



Maxwell

Back to the Past

History of the ETV
Resistors & Compensators

Win! N64 and more

WELCOME TO THE WORLD OF HUISMAN

HUISMAN INNOVATION TOWER

Welcome to the world of Huisman; we are convinced that the DMPT design with robotic manipulators is the future of drilling. Proving to the oil and gas industry that we practice what we preach, Huisman decided to build a full scale (90m high) Multi Purpose Tower at our Huisman Schiedam quayside: the Huisman Innovation Tower, also known as the HIT. The main purpose of the HIT is to demonstrate drilling equipment and test future developments/ systems and provide a forum for the training of operators and Huisman staff. For more information about our organisation, projects and ambitions please visit our website.

 **Huisman**

Worldwide Lifting, Drilling and Subsea Solutions

www.huismanequipment.com/careers

From the board

Commissioner of Education

Lucas Enthoven

Dear readers,

The enrolments for the coming year have been put through and currently it seems like the number of students that have enrolled for Electrical Engineering in coming year will remain about the same as the previous year. For Computer Science, this is however not the case since they will have an increase in students of more than 40%. This will probably take a toll on the capacity EEMCS has and currently people are looking into how to handle this increase of students in a proper manner. The Teacher of the Year Award has been held and the winner is now revealed. We would like to congratulate Said Hamdioui for being voted the best teacher of Electrical Engineering and Mark Veraar for being voted Teacher of the Year of EEMCS!

Education is always developing. Think of the influence the internet has had on education. At the moment discussions are starting on how to implement education innovation in the various Electrical Engineering study programs. We have already had talks with the innovation team

of mathematics and I think that this project will be prominent in the com-

ing years.

Besides the number of people coming to course evaluations, we are also looking into the current format of these evaluations. Meetings are held with a group of students and a lot of feedback is given in these meetings. However, the feedback is all written down only to be later discussed with the responsible teacher. It would be better to have a direct conversation between the teacher and students in order to be able to discuss solutions for issues with a course.

There has been a meeting on study success and in this meeting the binding study advice for bachelor students has been evaluated. The conclusion was that the 45 ECTS BSA was on the right level and that the main point of improvement would be on communication about the BSA. This should be done by informing students earlier about their progress and give them a realistic view on what their chances are of achieving the BSA. I would like to close this announcement with a goodbye! I have had the pleasure of writing all educational announcements but our term as ETV Board Members is coming to an end. Thank you all for reading!

Kind regards,
Luc Enthoven



Commissioner of External Affairs

Declan Buist

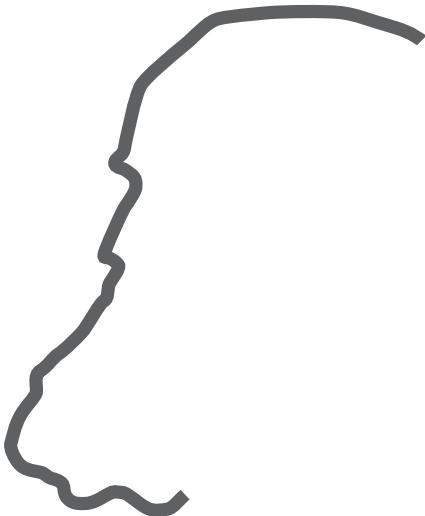
Dear reader,

It is my honour to write the last "From the Board" on behalf of the 145th Board. The Potential Board for the upcoming year has just been presented, which is the final indication for us that our tenure is drawing to a close. Personally, I look back on a great year packed with great experiences and amazing activities and I want to thank my fellow Board members and all ETV members for that!

The ETV has been very busy during the last quarter. We've celebrated our 111th Dies Natalis, the Board went on holiday to Morocco while the PVB attended to the Boardroom, and we brought back the ETV Football Tournament.

The ETV and university will be on holiday when you're reading this. Hopefully you too will be relaxing, if you're not studying for the resits. Either way, try to enjoy your vacation as much as possible and make sure to join the ETV and your fellow students when we re-open the year with the EOW, Constitution of the new Board and the Welcome Back BBQ!





Editorial

Napoleon Bonaparte is often quoted as having said: "History is a set of lies agreed upon." If we are to take him at his word, then this issue of the Maxwell is going to lie to you, A LOT! Lies in the Maxwell? Schande! Well, fortunately for you (and the ETV's reputation, phew!) I'm just messing around. Just so that we're all on the same page, this quarter's issue is on Geschiedenis: History, and every word (I hope!) is true! I find it fitting that we're rounding up our term as the Maxwell committee by focusing on a topic that reminds us of how far we have come not only as a discipline (electrical engineering), but also as EWI and the ETV. Therefore, we've got some pretty interesting historical articles in store for you, and as a sweet bonus, a crossword puzzle whose solutions are centered on the Maxwell articles published this past year. Yes... there are prizes to be won so I hope you've been faithfully reading the Maxwell!

Given that my time at the ETV is coming to an end, I'd like to express my utmost gratitude to the Maxwell committee and the ETV for being so open and welcoming to me as an international master's student whose Dutch still needs some perfecting. Thank you for being so patient and kind! The weekly 'beunen' sessions were a pleasant diversion from the daily student grind. A big shout out to Daniel, Elke, Tristan, Martijn, Luc and Cesc; my Maxwell experience has been truly enriching! Okay, enough with the sentiments and on with the lies! Happy reading!

Regards,
Jelimo

Colofon

Year 20, edition 4, July 2017
1150 copies

Editors

Martijn Hooglander
Daniël Kappelle
Jelimo Maswan
Elke Salzmann
Tristan Wieffering

Contributors

Ainee Ansaari, Evert-Jan Bouvy, Jan Maarten Buis, Declan Buist, Lisa Büller, Ibrahim Diab, Lucas Enthoven, Martijn Hooglander, Yongjie Hu, Wouter Kayser, Elke van der Lingen, Jelimo Maswan, Jan van der Pol, Kees Pronk, Stefano Roos, Lou van der Sluis, Piet Trimp, Duco Veldhuijzen

Advertisements

Inside cover front - Huisman
Page 15 - Smit
Back cover - AME

Printing

Quantes, Rijswijk



Electrotechnische Vereeniging

The 145th board of the ETV
President: Philip van den Heuvel
Secretary: Roel de Rijk
Treasurer: Francesc Varkevisser
External Affairs: Declan Buist
Education: Lucas Enthoven

Contact

Electrotechnische Vereeniging
Mekelweg 4
2628 CD Delft
The Netherlands

Phone number: +31 (0) 15 278 6189
E-mail: Board-ETV@tudelft.nl
Website: www.etv.tudelft.nl

Subscriptions

Non-members can receive the Maxwell four times a year, against a contribution of €10,- per year.

Change of address

Please send your changes to the address above, or use the website.



06 De Gramme Generator



09 De Penthode van Bernard Tellegen



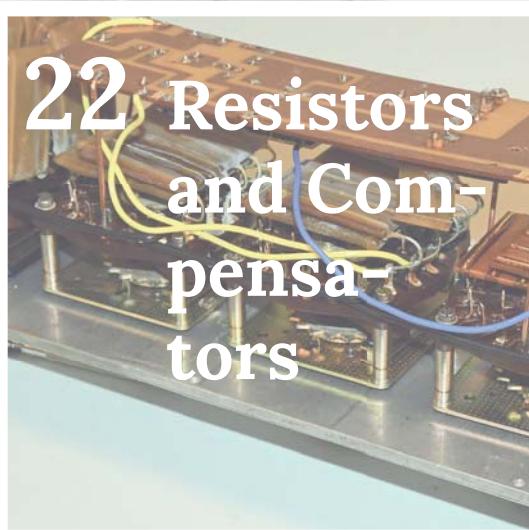
12 Throw-back to the ETV 40 years ago



16 Het gebouw EWI



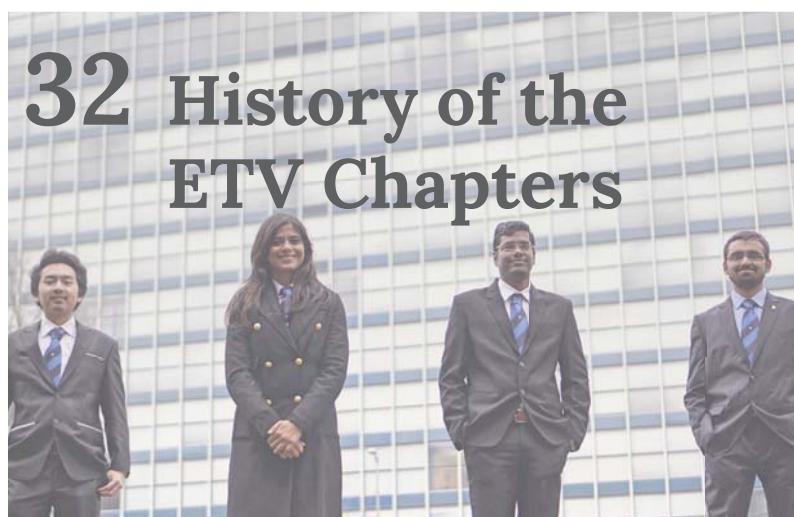
22 Resistors and Compensators



28 Zebro



32 History of the ETV Chapters



From the board

Article Maxwell 1.1

Advertisorial AME

03 Puzzle

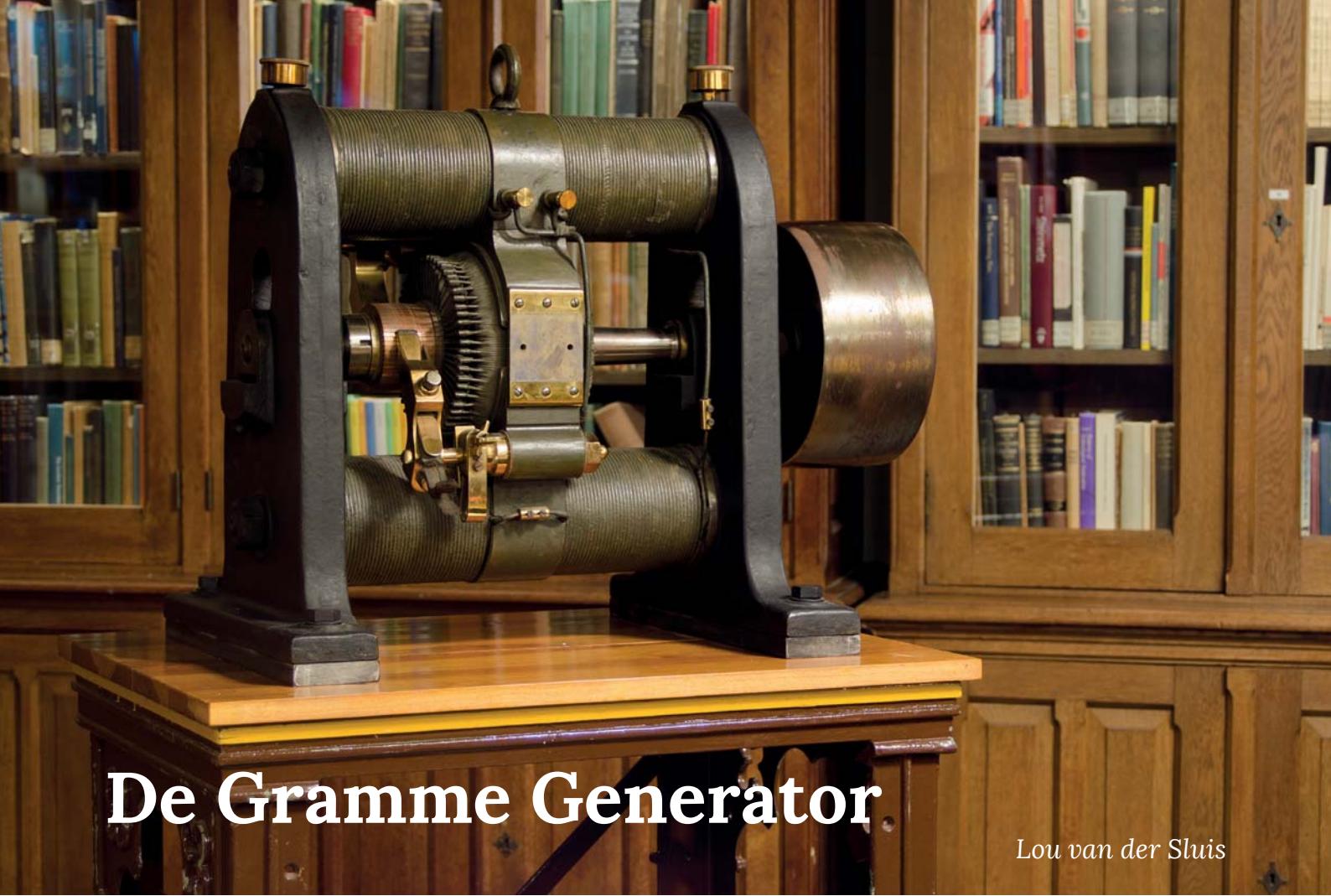
19 Advertisorial McKinsey

20 Activities

27

30

34



De Gramme Generator

Lou van der Sluis

De studieverzameling van de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica bezit een rijke verzameling elektrotechnische toestellen en apparaten, die een mooi overzicht geven van de ontwikkelingen die zich in het vakgebied van de elektrotechniek hebben voor gedaan.

