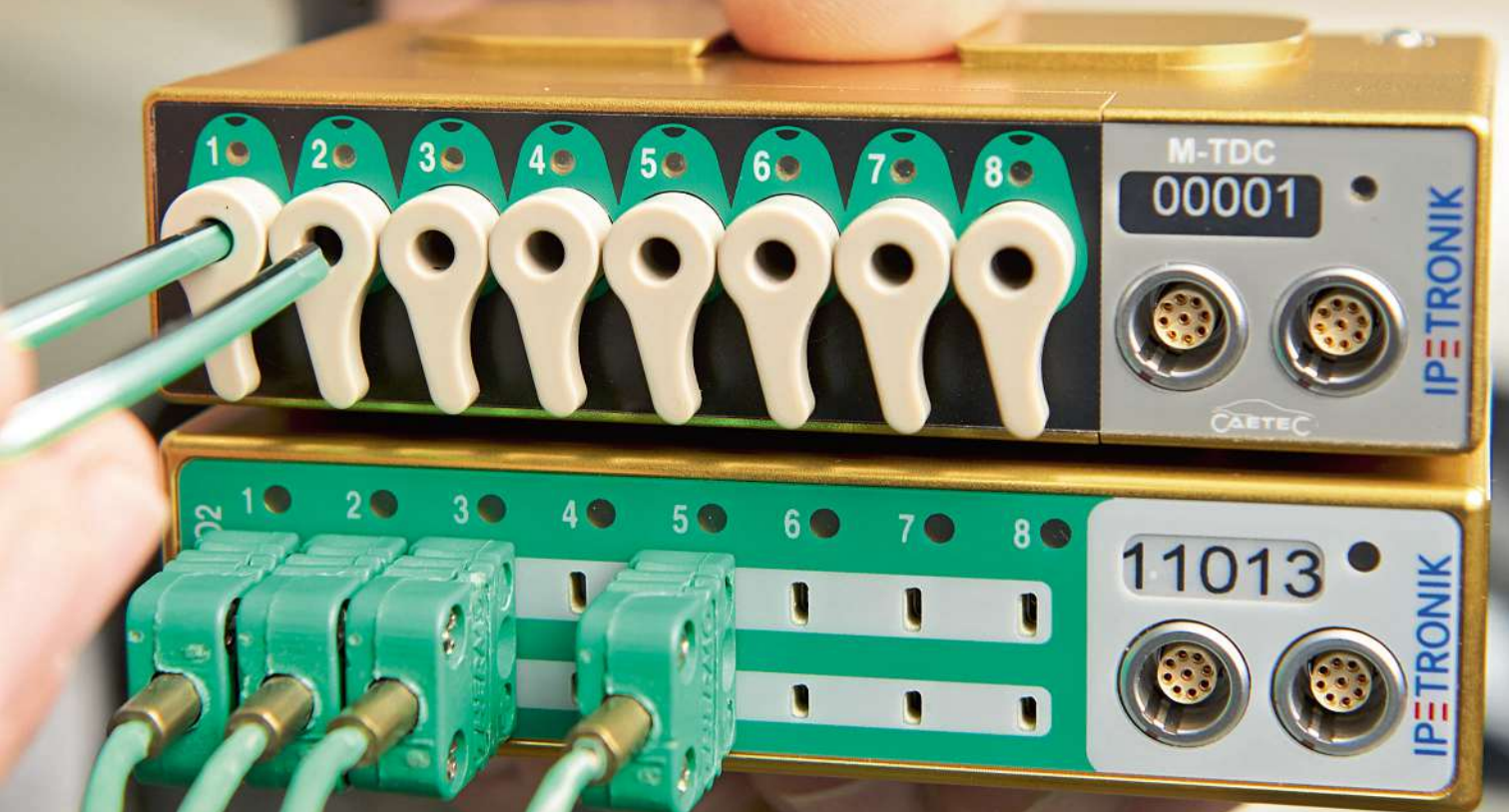


# ELEKTRONIK PRAXIS

www.elektronikpraxis.de

Wissen.  
Impulse.  
Kontakte.

