

## Elektronische Schaltungen testen

# Fehler finden mit dem Mixed-Signal-Oszilloskop

Zur Fehlersuche in elektronischen Schaltungen bieten heutige Mixed-Signal-Oszilloskope (MSO) eine Vielzahl von Methoden und Modi an, um gestellte Messaufgaben effizient und planvoll auszuführen. Der Messtechniker sollte jedoch die Funktionen seines Gerätes kennen und sie applikativ einsetzen.

Rainer Kunz\*

Viele Entwickler und Servicetechniker stehen oftmals vor der Problemstellung, dass eine elektronische Baugruppe reproduzierbar oder sporadisch Fehlfunktionen in digitalen und/oder analogen Signalen produziert. Diese Fehler können zwar eingegrenzt werden, aber bei der Signalanalyse ist oft nicht bekannt, welche Störungen im Signalverlauf vorhanden sind und wie oft diese – bezogen auf die Zeit – auftreten. Als analysierendes Mess-System ist in den meisten dieser Fälle ein Digitalspeicher-oszilloskop hilfreich. Der Funktionsumfang von Oszilloskopen ist allerdings so groß, dass vielen Anwendern verborgen bleibt, wie diese Funktionen bei einer gegebenen Problemstellung effizient

\*Rainer Kunz ist Produktspezialist und Applikationsingenieur für digitale Oszilloskope und ScopeCorder bei Yokogawa in Hersching.

und systematisch genutzt werden können.

## Segmentierbarer Akquisitionsspeicher und History-Modus

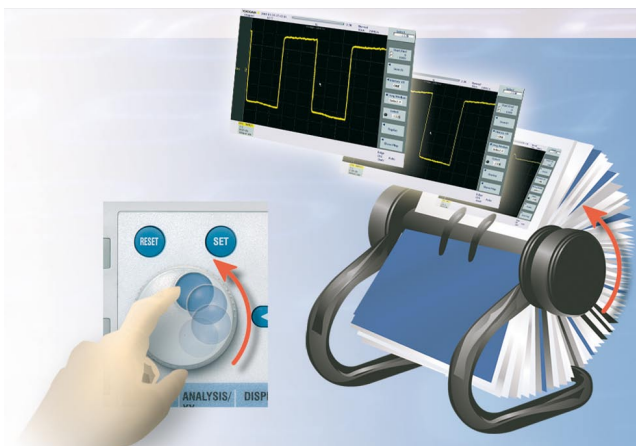
Um bei einem Oszilloskop interessierende Signalereignisse dauerhaft sehen und quantifizieren zu können, ist es erforderlich, eine geeignete Triggerbedingung zu formulieren. Genau diese ist in den wenigsten Fehlerfällen im Voraus bekannt. Die meisten Mixed-Signal-Oszilloskope besitzen zwar einen Auto-Trigger-Modus der dafür sorgt, dass alle etwa 100 ms selbsttätig getriggert wird, damit auf dem Bildschirm Signalformen dargestellt werden. Wenn der Anwender dann aber eine Signalanomalie visuell wahrnimmt und die Akquisition stoppt, befinden sich aufgrund der hohen Update-Raten schon neue Messdaten im Speicher. Das Gesehene wird nicht mehr dargestellt und kann folglich auch nicht mehr analysiert werden. Hier wird ein wesentlicher Vorteil eines segmentierbaren tiefen Speichers wirksam.

