

**BERTScope – für serielle optische und elektrische Daten**

# Signalintegritätsanalyse und Compliance Testing

Mit den BERTScopes ist es möglich, Bitfehlermessungen mit Augendiagramm- und Augenkonturmessungen zu korrelieren. Sehr schnelle Maskentests, Jitter-Peak, Q-Faktor und Jitterspektrumanalyse geben weitere Information über die Qualität der untersuchten seriellen Datensignale. Eine detaillierte Fehleranalyse, ausgehend von der Augendiagrammdarstellung bis hinunter auf Bitebene, wird so möglich.

Augendiagrammdarstellungen sind ein beliebtes Mittel, um schnell eine klare und intuitive Aussage über die Qualität eines seriellen Datensignals zu erhalten (Bild 2). Es ist jedoch bedeutend schwieriger, die Augendiagrammmessungen mit einer Messung der Bitfehlerhäufigkeit zu korrelieren. Bisherige Testmethoden mit einem Bitfehlertester (BERT) lieferten nur eine Aussage, ob und in welchem Umfang Bitfehler auftreten. In Verbindung mit einem digitalen Speicheroszilloskop (DSO) ist es möglich, den Datenstrom als Augendiagramm darzustellen, um weitere Informationen zu erhalten. Aufgrund der eingeschränkten Samplingrate digitaler Speicheroszilloskope werden seltene Ereignisse allerdings oft nicht erkannt oder die Messdauer steigt exponentiell an. Sie ist daher für eine gezielte Fehlersuche in der Praxis kaum nutzbar.

Diese Informationslücke kann mit der BERTScope Produktfamilie von Synthesys Research geschlossen werden. Hierzu verwenden die Geräte einen speziellen Detektionsmechanismus, der es ermöglicht, alle benötigten Informationen zur Erzeugung einer Augendiagrammdarstellung aus der Bitfolge abzuleiten.

Erreicht wird dies durch die Verwendung von zwei unabhängigen Detektorschalt-schwellen, die sich sehr präzise in der Amplitude justieren lassen. Es entsteht



Bild 1: Das BERTScope S und die flexible Takt-rückgewinnung DCRJ (mit optischem Referenzempfänger) für Compliance Test von 10 Gbit/s XFP Transceivern.

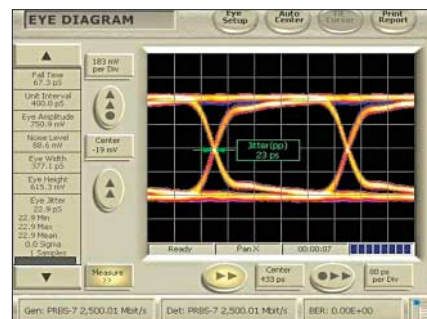


Bild 2: Die Augendiagrammdarstellung eines seriellen Datensignals ermöglicht eine einfache und intuitive Beurteilung der Signalqualität.

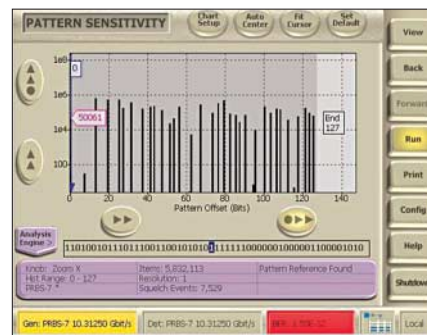


Bild 3: Die „Pattern Sensitivity“ stellt fehlerhafte Bit im Kontext der Bitmusterfolge dar. Kritische Flankenwechsel oder isolierte 1-Bits lassen sich identifizieren und ermöglichen Rückschlüsse auf Optimierungsmöglichkeiten des Designs.

so ein variables Detektionsfenster im Amplitudenbereich. In Verbindung mit einer internen, sehr präzisen, selbstkalibrierenden elektrischen Verzögerungsstrecke lässt sich dieses Amplitudenfenster im Zeitbereich verschieben. Durch geschicktes Abtasten der Bitperiode lassen sich so sehr schnelle Maskentests, Augendiagramm-, Jitterpeak-, Q-Faktor und Augenkonturmessungen vornehmen.

