

# Trouble-Shooting an Bussystemen mit dem Digitalspeicheroszilloskop

## Das Zählen und Zuordnen von Bits hat ein Ende

**B**ei der Produktentwicklung gehört das Testen von Bus-Funktionen oder die Fehlersuche am Bussystem zum messtechnischen Alltag. Das Arbeitsmittel Nr. 1 ist zweifellos das Oszilloskop oder besser seit vielen Jahren das Digitalspeicheroszilloskop. Oszilloskope können auf Flanken, Amplituden oder Zeitbedingungen triggern. Doch wie bringt man einem Oszilloskop bei nach einem seriellen Datenwort zu suchen und noch wichtiger, zu triggern? Spätestens an diesem Punkt wird das Trouble-Shooting selbst zum Problem für den Messtechniker. Denn nur ein Oszilloskop mit geeigneten Trigger- und Analysemöglichkeiten für serielle Busse erlaubt das schnelle und sichere Erfassen von Buszuständen oder Störsignalen. Das verkürzt die Entwicklungsarbeit und führt zu einer schnelleren Markteinführung von Produkten.

### Signalmessungen am CAN-Bus – wenn der Protokollanalytiker nicht mehr weiterhilft

Mit dem CAN-Bus (Controller Area Network Bus) hat Bosch für den Fahrzeugbereich (Motorsteuerung, ABS, ASR, etc.) einen sehr zuverlässigen, seriellen Bus entwickelt, welcher mit max. 1 Mbps Datentransferrate nicht nur im Automobilssektor sondern auch immer häufiger in der Industrieautomation, Maschinenbau (Roboter, Förderanlagen, etc.) und in der Medizintechnik (Röntgengeräte, etc.) verwendet wird.

Der CAN-Bus-Signal-Analyzer ,DL7200' aus der ,SignalExplorer'-Serie bietet zusätzlich zu den, in einem DSO dieser Klasse üblichen Funktionen, das Triggern auf die spezifischen Felder der CAN-Daten im Bereich des ,Physical Layers'. Laut Spezifikation wird die Version



**Abb. 1:** Digitalspeicheroszilloskope mit speziellen Trigger- und Analysefunktionen für effizientes Bus-debugging

2.0B des CAN-Standards (Low-Speed- und High-Speed-CAN) mit den Nachrichtenformaten Standard (11-bit ID) und Extended (29-bit ID) unterstützt.

Die Messung am CAN-Bus (zwischen zwei Bus-Knoten) erfolgt über einen Differenzstastkopf (CAN\_L-CAN\_H/CAN\_H-CAN\_L), welcher am Kanal\_1 des DSOs angeschlossen ist. Neben dem CAN-Bussignal lassen sich noch bis zu drei weitere Analogkanäle sowie Logikeingänge nach Bedarf mit anderen Systemsignalen belegen, um durch Synchronisation mit anderen Steuersignalen eine effiziente Fehlererfassung in einem komplexen Gesamtsystem durchführen zu können.

Die Triggerung kann auf das SOF-Bit (Start Of Frame) auf bis zu vier Identifier (IDs) logisch ,ODER' verknüpft, auf das ,RTR'-Bit (Remote Transmission Request) auf max. acht Datenfelder (8 x 8 Bit) sowie auf ,Error-Frames' erfolgen (Abb. 2). Möglich ist auch der Kombinations-Trigger, der auf die ,UND'-Verknüpfung dieser oben genannten Felder ausgelöst wird. Innerhalb der Identifier- und Datenfelder können einzelne ,Don't Care'-Bits für die Triggerung gesetzt werden. Wird eine Triggerung anhand der Einstellungen durchgeführt, so wird automatisch in der oberen Bildschirmhälfte die Signalform mit einem überlagerten und beweglichen Zoom-Fenster, in der unteren Bildschirmhälfte jedoch das entsprechende Sig-

nalteil (aus dem Zoom-Fenster) vergrößert dargestellt.

Die Analyse- und die Datensuch-Funktion ermöglichen eine schnelle Dekodierung der Signale bzw. ein leichtes Finden und eine präzise Zuordnung der decodierten Daten und der entsprechenden Signalform (Abb. 3). Die Analysedarstellung zeigt synchron sowohl die Daten als auch die Signalform. Innerhalb eines Frames lassen sich die verschiedenen Felder (ID, Control Field, Data Field, CRC, ACK) mit der ,Field Jump'-Funktion auswählen und im Zoomfenster darstellen. Die Berechnung, Extrahierung und Kurvenformanzeige des ,Stuff'-Bits erfolgt über den ,Mathematik-Kanal\_1' und kann als überlagertes Signal parallel zur eigentlichen Nachricht dargestellt werden. Die Anzeige der ,Indefinite State'-Bits (Bits die zwischen den eingestellten Threshold Pegel fallen) werden mittels ,\* im Analyseergebnis markiert. Maximal 8000 gespeicherte Frames können analysiert und mit Hilfe der Suchfunktion nach gewünschten Feldern oder ,ACK-' bzw. ,Indefinite State'-Bits schnell und sicher durchforscht werden.