Een bijzonder lid van de verzameling is de generator ontworpen door Zenobe Theophile Gramme. De Gramme generator werd gebruikt om gelijkstroom op te wekken. Bij het onderwijs in de elektrische energietechniek vormt de werking van elektrische machines een essentieel onderdeel. Het is geen gemakkelijk toegankelijke stof. Ondanks het feit dat het doen van onderzoek naar gelijkstroom machines tot het verleden behoort wordt uit didactische overwegingen nog altijd begonnen met de uitleg van de werking van de gelijkstroom machine.

Elektriciteit komt uit een batterij

De galvanische verschijnselen waren in de late jaren van de achttiende eeuw onderwerp van studie en van discussie. Men was bekend met het fenomeen magnetisme en daarnaast geboeid geraakt door elektrische verschijnselen. De experimenten van Luigi Galvani (1737-1798) bracht de ingeving dat elektriciteit een dierlijke oorsprong kon hebben: hoe moest anders de schok van een sidderaal en het bewegen van een kikkerpoot, na aanraking met een metalen voorwerp, verklaard worden? Volta hield er een andere interpretatie op

na en kwam met het idee van een elektromotorische kracht die een uitwendige oorzaak moest hebben. Volta had namelijk ontdekt dat er een elektrische spanning ontstaat wanneer twee stukken van een verschillend metaal in een zoutoplossing worden ondergedompeld. Hij ontdekte ook dat met het opstapelen van de stukken metaal de spanning evenredig toenam. Dat was een heel bijzondere ontdekking, want tot die tijd kon elektriciteit alleen maar opgewekt worden met elektroseermachines, die door wrijving over een glasachtig lichaam lading accuuleerden en dus eigenlijk werkten volgens

◀ Figuur 1: Gramme Generator uit de studieverzameling

hetzelfde beginsel dat de oude Grieken met hun barnsteen experimenten in de praktijk brachten. De introductie van de zuil van Volta, in 1800, gaf de aanzet tot een reeks van experimenten. Het was 's werelds eerste batterij die de mogelijkheid bood een elektrische stroom te laten lopen. Tot dan toe kende men alleen statische elektriciteit die na een korte ontlading verdwenen was.

Elektriciteit als krachtbron

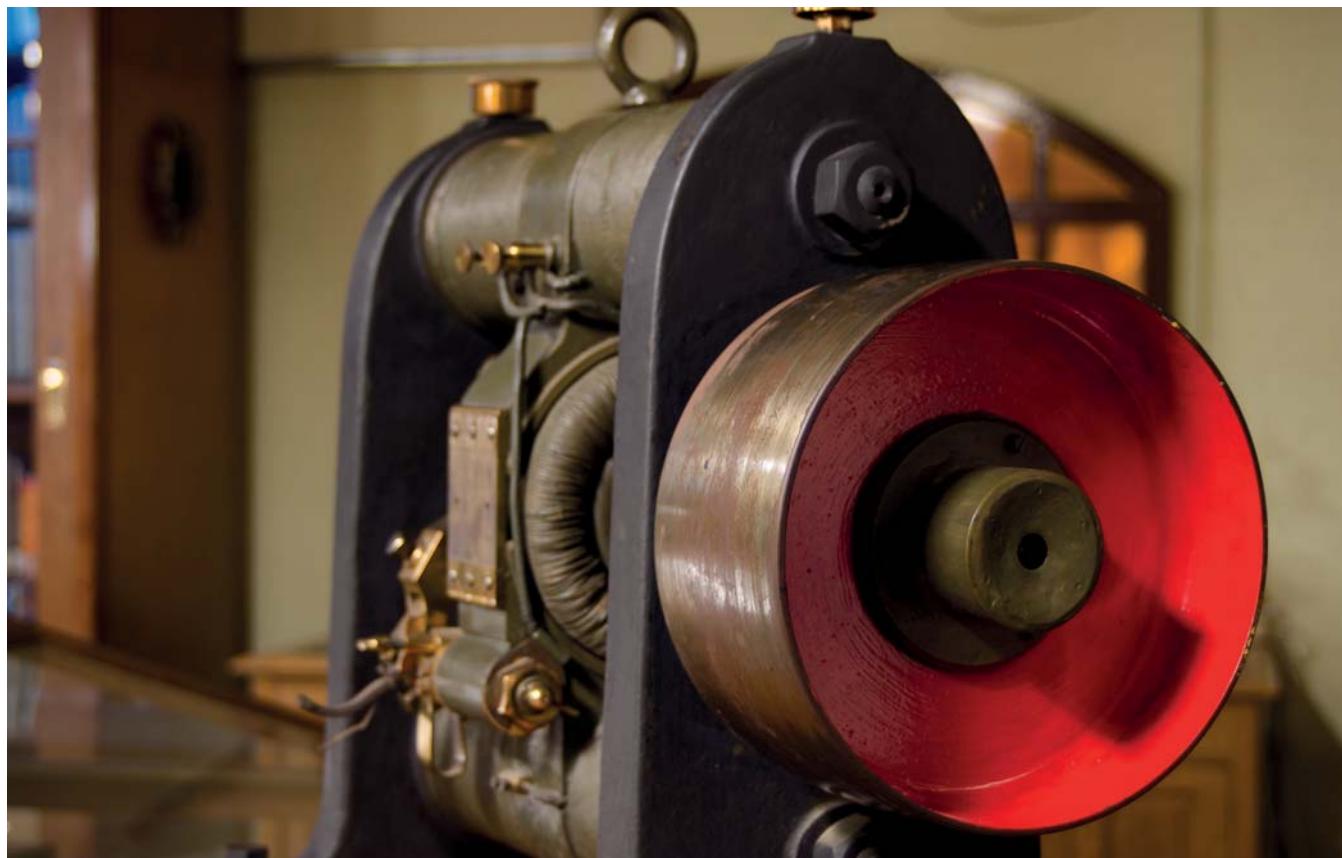
Ohm deed proeven met de geleidbaarheid van materialen en Oersted ontdekte het verband tussen Elektriciteit en Magnetisme. Hij liet zien dat een draad waar een elektrische stroom doorheen vloeit een in de nabijheid opgestelde kompasnaald doet bewegen. In 1825 werd bekend dat

de Franse natuurkundige Arago door een stroomloze koperen schijf te laten roeren naast een kompasnaald, deze kon laten bewegen. Hij noemde dit "draai-magnetisme". Het grote experimenteren begon: tientallen onderzoekers stortten zich op de uitdaging om een apparaat te ontwerpen waarbij het elektromagnetisme als drijvende kracht benut kon worden. Het is daarom lastig om de vraag te beantwoorden, wie als eerste op het idee kwam om een motor te construeren die, met behulp van elektriciteit, een werk具ig kon aandrijven. Was het professor Salvatore del Negro uit Padua of Moritz Hermann von Jacobi? In de eerste tien jaren van deze ontwikkeling (1832-1842) werden meer dan twintig typen elektromotoren, door even zoveel bedenkers,

ontworpen en geconstrueerd. In die periode werden naast elektromotoren ook generatoren of dynamo's gebouwd.

Elektriciteit uit een machine

In September 1832 demonstreerde Antoine-Hippolyte Pixii een machine waarbij twee roterende magneten in een spoel een stroom konden opwekken. Het jaar daarop, in 1833, werd in Engeland door Clarke en Saxton dit principe omgedraaid: de magneten stonden stil en de spoelen draaiden rond en in datzelfde jaar toonde Heinrich Lenz aan dat de rollen van motor en generator uitwisselbaar zijn. De elektrische machine kan zowel als motor, indien aangesloten op een batterij, en als generator werken als de rotor mechanisch wordt aangedreven. ♦

**Figuur 2: Foto van de aandrijfspoelie**

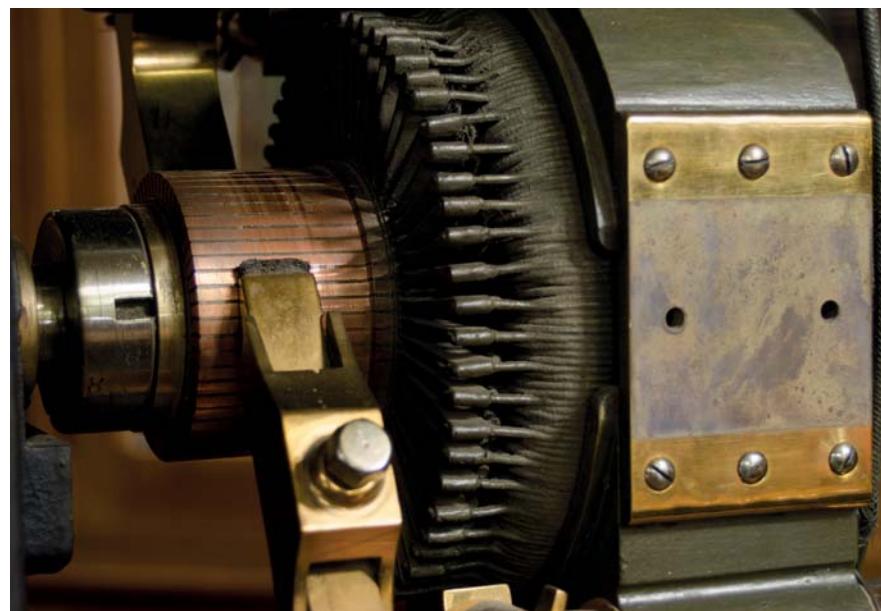
De eerste vijftig jaar waren het gelijkstroom motoren en generatoren die geproduceerd werden. Hoewel de eerste door Pixii gebouwde generator wisselstroom opwekte, wilde men een gelijkspanningsbron hebben die de zuil van Volta zou kunnen vervangen. De wisselstroomgenerator werd van een mechanische gelijkrichter voorzien, die het mogelijk maakt dat de generator een stroom levert die één kant oploopt. De commutator was geboren, in veel landen bouwde men gelijkstroomgeneratoren. In Engeland door Wheatstone, in Duitsland door Siemens en in het Nederlandse taalgebied door Gramme.

De werking van de Gramme Generator

De Gramme generator bestaat uit een stilstaand deel, de stator en een roterend deel, de rotor. De rotor kan door een leren band, die gekoppeld is met de as van een stoommachine of dieselmotor, aan het draaien worden gebracht. De aandrijfpoelie is te zien in figuur 2.

Op de rotoras is een uit enkele tientallen windingen bestaande spoel gemonteerd. Elke afzonderlijke winding is verbonden met een lamel van de commutator. Een close-up is te zien in figuur 3.

De stator is in feite een elektromagneet die, als de windingen verbonden worden met een gelijkspanningsbron (bijvoorbeeld een accu), een constant magnetisch veld tussen de beide statorspoelen doet ontstaan. De ene statorspoel is de noord-



Figuur 3: Foto van commutator (in close-up)

pool, de andere de zuidpool. Als de rotor in dit magneetveld aan het draaien wordt gebracht, wordt er in elke afzonderlijke rotorwinding, volgens de inductiewet van Faraday, een elektrische spanning opgewekt. De lamellen van de commutator staan via koolborstels, die dienst doen als stroomafnemers (te vergelijken met de pantograaf op de trein en de tram), in verbinding met een uitwendig elektrisch circuit. De koolborstels staan stil, de lamellen bewegen er onderdoor en hoewel in elke rotorwinding een met de tijd variërende elektrische spanning wordt opgewekt levert de Gramme generator een gelijkspanning. De commutator is in feite een mechanische gelijkrichter. Tegenwoordig zorgt de vermogenselektronica er voor dat het zonder slijtage en vonken gemakkelijker gaat.

Hoe wekken we tegenwoordig elektriciteit op?

In vergelijking met de Gramme generator zijn de rollen omgedraaid: elektriciteit wordt in een elektriciteitscentrale opgewekt door een magneetveld rond te draaien dat overeenkomstig de inductiewet van Faraday een spanning induceert in de stilstaande wikkelingen van de synchrone generator. Alle mechanische energie, door de stoomturbine geleverd, wordt overgedragen en opgeslagen in het elektromagnetisch veld dat als stroom en spanning via de geleiders, de lijnen en kabels van ons hoogspanningsnet, getransporteerd wordt naar de eindgebruiker. Die stroom is wisselstroom en onderweg wordt met transformatoren het spanningsniveau gevarieerd. Bij het stopcontact aangekomen is het de belasting die bepaald wat er vervolgens gaat gebeuren.