Das Augendiagramm wird dabei wie ein Pixelbild aufgebaut. Das Detektionsfenster wird mit hoher Genauigkeit an definierte Positionen im Zeit- und Amplitudenbereich gesetzt. Dort wird für eine bestimmte Anzahl von Bits die jeweilige Bitfehlerhäufigkeit bestimmt. Der entsprechende Pixel am Bildschirm wird in Abhängigkeit der ermittelten Fehlerhäufigkeit eingefärbt. So entsteht eine Augendiagrammdarstellung die auf sehr vielen tatsächlich gemessenen Bits basiert. Jedes einzelne Bit wird berücksichtigt.

Für die Fehleranalyse ergibt sich daraus ein entscheidender Vorteil. Die Augendiagrammdarstellung liefert einen ersten Eindruck von der Signalqualität des Datenstroms. Wird das Auge durch Störungen oder Bitfehler stärker als erwartet geschlossen, ist es möglich, den Detektor an definierte Stellen im Auge zu positionieren und exakt an diesem Punkt eine Bitfehlerhäufigkeitsmessung durchzuführen. Die Fehleranalyseoptionen (Bild 3) ermöglichen es dann, die fehlerverursachende Bitmusterfolge zu identifizieren.

Darüber hinaus ermöglicht das BERTScope weitere Analysen, wie sehr schnelle Maskentests (mindestens zwei Po-

**AUTOR**

Michael Riess ist im Vertrieb für Optische Nachrichtentechnik bei der Laser 2000 GmbH in Wessling beschäftigt.

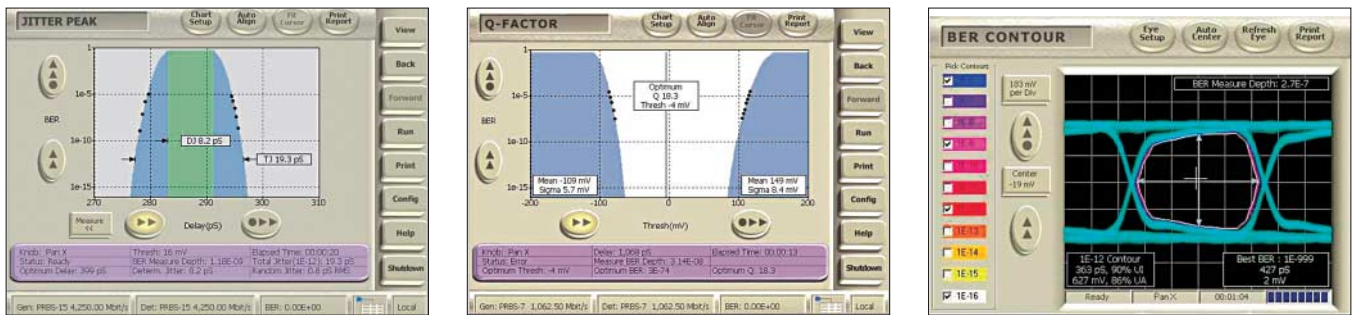


Bild 4: Jitterpeak, Q-Faktor und Augenkontur (BER Contur) ermöglichen die Charakterisierung der Signalstabilität im Zeit- und Amplitudenbereich. Die Augenkonturmessung kombiniert dabei Jitter- und Q-Faktormessungen über mehrere Punkte des gesamten Umfangs der Augenöffnung.

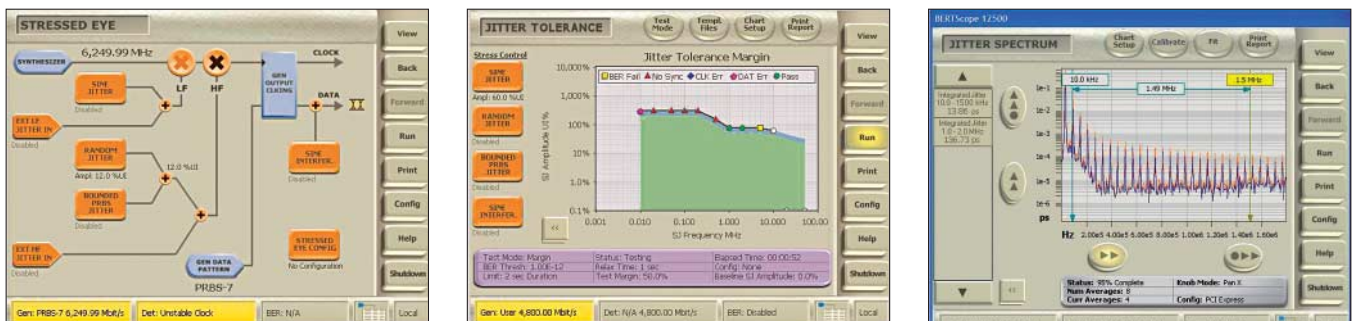


Bild 5: Jittergenerator und Jitter-Template-Option des BERTScope 5. Der Jittergenerator ermöglicht die Erzeugung eines kalibrierten „Stressed Eye“ zum Test von elektrischen und optischen Empfängern. Mit der Jitter-Template Option lassen sich standardkonforme Jitter-Toleranz-Messungen automatisiert durchführen.