Somit können Signalstörungen auf dem CAN-Bus, die im Bereich des ,Physical Layer' wie z.B. durch Pegelschwankungen wegen einem nachträglichen Lastanschluss oder durch Störspannung entstehen, genau und schnell lokalisiert werden.

#### ► Autor

Dipl.-Ing. ATTILA VASS  
Product Support, YOKOGAWA - nbn GmbH;  
Gewerbestr. 17, D-82211 Herrsching  
Fon: 08152 / 9310-48, Fax 08152 / 931060  
e-Mail: Vass@yokogawa-nbn.de

## Suchen und Finden am I<sup>2</sup>C Bus

Der I<sup>2</sup>C-Bus auch ‚Inter IC-Bus‘ genannt, ist ein bidirektionaler serieller Zweidraht-Bus, der von Philips Anfang 1980 entwickelt wurde und hauptsächlich für den Einsatz in Produkten der Unterhaltungselektronik (analoges/digitales Fernsehen, Handys, Mikrowellen, Notebooks, Videokameras, Set-Top-Boxen, etc.) gedacht war. Heute gehört er zum ‚de facto‘-Standard für die Kommunikation zwischen den verschiedenen ICs einer Platine und findet seine Anwendung auch im Telekommunikations- und Industriebereich. Der Datentransfer ist mit 100 kbps im ‚Standard-mode‘, 400 kbps im ‚Fast-mode‘ und 3.4 Mbps im ‚Hs-mode‘ spezifiziert.

Die zwei kompakten Mittelklasse DSOs, DL1540CL und DL1740 aus der ‚SignalExplorer‘-Reihe bieten eine ‚One-Box-Solution‘ für die I<sup>2</sup>C-Bus-Triggerung und Analyse für den ‚7-bit + 1 Read/Write Bit Adress Modus‘ bis max. 400 kbps (DL1540CL) bzw. 3,4 Mbps (DL1740). Die Messung erfolgt über zwei Spannungstastköpfe, die Datenleitung (SDA) wird Kanal\_2, die Clockleitung (SCL) dem Kanal\_1 zugeführt. Bei der I<sup>2</sup>C-Bus-Option hat man die Auswahl zwischen folgenden speziellen Triggertypen: Start-, Non-Ack-, Address & Daten- sowie verschiedene Kombinations-Trigger. Der ‚Mixed-Pattern‘-Trigger (Ch3/Ch4 analog+Ch1/Ch2 I<sup>2</sup>C-Signals) bietet die Möglichkeit, eine Verknüpfung mit anderen analogen Signalen zu realisieren (Abb. 4).

Der bis zu 2MSample tiefe Speicher erlaubt das Aufzeichnen langer Nachrichten mit hoher Abtastrate was unerlässlich ist, wenn man hochfrequente Signalstörungen erfassen will. Sowohl die Analyse- als auch die Suchfunktion kann auf bis zu 5000 gespeicherte Daten (Bytes) angewandt werden. Bewegt man das Zoomfenster (nach der Triggerung) über den Bildschirminhalt, wird in der unteren Bildschirmhälfte, ähnlich wie beim CAN, das entsprechende Signalteil vergrößert angezeigt. Die dekodierten Analyseergebnisse zeigen START/STOP-Bedingungen, das Daten-Byte (Hex/Binär) sowie das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein des ACK-Bits. Wie bei der CAN-Analyse werden die ‚Indefinite State‘-Bits auch mit einem ‚\*‘ markiert (Abb. 5). Die Such-Funktion bietet Hilfe bei der Suche nach spezifizierten Adressen und nach Daten innerhalb von Analyseergebnissen. Ist der gesuchte Datenblock gefunden, so wird mit dem Zoomfenster die Position angefahren und die vergrößerte Darstellung der entsprechenden Signalform angezeigt. Dank des schnellen Analyzers können instabile Pegel infolge von Spannungsversorgungsschwankungen oder wegen zusätzlichen Anschluss an Lastkapazitäten sowie das Rauschen beim so genannten ‚bus cross talking‘ beobachtet werden.