Referenties:

Albert Kloss, von der Elektrizitaet zur Elektrizitaet, 1987, Birkhaeuser Verlag, Basel, ISBN 3-7643-1838-4
Pieter Schavemaker and Lou van der Sluis, Electrical Power System Essentials, 2008, John Wiley & Sons, Chichester, ISBN 978-0470-51027-8

De Penthode van Bernhard Tellegen

Lou van der Sluis

Elektrotechniek is de rijgdraad van onze moderne samenleving. Wat gaat er niet elektrisch? We zijn voor onze energievoorziening en informatieoverdracht in hoge mate afhankelijk van elektriciteit. De eerste industriële revolutie werd in gang gezet door de stoommachine, maar sinds het eind van de negentiende eeuw heeft stroom de stoom geleidelijk aan verdrongen. Het vakgebied van de elektronica kon tot wasdom komen door de uitvinding van de radiobuis. Elektriciteit, of stroom, is een beweging van elektronen door een geleider, meestal koper of aluminium. Maar elektronen kunnen zich ook met gemak door een vacuüm voortbewegen en stroom kan dus ook door een vacuüm lopen.

De radiobuis maakt versterkerschakelingen mogelijk: zwakke signalen worden versterkt. Denk bijvoorbeeld aan de radio en de televisie. In het onderwijs in de elektronica van de opleiding elektrotechniek heeft de radiobuis daardoor een centrale rol gespeeld. Een zeer grote collectie radiobuizen is te bewonderen bij de studieverzameling van de faculteit EWI.

De uitvinding van de radiobuis

De gloeilamp van Edison had als vervelend bijverschijnsel dat de binnenkant van het glazen bolletje zwart werd en dat kwam de lichtopbrengst niet ten goede. Edison experimenteerde verder met de gloeilamp, plaatste er naast de gloeidraad een ander metalen draadje bij en nam een niet te verklaren blauwe gloed waar.

De Engelsman John Ambrose Fleming (1849-1945) deed hier verder onderzoek naar. In 1897 had de Engelse natuurkundige Joseph John Thomson (1856-1940) het elektron ontdekt en kon er een verklaring voor de blauwe gloed gegeven worden: thermische emissie.

Bij zijn onderzoek ontdekte Fleming dat een in een gloeilamp bij geplaatste metalen plaatje alleen elektronen naar zich toetrek als deze een positieve spanning heeft. Hij stelde vast dat de stroomsterkte in de lamp (en dus ook de sterkte van de stroom in de uitwendige keten) werd bepaald door het spanningsverschil tussen het metalen plaatje en de gloeidraad en door de tem-

peratuur van de gloeidraad. Dit houdt verband met het aantal vrije elektronen in de gloeidraad. Naar mate de temperatuur van de gloeidraad stijgt wordt hun snelheid groter. Overstijgt de temperatuur een bepaalde waarde, dan is de snelheid van de elektronen zo groot, dat een aantal elektronen buiten de gloeidraad schiet om kort daarna weer terug te vallen op de gloeidraad als gevolg van de aantrekende kracht van de positief geladen metaalionen. Rondom de gloeidraad vormt zich een wolk van elektronen die dichter wordt naarmate de temperatuur verder toeneemt. Als het metalen plaatje een positieve spanning heeft ten opzichte van de gloeidraad zal een deel van de elektronen niet meer terugvallen op de gloeidraad, maar richting het metalen plaatje bewegen. De aantrekende kracht van het positief geladen metalen plaatje is dan groter dan die van de metaalionen in de gloeidraad. Bij een bepaalde spanning neemt de elektronenstroom niet meer toe, want alle bij de ➤



Figuur 1: Diode

ingestelde gloeitemperatuur vrijkomen - de elektronen bereiken het metalen plaatje. We noemen dit verzadiging. Heeft het metalen plaatje echter een negatieve

metalen plaat (de anode) een fijnmazig draadscherm, het stuurrooster. De elektronen die van de kathode naar de anode bewegen moeten dus het stuurroos-

De Forest noemde zijn radiobuis Audion en vroeg er in 1907 patent op aan. Hij was er zich toen niet van bewust dat zijn vinding een mijlpaal in de geschiedenis van de elektronica zou betekenen. Er werd door veel wetenschappers onderzoek gedaan om gloeidraden te maken die bij een relatief lage temperatuur (700 tot 800 graden Celsius) een grote elektronenemissie konden bewerkstelligen. Ook de anode en kathode ondergingen een gedaanteverwisseling. De anode werd als een holle metalen cilinder rond de kathode aangebracht terwijl het gaten rooster werd vervangen

“De Forest noemde zijn radiobuis Audion en vroeg er in 1907 patent op aan. Hij was er zich toen niet van bewust dat zijn vinding een mijlpaal in de geschiedenis van de elektronica zou betekenen.”

spanning ten opzichte van de gloeidraad, dan worden de elektronen die de gloeidraad verlaten afgestoten en wordt er geen stroom doorgelaten. Het resultaat van deze ontdekking was de diode, een component waarmee wisselstroom in gelijkstroom kan worden omgezet. Fleming omschreef zijn vinding als een klep, (Eng.: Valve) omdat het de stroom maar in één richting doorlaat en vroeg in 1904 octrooi aan.

De Triode en de Tetrode

Een elektronenstroom is in vacuüm zo goed stuurbaar omdat de verhouding tussen lading en massa bij het elektron erg groot is. Daardoor is de door elektromagnetische velden op een elektronenstroom uitgeoefende kracht zeer groot. De Amerikaan Lee de Forest (1873-1961) kwam op de gedachte dat het mogelijk moest zijn om de elektronenstroom van kathode naar anode in de vacuüm-diode van Fleming te regelen zonder de gloeidraadtemperatuur of de spanning tussen kathode en anode te veranderen. Hij plaatste in de diodebuis van Fleming tussen de gloeidraad (de kathode) en de

ter passeren. Door een spanning op het stuurrooster aan te brengen kan de elektronenstroom van kathode naar anode gestuurd worden. De triode was geboren. Het stuurrooster wordt ingesteld op een negatief potentiaal ten opzichte van de kathode en als we het veld in de buis variëren door de spanning van het stuurrooster te variëren, dan zal ten gevolge daarvan ook de anodestroom variëren. Met andere woorden, we sturen de anodestroom door middel van de roosterspanning. Is in de anode-keten een weerstand opgenomen, dan zullen de variaties in de anodestroom resulteren in spanningsvariaties over de weerstand. Wordt de weerstand groot genoeg gekozen dan zijn deze spanningsvariaties vele malen groter dan de spanningsvariaties op het stuurrooster. De triode is dus een versterker van elektrische signalen.



Figuur 2: Triode

door een spiraalvormig gewonden nikkel-draad.

Aan de triode kleven ook een paar nadelen: de anodespanning heeft een niet te verwaarlozen invloed op de anodestroom en de capaciteit tussen anode en stuurooster is vrij groot. Beide effecten leiden in een elektronische schakeling tot instabiliteit.

Een eenvoudige uitbreiding van de triode is de tetrode. Hierbij is een extra rooster (het schermrooster) tussen de anode en het stuurooster aangebracht. Het effect van de terugwerking van de anodestroom op de stuurspanning is hiermee ondervangen en ook de capacitive terugwerking is niet meer aanwezig.

De Pentode van Tellegen

Een nadeel dat aan de tetrode kleeft is het ontstaan van secundaire emissie aan de anode: een deel van de door de anode geëmitteerde elektronen beweegt zich naar het schermrooster. Hierdoor neemt de anodestroom af.

In 1926 vond Bernhard Tellegen (1900-1990), in 1923 in Delft als elektrotech-

nisch ingenieur afgestudeerd, bij het Philips Natuurkundig Laboratorium (NatLab) de pentode uit. Tellegen is van 1946 tot 1966 aan de Technische Hogeschool Delft als buitengewoon hoogleraar in de netwerktheorie verbonden geweest en ontving in 1973 een Delfts ere-doctoraat. De secundaire emissie bij de tetrode wordt door een extra rooster verminderd; er wordt een potentiaal minimum gecreëerd, tussen schermrooster en anode, dat diep genoeg is om de langzame secundaire elektronen af te remmen, maar niet zodanig dat het de primaire elektronen stroom hindert. De pentode vindt zijn toepassing in versterkerschakelingen voor radio en TV.

Naast zijn onderzoek aan radiobuizen heeft Tellegen ook baanbreidend werk verricht op het gebied van de

netwerktheorie. Hij is de bedenker van het theorema van Tellegen en heeft de netwerktheorie verrijkt met de gyrator. De gyrator is een elektronische vier-poolschakeling, die onder andere in spaarlampen wordt toegepast om de volumineuze smoorspoel te vervangen door een kleine condensator.

In 1973 ontving Bernhard Tellegen, als eerste niet Amerikaan, de prestigieuze IEEE Edison medaille voor zijn bijdrage aan de netwerktheorie en voor het bedenken van de gyrator. De Edison medaille wordt sinds 1904 uitgereikt, het jaar waarin de diode het licht zag. ■



Figuur 3: Pentode

Throwback

The ETV 40 years ago

*Ir. Evert-Jan Bouvy, former board member of ETV (1975/76)
Board member of KIVI, department of Electrical Engineering*

The ETV found itself in quite a different situation in the 1970's compared to today. There were no PC's, no mobile phones, no Internet, no Wi-Fi and no fibre optics; only mainframes to process punch cards and sometimes a mini-computer. And memory chips came with 2kB or 4kB capacity!

Consequently, the faculty of Electrical Engineering (EE) had a very different curriculum and organisation of disciplines. There were three main divisions: Electrical Power Engineering (Sterkstroom), Telecommunication and Information Technology. The Power division in the lower building at the Mekelweg 4 (with the High voltage lab at the end) and the other two in the high rise building.

The first two years were general for all EE students. In

the third year (bachelor's) one had to choose between the three divisions. The offices of the ETV were located in the right corner (seen when entering through the main entrance). One board room and one for the committee's. When there was a storm, we could watch the cyclists struggling with treacherous winds around the high rise building.

Committees

There were two permanent committee's at the time:

- 1) The educational committee, as coordinator of the lecture response groups and with the overall goal to improve the education in EE;
- 2) The yearbook committee, with new members each year.

Improving the social contacts between the first year students was mainly left to the student associations. The TU tried to improve social cohesion by the formation of study groups for tutorial instruction and projects. The TU tried to get the students acquainted with each other through these groups.



Figure 1: "witkarren" in Delft during lustrum 1976. source magazine Technische Hogeschool Delft



Figure 2: The Berlin Wall at Postdamer Platz seen from West Berlin.

The ETV had no role in this at that time and was mainly of importance for the first year students because of the reduced price of study books.

Specifically for students in electrical power engineering, the chapter: "Sterk Stroom Dispuit" (SSD) was established as daughter association of the ETV. The SSD also organised excursions and each month a lunch where also the professors and the staff of the electrical power sections were present.



Figure 3: Opening of the 1976 lustrum symposium by the President of the ETV Simon van den Broek (source De Ingenieur)

Lustrum year 1976 (70th anniversary)

The year I was in the board it was the lustrum year 1976. We organised a lustrum symposium with the title "Electrotechnical Industry, social-economic expectations". We were very proud to have the following speakers: Professor Tinbergen (a very well known professor in economics) Ir. Noordhof (board of Philips) and ir. Van den Broek (board of Holec, a major industry in power equipment at that time)

In the cellar of EE was a lustrum exhibition in January 1976 with the title "the computer and Electrical Engineering". I remember model trains with fixed speed on a track, which was controlled through a computer (PDP 11?) in the high rise building. Very special in those days!

There was a lustrum party (not in gala) in the students' association building of Virgiel (Alcuin) in Delft, which was graced with the presence of a belly dancer, besides other fun and interesting individuals.

A peculiar feature was the introduction of "witkarren": electric powered vehicles, which had to be transferred from Amsterdam to Delft. For this occasion a loading station was build in front of the EE building!

The ETV board received great help from a secretary, Eline Meissner, with answering phone calls and keeping the boardroom occupied. She was very supportive because her grandfather (ir. Stibbe) was one of the founders of the ETV in 1906. She later married a former president of the ETV, Wolter Lemstra, who was the chairman at the joint symposium of the Netherlands Society of Engineers (KIVI) and ETV about Smart Grids in March 2016!

Excursions

ETV organised many excursions to important industries. There are two excursions I like to mention, because they were very special.
Firstly, an excursion in March 1976 to West and East Berlin. The iron Curtain was still in place and to reach West Berlin we had

to cross the border by bus through the checkpoint Helmstedt leading to Eastern Germany (DDR). This border crossing was scary with customs officers holding rifles, watchtowers and strong lights.

