

# SGA – ASSPA – SSAC BULLETIN

## Nr. 69 – «Messen zum Überwachen»

### Editorial

Sehr verehrte Mitglieder und Mitgliederinnen,  
 das abschliessende Bulletin des Jahres 2014 beinhaltet Beiträge aus dem Gebiet der Messtechnik.

Herr Marek Gersbach von der Firma Meggitt stellt im ersten Beitrag ein neues modulares Monitoring System vor, das auf Grund von einer Vielzahl von Sensoren Prozesse überwachen kann, eine in unserer hoch technisierten Welt immer wichtigere Aufgabe.

Der zweite Beitrag stammt von Herrn Karl Ruhm und hat einen einführenden Charakter in das allgemeine Thema der Signal Relation Diagramme, die ja auch bei der Beschreibung von Messsystemen eine wichtige Rolle spielen. Dieses Tutorial ist ein Beispiel aus der Reihe «Metrologie – Wissenschaft und Technik des Messens», die von Herrn Ruhm koordiniert und erstellt wird (siehe [www.mmm.ethz.ch](http://www.mmm.ethz.ch)).

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass die SATW (Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften) jährlich Projekte mit Förderungsgeldern unterstützt. Im letzten Jahr wurden zwei Projekte, die von Mitgliedern unserer Gesellschaft eingereicht wurden mit 30'000.- CHF unterstützt. Die beiden Projekte sind einerseits das Formula Student Electric Projekts des Akademischen Motorsportvereins Zürich (Weltrekord im 2014) andererseits ein Projekt für die Erstellung einer Testumgebung für Liquordrainagesysteme von Frau Dr. Schmid der ETH Zürich. Eine Mitgliedschaft kann sich also lohnen. Die nächste Ausschreibung findet im September 2015 statt.

Ebenfalls möchte ich Sie auf einen von der SGA ausgeschriebenen Kurs aufmerksam machen, der im nächsten Februar stattfinden wird und von Prof. Gaulocher von der Fachhochschule Nordwestschweiz organisiert wird. Der Kurs gibt einen Überblick über die «Predictive Functional Control» Methode und wird von Prof. Haber und Herrn Mocha von der Fachhochschule Köln durchgeführt. Als Mitglied profitieren Sie auch hier von einer günstigen Teilnahmegebühr. Nähere Infos nächste Seite.

Nun bleibt mir noch Ihnen wie üblich zum Jahresende alles Gute für die Feiertage und das neue Jahr zu wünschen. Ich hoffe natürlich, Sie auch im neuen Jahr wieder zu den Lesern unseres Bulletins zählen zu dürfen.

Mit freundlichen Grüssen  
 Peter Gruber



#### Kontakt

Dr. Peter Gruber  
 Grenzacherweg 116  
 4125 Riehen  
[pgconsult@gmx.ch](mailto:pgconsult@gmx.ch)

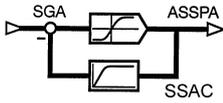
#### HSLU Technik & Architektur

Technikumstr. 21  
 6048 Horw  
 E-Mail: [peter.gruber@hslu.ch](mailto:peter.gruber@hslu.ch)



### Inhalt

<a href="#">Editorial</a>	1
<a href="#">SGA Meeting 2015 und Vergabe SGA Förderpreis 2014</a>	2
<a href="#">SGA Kursangebot am 10. und 11. Februar 2015</a>	2
<a href="#">Advanced condition monitoring for critical decision-making</a>	3
<a href="#">SENSORS + TEST 2015 – Forum Innovative Testing – Call for Paper</a>	7
<a href="#">Tutorial Elements of the Signal Relation Diagram</a>	8
<a href="#">IMEKO – Call for Abstracts and Papers Messtechnik-World Congress</a>	16
<a href="#">Termine – Links</a>	17
<a href="#">sensors.ch News</a>	18



## SGA Meeting 2015 und Vergabe SGA Förderpreis 2014

Bereits zum dritten Mal hat die SGA einen Förderpreis ausgeschrieben. Und auch dieses Jahr wurden gute und interessante Arbeiten eingereicht. Die Jury steht jedes Jahr vor der nicht leichten Aufgabe die «Besten» auszuwählen.

Versäumen Sie nicht die Vorträge des Nachwuchses zu hören und der Preisverleihung beizuwohnen.

Termin: 27. Januar 2015  
Ort: ZHAW Winterthur  
Geplanter Zeitrahmen: 14.00 bis 16.30 Uhr

Neben den Vorträgen der Preisträger beinhaltet das Programm 2 Fachvorträge.

**Timm Faulwasser** von der EPFL Lausanne hat für seinen Fachvortrag den Titel: «Prädiktive Pfadverfolgung in Theorie und Beispielen» gewählt.

In diesem Vortrag geben wir einen Überblick über prädiktive Ansätze zur Lösung von Pfadverfolgungsproblemen. Nach einem einführenden Vergleich zwischen Pfadverfolgung und Trajektorienfolge diskutieren wir einen allgemeinen prädiktiven Ansatz für Pfadverfolgungsprobleme basierend auf einer nichtlinearen transversalen Normalform.

In einem weiteren Vortrag mit dem Titel: «Model predictive control of ABB Megadrive LCI» wird **Thomas Besselmann** von ABB Corporate Research den Einsatz vom Model Predictive Control für grosse Antriebssysteme vorstellen.

Ergänzend dazu werden, verbunden mit einem Laborrundgang, verschiedene Projekte aus dem aF&E-Bereich der ZHAW vorgestellt.

Der Apéro am Schluss der Veranstaltung dient dem Networking und dem Austausch

Eine separate Einladung mit allen wichtigen Details erhalten Sie anfangs Januar 2015.

Es würde uns freuen, wenn Sie den Termin in Ihrer neuen Agenda bereits heute eintragen.

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



## SGA Kursangebot am 10. und 11. Februar 2015

### Einfach realisierbare prädiktive Regelung mit Predictive Functional Control (PFC)

Der Kurs richtet sich an Praktiker aus Industrie und Forschung sowie Studenten, die bereits Grundlagenkenntnisse in Regelungstechnik besitzen und einen Einblick in PFC anhand ausgewählter Fallbeispiele bekommen möchten. Das Hauptaugenmerk liegt weniger auf theoretischen Resultaten, sondern auf der Umsetzung der Methode, so dass der Kursinhalt in die Praxis übertragen werden kann.

Vorausschauende (prädiktive) Regelungen gehören zu den fortgeschrittenen Regelungsstrategien und werden vor allem für komplexe Optimalwertregelungen eingesetzt. Die PFC-Regelung ist eine Art der prädiktiven Regelungen, die für Ein- und Zweigrössensysteme Algorithmen anbietet, welche in speicherprogrammierbaren Steuerungen und Prozessleitsystemen einfach implementiert werden können. Der PFC-Algorithmus ist einfacher als die in wissenschaftlichen Kreisen bekannte verallgemeinerte prädiktive GPC-Regelung (Generalized Predictive Control). [mehr ...](#)

Voraussetzungen:

Grundlagenkenntnisse in Regelungstechnik, Matlab (ohne Toolboxes) und eigener Laptop

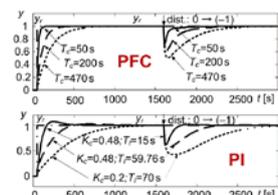
Anmeldefrist: Freitag, 30. Januar 2014

Die Teilnehmerzahl ist auf 20 Personen begrenzt. Falls weniger als 10 Anmeldungen vorliegen, behält die SGA sich das Recht vor, die Veranstaltung nicht durchzuführen. Bereits gezahlte Beiträge werden in diesem Fall voll zurückerstattet.



#### Referenten:

Prof. Dr. Robert Haber und  
M. Eng. Karl Mocha  
Fachhochschule Köln  
Institut für Anlagen- und  
Verfahrenstechnik

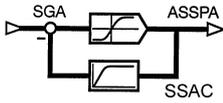


#### Teilnahmebeitrag:

Nichtmitglieder: CHF 450.-  
Mitglieder Rabatt: 10 %.-  
(SGA, SGVC und sensors.ch)  
Studenten Rabatt: 20 %.-

#### Anmeldung an:

[sekretariat@sqa-asspa.ch](mailto:sekretariat@sqa-asspa.ch)



## Advanced condition monitoring for critical decision-making



Meggitt has added next generation distributed monitoring to its suite of analytic tools giving power plant operators a cost-effective way of covering both turbines and the myriad moving parts in critical support equipment and smaller balance-of-plant machines.

### Monitoring more for less

VibroSmart<sup>®</sup>, Meggitt's advanced distributed condition monitoring system, offers a step-change in performance, giving operators a cost-effective route to monitoring more of the moving parts in a plant, not just the heavy duty turbines. This holistic view of asset health and availability provides even more opportunities to optimize plant performance as well as the ability to schedule highly targeted maintenance during planned outages.