September 2018



## Messstelle und Modul ohne Stecker verbinden

Mit der patentierten Verbindungstechnik Thermo-Direct-Connect ist die Montage von Thermoelement-Messstellen zum Modul einfach und effizient.

### Grundlagen Spektrumanalysator

Was der Messtechniker bei der Arbeit mit dem Spektrumanalysator grundsätzlich wissen sollte. **Seite 12**

### Schwankungen bei der Impedanz

TDR-Messgeräte decken Impedanzen auf der Leiterplatte oder in Steckern auf. Ein Überblick. **Seite 26**

### Tastsinn für den Roboter

Industrie-Roboter sollen ihre Umgebung wahrnehmen. Auch der Tastsinn gehört dazu. **Seite 46**



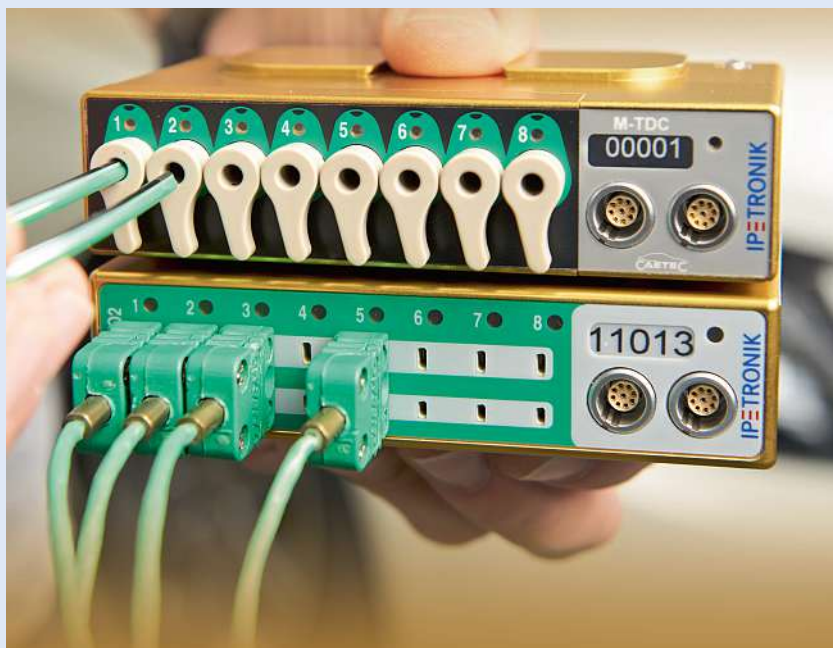
# INHALT

## MESSDATEN ERFASSEN

### Thermomodul ohne Stecker mit der Messstelle verbinden

Bei der Aufrüstung von Messstellen und Sensoren lautet die Devise: schnell, effizient, unkompliziert und fehlerlos sollte sie sein. Doch besonders bei Thermoelementen, wenn sie falsch gepolt sind, treten sehr schnell Fehler auf. Zudem ist ihre Aufrüstung zeitintensiv. Beim aktuellen M-TDC 8 werden die Sensorkabel direkt in das Modul gesteckt, sodass Thermoelement-Steckverbinder zur Kontaktierung der Messpunkte nicht mehr aufwendig und arbeitsintensiv angebracht werden müssen.

# 8



## SCHWERPUNKTE

Messdaten erfassen

### TITELTHEMA

#### 8 Thermomodul ohne Stecker verbinden

Ein patentiertes Verfahren ermöglicht erstmals die steckerlose Kontaktierung zwischen Messstelle und Modul. Das Sensorkabel wird einfach in das Modul geschoben. Das System kontaktiert automatisch und verriegelt.

HF-Messtechnik

#### 12 Grundlagen über den Spektrumanalysator

Neben dem Oszilloskop ist der Spektrumanalysator ein wichtiges Werkzeug für den Entwickler. Unser Beitrag zeigt Grundsätzliches bei der Arbeit mit diesem Gerät.