The second excursion was to the North-East of the United States and Canada. We organised this excursion (in 1978) in co-operation with our sister associations THOR (TU Eindhoven) and Scintilla (TU Twente). We visited among others NASA, Ford, General Motors, the New York resp. Washington Transport Authority, the (nuclear) Pickering Power Plant and Massachusetts Institute of Technology (MIT). Places visited included New York, Philadelphia, Washington DC, Cleveland, Boston, Toronto and Niagara Falls. ➤

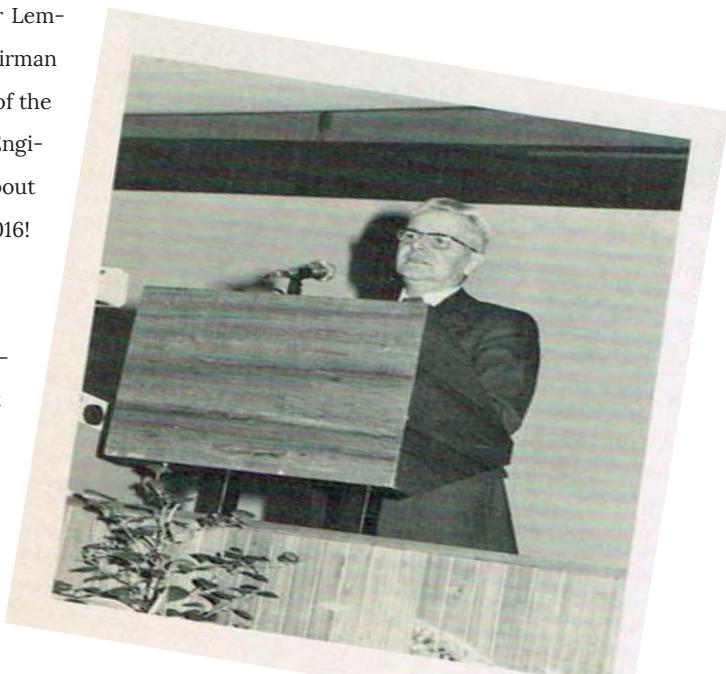


Figure 4: Keynote speech at the 1976 lustrum symposium by the famous Prof. Tinbergen. (source De Ingenieur)



Figure 5: 1976 board of the ETV (photo Van der Krog)

E-kafee (the /Pub)

The E-kafee (called the /Pub nowadays) was situated in the cellar of the EE building. A bar in a U shape and a bowling alley. The barkeepers were mostly ETV members. The E-kafee was a meeting point for students, EE staff and for the ETV. It was also a place which could be rented for a party (outside normal opening hours).

ulty student representatives could be elected to become member of the faculty board. Candidate representatives were proposed by two “political” parties. E’71 (electro 71) which was more “right” wing and AAG (Afdelings Actie Groepen) which was more “left” wing. In 1976 the ETV also became “politicised”. For my position as commissioner an election was held with the participation of those political parties to elect two new commissioners. After an intense election campaign, the representatives of the AAG won and two members joined the ETV board of 1977.

Auxiliaries

During lunchtime each Wednesday a film was showed in

Politics

In the roaring 70-ies, politics and democratisation also entered the universities. At the EE fac-

lecture room A. Among others a film over the collapse of a suspension bridge in the USA.

By that time there were very tight relations with the Royal Netherlands Society of Engineers (KIVI). Professor De Haas (electrical power plants) was board member of the department Electrical En-

gineering of KIVI and



Figure 7: 1979 one of the first modems to a mainframe computer

honorary member of ETV.

In the year 1976 the regular meetings between KIVI and ETV started to tighten the co-operation.

Once a year the board of ETV together with some friends played (and still play!) a soccer game against the staff of EE. There was a challenge cup, which turned up again recently. In the lustrum year ETV was defeated by the staff of EE.



Figure 6: The lustrum exhibition: “the computer and Electrical Engineering” (photo Van der Krog)

DE NORM VAN SMIT

Alleen de beste transformatoren

Royal SMIT Transformers B.V. is een internationaal opererend bedrijf dat al sinds 1913 vermogenstransformatoren ontwikkelt en vervaardigt voor de distributie en opwekking van elektrische energie. Als onderdeel van de SGB-SMIT Group is het bedrijf een belangrijke speler in het high-end segment tot 1200 MVA, 800 kV. Tot haar klantenkring telt SMIT grote energiebedrijven, industrieën en transmissie- en distributiebedrijven in Europa, Noord Amerika, Afrika en het Midden Oosten.

SMIT heeft inmiddels meer dan 100 jaar ervaring en blijft een bedrijf met voortdurende technische ontwikkeling.

De combinatie van bewezen technologie en voortdurende innovatie is een belangrijk vertrekpunt gebleken voor het leveren van maatwerk, de directe koppeling tussen engineering en productie, de optimalisatie van productieprocessen, een zeer moderne fabriek en testlaboratorium.

Voor meer informatie: Melanie.Jansen.van.Lendt@sgb-smit.group



Het gebouw EWI

Oftewel het gebouw Elektrotechniek

Jan van der Pol

Erelid van Vereeniging en voormalig Hoofd Beheer ruimtes en gebouwen faculteit EWI

Vijfentwintig november 1969 werd het Elektrotechniek-gebouw geopend. Op dat moment het hoogste bouwwerk van Nederland. Tijdens het openingsfeest trad een beginnend artiest op: Herman van Veen. Ik heb dit gehoord uit de overlevering, zelf startte ik er in 1973. Het gebouw was en is een landmark in Delft. Van veruit al zichtbaar, zorgde het altijd voor een ‘we zijn weer thuis’-gevoel, zeker als je terugkwam van vakantie. In de jaren zeventig en tachtig was het gebouw alleen voor de afdeling Elektrotechniek. In de jaren negentig kwam de faculteit Wiskunde & Informatica erbij, waarna het één faculteit EWI werd.



Het gebouw was ontworpen in de gedachten van de jaren zestig. De WUB (democratisering) was nog niet ingevoerd en de hoogleraren hadden dan ook een andere status dan nu. Zo hadden de hoogleraren een privé-toilet in de hoogbouw. Zij maakten geen gebruik van de reguliere herentoiletten links naast de liftblokken, maar rechts van de liftblokken waren twee toiletten; één voor de secretaresse en één voor de hoogleraar. Later

werden deze privé-toiletten opgeheven en zijn er damestoiletten van gemaakt. Als een hoogleraar in de lift stond moest je bovendien toestemming vragen om gebruik te maken van dezelfde lift.

De hoogte van het gebouw leende zich uitstekend voor uitdagende projecten. Met de Kerstdagen maakten we, door gebruik te maken van kamerverlichting, een kerstboom welke zichtbaar was in de

wijde omgeving. Eén van mijn eerste contacten met de ETV was de Tetris-stunt vanwege het ‘19e Lustrum der ETV’. Een afvaardiging van het 123e bestuur kwam bij mij om te vragen of het mogelijk was de hoogbouw te gebruiken als achtergrond voor een enorm computerspel. Alle kamers aan de Westzijde van de zesde tot de twintigste etage werden twee weken lang verduisterd met bruin papier. Aangestuurd per kamervlak werd er in

de tussengevel verlichting aangebracht. Er kwamen vragen en boze telefoonjes van medewerkers: ‘Waarom is dit, waarom kan ik niet naar buiten kijken?’ Steeds vertelde ik dat het een geheim was, dat ze moesten wachten tot twaalf november. Het werd, op één persoon na, geaccepteerd. Het hele weekeinde vielen er levensgrote blokjes naar beneden, bestuurd vanaf een computer in het E-kafee of via internet. Op dertien november vierde ik mijn verjaardag en vanuit mijn huis is de hoogbouw zichtbaar. Ik had te weinig wijn in huis gehaald en haalde die avond nog snel een doosje in het E-kafee. Het toenmalige bestuur belde naar mijn vrouw of ze even naar het gebouw wilde kijken en daarop kwamen op dat moment de zinnen “Corrie, de witte wijn komt er aan” en “Sorry Jan, dat wij je gebouw misbruiken” voorbij, 15 etages hoog. Nog eens vijf jaar later kwam de stunt “SMS for building”: via internet kon men sms’jes sturen die dan als tekst over hetzelfde gevelvlak te lezen waren.



Eveneens werd ieder jaar de hoogbouw, tijdens het EOW, gebruikt om met kamerverlichting de letters ETV of EOW op de gevel te maken. Dat deden we met de technische en huishoudelijke dienst en ook voor ons was dat weekeinde één groot feest. De oude besturen kwamen langs, er was paling in de bunker en het bier vloeide rijkelijk. Ik heb in die jaren wel één fout gemaakt en, geacht bestuurder ETV, ik bied hierbij nogmaals mijn excuses aan: tijdens het eeuwlustrum van de studievereniging Practische Studie vroeg het desbetreffende bestuur of de letters PS op de gevel mochten. Ik heb daar toestemming voor gegeven en het voor ze geregeld, niet realiserend dat de naam van de studievereniging van CTG niet op het gebouw Elektrotechniek thuishoorde. De volgende dag kwam ook het toenmalige ETV-bestuur terecht verhaal halen bij mij. Het valt mij mee dat ik uiteindelijk toch Erelid van Vereeniging van de ETV ben geworden.

Ik koester nog veel meer herinneringen aan het gebouw. Ik noem er een paar. In 1997 werd ik gebeld door omroepvereniging DE VARA. Zij hadden in die tijd het radio-programma ‘Dakterras’ en vroegen of het mogelijk was met een parachute van het gebouw af te springen: Base Jumping. Ik heb daar uiteindelijk toestemming voor gegeven, onder voorwaarde dat het in de avond zou gebeuren. Er kwamen 5 base-jumpers en een aantal radioverslaggevers. Nadat ze alle vijf drie keer hadden gesprongen, kwam de politie. Base jumping bleek in Nederland niet toegestaan.

Nog een “hoogbouw feit”. Ooit werd ik bij mijn leidinggevende geroepen en maakte daar kennis met een politierechercheur. Er werd mij gevraagd of ik deze rechercheur alle medewerking wilde verlenen. De politie wenste een kamer, zo hoog mogelijk, uitkijkend over de A13 naar Rotterdam en de Kruithuisweg, met 24-uurs toegang, geblindeerde kamers en met een ander slot op de deur. Op mijn ‘waarom’-vraag kreeg ik helaas geen antwoord. Ik regelde de wensen en, nieuwsgierig als ik was, ging ik daar regelmatig in de avond een kop koffie drinken. Helaas kwam ik er niet achter, totdat ik twee weken later in het journaal hoorde dat er een grote inval was gedaan bij een Delftse afvalverwerker. De volgende dag werd de kamer ontruimd en de sleutel ingeleverd. Alle nachtelijke transporten waren op film vastgelegd.

En dan de inbraak: Ik was vlakbij Elektrotechniek aan het sporten toen ik werd opgeroepen via mijn semafoon: Brandalarm. Bij het gebouw werd ik tegengehouden door politieagenten. Nadat ik mij gelegitimeerd had mocht ik het gebouw in. Op de tweede etage bleek het brandalarm te zijn afgegaan, toen inbrekers een kluis aan het opensnijden waren in de bibliotheek. De inbrekers waren weggevlucht toen de brandweer arriveerde, maar moesten nog steeds in het gebouw zijn. De Rotterdamse politie kwam er aan te pas en even later liepen er achttien speurhonden over alle gangen en kamers. Om zes uur ’s ochtends belde ik de Secretaris-Beheerder (Jan Kapteijn) en vertelde hem dat de politie het gebouw gesloten wilde houden.♦



Het gebouw bleef die ochtend potdicht. Om elf uur werd de zoekactie gestaakt en werd het gebouw weer opengesteld. Later die dag ontdekte ik samen met een collega voetstappen bij een vloerluik in de laagbouw. Het daarop volgende politieonderzoek bevestigde dat de inbrekers via het vloerluik het gebouw in en uit waren gekomen. Er is een ondergrondse tunnel in de TU-wijk waar de verwarmingsbuizen door lopen. Daarop werden de openingen gedicht en de tunnel beveiligd om herhaling te voorkomen.

Ik kan nog lang doorgaan. Zo leende het gebouw zich uitstekend voor de jaarlijkse abseiloefeningen van het arrestatieteam van de politie Haaglanden en kwam ook de luchtmobiele brigade dit een aantal keren doen.

In 1994 werd er aan alle vakgroepen en diensten van Elektrotechniek gevraagd om 'hun' vijfentwintig jaar in Elektrotechniek te vertellen via een tekening in de fietsenkelder. Deze tekeningen zijn daar nog steeds te bekijken. En dan de laatste anekdote: In 1998 wilde het managementteam

van EWI een andere naam op het gebouw. Een commissie van wijze mannen werd benoemd en kwam met een voorstel. Dit voorstel is voorgelegd aan het CvB en werd (helaas) afgewezen, de voorgestelde naam was 'van der Pol gebouw'.

Tijdens het schrijven van deze herinneringen, besef ik dat het gebouw bijna vijftig jaar bestaat. Onthoud de datum: 25 november 2019. Wellicht tijd voor iets leuks met de hoogbouw? ■

Geacht College,

Met de clustering van de beide faculteiten per 4 september 1997 wordt door Bestuur en medewerkers meer en meer de behoefte gevoeld om de naamgeving van het gebouw Mekelweg 4 ("Elektrotechniek") te wijzigen. Ook van de zijde van Vastgoed is het Bestuur benaderd over dit aspect na te denken.