VibroSmart units can be mounted directly on the chassis of the equipment to be monitored, rather than having to be located in an electrical equipment room – even in areas with potentially explosive atmospheres or that are subject to extreme temperatures or high mechanical stress. As there is no need for cabling, the system's installation costs are reduced by up to 30 per cent. The open architecture facilitates the integration of the system with standard plant control systems, such as a PLC or DCS.

#### Kontakt

Marek Gersbach  
Meggitt Sensing Systems  
Rte de Moncor 4  
CH-1701 Fribourg

Tel.: +41 (0) 26 407 13 44

[marek.gersbach@ch.meggitt.com](mailto:marek.gersbach@ch.meggitt.com)  
[www.meggittsensing.com](http://www.meggittsensing.com)  
[www.meggitt.com](http://www.meggitt.com)

### Modular, scalable

VibroSmart is fully scalable, so customers can have the exact number of channels required.

A single VibroSmart module might have three channels. Two dynamic channels would monitor vibration or combustion, while a third channel might measure the speed at which machinery rotated. The hardware is generic so individual modules can be combined easily to provide higher channel counts, share signals and provide more complex functionality.

### From sensors to answers

The complementary VibroSmart and VM600 systems, combined with Meggitt's new VibroSight<sup>®</sup> software platform, provide plant owners with a state-of-the-art, comprehensive condition-monitoring technology covering all their assets.

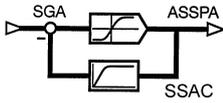
VibroSmart distributed monitoring is as compatible with Meggitt's world-class accelerometers, proximity probes and dynamic pressure sensors as VM600 rack-based technology.

VibroSight software can be used to configure VibroSmart and VM600 systems – used individually or in tandem – and analyze machinery health, enabling technicians and engineers to analyze live and historical sensor data using the software's advanced monitoring, diagnostic and optimization functions.

### Hard data for hard decisions

Optimized power plant health based on an advanced condition monitoring strategy equals significant economic advantage.

- Shutdown machinery to avoid catastrophic failures and further damage
- Improves reliability and avoids unplanned outages
- Diagnoses problems and determines appropriate action rapidly
- Maintains on condition, not on schedule
- Forecasts potential equipment failures and develops realistic risk management strategies
- Optimizes shutdowns by planning and scheduling specific maintenance activity
- Minimizes spare parts inventory and maintenance costs
- Extends component life by avoiding specific operating conditions
- Helps reduce fuel consumption, CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions to meet regulatory requirements
- Links intelligent data to control
- Monitors hazardous areas remotely



## Meggitt's monitoring technology at a glance



### VM600

The rack-based very high channel count system offering basic machinery protection mechanisms and advanced condition and combustion monitoring for large steam, gas and hydro power-generation turbines.

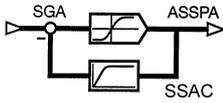


Picture: VM600 rack (19" wide) for machinery protection and condition monitoring

#### Processing capabilities:

##### » VibroSmart and VM600 measurement capabilities:

- Phase reference
- Rotor speed
- Shaft relative vibration (proximity probes)
- Maximum p-p displacement values (measured in two orthogonal directions; according to ISO7919-1 method B)
- Real maximum displacement (Smax) directly from the shaft orbit (according to ISO7919-1 method C)
- Axial position (proximity probes)
- Eccentricity (proximity probes)
- Seismic vibration (velocity transducers / accelerometers)
- Gas turbine casing vibration
- Hydro turbine/generator vibration
- Shaft absolute vibration (proximity and seismic probes)
- Differential expansion
- Case expansion
- Valve position
- Machine operating state (discrete input) Rotor zero speed (turning gear engagement)
- Temperature (direct/average/differential)
- Process variable signals (4-20 mA, 1-5 vdc, etc.)
- Gas turbine combustor instabilities
- Direct waveform acquisition (with VibroSight software)
- Full spectrum: up to 1600 line FFT per second (up to 6400 line FFT with VM600) in VibroSight



## VibroSmart

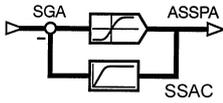
A distributed module-based monitoring system for acquiring and processing sensor measurements. Includes machinery protection plus condition and combustion monitoring for critical machinery and balance-of-plant equipment. VibroSmart makes it practical to monitor a wider range of assets because its distributed architecture reduces the need for cabling, making it highly cost-effective to install.



Picture : Two VibroSmart modules for machinery protection and condition monitoring mounted on DIN-rail.

### Key features of VibroSmart modules:

- » 2 dynamic and 1 auxiliary input channels
- » 3 embedded sensor power supplies
- » A/D converter (24 bits)
- » Frequency range: 0 to 19kHz
- » Dynamic range:  $\geq 80\text{dB}$  (10Hz to 2kHz)
- » 2 relays SPDT
- » 3 buffered outputs
- » 2 analogue outputs configurable as
- » 4-20 mA DC
- » +/- 5V AC processed
- » Built-in test and advanced test pattern
- » Power supply: +24VDC (16V to 32VDC)
- » Real-Time Ethernet communication
- » Live insertion (hot-swapping)
- » Possibility to install in explosive zones (ATEX certified for zone II)
- » Scalable system with up to 128 modules (or 256 dynamic channels)
- » Integration in control systems through standard bus protocols (e.g. Modbus, Profibus, etc.)



## VibroSight

The VibroSight software for condition monitoring enables maintenance personnel to diagnose the health condition of industrial machinery and to identify important events, evaluate the situation, and take the appropriate actions, improving equipment availability and reliability while optimizing maintenance costs.

The software is fully compatible with both VM600 and VibroSmart systems. It can also be interfaced with other data collection systems for integrated asset management. Different editions are available, depending on the features required and the complexity of the application. VibroSight can be installed on a single computer or distributed between several workstations. Plant managers use VibroSight to ascertain the operating characteristics of equipment and to make decisions on the best time to plan outages (downtime).

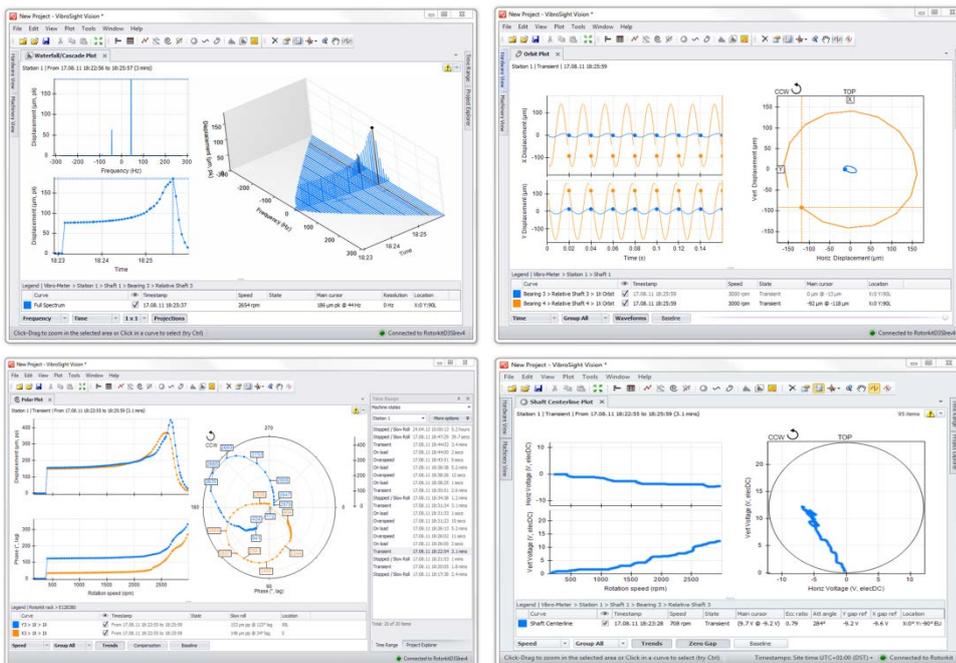


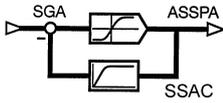
Figure : Sample graphs from Meggitt's VibroSight software (top left: Waterfall/Full spectrum plot; top right: Orbit plot; Bottom left: Polar plot; bottom right: Shaft centerline plot)

## High performance sensors

After decades working with the world's turbine manufacturers and power plant integrators, Meggitt has developed one of the widest ranges of active sensors for extreme environments and acquired extensive knowledge of the specific measurements needed for turbine and rotating asset monitoring.

Today, we monitor virtually every parameter with the extreme environment sensors necessary to provide detailed information on equipment condition.

They are the foundation on which to integrate the advanced diagnostic tools that help users with the prognostics needed to turn data into explicit maintenance actions and monitoring into active management of system condition. We honed our skills in vibration and complex signal processing. We continue to work with the latest analytic techniques, advancing the science of measurement using piezoelectric, optical, microwave and eddy current sensing technologies.