tenzen schneller als herkömmliche Aufbauten mit BERT und DSO) sowie Jitter- und Q-Faktoruntersuchung (Bild 4). Dies erlaubt es, das zeitliche Verhalten wie auch die Amplitudenstabilität serieller Datensignale zu untersuchen.

### Compliance Testing

Bei aktuellen seriellen Übertragungsverfahren wie SATA, PCI Express, Fiberochannel, GigabitEthernet, SONET, SDH, XFP/XFI, SFP+/SFI und OIF-CEI ist der Trend zu immer höheren Datenraten bei immer enger spezifizierten Systemreserven offensichtlich. Die jeweiligen Standards schreiben immer komplexere Messmethoden vor, um die Einhaltung der Signalqualität sicherzustellen. Reine Bitfehlermessungen haben sich als unzuverlässiger Parameter zur Bestimmung der Signalqualität herausgestellt. Vorgeschrieben sind daher Maskentests bei definierten Bitfehlerhäufigkeiten. Wie sich in der Praxis gezeigt hat ist dies mit herkömmlichen digitalen Speicheroszilloskopen und Bitfehlertestern kaum durchführbar. Mit dem BERTScope lassen sich solche Maskentests auch bei Bitfehlerhäufigkeiten kleiner  $1 \times 10^{-12}$  in kurzer Zeit realisieren.

Um die nicht immer idealen Übertragungseigenschaften vor allem preiswerter gedruckter Schaltungen zu optimieren, werden heute verschiedene Techniken eingesetzt. Eine immer häufiger verwendete Methode besteht darin, hochfrequente Anteile der Senderausgangssignale zu verstärken, um die frequenzabhängigen Verluste im Übertragungsweg zu minimieren. Dabei wird das erste Bit aus einer Folge identischer Bits mit höherer Amplitude als die folgenden Bits gesendet. Bei diesen vorverzerrten Signalen (de-emphasized) müssen unterschiedliche Maskentests für die Transitionsbits und für die folgenden mit geringer Amplitude gesendeten Bits durchgeführt werden. Auch das Testen der Empfänger (Receiver) wird komplexer. In Telekom-Anwendungen wird traditionell getestet, wie gut der Empfänger mit absichtlich verschlechterten Eingangssignalen zurechtkommt (stressed eye). Bei seriellen Datenbussen wurde bisher soweit wie möglich vermieden, die Empfänger mit verjitterten Eingangssignalen zu testen. Bei Datenraten über 5 Gbit/s lässt sich das nicht mehr umgehen. Je nach Standard werden immer komplexere verjitterte jedoch kalibrierte Ein-

gangssignale benötigt. Für diese Anwendungen steht das BERTScope S mit integriertem Jitter-Signal-Generator zur Verfügung. Diese Lösung ermöglicht es Jitteranteile, wie sie von den jeweiligen Standards gefordert werden, zu erzeugen und dem Signal aufzuprägen (Bild 5). Viele Standards erfordern für die Messung eine flexible Taktrückgewinnung und schreiben die Werte für die Loop Bandbreite und das Peaking der verwendeten Taktrückgewinnung vor. Die flexible Taktrückgewinnung CRJ liefert eine standardkonforme Lösung und erlaubt darüber hinaus auch die Messung der Phasentrückkopplung (Phase Locked Loop), der PLL-Bandbreite und des Peakings. Die DCRJ beinhaltet zusätzlich einen Referenzempfänger für optische Signale. Die Jitterspektrumanalyse ermöglicht es außerdem, die Jitteranteile in Abhängigkeit der Frequenz zu beurteilen. Die Messung des bandbegrenzten Jitters liefert dabei zusätzliche Informationen für eine Fehlersuche. (jj)

infoDIRECT 508e0208  
[www.elektronik-industrie.de](http://www.elektronik-industrie.de)  
 ▶ Link zu Laser 2000