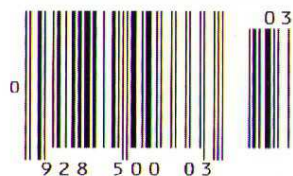


RB elektronica

Nr. 3 - 2003

prijs Euro 9,95

73 jaar RB



RB Elektronica 03 03

Tektronix' 3G Test Platform K15..... 3

Tektronix' K15 (Tucana, Zoetermeer) biedt operators en fabrikanten uitgebreide testmogelijkheden voor de complexe 3G en bestaande 2.5G en 2G mobiele netwerken.

The Six Dimensions Of Calibration..... 4

Selecting a supplier of calibration services may seem fairly straightforward – it would seem that a calibration is a calibration and, as long as the supplier has the usual badges of office (ISO9000 registration, ISO17025 accreditation etc.), the service ought to be reasonably similar whichever service or supplier you choose. However, this is not the case and the lack of regulation on calibration allows for a wide variance in the deliverables and value of calibration.

Using A Function Generator To Create Pulses 8

A dedicated pulse generator is well suited for applications requiring speeds above 50 MHz and has other advantages such as pattern generation, extensive control of transition times and the ability to add jitter. For many applications a function generator can be used in place of a pulse generator to create pulses. This article will describe three methods for creating pulses using a function generator.

Temperature controller of semiconductor laser 10

This paper presents a new concept of temperature controlling for the laser head based on the laser diode. A fast DSP controller, equipped by a self-learning algorithm, is used to identify the PID parameters of the laser diode setup. During experiments, the suppressed noise of the temperature controller signal chain was below 1 mK.

De redding van "verdrongen" elektronica..... 13

Bij een fietstocht gebeurt het steeds onverwacht: het mobieltje steekt in de zak van je T-shirt en bij het vooroverbukken valt de peperdure elektronica in het water. In andere gevallen valt er een glas Cola of bier om en zet de apparatuur onder de drank.

Daglichtafhankelijke verlichting en

aanwezigheidsdetectie: volwassen techniek 15

Energiebesparing en energiezuinigheid zijn woorden die in Nederland de trend al lang voorbij zijn. Niemand kijkt nog op van dubbel glas, Hr-ketel of A-label; in de verlichtingstechniek is hoogfrequente TL-verlichting gemeengoed geworden. De afgelopen jaren hebben daglichtafhankelijke verlichting en aanwezigheidsdetectie hun intrede gedaan. Het lijkt er op dat ook deze technieken inmiddels volwassen zijn geworden.

IS 200 : Production ICP Etch Tool for MEMS/MOEMS applications..... 18

Deep Dry ICP plasma etching is becoming more and more accepted as the costs for production are decreasing while the number of circuits per inch is increasing. Another very appreciated advantage is that, in most cases, also the electrical and mechanical performances are improved. Last but not least, a deep dry ICP plasma etcher can easily be implemented in a semiconductor production line.

Elekta Professional 2.0..... 21

We hebben een interessante CD-ROM toegestuurd gekregen van Stephan Weber. Het gaat hierbij om een encyclopedie voor de elektronicus. Het systeem bevat naast allerlei uitleg en voorbeelden ook interactieve voorbeelden en aanvullende hulpmiddelen, waaronder PSpice, APLAC en Spice.

Grondslagen van de elektrotechniek, deel 2 23

In de vorige aflevering zijn we ingegaan op een aantal elementaire basisbegrippen. We vervolgen deze inleiding met begrippen als elektrische stroom, geleiders, isolatoren, halfgeleiders, spanning, stroomampere en ohm.

Kijk ook eens op www.rbe.nl

C o l o f o n

RB Elektronica

(jaargang 73)

is een uitgave van

Bureau Belper Communications V.O.F.

Batterijlaan 39

NL - 1402 SM Bussum

Tel. +(0)35 6424 831

E-mail: rbe@rbe.nl

WEB-site: WWW.RBE.NL

Postbank: 21.35.596

Hoofdredactie: D.J.E. Scheper

Redactieraad: G.R. Beleeke, S. Swolffs, S.D.

Scheper, J. van der Aa, H. Tuininga, A. de

Bruin, Leo Oostveen

Vaste medewerkers: G. van de Werff, R. Wals,

S. Swolffs, A.J. Hurenkamp, J.W. Richter,

Django Mathijssen, Armand van Ommeren

Prepress: BB Prepress opmaak

Advertentieverkoop

D.J.E. Scheper, tel.: +(0)35 6424831

Abonnementen Nederland

Standaard Nederland 29,95 Euro per jaar

Standaard België 50 Euro per jaar (vanuit

Nederland verzonden)

Buitenland 60 Euro per jaar

Abonnementen worden automatisch verlengd, tenzij uiterlijk drie maanden voor het einde van de aflooperperiode schriftelijk bericht is ontvangen.

Druk

Van der Weij Grafische Bedrijven BV

Abonnementen België

Zie Bureau Belper

Auteursrecht

Het geheel of gedeeltelijk overnemen, kopiëren of op enige andere wijze vermenigvuldigen van de in dit tijdschrift gepubliceerde artikelen is uitsluitend mogelijk na schriftelijke toestemming en met bronvermelding. Gepubliceerde schakelingen en software kunnen door een (Nederlands) octrooibureau zijn beschermd. De uitgever is niet aansprakelijk voor de gevolgen van eventuele fouten.

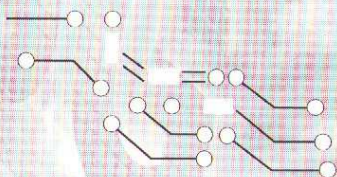
ISSN: 0928-500

©2003 Bureau Belper Communications



Tektronix' 3G Test Platform K15

Tektronix' K15 (Tucana, Zoetermeer) biedt operators en fabrikanten uitgebreide testmogelijkheden voor de complexe 3G en bestaande 2.5G en 2G mobiele netwerken. Netwerk operators worden geacht om optimale netwerkprestaties te garanderen. Immers, hun winst hangt af van de snelle acceptatie door eindgebruikers van mobiele netwerkdiensten. Nu de complexe 3G netwerken "live" gaan en samenwerken met de bestaande 2G en 2.5G systemen, wordt van de operators verwacht, dat ze QoS (Quality of Service) problemen sneller dan ooit ondervangen, om aan de hoge verwachtingen van hun abonnees te voldoen.



Daarom wordt naar een protocol analyser van topkwaliteit gevraagd, waarmee ze real-time de oorzaak van afnemende netwerk kwaliteit kunnen identificeren en analyseren – om het probleem binnen enkele minuten op te lossen. De K15 protocol test platform gaat deze netwerkproblematiek te lijf en lost kwaliteitsproblemen sneller op onder normaal en zwaar netwerkverkeer. Dit is niet in de laatste plaats te danken aan de real-time multi-interface Trace Call voor 3G, 2.5G en 2G netwerken. Zodra een serviceafname wordt gerapporteerd, wordt er een trouble ticket verstuurd naar de verantwoordelijke technicus bij de operator. Het is absoluut noodzakelijk dat deze technicus ieder trouble ticket direct na ontvangst kan afhandelen. Helaas, omdat de meeste testsystemen uitsluitend een enkele interface aan-kunnen en dan ook nog in de off-line modus, kan het oplossen van deze problemen uren in beslag nemen. Bovendien is het, bij het monitoren van de Iub interface in het radio access gebied van het UMTS netwerk, vaak nodig om het UMTS basis-station, de Node-B, opnieuw op te starten om de nodige parameters te verkrijgen om de monitor

toepassing te configureren. Dit maakt het onderhoud gecompliceerder en zorgt voor verdere vertraging.

Met de software kunnen de technici automatisch de monitoring parameters configureren, een correlatie leggen tussen data afkomstig uit meerdere interfaces en de oorzaak van het probleem lokaliseren, terwijl de hoge data capture rate wordt volgehouden. De ondersteunde technologieën zijn onder andere UMTS, CDMA2000, cdma one, EDGE, GPRS en GSM. Fabrikanten laten hun netwerkapparatuur een groot aantal testen ondergaan, voordat ze in een live netwerk opgenomen kunnen worden. Daartoe moet een enorme hoeveelheid protocoldata worden geanalyseerd om foutprocedures en verloren gesprekken te identificeren tijdens de load &

stress testen, de duurproeven en de acceptatietesten van netwerken en netwerkelementen. De meeste alternatieve testers kunnen deze analyse alleen off-line aan. De K15 geeft de mogelijkheid tot een ongekende stroom data acquisitie, terwijl in real-time de kernprestaties worden geanalyseerd op de Iub, Gr, Iu-PS, Iu-CS om zo de precieze oorzaak van een probleem te lokaliseren onder zware netwerkomstandigheden.

De K15 is een geavanceerd, draagbaar hardware platform met een groot aantal nieuwe software toepassingen. Het platform draait op een cPCI bus architectuur, met daarin diverse kaarten voor de connectie van meerdere interfaces, zoals E1/T1/J1 elektrisch, STM-1 optisch en 10/100 Mbit/s Fast Ethernet. Bediening tijdsynchronisatie via 1 tussen de verschillende systemen zijn geïntegreerd in het platform. Onder de beschikbare software pakketten bevinden zich decoding voor EDGE, UMTS en CDMA 2000 protocollen, de eerdergenoemde expert software voor real-time multi interfaces call trace voor EDGE, UMTS en CDMA; auto-matische configuratie van UMTS IuB monitoring en off-line GPRS netwerkprestatie analyse.



The Six Dimensions Of Calibration

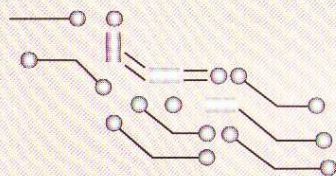
Selecting a supplier of calibration services may seem fairly straightforward – it would seem that a calibration is a calibration and, as long as the supplier has the usual badges of office (ISO9000 registration, ISO17025 accreditation etc.), the service ought to be reasonably similar whichever service or supplier you choose. However, this is not the case and the lack of regulation on calibration allows for a wide variance in the deliverables and value of calibration. To help demonstrate these variances and help lead the non-technical buyer to appreciate the importance of each, I have split them into six different axes, each of which can have an impact on the usefulness of the calibration or the direct or indirect cost to the organisation buying the service. This document discusses each of these axes, which are:

- **Extent of testing** (How many parameters? How many test points per parameter?)
- **Information provided** (What data is provided? Pre and post adjustment data?)
- **Measurement uncertainty** (How good is the testing?)
- **Periodicity** (How often does it need calibrating? Can this vary?)
- **Speed** (How long are you without the instrument?)
- **Packages** (What financial and service packages are there? What is included in the service?)

Extent of testing

Clearly the more thoroughly an instrument is tested, the greater the confidence in the measurements made by the instrument. Generally the manufacturer will suggest the parameters that should be tested

and the number of points at which each parameter should be checked. It is not uncommon however for a supplier at the cheap end of the scale to omit many of these tests. Since there is generally no technical body that stipulates the extent of testing necessary to perform a



Martin Aust
Agilent Technologies UK
Ltd., Winnersh, RG41
5DZ



legitimate calibration in our industry, this practice is not breaking any rules or guidelines. The tests are omitted for three key reasons:

1. The supplier does not have the equipment to perform the test
2. The tests are complex and take a long time to perform, or require special skills
3. The price agreed does not allow for all tests to be performed

Often this means that important parts of the instrument are inadequately tested and the equipment may unwittingly be making erroneous measurements as a result. This can result in one of two detrimental situations arising when you test your products with the equipment:

1. Good products can appear to fail the test, resulting in expensive rework and an increase in NFF (no fault found) occurrences in the rework department (a key measure in manufacturing circles)
2. Bad products can appear to pass the test, resulting in increased warranty returns and repair costs, along with a damaged reputation.

Example

One company was sending a Scalar Analyser Detector Head to a reputable company for calibration. The company's procedure was to test the device at three spot frequencies at the low, mid and high end of its range. The device was reported to be performing to specification and the calibration certificate issued. The company was experiencing strange measurements using this particular device and sent it to Agilent for a second opinion. Agilent's procedure is to use a swept frequency across the device's entire range. This testing showed clearly that the head had a problem at a frequency not tested by the first supplier. If it had been calibrated using the swept method originally, the customer would have saved a great deal of time and money. An analogy might be a sailing ship's look-out up in the crow's nest, looking through his telescope at exactly due East, then due North, and then due West, and reporting "I see no ships".

Exception

It is important to stress that less testing is not necessarily a bad thing when properly controlled. For equipment used in a specific application in which only well defined aspects of the instrument's capability are used, it is certainly acceptable and may well be advantageous to focus the calibration on those particular functions or ranges. This might be especially true if more extensive testing is made in those areas than would have been

performed in the normal, full calibration. However, this approach would be unsuitable for equipment used in multiple applications, or in a general equipment pool.

Information provided

The information provided by the calibration supplier about the testing performed during calibration forms the basis for many decisions and so it is important that you get the information you need and also that the information is accurate. Consequently, it is desirable for the full data showing the equipment's performance at each test point to be supplied with the calibration. This information is evidence of the extent of testing and can be used to make objective comparisons between suppliers. But the information is valuable in more important ways. When an instrument is found by the calibration supplier to be outside of its specified tolerance (OOT – out of tolerance) it means that you have possibly been making bad measurements with that equipment for some time. To assess whether this will have compromised the validity of your testing you will need to know where the instrument was OOT and by how much. You are then in a position to decide whether you need to take corrective action such as re-testing or

SPEAKER & CO en speakerland

Speaker & Co en Speakerland zijn erkende zelfbouw-luidspreker-specialisten, bij ons vind je alles op het gebied van exclusieve luidsprekers. Van slanke zuilen voor stereo en Dolby Digital, tot actieve subwoofers.



Elke luidspreker is leverbaar, met of zonder houtpakket, of als u dat makkelijker vindt, met afgewerkte kasten in elke gewenste kleur. De kosten? Al gauw de helft van een vergelijkbaar fabrieksmodel. Je weet wat je koopt omdat je de speakers vooraf kunt beluisteren. Wij hebben tevens een ruime sortering in onderdelen en accessoires. Laat u eens overtuigen en kom vrijblijvend langs voor een demonstratie in beeld en geluid.

Speaker & Co Groningen Kleine kruisstraat 12-14 Tel: (050) 3144978
Speaker & Co Rotterdam Bergweg 283 Tel: (010) 4672777
Speaker & Co Haarlem Jansweg 37 Tel: (023) 5320230
Speakerland Oss Smalstraat 21 Tel: (0412) 647650

website op www.speakerenco.nl of www.speakerland.nl

recalling your products. Without this information you would either be unaware that the testing could have been erroneous, or if the calibration simply reported that the equipment was OOT but provided no supporting data, you would not be able to make an informed decision. The really useful data is a full set of performance test information taken exactly as the equipment performed when received by the calibration supplier. Any attempts to adjust the equipment during this testing will destroy the integrity of tests later in the procedure. A second set of data taken after adjustments confirms that the instrument is now within tolerance, giving confidence in the future testing made with the equipment. Another key piece of information is 'measurement uncertainty'. In its simplest form this is a statement that the accuracy of equipment used to test your instrument is at least a factor of four better than the equipment being calibrated. (Four is usually considered the minimum test accuracy ratio, TAR, useful for calibration). More detailed uncertainty information comes in the form of a summary table listing the parameters and the associated uncertainties. The figures can either be expressed in relative (e.g. $\pm 0.5\%$) or absolute terms in the units of measurement (e.g. $\pm 0.2\text{mV}$). The most detailed uncertainty information is provided with the measurement data itself, appearing alongside each reported value and, ideally, with the measured value, specification and uncertainty all expressed in the same terms.