Het onderwerp is op verschillende plaatsen in de faculteit besproken. Dit heeft een aantal suggesties opgeleverd. Zo zou voor het gebouw Mekelweg 4 ("Elektrotechniek") kunnen worden gedacht aan 'Van der Pol complex'. Voor de vestiging Zuidplantsoen 4 zou kunnen worden gedacht aan 'Christiaan Huijgens complex'.

Om een beeld te krijgen van hoe e.e.a. er uit zou zien treft u bijgaand een aantal compositiefoto's aan. Voor de goede orde wordt opgemerkt dat ook het gebruikte ITS-logo een niet bestaand logo is.

Met vriendelijke groet
het Bestuur van de

Faculteit Informatietechnologie en Systemen,

Prof.dr.ir. E. Backer
Decaan

Prof.dr.ir. J. van Katwijk
Plv. decaan



Uit de oude doos

Een artikel uit Maxwell 1.1

30

Maxwell

COLUMN Maxwell's historische eerste



prof. dr. ir. E. Backer

Onze universiteit en faculteit maakt turbulente tijden door. Alles verandert en alles moet veranderen. Velen maken van het veranderen een dagelijkse bezigheid. Soms verliezen we zelfs het doel van veranderen (beter onderwijs en onderzoek) uit het oog en propageren het veranderen omdat veranderen moet.

Een nieuwe wet, de MUB, de modernisering van de Ondersteunende Diensten en de Clustering. En zo is er dan sinds september 1997 een nieuwe faculteit ontstaan: de faculteit Informatietechnologie en Systemen (ITS) met de opleidingen Technische Wiskunde, Technische Informatica en Elektrotechniek. Daar zitten buitengewone uitdagingen aanvast. Met behoud van de kwaliteit van onze bestaande opleidingen kunnen wellicht nieuwe studiepaden ontstaan. Hoe uitdagend is een gemeenschappelijke proedeuse? Ook vinden we op een aantal wetenschappelijke deelgebieden duidelijke synergie; we noemen paralelle- en gedistribueerde (computer) systemen, 'embedded' systemen, multimedia systemen, 'computational intelligence', niet-lineaire systemen, om zo maar een paar mogelijkheden te noemen.

We zijn met de clustering dus best blij! Sinds september van het vorige jaar proberen we ook alles zoveel mogelijk al samen te ondernemen, Et en TWI, en spreken we bij voorkeur over een ITS-brede aanpak, vooral bij die zaken die het personeel en de organisatie betreffen; bestuur, beheer en organisatie. Maar zoals gezegd, de opleidingen TW, TI en Et blijven naast elkaar bestaan en dus de opleidingsgebonden activiteiten en ondersteuning. Zo zullen de studieverenigingen 'de Elektrotechnische Vereeniging' (ETV) en 'de Wiskunde en Informatica Studievereniging' (Christian Huygens) in de eerste plaats hun eigen studenten-achterban aanspreken op mede doen en betrokken zijn bij de diverse studie-activiteiten. Vanuit die optiek keek ik dan ook niet vreemd op dat er een nieuw ETV-periodiek gaat verschijnen, getiteld "Maxwell".

Ook de Electrotechnische Vereeniging ziet zich zelf in een veranderingsproces meegetrokken. Nu studenten steeds dwingender worden aangesproken op hun studiedrag en hun vorderingen; nu de buitengewoon gunstige arbeidsmarkt in toenemende mate bij de pasafgestudeerde naast de van oorsprong technische-wetenschappelijke

denkniveau, kennis en vaardigheden ook kennis en vaardigheden verwacht van diverse aspecten van niet-technische wetenschappen; nu het beoepsprofiel als gevolg van voortschrijdende internationalisering wellicht ook daardoor aan het veranderen is. Logisch lijkt het dat als het profiel van de Et-student verandert ook het profiel van de ETV mee verandert. Een nieuw blad voor (niet) technisch-wetenschappelijke interessante zaken, compacte verenigingsinformatie en vooral een forum voor meningen en discussie van Et-studenten zelf. Hoera dus!

"Maxwell"

En hier ligt dus de eersteling van het nieuwe periodiek met de nieuwe naam "Maxwell". Als de voortbrenger van de fundamentele studie over het verband tussen de elektriciteit en magnetisme, als degene die in staat was het bewijs te leveren dat lichtgolven elektro-magnetische golven zijn, een naam dus welke geen onbekende van de Et-student is. Vanzelfs dus een blad met een geweldige sterke uitstraling! Ik wens de Maxwell-redactie alle succes toe om van dit blad een inspirerend studieblad te maken.

Deze Maxwell's historische eerste is daarom zo interessant omdat Maxwell zelf een op het oog onverwachte historische eerste heeft voortgebracht, namelijk de eerste kleuren-foto, in 1861! Mijn poging om deze te achterhalen is vooralsnog mislukt.

Het feit dat ik thans -zonder moeite- in staat ben om mijn opvolger-columnist te introduceren is hoopgevend en bewijst dat er ruimte is voor "Maxwell". Dat is die naast andere zaken zich bezig houdt met internationaliseren en long life learning (om maar iets te noemen). In ieder twee zaken welke waarde zijn om in een column te worden belicht. Ik kijk er alvast naar uit!

E. Backer

Advertisorial

AME

Applied Micro Electronics "AME" B.V.

"To the customer, it might seem like an uncomplicated mechanism that just climbs up and down the stairs with a simple joystick. But in reality, this stair lift contains the state of the art technology". Marc Troost (28), System Engineer at Applied Micro Electronics "AME" B.V. (AME) in Eindhoven, becomes enthusiastic when he talks about his latest project. For the last three years, he worked in close cooperation with colleagues on a complete redesign of an already existing stair lift. The particular contribution of Marc consisted of the development and testing of the hardware and the development of a part of the motor control software.

The customer of this project was a producer of stair lifts, who involved AME in the development and production of the electronical parts of the new stair lift system. The intensity of the cooperation between AME and a customer, which is always a business-to-business relationship, differs per project and per consumer. Within this particular project, the contact with the customer was relatively intensive. "Sometimes a customer has a general idea of a new product and wants us to come up with a concrete proposal", tells Marc. "That gives us a lot of freedom in our work. However, in the case of the stair lift, it was another situation because the customer brought in their own engineers to intensively participate in the development process. This created close cooperation and a mutually beneficial relationship, which raised the project to a higher level than both parties could have reached individually."

A part of the target group consists of older consumers who did not grow up with the technological advancements like we

did. They benefit from an operation system that does not differ too much from the previous version they were accustomed to, even if the underlying technology of the new version is totally different. Therefore, a great challenge within this project was implementing the newest and complex technology with the uncomplicated user friendliness in mind. However, an even greater challenge consisted of

the ability of the chair lift to keep itself upright. "We wanted the chair of the stair lift to stay perfectly horizontal, even if it is weighted unevenly or if the passenger moves. Some stair lifts are placed with extra rails on the wall to keep the chair balanced. By desiring a more attractive design by leaving out the extra rails, we made the project even more complex than it already was. Many calculations



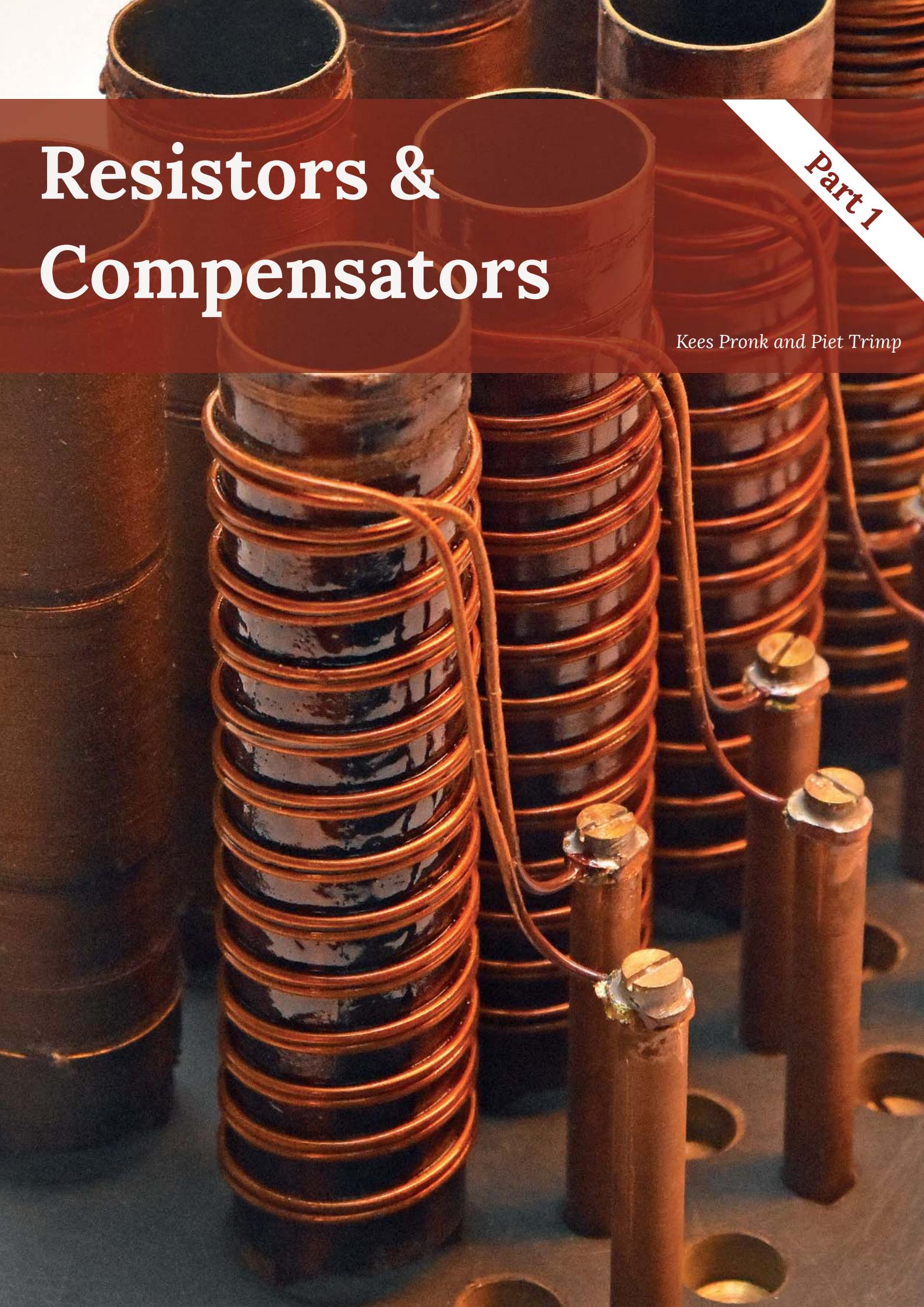
and many simulations in MATLAB resulted in the current chair that works like an inverted pendulum: it compensates itself when it is moved out of balance.”

If this characteristic would malfunction, the consequences could be severe. Therefore, a major part of the development phase consisted of accurate testing. At the premises of AME, the stair lift ran for three months automatically on test rails with every possible twist and turn uninterrupted during day and night. This was repeated for every software and

hardware release candidate. In addition, external authorized bodies audited the hardware and software. In the end, all relevant test had been done in order to be assured the product complies with that latest safe standards and is of the highest quality. This brought the process to the current status: the production phase. Every month, between 1200 and 1500 pieces are produced and distributed around the world. For Marc, his involvement in this project ends at this stage. Completing this project gives him room

to attend to a new project: developing the control software for a DC/DC converter for the control systems of a submarine. “All projects are quite diverse and challenge you to improve yourself every time, due to the freedom and responsibility you are given. But all projects have one thing for me in common: the satisfaction when it works. Experiencing that your initial ideas and calculations are actually up and running, that really gives me a boost.” ■





Part 1

Resistors & Compensators

Kees Pronk and Piet Trimp

In this two-part article we will discuss a measurement technique for measuring very small voltage values using so-called compensators. Inside a compensator very accurate resistors are needed to function as voltage dividers. In the first part of this article, we discuss how to manufacture and measure such high-precision resistors. After having obtained knowledge about the construction of precision resistors we will explain the construction and use of compensators in part 2 of this article.

An important source of information for these two articles is the thesis of J.C. Deiman who graduated in 1983 on the topic: *The History of the Compensator*. Parts of this article are taken directly from that thesis [1].

The history of the (standard) resistance

Around 1825 the technical-scientific researchers of that time were in search of the precise meaning of the term “resistance” and were experimenting with the construction of stable and predictable resistance values. After Georg Simon Ohm (1789 – 1864) formulated his well-known law in 1825, an urgent need for the construction of reliable and accurate resistors was felt [2]. For a standard resistor the following requirements have to be met: (i) The value of the resistance should be stable over many years, and (ii) the temperature coefficient should be as low as possible. In those years it also became important to express the unit of resistance in the then new rationalized system of units, S.I. (Système International). The base units in this “mKSA system” are the meter (m), the second (s), the kilogram (kg) and the ampere (A). The Ohm-unit can be expressed in the S.I system as $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$.