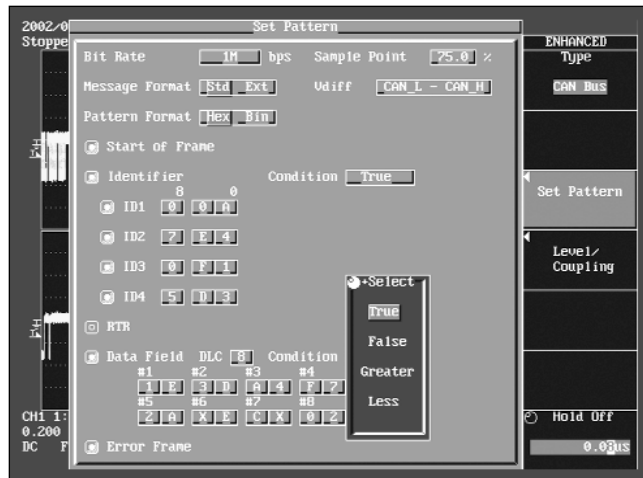


Abb. 2: Menüfenster für verschiedene CAN Bus Triggereinstellungen

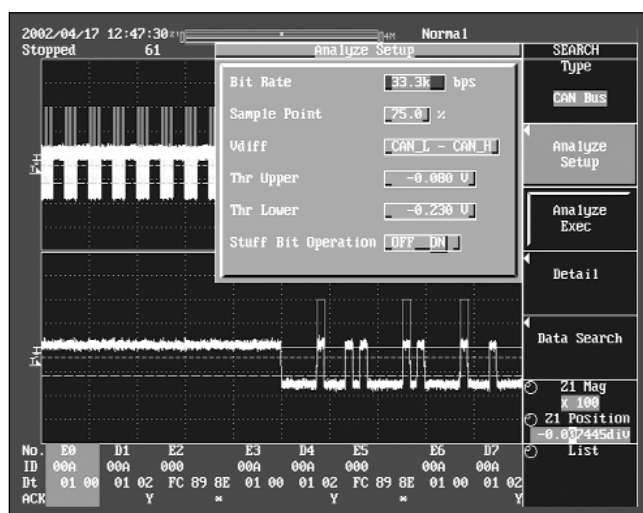


Abb. 3: In der unteren Bildschirmhälfte sieht man die CAN Analyse-Ergebnisse: Error-Daten und Remote-Frames, die Identifiers (IDs), die Datenfelder, das ACK- und das Indefinite-State-Bit (\*)

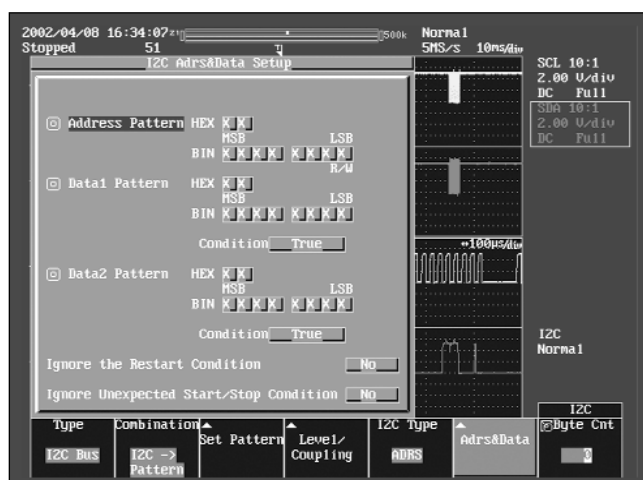


Abb. 4: Menüfenster für den I<sup>2</sup>C-Kombinations-trigger (Triggertyp: Adresse)

## Schnelle und sichere SPI-Analyse mit dem DSO

Zusätzlich zu den bereits genannten Bus-Analyse Funktionen ist für die ‚DSOs‘ der ‚DL7000-Serie‘ und dem ‚DL1740‘ die ‚Serial Peripheral Interface-Bus‘-Option (SPI) für umfangreiche SPI-Bus-Datenanalyse erhältlich. Der SPI-Bus wurde von Motorola entwickelt und bietet einen voll-duplex synchro-

nen Datentransfer zwischen CPUs und peripheren ICs. Die Eingangssignale Clock (SCK), Data\_1 (MOSI), Data\_2 (MISO) und CS (SS) werden den Kanälen Ch1, CH2, Ch3 und Ch4&Pod\_1 (8 bit) zugeführt. Ähnlich den CAN- und I<sup>2</sup>C-Bus-Analyse-Funktionen stehen auch hier gleichzeitig Anzeigen von Kurvenformen und Datenanalyseergebnissen zur Verfügung. Die Such-Funktion erlaubt die Suche nach Daten (aus Data\_1 oder Data\_2)