Measurement uncertainty

Measurement uncertainty is a way to express how good the testing is – the accuracy of the measure-

ments made by the calibration supplier. This is an axis that is invisible unless the measurement uncertainty is known, but one that can have a significant impact on whether or not the calibration is actually useful. The uncertainty gives a clear indication as to whether the supplier has the technical capability to make the measurements. Uncertainties may be self-assessed or accredited. Accredited uncertainties are more valuable as they have been independently assessed by a recognised accrediting body such as Britain's UKAS, Japan's JCSS, Germany's DKD, the United States' A2LA, etc. It is possible to review the best measurement uncertainty figures for accredited calibration laboratories as this information is in the public domain, often made available via the organisation's website. This gives a valuable insight into the technical competence of the laboratory and allows comparison of ability to make certain measurements. It is also possible to determine that a lab may not really have the credentials to undertake some calibrations. On the subject of accreditation, it is not uncommon for a lab to gain such recognition for a few specific tests and then accept calibration work for equipment requiring competence outside of their scope of accreditation. Gaining accreditation for just one measurement allows them to display a Certificate of Accreditation and advertise that they are an accredited lab, although their capability would obviously be inadequate for most instruments.

Illustration

An assessment of the Accreditation Schedule or Scope of calibration suppliers in Britain for two fairly fundamental measurements showed interesting observations. The selected measurements were 10 MHz frequency, and 1-volt dc. The

information was from the United Kingdom Accreditation Service website 1. In the case of 10 MHz, the spread of accredited uncertainties was large. The best being one part in 1012, the worst being three parts in 106. So when measuring 10 MHz, the best could boast an uncertainty of ± 0.00001 Hz and the worst ± 30 Hz. Since the specification for most crystal oscillators is far narrower than ± 30 Hz, it is clear that a calibration performed by this company for a crystal oscillator or any instrument that measured frequency to any degree of accuracy would be meaningless. In the case of 1-volt dc, the spread was less large but still significant; the best being four parts in 107, the worst being two parts in 105. Many digital multimeters resolve to $6\frac{1}{2}$ digits. This means it should be able to display a measured 1-volt dc as 1.000000 volts (i.e. to one microvolt). An uncertainty of 4 parts in 107 would measure accurately to 0.4 microvolts – sufficiently accurate for the task. An uncertainty of two parts in 105 would only measure accurately to 20 microvolts. In relation to its accuracy the last digit of the multimeter would be entirely untrustworthy. One thing to remember is that the published "best measurement capability" may not be the same as the actual uncertainty assigned to the calibration of a particular product. Comparing example certificates/reports for a few typical models may give a different perspective.

Calibration

Periodicity

Calibration periodicity is about how often an instrument is calibrated. Usually the manufacturer will recommend a calibration interval for each instrument type. This is often a period of one or two years. This is based on mean drift rates

for the various components. Great emphasis is placed during development on designs that demonstrate minimal drift, however drift is a factor that can't be eliminated altogether, which is why calibration is necessary at all. In order to assess whether the manufacturer's recommended periodicity can be overridden, two pieces of information are needed.

1. The calibration history for the particular instrument;
2. The application in which the instrument is used.

The first point refers directly to the Information discussion (Axis 2). One generally accepted algorithm is that if on three consecutive calibrations the instrument has remained within specification, the period may reasonably be increased. Similarly, if it requires adjustment on two consecutive calibrations, it should be reduced. This sequence is ongoing. The second point is about risk. If the measurements made by the instrument are critical, it may be prudent to reduce the cal interval to reduce the risk of bad measurements. Alternatively the application may be such that if bad measurements are made it would not matter greatly, and so the interval could reasonably be extended. Where both risk and history are considered, an effective periodicity management solution can be maintained such that the risk of critical measurements being bad is minimised, and costs are also controlled.

Speed

Calibration generally means removing your instrument from doing the job you bought it to do and sending it somewhere to be calibrated. This usually takes the instrument off-line for a week, often more. This means that you would either stop the work you

were doing with the instrument or, in a mission-critical environment, buy or rent a spare one while yours is away. Knowing that the equipment will be away for two weeks means that you can plan for that event, arranging for use of the spare or rental replacement accordingly. But if the promised two weeks becomes three or more, the costs escalate and the control is lost. It is therefore very desirable to ensure that the delivery turn-around promises made by the calibration supplier are short, but equally importantly, can be reliably met. Companies that can provide the service on your site are able to reduce the turn-around times to just a few hours – in fact just the time it takes to do the calibration. This may add to the service price but the additional cost can be insignificant in comparison to the savings gained through the reduction of spare instrument purchase and rental. A word of warning here. An on-site delivery may seem like an ideal solution but it is still necessary to be sure that the technical aspects of the calibration meet your needs. It is common for companies offering calibration on-site to deliver a subset of testing, perhaps also with larger measurement uncertainties. This situation may not be apparent until they arrive at your premises with a limited range of test equipment and with reduced capability. Agilent delivers the same standard and quality of calibration whether its undertaken at its service centre or at the customer's site.

Packages

When looking at calibration costs it is common for the fundamental service price to be the main consideration. But by considering service packages it is possible to reduce the less visible costs such as those associated with raising purchase orders, paying invoices,

etc., as well as getting a reduced service price by taking out a service agreement of some description. Agilent offers a wide range of packages that are aimed at reducing both the direct and indirect costs of purchasing calibration. Many of these can spread the cost of service evenly over a year, removing peaks and troughs in expenditure. There are also other considerations in this area. Consider shipping costs and minor repairs. If these are included in your package the savings can be significant. Alternatively the extra costs can be a surprise.

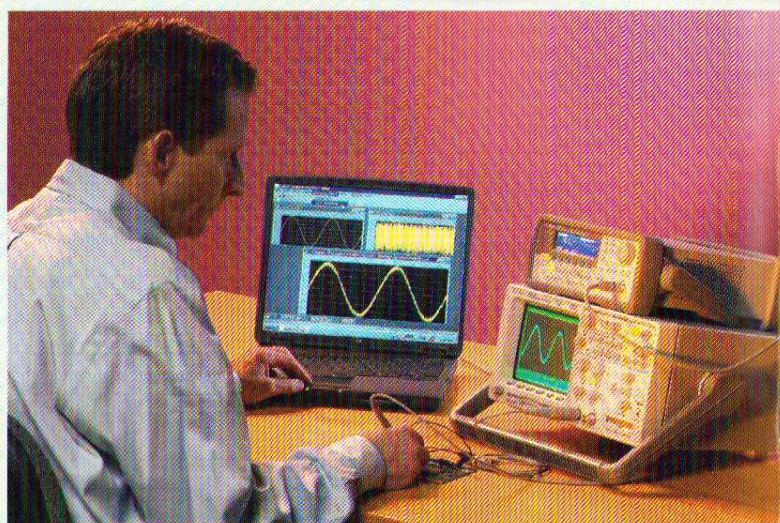
Example

One company quoted US\$15 per calibration of AVO-Meters (general purpose analogue multimeter). It was only after some time that the customer spotted that the price charged for his AVO-Meter calibration was always US\$40. When this was queried it transpired that with AVO-Meter calibration it is appropriate to replace the batteries. Replacement of batteries constituted a repair with this supplier, and there was an additional cost of US\$25 for a repair. This example may be a small amount, but this can add up to a large extra cost over 12 months.

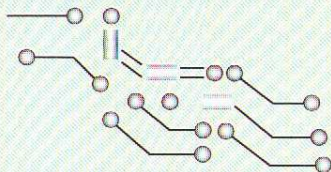
Conclusions

The six axes each have an impact on the cost and quality of the calibration you buy. I hope that this helps you to make an informed decision rather than one based entirely on the 7th axis – price. As is usually the case in any purchase decision, you get what you pay for. Understanding what these things are and what they might mean to your company should make that decision more of a science and less of a black art.

Using A Function Generator To Create Pulses



A dedicated pulse generator is well suited for applications requiring speeds above 50 MHz and has other advantages such as pattern generation, extensive control of transition times and the ability to add jitter. For many applications a function generator can be used in place of a pulse generator to create pulses. This article will describe three methods for creating pulses using a function generator.



Bill Griffith, Agilent Technologies
Bill Griffith graduated from Colorado State University in 1988 and joined Agilent Technologies' (Hewlett Packard) Loveland Instrument Division. He has worked in application engineering and marketing for general-purpose instruments and is presently a marketing engineer.

Varying the duty cycle of a square wave

The most common way of creating a pulse train with a function generator is to vary the duty cycle of a square wave. A square wave has a 50% duty cycle meaning the waveform is high for 50% of the period and then low for the other half. Most function generators allow the duty cycle to be adjusted between 20% and 80%. Lower duty cycles can be achieved by using the function generators burst

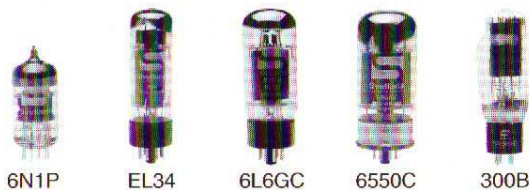
mode to allow a single cycle of a square wave to be output. The minimum pulse width is determined by the minimum duty cycle multiplied by the pulse width of the square wave. At the highest frequencies the function generator may have further limitations on duty cycle. You can learn more about this method of creating pulses and pulse trains in Application Note 1407 available from Agilent Technologies.

Using arbitrary waveforms

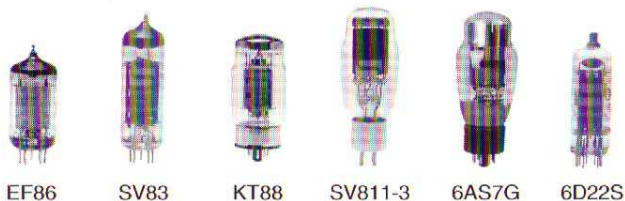
A variety of pulses can be created by using the arbitrary waveform capability of a Function /

Svetlana

buizen

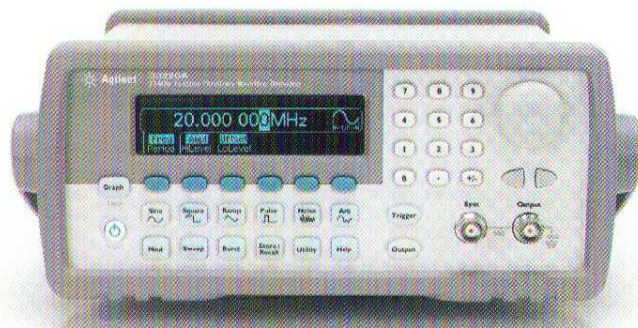


**AMPLIMO IS DE BENELUX IMPORTEUR
VAN DEZE KWALITEITSBUIZEN
NU OOK UIT VOORRAAD LEVERBAAR:**



Door de grote belangstelling voor het nieuwe boek 'Moderne High End Buizenversterkers met ringkerntrafo's' van ir. Menno van der Veen is er veel vraag naar deze topklasse buizen. Menno van der Veen is er veel vraag naar deze topklasse buizen. Want wie zo'n high end versterker bouwt met de nieuwe generatie ringkern-uitgangstrafo's wil daarbij de beste buizen toepassen.

Specificaties en prijslijst worden op aanvraag toegezonden, ook via onze Internet site



AMPLIMO

AMPLIMO B.V.
Vossewinkelweg 1
7491 DA Delden

Internet www.amplimo.nl
Email info@amplimo.nl

Telefoon 074 376 3765
Fax 074 376 3132

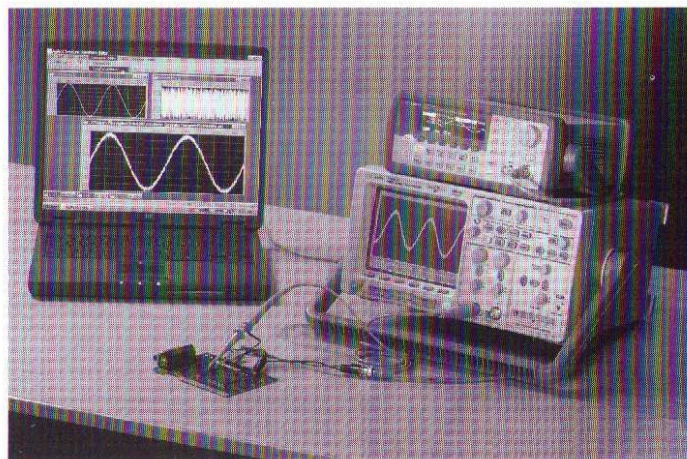
Arbitrary Waveform Generator. While more time-intensive to define a pulse point by point, this method allows infinite possibilities for the shape of the pulse. Common examples include creating non-linear transitions such as half-cosine, exponential decay, or Gaussian edge. Simple pulse patterns may also be generated as arbitrary waveforms. Waveform generation software can simplify the creation of arbitrary waveforms and may be available for free. As an example Agilent offers a free software plug-in module for creating pulses with linear and non-linear edges. Once an arbitrary waveform is created it is stored in non-volatile memory and can be used like any other waveform. Burst mode can also be used to further control the number and rate at which arbitrary waveforms are output.

Memory depth is an obvious limitation, but two other limitations to consider are bandwidth and sampling. Most Function / Arbitrary Waveform Generators use direct digital-synthesis (DDS) technology to create waveforms. DDS technology samples the waveform memory allowing the output frequency to be adjusted independently of the waveform size. At high frequencies some points may not be used and each cycle may use a different set of points. As a result, DDS will cause a pulse train to have some jitter between pulses. For most appli-

cations the case of use benefits of DDS outweigh the drawbacks. Another limitation is bandwidth; arbitrary waveforms are typically filtered to limit harmonic distortion. However, filtering will also limit rise and fall times of pulses. A simple rule of thumb is rise time multiplied by bandwidth is equal to 0.35. A generator with 20 MHz of bandwidth will be able to produce a rise or fall time of approximately 17.5 ns.

Using a function generators built-in pulse generators capability

Some of the newer Function / Arbitrary Waveform Generators may include a pulse function. Clearly, this is the easiest method for creating pulses - just specify the pulse parameters;



period, pulse width and edge time. The generator may also include dedicated hardware for creating pulses – eliminating any filtering and minimizing jitter. Below is a diagram of a dedicated circuit for creating pulses.

