one treatment is done with a high dose to make sure that the tumor is gone. In the case of Glioblastoma Multiforme this could also be done. But the treatment can only be done directly after the surgery because it is not possible to open the skull twice in a short time. This is a problem because the photosensitive drug has a low preference on Glioblastoma multiforme over the gray matter. As a consequence healthy cells are destroyed, a big drawback of the current instrumentation.

The treatment could also be done via needles through the skull but this causes lethal infections. PDT is currently used to treat the epithelium. Another drawback of this system is the limited amount of fibers you can use. For small spaces only a few fibers can go into the body, each fiber is a source or a detector. The more sources you have the better you can tune the light distribution.

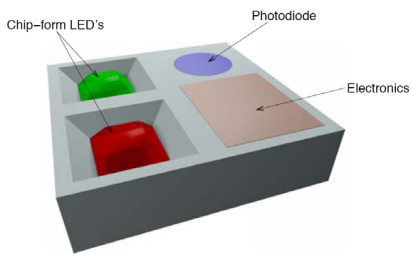


Figure 5: Impression of the optode, the front end chip.

New system needed

These drawbacks show the need for a new instrumentation system to treat Glioblastoma Multiforme with PDT and possibly other types of cancer. The new system needs to be able to deliver a PDT treatment multiple times, to allow low dose treatment. The system needs to be able to operate in more challenging locations like the brain. It needs to have multiple sources that will make the light distribution more accurate, and in needs detectors for oxygen concentration, photosensitizer concentration and light which will improve the monitoring of the treatment.

Prototype

The first prototype of the system was made for a rat with Glioblastoma Multiforme. This was chosen because of the low preference of the photosensitive drug for this tumor and the fact that it is a challenging location. The general system is shown in the figure 4. This system consists of two links to the outside: a communication link providing two way communication and a powerlink providing the power for the implant. The rest of the system is implemented in an implant which consists of a front end chip called the optode, digital control and analog read-out electronics.

The Optode

The optode is the front end of the system; it will deliver the optical power and it will monitor the treatment. In the future the electronics are also implemented on the optode and multiple optodes will be implemented in the system. But due to constraints in time and space in the rat a single optode solution is chosen. An impression of the optode is given figure 5.

The light sources used are Light Emiting Diodes (LED), they are efficient optical sources, available in a wide variety of wavelengths and they provide sufficient optical power. It is not needed to provide high optical power because multiple low power treatments are envisaged. The LED's are also small in size thus a high resolution can be achieved. The LED is placed in a hole on the optode as you can see in the figure, this prevents direct light into the diodes.

The photodiode design was based on an estimation of the reflected optical power. From that estimation and the parameters of the process the photocurrent was calculated and based on that the »

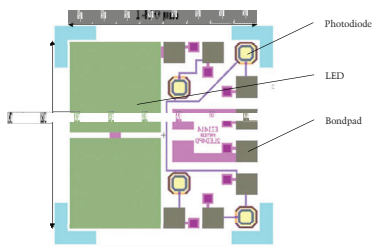


Figure 6: Optode design

photodiode size was set. The photodiode was made using a bipolar process from DIMES. The total design of the optode is shown in figure 6.

Support on the implant

The rest of the implant consists of a communications chip, microcontroller and transimpedance amplifier. The LED is driven by the microcontroller directly using Pulse Width Modulation, the duty cycle determines the intensity. The photocurrent is amplified by the amplifier and is converted by the on board A/D converter of the microcontroller. The photodiode can also be used as a temperature sensor.

Communications

The communication is based on RFID. The primary side consists of a user interface on the PC. The PC controls the board via the serial port of the computer. The board supplies the primary coil with a diameter of 30 cm. Communication is possible anywhere within that area.

The secondary side consists of a small pick up coil which is shown in figure 7. This is connected to a transponder chip. The transponder chip contains field detect circuitry and a damping stage. The field detect circuitry is used to receive data, and the damping stage is used to send data by changing the load on the pick up coil, this causes a voltage change on the primary side.