#### 16 Softwareoptionen analysieren Signale für 5G NR

Mehr Datenraten mit 5G NR: Doch wie sieht es aufseiten von Test und Design aus? Der Beitrag zeigt eine spezielle Softwareoption für die Messtechnik.

#### 18 Ressourcen für 5G-Testsysteme verwalten

Mit 5G wird die Übertragungsgeschwindigkeit erhöht, doch dazu benötigen Entwickler neue Messgeräte. Wir zeigen, wie ein Umstieg gelingen kann und eine spezielle Software die Hardware verwaltet.

#### 22 Die Kommunikation in einem Tunnel absichern

Im Notfall muss die Kommunikation in einem Tunnel ausnahmslos funktionieren. Mit spezieller Messtechnik lassen sich Funkkanäle überwachen und Spektren analysieren.

Allgemeine Messtechnik

#### 26 Schwankungen bei der Impedanz sicher auf der Spur

Mit TDR-Messgeräten lassen sich Impedanzen auf Leiterplatten und Steckern analysieren. Der Messtechniker bekommt mit einer speziellen Geräteserie Einblick in Impedanz und ihre Auswirkungen.

#### 28 Global verteilte Testsysteme zentral im Griff behalten

In der vernetzten Industrie sind Testsysteme auf unterschiedliche Standorte verteilt. SystemLink bietet eine zentrale Oberfläche, um Aufgaben zu automatisieren und Software zu verteilen. Details haben wir mit Rahman Jamal von NI besprochen.

#### 30 Den Durchfluss richtig messen und interpretieren

Eine häufige Messaufgabe in der Medizin oder der Industrie ist es, den Volumen- oder Massestrom zu messen. Dabei kommt es auf die Applikation an und wie die Messdaten interpretiert werden.