The dedicated pulse circuit counts clock cycles to derive both the period and the pulse width. To achieve fine resolution the clock frequency is varied from 95MHz to 100 MHz by a phase-lock loop (see figure). A separate circuit controls edge time by varying charging currents into a capacitor, more current produces a faster edge. This technique can produce pulses with a period of 200ns to 2000s, pulse widths from 20 ns with a 10 ns resolution, and a variable edge time

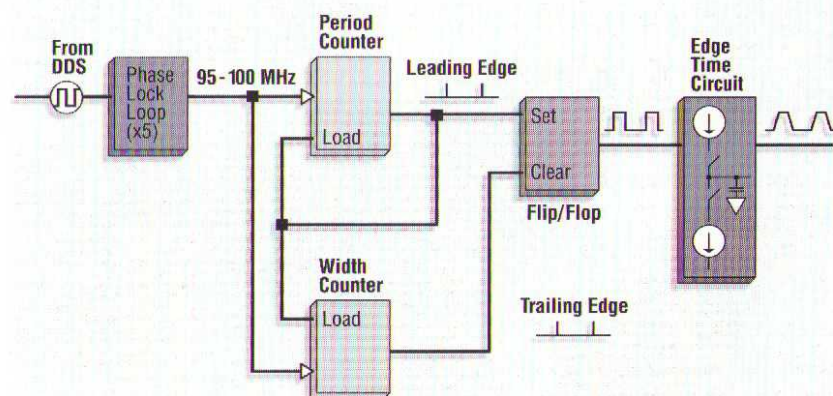


Figure: 33220A pulse waveform generation circuit

	Limitations	Advantage
Vary the duty cycle of a square wave	Fixed transition times	Commonly available on function generators
Arbitrary Waveform	Time consuming to create waveforms Limitations of sampling speed and memory depth Output maybe filtered, limiting bandwidth	Flexibility in the shape and time of the transitions
Built-in pulse capability	Not available on every function generator	Easy to setup May use dedicated hardware to achieve higher accuracy, and bandwidth

of 13 ns to 100 ns. The dedicated hardware also minimizes jitter. Jitter is specified to be 300 ps + 0.1 ppm of period.

Summary

The three methods for creating pulses using a function generator are summarized in the following table. Using a square wave and varying the duty

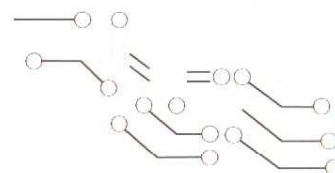
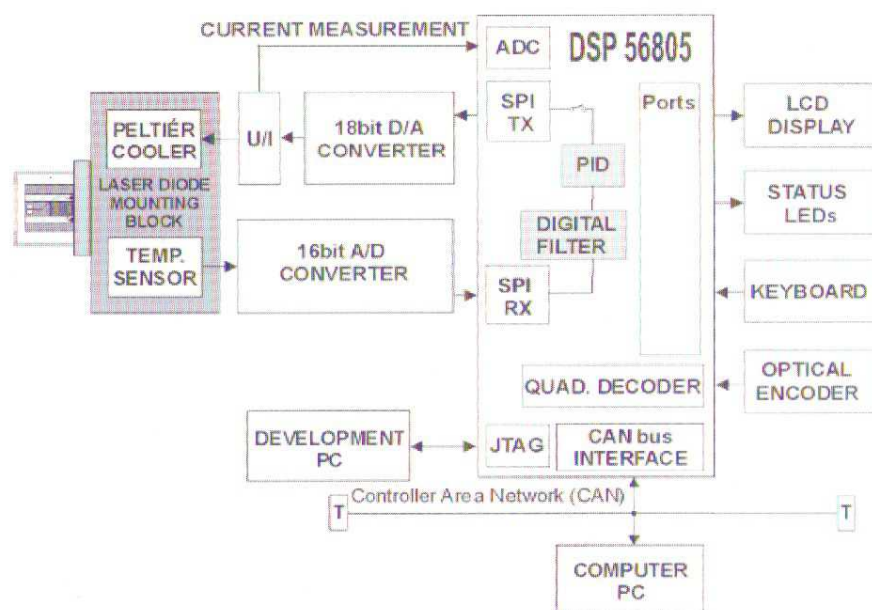
cycle is the most common method since most function generators offer this capability. Using an arbitrary waveform can be useful when a non-linear transition is desired. Finally, having a dedicated pulse function along with dedicated hardware allows for highly accurate and easy to use pulse generation.

Additional details are available Reference: (1) Agilent Application Note 1437 Using a Function / Arbitrary Waveform Generator to Generate Pulses, 5988-8472EN, (2) Agilent Application Note 1407 How to Generate Low Duty-Cycle Pulses with a Function Generator, 5988-7507EN, (3) Agilent 33220A User's Guide 33220-90001 – Chapter 7 Tutorial

Temperature controller of semiconductor laser

Abstract

This paper presents a new concept of temperature controlling for the laser head based on the laser diode. A fast DSP controller, equipped by a self-learning algorithm, is used to identify the PID parameters of the laser diode setup. During experiments, the suppressed noise of the temperature controller signal chain was below 1 mK.



Vít Matoušek, Ondřej Cíp, Email: matousv@feec.vutbr.cz
Institute of Scientific Instruments,
Academy of Science of the Czech
Republic, Královopolská 147, 61264
Brno, Czech Republic
Department of Microelectronics,
Faculty of Electrical Engineering and
Communication
Brno University of Technology,
Antonínská 548/1 60190 Brno

Fig. 1: Block schematic of stabilisation chain

Introduction

The equipment presented in this paper is designed to stabilise the temperature of a laser diode. The temperature stabilisation provides an extensive tuning of the generated wavelength.

The crystal of the diode is very sensitive to small temperature changes. A change in temperature causes a change of the refraction index, mirrors and the optical path. A temperature stabilisation needs to be realised in order to reach the critical requirements of the laser diode. The diode operates in single-mode operation and is used in a laser interferometer project where it measures the absolute length. Wavelength stability below 5 nm is required when a WSI (Wavelength Scanning Interferometer) is used as detector, hence the temperature stability should be below 1mK [1],[2].

The digital self-learning temperature controller regulates the temperature of the laser in the range from 0 °C to 30 °C. It is necessary to control the temperature because the wavelength is sensitive to temperature changes. The electronic circuits were specified when the design of the temperature controller was started:

- The thermal and time parameters of the laser mounting block and heat sink can differ a lot. Hence the adjustment of the PID components of the servo-loop controller has a large range.
- The self-learning algorithm for fast automatic system identification of thermal parameters.
- A digital communication interface for data interchange with a personal computer.

In practice, temperature controllers are often realised with analog circuits, because such a circuit has a better low-noise operation than digital electronics. Self-learning algorithms and digital communication cannot be realised with analog circuits. Therefore, digital circuits and digital signal processing were used.

Block scheme of chain for temperature stabilisation of the laser diode

The stabilisation of a chain is very difficult. Changes in the mechanical construction of the diode heatsink can result in changes of the time and gain constants of the temperature system. Hence an electronic system with digital signal processing is chosen. Besides self-temperature regulation it is also possible to implement algorithms for an automatic identification of the parameters of the temperature system.

The block schematic of the stabilisation chain is depicted in figure 1 (Page 10). Peltier elements are used to control the operation temperature. The Peltier element, together with a temperature sensor, is connected to the diode. By changing the polarity of the direct current flowing through the Peltier element it will start to transfer the temperature from the diode to the outside of the heatsink or the other way around. Hence the laser diode is cooled or heated. An integrated temperature sensor (AD22100) is used to scan the temperature. The temperature sensor consists of a thermistor sensor and a linear

voltage amplifier. The output of the amplifier is transferred to a 16-bit sigma-delta analog to digital converter (AD7715). The digital signal, generated by the ADC, is sent by the SPI (Serial Peripheral Interface) to the processor.

Except a dynamic regulation a fast input signal processing is also required. To increase the digital resolution the input signal is filtered. Hence the Digital Signal Processor Motorola DSP56F805 is chosen as a driving controller. The DSP isn't only filtering the input signal but also communication protocols and a digital PID regulator are implemented. The communication protocols are used for driving the display, the key-board and the communication bus. The PID has identification algorithms to regulate the temperature of the Peltier element. The regulation is done on the basis of comparing the measured value and the initial value. The PID algorithm in the processor calculates the appropriate value of the current through the Peltier element. At the same time these values are sent to the display. The serial bus CAN is used for transmitting all processed and calculated digital signals to the personal computer.

Own realisation of electronics

The design of the electronics is divided into a board with the converters, the DSP processor and the power stage and a second board with the display, the key-board and the rotation encoder. Big emphasis was added to the separation of the digital and the analog stage. Converter stage is closed in a shielding box, which has a constant temperature 40 °C.

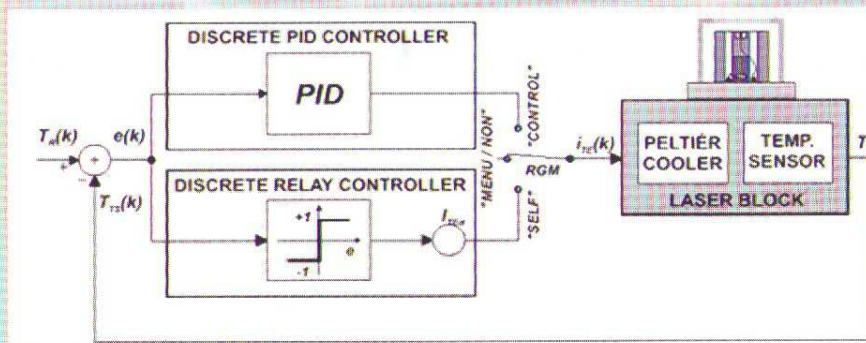


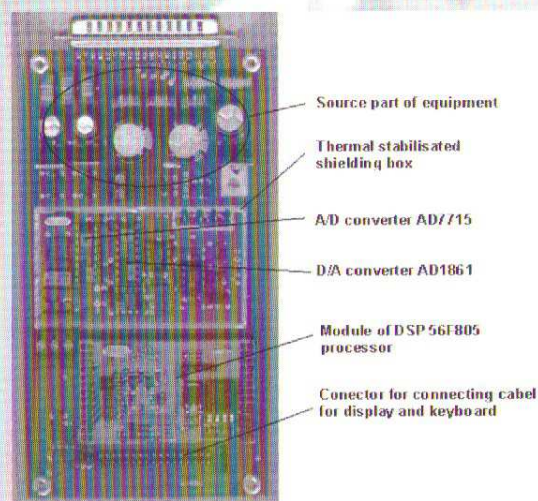
Figure.3: Block scheme of self-learning mode and PID mode.

Program accessories and its structure

The implemented PID algorithm used for regulating the circuit is the main stage of the program. The regulation process has two basic operation modes. In the first mode a discrete regulator is set, hence the intended constants oscillate with the critical period given by the Ziegler-Nichols criteria. The second mode is then the standard PID regulation.

The new modification of the Ziegler-Nichols method (first published in 1943) is very old but very often used for debugging PID regulators when the transfer function of the controlled process is not known or when the process has a different scale factor and adventitious parameters.

Fig.2: Main board of processor DSP56F805



The Ziegler-Nichols order, for adjusting the PID parameters, is established on the determination of the parameters of the regulator of knowledge one point Nyquist curve of system of open loop. Both modes of PID regulator are shown in figure 3. The system works as transport regulator in tuning mode (RGM="SELF") and as standard PID regulator in regulation mode (RGM="CONTROL").

Conclusion

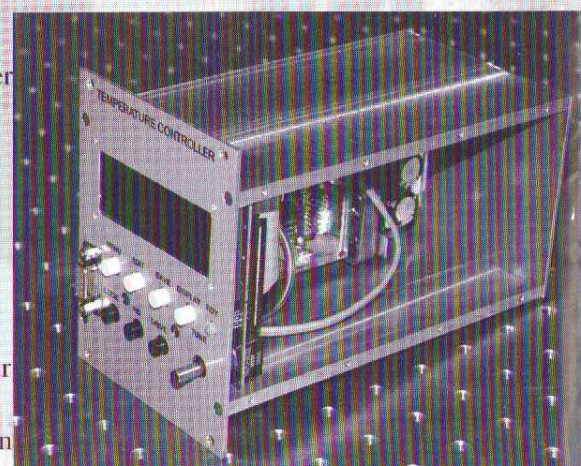
A new concept for a temperature system for laser head is presented. The laser head is based on the laser diode. A fast DSP controller is used. The DSP is equipped with a self-learning algorithm to identify the PID parameters of the laser diode setup. During experiments, the noise of the temperature controller signal chain was suppressed below 1 mK with two hour measurement repeatability. The

controller is depicted in figure 4.

References

- Xiaoli, D., Katuo, S.: High-accuracy absolute distance measurement by means of wavelength scanning heterodyne interferometry, Measurement Science Technology, p. 1031-1035, UK, 1998.
<http://www.analog.com/pdf/AD22100>
<http://www.analog.com/pdf/AD7715>
<http://www.analog.com/pdf/AD1861>
<http://www.motorola.com/pdf/DSP56805>

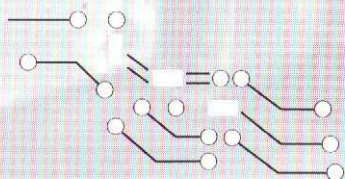
Fig. 4: Top view of temperature controller



De redding van "verdronken" elektronica

Bij een fietstocht gebeurt het steeds onverwacht: het mobieltje steekt in de zak van je T-shirt en bij het vooroverbukken valt de peperdure elektronica in het water. In andere gevallen valt er een glas Cola of bier om en zet de apparatuur onder de drank. Dit is al even ernstig, want elektronica verdraagt drank even slecht als water.

J.W. Richter



Je bukt onmiddellijk en met wat geluk (in schoon water) zie je de telefoon liggen en hebt deze meteen te pakken. Ondanks de snelle redding verkleurt de display al direct, zelfs als het mobieltje niet is ingeschakeld. De hoofdschakelaar is immers door het zwak geleidende water overbrugd en zet de schakeling onder stroom. Het ongelukje is gebeurd in zoet, schoon water en dat is ondanks alle pech een geluk, want zout water of een frisdrank kunnen op lange termijn toch veel schade veroorzaken. In elk geval is het zinvol spoedig te reageren. Het vocht dringt na verloop van tijd in allerlei spleten, waar het moeilijk weer verdampt en kan daar allerlei schade aanrichten. Het is zelfs bij apparatuur met garantie aan te bevelen, de telefoon zo snel mogelijk te laten behandelen of in het weekend zelf maar schoon te maken.

Als eerste hulp is het nodig de accu te verwijderen, want de stroomsterkten zijn in een vochtige schakeling onberekenbaar en kunnen sterk oplopen. In mijn geval was dat vrij eenvoudig: dit Bosch dualband mobieltje werkt met accu met ingebouwd vibratoralarm in een accupack op de achterkant. Deze kon ik direct wegnemen.

De telefoon is al wel een paar jaar oud en eigenlijk afgeschreven, maar er staat nog aan aanzienlijk tegoed aan Euro's op de kaart en deze wilde ik naast de hardware uiteraard redden.

Teruggekeerd naar huis ontleed ik het mobieltje met zes schroeven in enkele losse delen: een voor- en achterkant, een beschermfolie voor de toetsen, de printplaat en het accupack. Let op hoe de bedrading voor de luidspreker en antennestekker bij de montage moeten liggen. Alleen passende schroevendraaiers mogen daarbij worden gebruikt.

