

Ethernet-Konformitätstest mit dem Oszilloskop R&S®RTO

Eine Welt ohne Datenaustausch über Ethernet ist kaum noch vorstellbar, ob in der Industrie, in der IT oder im privaten Bereich. Für Konformitätstests von Ethernet-Schnittstellen gibt es nun eine automatisierte Testlösung für die digitalen Oszilloskope R&S®RTO. Sie führt Anwender per Test-Wizard durch die Messungen und liefert exakte Messergebnisse.

Ethernet hat seinen Ursprung in der IT-Netzwerktechnik, ist inzwischen aber auch in unzähligen elektronischen Geräten und Anlagen als Kommunikationsschnittstelle etabliert. So nutzt die Automobilindustrie den Standard beispielsweise zur

Robotersteuerung in der Produktion. Entwickler müssen die Interoperabilität von Ethernet-Schnittstellen sicherstellen. Dafür gilt es festzulegen, welche Tests durchzuführen, welche Abnahmekriterien zu berücksichtigen sind und wie eventuelle Fehler im Design

schnell gefunden werden können. Ethernet-Konformitätstests erlauben die umfangreiche Überprüfung der Schnittstellen nach standardisierten Testabläufen und unterstützen Hardware-Entwickler bei der Fehlersuche und der Freigabe von Designs.



BLD 1: Ethernet-Konformitätstests mit dem R&S®RTO: Einfach Testsoftware laden, Test Fixture Set anschließen und sich vom Test-Wizard durch die Konfiguration der Tests führen lassen.

	10BASE-T	100BASE-TX	1000BASE-T	10GBASE-T
Standard	IEEE 802.3 Clause 14	IEEE 802.3 Clause 25	IEEE 802.3 Clause 40	IEEE 802.3an
Codierung	Manchester-Codierung, unidirektional, 2 verdrehte Leitungspaare	4B5B, MLT-3, unidirektional, 2 verdrehte Leitungspaare	8B10B, PAM-5, bidirektional, 4 verdrehte Leitungspaare,	128-DSQ, PAM-16, bidirektional, 4 verdrehte Leitungspaare
Signalpegel	Manchester-Pegeländerung	3 Pegel	5 Pegel	16 Pegel
Übertragungsbandbreite	10 MHz	32,5 MHz	62,5 MHz	500 MHz

BILD 2: Protokolleigenschaften verschiedener Ethernet-Standards.

Standardisierte Ethernet-Konformitätstests

Ethernet wurde als Kommunikationsprotokoll von Robert Metcalfe bereits in den 1970er-Jahren entwickelt. Seit 1980 wird Ethernet von der Arbeitsgruppe 802 in der IEEE standardisiert und fortlaufend weiterentwickelt. 10BASE-T, 100BASE-TX und 1000BASE-T sind die am häufigsten genutzten elektrischen Ethernet-Standards (BILD 2). Für Switches und Server werden für einen höheren Datendurchsatz inzwischen auch vermehrt Schnittstellen mit 10GBASE-T-Ethernet entwickelt. Alle diese Schnittstellen nutzen zwei bzw. vier verdrehte Leitungspaare und üblicherweise RJ45-Steckverbindungen.

Der Ethernet-Standard mit der geringsten Datenrate, 10BASE-T, basiert auf einem Manchester-codierten Signal. Die anderen hier betrachteten Standards mit höheren Datenraten verwenden zur Datenübertragung aufwendigere Codierungen und bis zu 16 elektrische Signalpegel.

Die IEEE hat Konformitätstests für die elektrischen Eigenschaften der Ethernet-Schnittstellen spezifiziert. Diese Dokumente beschreiben umfangreiche Tests der Transmitter-Signalqualität und einige Tests für die Receiver-Signalqualität. Die Spezifikation definiert Messaufbauten, Testsequenzen und spezielle Testmodi. Der Anwender muss

die Testmodi bei Durchführung des Konformitätstests manuell, z. B. durch Setzen der entsprechenden Register-einträge, aktivieren. Details hierzu sind in der Dokumentation des verwendeten Ethernet-Chips beschrieben. BILD 3

zeigt als Beispiel den Testmodus 1 des 100BASE-T-Transmitter-Tests, mit dessen Hilfe die Signalqualität (Peak Voltage, Maximum Droop, Differential Output Template) des 1000BASE-T-Signals vermessen wird.