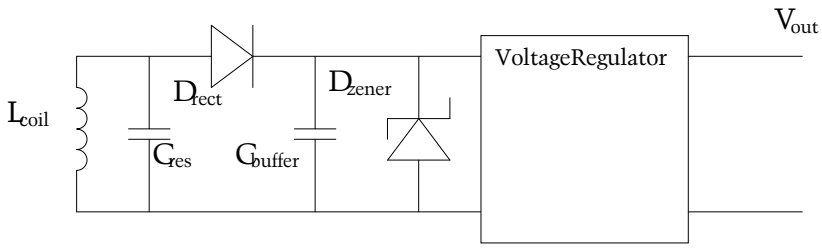


Figure 8: Secondary Side of power Link

The data is send to the implant with on-off keying, the time between gaps in the field determines the symbol send. The implant can respond using the damping stage, the data is Manchester Encoded. The edge determines the data, positive edge a 1, negative edge a 0.

With the help of these encoding techniques the implant is instructed and the measurement data is retrieved. The following protocol is used: the PC initiates by sending an instruction, this can be a treatment instruction. The implant replies with an acknowledge when the data is received correctly. The message contains a parity bit to verify the message. The acknowledge contains a checksum to verify the message. After the acknowledge is given the implant performs the instruction. The PC retrieves the results by sending a data request, this will return the data from the last measurement. The protocol can easily be extended to provide a more save way of communicating.

Power Link

The power supply consists of an inductive link between two coils, the primary coil provides an alternating magnetic field, and the secondary is used to pick up this field. For the frequency of the powerlink a trade-off has been made, a higher frequency will give better coupling, but a lower frequency will penetrate deeper into the tissue. The frequency was set to 1 MHz.

The powerlink was designed for low losses in the secondary coil, other constraints were on size, the secondary coil needs to be small otherwise it will not fit in the rat. The secondary side, shown in figure 8, consist further of a resonant capacitor, a rectifying stage, a buffer capacitor and a Zener diode which will prevent to high input voltages. After this stage a voltage regulator is placed which provides a stable 2.7 V.

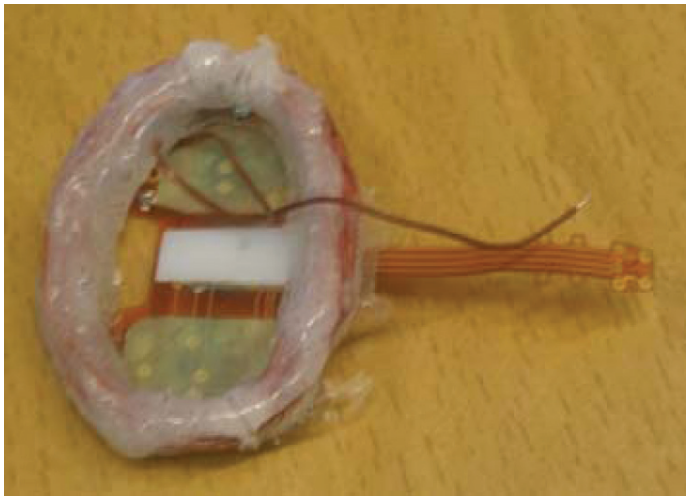


Figure 7: Secondary coil

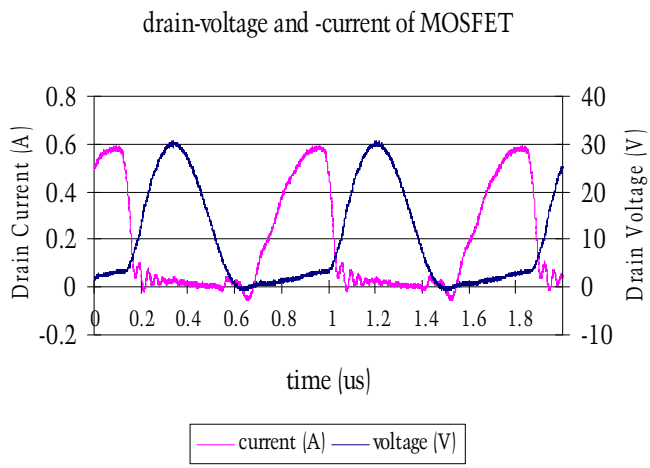


Figure 9: Current through and voltage over the MOSFET

The primary side was designed to provide enough power to the secondary side anywhere within a 30 cm diameter circle. The primary coil has a radius of 15 cm and is driven by a class E driver. The idea of a Class E driver is that the voltage over the MOSFet is zero when closed and the current is zero when open. This way no power is dissipated in the MOSFET. Figure 9 shows the result of the actual waveforms over the Class E driver, the voltage is low during switch on, and the current is low during switch off.