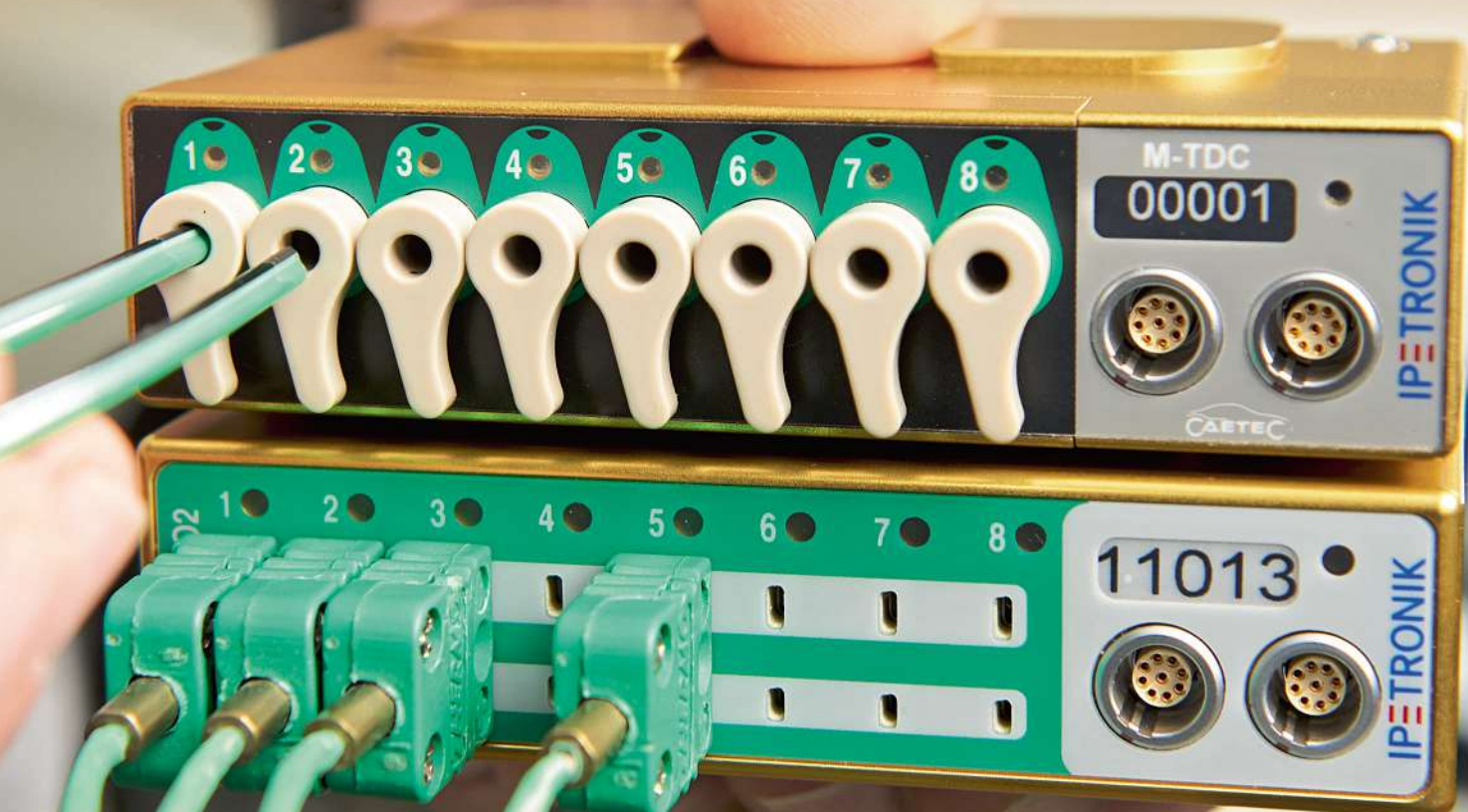
Kfz-Messtechnik

#### 34 Temperaturen in einem Elektrofahrzeug übertragen

Werden Temperaturen mit faseroptischer Sensorik gemessen, ist die gefährliche Hochvolt-Umgebung komplett von Bediener und Messtechnik getrennt. Ein Ansatz basiert auf dem Faser-Bragg-Gitter (FBG).

#### 38 Sensormodelle für den virtuellen Fahrversuch

Wer Fahrerassistenzsysteme entwickelt, ist auf viele Millionen an Testkilometern angewiesen. Diese automatisiert und reproduzierbar zu ermitteln, ist Aufgabe des virtuellen Fahrversuchs.