Die Idee dabei ist, den gesamten Speicher variabel in kleinere Segmente zu un-

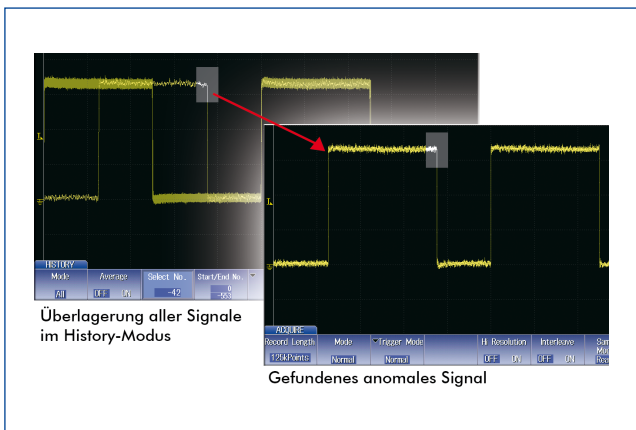
terteilen. Die Speichersegmente werden dann für die automatisch getriggerten Messungen verwendet, anstatt für jede Messung den vollen Speicher zu reservieren. Der History-Modus greift nach gestoppter Messung auf die sequentiell abgelegten Speichersegmente zu und ermittelt mit Überlagerungs-, Such- und Abspielfunktionen mögliche Signalanomalien.

Die Signalanomalien können durch eine Liste der getriggerten Messungen mit Zeitstempel zeitlich korreliert in den gesamten Signalverlauf eingeordnet werden. Je tiefer der Gesamtspeicher, desto mehr Speichersegmente lassen sich erfassen, desto länger kann die Historie des Signals eingesehen werden.

Damit lässt sich eine geeignete Triggerbedingung formulieren, die bei der neuen Messung nur noch diese Kurvenformen herausfiltert und einer Bewertung zuführt. Ein weiterer Vorteil des segmentierbaren Speichers: neben der Einstellung der Zeitbasis lässt sich die vom Mixed-Signal-Oszilloskop aktuell gefahrene Abtastrate verändern, denn: Abtastrate (MSamples/s)

