

Elektronik

Fachzeitschrift für industrielle Anwender und Entwickler

Oszilloskope:

Mixed-Signal mit Mehrwert

>> Seite 28

Die Sinnesorgane der Prozesstechnik



>> Seite 32

Aktive Backplanes – kompakt und kostensenkend

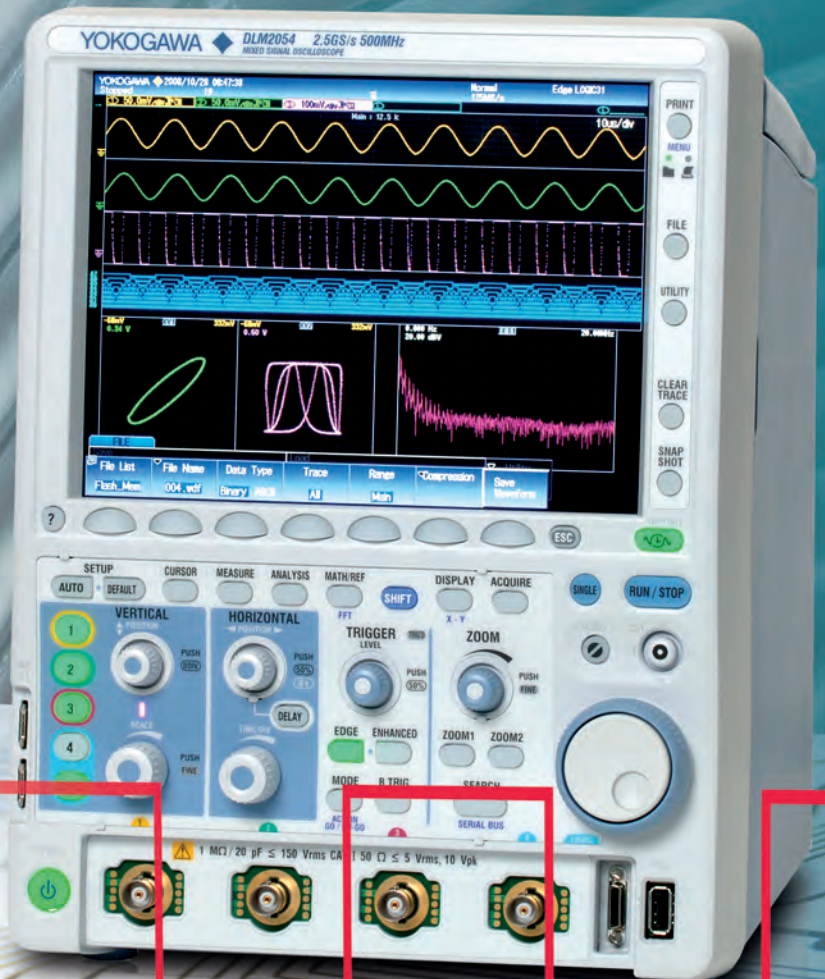
>> Seite 34

Report: Trends bei Steckverbindern

>> Seite 36

Hinter den Kulissen von A/D-Wandlern

>> Seite 42



WEEE 2.0

„Mit dem Änderungsvorschlag korrigiert die EU-Kommission endlich ihre Fehler und beendet den WEEE-Registrierungswirrwarr.“

>> Seite 18

Spezial Embedded Design:

>> ab Seite 53

- Elastomere Steckverbinder für System-on-Modules
- Dr. Carsten Emde, OSADL: „Es gibt keine Schmarotzer“
- Embedded Neuheiten



Elektronik-Redakteur Harry Schubert kommentiert den Revisionsvorschlag zur WEEE

Mixed-Signal – noch nicht alles

Moderne Mixed-Signal-Scopes sollten mehr können als nur Analog- und Digitalsignale darstellen

Im Bereich der digitalen Elektronik – vom Consumergerät fürs Heim bis zur Automobilelektronik – gibt es einen Boom für integrierte Elektroniksysteme, deren Funktion durch das Zusammenspiel von analogen Sensorik-/Aktorik-Komponenten, Prozessoren sowie Software erreicht wird. Schaltungsentwicklung und Fehlersuche erfordern deshalb eine spezielle Messtechnik.