### TITELSTORY

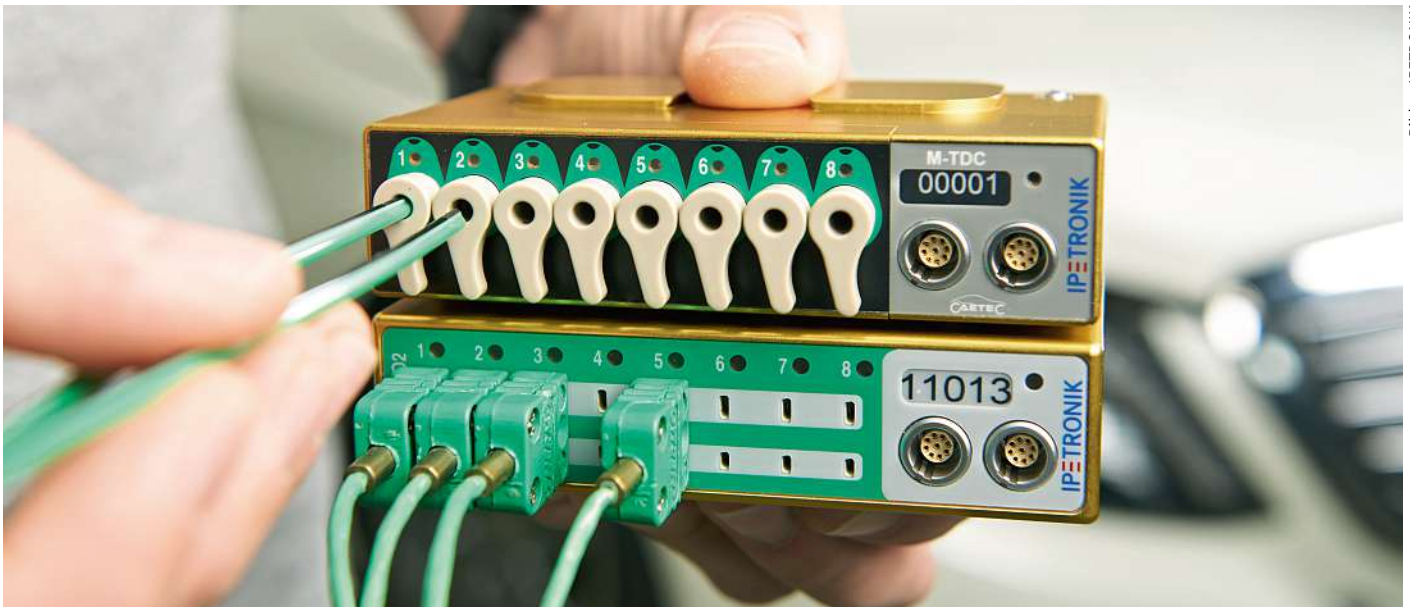
Bei der Aufrüstung von Messstellen und Sensoren lautet die Devise: schnell, effizient, unkompliziert und fehlerlos sollte sie sein. Doch besonders bei Thermoelementen, wenn sie falsch gepolt sind, treten sehr schnell Fehler auf. Zudem ist ihre Aufrüstung zeitintensiv. Beim aktuellen M-TDC 8 werden die Sensorkabel direkt in das Modul gesteckt, sodass Thermoelement-Steckverbinder zur Kontaktierung der Messpunkte nicht mehr aufwendig und arbeitsintensiv angebracht werden müssen.

Damit spart sich der Messtechniker wertvolle Zeit, die Handhabe ist einfach und – dank verpolungssicherem, asymmetrischen Leitungsquerschnitt – zudem noch sicher.

# Thermomodul ganz ohne Stecker mit der Messstelle verbinden

*Ein patentiertes Verfahren ermöglicht erstmals die steckerlose Kontaktierung zwischen Messstelle und Modul. Das Sensorkabel wird einfach in das Modul geschoben, wo es automatisch kontaktiert und verriegelt.*

JENS POWALA UND FELIX OTTOFÜLLING \*



Bilder: IPETRONIK

**Einfach stecken:** Das M-TDC 8, die Abkürzung steht für Thermo-Direct-Connect, ermöglicht es, Thermoleitungen direkt, schnell und unkompliziert zu kontaktieren.

**W**ie kaum eine andere physikalische Größe hat sie enormen Einfluss auf diverse Vorgänge bei technischen, biologischen und chemischen Prozessen: die Temperatur. Sie ist die am häufigsten verbreitetste Messgröße bei thermodynamischen Untersuchungen.

Ebenfalls stark verbreitet sind Temperatursensoren auf Basis einer Zwei-Draht-Thermoelement-Leitung. Dazu gehören beispielsweise Typ K (NiCr-Ni), da sie über eine günstige Fühlerleitung und einfache Anschlusstechnik verfügen. Allerdings ist für den Messtechniker die Kontaktierung von Fühlerleitungen an Steckern ein aufwendiger

und zeitintensiver Vorgang, der immer noch manuell erfolgt. Dabei werden die beiden Leitungen händisch mit den Schraubkontakten der Stecker verbunden.

Um zu verdeutlichen, wie aufwendig und zeitintensiv man bisher arbeiten musste, nachfolgend die notwendigen Arbeitsschritte:

- Mantel der Leitung abisolieren,
- beide Adern abisolieren,
- Steckerdeckel aufschrauben und entfernen,
- Zugentlastungshülse überstülpen und aufcrimpen,
- Fühlerleitung in die U-Form umbiegen,
- beide Schraubkontakte lösen,
- abisolierte, gebogene Fühlerader unter die Kontakte einlegen,
- Kontakte festschrauben und
- Steckerdeckel auflegen und festschrauben.