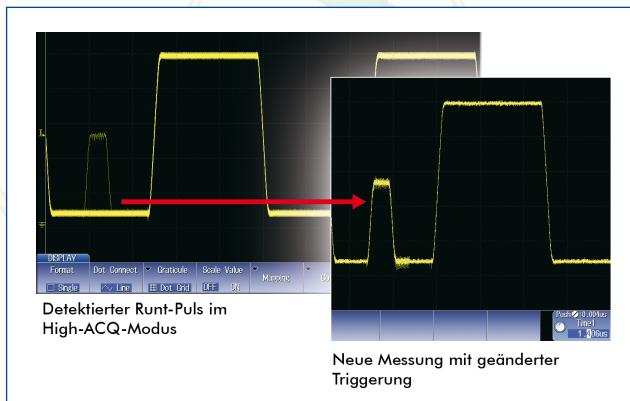


**Bild 1:**  
Der segmentierbare Speicher im History-Modus

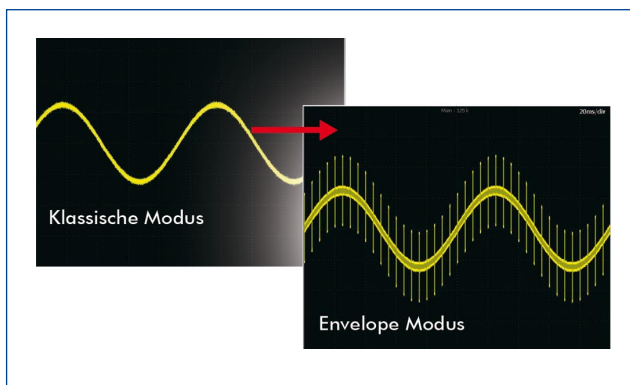


**Bild 2:**  
Duty-Cycle-Anomalie eines Taktsignals

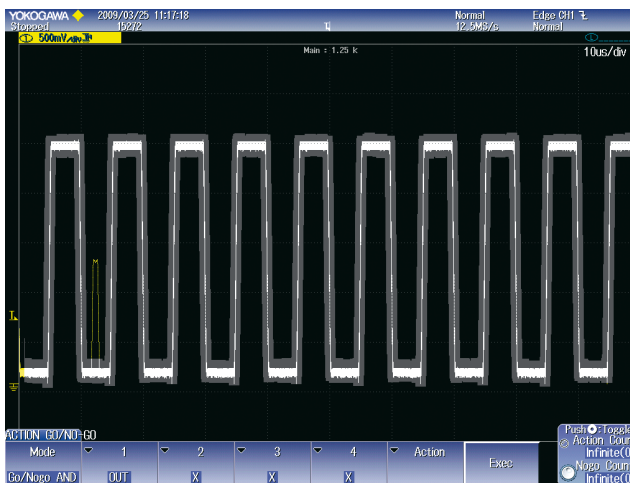
**Bild 3:**  
Detektion von Runt-Pulsen



**Bild 4:**  
Glitch-Erkennung mit dem Envelope-Modus



**Bild 5:**  
GO/NOGO-Zonen-Test



▶ 
$$= \frac{\text{verwendete Speichertiefe (MPoints)}}{\text{Zeitbasis (s)}}$$

Somit kann nach gefundener Triggerbedingung die Größe der Speichersegmente wieder erhöht werden, um die Abtastrate zu vergrößern und damit die Messung zu präzisieren. Im Bild 2 ist eine Anomalie beim Duty-Cycle-Tastgrad (Tastverhältnis) eines Taktsignals dargestellt. Mit einer großen Auswahl an standardmäßigen Triggerfunktionen sowohl für die analogen als auch für die digitalen Eingänge kann das Ereignis isoliert wer-

den. In diesem Fall wird auf einen anomalen Duty-Cycle getriggert.

## High-Acquisition-Modus erfasst kurze Ereignisse

In verschiedenen Fällen reicht die Akquisitionsrate im entsprechenden Normal-Modus des Mixed-Signal-Oszilloskops nicht aus, um kurzzeitige seltene Ereignisse wie Glitches oder Runt-Pulse zuverlässig zu erfassen. In diesem Fall versagt auch die Methode, die Kurvenformen

nachträglich im oben behandelten History-Modus zu überlagern.

In dieser Situation ist es ratsam, den Akkumulationsmodus schon vor bzw. während der Messung zu aktivieren und eine möglichst kleine Speichersegmentgröße einzustellen, so dass die aktuelle Abtastrate gerade noch ausreichend ist. Abhängig von der gewählten Zeitbasis kann so die kontinuierliche Erfassungsrate gegenüber dem Normal-Modus ca. um den Faktor 300 erhöht werden. Gute Erfassungsraten in der Oszilloskop-Klasse bis 2 GHz liegen bei 20.000 Kurvenformen pro Kanal und Sekunde.

In dieser Betriebsart werden Anomalien sichtbar, die im normalen Akquisitionsmodus verborgen bleiben. Die Analyse der fehlerhaften Kurvenformen in Bezug auf die Ableitung der korrekten Triggerbedingung kann dann ebenso in der History erfolgen. Bild 3 zeigt, wie auf diese Art Runt-Pulse detektiert und damit messbar gemacht wurden. Gewählt wird eine Pulsbreiten-Triggerung oder eleganter noch, eine Event-Intervall-Triggerung die es ermöglicht, dieses Ereignis mit Ereignissen auf anderen Kanälen wie den Logikkanälen zu verknüpfen.

## N-Single-Modus erzielt minimale Totzeiten bis zu 400 ns

Für Anwendungen, bei denen auch dieser High-Acquisition-Modus noch nicht ausreicht gibt es eine letzte Methode, die Erfassungsrate weiter bis auf äquivalent zwischen 450.000 und 2.500.000 Kurvenformen pro Kanal und Sekunde zu steigern.