Von Günter Hüfner

Die Kombination analoger und digitaler Schaltungskomponenten stellt durchaus besondere Anforderungen an ein Analyse- und Debugging-Messinstrument, vor allem, weil auch komplexe Timing-Korrelationen der analogen und digitalen Signale untersucht werden müssen. Selbst wenn ein System von außen analoge Signale aufnimmt, beispielsweise von einem Sensor oder einer Schallquelle, so verarbeitet der Prozessor das Signal nach Durchlaufen eines A/D-Wandlers natürlich digital. Als Messgerät für derartige analoge/digitale Signalkombinationen eignet sich besonders ein Mixed-Signal-Oszilloskop, das auch die Zeitbeziehungen der Signale untereinander präzise aufdeckt.

Spezieller Prozessor erledigt die Signalverarbeitung

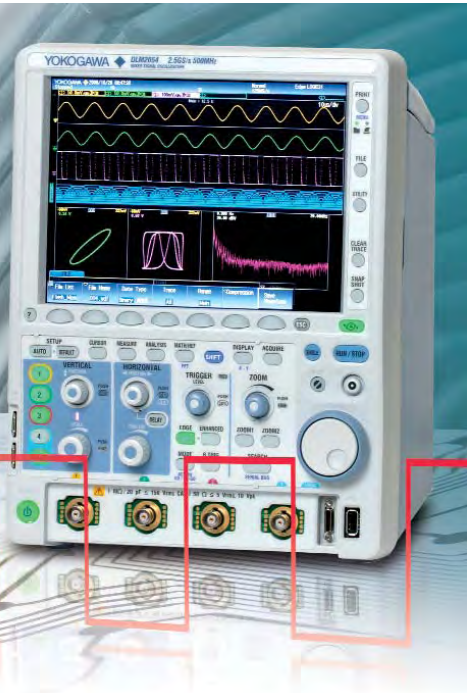
Mixed-Signal-Oszilloskope können in analogen Eingangskanälen in bekannter Weise die Kurvenform eines analog vorliegenden Signals im Detail darstellen, in speziellen Logik-Eingangskanälen lassen sich zudem die High-Low-Pegelperläufe mehrerer Digitalsignale zusätzlich dazu visualisieren. Und dank ausgefeilter Software-Algorithmen können Mixed-Signal-Scopes auch umfassende automatische

Analysen an beiden Signalkategorien vornehmen.

Beispiel für Oszilloskope dieser Art sind die Geräte der DLM-2000-Reihe von Yokogawa (www.yokogawa-mt.de): In kompakter Hochformat-Bauform (293 × 226 × 193 mm³ und mit nur 4,5 kg Gewicht eignen sich diese Geräte (Bild 1) nicht nur für die Anwendung im Labor, sondern auch für die portable Nutzung. Die weiteren wichtigen Spezifikationen sind eine Bandbreite bis zu 500 MHz, eine maximale Abtastrate von 2,5 GS/s und eine Speichertiefe bis zu 125 MPunkten.



I Bild 1. Die DLM2000-Oszilloskope sind Scopes für vier Analogsignale, der vierte Analogkanal lässt sich jedoch in einen 8-Kanal-Logik-Port „umfunktionieren“, so dass sich eine Mixed-Signal-Konfiguration ergibt.



Interessant an diesen Geräten ist die Fähigkeit, den vierten Analogkanal dazu zu verwenden, um acht digitale Logikkanäle darzustellen. Auf diese Weise lässt sich entweder ein herkömmliches Gerät mit vier analogen Eingangskanälen oder ein Mixed-Signal-Oszilloskop mit drei Analog- und acht Logikkanälen realisieren. Jeder

Kanal kann dabei (auch kombiniert mit anderen) als Triggerquelle eingesetzt werden.

Technische Basis dieses Gerätekonzeptes ist der sogenannte „ScopeCORE“-Prozessor (Bild 2) mit folgenden Funktionen: In der Signalverarbeitung werden die Daten des A/D-Wandlers für die Anzeige erzeugt, die verschiedenen Kurvenzüge und Parameter berechnet und weitere Funktionen ausgeführt. Ein zweiter Bereich dient der Trigger-Erkennung. Dadurch konnten bei dieser Oszilloskopkate-

gorie eine um 25 % geringere Aufstellfläche und eine um 15 % niedrigere Stromaufnahme gegenüber konventionellen Geräten verwirklicht werden.