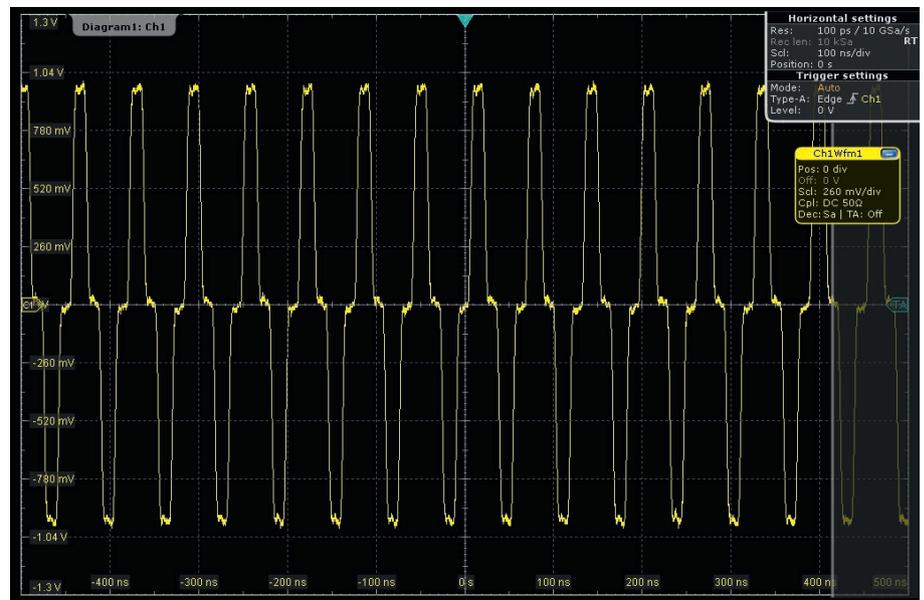
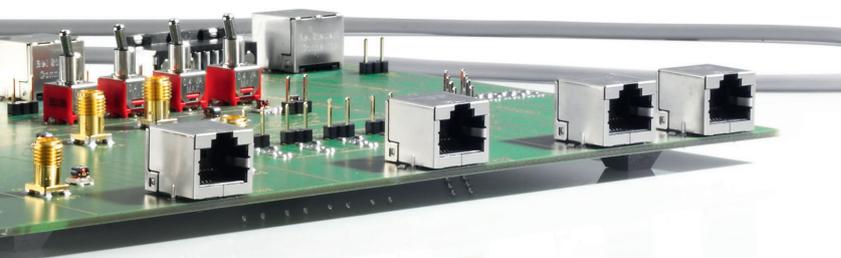


BILD 3: Das mit dem Oszilloskop erfasste Signal eines Ethernet-Chips im Modus für 100BASE-TX-Tests für Peak-to-Peak-Jitter-Messungen.

Das InterOperability Laboratory der Universität in New Hampshire (UNH-IOL) ist weltweit von der Industrie als Ethernet-Validierungslabor für Konformitätstest anerkannt. Rohde & Schwarz hat deshalb das UNH-IOL um Prüfung des R&S®RTO-Oszilloskops und der R&S®ScopeSuite-Software hinsichtlich der Konformitätstests für die Ethernet-Standards 10BASE-T, 100BASE-TX und 1000BASE-T gebeten. Das UNH-IOL bestätigte, dass „das R&S®RTO-Oszilloskop und R&S®ScopeSuite den erprobten Methoden und Verfahren des UNH-IOL entsprechen“.