Allerdings ist dieser sogenannte N-Single-Modus nicht für eine kontinuierliche Signal-Erfassung geeignet, weil in dieser Betriebsart die Kurvenformen zuerst bis zu einer vom Benutzer spezifizierten Zahl N gespeichert und dann am Bildschirm angezeigt werden. Das Oszilloskop spart sich also hier die Zeit die notwendig ist, um nach jeder Erfassung den Bildschirm neu aufzubauen bzw. die Änderungen darzustellen. Dieser Zeitgewinn resultiert in einer minimalen Totzeit des Mixed-Signal-Oszilloskops. Somit eignet sich dieser Modus nicht für sporadische Fehler, sondern mehr für Fehler im Signalverlauf, die zwar sehr kurzzeitig, aber reproduzierbar sind.

Die Kontrolle der Erfassungsrate des Oszilloskops und der Zugriff auf die bereits erfassten Messungen sind eine Seite, die Kontrolle über die aktuelle Abtastrate eine andere. Nun gibt es Nutzsignale, die eine entsprechend große Zeitbasis erfor-

derlich machen, so dass – gemäß oben erwähnten Zusammenhang zwischen Abtastrate, Speichertiefe und Zeitbasis – selbst bei maximaler Speichertiefe des Mixed-Signal-Oszilloskops die resultierende Abtastrate deutlich unter der maximalen liegt. Das kann dazu führen, dass überlagerte kurzzeitige Störungen innerhalb einer Messung über die analogen Eingänge nicht mehr erfasst werden können (Bild 4).

### Mit maximaler physikalischer Abtastrate

Für diese Fälle kann das Scope in den Envelope-Modus geschaltet werden. In diesem Modus wird in weiten Grenzen – unabhängig von der Zeitbasis – mit der maximalen physikalischen Abtastrate gearbeitet. Die Messdaten werden einer Maximum-Minimum-Datenreduktion unterzogen und als Ergebnis werden Glitche zuverlässig detektiert.

Als Nebenprodukt ist dieser Modus in Verbindung mit entsprechenden Bandbreitenfiltern in den analogen Eingängen auch sehr gut geeignet, um Aliasing-

### Erfassungsrate um Faktor 300 erhöhen

Abhängig von der gewählten Zeitbasis lässt sich die kontinuierliche Erfassungsrate gegenüber dem Normal-Modus ungefähr um den Faktor 300 erhöhen. Gute Erfassungsraten in der Oszilloskop-Klasse bis 2 GHz liegen bei 20.000 Kurvenformen pro Kanal und Sekunde.

Effekte zu vermeiden, die durch Unterabtastung im Verhältnis zur oberen Grenzfrequenz des Signalspektrums entstehen.

Bei sporadischen Fehlern im Signalverlauf ist es wünschenswert, Signale kontinuierlich über beliebig lange Zeiträume beobachten und gleichzeitig automatisch nach eigenen Kriterien bewerten zu können, ohne dass der Anwender die Messung permanent persönlich beglei-


ten muss. Die entsprechende Methode im Scope heißt GO/NOGO-Bewertung. Wie im Bild 5 zu sehen, kann dieser Test als Zonen-Test erfolgen. Der Anwender hat hier die Möglichkeit, eigene geometrische Bereiche (Zonen) zu definieren und im Oszilloskop einzustellen wie es reagieren soll, wenn Messdaten sich innerhalb oder außerhalb dieser Zonen befinden.

Wird ein benutzerspezifizierte Kriterium verletzt, erzeugt das MSO standardmäßig über einen entsprechenden Ausgang ein TTL-Signal, das zur Hardwaresteuerung verwendet werden kann. Zusätzlich gibt es wahlweise akustische Signale aus und – wichtig vor allem für die Dokumentation – es können die zugehörigen Messdaten oder Bildschirmdrucke automatisch auf Speichermedien abgespeichert werden. *(heh)*

Yokogawa

Tel. +49(0)8152 93100

 [www.elektronikpraxis.de](http://www.elektronikpraxis.de)

 Auswahlkriterien für Digitaloszilloskope von Yokogawa (englisch)

**InfoClick**

**297175**