In England, Wheatstone suggested

around 1843 that a resistor should be defined by the resistance of a piece of copper wire having a length of a English foot, and having a weight of 100 grains. In France, telegraph engineers used around 1850 a kilometer-long steel wire with a thickness of 4 mm such as used for telegraph lines as a standard resistor. In Germany, the Physikalisch Technische Reichsanstalt (PTR) in Berlin adopted a mercury column of one meter in length and with a cross-section of 1 mm^2 as standard. In 1908 at an international conference in London the standard resistor was formally defined as the resistance of a column of mercury at the temperature of melting ice, with a weight of 14.4521

grams and a length of 106.300 centimeters. This “International Ohm” was maintained until 1948. In that year the standard was revised on the basis of more accurate measurements and a new “Absolute Ohm” was adopted such that 1 Int. Ohm equals 1.000495 Abs. Ohm. The reader should notice the high precision in these values; apparently, such measurement precision was already obtainable in those years.

It will be clear that handling these mercury standards is quite difficult. In the long run the stability of these mercury standards proved inadequate. Many investigations took place in developing the proper material for wire wound



Figure 1: Precision Resistor by Otto Wolf, Berlin (Photo by: Kees Pronk)

Figure 4: Bifilar winding of resistor
(Photo by: Kees Pronk)



Figure 2: Precision resistor by C. Bleeker, Zeist (Photo by: Kees Pronk)

standard resistors. After much research the Manganin alloy (86% copper, 12% manganese and 2% of nickel) was found to be suitable for this application. The temperature coefficient of Manganine is 0.00001 K^{-1} , at 20 Celsius and the electrical resistance of Manganin is $43\text{-}48 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ [3].

The EWI Study Collection [4] accommodates a large number of such standard resistors. An example standard resistor fabricated by Otto Wolff in Berlin is shown in Figure 1.

This resistance of this standard resistor is 10 Ohms and this Manganin resistor is calibrated in Int. Ohms. The accuracy is unknown because the calibration report is not available anymore. For optimal stability the unit should be submerged in a bath of isolating oil to be held at a 20 C. A



Figure 3: Resistor box with taper brass contacts, by Otto Wolff, Berlin (Photo by: Kees Pronk)

hole is provided for entering a thermometer. The maximum load is 0.3A in air and 2A in oil.

In the Netherlands, the famous company C. Bleeker from Zeist designed and fabricated many standard resistors (see Figure 2 for an example). The value of the resistor shown here is 10 Int. Ohm at 20 Celsius and the accuracy is 0.01%. For some of these resistors a calibration report from the PTR is available. In his 1983 thesis J. C. Deiman compares measurements of a number of 1 Ohm standard resistors effectuated by Van Swaay in 1901 in Delft with measurements he had carried out in 1982 on the same resistors using the best electronic equipment available then. The results of these two sets of measurements turned out to be highly comparable.

Resistor boxes

To obtain easily selectable resistance values experimenters have been using resistor boxes with taper plugs. In such a resistor box precision resistors are mounted between brass contacts. By placing a taper plug between two contacts the resistor is short circuited. Because the taper plug and the contacts are both made from brass, inserting a plug does not introduce any thermal effect in the circuit. The accuracy of these resistor boxes is 0.01%. The EWI Study Collection features many such resistor boxes having different resistance values. Figure 3 shows an example of such a resistor box. This particular box was made by Otto Wolff from Berlin around the year 1900. The resistance values provided in this box are 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 1, 2, 5, 10, 10, 20,

50, 100, 100, 200, 500 Ohm. The reader should verify that using these values any discrete resistance value from 0.1 to 1000 Ohm may be constructed.

“As usual, students sometimes get reckless with laboratory equipment.”

Figure 4 (SEE THE HEADER ON THE FIRST PAGE) shows the inside of this box. The resistors have a bifilar winding to make them usable also for higher frequencies.

Such resistor boxes with taper plugs were too expensive and too inflexible for engineering work. In response to that the industry therefore developed so-called decade resistor boxes using switches to select a particular resistance value. The EWI Study Collection owns many decade resistor boxes of various makes and accuracies. Figure 5 shows a professional five decade resistor box from the Bleeker company with the range of 0.1 Ohm to 11,111.1 Ohm. The accuracy is 0.01% and the maximum load is 0,5W per resistor. As will be shown in part 2 of this article, the use of switches will lead to unwanted thermo-electrical effects making precise measurements more difficult. For student labs the Technical University used cheaper (0.1% accuracy) decade switching boxes. As usual, students sometimes get reckless with laboratory equipment. During labs it happened quite often that the maximum current allowed by the manufacturer of the box was exceeded causing the box to break down. People responsible for the correct functioning of the lab

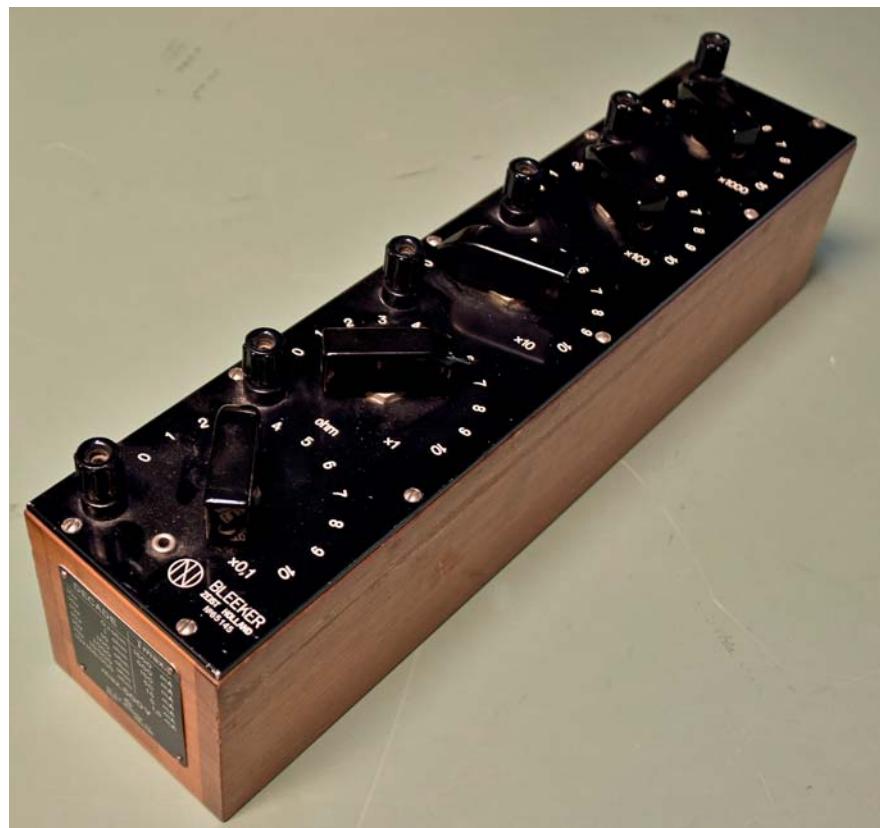


Figure 5: Switchable resistor box by Bleeker, Zeist (Photo by: Kees Pronk)

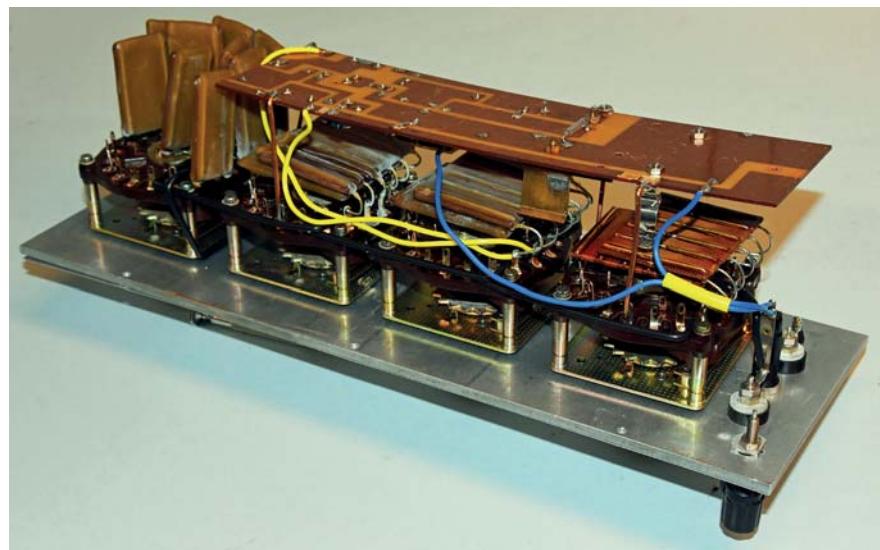


Figure 6: Resistor box with built-in overload protection circuit (Photo by: Kees Pronk)

equipment had provided a protection circuit inside the decade box. In the event

the resistor box was overloaded, a lamp on the box would light-up. ➤

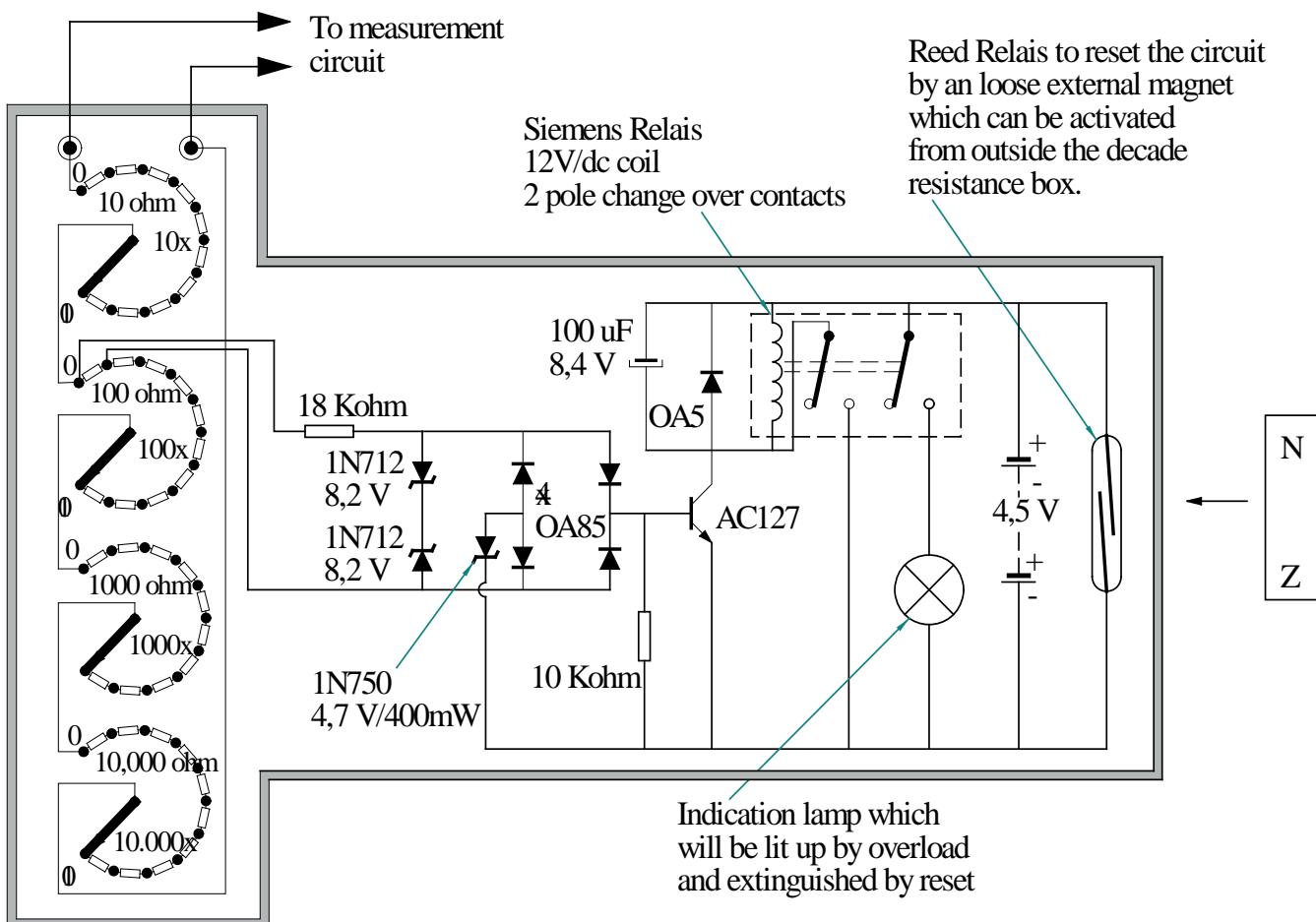


Figure 7: Schematic of the overload detection circuit

The lab assistant could usually intervene in time to prevent damage to the box. The circuit was reset by magically holding a magnet against the bottom of the box where a hidden reed switch was mounted. A picture of such a box opened for inspection is given in Figure 6. The schematic of the protection circuit can be found in Figure 7. The reader is invited to study the functioning of this circuit. One

should note that a battery has been built into the resistor box. The current drawn from this battery should be minimal when no overload is detected or when the box is stored.