De accu is helemaal ingegoten en niet verder demonteerbaar. Dat is wel lastig, want door het vocht begint de vibrator af en toe zacht te trillen. Kennelijk bevat deze moduul een elektronische schakelaar, die nu begint te geleiden. Na het afdrogen met een zakdoek blaas ik de onderdelen met een haardroger op een flinke afstand van het apparaat zo goed mogelijk droog. Daarbij kan de LCD-display voorzichtig aan een kant worden opgetild. Vervolgens worden alle onderdelen op een bord in de volle zon een paar uur lang te drogen gelegd. Na een tijdje komt mijn zoon opgewonden te vertellen, dat de telefoon staat te springen. De vibrator is nu inder-

daad in volle actie en op het bord is het een herrie van jewelste. Helaas kan ik daaraan niets doen. Na een tijdje is de accu leeg en houdt de triller vanzelf op. Af en toe worden de delen omgedraaid om alles gelijkmatig te drogen. Intussen laad ik vast de reserveaccu op.

Na enkele uren schroef ik de telefoon weer in elkaar en zet de tweede, volle accu erin. Met enige opluchting constateer ik, dat alles weer als vanouds werkt. De vochtige accu kan echter nog niet worden opgeladen. Na aansluiting op het laadapparaat begint deze onmiddellijk weer te trillen. Kennelijk is het vocht op een goed verborgen plaats nog niet helemaal verdampt. Pas na enkele uren in de zon verdwijnt de trilling en kan ook deze accu weer helemaal opgeladen worden. De telefoon laat ik zelf na het opladen aanstaan, totdat de accu leeg is en laadt deze vervolgens weer op. Door de schakeling voortdurend in bedrijf te houden, blijft deze warm en verdampt de laatste rest water uit de behuizing. Deze procedure herhaal ik enkele dagen.

Doordat vrijwel alle contacten verguld zijn, is de kans op corrosie door zoet water vrij klein. Gewoon slootwater kan wat zweefstoffen bevatten, die al snel onder de kraan worden weggespoeld. Chloorwater uit een zwembad en frisdranken zijn al schadelijker en zout water of Cola zijn zelfs extreem agressief. Cola is zelfs bruikbaar om vastgeroest metaal weer te ontroesten. Het lijkt mij in zo'n geval nodig, de telefoondelen na demontage voor het drogen eerst grondig onder schoon kraanwater of douche te wassen. Daarbij dringt het water weliswaar tot in de laatste hoeken door, maar het is belangrijker, het zout en chloor te verwijderen. Het toevoegen van een reinigingsmiddel lijkt mij alleen zinvol, als er veel suiker in de frisdrank zit en de elektronica na de onderdompeling al een tijdje is gedroogd. Een reinigingsmiddel is vaak agressief en kan zelf ook schadelijk zijn. Men neme het alleen, als er een reden voor is.

De droogperiode moet na spoelen ook evenredig langer gekozen worden. In de volgende tabel staan de waardes voor de behandeling, die ik voor een mobieltje of andere

gelijkwaardige elektronica zou kiezen. Een eenvoudige fotocamera of radio zonder motoren kan dus met dezelfde procedure worden gered, maar voor een kamera, CD-speler met motoren of dure apparatuur zoals videotostellen lijkt mij een professionele reiniging aan te bevelen.

De tabel wordt hier basis van ervaring met elektronica, maar zonder recht op aansprakelijkheid gepubliceerd.



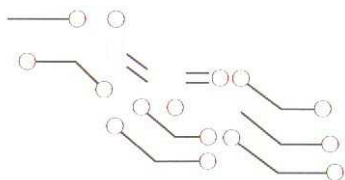
Tabel 1. Reinigingsprocedure voor eenvoudige elektronica.

<i>schade door:</i>	<i>zoet, schoon water</i>	<i>modderig slootwater</i>	<i>chloorwater (zwembad), bier</i>	<i>zout zeewater, frisdranken</i>
spoelen	niet nodig	kort afspoelen	1-5 minuten douchen	15 minuten douchen
drogen	3 uur zon	3 uur zon	4-6 uur zon	16 uur zon
ont-/opladen	3 dagen	3 dagen	1 week	2 weken

Daglichtafhankelijke verlichting en aanwezigheidsdetectie: volwassen techniek

Energiebesparing en energiezuinigheid zijn woorden die in Nederland de trend al lang voorbij zijn. Niemand kijkt nog op van dubbel glas, Hr-ketel of A-label; in de verlichtingstechniek is hoogfrequente TL-verlichting gemeengoed geworden. De afgelopen jaren hebben daglichtafhankelijke verlichting en aanwezigheidsdetectie hun intrede gedaan. Het lijkt er op dat ook deze technieken inmiddels volwassen zijn geworden.

ir. Jan W. Sijbrandij
Juli 2002
De auteur is werkzaam bij Van
Kempen Onderzoek & Advies te
Haarlem



Aanwezigheidsdetectoren (AWD) en daglichtafhankelijke lichtregelsystemen (DAV) zijn al jarenlang verkrijgbaar. Mede omdat de eerste systemen - zoals veel innovatieve ontwikkelingen - kinderziekten vertoonden en de investeringskosten relatief hoog waren, is het van een algemene toepassing nog niet gekomen. Inmiddels zijn echter beproefde en in de praktijk bewezen systemen in allerlei varianten beschikbaar.

In dit artikel nemen we daadwerkelijk een kijkje in deze praktijk en gaan we langs bij een aantal Nederlandse bedrijven en instellingen. We vragen de beheerders welke ervaringen ze hebben opgedaan met DAV en AWD en wat hun motieven waren om deze lichtsystemen te laten installeren. Aan de gesprekken werkten mee: het regiokantoor van de Rabobank in Almelo, het kantoor van de Nationale Postcode Loterij Nederland te Amsterdam, het ROC (Regionaal Opleidings Centrum) A-12 in Ede (Gld.), architectenbureau BEAR in Gouda, het ministerie van Buitenlandse Zaken te Den Haag, het magazijn van Douwe Egberts Theedivisie te Joure en tot slot het kantoor van de Nederland-

se Organisatie voor Energie en Milieu (NOVEM) in Utrecht.

Volwassen

Volwassen zijn betekent 'je nut bewijzen, zonder overal te willen scoren' en 'verantwoordelijkheid dragen'. Het betekent ook: 'redelijk zijn' en 'communicatief'. En misschien past 'het hebben van wat meer comfort' ook wel in dit rijtje. Het zijn aspecten die kenmerkend zijn voor de wijze waarop DAV en AWD in Nederland worden toegepast. Het bewezen nut is vooral terug te vinden in de besparingen die met DAV en/of AWD gerealiseerd kunnen worden. Duidelijk is dat systemen waarin DAV en/of AWD een rol spelen niet duurder hoeven te zijn dan conventionele systemen. Vooral in het geval van nieuwbouw of renovatie wegen de kosten op tegen de baten.

Bij het ROC A-12 werd het hoofd facilitaire zaken Dhr. Willemsen geattendeerd op de voordelen van DAV en AWD door zijn installateur. Willemsen: "Hij wees mij op de energiebesparingen die het voor ons op zou leveren. Met de daglichtafhankelijke verlichting zouden we 50 procent besparen en



De werkvloer van architectenbureau BEAR

Aanwezigheidsdetectie (AWD)

Is een manier om automatisch het licht te schakelen. Een sensor bepaalt of er iemand aanwezig is in de te verlichten ruimte. Bij aanwezigheid wordt het licht aan-ge-schakeld; ver-laat de per-soon de ruimte dan gaat na ze-ke-re tijd het licht uit.

Daglichtafhankelijke verlichting (DAV)

Als er daglicht in een ruimte binnen-valt, mag het licht best wat minder fel branden. Dat is het uitgangspunt van DAV. Een sensor meet de hoe-veelheid daglicht en past het kunst-licht hierop aan.

met de bewegingsmelders 15. Bovendien zou het de conciërge een hoop tijd schelen, want die hoeft dan 's avonds niet meer alle lokalen af te lopen om overal het licht uit te doen". De ervaringen die Willemsen heeft opgedaan met de DAV en AWD zijn dusdanig, dat voor de volgende nieuwbouw opnieuw bekeken wordt of DAV en AWD toegepast zullen worden. Daartoe worden in het bestek twee varianten doorgerekend: één met

DAV en AWD en één zonder: de voordeligste krijgt opnieuw de voorkeur.

Een ander terrein waar AWD en DAV zijn nut bewijst is bij de bepaling van de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC). Voor kantoorgebouwen geldt een wettelijk minimum van 1,6. Het toepassen van DAV en AWD kan een belangrijke bijdrage leveren om deze norm daadwerkelijk te halen. Directeur Reijnga van Architectenbureau BEAR bevestigt deze stelling: "Ik schat dat ons verlichtingssysteem de EPC-waarde met 0,2 à 0,3 punten heeft verlaagd, dat kun je niet gering noemen". Om dit te realiseren is er op de werkvloer een systeem van daglichtafhankelijke verlichting geïnstalleerd. In de minder frequent bezochte ruimten zijn aanwezigheidsdetectoren aangebracht.

Redelijk

Waar wel en waar niet toepassen? Moet op elke plek waar mensen en kunstlicht bij elkaar komen ook een aanwezigheidsdetector geïn-

stalleerd worden? - Vragen zoals deze blijken in de praktijk door de beheerder in alle redelijkheid te worden beantwoord. Hij laat zich daar bij graag ondersteunen door een adviesbureau dat gespecialiseerd is in energie en gebouwen. Per afzonderlijke ruimte bekijkt de beheerder of AWD nuttig zou kunnen zijn of niet. Zo worden kantoorgangen niet zondermeer uitgerust met detectors. De beheerder weegt af hoe veel verkeer er op de gang is en kijkt ook naar gevoelens van onveiligheid die er bij zijn collega's leven. Donkere ruimten vinden veel mensen domweg een beetje eng. En als er regelmatig mensen over de gang lopen dan kan het frequent aan en uit floepen van het licht irritatie veroorzaken in aangrenzende kantoorruimten. "We willen geen disco op de gangen" zegt Ronald Denekamp. Hij is stafid Facilitaire zaken bij NOVEM, een organisatie die zich sterk maakt voor de toepassing van AWD en DAV. Juist hier valt op dat er niet overal waar dat in principe mogelijk is, aanwezigheidsdetectors worden opgehangen. In alle redelijkheid wor-

den beslissingen ten aanzien van de toepassing van AWD en DAV overwogen. De financiële voor- en nadelen worden daarbij allerminst uit het oog worden verloren.

Luisteren

Redelijkheid en luisteren naar de behoeften van gebruikers is ook gewenst als het gaat over de afstellingen van de detectoren. Sommige aanwezigheidsdetectoren zijn namelijk in feite bewegingsdetectoren, afhankelijk van de gebruikte techniek. Signaleert een bewegingsmelder gedurende een zekere periode geen beweging dan gaat het licht subiet uit. De toilet-ruimte is een goed voorbeeld van een gebied waar op dit punt conflicten kunnen rijzen. Enerzijds is deze ruimte bij uitstek geschikt voor toepassing van AWD, anderzijds zitten sommige gebruikers hier langdurig stil, waardoor het risico bestaat dat de toiletbezoeker door plotselinge duisternis overvallen wordt. Even bewegen biedt dan soelaas, maar niet iedereen vindt het prettig. Bij de Nationale Postcode Loterij in Amsterdam kan er over gepraat worden met Len Sterk, werkzaam bij het gebouwmanagement: "Er kwamen collega's naar me toe die toch vonden dat het licht te snel uitging. We hebben toen in goed overleg besloten om de tijd wat ruimer in te stellen. Er zijn nu geen opmerkingen meer."

Ook Dhr. Peereboom, werkzaam bij het Ministerie van Buitenlandse zaken zoekt naar het juiste evenwicht tussen de wensen van collega's en de meest economische instellingen van de verlichting. "Niet té snel je oren laten hangen naar wat iemand wil..." luidt het devies in het Haagse, "...want als hier iemand een gele asbak krijgt,

dan wil de volgende week iedereen zo'n een dergelijk ding".

Een wellicht meer verheffend aspect van volwassenheid wordt aangesneden door Dhr. Oude Steenhof: morele verantwoordelijkheid. Oude Steenhof is onderdirecteur van het Rabobank te Almelo en in die functie betrokken (geweest) bij de installatie van het lichtstelsel. Waar zoveel geld bijeen ligt, valt al snel de term 'rentmeesterschap'. "Wij hebben al decennia lang het devies dat je goed om dient te gaan met de middelen die je ter beschikking staan...", doceert Oude Steenhof: "...noem het duurzaam bankieren of goed rentmeesterschap. Dat geldt bij ons uiteraard voor het geld, maar net zo goed voor de energie die we gebruiken." Onnodig het licht aanlaten past niet bij het beeld dat de Rabobank wil uitstralen naar zijn klanten. Een overweging die ook bij de Nationale Postcode Loterij en NOVEM nadrukkelijk gemaakt is.

Makkelijk

Soms is puur het toegenomen gemak voldoende om voor een AWD systeem te kiezen. In het keldermagazijn van Pickwick Thee in Joure bijvoorbeeld. Twaalf melders zorgen hier ervoor dat het licht vanzelf aangaat als de vorkheftruck binnenrijdt. "Niet langer in het donker zoeken naar de lichtknopjes, maar gewoon doorrijden: in één woord ideaal" aldus een tevreden Dhr. Knol van Pickwick.

Conclusie

Positief

De rondgang langs Nederlandse bedrijven levert een bijzonder

positief beeld op ten aanzien van aanwezigheidsdetectie en daglichtafhankelijke verlichting. Dit neemt niet weg dat er een aantal punten zijn die speciale aandacht vragen. Afstemming van de te kiezen techniek op de situatie van de gebruiker, is daarbij het sleutelwoord.

Wordt aan de voorwaarde van afstemming voldaan, dan volgt het succes vanzelf: energiebesparing en gebruikscomfort, gecombineerd met een acceptabele terugverdientijd.

Maar duidelijk is dat afstemming van AWD en DAV systemen op de specifieke eisen en omstandigheden tot succes leidt: energiebesparing en gebruikscomfort gecombineerd met een acceptabele terugverdientijd. (zin loopt niet lekker) -Kortom, de tijd is gekomen om de mogelijkheden en de voordelen die aanwezigheidsdetectie en daglichtafhankelijke verlichting bieden, maximaal te benutten.

Maar duidelijk is dat afstemming van de AWD en DAV systemen op de specifieke eisen en omstandigheden tot succes leidt: energiebesparing en gebruikerscomfort gecombineerd met een acceptabele terugverdientijd. In vele projecten is nu aangetoond dat AWD en DAV volwassen technieken zijn die goed werken.



Alcatel AMS 200 : Production ICP Etch Tool for multiple MEMS/MOEMS applications

Deep Dry ICP plasma etching is becoming more and more accepted as the costs for production are decreasing while the number of circuits per inch is increasing. Another very appreciated advantage is that, in most cases, also the electrical and mechanical performances are improved. Last but not least, a deep dry ICP plasma etcher can easily be implemented in a semiconductor production line.