Die Signalverarbeitung des „ScopeCORE“-Prozessors basiert auf einer firmeneigenen Architektur und liefert eine schnelle Kurvenakquisition sowie eine verbesserte Datenaufbereitung und Kurvenanzeige. Dieser Prozessor ermöglicht den Bau von Mixed-Signal-Oszilloskopen mit Intensitätsabstufungs-Darstellung – das Ganze mit dem Handling eines tragbaren Analog-Oszilloskops.

Logikpegel-Darstellung enorm wichtig

Übliche 4-Kanal-Oszilloskope bieten zu wenig Kanäle für bestimmte Anwendungen, z.B. für eine umfassende Diagnose an einem SPI-Bus (drei Leiter oder vier Leiter), zur Beobachtung der analogen und digitalen Ansteuer-signale eines Motorantriebs in den verschiedenen Stufen eines Motortreiber-Systems oder zur Darstellung der Zeit-verhältnisse zwischen digitalen Steu-



Bild 2. Der ScopeCORE-Prozessor ist das datenverarbeitende Herzstück der neuen Oszilloskop-Serie. Details zu seiner Funktion siehe Text.

ersignalen und analogen Sensorik-Signalen der elektronischen Steuereinheit (ECU) eines Automobils.

Der ScopeCORE-Prozessor erledigt bei dem neuen Oszilloskop die Umschaltung der Analog- und Logik-Eingangssignale direkt im Funktionsblock für die Datenakquisition. Da die erfassten max. acht Logikpegelsignale im Analogkanal 4 gespeichert und weitergeleitet werden, bleibt auch bei Anzeige von Logikdaten die hohe Kur-



Bild 3. Die Signaldarstellung repräsentiert in ihrer Helligkeit auch die Häufigkeit des Auftretens dieser Signal-Kurvenform: Selten auftretende Signale und deren Veränderungen erscheinen „gedimmt“, häufige Signaldetails entsprechend heller.

venakquisitionsrate wirksam, so dass seltene Ereignisse nicht ausgelassen werden (Bild 3).

Ebenso können die Logikpegelsignale direkt auf dem Bildschirm den Analogsignalen überlagert werden, so dass die Zeitverhältnisse zwischen Analog- und Logiksignalen unmittelbar erkennbar sind.

Die Hardware des Oszilloskops setzt die Logikpegel-Darstellung aus den erfassten Low-Pegeln und den erfassten High-Pegeln zusammen, wobei die ansteigenden und abfallenden Flanken aus den Übergängen zwischen High-Low automatisch interpoliert werden (Bild 4). Das Ende eines Low-Pegels und der Beginn eines High-Pegels bedeuten z.B., dass hier auch eine ansteigende Flanke darzustellen ist.

Da alle Analog- und Logik-Eingänge mit der Triggerschaltung verbunden sind, werden beliebige Triggerkombinationen unabhängig von Analog/Logik-Umschaltungen der Anzeige möglich. Bei gemischter Triggerung wird

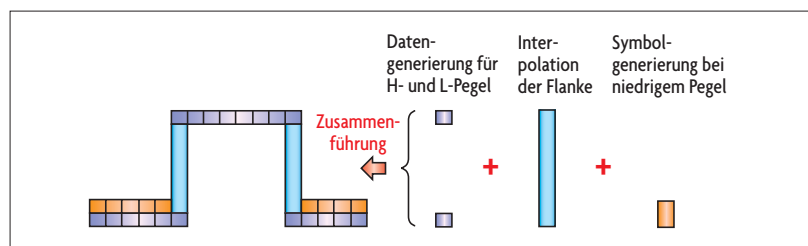


Bild 4. In der Logikpegel-Darstellung erfasst der ScopeCORE-Prozessor die Low- und High-Pegel-zustände; die vertikalen Flanken werden für die Darstellung automatisch aus den Übergangszuständen interpoliert (eine Flanke muss z.B. immer dann auftreten, wenn ein Low-Pegel endet und ein High-Pegel beginnt). In einer Art „Verbund-Darstellung“ werden diese Pegelzustände dann zusammengesetzt und dargestellt.

ein Triggerversatz von weniger als 2 ns zwischen allen Kanälen (einschließlich Logik) und Bits vom ScopeCORE-Prozessor (dessen Blockschaltung in Bild 5 dargestellt ist) realisiert.