Conclusion

In preparation for the second part of this article we have discussed the development and construction of very precise re-

sistors. This development started around 1850 and continued until one hundred years later. Many objects of that period are guarded in the Study Collection of EWI at the TU Delft. In the second part of this article we will discuss the design and use of a so-called Compensator, a device optimized for precise measurements of voltages.

References:

- [1] J.C. Deiman: The History of the Compensator (1983), Thesis report, TH Delft.
- [2] G.S. Ohm, Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welche Metalle die Elektrizität leiten, In: C. Piel, Das Grundgesetz des elektrischen Stromes (1983), Leipzig.
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Manganin>
- [4] Study Collection EWI, TU Delft. <http://www.ewi.tudelft.nl/en/the-faculty/studieverzameling/>

WIN!



Prizes:

1x N64 console
+ 5 Awesome games

1x Arduino Starter Kit

1x Drone

2x Raspberry Pi Kit

Explanation:

Solve the puzzle to win one of the grand prizes!

To solve the puzzle you have to find the answers to the cryptograms, look into previous editions and use general knowledge (or Google). Previous editions can also be found on etv.tudelft.nl/activiteiten/maxwell

Fill in your answers on bit.ly/maxwellpuzzle. The ones with the **most** correct answers win! You have until 01/09/2017.

Down:

- Invention by Tellegen
- Inverted triangle
- Small satellite
- Where Walter White had produced his meth if he were a mathematician
- Main topic of Maxwell 12.1
- Dairy product value
- Prototype wave energy converter
- 'Read further on next page' – marker
- By MIT students designed high-energy particle detector
- A transgender brother is a ...
- Device capable of detecting single photons

Across:

- Opposite of 'Henry night'
- Electrical Engineering alternative to medicine
- Male Zebra
- Planet on the cover of Maxwell 20.3
- Player at Paris Saint Germain
- Emitted by the miniature probes for medical imaging
- Submarine of Scott Waters
- Male Pokémon villain
- Daily object obeying quantum mechanics
- Superconducting spectrometer
- Initial job of Einstein
144. Initial job of Einstein

Zebro

Jan Maarten Buis

Robots come in many shapes and sizes. Naturally, this applies too with regard to the way they propel themselves. Most conventional robots that move around have wheels, some more experimental ones have (almost) humanoid legs. With that in mind, it's not hard to imagine there must be something in between. Wheels are not quite fit to conquer extreme terrain without some serious tuning of the robot (take the Mars Rover for example). Robot legs can have difficulties as well, as it has taken quite some time to teach a robot the dynamics of walking, let alone in rough terrain (although some, like Boston Dynamics, have made impressive advances).

A solution that holds the middle ground between wheels and legs is to attach curved rods ('legs') to the motors instead of wheels. This way, the robot can be controlled as if it had wheels while being able to take 'steps' as if it had legs. The length of the legs determines the heights differences that the robot can scale. The more legs, the more stable the robot will walk. As for now, the optimal number of legs

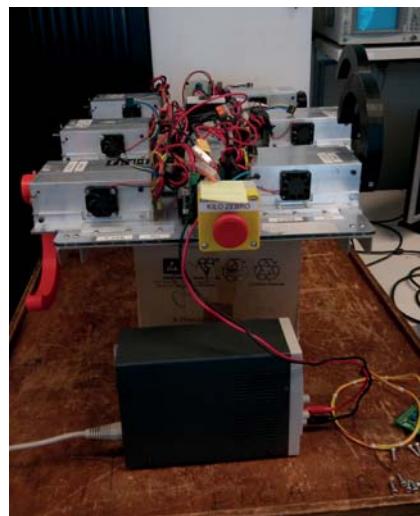


Figure 1: The terrifyingly huge Kilo Zebro. It doesn't walk as of yet (fortunately..)

seems to be six.

The Zebro Project (short for 'zesbenige robot', Dutch for 'six-legged robot') is a team of students from the TU Delft and the Haagse Hogeschool under supervision of researchers that has taken on the challenge of developing small, robust and autonomous robots of this type that can move around on many different kinds of terrain and are able to do so while cooperating in swarms. The project focuses almost exclusively on the designing and programming of the electronics, much less on the mechanics of the robots. Since the team consists mainly of electrical engineers, it makes sense that a design with few mechanical parts was chosen. Since the Zebro Project's foundation, different prototypes of Zebro's have been developed, often as one package, making it hard for others to make modifications without having to take apart and/or redesign the entire robot. Presently, the design process has been split up into modules and spread over different groups, with senior students/researchers de-

signing the central control system of the robot, thus setting the specifications for other modules to be added by bachelor students. As of now, three sizes of Zebro robots are in development: A matchbox-sized Pico Zebro, a lunchbox-sized Deci Zebro and a trolley-sized Kilo Zebro. For the Deci Zebro, currently three modules are in development: An autonomous charging station, a communications module allowing it to locate and communicate with 'friends' and a module equipped with an obstacle- and cliff detection system, a camera for more advanced visual processing and a wide range of sensors.

The Deci Zebro has been taken into production already with a dozen units having been 3D-printed and assembled. The interfaces of the Kilo and Deci Zebro's are designed to be the same, allowing the modules to be placed on both types of robots.

Just as with many (intelligent) organisms, several layers of 'conscience' will be implemented, allowing for a layered control system, with the higher central computer



Figure 2: Several Deci Zebros in different colors stacked on top of each other

making somewhat conscious decisions about what to do next and the lower system taking action in a fashion that more resembles a reflex. An easy example is a situation where the robot spots a still object in its path. As it senses no direct danger, it might decide to come near the object to see if it is scalable and/or if it can learn more about the object. This artificial ‘curiousness’ could be a deciding factor in how successful a swarm of these robots can be, since much more useful sensor data will be gathered if the robot decides to come closer to things that strike it as ‘unusual’.

It seems many robotics projects focus on developing a single robot that does a task as well as possible, thereby often using expensive parts and state-of-the-art yet sometimes not fully matured technology, making the robot hardly cost-effective and difficult to put into production.

Therefore, it would be interesting to see what a swarm of cheaper but robustly designed robots could do.

Next to studying swarm-related behavior, several other applications of these robots can be thought of. Earlier smaller versions of the robot have been successfully advertised by bachelor students to a large toy store, but as the Zebro matures, the question rises if it would be up for more serious tasks. A swarm of curious, sensing robots could be let loose in all kinds of environments, from farming lands and greenhouses to spot plant growth to surveilling industrial areas for unusual activity to disaster areas, especially those not readily accessible by humans. Since the robots can communicate one to another, one could imagine a chain of Zebro’s passing sensor or even camera data from the farthest to the closest robot, thereby alarming the operator of the swarm of some interesting event that one of the Zebro’s discovered. In such a case, the swarm as a whole has become a data-collecting entity, easily able to cover large areas at the same time, depending on the number of robots working together.

Naturally, the extent to which these robots will be successful all depends on how well the robot itself is put together. Since the robot and its ‘organs of sense’ are developed separately, it is important that all groups adhere to the same specifications. However, as following the letter of the law and following its spirit are sometimes two things, often meetings are held with supervisors in which progress is discussed and new ideas are pitched.

As of now, most modules that are being

developed by bachelor students are based on prototyping and development boards such as Arduino’s and Raspberry Pi’s, on which sensor can be tested and coded for quite conveniently. However, as the code is almost finished, custom designed PCB’s are underway for most. Mechanical parts and casings are designed using 3D drawing software and are printed using a 3D-printer made available at the faculty. This has proven more tricky than anticipated for some (myself included) as most have experience designing the inside of an electrical system, but not the outside. To come to a conclusion, doing a graduation project is always an exciting time, as it both challenges you to use the knowledge and skills that you have gathered over the past three years as well as it is a first engineering experience, in the form of a set of specifications and demands and the task to find a creative solution. The fact that your design is part of something bigger and something with potential only adds to that.



Figure 3: An ultrasonic obstacle detection sensor in its 3D printed encasing

Interview with Tobias Dekker – Fellow at Digital McKinsey



My engineering background gave me a more analytical way of working. This is a very important skill because it allows complex problems to be split into smaller pieces, which are easier to resolve.

Who are you, where do you come from and how did you end up at McKinsey?

My name is Tobias Dekker and I studied Electrical Engineering in Delft from 2008-2012. I really enjoyed my time there, was part of several committees at the ETV and was the President of the 139th Board (2010-2011). After my Bachelor, I wanted to do a Master abroad and ended up studying Energy & Environment in Spain, France, Sweden and India.

I learned about McKinsey during my Board year when we were invited for the McKinsey BTO Board days. The day was an eye opener for me because I always thought I'd end up at one of the bigger companies like Philips, ASML or Siemens. When the people at McKinsey gave the

presentation, I was very intrigued by how much impact they have and how they work: on short projects and as part of a team.

What can engineering students offer to a consultancy firm?

As you probably know, an engineering background is useful to a lot of companies, particularly consultancy firms. My engineering background gave me a more analytical way of working. This is a very important skill because it allows complex problems to be split into smaller pieces, which are easier to resolve. Clients also appreciate the logical thinking we incorporate into their plans and how we check if everything has been covered. My background has also helped me in another way since I joined Digital McKinsey. Digital McKinsey is a

newly formed group at McKinsey and focuses on Digital-related topics. This covers a wide variety of topics from projects in the IT departments of big banks to projects about data centers.

Could you describe a typical McKinsey consultant?

I don't think there is a typical McKinsey consultant. When I look at my colleagues, we have a lot of different backgrounds. We have people who studied in Delft, as well as colleagues who studied Medicine or went to the Conservatorium. They also come from many different cultures and countries, because we almost always work with people from different offices. Personally, I think this is great because it allows projects to be addressed from various perspectives.

In general, I think my colleagues are quite ambitious (we always try to make things go faster, better, etc.) and fun (a lot of cool activities take place after work), but also very humble (colleagues won't brag about going to Harvard or Stanford or about winning gold medals; they only reveal details if you specifically ask them to).

What makes working at McKinsey unique?

First of all, I think there are a lot of similarities between the various strategy consultants. For example, we work in teams (of 3-5 people), perform projects lasting around 8 weeks and our goal is to add as much value to clients as possible.

What I like about McKinsey is that we are a global firm. This offers opportunities to work outside your native country and means I have been able to visit the United States, Germany, Austria, Sweden and Australia. As I said before, I have also worked with people from many different countries.

The other thing I like is being able to access so much knowledge. We are able to call internal and external McKinsey experts, who have taught me a great deal. I once carried out a project for a theme park. The client wanted to know what the trends were in Augmented and virtual reality. One phone call later, I had been updated about the topic by one of our experts and I was able to relay this knowledge to the client!

Digital McKinsey (DM) also makes working at McKinsey unique. For me, DM offers 3 bonuses in addition to the regular McKinsey experience: more tech projects, a closer-knit group within the office and extra training and events. Last but not least, I also really like my colleagues. They enthuse me and I always look forward to working with them and hearing the cool ideas they have come up with.

What does the selection process look like?

The selection process consists of several rounds. The first round involves selection based on your CV, grades and motivation letter. The second round consists of 3 interviews; one is with a recruiter, with whom you discuss your background, and 2 are with consultants, with whom you perform a case study. The last round involves three interviews with partners, with whom you do a case study.

Where will you be 3 years from now?