Ein weiteres Problem: es kann schnell zu einer Verpolung der Drähte kommen. Trotz Farbkennung kann die Plus-Ader (NiCr) mit der Minus-Ader (Ni) verwechselt werden. Die Folge: eine mit dem Vorzeichen gedrehte Thermospannung wird an die Messtechnik übergeben. Steigt insofern die Temperatur am Fühler physikalisch, wird eine umgedrehte Thermospannung gemessen, die dazu führt, dass die angezeigte Temperatur am Messsystem sinkt.

## Wie sich fehlerhafte Messdaten vermeiden lassen

Verpolungen lassen sich nie völlig ausschließen. Fehlerhafte Messdaten können ganze Versuchsreihen und damit verbundene wissenschaftliche Rückschlüsse verfälschen und zunichte machen. Die Kontaktierung von Thermoelement-Leitungsadern mit der Messtechnik und/oder Signalkonditio-

\* Jens Powala  
... ist für das Marketing und die PR zuständig und

Felix Ottofülling  
... ist Leiter Marketing. Beide arbeiten für IPETRONIK in Düsseldorf.



**Bild 1:** Dank des einfachen Verfahrens spart der Messtechniker Zeit; Fehler werden bei der Verdrahtung ausgeschlossen. Das spezielle TDC-Kabel besteht aus einer Thermoelement-Leitung vom Typ K (weitere Typen sind möglich) mit einem asymmetrischen, birnenförmigen Leitungsquerschnitt.

nierung kann über Schraubklemmen, Federzugklemmen oder per Stecker erfolgen. Bei einer festen Messkonfiguration, wie beispielsweise im Schaltschrankbau und bei Prüfständen, findet die Kontaktierung aufgrund der schnellen Umsetzbarkeit häufig über Schraubklemmen oder Federzug statt. Hier werden die Adern zum Anschluss der Messstelle lediglich aufgelegt. Eine weitere Möglichkeit zur Sensorkontaktierung bieten die Thermoelement-Stecker. Die Messstelle lässt sich schnell von der Messtechnik oder Signalverarbeitung lösen. Vorteil: Bei wechselndem Messaufbau oder unterschiedlichen Fühlern oder Prüflingen lässt sich die Messtechnik in kürzester Zeit anschließen.

### Thermoleitungen unkompliziert und direkt kontaktieren

Eine schnelle und unkomplizierte Handhabung verspricht das M-TDC 8 (Thermo-Direct-Connect). Mit dem Modul lassen sich Thermoleitungen steckerlos kontaktieren. Neben der Zeitersparnis wird zudem die Fehlerhäufigkeit gesenkt. Das spezielle TDC-Kabel besteht aus einer Thermoelement-Leitung vom Typ K (weitere Typen sind möglich) mit einem asymmetrischen, birnenförmigen Leitungsquerschnitt. Der Querschnitt verhindert rein mechanisch, dass das Kabel mit der falschen Polung/Orientierung im Gerät kontaktieren kann. Das M-TDC 8 wiederum besitzt eine spezielle Einführungsöffnung, die jenem birnenförmigen Leitungsquerschnitt



**Bild 2:** Das Modul M-TDC 8 besitzt eine spezielle Einführungsöffnung, die jenem birnenförmigen Leitungsquerschnitt des Kabels entspricht. Eine verpolte Messstelle wird verhindert. Das kompakte Thermomodul bietet acht Kanäle.