The input power of the Class E driver was 1.4 W and the peak power use of the implant is 14 mW. The main contributors to the power use are the LED and the amplifier.

Total Implant

All the electronics are placed on a flexible substrate. In figure 10 the layout of the whole implant is shown. The transponder chip, microcontroller and amplifier. Around it are the supporting electronics, resistors etcetera. On the right side a picture of the implant is shown; the components are mounted on the implant, the coils and optode are not placed yet.

Figure 11: The implant shape tested

The implant shape was tested in a dead animal as you can see in figure 11. The big part of the implant is encapsulated in silicone this is more or less flexible. Because the connections to the optode are very delicate the optode is encapsulated in epoxy.

Conclusion

A new photodynamic therapy instrumentation system has been developed and tested. It is able to activate the photosensitizer and it can monitor the reflected light. It is wireless powered, and has up and downlink communication within the area primary coils. The implant is encapsulated with biocompatible materials.

Compared to current systems to deliver PDT treatment this system has the advantage that it is fully implantable. This makes it possible to leave the system in place for a longer time. It uses no battery which makes it possible to administer infinite optical energy. And it uses a high level of communication, making feedback on treatment possible.

There are still some limitations in this system, the measurement of oxygen and photosensitizer is not implemented. And the system has only one optode which limits the localization of the treatment.

Outlook

This was the first step in a long process of creating new instrumentation for photodynamic therapy. The current system can be extended by adding a way to monitor oxygen concentration and photosensitizer. The readout electronics can be placed on the optode, making the system smaller. After that multiple optodes can be implemented in one system. And when all goes well, animal experiments and clinical trials could be done with the system.

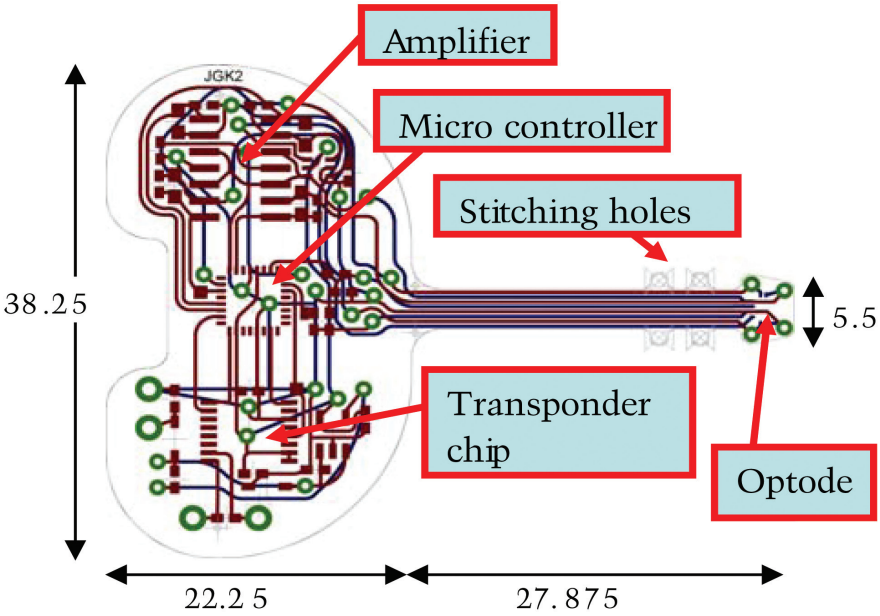


figure 10: the layout of the whole implant

Huiskamerschakeling

Binaire klok

In de laatste edities van de Maxwell zijn diverse schakelingen voorbij gekomen om het leven van de Elektrotechniekstudent makkelijker te maken. De Moodlight-schakeling van vorig jaar was bij de ETV te koop en was een groot succes. Voor de lezers waarbij deze schakeling niet in één keer werkte was er de µScope, en ook het vervoermiddel werd niet vergeten met het Knight Rider looplicht uit de vorige editie van de Maxwell. Om ook de woonkamer nog iets op te leuken, presenteert de Maxwellcommissie deze keer een binaire klok.

Tekst: Marco Freitag

Om de 'woonkamercompatibiliteit' vanze de binaire klok te vergroten (betere afleesbaarheid) zijn de uren, minuten en seconden in enen en tientallen opgedeeld. De klok bestaat hierdoor uit zes kolommen: uren-tientallen, uren, minuten-tientallen, minuten, seconden-tientallen en seconden. De tijd is dan regel voor regel van boven naar beneden binair (een, twee, vier, acht…) zichtbaar. Met wat oefening is de tijd uiteindelijk in een oogopslag af te lezen.

