Signalintegritätsmessungen mit Netzwerkanalysatoren

Mit der Option R&S®ZNB/T-K20 stellen die Netzwerkanalysatoren R&S®ZNB und R&S®ZNBT nun auch Augendiagramme dar. Durch die Integration dieser in der Signalintegritätsanalyse üblichen Zeitbereichsdarstellung in Messgeräte, die im Frequenzbereich arbeiten, lässt sich das Übertragungsverhalten von Komponenten für analoge und digitale Systeme simultan charakterisieren.

Die wachsenden Datenraten stellen immer höhere Anforderungen an die Güte der Signalpfade. Da die Signalqualität von vielen Faktoren beeinflusst wird, darunter auch von Kabeln und Steckern, ist eine möglichst umfassende Charakterisierung aller beteiligten Komponenten im Zeit- und Frequenzbereich unerlässlich. Dafür sind die Netzwerkanalysatoren R&S®ZNB und R&S®ZNBT mit ihren ausgezeichneten HF-Eigenschaften und ihrer Messgeschwindigkeit erste Wahl. Die neue Option R&S®ZNB/T-K20 macht sie noch universeller, denn diese erweitert die Funktionalität der Zeitbereichsoption R&S®ZNB/T-K2 um die Darstellung von Augendiagrammen (BILD 1). Dazu werden die im Frequenzbereich aufgenommenen Streuparameter zuerst in den Zeitbereich transformiert und anschließend mit einer synthetischen, d. h. vordefinierten Bitfolge, rechnerisch gefaltet.

Erzeugung von Augendiagrammen

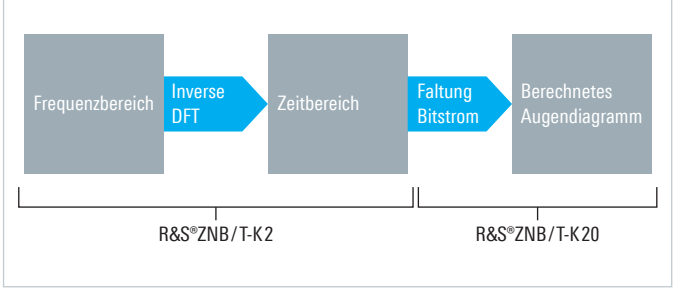


BILD 1: Die neue Option R&S®ZNB/T-K20 erzeugt aus den in den Zeitbereich transformierten Streuparametern das Augendiagramm.

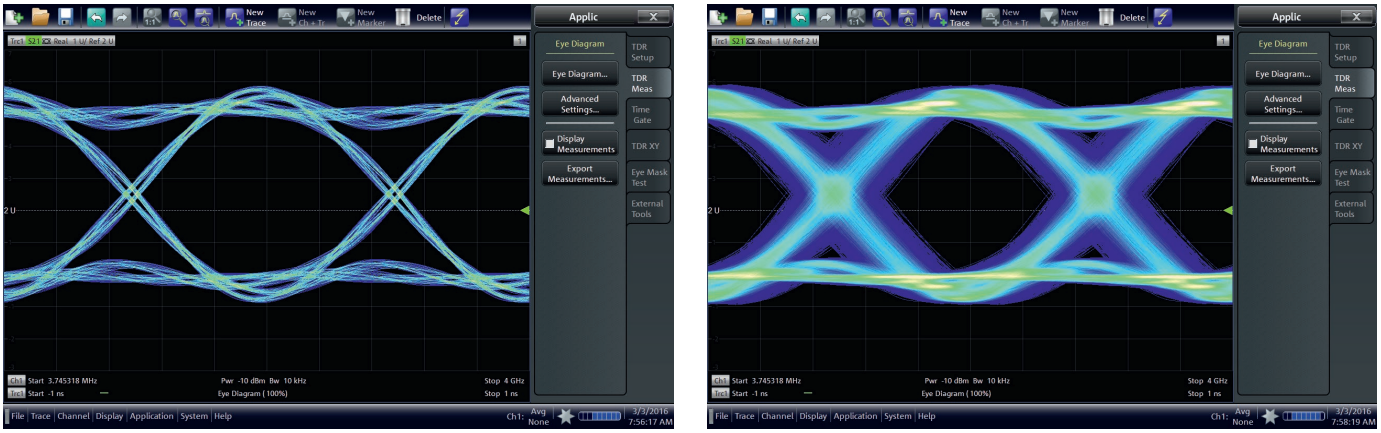
Signalintegrität auf einen Blick geprüft