des Kabels entspricht. Eine verpolte Messstelle wird verhindert. Beim M-TDC 8 handelt es sich um ein Thermomodul mit acht Kanälen. Es misst 106 mm x 30 mm x 63 mm bei einem Gewicht von 305 g. Das Modul besitzt einen feinmechanisch ausgearbeiteten Sensorleitungs-Kontaktkopf, in den die birnenförmige Sensorleitung eingeschoben wird. Sobald die Fühler in die Messstelle eingeführt werden, kommt es im Thermoblock zu einer Nadelkontaktierung. Die im Gerät verbaute Nadel ist in einer Hülse gelagert und wird mit einer Feder, die einen definierten Gegendruck erzeugt, in den Querschnitt der Fühlerleitung eingestochen. Dank der Federlagerung wird sichergestellt, dass sich die Nadel optimal in den Kern der sieben-adrigen Litze der Fühlerleitung eindrücken lässt und

eine sichere elektrische Verbindung aufbaut. Verbaute LEDs signalisieren den erfolgreichen Kontakt. Fixiert werden die Kabel über eine speziell ausgeformte Verriegelungsfeder. Dank der Formdichtungen wird die Schutzklasse IP 65 erreicht. Das Kabel wird über eine Hebelfunktion entriegelt: Die Verriegelungsfeder wird leicht nach außen gewölbt und ermöglicht es, dass das Kabel leicht entnommen werden kann. Mit dem TDC-System lassen sich bestehende

Miniatur-Thermoelement-Stecker und -Buchsen anschließen. Damit ist das Kabel- und Kontaktierungssystem zu bestehenden Sensorsystemen kompatibel. Über die Adapterbuchse für das M-TDC 8 lassen sich auch herkömmliche Thermoelement-Stecker mit Kontaktblechen in die Buchse einschieben. Dazu verfügt die Adapterbuchse über einen automatischen Verriegelungsmechanismus, der per federgelagerten Nadelkontakt die TDC-Sensorleitung verbindet. Die Buchse bietet keine mechanische Entriegelungstechnik. Darum sollte eine TDC-Leitung nur einmal in die Buchse eingesetzt und befestigt werden, da es bei Entnahme zu einer dauerhaften Verformung der Verriegelungsfeder kommt. // HEH

IPETRONIK

## M-TDC 8 im Schnellüberblick

- acht Thermoelement-Messeingänge Typ K (NiCr/NiAl),
- steckerlose Thermoleitungsanbindung via TDC-Kabel,
- Entriegelungshebel zur Entnahme der Thermoleitung,
- Thermoleitung mit einem auf Teflon-basierenden Mantel- und Isolationswerkstoff versehen,
- Kaltstellenkompensation für jeden Kanal,
- Status-LED an jedem Messeingang,
- Messdatenausgabe auf CAN,
- Galvanische Trennung (Kanal, CAN, Versorgung und Gehäuse),
- direkter Einbau in den Motorraum,
- kompakt und robust für extreme Anforderungen sowie
- Hitze- und Kältebeständig von -40 bis 125 °C

*„Unsere Kunden diskutieren die Erfindung des M-TDC 8, der steckerlosen Thermoelement-Messung, teilweise recht kontrovers.“*

*Stephan Bacher, IPETRONIK/CAETEC*

INTERVIEW MIT STEPHAN BACHER



**Auf ein Wort:** Stephan Bacher ist Geschäftsführer CAETEC. Im Gespräch mit der ELEKTRONIKPRAXIS erklärt er, wie Messtechniker von der einfachen Einsteck-Kontaktierung profitieren können.

„Das Grundkonzept ist die Federzugklemme, die aus dem Schaltschrankbau bekannt ist.“

**Was hat Sie angetrieben, den auf dem Markt etablierten Thermostecker zu ersetzen?**

Der Thermoelement-Stecker ist bereits sehr lange auf dem Markt und weltweit ein Standard. Auf den ersten Blick und aus Sicht des Steckers bietet er kein großes Innovations- und Einsparpotential. Deshalb hatten wir uns die Frage gestellt, wie sich die zugehörigen Lohnkosten und Fehlerquellen bei der Steckermontage senken ließen. Sowohl Lohnkosten als auch Arbeitszeit werden knapper. Eine gute Lösung könnte hier einen großen Nutzen für den Anwender bringen.