#### Sensor range:

##### » Piezoelectric accelerometers

- For temperatures up to 700°C with external charge amplifiers
- For temperatures up to 350° with attached electronics
- Frequency response from 0.5 Hz to 10kHz
- Sensitivity up to 100 pC/g
- Typically used for absolute vibration measurements (on bearings, gear-boxes etc.)

##### » Dynamic pressure sensors

- For temperatures up to 700°C with external charge amplifiers
- Sensitivity up to 750 pC/bar
- Heavy duty pressure sensors are standard with most gas turbine manufacturers

##### » Proximity probes

- Measures position or relative vibration with  $\mu\text{m}$  accuracy.
- Typically used for contactless relative shaft vibration and/or positioning measurements on all types of rotating machinery.

##### » Velocity probes

- Direct velocity measurement based on moving-coil technology (no signal integration)
- Sensitive at very low frequencies ( $< 0.5$  Hz) with high signal-to-noise ratio
- Sensitivity up to 50 mV/mm/s

##### » Specialty sensors

- Air gap sensors for generators and large motors
- Ice detection sensors

Further information: Meggitt Sensing Systems

[www.meggittsensing.com/VibroSmart](http://www.meggittsensing.com/VibroSmart)

[http://www.vibro-meter.com/index.cfm/energy/monitoring\\_software](http://www.vibro-meter.com/index.cfm/energy/monitoring_software)

SENSORS + TEST 2015 – Forum Innovative Testing – Call for Paper



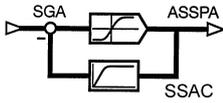
Das Forum Innovative Testing im Rahmen der SENSOR+TEST 2015 bietet Ihnen eine ideale Plattform, um den hochqualifizierten Besuchern der Messtechnik-Messe Ihre Entwicklungen kostenlos zu präsentieren.

Bewerben Sie sich jetzt für einen der limitierten Vortragsplätze auf diesem Forum, Einreichungsschluss ist der 13. Februar 2015.

Im Mittelpunkt der Vorträge werden innovative Lösungen, Verfahren und Anwendungen der Mess- und Prüftechnik in den Bereichen Automobil, mobile Maschinen, Eisenbahn, Luft- und Raumfahrt sowie Energie und Umwelt stehen.

Bitte senden Sie Ihren aussagefähigen Präsentationsentwurf (Umfang ca. 1.000 Zeichen) am besten noch heute an: [henking@sensor-test.de](mailto:henking@sensor-test.de) <<mailto:henking@sensor-test.de>>. Die Einreichungen werden von einem unabhängigen Expertengremium bewertet und zugelassen.

Die Teilnahme am Forum Innovative Testing ist für Vortragende und Besucher kostenlos. Eine Ausstellerbeteiligung ist für die Vortragenden nicht erforderlich. Weitere Informationen finden Sie unter: <http://www.sensor-test.de/direkt/innovative-testing>.



## Tutorial Elements of the Signal Relation Diagram

**IWF**  
Institute of Machine Tools and  
Manufacturing (IWF), ETH Zurich

### Abstract

Relations and correlations between signals are important issues in modelling practice, independent of the field of application. As a formal "language", a signal relation diagram is well suited to represent relations graphically. It reveals relational structures and makes relations more transparent in general. Signal relation diagrams base on logical and mathematical phrasing within Signal and System Theory. We just need a few basic elements. Here they are presented in a holistic and consistent way.

**Kontakt**  
Karl H. Ruhm  
[ruhm@ethz.ch](mailto:ruhm@ethz.ch)

### 1 Introduction

There are several graphic-based tools, which support description and understanding of scientific and technological phenomena. One of them is the *Signal Relation Diagram* (SRD).

The task of a signal relation diagram is twofold. First of all, it is a medium, which methodically describes nets of interrelations of continuous time and discrete time signals according to the *principle of cause and effect*. It is easily interpretable and it is therefore a base of thorough discussions in all kinds of Science and Technology. Secondly, it is a catalyst for an immediate creation of computer instructions, which allow simulation and analysis of quantities and processes on the one hand and model based activities like observers and controllers on the other hand. This dual aspect is crucial, since comprehension and application are closely linked. In this respect, the signal relation diagram is one of several formal "languages", appreciated by countless fields of application.

More to the point: A signal relation diagram is a graphical map of a qualitative or quantitative model of a real-world process, established systematically by analytical and / or empirical means. This map is well defined, although it is always more or less rudimental and incomplete. It is injective, which means, it represents a one-to-one correspondence. So, the *logical and mathematical language* of the model with its terms and definitions is transformable into the *graphical language* with its terms and definitions and vice versa (Mason Gain Rule; Block Algebra). The usual mathematical constraints apply throughout. On the other hand, apparent intransparent mathematical structures gain clarity by such a graphical representation.

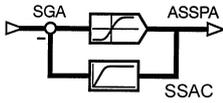
The signal relation diagram is not a tool of its own. There is no special theory. Only a few guidelines of implementation have to be observed. The diagram is best characterised as an associated utility of *Signal and System Theory*. But here too, habits from the past dominate the scene, which are not always rational.

It's essential to point out that the model, on which such a diagram is based, describes *relations and correlations between signals* only: neither more, nor less! And, signal relation diagrams have nothing in common with those block diagrams, which represent real-world items (entities, artefacts) of a process, although this is frequently suggested.

Furthermore, signals may not just be models of *real-world quantities* (hard quantities), but also models of abstract *definition quantities* (soft quantities). Examples: efficiency value, performance index, comfort factor, signal to noise ratio, error, residuum, uncertainty, variance, reliability, distribution function and so on. Sometimes it may help to consider signals as *information* and to interpret *signal relation* as *information fusion*.

The signal relation diagram is known under several other terms (synonyms) too: relationship diagram, signal coupling diagram, signal flow diagram, signal path diagram, signal diagram, signal graph, context diagram, integration diagram, block diagram, data graph, flow chart and so on. But since models just describe interrelations between signals, the term *signal relation diagram* (SRD) seems the most appropriate one. It is not very common and there is no established standard.

The frequently used term signal "*flow*" diagram is misleading indeed. Nothing flows, this in contrary to a wiring diagram in Electronics, to a piping diagram in Hydraulics, to a free body diagram in Mechanics, to a binding diagram in Molecular Modelling, to a workflow diagram in Business Process Modelling (BPM), and so on.



We know other graphical representations for signal relations. There is the *Bond Graph*: It mainly concentrates on the omnipresent dual pair of physical quantities, on the generalised *effort quantity* and on the generalised *flow quantity*. This accounts for the important role of *energy quantities* and *impulse quantities* in most processes to be described, but it restricts its application to purely physical areas. Another representation is the popular *Cause and Effect Diagram* (CED) (fishbone diagram, Ishikawa diagram). But this offers merely limited qualitative and no quantitative possibilities.

Prerequisite of any type of a signal relation diagram is a systematic and consistent *model*, which is based on logical and mathematical *structures* and *parameters*. It is remarkable that intense discussion about a process is possible already, even if the values of the parameters are still not known. Structures of relations are prime issues, when starting modelling. This makes signal relation diagrams valuable in fields, where numerical values of quantities and parameters are not or not yet available, as in humanities for example. Of course, eventually we need in-depth process knowledge for quantitative information. Consequently, signal relation diagrams grow according to the gradual development of the model.

Though there are only four basic elements concerning the signal relation diagram and though the systematic rules are rather simple, design and handling are often demanding. Both should be practised.

## 2 The Four Elements of the Signal Relation Diagram

A signal relation diagram uses only four graphical tools, four metaphoric icons (symbols).

- relation line for signals
- connection circle for connecting signals
- branch point for branching signals
- *relation block* for relating signals

These four graphic elements suffice. They combine ubiquitously and are thus able to visualise models in a broad field of applications. In particular they foster the modelling of multivariate situations with signal sets, signal vectors and signal ensembles. The relations and correlations between these signals may be dynamic and nondynamic, continuous time and discrete time, linear and nonlinear, deterministic and probabilistic, to mention only the most important ones.

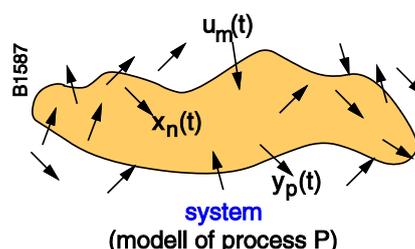
We have to mention one major restriction concerning these four elements: They are only partly suitable for *systems with distributed parameters*, described by partial differential equations, since they can be drawn only in the single dimension of the paper surface or of the screen surface. Unfortunately, other popular tools, for example with colour assisted three-dimensional capabilities, are partly able to fill the breach too.

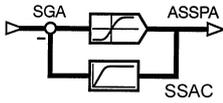
## 3 Properties of the Four Elements of the Signal Relation Diagram

There are many possibilities to apply and interpret these four elements of the signal relation diagram. But particular properties always prevail, because they are not task and application oriented, since they represent basic aspects of Signal and System Theory.