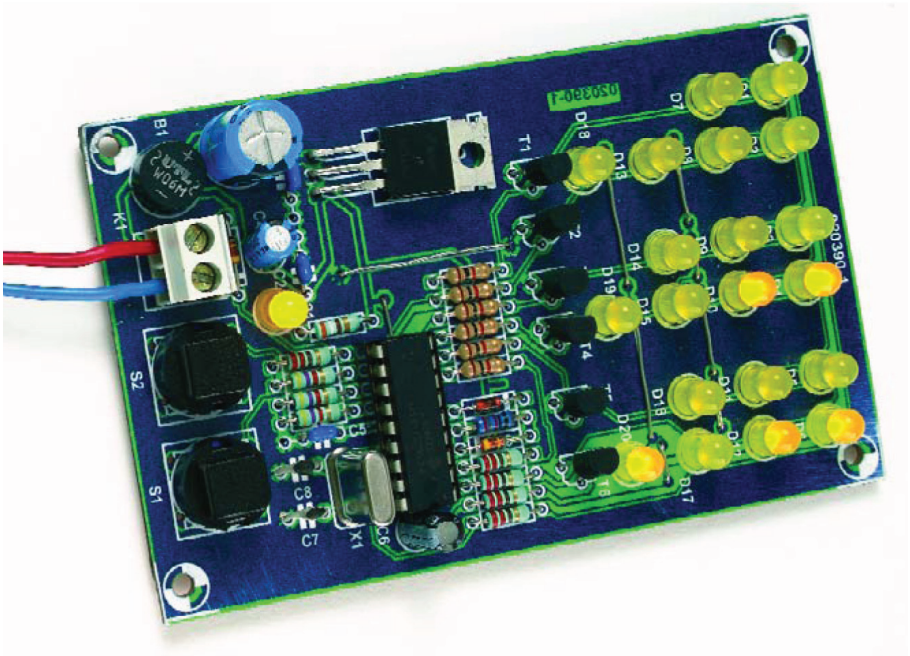
De voedingsspanning voor deze schakeling kan betrokken worden van een eenvoudige netadapter met een uitgangsspanning van 8...15 V wisselspanning bij 300 mA maximale uitgangsstroom. De spanning mag niet (!) gelijkgericht zijn, omdat de controller de frequentie van de wisselspanning (50 Hz) als referentie gebruikt voor de klok.

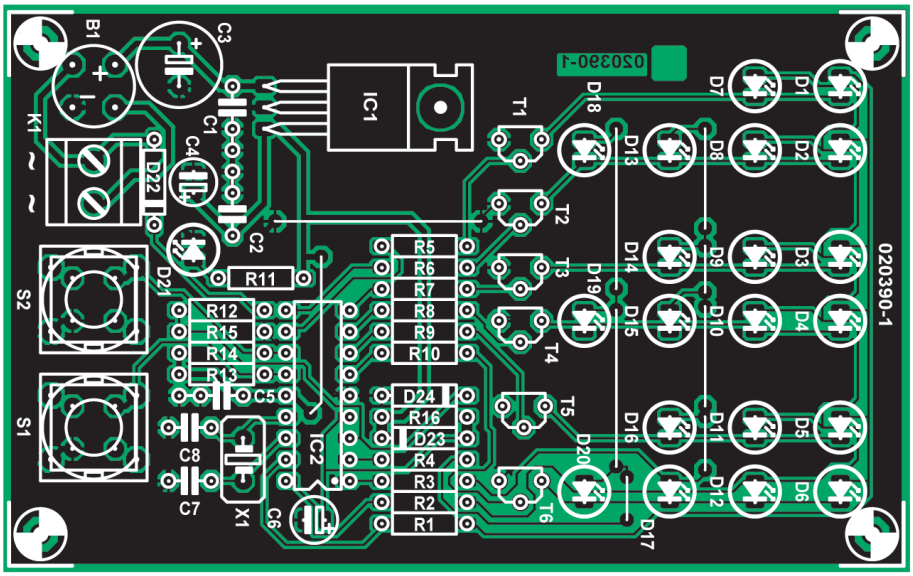
De gebruikte PIC16C54 beschikt niet over voldoende uitgangspennen om iedere LED apart aan te sturen; het display wordt daarom gemultiplext aangestuurd. Overigens had een andere oplossing ook veel meer componenten gekost.