Die wiederholte Überlagerung der logischen Übergänge liefert die für den Zeitbereich typische, namensgebende Augenform. Gängige Störeinflüsse wie Jitter, Rauschen und Einschwingeffekte erschweren die Auswertung der logischen Zustände und manifestieren sich in einem mehr oder weniger stark geschlossenen Auge (BILD 2). Durch die Darstellung als Augendiagramm werden sowohl der Einfluss des Messobjekts als auch die Auswirkungen zusätzlicher Störgrößen auf das Übertragungssystem auf einen Blick erkennbar – ein entscheidender Grund für die Beliebtheit dieser Darstellung.

Simulation möglicher Störfaktoren

Liegt die Übertragungsqualität eines Systems an der Grenze des Toleranzbereichs, so lässt sich durch Hinzufügen

BILD 2: Im Gegensatz zum korrekt arbeitenden Übertragungssystem links zeigt das rechte Bild ein System mit simulierten Störeinflüssen.



synthetisch erzeugter Störfaktoren wie Jitter oder Rauschen herausfinden, wie robust das System auf solche auch in der Praxis zu erwartenden Einflüsse reagiert und ob es auch dann noch die Performance-Anforderungen erfüllt (Toleranzanalyse). Die anschauliche grafische Darstellung in Form des Augendiagramms erleichtert die Analyse.

Verbesserung der Signalqualität durch Vorverzerrung und Entzerrung

Aus der Systemtheorie sind verschiedene Verfahren bekannt, mit denen sich die Übertragungsqualität in Signalpfaden auch unter Störeinfluss verbessern lässt, beispielsweise die Vorverzerrung (Emphasis) und die Entzerrung (Equalization). Bei der Vorverzerrung wirkt der Anwender einer potenziell unerwünschten Signalveränderung durch das Messobjekt entgegen, indem er das Datensignal generatorseitig so verzerrt, dass die Charakteristik des Messobjekts gerade ausgeglichen wird. Die Entzerrung kompensiert die typischerweise bei höheren Frequenzen auftretende Dämpfung der Signalanteile durch eine entsprechende Anhebung des Frequenzgangs auf Empfängerseite. Die Option R&S®ZNB/T-K20 kann zusätzlich zur Störsignalsimulation auch diese beiden Verfahren rechnerisch berücksichtigen. Die Wirksamkeit entsprechender Maßnahmen ist am Augendiagramm sofort ablesbar.