### 3.1 Relation Line

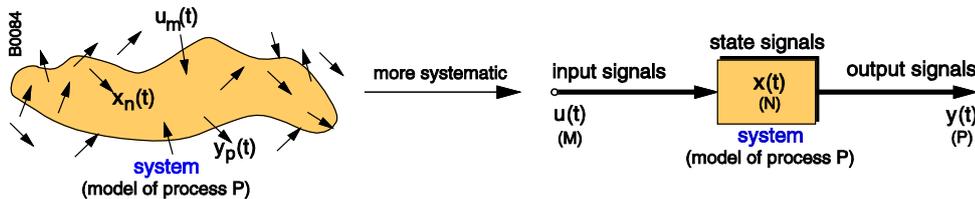
*Relation lines* for signals with directing arrow heads symbolise abstract models (signals) of real-world quantities (physical, chemical, biological, medical, economical, sociological, psychological, educational, cultural, etc. quantities).





This simple graph already indicates, which signals, represented by the lines with arrows, could be important for an intended model (set of relations), and which are not. We recognise signals surrounding the system, which do not take any influence at all, signals, which do have influence indeed and act on the system, signals, which represent the *state* in the interior of the system, and signals, which influence the exterior world.

This sketch has to be simplified and standardised. The exterior signals are deleted, even though the knowledge about their existence might still be important for future documental purposes.



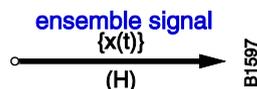
We describe a single (1) signal (*scalar signal*  $x(t)$ ) by a thin type line and multiple (N) signals (*vector signal*  $\mathbf{x}(t)$ ) by a bold type line. The *vector signal*  $\mathbf{x}(t)$  contains (N) signals  $x_n(t)$  of any type as its elements. This distinction is not done systematically in literature, though it fosters clarity.

$$x(t) \quad \mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \\ \vdots \\ x_N(t) \end{bmatrix} = [x_1(t) \quad x_2(t) \quad \dots \quad x_n(t) \quad \dots \quad x_N(t)]^T$$

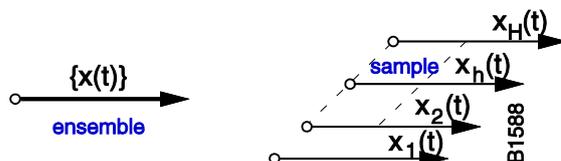
Icon: Relation Line

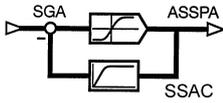


Often, we have to visualise and to denote relations between *probabilistic signals* (*probabilistic events*). Any single probabilistic signal  $x_n(t)$  has always to be considered as a sample (element) in a *signal ensemble* (group, family, collective). This ensemble deserves its own notation too:  $\{x(t)\}$ .



It contains (H) probabilistic signals  $x_n(t)$  as its elements. They are always of the *same type*, but each changes randomly as an individual (*random walk*). So, statistical operations *across* such a signal ensemble  $\{x(t)\}$  are feasible.





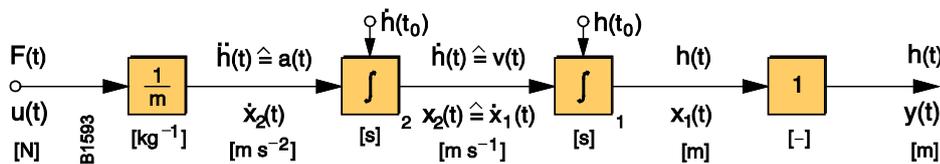
As a consequence we have to use *ensemble vectors*  $\{x(t)\}$  with multivariate systems. They contain (O) signal ensembles  $\{x_o(t)\}$  as their elements.

### Annotation of Signals

Signals are labelled by noncommitted *symbols* delivered by Signal and System Theory or by common symbols from applicational fields.

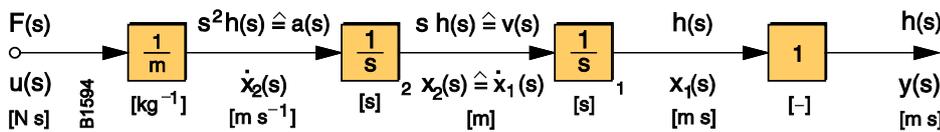
Further information may be added by the total number of the signals (elements) within the signal vector.

Sometimes physical units of these quantities, which they represent, are applied, for example:



Model of a moving mass: Newton differential equation  $F(t) = ma(t)$  and its solution concerning stroke  $h(t)$

If the model of a process is designed for, or transformed into, another domain, annotations of the signals indicate this fact by corresponding symbols and units, for example:



Model of a moving mass in the frequency domain and its solution with the independent variable  $h(s)$  [ $s^{-1}$ ]

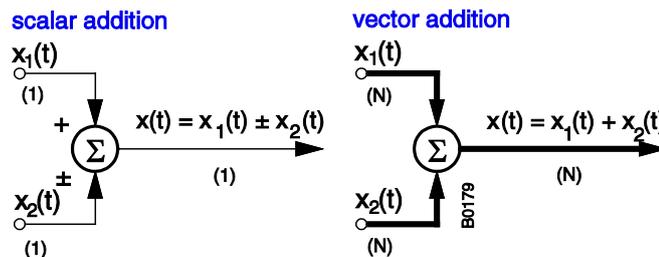
The appearance of time-continuous and / or time-discrete signals can be indicated too. The annotation differs only slightly: Replace the symbol of a time-continuous signal  $x(t)$  by  $x(k \cdot \Delta t_s)$  or in short by  $x(k)$  for time-discrete signals.

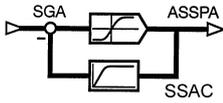
### 3.2 Signal Connection Circle

*Connection circles* relate signals (variables) directly (outside the signal relation block) by the four basic mathematical operations *linearly* (addition, subtraction) or *nonlinearly* (multiplication, division). The connection circle contains the operation symbol. Signals to be connected point to the circle; resulting signals lead away from the circle.

#### Linear Connection

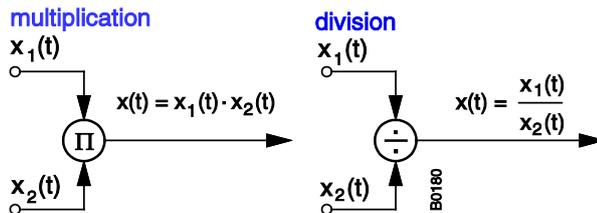
Icon: Circle with capital sigma ( $\Sigma$ ) for the summation operation





### Nonlinear Connection

Icon: Circle with capital pi ( $\Pi$ ) for the multiplication operation and  $\div$  for the division operation.



Exception: The multiplication / division of a signal (variable) with / by a constant scalar is symbolised by a parameter in a signal relation block.

There is a special type of composition respectively decomposition of signals: Firstly, we *merge* two or more scalar signals or vector signals into one single vector signal of corresponding size. Secondly, we *demerge* one signal vector into two or more scalar signals or vector signals of corresponding size.

Icon: Vertical merge / demerge bar

merge

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}_1(t) \\ \mathbf{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11}(t) \\ x_{12}(t) \\ x_{21}(t) \\ x_{22}(t) \\ x_{23}(t) \end{bmatrix} = \mathbf{x}(t)$$

demerge

$$\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1(t) \\ \mathbf{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11}(t) \\ x_{12}(t) \\ x_{21}(t) \\ x_{22}(t) \\ x_{23}(t) \end{bmatrix}$$



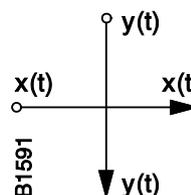
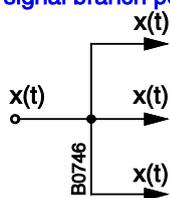
### 3.3 Signal Branch Point

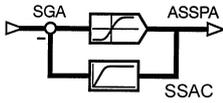
A *branch point* branches the *effect* of a signal into several directions without changing its qualitative and quantitative character at all, obviously in contrary to a branching of *flows* of matter and energy in a "wiring" diagram.

Icon: Branch Point

Caution: Two crossing signal lines without the *branch point* have no interrelationship at all.

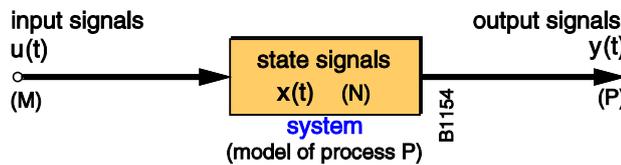
signal branch point





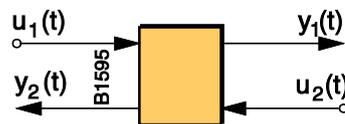
### 3.4 Signal Relation Block

Arbitrarily many signals, *models of quantities*, may be related to each other: one-to-one, one-to-many, many-to-one and many-to-many relationships. Each relation is described by a set of mathematical formalisms. We call such a set *model of a process* (system) and visualise it graphically by a square or rectangular *signal relation block*. There may be (M) input signals  $u(t)$ , effective preferably from the left, (N) state signals  $x(t)$  within the block and (P) output signals  $y(t)$ , effective preferably to the right.