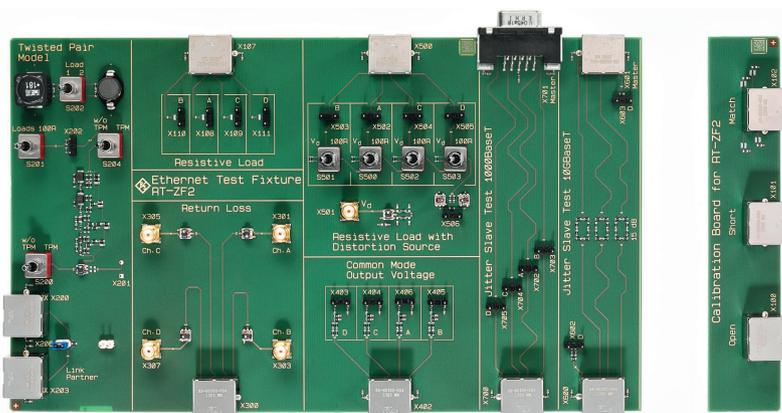


BILD 4: Ethernet Test Fixture R&S®RT-ZF2 für 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T- und 10GBASE-T-Ethernet-Konformitätstests.

Komplette Messtechnik für Ethernet-Konformitätstests

Entwickler führen Ethernet-Konformitätstests an Komponenten oder Geräten entweder im Rahmen der Grundlagenentwicklung oder bei der Fehlersuche während der Integration durch. Für die Analyse und Verifikation bietet Rohde&Schwarz eine Komplettlösung auf Basis der R&S®RTO-Oszilloskope (BILD 1) zusammen mit Softwareoptionen und Testzubehör:

- **R&S®RTO-K22:** Ethernet-Compliance-Testsoftware für 10BASE-T, 100BASE-TX und 1000BASE-T
- **R&S®RTO-K23:** Ethernet-Compliance-Testsoftware für 10GBASE-T
- **R&S®RT-ZF2:** Ethernet Test Fixture für 10 / 100 / 1000BASE-T und 10GBASE-T
- **R&S®RT-ZF2C:** 1000Base-T-Jitter-Testkabel

Ethernet-Konformitätstests stellen hohe Anforderungen an das Oszilloskop. So darf bei Transmitter-Distortion-Tests die Verzerrung des Transmitter-Signals auch bei einem Störsignal mit 5,4 V (U_{ss}) und 20,833 MHz maximal 10 mV betragen. Die hervorragende Messdynamik der R&S®RTO-Oszilloskope führt bei diesem kritischen Test zu exakten Ergebnissen.

Das Test Fixture R&S®RT-ZF2 (BILD 4) ist mit allen Schnittstellen von 10BASE-T bis 10GBASE-T ausgestattet und erlaubt den einfachen Anschluss der Oszilloskop-Tastköpfe an die Signalleitungen des Prüfobjekts. Die erforderlichen Messausrüstungen für Konformitätstests nach den jeweiligen Ethernet-Standards sind in BILD 5 aufgeführt.

Messausrüstung	10 / 100 / 1000BASE-T	10GBASE-T
Oszilloskop	10 / 100BASE-T: mindestens R&S®RTO1002, 1000BASE-T: mindestens R&S®RTO1012	Mindestens R&S®RTO1022
Software R&S®ScopeSuite	Ethernet Compliance Test R&S®RTO-K22	10G Ethernet Compliance Test R&S®RTO-K23
Test Fixture	Ethernet Test Fixture R&S®RT-ZF2	Ethernet Test Fixture R&S®RT-ZF2
Tastköpfe	10 / 100BASE-T: 1 differenzieller Tastkopf, mindestens R&S®RT-ZD10 1000BASE-T: 2 differenzielle Tastköpfe, mindestens R&S®RT-ZD10	1 differenzieller Tastkopf, mindestens R&S®RT-ZD30
Empfohlene Ergänzungen	1000BASE-T: – Jitter-Testkabel R&S®RT-ZF2C – Funktionsgenerator HAMEG HMF2550 oder Tabor WX2182B für die 1000BASE-T-Signalstörungstests – Netzwerkanalysator R&S®ZVL für die Return-Loss-Messungen	– Spektrumanalysator für die Linearitätsmessungen des Transmitters mit Startfrequenz < 1 MHz (z. B. R&S®FSL3) – Netzwerkanalysator für die Return-Loss-Messungen mit mit Startfrequenz < 1 MHz (z. B. R&S®ZVL3)

BILD 5: Erforderliche Messausrüstung für die Ethernet-Konformitätstests.