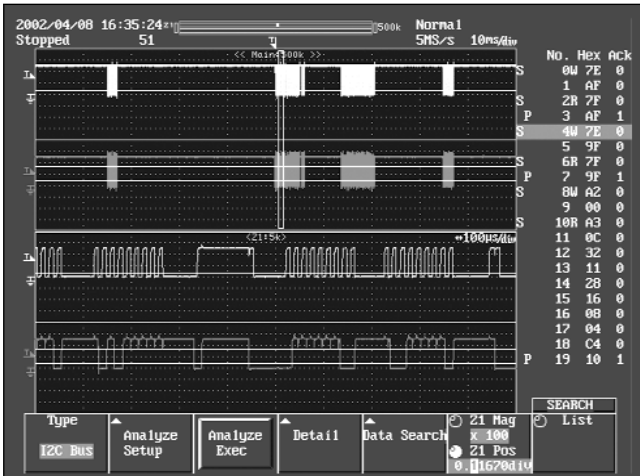


Abb. 5:  
I<sup>2</sup>C-Analyseergebnisse  
mit Anzeige von START/  
STOP Bedingungen,  
R/W-Befehle, Datenfeld  
(Hex/Binär) und Ack-Bit  
(0/1)

startet, kann anhand der Slave-Signale ermittelt werden, welcher Chip mit dem Master kommuniziert.

### Zusammenfassung

Das Digitalspeicheroszilloskop gehört zum Standardwerkzeug des Entwicklungsingenieurs bei der Elektronikentwicklung. Je mehr unterschiedliche Messungen mit einem Gerät abgedeckt werden können, desto besser (und das nicht nur aus der Sicht des Messgerädebudgets). Spezielle Trigger- und Analysemöglichkeiten sind für Messungen an Bussystemen unabdingbar. Anwender die schon viel Zeit mit den Problemen beim Bus-Debugging investiert haben, werden diese besonderen Diagnose-Funktionen und das Preis/Leistungsverhältnis bestimmt zu schätzen wissen.

TEST

mit bis zu 8-Byte-Datenlänge. Verschiedene andere Einstellungen wie z.B. für den Clock (Clock Threshold, Hysteresis, Polarität) oder die Threshold-Pegel für Data\_1 oder Data\_2 (für die Analyse von Indefinite-Data) oder Multi CS Setting erlauben eine gezielte Untersuchung der Bus-Daten. Die Analyseergebnisse können sowohl im Hex- als auch im Binär-

Format (Detail-Mode) angezeigt werden. Die Such-Funktion gestattet die Suche mittels Suchtypen (Mustern oder Indefinite) und Suchkonditionen (Datenquelle, Datenlänge, Datenmuster).

Mit dem ‚DL7200‘ können bis zu neun CS-Signale angezeigt werden (Ch\_4 als analog + 8-bit Logikeingang). Wird eine Analyse ge-

www.publish-industry.net

more @ click TK380701

### LESERTIPP

**Mess- und Prüftechnik im Internet –  
Sie möchten themenspezifisch recherchieren?**

**Auf [www.publish-industry.net/ELEKTRONIK](http://www.publish-industry.net/ELEKTRONIK) finden Sie tagesaktuelle  
Nachrichten, fundierte Fachartikel sowie wichtige Anbieter zu folgenden**

#### Schlagwörtern:

- Messgeräte der allgemeinen Messtechnik · Zubehör für die allgemeine Messtechnik
- HF-Messgeräte · Zubehör für HF-Messgeräte
- EMV-Messtechnik · Mobilfunkmesstechnik
- Kommunikationsmesstechnik · Digitalmesstechnik · Bus-Testsysteme
- Peripherie, messgrößenunabhängige
- Spezialisierte Labor- /Prüffeldausstattung
- Schutzmaßnahmen-Testgeräte · Messsysteme zur Bauelementepfung
- Testsysteme für Baugruppen und Hybride
- Testsoftware · Automatisierte Testsysteme für spezielle Aufgaben
- Inspektion und Bildverarbeitung · Messen nichtelektrischer Größen
- Werkstoffprüfung · Sensoren und Mikrosysteme

[www.publish-industry.net/ELEKTRONIK](http://www.publish-industry.net/ELEKTRONIK) –

Die Knowledge-Plattform der DESIGN & VERIFICATION Fachmedien

publish industry  
TECHNIK KOMMUNIZIEREN