Mit der Logik-Funktion lassen sich außerdem Schwellwerte für einzelne Bits setzen, wenn der neue Logik-Tastkopf (Modell 701989, Option) verwendet wird. Damit ist die Beob-

achtung von I²C- und SPI-Bus-Schnittstellen möglich, die ja bekanntermaßen verschiedene Logikpegel aufweisen.

Details zur Helligkeitsabstufung und History-Funktion

Beim Testen während der Systementwicklung muss sichergestellt sein, dass seltene Phänomene erfasst werden, um die korrekte Funktion der Schaltung schnell überprüfen zu können. Damit die Chance zur Erfassung seltener Ereignisse möglichst groß ist, wird eine schnelle Datenerfassung notwendig, und die Kurven müssen auf so viel Information wie möglich beruhen, z.B. auf einer hohen Zahl von Abtastwerten.

Dies wird bei der neuen Scope-Reihe mit der History-Speicherfunktion erreicht. Der History-Speicher ist eine spezifische Eigenschaft der Yokogawa-Oszilloskope, was einen Pluspunkt im Oszilloskop-Markt bedeutet, da auch die rückwirkende Analyse frühe-

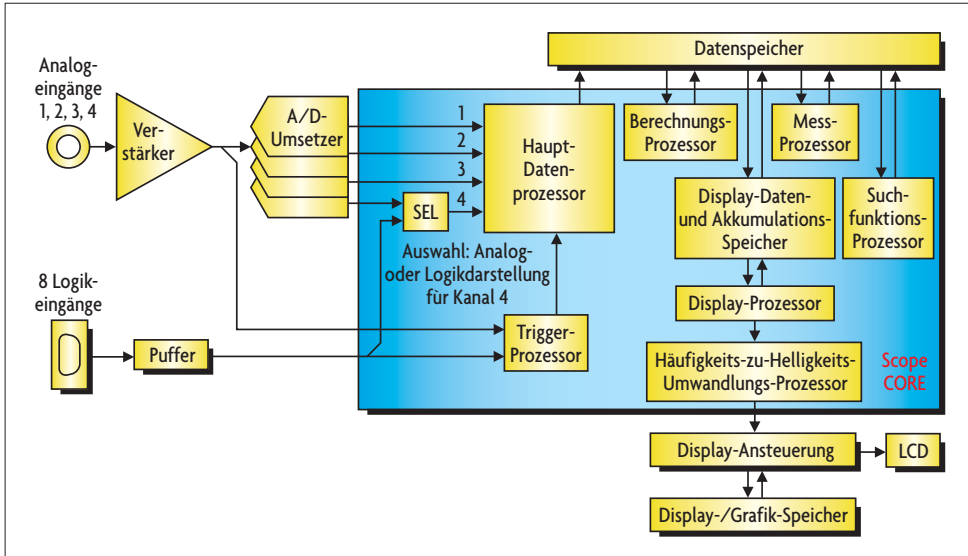


Bild 5. Blockschaltung des ScopeCORE-Signalprozessors.

rer Kurvenerfassungen möglich ist. Zur Funktionsweise: Der ScopeCORE-Prozessor erfasst die Kurven nicht synchron zum Anzeigezyklus (60 Hz), die Daten werden vielmehr „n-mal“ asynchron zum Anzeigezyklus im History-Speicher im primären Datenverarbeitungsbereich abgelegt. Bei der Generierung der Bildschirmdaten werden

der Intensitätsabstufung erreichen (Beispiel in Bild 7). Die Tabelle gibt hierzu den Zusammenhang zwischen der Speichertiefe und der maximalen Kurvenakquisitionsrate wieder. Lesebeispiel: Bei einer Speicherlänge von 1,25 KPunkten werden 20 000 Seiten mit Daten als History-Daten gleichzeitig mit der Kurvenerkennung akkumu-

liert – ein sehr wichtiger Punkt deswegen, weil die Datenanalyse danach ausgeführt werden kann.