Om er voor te zorgen dat de low-current LED's ondanks de korte pulsen toch voldoende fel oplichten, is de stroom een stuk hoger gekozen dan de nominale waarde.

Met schakelaars S1 en S2 is de klok in te stellen. Door op S2 te drukken kom je na een korte test van de LED's (alles aan) in het instelmenu. Nu kan met S2 de waarde van de eerste kolom op de gewenste waarde worden ingesteld. Door op S1 te drukken wordt de volgende kolom geselecteerd. Zo worden alle kolommen doorlopen, waarna de instelmode automatisch verlaten wordt na de laatste kolom. Vanaf nu loopt de klok vanaf de ingestelde tijd verder.

We hebben ook een print-layout voor deze klok ontworpen. De opbouw is bijzonder eenvoudig, let alleen even op

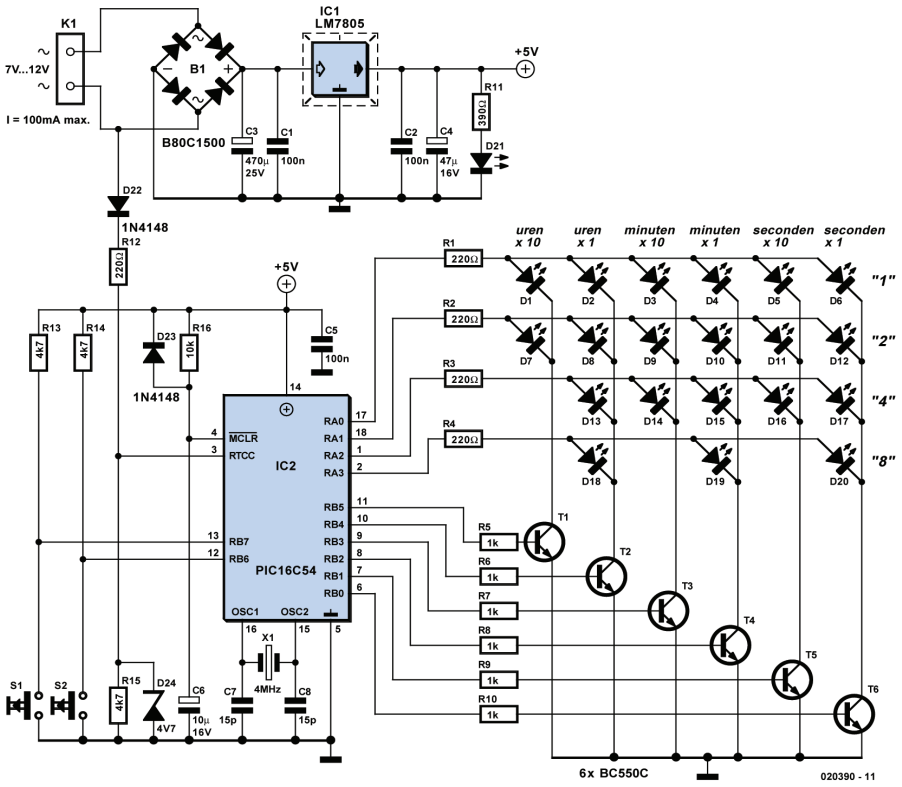




Figuur 1: Printontwerp. De printlayout is ook te downloaden via www.elektuur.nl/tijdschrift

de draadbruggen. Eén daarvan loopt onder de controller door en dient met een geïsoleerd stukje draad uitgevoerd te worden. Het is beter de LED's in eerste instantie met slechts één pootje vast te solderen, zodat ze nog gemakkelijk recht kunnen worden gezet. Pas als alles keurig in het gelid staat, wordt de rest van de aansluitingen vast gesoldeerd.

De print kan gewoon los of in een passende behuizing gebruikt worden. In dat laatste geval is een kastje met een venster aan te bevelen. Dan hoeven er niet zoveel gaatjes voor de LED's te worden geboord.