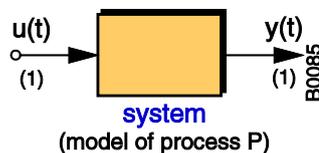
The arrow head at the end of a signal relation line marks the direction of relations. On the one hand, signals are *independent* considering the inputs of relation blocks, connection circles and branch points, on which they have an "impact". On the other hand, signals are *dependent* considering the outputs of relation blocks, connection circles and branch points, by which they are "affected". So, in a usual network of several relation blocks, a signal is independent *and* dependent simultaneously, depending on the point of view.

Note: Never ever are there bidirectional signal relation lines. If loop or feed-back relations arise somewhere, which is often the case, they get signal lines of their own with arrows pointing backward.



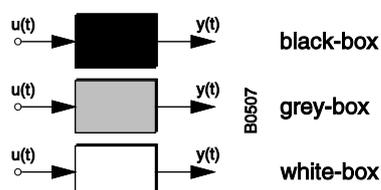
In principle all mathematical operations in a block are allowed. Again: If we speak of *relation blocks*, and not of *process blocks*, *mathematical functions* are meant and not *procedural functions*.

The simplest case is the relation (transfer, transformation, mapping, dependence) between one output signal and one input signal (single input, single output; SISO).



Starting the design of a model, a simple relation block with input and output signals just indicates that there *may* be relations between these signals; neither more nor less. This means that we may already design and discuss large signal relation diagrams, even though we, at that point, lack quantitative information concerning structure and parameters of the supposed model. This situation is found in most fields beyond Sciences and Technologies too.

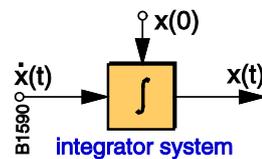
In order to indicate roughly the level of knowledge about assumed relations, it is customary to distinguish between black, grey and white relation blocks.



When *solving* a set of mathematical descriptions within a signal relation block with respect to the output signals, we get to know, how systems react to selected input signals  $u(t)$  by output signals  $y(t)$  under certain circumstances. We call such a solution the *behaviour* of this system, may be as *standardised behaviour* like the impulse response behaviour or the step response behaviour.

For *dynamic systems* the solution of a differential equation is notified by an *integrator block* (solution block). The initial values  $x(0)$  at time instant  $t_0$  of the state signals  $x(t)$  are indicated at the top of the block.

Icon: Integrator Block



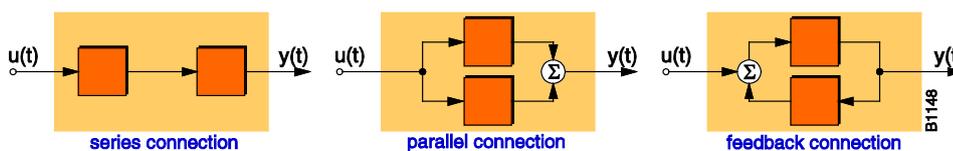
## 4 Dealing with Signal Relation Blocks

### 4.1 Composition of Signal Relation Blocks

We may compose (merge, condense) several relation blocks with connection circles and branch points in order to hide them in one larger, single block. This is just an organisational means for better overview and convenient analysis (Mason Gain Rule; Block Algebra).

We reach such an arrangement (net), always based on the principle of cause and effect, via three and only three *connection types*:

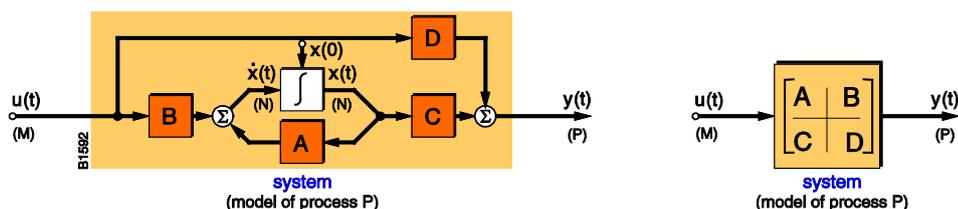
- series connection
- parallel connection
- feedback (loop) connection

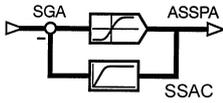


Often, we want to arrive at special *canonical structures* on the level of Signal and System Theory by such compositions. The most famous are the structures of the *State Space Description* as models of multivariate, dynamic processes, for example in the time domain:

$$\dot{x}(t) = \mathbf{A} x(t) + \mathbf{B} u(t)$$

$$y(t) = \mathbf{C} x(t) + \mathbf{D} u(t)$$

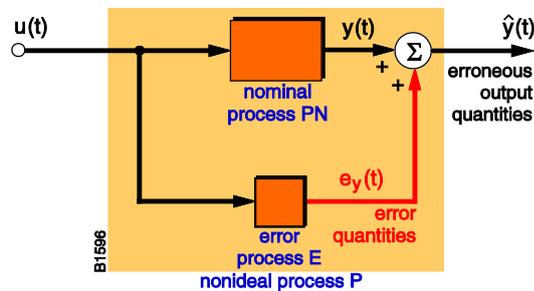




## 4.2 Decomposition of Signal Relation Blocks

It is feasible to *decompose* (partition, factorise, demerge, fragment, split) a relation block together with its set of mathematical equations into two or more sub-blocks with respect to a finer level of details and / or to predefined properties of interest. Again, the decomposed blocks will be arranged in series, parallel or feedback connection.

For example, the model of a *nonideal process P* is decomposed: The *main, nominal* block PN incorporates the postulated *ideal, nominal* properties (behaviour) and the *separate error* block E unifies the *nonideal* properties, which provokes the over-all nonideal behaviour. Thereby, the analysis of errors and uncertainties becomes much more persuasive.



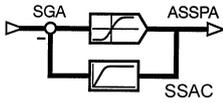
## 5 Conclusion

A signal relation diagram (SRD) is an important tool to visualise complex processes. Main elements are signals and systems as representatives of relations between these signals. The basis is always Signal and System Theory.

## Websites

### International Journals on Measurement Science and Technology

- **Measurement Science and Technology**  
IOP Publishing, Bristol, UK; <http://iopscience.iop.org/0957-0233/>
- **Metrologia**  
IOP Publishing, Bristol, UK; <http://iopscience.iop.org/0026-1394/>
- **Measurement**  
Elsevier, London; [www.journals.elsevier.com/measurement](http://www.journals.elsevier.com/measurement)
- **Transactions on Instrumentation and Measurement (TIM)**  
IEEE; <http://ieeexplore.org/publications/transactions-tim>
- **tm - Technisches Messen**  
De Gruyter; <http://www.degruyter.com/view/j/teme>



IMEKO – Call for Abstracts and Papers  
Messtechnik-World Congress vom 30.8. bis 4.9.2015 in Prag



2015 findet der IMEKO (International Measurement Confederation) World-Congress in Prag statt. In der Zeit vom 30. August bis 4. September 2015 werden wichtige Konzepte und Technologien des Messens in weiten Anwendungsbereichen und verschiedenen Veranstaltungstypen behandelt (Vorträge, Tutorials, Roundtable-Diskussionen, Ausstellungen, etc.). Die Hauptthemen, die den Themenbereichen der Technischen Komitees (TC) entsprechen, sind nachfolgend aufgelistet:

- TC01 - Education and Training in Measurement and Instrumentation
- TC02 - Photonics
- TC03 - Measurement of Force, Mass and Torque
- TC04 - Measurement of Electrical Quantities
- TC05 - Hardness Measurement
- TC06 - Vocabulary Committee
- TC07 - Measurement Science
- TC08 - Traceability in Metrology
- TC09 - Flow Measurement
- TC10 - Technical Diagnostics
- TC11 - Metrological Infrastructures
- TC12 - Temperature and Thermal Measurements
- TC13 - Measurements in Biology and Medicine
- TC14 - Measurement of Geometrical Quantities
- TC15 - Experimental Mechanics
- TC16 - Pressure and Vacuum Measurement
- TC17 - Measurement in Robotics
- TC18 - Measurement of Human Functions
- TC19 - Environmental Measurements
- TC20 - Energy Measurement
- TC21 - Mathematical Tools for Measurements
- TC22 - Vibration Measurement
- TC23 - Metrology in Food and Nutrition
- TC24 - Chemical Measurements

**Kontakt**

Karl H. Ruhm

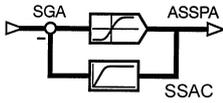
[ruhm@ethz.ch](mailto:ruhm@ethz.ch)

[www.imeko2015.org](http://www.imeko2015.org)

Einzelne Personen von Instituten, Schulen und Firmen können Beiträge einreichen. Detaillierte Infos unter [call-for-abstracts-papers](#). Abstracts (maximal 4 Seiten) müssen bis zum 15. Februar 2015 vorliegen. Bis zum 30. April 2015 wird über die Akzeptanz des Beitrags informiert.