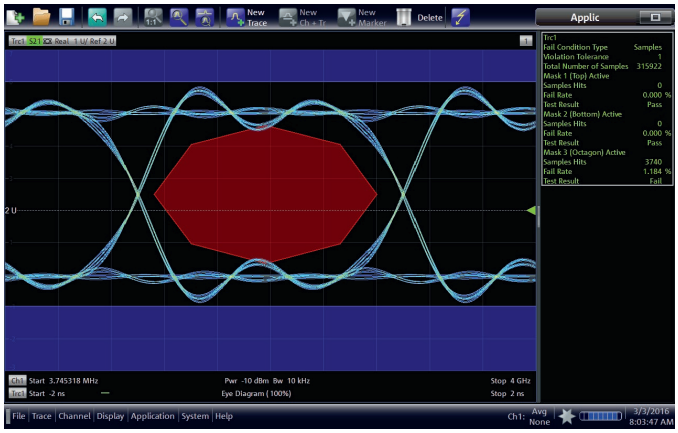
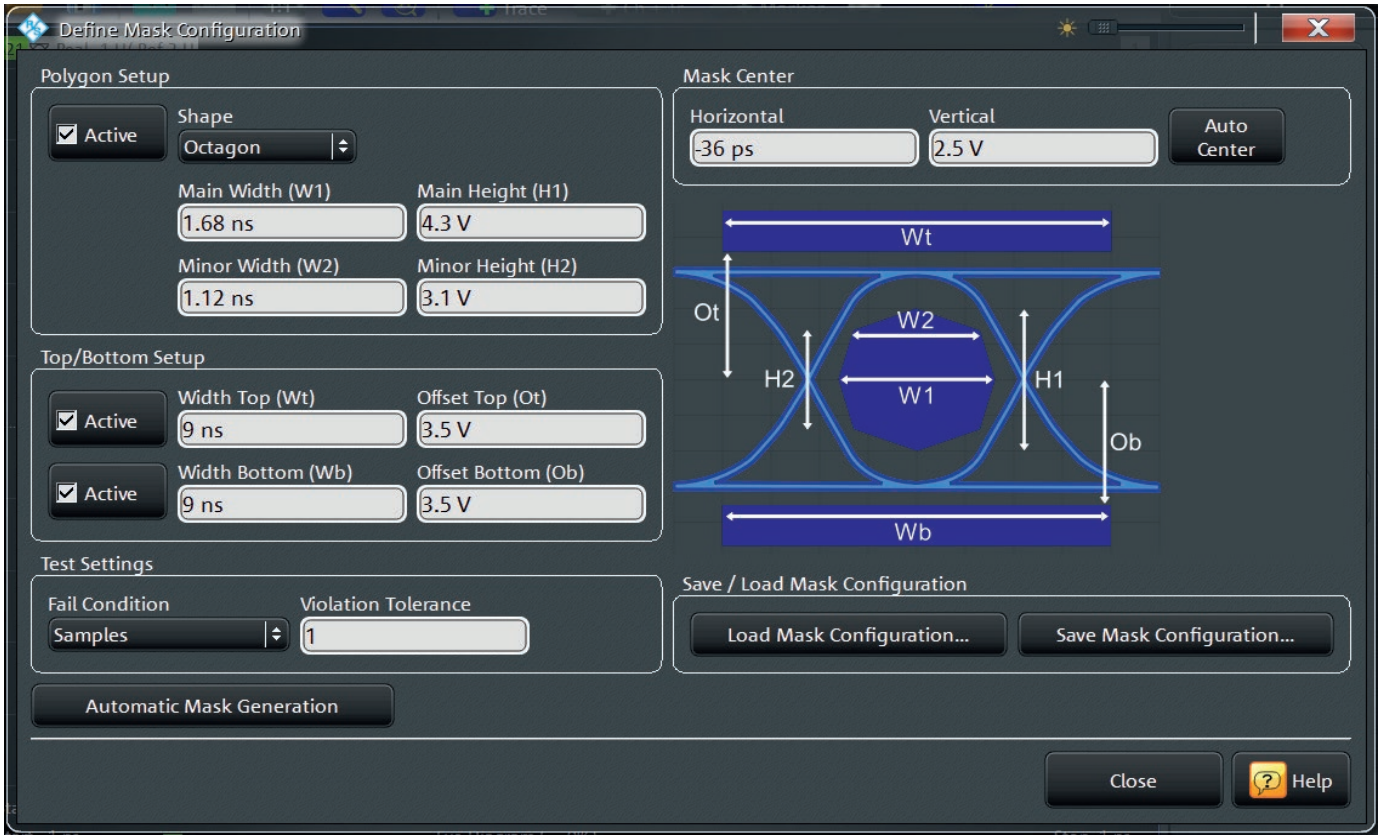


BILD 3: Maskentests mit vordefinierten oder individuell eingestellten Masken.

Schnelle Pass/Fail-Analyse mit konfigurierbarem Maskentest

Ergänzend zur klassischen Pass/Fail-Analyse durch Überprüfen von Grenzwerten bietet die R&S®ZNB/T-K20 eine Maskentest-Funktion. Mit dieser kontrolliert der Netzwerkanalysator, ob die Messwerte im zulässigen Bereich liegen, und zeigt Maskenverletzungen durch eine Pass/Fail-Kennzeichnung an (BILD 3).

BILD 4: Menü zur individuellen Konfiguration von Masken.



Standardisierte Schnittstellen wie USB, HDMI, DVI usw. müssen die in den Normen festgelegten Spezifikationen einhalten. Die Masken sind individuell konfigurierbar, wodurch die Option eine entsprechende Überprüfung der Signalqualität in der Entwicklung erleichtert (BILD 4).

Einfache Bedienung, da komplett in die Firmware integriert

Das Bedienkonzept der R&S®ZNB/T-K20 fügt sich nahtlos in die intuitive Bedienoberfläche der Netzwerkanalysatoren ein. In wenigen Schritten ist das Augendiagramm konfiguriert – das Umschalten auf eine externe Software oder ein Neustart des Geräts ist nicht erforderlich. Alle Einstellungen sind einfach erreichbar. Der Nutzer behält zudem durch eine übersichtliche Darstellung des Signalflusses stets den Überblick und relevante Parameter sind über dieses Menü schnell ein- oder ausgeschaltet (BILD 5).