The Micro Machining Systems (MMS) product group, a business unit of Alcatel Vacuum Technology (AVTF) headquartered in Annecy France has a well established background in production Fab's with its RIE equipment and for this reason it was without any doubt that Alcatel focused on the manufacturing of a MEMS production tool instead of a versatile R&D tool.

Alcatel started to look for possibilities to enhance the capabilities of deep dry ICP silicon etch processes in order to extend the limits of micro fabrication to further meet the needs of MEMS manufacturers.

Alcatel started to look for possibilities to contribute to further development in the field of deep etching technology. The list of potential partners was quite long, but 2 companies were bold printed. The first one, the German Robert Bosch GmbH as the inventor of the so called "Bosch process" but also as a large manufacturer of MEMS for automotive applications. The second German partner was PerkinElmer Optoelectronics as one of the first sites running MEMS in production. A very fruitful relationship was built between the three industrial European partners, in which the expertise, creativeness and knowledge of each organization were melted together in order to achieve the common goals.

Peter Dijkstra
Alcatel Micro Machining Systems
Peter.Dijkstra@avt.alcatel.nl
Acknowledgements
Bosch : Mrs. Andrea Schilp
PerkinElmer: Dr. Martin Hausner
Alcatel : Mr. Michel Puech

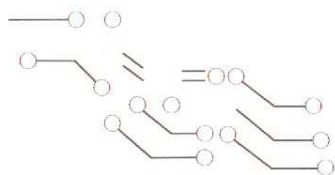


Fig. 1: AMS 200

The I-SPEEDER Project

The 5th Framework Programme for RTD&D, funded by the European Commission, offered the SEA -Semiconductor Equipment Assessment Project which matched perfectly with Alcatel's develop-

The "I-SPEEDER" Project Objectives

The improved equipment performance was targeted to achieve:

- Very High silicon etch rate
- Vertical profiles
- High selectivity to mask
- Very good uniformity of Si etch

- Good uniformity of mask erosion
- High reliability of equipment

The process technology underlying this prototype assessment is the patented Bosch process that is widely used nowadays in ICP for the anisotropic deep reactive ion etch (DRIE) of silicon at room temperature. In DRIE, a thin fluo-carbon polymer film is used for sidewall protection within sequential deposition/etch cycles.

Results of the “I SPEEDER” prototype assessment

The prototype assessment work was performed on the Alcatel 601E with Bosch and PerkinElmer silicon 150 mm wafers with different structures. Lower SEM

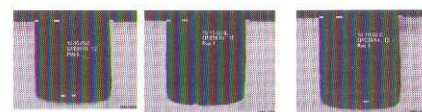
Profiles are vertical, silicon etch uniformity is $\pm 3\%$ and selectivity to resist masks is higher than 150:1. Under these process conditions selectivity to thermal oxide is above 450:1.



a) wafer flat b) centre c) opposite flat

Fig. 4: 100µm trenches on Bosch wafers (etch rate 8,5 µm/min)

The implementation of first hardware and software upgrades into the Alcatel 601E prototype tool leads to enhanced etch performances and extremely high silicon etch rates of $>13\mu\text{m/min}$ without any negative impact on profiles, selectivity and etch uniformity (Fig. 5).



a) wafer flat b) centre c) opposite flat

Fig. 5: 100 µm trenches on Bosch wafers (rate 13,2 µm/min)

Hardware upgrades have been installed in order to explore new process regimes in the direction of higher gas flows and process pressures as well as higher RF energies for the ICP power supply. The installation of the new Alcatel patented software for process pressure regulation leads to a pressure management, which is independent of gas flows. Therefore, even a lower C_4F_8 flow during the deposition steps results in a higher deposition efficiency, which means that the etch step can be more “aggressive” without extension of deposition cycle times. All upper described developments, process and hardware, have lead to the new Alcatel deep dry ICP plasma etcher named: AMS 200

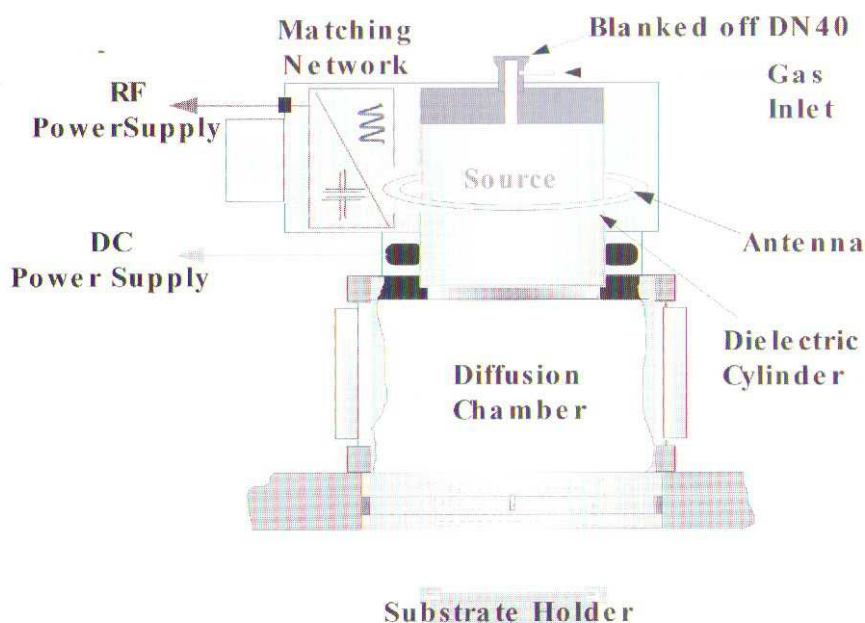


Fig. 2: Schematic view of Alcatel process module

Figure 2 illustrates the construction of the process module itself. The excitation area is composed of the ICP plasma source with a gas inlet on top. The chamber below this ICP source is a diffusion zone. In this area homogeneous plasma is formed from the high density source down to the substrate. The inductively coupled plasma source consists of a dielectric cylinder with a coil (antenna) around it for the ignition of high density plasma inside the chamber. A matching network adjusts the impedance of the RF generator output to the plasma.

picture show the results, based on standard Alcatel 601E hardware.

Silicon etch rate has been increased from initially $5\mu\text{m/min}$ to more than $8\mu\text{m/min}$ (Fig. 4).

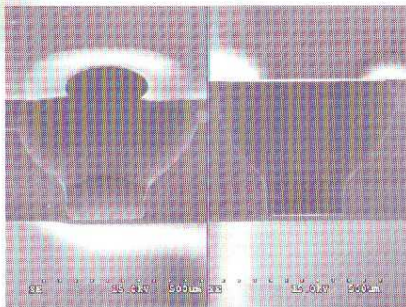
Fig. 3: SEM picture of Bosch logo



Multiple Applications

The AMS 200 etch tool is a reliable, easy to access and production etcher, however it is also a system that can easily be fine tuned to all different type of MEMS/MOEMS applications that are started up by many innovative companies.

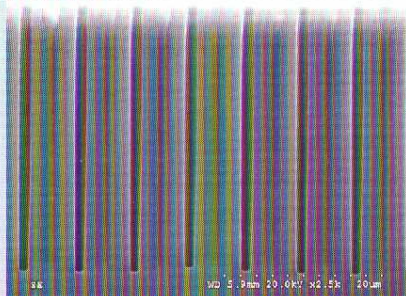
Application: Fiber Positioning
Market: Telecom
Process: Intentional Isotropic



Application: Ink reservoir
Market: Ink-jet printer head
Process: Ultra high etch rate



Application: Power Devices
Market: Integrated capacitors
Process: High Aspect Ratio



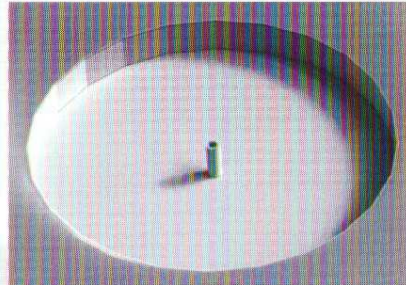
Application: Accelerometers
Market: Automotive
Process: notch free SOI



Application: Gyroscopes
Market: Automotive
Process: Controlled ARDE



Application: Lab on Chip
Market: Biomedical
Process: high etch rate



Conclusions

The AMS 200 system with its high degree of component integration has proved to be equipment with very user friendly access to the process chamber with an extremely small footprint. It has demonstrated good equipment reliability metrics under varied assessment conditions with an:

- MTBF > 144 hrs
- MTTR < 3 hr
- Uptime > 93%

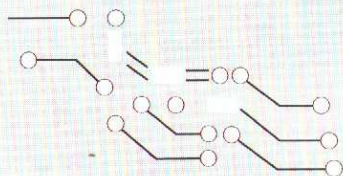
The Alcatel Deep Dry ICP Etching System process performances and equipment reliability have already made it possible for multiple applications to be transferred from R&D into a production environment. The AMS 200 will now add a new dimension to plasma etch technology in terms of throughput which is unparalleled in the world today.



Elekta Professional 2.0

Knowledge-Based System for Electronics

We hebben een interessante CD-ROM toegestuurd gekregen van Stephan Weber. Het gaat hierbij om een encyclopedie voor de elektronicus. Het systeem bevat naast allerlei uitleg en voorbeelden ook interactieve voorbeelden en aanvullende hulpmiddelen, waaronder PSpice, APLAC en Spice.



De CD-ROM Elekta Professional 2.0 is verkrijgbaar in zowel de Duitse als de Engelse taal. We hebben gekozen voor de Engelse versie, omdat deze taal in Nederland beter wordt begrepen en breder wordt ondersteund. De CD levert met de interactieve voorbeelden en aanvullende tools meer

van routinematige taken tot aan het geven van geavanceerde en complexe oplossingen.

Het systeem functioneert volledig onder Windows en voldoet aan alle daarvoor bestemde voorwaarden. Het is eenvoudig en snel te bedienen en laat zich makkelijk en comfortabel installeren. Elk hoofdstuk bevat voorbeelden en biedt mogelijkheden tot discussies. Daarnaast zijn meer dan 200 Internet adressen en links opgenomen van fabrikanten, verkooporganisaties, evenals software en shareware providers en distributeurs. Ook worden praktische oplossingen geboden voor problemen die te maken hebben met ruis en simulatie.

Het programma wordt gekenmerkt door een gebruikersvriendelijke grafische interface en laat zich diensgevolge eenvoudig bedienen. Het is feitelijk een encyclopedie van de elektronica en bevat

ELEKTA

Bestand Bewerken Bladvijzer Wiskunde Opties Help

Inhoudsopgave Index Alkullen <> Overview Copy Tools Apprains Exit

Common Collector Stage

In common collector stage (also called emitter follower, common drain stage or source follower for FETs) the collector is the common terminal. Emitter followers are often used as impedance transformers in output stages on account of their low output resistance and often in push-pull configuration in power amplifiers (circuit diagram).

Typical data :

Voltage gain G_V	0.9...0.998
Current gain G_I	10...1000
Input impedance R_{in}	1k Ω ...1M Ω
Output impedance R_{out}	0.1 Ω ...100 Ω
Bandwidth f_b	1MHz...1GHz

The voltage gain is:

$$G_V = g_m R_L / (1 + g_m R_L) \quad \text{where } g_m = I_C / V_T$$

The current gain is $\beta + 1$. The output impedance is approximately:

$$Z_{out} = 1/g_m + R_E / (\beta + 1)$$

For the input impedance:

$$Z_{in} = (\beta + 1) R_E$$

Since β and R_E are complex for a capacitive load, this can cause an emitter follower to oscillate:

$$Z_{in} = \beta (j\omega C) / (1 + j\omega C R_E) = -j\omega C R_E$$

This tendency to oscillate can be damped by introducing a base series resistance between 5 and 50 Ω . Z_{in} is high for low frequencies, often much higher than the resistors used to set the bias point. Bootstrap is implemented fairly often on account of this.

dan een gedrukte versie van de elektronica encyclopedie. Het werk geeft inzicht in de elektronica aan de hand van tutorials over honderden onderwerpen tot en met Spice simulatie. En van eenvoudige basis engineering berekeningen tot aan geavanceerde mathematische/wiskundige formules geeft de CD inzicht in de materie en biedt daarmee een snelle hulp en voorziening voor het realiseren

Help-onderwerpen: ELEKTA

Inhoudsopgave Index Zoeken

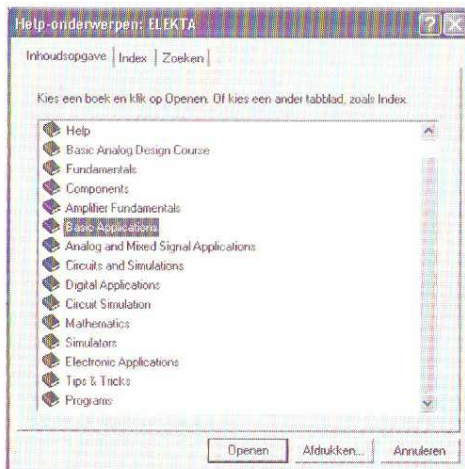
1. Typ de eerste letters van het woord dat u zoekt

ERP

2. Klik op de gewenste indexvermelding en vervolgens op Weergeven

- Emitter
- Emitter Follower
- EMV
- Energy Band
- Energy Band Model
- Enhancement Mode
- ENR
- EPPROM
- Equipment
- Equivalence
- Equivalent Current Source
- Equivalent Voltage Source
- erell
- erfc
- ERP
- Error
- Error Function

Weergeven Afdrukken Annuleren



interactieve voorbeelden en aanvullende gereedschappen, waardoor de inhoud beter aansluit op de huidige behoefte en de informatie die men als gebruiker ontvangt meer is dan die in een boek beschikbaar komt. Er zijn honderden onderwerpen beschikbaar, compleet met SPICE-simulaties, lopende vanaf eenvoudige basiskennis en berekeningen tot aan geavanceerde wiskundige functies. Het programma is dan ook bestemd voor routinematige als geavanceerde elektronicataken.

Elekta is volgens de Windows-protocollen opgebouwd en beschikt over helpbestanden die met

enkele muisklikken zijn aan te roepen. Deze helpbestanden assisteren de gebruiker bij uiteenlopende vragen, zoals achtergrondinformatie over elektronische onderwerpen, compleet met voorbeelden. Tevens levert het utility programmaschermen om ontwerp gerelateerde berekeningen uit te voeren. Het biedt bovendien engineering ondersteuning om een project te starten en het assisteert de

gebruiker tijdens de ontwikkeling van een geavanceerde schakeling, compleet met simulatie. Verder bevat het programma hulpmiddelen om de schakeling op te zetten en te simuleren met gebruikmaking van SPICE of andere simulatieprogramma's.

Ten opzichte van de eerste versie is er een aantal verbeteringen aangebracht. Zo biedt ieder hoofdstuk voorbeelden en de mogelijkheid tot discussie. Beschikt het programma over meer dan 200 Internet adressen en

links naar belangrijke elektronica sites. Levert het programma praktische probleem oplossingen die gerelateerd zijn aan ruis en simulatie. Het beschikt over een uitgebreide informatie over analoge technieken en geeft de voorzieningen om zich te verdiepen in bijvoorbeeld audioversterkers, PA-ontwerp en SPICE. Tenslotte zijn ge-update versies op de CD van PSPICE, APLAC en SPICE.