Außerdem wurde die Zeitstempel-Information der History-Funktion gegenüber früheren Realisierungen verbessert. Früher betrug die Auflösung des Zeitstempels akquirierter Kurven im History-Speicher 10 ms. Das hatte zur Folge, dass die Zeitstempel verschiedener History-Seiten, die in einer „N-Single“-Folge akquiriert wurden, gleich waren. Jetzt lassen sich die Zeit-

Speichertiefe	Max. Kurvenakquisitionsrate	History-Seiten
1,25 KPunkte	20 000 Seiten/s	20 000
12,5 KPunkte	8000 Seiten/s	2500
125 KPunkte	1000 Seiten/s	250
1,25 MPunkte	100 Seiten/s	20
12,5 MPunkte	11 Seiten/s	1

Zusammenhang zwischen Speichertiefe und der maximalen Kurvenakquisitionsrate.

stempel proportional zur Abtastrate mit Auflösungen bis zu 50 ns anzeigen (Bild 8).

Durch diese Verbesserung der Auflösung der Zeitstempel der History-Funktion ist nun die Zeitstempelfunktion z.B. auch bei Tests von Automotive-Baugruppen für die Beobachtung des Zündimpulsverlaufs bezogen auf die Motordrehzahl anwendbar. Da in diesem Fall der Zündimpuls als Trigger dient und die History-Kurven akkumuliert werden, kann auf die Motordrehzahl geschlossen werden – die Drehzahl ist hoch, wenn das Triggerintervall (History-Zeitstempel-Intervall) kurz ist; sie ist niedrig, wenn das Triggerintervall lang ist.

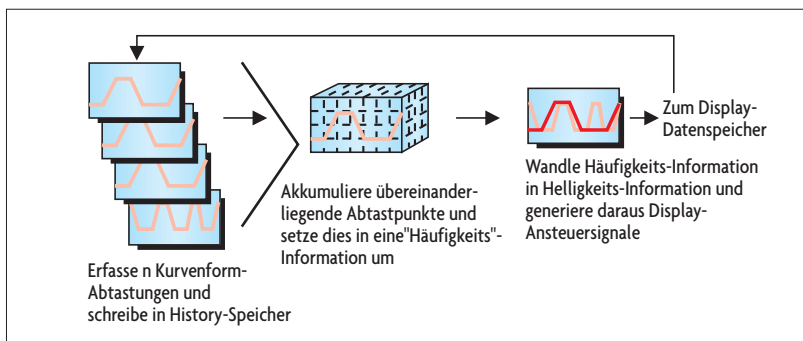


Bild 6. Arbeitsweise der Abtastpunkt-Häufigkeits-Erfassung und die Umwandlung dieser Information in eine abgestufte Helligkeits-Information für das Display.

jedes Pixel der History-Daten verwendet und überlappende Abtastpunkte akkumuliert. Diese aufsummierte „Häufigkeitsinformation“ wird in Intensitätswerte umgewandelt und zum Anzeigespeicher geschickt (Bild 6). Die nachfolgende Datenakquisition wird gleichzeitig mit der Übermittlung der Bildschirmdaten ausgeführt.

Durch Wiederholung dieser Abläufe lassen sich Kurvenakquisitionsdaten von bis zu 20 000 Seiten/s zusammen mit

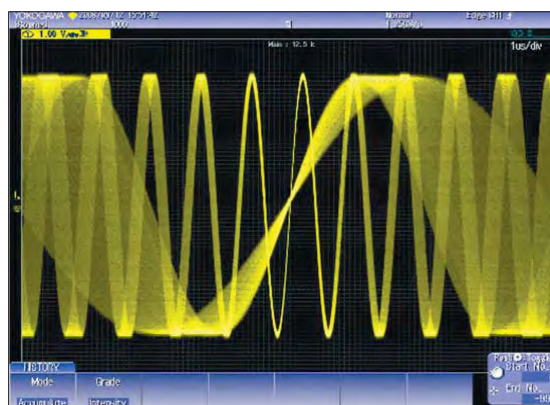


Bild 7. Beispiel einer hellkeitsabgestuften Bildschirmdarstellung. Häufig auftretende Kurvenpunkte erscheinen heller.