**Wie sind Sie auf die Idee mit der einfachen Einsteck-Kontaktierung gekommen?**

Das Grundkonzept der direkten Leitungsauflegung ohne Stecker und Schraubverbindung wurde von der Federzugklemme übernommen, die aus dem Schaltschrankbau bekannt ist. Unser Anspruch war: „Einfach einstecken und fertig!“ Mit der TDC-Technik haben wir ein Kontaktierungssystem entwickelt, das per Nadeleinstich in die sieben-adrige Drahtlitze eine elektrische Verbindung sicher herstellt. So wird nicht nur eine Verpolung verhindert, sondern auch die Zugentlastung steigt. Vorteil: Eine dreifache Steckfestigkeit gegenüber den Miniatursteckern. Außerdem haben Anwender die Möglichkeit, Adapterstecker- und -buchsen zu verwenden, um die TDC-Stecker zu kontaktieren.

**Wie reagieren Ihre Kunden auf die Entwicklung?**

Unsere Kunden diskutieren unsere Erfindung sowie den Lösungsansatz teilweise sehr kontrovers. Zum einen gibt es Kunden, welche die Idee gleich verstehen, klasse finden und jene Vorteile der Zeitersparnis, Verpolungssicherheit, vereinfachten Montage sowie reduzierten Lagerhaltungskosten von Ausgleichsleitungen erkennen. Dann gibt es die Kunden, die gegenüber jedem Aspekt – ganz gleich ob Verriegelung, Kabelmaterial, Kontaktierung oder Robustheit – ihre Vorbehalte haben. Wir nutzen das System seit einem Jahr in der hauseigenen Fahrzeugflotte in der Felderprobung, und das mit sehr guten Ergebnissen. Wir sind zuversichtlich, dass sich die Lösung in der Praxis bewähren wird.

**Für welche Zielgruppe eignet sich das Produkt?**

Wir sind Hersteller von Datenloggern und Messtechnik für die mobile Fahrzeugerprobung. Darunter für die Vorserien-Fahrzeugflotten. Sämtliche unserer Kunden, die viele Thermoelement-Messstellen aufrüsten müssen und gleichzeitig extreme Anforderungen an die Umgebungsbedingung stellen, profitieren von unserer Entwicklung. Hausintern hat sich das M-TDC 8 zu unserem ganz eigenen Standard etabliert, da auch wir unsere Fahrzeugaufrüstung durch diese Technik effizienter gestalten können.

**RIGOL**  
Innovation or nothing

**Typisch RIGOL:**  
Die nächste Generation  
von Oszilloskopen  
**Best in Class!**

**NEU!**

UltraVision II  
TECHNOLOGY

- Größte Speichertiefe bis zu 500 Mio. Punkte
- Schnelle 10 GS/sec. Erfassungsrate
- Maximale Darstellung durch 10,1" Touchscreen



**Best-Preis:**  
ab € 2.199,-  
plus MwSt.

**DS/MSO7000 Serie**

- 100, 200, 350 und 500 MHz Bandbreite (per Software-Upgrade)
- 4 analoge Kanäle (Standard) + 16 digitale Kanäle in der MSO-Version
- 600.000 wfrm/sec. Signalerfassung
- Interfaces: LAN (LXI), USB, HDMI, AUX, USB-GPIB (Option)
- Bis zu 450.000 Frames Hardware Real-Time Signalerfassung und -wiedergabe
- Integrierte erweiterte FFT @ 1 Mio. Punkten und schnelle Peak-Suchfunktion!
- Option: Decoding RS232, I2C, SPI, I2S, CAN, LIN, MIL, FlexRay etc.
- Web Control Interface

**6-in-1 Instrument:**

Digital Scope, Voltmeter, Logic-Analyzer, Frequenzzähler, Arb-Generator, Protokoll-Analyzer

**electronica 2018**  
Sie finden uns in Halle A3, Stand 231

RIGOL Technologies EU GmbH  
Telefon +49 89 8941895-0  
info-europe@rigol.com  
www.rigol.eu