Related topics

[Boolean Algebra](#)
[Hardware Description Language](#)
[Basic Logical Functions](#)
[Binary Numbers](#)
[Logic Families](#)
[Basic Digital Functions](#)
[Basic Digital Applications](#)
[Programmable Logic](#)
[Digital Systems](#)
[Digital Design Bibliography](#)

Literature

[Related Literature](#)

Kortom een aanrader voor iedere elektronicus.

ELEKTA

Bestand Bewerken Backup Win-Utility Opties Help

Inhoudsopgave Index Voorge Afdrucken << >> Overview Copy Tools Afpnotate Exit

Operational Amplifiers

An operational amplifier (op amp) is a differential amplifier with two high-impedance inputs, a low-impedance output and very high gain. Broken down, the circuit usually has a differential pair at the input followed by a voltage amplifier stage and finally the output stage (circuit diagram).

In contrast to many other amplifiers, an op amp is designed for universal applications, with its characteristics in each application determined by the feedback network.

Due to the large voltage gain, it can be assumed that the differential input voltage is always very low, as long as the amplifier is not being overdriven. Since the input impedance is also relatively large, the input current is also practically zero. This allows for simple dimensioning.

Inverting as well as noninverting amplifiers are possible with a differential amplifier. In the former, the + input is grounded and the - input is characterized by the virtual zero. The noninverting amplifier has the advantage of very high input impedance and is also called an electrometer amplifier.

Nonlinear circuits such as comparators or Schmitt triggers are also often realized using op amps. There are many special amplifier ICs for these applications. Op amps are produced nearly exclusively as integrated circuits nowadays; hybrid circuits are used only at very high frequencies or power.

Important Characteristics	Typical Values	
	(Bipolar op amp)	(FET op amp)
Differential Gain	1E5 (120dB)	1E5 (100dB)
Input impedance	50kΩ	1TΩ
Output impedance	10Ω	10Ω
Gain bandwidth product	1...100MHz	3...100MHz
Common mode rejection	80...100dB	60...80dB
Slew Rate	1...100V/μs	3...300V/μs
Offset voltage	10μ...3mV	0.2...10mV
Bias current	10n...1μA	10f...1pA
Voltage noise	1n...4nV/√Hz	4n...20nV/√Hz

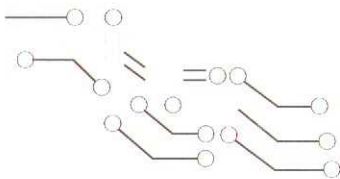
There are a great variety of different types available, from simple universal amplifiers up to high precision components. Other important characteristics are current consumption, supply voltage range, the output voltage range, the driver capability, the drift of the offset, etc. Op amps with especially low drift are realized as chopper amplifiers.



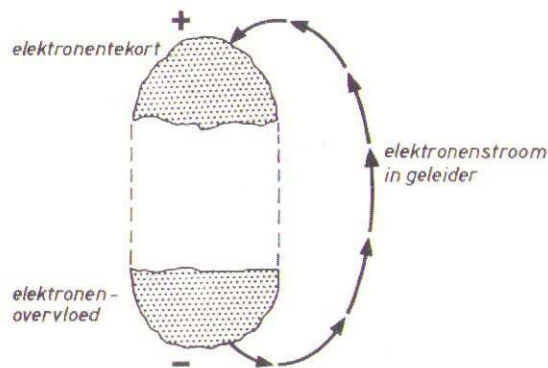
Grondslagen van de elektrotechniek,

deel 2

In de vorige aflevering zijn we ingegaan op een aantal elementaire basisbegrippen. We vervolgen deze inleiding met begrippen als elektrische stroom, geleiders, isolatoren, halfgeleiders, spanning, stroomampere en ohm.



In de elektriciteitsleer kennen we daarvoor de symbolen - en + . Doordat gelijksoortige ladingen, in dit geval elektronen, elkaar afstoten, zullen ze de neiging hebben, van een plaats met — lading naar een plaats met + lading te gaan, zie afb. 2.



Afbeelding 2

Elektrische stroom

Elektrische stroom is niets anders dan een hoeveelheid zich verplaatse elektronen die gaan van een plaats met een overvloed aan negatieve lading naar een plaats met een tekort, mits er tenminste een weg is, waarlangs ze zich kunnen verplaatsen, bijvoorbeeld een draad van zogenoemd geleidend materiaal (metaal draad). De elektronenstroom gaat dus van - naar +. Hier stuiten we op een vreemde zaak; de meesten van U zullen wel eens hebben gehoord, dat elektrische stroom van + naar -

loopt: in de omgekeerde richting dus. In feite maakt het voor de elektriciteitsleer niets uit; het resultaat is precies hetzelfde. In het eerste geval hebben we het over een negatieve lading, die van een negatieve plaats naar een positieve gaat; in het tweede geval over een positieve lading die van een positieve plaats naar een negatieve gaat. Resultaat is in beide gevallen, dat de positieve plaats minder positief en de negatieve minder negatief wordt.

Dat we volgens afspraak stroom van + naar - laten vloeien, is een

overblijfsel uit de historie. Men wist in vroegere tijden nog niets van elektronen af en merkte alleen dat er een of andere ladingverplaatsing aan de gang was. Men voerde toen de begrippen + en - in, maar paste ze helaas net omgekeerd toe als volgens de latere elektronenleer logisch was geweest. Meestal nemen we een stroomrichting aan van + naar -, we spreken dan van de *conventionele stroomrichting*. Spreken we echter van de *elektronen stroomrichting* dan gaat deze van - naar +.

Elektrische stroom verplaatst zich evenals licht met een enorm hoge snelheid, ongeveer 300.000 kilometer per seconde.

Het grappige is, dat het niet de elektronen zelf zijn, die zich zo snel bewegen. Doen we het licht aan, dan duurt het uren, voor de elektronen in de schakelaar uiteindelijk de lamp bereikt hebben. We zouden dat kunnen vergelijken met een zaal vol mensen. Iemand aan de ene zijde geeft zijn buurman een por en zegt: 'doorgeven'. Die opstopper is in no time aan de andere kant van de zaal aangekomen, hoewel iedereen nog op zijn plaats staat. Een verschil is, dat elektronen zich nog enigszins vooruit bewegen, maar dus allerm minst met die snelheid van 300.000 km/s, zoals de elektrische stroom.

Geleiders, isolatoren, halfgeleiders

Wat eerder gesteld is: niet alleen een atoom staat zomaar los, maar het kan ook opgenomen worden in een stof. Dat is in het bijzonder niet het geval voor de atomen van stoffen, die we isolatoren noemen. Weliswaar bestaan de atomen van isolatoren ook ieder uit een kern, waaromheen elektronen cirkelen, maar ze vormen met die kern een onverbreekelijk geheel. Kijken we nog even naar afb. 1, dan zien we de opbouw van een willekeurig atoom: de kern met de in banen eromheen draaiende elektronen. In feite draaien de verschillende elektronen niet altijd hetzelfde baantje, maar kunnen ook van koers veranderen. Hun afstand tot de kern verandert echter niet, zodat

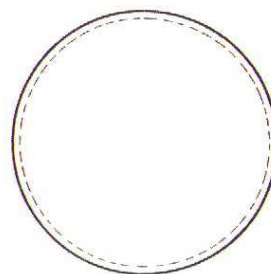
we zouden kunnen zeggen, dat ze zich in een bepaalde 'schil' bevinden. De atoomfysica spreekt dan ook inderdaad van schillen. In zo'n schil kunnen zich één of meer elektronen bevinden. Het bijzondere van een geleider, een stof dus die gemakkelijk elektrische stroom doorlaat, is nu, dat zich in de buitenste schil slechts één of enkele elektronen bevinden. Hiervan blijkt er vrij gemakkelijk één los te raken uit zijn schil en zijn atoom te verlaten. Het is op dat moment een vrij elektron geworden, en zorgt samen met de andere vrije elektronen ervoor, dat het materiaal stroom kan geleiden. Dat in tegenstelling tot de zogenaamde gebonden elektronen in de meer naar binnen gelegen schillen. Is echter het atoom zo opgebouwd, dat de buitenste schil meerdere elektronen bevat, dan blijken die elektronen veel moeilijker of helemaal niet van hun kern los te kunnen komen, en is er sprake van een materiaal dat elektrische stroom slecht of helemaal niet geleidt.

Welke stoffen kunnen we onder geleiders rangschikken? Dat zijn op de eerste plaats alle metalen, in meerdere of mindere mate. Voorts zijn dat verschillende vloeistoffen en koolstof.

Het geleidingsvermogen verschilt van stof tot stof. Zilver is de beste geleider die we kennen; koper, goud en aluminium zijn eveneens zeer goed, maar ijzer is al een veel slechtere. Voor draad en kabel zouden we dus het beste zilver kunnen gebruiken, maar vanwege de kostbaarheid van dat materiaal past men overwegend koper toe.

In de radio- en tv-techniek past men snel van richting wisselende stromen toe, zogenaamde hoogfre-

quent stromen. Deze hebben de neiging alleen langs het oppervlak van de geleider te gaan en niet dieper in het materiaal. We kunnen in dat geval dus volstaan met een goedkoper materiaal als geleider en dat verzilveren. Zie ook afb. 3. Niet-geleidende stoffen of isolatoren zijn bijvoorbeeld glas, mica, steen, porselein, rubber en plastic. Ook hier geldt weer, dat de ene stof beter isoleert dan de andere.



Afbeelding 3

Naast geleiders en isolatoren kennen we ook nog halfgeleiders. Dit zijn geen stoffen, die, zoals de naam doet vermoeden, qua geleidingsvermogen zo'n beetje tussen geleiders en isolatoren instaan, maar stoffen die zich onder normale omstandigheden als isolator gedragen. Onder invloed van bepaalde verontreinigingen en uitwendige factoren, zoals een elektrisch of magnetisch veld, licht of temperatuursveranderingen kunnen ze echter min of meer geleidend worden. De bekendste halfgeleidermaterialen zijn germanium, silicium en selenium.

Hierboven noemden wij de mate van geleiding van diverse stoffen. In de praktijk gebruiken we het omgekeerde, namelijk de weerstand die een stof biedt aan de stroom. Is de weerstand groot dan kunnen de elektronen zich maar moeizaam voortbewegen en wordt de stroom kleiner.

Contactloze hoekopnemer

Onlangs werd door FSG de contactloze hoekopnemer MR1023 gelanceerd. Het betreft hier een zeer nauwkeurige magnetoresistieve sensor, die zonder bewegende delen of aftast-schijven werkt. De geveer is m.n. ontwikkeld om op zwaar trillende en vochtige omgeving ingezet te worden. De sensor is ondergebracht in een IP68 gesloten behuizing van aluminium met een asdiameter van 10 mm. De MR1023 genereert een sinus/cosinus signaal, wat van de magneetveldrichting van de met het meetobject meedraaiende permanente mag-



neet afhankelijk is. Middels een speciaal IC wordt dit sin/cos signaal naar een analoog 4-20mA of digitaal (CAN open) signaal omgezet. De aanwezige microcontroller draagt zorg voor de linearisering middels correctietabel, de berekening van een aan te geven nuloffset alsmede de foutcorrectie. De lineariteit van de sensor is beter dan $\pm 0,2\%$. De maximale hoek bedraagt 360 graden en het oplossend vermogen is beter dan 0,05° of 12 bit, digitaal gezien. De voedingsspanning mag liggen tussen 18...33 Vdc. Fabrikant: Fernsteuer-geraete (FSG) Berlijn, Importeur voor de Benelux: Hartogs BV, Rotterdam.

Multisim 7 en Multicap 7

Electronics Workbench introduceert Multicap 7 en Multisim 7, schema-teken- en simulatiesoftware voor het ontwerpen van schakelingen voor printed circuit boards (PCBs). Voor degenen die schema's ontwerpen zonder simulatie, biedt Electronics Workbench nu Multicap 7. Het is een programma voor alleen schematekenen als invoer voor simulatie of PCB-ontwerp. Multicap's gebruiksvriendelijkheid is het resultaat van de aandacht voor het optimaliseren van de handelingen die het meest herhaald

moeten worden tijdens schema'invoer. De innovaties van Multicap 7 omvatten: modeless (niet meer schakelen tussen plaatsen onderdelen en bedraden), autowiring (klik op twee pin-nen en Multicap maakt de verbinding), snel en efficiënt onderdelen plaatsen vanuit de logisch ingedeelde onderdelenbakken, rubberbanding bij het verplaatsen van onderdelen, de bus vectors (waarmee u bussen met een breedte tot 128 in één stap kan maken) en een geïntegreerde databank waardoor ieder ontwerp – met één klik – gelijk gesimuleerd kan worden of direct naar PCB-design overgebracht kan worden.

Multisim 7 is een krachtige simulatie-tool waarmee de professionele ontwerper schakelingen kan testen en corrigeren voordat ze verder in het ontwerpproces aan het licht komen, resulterend in hoge kosten. Multisim heeft een volledige geïntegreerde versie van Multicap, waardoor het een tool is voor het creëren en het direct simuleren van schakelingen. Multisim is een populaire SPICE simulator en biedt goede mogelijkheden waaronder gepatenteerde co-simulatie van SPICE, VHDL, Verilog en RF. Het is de enige simulator waarmee u tijdens de simulatie wijzigingen in de schakeling kan aanbrengen en beschikt over virtuele meetinstrumenten. Multisim 7 bouwt hierop voort met innovatieve features. Enkele zijn: wizards voor het automatisch genereren van filters en 555 timers, Spice model makers, integratie met National Instruments Labview voor het vergelijken van simulatie resultaten met gemeten signalen, Simulation Advisor, nieuwe instrumenten zoals een vierkanaals oscilloscoop, frequentiemeter en nieuwe analyse-mogelijkheden waaronder I-V grafieken en 3dB punt. Electronics Workbench, Naarden.

Toegangscontrole
PB Security HV is exclusief verkoper



voor Nederland de verkoper van het professionele toegangssysteem van de 'AC 3'. Met AC 3 nu het standaard licht PB Security zijn

product waarmee de meest veeleisende toelatingssysteem met de meest veeleisende klanten worden opgelost. De huidige oplossing van de 'AC 3' (AC 3) is een combinatie van een licht- en een elektronisch systeem. Het is een combinatie van een licht- en een elektronisch systeem. Het is een combinatie van een licht- en een elektronisch systeem.