Die Mitarbeit in einer der Messtechnik-Gruppen (TC) der IMEKO wird sehr begrüsst ([organization/committees](#)).

Melden Sie sich bei Interesse doch bitte beim SGA-Sekretariat ([sekretariat@sga-asspa.ch](mailto:sekretariat@sga-asspa.ch)) oder bei Karl H. Ruhm ([ruhm@ethz.ch](mailto:ruhm@ethz.ch)).



## Termine – Links IFAC

Infos zu allen Veranstaltungen der IFAC können Sie direkt auf der SGA Webseite entnehmen. Es sind alle IFAC News aufgeschaltet.

### 8<sup>th</sup> TU Vienna/IFAC Conference on Mathematical Modelling MATHMOD 2015

February, 18 – 20, Vienna/Austria, <http://www.mathmod.at/index.php?id=228>

## Termine – Links IMEKO

Auf der SGA Webseite [www.sga-asspa.ch](http://www.sga-asspa.ch) stehen die neuesten IMEKO News zum Download bereit.

[imeko\\_bulletin\\_2\\_2014.pdf](#)

## Medienmitteilung von AMZ (Kollektivmitglied SGA)

Das Formula Student Team des Akademischen Motorsportvereins Zürich hat es geschafft, dass der Elektro- Rennwagen «grimsel» in nur 1.785 Sekunden von 0 auf 100 km/h beschleunigte und knackte damit den bisherigen Weltrekord. Dieser betrug 2.134 Sekunden und wurde vom Elektrofahrzeug «DUT12» der Technischen Universität Delft in den Niederlanden gehalten. Aufgestellt wurde der neue Rekord auf dem Militärflugplatz in Dübendorf. Die Geschwindigkeit von 100 Stundenkilometern erreichte das Fahrzeug nach weniger als 30 Metern.



Um den Einfluss möglicher Hangneigung zu eliminieren, wird die offizielle Zeit für Beschleunigungs-Weltrekorde als Mittelwert aus zwei aufeinanderfolgenden Läufen in entgegengesetzter Richtung errechnet. Bereits im ersten Versuch wurde der alte Weltrekord das erste Mal unterboten. Nach weiteren Feineinstellungen der Traktionskontrolle und mit optimalen Reifentemperaturen konnte um 13.35 Uhr schlussendlich die schnellste Zeit aufgestellt werden, welche nun in die Rekordbücher ein-gehen soll.

Um diesen Rekord aufstellen zu können, wurde seit den Formula-Student-Events viel Zeit in Tests investiert. Die Erkenntnisse daraus haben zum Einsatz neuer Reifen sowie einer Anpassung der Motorenregelung und der Traktionskontrolle geführt. Die Ergebnisse dieser Weiterentwicklung sind der Erfolg und eine Beschleunigung, an die kein Serienauto der Welt herankommt.

## Vorschau Messen SENSOR+TEST 2015

Die SENSOR+TEST 2015, die Messtechnik-Messe – The Measurement Fair, findet vom 19. bis 21. Mai 2015 in Nürnberg (D) statt.



## Impressum

Das Bulletin erscheint dreimal jährlich und wird den Mitgliedern per E-Mail zugestellt. Es ist für PDF und Bildschirm optimiert. Die gedruckte Version erscheint daher nicht im doppelseitigen Layout.

Redaktion	SGA	Dr. Peter Gruber
	sensors.ch	Peter Kirchhofer
Gestaltung	SGA Sekretariat Christl Vogel	
Auflage	150 Exemplare SGA + 150 Exemplare SVS	

Redaktionsschluss für Bulletin Nr. 70 – April 2015

### Herausgeber

Schweizerische Gesellschaft für Automatik

Association Suisse pour l'Automatique

Swiss Society for Automatic Control

### Adresse

SGA Sekretariat  
Christl Vogel  
Eggwilstr. 16a  
CH.9552 Bronschhofen  
Tel. +41 (0)71 911 84 16  
Fax: +41 (0)71 911 84 49  
[sekretariat@sga-asspa.ch](mailto:sekretariat@sga-asspa.ch)

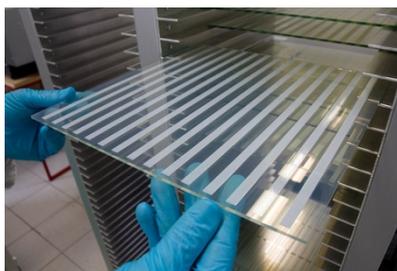
Sensors.ch-Besuch vom 10. Sept. 2014

Solaronix SA, CH-1170 Aubonne / VD

Die vom GESO organisierten Firmenbesuche ermöglichen zusätzlich zum Besuchsprogramm von sensors.ch den Besuch weiterer Unternehmen aus dem Gebiet der Elektrotechnik. Diese Besuche sind auch für die Mitglieder von sensors.ch gratis.

Solaronix SA ist ein Schweizerisches Unternehmen und wurde 1993 gegründet. Solaronix fertigt eine neue Generation von Solarzellen, sogenannte elektrochemische Farbstoff-Solarzellen (Englisch: Dye sensitized Solar Cell, DSSC, DYSC oder DSC) oder auch Grätzel-Zellen, benannt nach Prof. Michael Grätzel von der EPFL. Seine Erfindung geht auf den Anfang der 1990er Jahre zurück. 1992 liess Prof. Grätzel diese Zelle patentieren. Bei Farbstoff-Solarzellen erfolgt die Stromerzeugung, anders als bei den Silizium-Zellen, über die Lichtabsorption eines organischen Farbstoffes im Elektrolyten. Als Halbleiter wird Titandioxid verwendet.

Am Anfang des Besuchs fand ein Firmenrundgang statt unter der Führung von Herrn Laurent Calame, Ingenieur und Spezialist für Beleuchtungs-Technologie sowie CEO von Lumartix SA, einem Spin-off von Solaronix SA.



**Kontakt:**  
**Peter Kirchofer**  
Tel. 061 281 19 45 (privat)  
[peter.kirchofer1@bluewin.ch](mailto:peter.kirchofer1@bluewin.ch)

Bild 1: Gefässe mit Chemikalien zur Herstellung von elektrochemischen Farbstoff-Solarzellen  
© Solaronix SA

Bild 2: Glasplatte mit Elektroden  
© Solaronix SA

Im relativ einfach eingerichteten chemischen Labor werden an den verschiedenen Laborplätzen manuell und in kleinen Chargen die 30 zur Herstellung von Grätzel-Zellen notwendigen Komponenten zubereitet. (Bild 1) Die Komponenten bzw. deren Zusammensetzung wurden von Solaronix durch eigene Forschung optimiert, mit dem Ziel eines möglichst hohen opto-elektrischen Umwandlungs-Wirkungsgrades. Dieser liegt zur Zeit bei 10,3 %, während die auf Halbleiter basierenden Zellen nur etwa 6 % erreichen. Die elektrochemischen Farbstoff-Solar-Zellen bestehen aus 2 einseitig mit transparentem und leitfähigen Zinndioxid beschichteten Glasplatten (Bild 2), welche durch einen an der Randzone aufgetragenen Kleber nach dem Aufeinanderlegen im Abstand von etwa 20 bis 40 µm gehalten werden. Auf der einen Glasplatte (Kathode, Plus-Pol) befindet sich über der Elektroden-Schicht eine wenige µm dicke katalytisch wirksame Graphit- oder Platin-Schicht. Auf der andern Glasplatte ist die Elektroden-Fläche mit einem Gemisch aus nanoporösem Titandioxid und lichtempfindlichem Ruthenium-Farbstoff beschichtet. Der zwischen den Platten bestehende Zwischenraum wird durch eine Bohrung im Glas mit Elektrolyt, z.B. einer Lösung aus Iod und Kaliumiodid gefüllt. Die Grundmaterialien zum Aufbau der Beschichtung werden in vier Durchläufen pro Glasplatte als Pasten oder Flüssigkeiten in Siebdruck-Technik auf die Glasplatten aufgebracht, getrocknet und dann gesintert bzw. eingebrannt. Die Wärmebehandlung erfolgt nach jedem Beschichtungs-Schritt auf einem Förderband in einem Durchlauf-Ofen.