ONDERDELENLIJST

Weerstanden:

R1...R4,R12 = 220 Ω
R5...R10 = 1 k
R11 = 390 Ω
R13...R15 = 4k7
R16 = 10 k

Condensatoren:

C1,C2,C5 = 100 n
C3 = 470 µ/25 V radiaal
C4 = 47 µ/16 V radiaal
C6 = 10 µ/16 V radiaal
C7,C8 = 15 p

Halfgeleiders:

B1 = B80C1500
D1...D20 = LED, low current
D21 = LED
D22,D23 = 1N4148
D24 = zenerdiode 4V7, 500 mW
IC1 = LM7805
IC2 = PIC16C54-04/P (geprogrammeerd, EPS 020390-41)
T1...T6 = BC550C

Diversen:

K1 = 2-polige printkroonsteen, steek 5 mm
S1,D2 = enkelpolige drukknop met maakcontact
X1 = kristal 4 MHz
Floppy met source- en hex-code: EPS 020390-11
Print EPS 020390-1 leverbaar via ThePCBShop
Print-layout en software zijn ook beschikbaar op www.elektuur.nl/tijdschrift.

Dit artikel is overgenomen uit Elektuur 7-8/2004

Column

Prof. dr. ir. J.T. Fokkema
Rector Magnificus

Wat is de drijfveer achter technologische ontwikkelingen? Is het iemand met een geniaal idee? Is het bepaald door de cultuur? Stimuleert de vrije markteconomie de technologie? Of zijn technologische ontwikkelingen conflictgedreven, zoals de Maxwell-commissie mij als thema meegaf; de commissie kwam mede tot deze conclusie na een recent bezoek aan Israël.

Niet te ontkennen valt dat in tijden van oorlog technische ontwikkelingen in een stroomversnelling lijken te komen. Wanneer in de oudheid de stad Syracuse door de Romeinse troepen wordt belegerd, ontwerpt de Griekse geleerde Archimedes 287-212 v.C.), inwoner van de stad, diverse oorlogsmachines – spiegels om schepen in brand te steken en grote katapulten – om de belegeraars buiten de deur te houden. Het leverde alleen tijdwinst op; uiteindelijk viel Syracuse en werd Archimedes gedood tijdens de plundering van de stad.

Maar er zijn natuurlijk ook meer recente voorbeelden van conflictgedreven technische ontwikkelingen, zoals de tank en het (gebruik van) het vliegtuig in de Eerste Wereldoorlog. Tijdens de Tweede Wereldoorlog is een overeenkomstig patroon te zien, met als het bekendste technische 'wapenfeit' de ontwikkeling van de atoombom, die mede het einde van de oorlog bewerkstelligde, maar ook de potentie in zich heeft de wereld te vernietigen.

Er is dus wel iets te zeggen voor de stelling dat conflicten de ontwikkelingen van de technologie stimuleren. Toch vind ik dit een niet helemaal juiste redenering. Veel technologische ontwikkelingen komen ook zonder conflicten tot stand. Ik ben van mening dat niet het conflict de drijfveer is, maar het gemeenschappelijke doel om iets te bereiken. Natuurlijk is dat in tijden van oorlog de overwinning van jouw land, maar in andere tijden kan het de wens zijn om een probleem op te lossen. Hoeveel er dan met wilskracht is te bereiken, heb ik ondervonden na de brand in de faculteit Bouwkunde. Het gemeenschappelijke doel was om binnen korte tijd het onderwijs en onderzoek weer onderdak te geven en binnen zes maanden is het voormalig hoofdgebouw verbouwd tot BK-city. Een meer wetenschappelijk voorbeeld is het genoomproject, waarin verschillende landen samenwerkten om de structuur van het menselijk DNA in kaart te brengen en dat tot een succesvol einde is gebracht.

Onder druk wordt alles vloeibaar, in dat opzicht ben ik een optimist. Als een groep mensen ergens de noodzaak toe voelt, zijn zij tot grote dingen in staat, zeker op het terrein van de technologie. Het is zelfs beter als technologische ontwikkelingen niet in oorlogsomstandigheden plaatsvinden. In oorlogstijd werken wetenschappers en ingenieurs meestal voor hun eigen vaderland en vaak resulteert dat in technologie die voor andere mensen dood of het verlies van al hun goederen betekent. In vredestijd is het mogelijk te werken voor heel de mensheid en de technologische vondsten aan iedereen ten goede te laten komen.

INVOEGEN:

pagina23Movares.pdf

INVOEGEN:

pagina24Huisman.pdf