Integrated Surface Mount LEDs

BivarOpto announces their all-new (patented and patents pending) SMPT Series of Surface Mount LED devices exclusively designed to accept the company's patented Flexible Light Pipes (FLP Series), creating a new design and installation style that eliminates the need for through-hole PCBs typically required for installation of light pipes. The SMPT Series significantly expands the benefits of using Bivar's original award-winning FLP series, which introduced a two-piece flexible light pipe system capable of transmitting the light from an LED to a display panel up to 100m [328'] away. While the original FLP series provided an adapter for use with surface mount (SMD) LEDs, the adapter still required through-holes in the PCB for mounting purposes. The SMPT Series eliminate not only the need for PCB through-holes, but also the costly secondary post-reflow operations by integrating the adapter and LED into a single surface-mountable package that is compatible with all



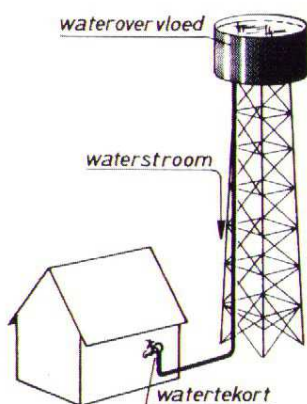
modern, automated pick- and- place equipment. Each module can be used as an individual full color pixel in fixed or moving messages, providing the designer with a brilliant LED display capable of being extended from 2.5" to 100m (328 feet) via the FLP mono-fiber. The SMPT Series incorporates the same leadframe and footprint as BivarOpto's Pix-Tek™ Series and is available in all standard colors including RGB. The modules are encapsulated in 94V-O polycarbonate, which provides strength and rigidity,

Wordt vervolgd op pagina

Spanning en stroom

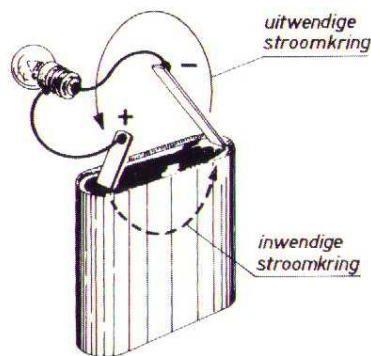
Hoe ontstaat een elektrische stroom? We hebben gezien, dat stroom een zich verplaatsende menigte elektronen is, die vloeit van een plaats met een overschot aan negatieve lading naar een plaats met een tekort. We kunnen bij het verklaren van elektrische verschijnselen veel gemak hebben van een vergelijking met de waterleiding. In het pompstation pompen we het water naar de tank boven in de toren. De kraan van de gebruiker is via een leiding aangesloten op deze tank. Door het hoogteverschil tussen kraan en tank ontstaat er druk in de kraan en zodra we deze openen stroomt het water eruit. Hoe groter het hoogteverschil, hoe groter de druk' en hoe sneller het water stroomt. Zie afb. 4. Behalve door het hoogteverschil wordt de hoeveelheid uitstromend water ook nog bepaald door de 'weerstand' van de leiding en de kraan (wrijvingseffect). Is die weerstand hoog (dunne pijp en/of nauwe kraan) dan zal de water-stroom maar gering zijn. Maakt men echter het hoogteverschil (druk) groter, dan neemt de waterstroom toe. In overeenstemming met dit voorbeeld verstaan we onder elektrische spanning het spanningsverschil tussen twee

Afbeelding 4



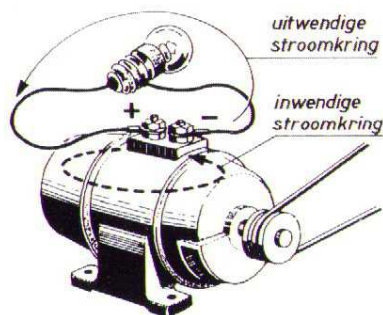
plaatsen met respectievelijk een overvloed en een tekort aan elektronen.

Een dergelijk spannings- of potentiaalverschil kunnen we bijvoorbeeld teweegbrengen langs chemische weg, zoals in een batterij, waar chemische energie wordt omgezet in elektrische, of met behulp van een dynamo, waarin we mechanische energie omzetten in elektrische, zie afb. 5 en 6. In afb. 5 is de beweging van de elektronen in de draden en het lampje (het uitwendige stroomcircuit) gericht van de min- naar de pluspool van de batterij; binnen de batterij zelf echter gaat de elektronenstroom van + naar -.



Afbeelding 5

Afbeelding 6



Volt

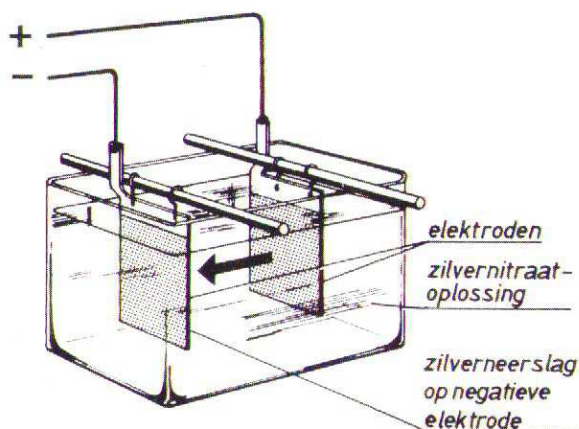
Elektrische spanning kan verschillende waarden hebben, van een nauwelijks waarneembare of zelfs

meetbare tot dodelijke. We meten de grootte van een spanning in volts, ontleend aan de naam van de Italiaanse onderzoeker Volta.

Zodra er dus sprake is van een spanningsverschil tussen twee punten en tussen die punten bevindt zich een geleider, dan vloeit er gedurende kortere of langere tijd een stroom, die echter stopt, zodra het spanningsverschil is opgeheven, doordat de negatieve lading de positieve heeft gecompenseerd. Wil die stroom blijven vloeien, dan hebben we meer nodig. Er moet dan sprake zijn van een kringloop, waarbij die stroom voort-durend rondgepompt wordt. Ook hier gaat weer de vergelijking met de waterleiding op. Zetten we de kraan open, dan vloeit het water via de afvoer en het riool naar de rivier, vandaar naar zee, wordt daar door de zonnewarmte verdampt, komt in de vorm van wolken weer het land in en slaat daarop als regen weer neer. Het dringt in de grond, het pompstation in de watertoren brengt het weer in de tank en de kringloop is via de waterleiding gesloten. Zo kent ook elektrische stroom, die permanent vloeit, een gesloten kring: van de centrale naar de gebruiker via de ene draad in de kabel, en terug via de andere. Het is in sommige gevallen zelfs mogelijk, dat de aarde zelf als retourleiding gebruikt wordt. In formules wordt de spanning aangegeven met U .

Ampère

Zoals we voor de eenheid van spanning de volt kennen, zo bestaat voor de eenheid van stroomsterkte de ampère, afgekort A, alweer naar een natuurkundige genoemd, ditmaal een Fransman. De definitie van de ampère stamt uit de begintijd van de wetenschap



Afbeelding 7

van de elektriciteit. Al vrij vroeg ontdekten men, dat stroom, geleid door een bak met een chemische oplossing, stoffen uit die oplossing kon doen neerslaan op een der elektroden. De oplossing bestond in dit geval uit zilvernitraat, en daarin hingen twee zilveren strippen, waarop een stroombron werd aangesloten, zodat er een elektrische stroom liep van de ene strip naar de andere. Langzamerhand sloeg zilver uit de oplossing, ook wel elektrolyt genaamd, neer op de negatieve strip, die we wetenschappelijker aanduiden als kathode. De positieve elektrode bestaat bij dit proces ook uit zuiver zilver, en deze noemt men anode. Hoe langer de stroom vloeit, en hoe sterker hij is, hoe meer zilver wordt neergeslagen. Als er nu per seconde precies 1,118 milligram zilver neerslaat, is de stroomsterkte volgens afspraak 11 ampère. Dat vreemde getal is ontstaan, omdat voordien nog andere definities werden gebruikt, die men niet zonder meer wilde laten vallen. In de praktijk en vooral in de praktijk van de elektronica, blijkt 1 ampère een onhandige grote maat te zijn; het is dan handiger te rekenen met het duizendste of het miljoenste gedeelte daarvan, respectievelijk de milli-ampère

(mA) en de micro-ampère (μA). In formules wordt stroom aangegeven met I .

Behalve voor vaststelling van een bepaalde stroomsterkte kan het boven beschreven proces ook worden toege-

past om een metalen voorwerp te bekleden met een laagje van een ander metaal. De grootste toepassing is het aanbrengen van een laagje zink of chroom op ijzeren voorwerpen, die anders zouden roesten. Men noemt dit 'galvaniseren'.

Ohm

Bij een circuit als afb. 5 heeft de batterij een zekere spanning U tussen de + en - pool, bijv. 4,5 volt (4,5 V). Gaan we nu het lampje aansluiten dan zal er een zekere stroom I lopen, bijv. 0,1 ampère (0,1 A). Deze stroomsterkte wordt, evenals bij het watervoorbeeld, bepaald door de grootte van de spanning en de weerstand die de gloeidraad van het lampje aan de stroom biedt. Die weerstand R drukken we uit in Ohm (spreek uit 'oom'). Met een eenvoudige formule, waarop we later terugkomen, kunnen we die weerstand berekenen. Deze formule luidt:

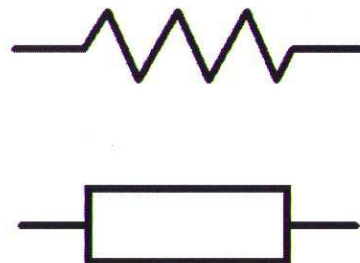
$$R = \frac{U}{I}$$

Vullen we nu bovenstaande waarden van U en I in, dan krijgen we:

$$R = \frac{4,5V}{0,1A} = 45\Omega$$

meestal geschreven als 4,5 Ω .

In schema's tekent men een weerstand als een zigzaglijn (afbeelding boven, Amerikaans) of als een rechthoek (afbeelding onder, Europees).



Spanningsbronnen

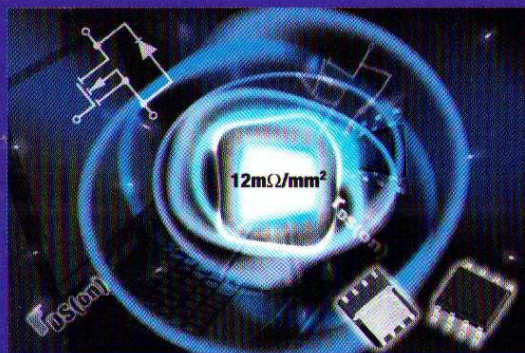
De oudste manier om een spanningsverschil tussen twee punten te verkrijgen is het opwrijven van barnsteen, of het wrijven met een kattevel langs een glasstaaf. Hoewel daarbij hoge spanningen kunnen ontstaan, wat blijkt uit het geknetter dat hierbij hoorbaar wordt, beschikt een dergelijke stroombron maar over een uiterst geringe energie, waar we praktisch niets mee kunnen uitvoeren.

We beschikken tegenwoordig over betere constructies. Daar hebben we in de eerste plaats de zgn. elementen, die stroom leveren via een chemische omzetting. We onderscheiden de galvanische elementen, ook wel primaire elementen, die we moeten weggoien als ze uitgeput zijn geraakt en de accumulators, beter bekend als accu's, ook wel secundaire elementen genaamd. Deze accu's hebben de prettige eigenschap, dat we ze weer kunnen opladen als hun elektrische energie verbruikt is.

allowing press-fit installation of FLPs. The SMPT Series provides a new design methodology for a wide variety of applications, including status indicators for office equipment, industrial controls, scientific and medical displays, cPCI-based systems and telecommunications. Provided on tape and reel in quantities of 500, this innovative configuration complements all surface mount device (SMD) assembly processes and automated insertion plant equipment. The SMT-based housing measures only 0.218" diameter, within the industry-standard SMT footprint. Height is less than 0.296". The housing, while primary light transmission is directed through the FLP to its destination, also illuminates in the LED color, providing an easily locatable source at board level.

TrenchFET Gen II Power MOSFET Technology: N-Channel

A next-generation TrenchFET technology yielding devices that redefine the state of the art for power MOSFETs was announced today by Siliconix. Siliconix is using this platform to build the industry's first power MOSFET to break the 4-milliohm barrier in the SO-8 footprint. Products built on TrenchFET Gen II technology are based on a 300-million-cells-per-square-inch platform offering a specific on-resistance of 12 milliohms per square mm, a 30% improvement over previous-generation silicon. In addition to its higher cell density, Trench-



FET Gen II uses a new stripe topology that reduces mask count by 28%, optimizing turnaround and reducing costs. The first products built on the new technology are the 30-V n channel Si4320DY (LITTLE FOOT SO-8) and Si7356DP (PowerPAK SO-8), both of which are designed to serve as high-performing, cost-effective solutions for low-side operation in synchronous buck dc-to-dc converters in notebook computers, and for secondary

synchronous rectification in fixed telecom applications. Their record-breaking on-resistance specifications are 4 milliohms at 4.5 V and 3 milliohms at 10 V - values that are 17% and 14% lower, respectively, than the next-best competing devices. A high threshold voltage and low Qgd/Qgs ratio of 0.8 offer substantial shoot-through protection and add to efficiency by providing a good margin for noise and voltage spikes.

The new Si4320DY and Si7356DP provide efficient in-circuit performance that reduces power consumption and prolongs battery life in end systems. This increased efficiency allows systems to run cooler and thereby contributes to a cycle in which on-resistance and conduction losses are further reduced. A typical application circuit test on a dual-phase evaluation board demonstrates a gain of nearly 1% in efficiency and a reduction of device temperature by 7 °C.

SBS Technologies: Imaging development kit for FPGA processing

An imaging development kit targeted at field programmable gate array (FPGA) processing for high-performance imaging applications was one of several introductions by SBS Technologies Inc. Named TS-DK-IT01, the kit includes infrastructure software, development environment, and Camera Link or LVDS mezzanine I/O board for custom image-processing applications. Also part of TS-DK-IT01 is SBS Tsunami, a computing platform that uses multiple FPGAs as the processing engine built on a high-performance single-board computer. SBS Technologies considers an FPGA computing solution as the way to go for imaging applications where algorithm complexity and data rate processing need the use of multiple CPUs or DSPs. The developers' kit of hardware and software components is said to boost performance and cut costs of FPGA computing projects.

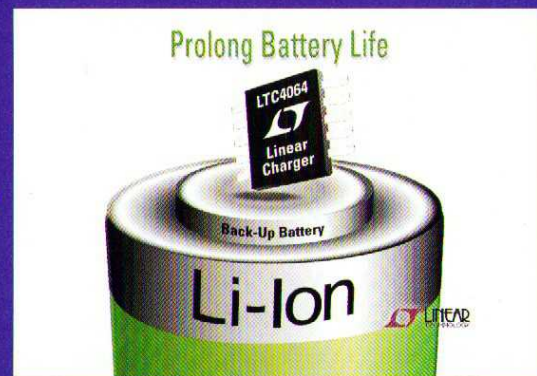
Plug and play

A new International standard aims to make it easier to assess the health of industrial machinery by improving the way that diagnostic information is processed. Condition monitoring and diagnostics of machines (CM&D) is the process of assessing the health or

integrity of equipment to determine its remaining life. Unfortunately, at present, the various disparate computer software programmes written for CM&D cannot easily exchange data or operate in a plug-and-play fashion with one another without an extensive integration effort. Now, a new ISO standard aims to help out. 'ISO 13374-1:2003 - Condition monitoring and diagnostics of machines - Data processing, communication and presentation - Part 1: General guidelines' - will allow data and information from condition monitoring systems to be processed, communicated and displayed by various software packages without platform-specific or hardware-specific protocols. The new standard is aimed at suppliers of machine condition-monitoring systems and end-users who desire plug-and-play machinery condition-monitoring software and information compatibility. ISO 13374-1:2003 costs 77 Swiss francs and is available from ISO national member institutes and from the ISO Central Secretariat.