When you start at McKinsey you get a two year contract. My contract comes to an end at the end of this year and I have decided to go for an MBA afterwards. I'm not completely sure where I want

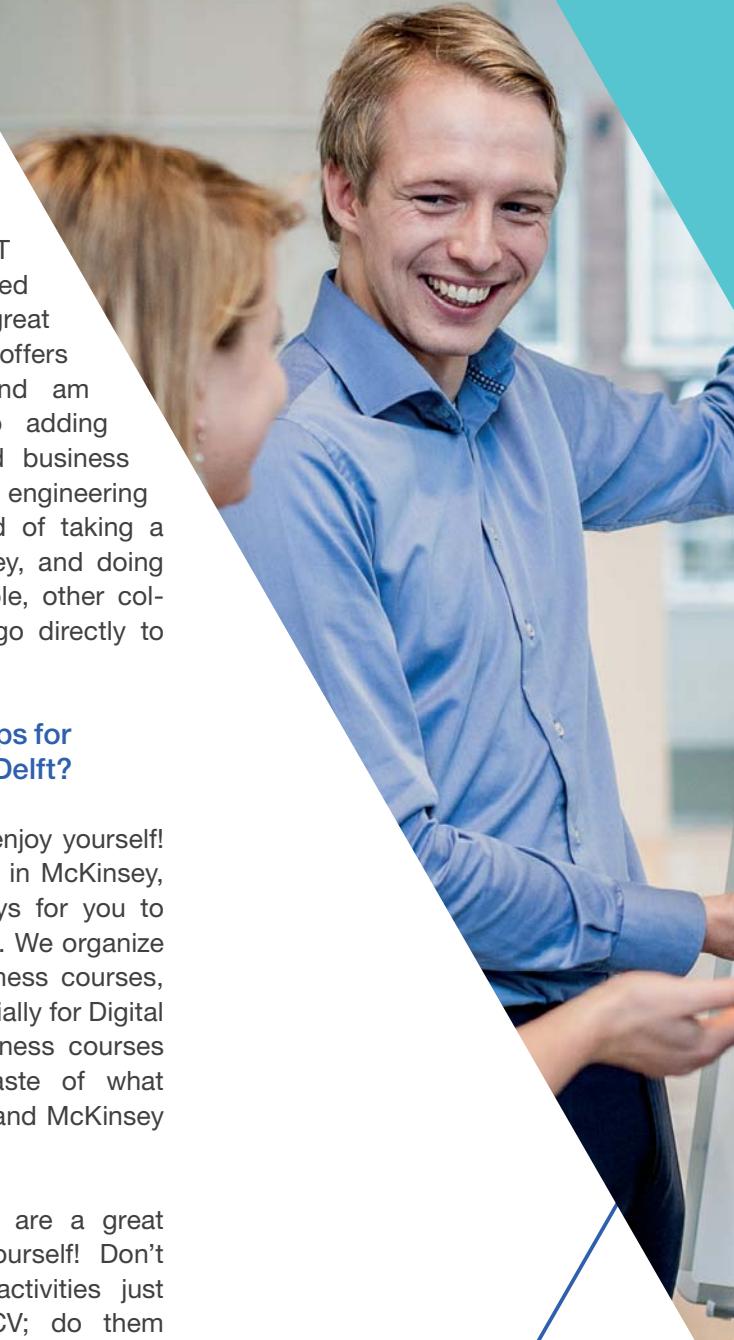
to do my MBA but I'm considering INSEAD in Singapore or MIT Sloan in the United States. I think it's great that McKinsey offers this opportunity and am looking forward to adding better financial and business knowledge to my engineering background. Instead of taking a break from McKinsey, and doing an MBA, for example, other colleagues decide to go directly to the Associate role.

Do you have any tips for students from TU Delft?

Now is the time to enjoy yourself! If you are interested in McKinsey, there are many ways for you to learn more about us. We organize many different business courses, some of them especially for Digital McKinsey. The business courses will give you a taste of what strategy consulting and McKinsey are all about.

Your student years are a great time to develop yourself! Don't do extracurricular activities just to improve your CV; do them because you like doing them and want to acquire extra skills like leadership and planning. Choose a Master you like, although you can never go wrong with a Master from Delft.

If you're interested, have a look at www.mckinsey.nl or contact the recruitment department at ams-recruiting@mckinsey.com



A Step Back In Time

On the History of the ‘Sterkstroomdispuut’

Harry Truman once quoted, “There is nothing new in the world except the history you don’t know”. Established on December 10, 1964, the association of Sterkstroomdispuut (SSD) der Electrotechnische Vereeniging (ETV) is 52 years old as of today.

Mr. W.J. van Gelder, the founder of the SSD, did not want to become the President of the first board of SSD. The first board of the SSD consisted of Mr. J.W. The Nijs as the President, Mr. M.R. Van den Heuvel as the Secretary, and Mr. E. Fernan as the Commissioner. Although in November 1964, before the actual establishment, JW. De Nijs and W.J. Van Gelder set the holy grail of SSD as: “This association will aim to conduct activities that are in line with the specific interest of the students in the energy field. It plans to do so by conducting lectures, and excursions in strong-current and related areas”.

Since then, an extensive range of activities have been organised that focus on various aspects of the high voltage grid. Multitudinous excursions to Smit Transformers, The Netherlands’ Kabelfabriek, Siemens, Kema, Metro Rotterdam and the Dutch State mines took place. The key for a building a strong liaison between the student and the companies entailed the contributions of professors like Professor De Haas, Professor Schot, Professor Van der Sluis. The extensive networks of the professors have been widely used over the years.

In 1974, the Sterkstroomdispuut cele-

brated its second lustrum. To mark this milestone, a new logo equipped with a high-voltage electric motor and insulator was launched. Prior to this the SSD used the logo of the ETV.

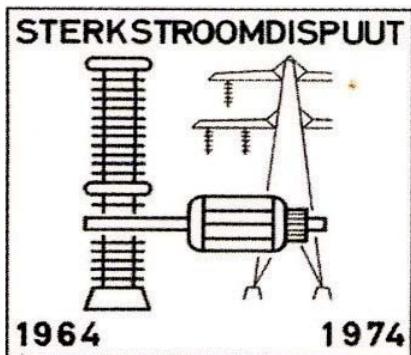
However, at the beginning of the eighties, a second logo was designed. This second logo, also pictured here and to date the standard logo, consisted of the letters SSD connected to a lightning blast. The two logos were used for a couple of years, but after 1983 the old logo was discarded. In the late ‘80s and early ‘90s, there were trending developments in the semiconductor technology, which resulted in a



▲ SSD board

DelftSEA Board ▾





decline in the number of students who chose to specialize in the energy sector. Following this development, the SSD had a new task at the end of the eighties: to increase the participation of students in electrical power engineering.

In the 1990s, the SSD participated in the promotion of energy technology in middle schools along with DSD Waldur. As a result of this promotion, strengthening ties were developed between DSD Waldur and the SSD.

Soon, given the increase in environmental awareness and the possible future of alternative energy through solar and wind energy, there was an influx of students pursuing the Master Electrical Engineer-

ing Program at TU Delft. In 2013, the program bore a new name of Electrical Sustainable Energy. Since the international students are usually less familiar with the Dutch system, the SSD emphasizes on bringing students from different cultures together, via its activities.

The SSD is proud to be one of the oldest student associations of TU Delft. Carrying this rich legacy forward, the SSD board of 2017 encompasses:

President - Ainee Ansaari
Secretary - Sanjay Ganeshan
Treasurer - Satish Buddhawar
Commissioner - Diwangkoro Muhammad Dolaputra

In today's world, there is an extensive need for practical exposure to real-life engineering. They provide the necessary skills required to bridge the gap between knowledge and confidence. Besides company excursions, we organise several seminars and lunch lectures with the aid of the distinguished faculty of our department. Keeping the strenuous academic activities aside, we also aim to have 'Social Drinks' night, BBQ night, Pot luck Dinners, Innovative Board Games Day for the department of ESE to spark some respite from the quotidian life. And then there is the eagerly awaited traditional Christmas Lunch for the department of ESE to wrap up another sterling year of SSD.

After all, the faint tinkling of a broken filament will become another sound of another century.

Mic Drop

Ainee Ansaari
President
Sterkstroomdispuut der
Electrotechnische Vereeniging

DelftSEA

A short introduction

DelftSEA, a chapter under ETV, is the first-ever association for SET students. The association was announced during the SET 10-year-birthday celebration, and had its first unofficial event on July 1, 2016. This means DelftSEA's birthday

is coming soon this July! In less than a year, much has been done, from academic, social, and professional events, and connecting with other associations on campus. The birthday event will also announce the alumni chapter, the first initi-

ative to connect graduated SET students, and bring them into a network with the current students. With the new program structure of SET next year, DelftSEA is looking forward to the challenge of creating new and relevant academic events. ■

Ibrahim Diab

Activities



Parents day

The ETV parents' day took place on the 18th of last March. On this day, the parents of first year students could take a tour of the EEMCS faculty. This included a behind-the-scenes look of some of the outstanding research groups within the faculty like the high voltage lab and the Telecom group. Unfortunately, due to the wind, we could not get on the rooftop with the Telecom group. Nevertheless, the presentation was as good as the others we attended on this day. In particular, the lecture by Prof.dr.ir. W.A. Serdijns on Bio-Electronics was great! Just before the end, the most beautiful part of the faculty was shown to us: the study association ETV. To close the day the /Pub was open to drink a beer and reflect on the day we had. It was a great way to show your parents, or in my case my (grand-)parents and girlfriend, what a great opportunity we have to study here at the EEMCS faculty and work on our personal development at the ETV.

Stefano Roos



Cantus

On the 7th of March, members of the ETV traveled to Leiden to participate in a cantus together with members of the study association Corpus Delicti. Upon entering Augustinus' we immediately sat down in the integration modus for optimal integration between the two study associations. When everyone had arrived and had gotten their booklet with songs and a filled glass, the cantus could start. Under the authority of some former board members of both the ETV and CoDe, we sang and emptied our glasses. These glasses could easily be refilled by putting them into buckets of beer going around the room. After a lot of songs and fun, the participants were enjoying it so much that they even added some songs of their own into the mix!

After the cantus, participants from both the ETV and CoDe went to a pub to continue the fun. Some even went further to a club to party. It was a very nice evening and I met a lot of new people. I am looking forward to the next cantus or activity organized by/with CoDe.

Duco Veldhuijzen



CeBIT

(A bit too) early in the morning on the 22nd of March a bus of extraordinary ETV members went on an adventure. The adventure took place in the Hannover Messe at CeBIT, a global event for digital business. After a bus trip that lasted more than four hours we finally arrived at the destination. Dressed to impress the ETV members went inside and wowed the other visitors. Armed with an interest in the new technologies presented and a bunch of witty questions at hand, the members charged the fair. High-tech gadgets were tested, drones were flying around and there were more people wearing VR-goggles than normal glasses. After a few hours of exploring at the fair it was time to gather the group, enjoy some drinks and network with newly made acquaintances. At the end of a fairly busy day it was time to head home and we all enjoyed a quiet and peaceful bus ride back to Delft.

Lisa Büller

DIES BBQ

The ETV has been become one year older and this has been celebrated with the DIES week. One of the first activities is the barbecue. This is an excellent start to the week; fill your bellies and then have fun through the week!

This barbecue was, like the previous 'welcome back' barbecue, very enjoyable. There was plenty of meat and let's just say that nothing went to waste. We took a bite of the meat, chatted a bit, took another bite, sipped some beer, and that was pretty much how the rest of the bbq went. Looking around, you could see everyone enjoying themselves.

By the end of the day, I had had many interesting conversations and a lot of fun. The barbeques are always good, especially when there's good weather. I highly recommend you readers to also join the next barbeques if you did not already do so. The more the merrier!

Yongjie Hu



Cocktail workshop

The FEE (Female Electrical Engineers) organized a cocktail workshop. The ratio of male to female engineers was for the first time different than the ratio of males to females looking at all the students of the Electrical Engineering study programme. To be precise, there were 5 female and 4 male participants. There were four cocktail recipes available. One of the recipes was for a (shaken not stirred) martini. Furthermore, there was a recipe for making a mojito, bee's knee and a caipirinha. The mojito and caipirinha cocktails were by far the most popular cocktails that were made that evening. It was also possible to create your own cocktail, and if your cocktail was the best one, you could win a fabulous price, namely a cocktail kit to make your own cocktails at home.

Elke van der Lingen

Dies cake

At the time of writing, the ETV has existed for a whopping hundred and eleven years! Naturally, this must be celebrated and according to tradition, this will be done like most people celebrate their birthday. We've already had a small party to celebrate this, and later in the year, more activities will be organized. Cake is of course always served at each of these events.

This year the Dies Natalis of the association was on a Sunday and unfortunately there were not many students at the faculty to share the cake with. So the next Monday morning at 10 o'clock many enthusiastic students and faculty lined up to get themselves a piece of cake. The president cut up pieces for everyone in line and a few fell to the ground. I can't speak for the ground, but the students and staff definitely enjoyed the cake.

Wouter Kayser



AME

AME is an independent developer and manufacturer of high quality electronic products located in the top technological region of the world (Brainport Eindhoven). Our goal is to create innovative products that exceed customer expectations. We accomplish this by integrating product development and manufacturing and keeping a clear focus on the product and its function. Driven by technology, we strive for the best solution combining the disciplines of electrical, mechanical, software and industrial engineering. Through creativity, passion, ambition, motivation and a highly educated level of our employees AME secures its goal of being a profitable company.

Join our teams

Driven to exceed expectations and to excel in creating innovative solutions, our team of experts is continuously looking for future best-in-class colleagues within the technological disciplines of applied physics, electrical, mechanical, software and industrial engineering.

Career

If you are interested in working with a talented, ambitious and experienced team of professionals using the best tools available and would like to work in a fast growing organization full of career opportunities then you are most welcome to apply for a job or take a look at our opportunities by visiting our website.

Internships

AME is the ideal work environment to develop hands-on experience while completing your studies. You will be involved in challenging real-world projects and work with experts from a multitude of technological disciplines. We invite you to get in touch with us to discuss any internship openings.