Das Iod im Elektrolyten macht diesen chemisch aggressiv, so dass der Kleber angegriffen wird und ein Teil des Elektrolyten mit der Zeit verdunstet. Das Resultat der Forschungsarbeiten von Solaronix sind Solarzellen mit guter Langzeitstabilität über mehr als 10 Jahre. (Bild 3)



Bild 3: Test-Zellen mit unterschiedlichen Farbstoffen  
© Solaronix SA

Kommerzielle Solarzellen werden in unterschiedlichen Abmessungen gefertigt. Bei einer Zelle von z.B. 40 x 60 cm<sup>2</sup> werden die ursprünglich über die ganze Fläche aufgetragenen Elektroden auf beiden Glasplatten mittels Laser in 13 Streifen aufgetrennt. Der Kleber wird dann sowohl in der äusseren Randzone als auch zwischen den 13 Streifen aufgebracht. Nach dem Zusammenkleben beider Glasplatten entstehen so 13 Einzelzellen, welche durch innere Leiter in Serie geschaltet werden. Dieses «Monolithisch integrierte Modul» (MIM, s. Bild 4) hat dann eine Modul-Spannung von etwa 13 x 6 V = 78 V. Fallweise werden mehrere solcher Module in einem Metallrahmen zwischen zwei Sekurit-Glasscheiben zu einer direkt auf einer Hausfassade montierbaren Baugruppe zusammengefasst. Solaronix hat z.B. im laufenden Jahr das neue Swiss Tech Convention Center an der EPFL (Ecublens, Lausanne) mit 300 m<sup>2</sup> Solarzellen ausgerüstet (siehe Bild 5). Durch unterschiedliche Färbung der Zellen können diese bezüglich der spektralen Empfindlichkeit optimal eingestellt werden. Zudem sind die Farben (dunkelrot, grau-grün, grün, braun, gelb) auch ein gestalterisches Element für die Hausfassade. (Bild 6)



Bild 4: Monolithisch integriertes Modul  
© Solaronix SA

Bild 5: Solaronix-Solarzellen an der Fassade  
© Richter Dahl Rocha & Associés architectes

Bild 6: Solarzellen mit 5 verschiedenen Farben  
© Solaronix SA

Die Lebensdauer-Tests der Solarzellen müssen unter realen Betriebsbedingungen erfolgen. Deshalb werden die Zellen unter definierten elektrischen und thermischen Bedingungen während bestimmten Zeiten einer simulierten Sonnen-Bestrahlung ausgesetzt. Neben der Herstellung und dem Verkauf von Chemikalien zur Herstellung von elektrochemischen Farbstoff-Solarzellen und dem Bau solcher Solarzellen ist der Bau von Solar-Testeinrichtungen ein weiteres Geschäftsfeld von Solaronix SA. Ein Solar-Testschrank enthält oben in der Test-Kammer eine oder mehrere Solar-Leuchten. Die Test-Kammer ist innen matt reflektierend ausgekleidet und am Boden mit Peltier-Elementen bestückt, welche die zu prüfenden Solarzellen auf einer einstellbaren Prüftemperatur halten. Eine Test-Kammer mit 44 x 44 cm<sup>2</sup> Prüf-Fläche kostet dann ungefähr Fr. 50'000.-. Der bisher grösste gebaute Schrank hat eine Prüf-Fläche von 2,5 m<sup>2</sup> und kostet etwa Fr. 750'000.-. Die Test-Kammern sind u.a. vom TÜV geprüft.

Zur Erzeugung der Solar-Strahlung sind Glühlampen oder konventionelle Leuchtstofflampen nicht geeignet, weil solche Lampen relativ rasch und stark altern. Dabei verdampfen der Glühdraht oder die Gasentladungs-Elektroden und beeinträchtigen damit das Lampen-Spektrum und die Helligkeit des abgegebenen Lichtes. Basierend auf einer ursprünglichen US-amerikanischen Entwicklung verbesserte Solaronix das ursprüngliche Konzept und stellt im Labor selber auch solche elektrodenfreie Leuchtkörper her: ein kugelförmiger Glaskolben wird evakuiert und mit einem genau festgelegten Gemisch aus Gasen und Metallpulvern bei definiertem Druck gefüllt und hermetisch versiegelt. Aus Gründen der Umweltverträglichkeit kommt hier kein Quecksilber zur Anwendung. Der Glaskolben wird in ein starkes elektromagnetisches Feld gebracht. Das Feld ionisiert das Gas im Kolben, welches dadurch erhitzt wird und die Metallpulver verdampfen lässt. Auch der Metalldampf wird durch das elektromagnetische Feld ionisiert. Beim Zurückkehren der ionisierten Moleküle des Plasmas in ihren ursprünglichen Zustand wird durch die Elektronen eine definierte Lichtstrahlung ausgesandt. Durch die geeignete Wahl der Stoffe, der Feldstärke und der Frequenz des elektromagnetischen Feldes sowie durch das Anbringen einer Reflexionsschicht auf der einen Kugel-Hälfte kann mit guter Näherung durch die Lampe das Spektrum der Lichtstrahlung der Sonne nachgebildet werden. Das elektromagnetische Feld wird mit Hilfe eines kommerziell erhältlichen 2,45 Ghz-Magnetrons von einem Hersteller von Mikrowellen-Öfen erzeugt und mit einem angebauten Hohl-Leiter zum Glaskolben geführt. Das abgegebene Licht-Spektrum ist für einen HF-Leistungsbereich zwischen 700 und 1'300 W relativ konstant. Bei grossflächiger Bestrahlung werden mehrere Lampen benötigt.

Wegen deren Impedanz-Charakteristik muss jede Lampe durch ein je eigenes Magnetron angeregt werden. Die von den Magnetrons entwickelte Wärme wird über Ventilatoren (Bild 7) oder geräuscharm über Heat-Pipes (Wärmerohre zum Entwärmen unter Nutzung der Verdampfungswärme einer geeigneten Flüssigkeit) zu aussen liegenden Kühlkörpern abgeführt.

Im Anschluss an den Firmenrundgang wurden noch detaillierte Informationen zu den Solar-Leuchten abgegeben.



Bild 7: Plasma-Lampe mit Schutzgitter, gespeist durch Ventilator-gekühltes Magnetron  
© Solaronix SA

Die unmittelbar in der Nachbarschaft domizilierte Firma Lumartix SA ist eine Spin-off Firma von Solaronix SA. Ihre hauptsächliche Aktivität besteht in der Fertigung der elektrodenfreien Plasmaleuchten sowie deren Einbau in Gehäusen mit der Ansteuer-Elektronik, angepasst für verschiedene Applikationen:

- Sonnen-Simulation, allgemein
- Beleuchtung von Räumen, Ausstellungs-Objekten und Werbe-Flächen
- Beleuchtung von Solar-Tischen in Restaurants, mit integrierten Solarzellen und Anschluss-Steckern zum Aufladen von Handys und Laptops
- Agronomie, zur Untersuchung des Keimens von neuen Samensorten und des Wachstums von Keimlingen
- Film-Projektoren
- Thermischer Test von Solarzellen: eine oder mehrere Zellen werden beleuchtet und gleichzeitig deren elektrischer Ausgang belastet. Mit einer Wärmebild-Kamera werden die Oberflächen der Solarzelle auf heisse Stellen untersucht. Solche Stellen markieren Zellen oder Zellen-Bereiche mit unterdurchschnittlichem bzw. schlechtem Wirkungsgrad.

Die Plasmaleuchte Lumixo-S zum Beispiel strahlt das volle Sonnenspektrum ab zwischen 350 nm und 1'1000 nm Lichtwellenlänge und mit einer Farbtemperatur von 5'600 K. Sie produziert eine Lichtleistung von 250 W/m<sup>2</sup> bzw. 70 Lumen pro Watt und hat eine Lebensdauer von >100'000 Stunden. Die Leuchte kann im Bereich von 500 W bis 1'000 W betrieben werden.

Beim abschliessenden Apero stiess dann auch noch der CEO von Solaronix SA, Herr Ph.D. Toby Meyer (links im Bild) zu uns. Er gründete zusammen mit seinem Bruder Andreas Meyer (rechts im Bild), CTO bei Solaronix, im Jahr 1993 das Unternehmen.



Alle Bilder © solaronix SA  
Firmen-Web-Sites:  
[www.solaronix.com](http://www.solaronix.com)  
[www.lumartix.com](http://www.lumartix.com)

Eine instruktive Dokumentation über elektrochemische Farbstoff-Solarzellen findet sich unter dem folgenden Link:  
<http://www.swissphotonics.net/libraries.files/TobyMeyerSolaronix.pdf>

## Unterschiedliche Konzepte von Ultraschallwandlern

Ultraschallsensoren eignen sich zum Detektieren von Objekten mit unterschiedlichster Grösse und Oberflächenbeschaffenheit. Sie senden ein gepulstes, hochfrequentes akustisches Signal aus, welches vom Ziel reflektiert wird. Aus der gemessenen Laufzeit lässt sich die Distanz zum Objekt berechnen. In Luft wird die Schallausbreitung sehr stark gedämpft, weshalb die Reichweite auf wenige Meter limitiert ist. Im Wasser zum Beispiel ist die Reichweite sehr viel höher. Je nach Ausbreitungsmedium muss der sogenannte Schallwandler entsprechend angepasst sein. Man spricht von der Anpassung an die akustische Impedanz  $Z$  des Übertragungsmediums. Schallwandler für Luftanwendungen sollten eine möglichst geringe Dichte und einen tiefen E-Modul haben. Das hat bei industriellen Ultraschallsensoren für die Automatisierungstechnik zu Wandlern geführt mit einer sogenannten Anpassschicht zwischen dem schwingungserzeugenden Piezoelement und der Umgebung. Sie besteht aus einem Epoxid-Harz, gefüllt mit Glashohlkugeln. Es ist bis heute die erfolgreichste Materialwahl – allerdings trotzdem noch ein Kompromiss zwischen Reichweite und mechanischer Festigkeit und Robustheit.