Höchste Genauigkeit durch Systemfehlerkorrektur und Embedding / De-Embedding

Das Augendiagramm ist vor allem den Nutzern von Oszilloskopen vertraut. Doch Messungen im Zeitbereich können bei den heutigen Datenraten und den damit einhergehenden hohen Frequenzen zunehmend aufwendig und fehlerbehaftet sein. Insbesondere Reflexionen und Störstellen innerhalb des Messaufbaus lassen sich mit den Zeitbereichsmethoden kaum ermitteln. Als Alternative bietet sich der Einsatz vektorieller Netzwerkanalysatoren an, für die solche Messungen zum Standard-Repertoire gehören. Die Erweiterung der Analysatoren mit der Option R&S®ZNB/T-K20 verbindet die Vorteile beider Welten.

Die Verwendung eines Netzwerkanalysators bietet zusammenfassend folgende Vorteile:

- Gleichzeitige Messung im Frequenz- und Zeitbereich
- Hohe Messgenauigkeit durch vektorielle Systemfehlerkorrektur (Berücksichtigung von Reflexionen und Dämpfungen)
- Große Bandbreiten bis zu 40 GHz mit dem R&S®ZNB40
- Embedding- / De-Embedding-Funktionalität zum rechnerischen Hinzufügen oder Entfernen virtueller Netzwerke (z. B. Messfassungen, Übergänge) im Frequenzbereich
- Anwendung von Zeittoren zum Entfernen der Einflüsse von Störstellen (Stecker, Adapter, Übergänge)
- Echtzeitmessung für Abgleichzwecke
- Hohe Messdynamik

Fazit

Mit der Option R&S®ZNB/T-K20 können Netzwerkanalysatoren Augendiagramme darstellen und somit umfassende und präzise Signalintegritätsmessungen durchführen. Die vollständige Integration der Softwareoption in die intuitive Bedienoberfläche der Netzwerkanalysatoren R&S®ZNB/T ermöglicht das unkomplizierte und schnelle Konfigurieren der Messaufgabe und sorgt für Effizienz bei der Entwicklung.

Anja Paula

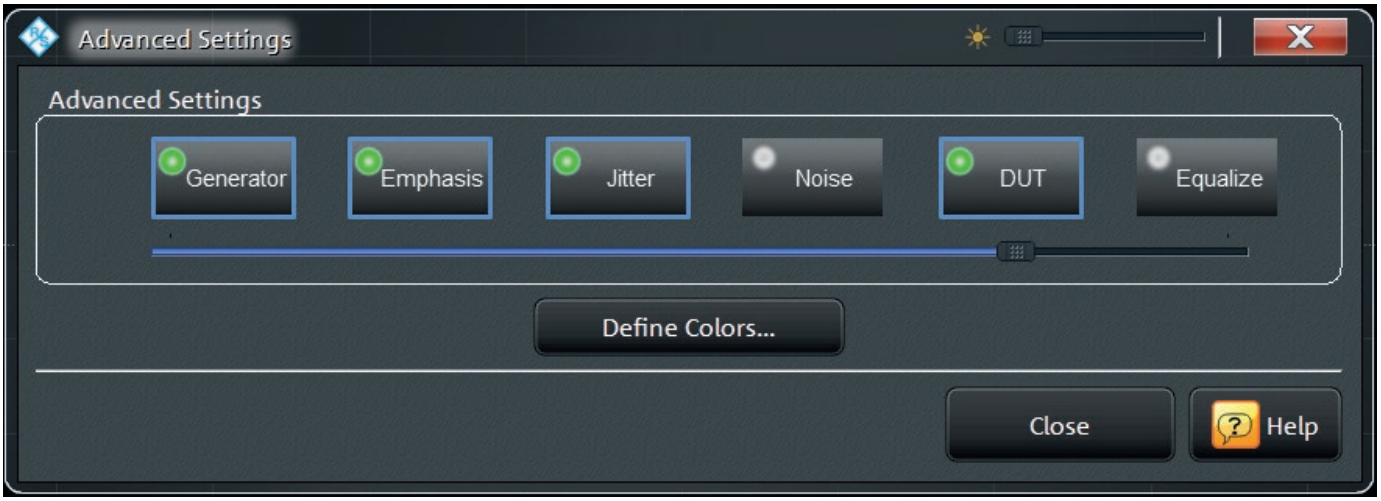



BILD 5: Im Menü zur Darstellung des Signalflusses lassen sich relevante Parameter ein- oder ausschalten.