Li-Ion Battery Charger Supports Multi-Year Back-Up

Linear Technology introduces the LTC4064, a standalone linear charger optimized for prolonging the life of 1-cell Li-Ion batteries in battery back-up applications. By charging to a float voltage of 4V instead of 4.1V or 4.2V, the LTC4064 slows battery aging and capacity degradation when the battery is unused but must remain fully charged for long periods of time. This approach impedes the cell corrosion that naturally takes place within a battery when on continuous charge. The primary application is in industrial systems such as RAID servers where a 1-cell Li-Ion is used as a back-up power supply and may need for three years or more.



Bridge over rising water

The World's first road designed to float on water and adapt to flooding by rising and falling with the tide is to be opened in the Netherlands later this month. The 70m long construction can cope with floods of 30cm above normal while still allowing motorists to drive at up to 50mph. The design, known as Building Block Over The Water, is part of the Dutch Ministry of Transport and Public Works' Roads to the Future project, which aims to develop solutions to the low-lying country's transport problems between now and 2030.

New technologies

The road is one of a number of new technologies that could be used in areas of the Netherlands and the UK at risk from rising tides. Houses built on hydraulic rams, and the use of offshore windfarms to 'blow' away high tides, are some of the ideas that have been suggested as a means of future flood defence. However, the most likely option for London and the Thames Estuary is a second barrier stretching from Sheerness to Shoeburyness. The Dutch scheme, designed by a consortium of Bayards Aluminium Constructions, engineers DHV Environment and Infrastructure, TNO Construction and XX-Architects, is located on the River Maas in Hedel, south Holland, and will be officially opened on 24 September. 'If high water levels are predicted then the choice can be made to direct water to certain areas, flooding them to protect the dykes and preventing an emergency,' said project manager Douwe

Zijlstra of the Ministry of Transport and Public Works. 'The floating roads will allow economic centres to remain connected while preventing problems. They will be ideal for connecting floating cities and greenhouses that have been proposed for building and farming in low-lying areas that are often flooded.' The road has the appearance of a bridge, but instead of using fixed underpinned piers it sits on modular aluminium, catamaran-like pontoons coupled together so that the top side forms a smooth road surface. Each pontoon is 3.5m long x 8.5m wide and has a weight between 2,000 and 2,700kg. Modules at the road's end are wider and have a larger surface area to help them bear loads. Each is also filled with expanded polystyrene (EPS) foam to make it unsinkable, and can be transported to sites by truck. Unlike previous concrete-shelled fixed floating bridges built in the US and Norway, the EPS filling means that the road does not fill with water if the aluminium casing leaks, removing the need for expensive pumping systems. To stop horizontal drift, the pontoons are anchored to steel piles driven into the ground below. A U-shaped hinged aluminium bridge deck forms a 10m-long transition area between the road and more solid ground nearby. The slope of this increases or decreases as the road rises and falls. The floating roads can be deployed to provide constant access in areas that are regularly cut off by flooding, and can also be used in drier areas where the soil is very soft and has little load bearing capacity. This would allow building to be carried out in areas which are traditionally considered as too wet for development.

Zijlstra said they could also be placed in the country's canals to form temporary bypasses during large-scale maintenance of bridges and roads. Boats would then sail alongside traffic, as the pontoons are designed to remain stable when hit by waves. The scheme has attracted interest from Norway and Eastern Europe, as well as four other possible sites in the Netherlands. In future, Zijlstra added that it could be possible to fit the constructions' underside with tunnels able to carry sewage pipes, telephone and electricity cables, though there were no current plans to do this.

2.25MHz, 600mA Synchronous Step-Down Regulator Is 96% Efficient

Linear Technology announces the LTC3406B-2, a high efficiency, 2.25 MHz, synchronous buck regulator that can deliver up to 600mA of continuous output current from a tiny ThinSOT™ package. Using a constant frequency and current mode architecture, the LTC3406B-2 operates from an input voltage range of 2.5V to 5.5V, making it ideal for single cell Li-Ion, multi-cell Alkaline or NiMH applications. It can generate output voltages as low as 0.6V, enabling the device to power the latest generation of low voltage DSPs. Its 2.25MHz switching frequency keeps switching noise out of critical AM radio and xDSL frequency bands. The LTC3406B-2 also enables the use of tiny low cost capacitors and inductors less than 1mm in height. The combination of the tiny externals and ThinSOT package make the LTC3406B-2 optimal for space-constrained applications that are sensitive to switching noise below 2 MHz.

LTC3406B-2 KEEPS NOISE OUT OF CRITICAL AM, xDSL BANDS

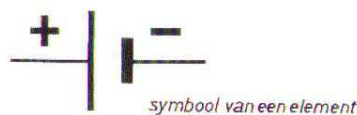


- 2.25 MHz Constant Frequency
- Low Noise Operation



Galvanische elementen

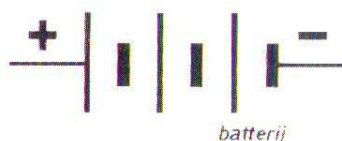
In zijn eenvoudigste vorm is een galvanisch element een bak van isolatiemateriaal, gevuld met een chemische oplossing (elektrolyt), waarin twee elektroden of polen van verschillend materiaal gedompeld zijn. Bij juiste keuze van elektrolyt en elektrodemateriaal blijkt tussen de elektroden een spanningsverschil te bestaan van rond 1,5 volt. In afb. 8a zien we het in tekeningen gebruikte symbool voor een element. De korte dikke streep stelt de - voor en de langere dunne streep de +. Hebben we meerdere elementen op een rij, en verbinden we de minpool van het ene element aan de pluspool van de volgende, zoals gedaan is in afb. 8b, dan blijkt dat



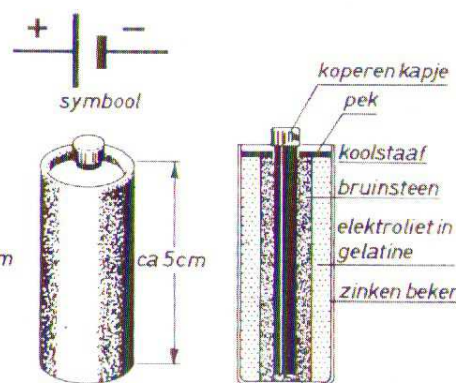
Afbeelding 8a en 8b

de verschillende spanningen bij elkaar worden opgeteld. Heeft elk element op zich een spanning van 1,5 V, dan blijkt tussen de linker pluspool, en de rechter minpool van de zo gevormde batterij van drie elementen in afb. 8b een spanning te bestaan van $3 \times 1,5 = 4,5$ V. Het mag op het eerste gezicht wat vreemd lijken dat minpolen zo maar te verbinden zijn met pluspolen zonder dat de verschrikkelijkste kortsluitingen ontstaan. Maar U moet steeds in het achterhoofd houden, dat stroom pas gaat vloeien, als er sprake is van een gesloten kring. We hebben dat al eerder besproken.

We zagen dus (afb. 8b), dat een aantal aan elkaar verbonden elementen (in serie geschakeld is de vakterm) een batterij vormen, een woord, dat we al kennen. De gemiddelde Nederlander bedoelt er het niet-oplaadbare type mee, maar ook een aantal samengevoegde



accucellen mag men aanduiden met de term accubatterij, al zal diezelfde gemiddelde Nederlander het dan hebben over een accu. We keren terug tot de bak met elektrolyt en twee daarin gedompelde elektroden. Nemen we als elektrolyt verdund zwavelzuur en als elektrodemateriaal voor de ene pool koper en voor de andere zink, dan komen aan de zinkpool elektronen vrij, die de basis vormen van de elektrische stroom, die het element kan leveren. De zinkpool wordt dus negatief en de koperpool positief. Verbinden we beide polen via een koperdraad met een passend lampje, dan gaat dit branden doordat stroom de gloei-



Afbeelding 9

draad verhit. Helaas vormt zich aan de + pool waterstof die als isolator werkt, zodat het element maar korte tijd stroom kan leveren. Elementen worden tegenwoordig zeer veel in draagbare apparaten gebruikt, zoals in zaklantaarns, draagbare radio's, recorders, foto- en filmapparatuur enzovoort. De vloeistof zwavelzuur zou voor die toepassingen grote problemen opleveren, als het uit de bak zou lekken. In de huidige vorm bestaat een element uit een zinken bekertje met in het midden een koolstaaf. Het elektrolyt is geen zure vloeistof, maar een zoutoplossing, bijvoorbeeld salmiak, die geleichmatig is, zodat hij niet wegvloeit. De koolstof vormt de pluspool, het zinken bekertje de minpool. Om de koolstof staaf heen bevindt zich een hoeveelheid koolachtige massa, die uit bruinsteen bestaat; deze treedt op als zogenaamde depolarisator. Een dergelijke spanningsbron draagt de naam van Leclanché-element, zie ook afb. 9. Bij dit proces wordt salmiak en bruinsteen verbruikt terwijl het zink verteert. Afb. 9 (links) toont de oude 'natte' uitvoering.

Leverd dit element stroom, dan vormt zich op de koolstaaf een laag belletjes van waterstofgas.

Deze zouden de stroomdoorgang hinderen, zodat de spanning tussen de polen zou dalen. De depolarisator voorkomt dat, doordat deze zuurstof afgeeft, die zich met de waterstof tot water verbindt. Het water belemmert verder niet de goede werking van het element. Deze zogenaamde droge cel levert een spanning van ca 1,5 V.

Accumulatoren

De loodaccu-cel bevat twee stellen platen die verbonden zijn met de + en - aansluiting. De positieve platen bestaan uit een loodraster gevuld met loodsuperoxyde (bruin) en de negatieve uit een loodraster gevuld met sponsachtig zuiver lood (grijs). De platen staan in een bak met verdund zwavelzuur met een zgn. soortelijk gewicht (zuurgraad) van 1,28. Dit alles geldt in geladen toestand, waarbij de spanning tijdens het laden oploopt tot 2,6 V per cel en na het beëindigen van de lading daalt tot 2,1 V.

Tijdens het ontladen daalt de zuurgraad tot ca 1,10 à 1,15 en de spanning tot 1,8 V. De vulling van de platen verandert daarbij in loodsulfaat.

Gaat men ontladen tot beneden 1,8 V dan wordt de prestatie van de platen blijvend geschaad. De loodaccu is in staat zeer grote stromen te leveren, reden waarom hij wordt gebruikt voor aandrijving van de startmotor in een auto. Deze vraagt gedurende de enkele seconden, dat hij draait een stroom van bijv. 100 ampère. Het zeer agressieve zwavelzuur echter maakt de loodaccu minder geschikt voor gebruik binnenshuis. In dat opzicht biedt de nikkel-ijzer (NiFe)-accu voordelen; een van de vele uitvindingen van de Ameri-

kaan Edison. De elektroden bestaan hier uit gaas van nikkelijzerdraad, gevuld met ijzerkrullen bij de ene elektrode en nikkelkrullen bij de andere. Als elektrolyt fungeert kaliloog, een 20%-oplossing van kaliumhydroxyde en water. De oplossing heeft een soortelijk gewicht van 1,2 en zo'n accucel geeft een spanning af van 1,2 V. Bij de loodaccu diende de bak van isolerend materiaal te zijn: dat is bij de NiFe-accu niet nodig. Vaak wordt daarvoor ijzer genomen. Andere voordelen:

- de NiFe-accu is ongevoelig voor overladen of totale ontlading; hij lijdt er ook niet van als hij ongeladen wordt weggezet,
- het gewicht is aanzienlijk geringer dan dat van de loodaccu,
- de cellen zijn volkomen gesloten, zodat geen bijtende oplossing naar buiten kan komen.

De firma DEAC en anderen leveren een uitgebreid assortiment nikkelijzer accu's en nikkelcadmium accu's (NiCd) in uiteenlopende maten en capaciteiten. Ze worden o.a. toegepast in elektronenflitsers, portable radio's en kleine zendontvangers (afb. 10).

Ampère-uren

We drukken de capaciteit van een accu uit in ampère-uren, afgekort als Ah. Dat houdt in een zeker aantal ampères dat de accu continu kan leveren tot hij is uitgeput. Een accu met een capaciteit van 20 Ah bijvoorbeeld is in staat gedurende 2 uur een stroom van 10 A sterkte te leveren of gedurende 4 uur 5 A enzovoort. Er geldt echter wel een maximum voor de stroom die we mogen afnemen. Deze is groter naarmate de capaciteit groter is. Een te grote stroom kan de platen beschadigen.

Hogere spanning

Zoals we al eerder gezien hebben in afb. 8b, kunnen we elementen 'in serie' schakelen: de minpool van het ene element aan de pluspool van de volgende. De resulterende spanning tussen de uiteinden van de zo gevormde batterij vinden we door de spanningen van de verschillende elementen bij elkaar op te tellen. Het doet er daarbij niet toe, wat voor soort elementen of accu's we in serie schakelen. Op die manier wordt een droge batterij samengesteld, zoals we die in de winkel kopen. Zouden we die opensnijden, dan vinden we enkele zinken bekertjes: de enkelvoudige elementen van 1,5 V ieder, die samen de batterij zijn spanning van bijvoorbeeld 4,5 V geven. Ook een accu zoals ondermeer in een auto wordt gemonteerd, is op die manier samengesteld uit meerdere cellen. Deze hebben elk een eigen dekseltje om het peil van het verdunde zwavelzuur te controleren en eventueel te verhogen. Door verdamping daalt die namelijk langzaam. We kunnen echter ook complete batterijen of accu's in serie schakelen en zo tot hogere spanningen komen. Voor de serieschakeling geldt van bijv. zes accucellen van 2 V 20 Ah elk geldt dat de totale spanning gelijk is aan de som van elk der spanningen, hier dus 12 V. De capaciteit blijft echter gelijk aan die van één cel, dus 20 Ah. Zouden we 5 cellen van elk 20 Ah en 1 cel van 1 Ah in serie schakelen, dan is de totale capaciteit maar 10 Ah. Na ontlading met 10 Ah is die ene cel namelijk leeg en moeten we stoppen.

Afbeelding 10



**Wordt in de volgende RB
vervolgd**

Reserveer nu de nieuwe Hoofdcatalogus 2004



**Ruim 1000 pagina's
boordevol elektronica**

Alles op het gebied van:

- Computer • Kantoor
- Communicatie
- Satelliet • Audio • Video
- Licht & Geluid
- Auto-HiFi • Auto-accessoires
- Gereedschap • Soldeertechniek
- In en om het huis
- Energie
- Modelbouw • Modelspoor
- Meetapparatuur
- Bouwpakketten
- Componenten
- Kabels

Ja, ik wil graag de Hoofdcatalogus 2004 ontvangen

CONRAD
INZICHT IN ELEKTRONICA EN TECHNIEK

Naam M/V

Postcode Plaats

Bedrijfsnaam

Telefoon

Adres

E-mail

Knip de bon uit en stuur hem zonder postzegel in een envelop op naar: Conrad Electronic • Antwoordnummer 1001 • 7500 VB Enschede