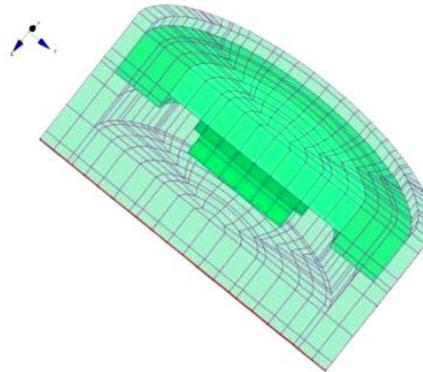
### Kontakt:

Rolf Kuratle  
Geschäftsführer  
SNT Sensortechnik AG  
CH-8180 Bülach

[www.sntag.ch](http://www.sntag.ch)

[info@sntag.ch](mailto:info@sntag.ch)

Neben dem Schallwandlmaterial ist die Arbeitsfrequenz bestimmend für die mögliche Reichweite. Je tiefer die Frequenz, desto grösser ist die Reichweite. Leider erhöht sich mit sinkender Frequenz aber die Störanfälligkeit auf Umgebungsgeräusche stark, was im industriellen Umfeld nicht akzeptabel ist. Typische Industrie-Ultraschallsensoren haben deshalb Schallwandler aus dem oben beschriebenen Material und werden bei ca. 100...400 kHz betrieben. Damit ergeben sich auch Messauflösungen von wenigen Millimetern bis hinunter auf 1/10 mm. Ebenso ist die Schallkeule relativ eng und gebündelt.



Schallwandler für  
industrielle Ultraschall-  
sensoren

In den letzten Jahren wurden Ultraschallsensoren bei Parkassistenzsystemen von Automobilen sehr populär. Diese sind in die Stossfänger eingebaut und warnen den Fahrer beim rangieren, wenn sich das Fahrzeug einem Hindernis nähert. Primär aus Kostengründen werden hier andere Schallwandler verwendet. Sie bestehen aus einem einfachen Blechhütchen. Die Anpassschicht ist also aus Metall und somit weit entfernt vom Ideal. Dafür werden sie bei tiefer Frequenz (40 kHz) betrieben, um den Nachteil teilweise zu kompensieren. Daraus resultiert auch eine breite Schallkeule. Die Auflösung und Genauigkeit ist entsprechend schlechter, aber die Herstellkosten bei Massenproduktion sehr tief.

SNT Sensortechnik AG hat beim neuen Abstandsalarmsystem Typ UPA die Automobilsensoren mit einer robusten, industrietauglichen Elektronik kombiniert. UPA ist ein 4-kanaliges System zur Detektion von Objekten mittels Ultraschallsensoren. Es funktioniert ab mindestens einem angeschlossenen Sensor. Im Vergleich zu herkömmlichen Industriesensoren ist es kostengünstiger und genau auf die Aufgabe abgestimmt, im Bereich bis max. 2 m in einem relativ breiten Winkel grössere Objekte zu erkennen. Zu dem Zweck werden niederfrequente Ultraschallsensoren aus der Automobilindustrie verwendet, zusammen mit einer robusten Elektronik. Das System beinhaltet 4 Sensoren mit integriertem Kabel, die einzeln an die Elektronik-Box angeschlossen werden können. Die Sensoren werden vom Anwender in ein Loch  $\varnothing$  22 mm eingeklipst.



Die Elektronik verarbeitet die Distanzwerte aller Sensoren und gibt insgesamt 6 robuste und kurzschlussfeste Schaltsignale bei verschiedenen Alarmlevels aus (PNP). Jeder Ausgang wird mit einer LED angezeigt. Sobald ein Sensor ein Objekt in seinem Bereich erkannt hat, schaltet ein Ausgang. Dabei wird unterschieden, in welchem Entfernungsbereich das Objekt ist.



Ultraschall-Abstandsalarmsystem Typ UPA

Das System kann beispielsweise auf AGV's, d.h. führerlosen Fahrzeugen, eingesetzt werden. Oder es kann stationär montiert werden, um herannahende Fahrzeuge akustisch oder optisch zu warnen. Generell eignet es sich zur Alarmauslösung bei Annäherung, also auch für nicht Fahrzeuganwendungen.

## Le nouvel eldorado des capteurs connectés

D'ici à 2020, des dizaines de milliards d'objets seront connectés, permettant de multiples applications. Dans ce marché, l'industrie suisse a de solides atouts en main.

«Nous n'avons pas encore idée aujourd'hui de l'importance des applications possibles dans le futur. Il y a tout à réinventer.» Jean- Paul Bardyn, directeur R&D de la société Semtech, parle des innombrables objets connectés qui commencent à envahir notre quotidien. Les prévisions des experts divergent: d'ici à 2020, il y en aura entre 20 et 200 milliards dans le monde. Une chose est sûre, les sociétés suisses possèdent tous les atouts pour se faire une place sur cet immense marché. C'est l'une des conclusions de la Journée des capteurs connectés, qui a réuni le 19. Novembre 2014 scientifiques et entrepreneurs à Y-Parc, à Yverdon-les Bains.

L'Internet des objets englobe pratiquement tout: vélos, wagons, machines à café, bouteilles de gaz, vêtements, lampadaires, poubelles, etc. Munis de capteurs, ces objets collecteront des données et des mesures de toutes sortes qui seront transmises à l'utilisateur par Internet, par exemple sur un smartphone. Il s'agit de peu de données, peut-être 10 SMS par jour, ou peut-être même zéro pour un détecteur de sécurité si aucun événement ne se produit. Les débits sont «extrêmement faibles » pour des distances élevées correspondant à celles des mobiles. Les informations – par exemple d'un capteur définissant si une place de parc est disponible au fond d'un parking – doivent pouvoir être transmises à travers le béton à l'automobiliste qui entre dans une ville et consulte son application afin de se garer. Reste encore à régler la question de l'alimentation des capteurs, même si la très basse consommation leur laisse une longue durée de vie (dix ans avec les piles utilisées aujourd'hui). Les objets connectés recouvrent donc de multiples technologies liées au transfert des données, aux réseaux, aux data centers et, en bout de chaîne, à la programmation de l'analyse des données et des applications. Selon Jean-Paul Bardyn, dont la société californienne a racheté une start-up neuchâteloise et développe des interfaces de capteurs, l'ensemble du marché devrait générer 330 milliards de dollars de revenus. Or les spécialistes pensent que, dans quelques années, la moitié des entreprises actives dans ce domaine seront des start-up. On devrait ainsi assister à l'émergence de nombreuses pousses dans les parcs technologiques en Suisse. Mais beaucoup d'entreprises sont déjà actives dans ce secteur. Dans les capteurs, on peut citer le genevois LEM (capteurs de courant et de tension), Colibrys, à Y-Parc (micro-capteur de mouvement, accélération et vibration) ou Sensirion, qui fabrique à Zurich les capteurs d'humidité pour les appareils mobiles Samsung. Dans les communications de données et réseaux sans fil, toutefois, c'est la multiplicité des standards et des protocoles—réseaux cellulaires, fréquences radio, Bluetooth, wi-fi, etc. qui freine actuellement ce développement.

**Auteur:**  
Jean-Marc Corset  
c/o 24 Heures  
Tribune de Genève

Les participants à la journée organisée par les associations sensors.ch, le FSRM (microtechnique) et le GESO (groupement électronique de Suisse occidentale), estiment que les choix opérés par les grands acteurs (Apple, Google, Cisco, etc.) seront probablement déterminants. Il n'en reste pas moins que la plus grande part du gâteau – comme pour les applications des smartphones – reviendra aux sociétés qui développeront les applications, soit les idées pour les utilisateurs et l'analyse des données. Une part des 80% des revenus générés. L'émulation autour de ce secteur touche bien sûr aussi de jeunes entrepreneurs en Suisse. Mais, avec sa «culture microtechnique et microélectronique», elle ne manquera pas le côté plus technique touchant au matériel et aux systèmes. Des entreprises font déjà un bon business avec des solutions de capteurs pour les parkings, tandis que les systèmes de régulation et d'économie de l'éclairage publics se développent à fond dans les laboratoires et que, dans l'aéroport de Genève, on pose actuellement un important réseau de capteurs multi-usages.



Colibrys fabrique des microcapteurs de mouvement (accélération et vibration) à Y-Parc.  
© Olivier Allenspach

## Kommende Veranstaltungen

Es sind zur Zeit noch keine Firmenbesuche oder andere Anlässe terminiert.



Der Vorstand von sensors.ch wünscht allen Mitgliedern frohe Festtage und zum Neuen Jahr alles Gute, Gesundheit und viel Erfolg.  
Wir freuen uns, Sie an unseren kommenden Vereinsanlässen begrüßen zu dürfen.