Was große Speichertiefe bringt

Um einen Systembus schneller zu machen, Schwankungen der Stromversorgung zu beobachten und andere Aufgaben bei integrierten Systemen auszuführen, verlangen Ingenieure nach Beobachtungsmöglichkeiten für zeitlich lang dauernde Kurven bei einer hohen Abtastrate. Sie fordern zunehmend eine unterbrechungsfreie,

No.	Trig'd Time	Delta			
		s	ms	us	ps
0	15:50:58.893	393	328	8	
-1	15:50:58.893	378	043	2	
-2	15:50:58.893	382	748	0	
-3	15:50:58.893	347	441	6	
-4	15:50:58.893	332	083	2	
-5	15:50:58.893	316	736	8	
-6	15:50:58.893	301	384	8	
-7	15:50:58.893	286	000	0	
-8	15:50:58.893	270	597	6	
-9	15:50:58.893	255	192	0	

Bild 8. Beispiel für die Anzeige der History-Zeitstempel.

lang andauernde Kurvenfassung bei hohen Abtastgeschwindigkeiten zur Bewertung der Signalqualität (Rauschen, Störspitzen etc.), insbesondere für die Fahrzeugelektronik, um schnell veränderliche, nicht vorhersehbare Phänomene erfassen zu können.

mer Schwankungen der Spannungsversorgung möglich wird.

Bei einer Einzelakquisition steht eine maximale Speichertiefe von 125 MPunkten zur Verfügung. Um einen Signalverlauf genau beobachten zu können, muss die Kurve mit einer Ab-

tastrate passend zu den Signaländerungen akquiriert werden. Aufgrund der Beziehung „Abtastrate = Speichertiefe / Kurvenakquisitionszeit“ erlauben bei vorgegebener Kurvenakquisitionszeit größere Speichertiefen eine Kurvenbeobachtung bei höheren Abtastraten.

Der ScopeCORE-Prozessor bietet zusätzlich praxisgerechte

Algorithmen zur Analyse eines großen Speichervolumens: Bei umfangreichen Datenmengen kann es nämlich schwierig sein, die Information von der „Hauptkurve“ aufgrund ihrer Länge und Eigenschaften abzuleiten. Der Prozessor stellt deshalb Suchfunktionen bereit, die mit einer Triggerung vergleichbare und kriterienabhängige (von Anwender definierbare) Such-Aktivitäten ausführt. Gefundene Daten lassen sich dann im Zoom-Bereich vergrößern. Der Zoom-Faktor

kann auf eine sogar noch höhere Auflösung eingestellt werden als per T/Div möglich ist, wodurch die Betrachtung eines interessierenden Kurvenbereiches mit sehr hoher Auflösung auf dem XGA-Display möglich wird.

In der Mixed-Signal-Scope-Reihe DLM2000 sind insgesamt sechs Modelle verfügbar (200 bis 500 MHz Bandbreite, max. Abtastrate 2,5 GS/s), die sicher zu den bezüglich des Preis/Leistungs-Verhältnisses hochwertigen unter den Labor-Oszilloskopen der Mittelklasse zu zählen sind. Der Preisbereich liegt zwischen 3500 und 7000 Euro, abhängig von der Typvariante. Im Lieferumfang enthalten sind die acht Logik-Eingänge, die sich besonders beim Austesten integrierter Systeme für digitale Steuerungen bewähren, in denen die Funktionen auf Software-Ebene realisiert werden. Bus-Analyse-Pakete gibt es für die Busse I²C, SPI, UART, CAN, LIN und GPIB. Ethernet-Anschluss und USB sind standardmäßig verfügbar, optional ein Einbaudrucker. Zusätzliche Informationen sind auch auf der Webseite www.dlm2000.net verfügbar. *ha*



Bild 9. Eine 12,5-MPunkte-CAN-Kurve (Dauer 5 s) und Zoom-Fenster.

In der neuen Scope-Serie wird eine Speichertiefe bis zu 12,5 MPunkten bei unterbrechungsfreier Akquisition bereitgestellt. Somit ist die Beobachtung eines CAN-Bus-Signals (fahrzeuginternes LAN) bei einer Abtastrate von 2,5 MS/s (5-fache Bitrate) während einer Kurvenakquisition von 5 s möglich (Bild 9).

Zusätzlich beträgt der Akquisitionszeitbereich bis zu 500 s/Teil bei einer Kurvenfassungsdauer von 5 s, wodurch z.B. die Beobachtung langsa-



Günter Hüfner

studierte Medizintechnik in Hamburg. Ab 1982 war er im Vertrieb für Messtechnik, 1988 wurde er Produktspezialist für Logikanalysatoren bei Rohde & Schwarz in München. Seit 1996 ist er Vertriebsleiter für Test- und Messtechnik bei Yokogawa in Hirsching.

Guenter.Huefner@de.yokogawa.com