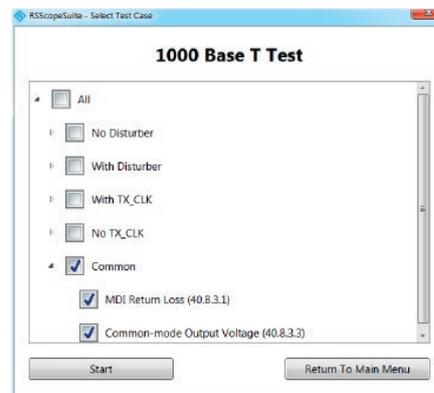


BILD 6: Testauswahl für 1000BASE-T-Ethernet-Konformitätstest.

Schnelle Ergebnisse mit der Testsoftware R&S®ScopeSuite

Bei der Inbetriebnahme von Hardware-Designs stehen Entwickler unter großem Zeitdruck, die relevanten Tests müssen deshalb schnell durchgeführt werden. Hier ist eine gut bedienbare Testsoftware wie die R&S®ScopeSuite mit ihrem hohen Automatisierungsgrad eine große Hilfe. Ein integrierter Test-Wizard führt den Anwender durch den Testaufbau und konfiguriert das Oszilloskop samt angeschlossenem Signalgenerator sowie Spektrum- oder Netzwerkanalysator automatisch. Die R&S®ScopeSuite kann je nach Präferenz des Anwenders auf einem separaten PC oder auf dem Oszilloskop installiert werden. Komfortabel ist der Betrieb auf dem R&S®RTO-Oszilloskop unter Verwendung

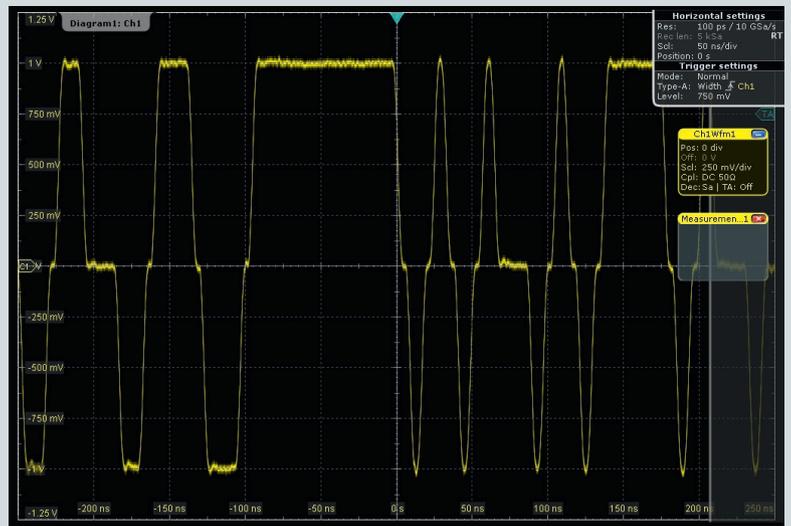


BILD 7: Anleitung zu einem Testfall des Ethernet-Konformitätstests. Links wird die Konfiguration auf der Test Fixture erläutert, rechts ist das mit dem Oszilloskop erfasste Signal des Ethernet-Chips im konfigurierten Testmode zu sehen.

eines zusätzlichen Monitors, wenn auf diesem die R&S®ScopeSuite mit einer Maus bedient wird, während der Bildschirm des Oszilloskops gleichzeitig die Messkurven und -ergebnisse darstellt.

Die R&S®ScopeSuite enthält alle für die unterschiedlichen Ethernet-Standards gängigen Testfälle. Es lassen sich einzelne Tests oder komplette Testgruppen selektieren (BILD 6). Nach dem Start wird das R&S®RTO automatisch konfiguriert und der Test-Wizard führt mit einer komfortablen, schrittweisen und bildunterstützten Anleitung durch die Konfiguration (BILD 7).

Sind alle Schritte durchgeführt, laufen die Messungen automatisiert ab. Die R&S®ScopeSuite zeigt das Testergebnis für den schnellen Überblick mit Hilfe einer Ampelanzeige (BILD 8). Auch hier zeigt sich die Flexibilität der R&S®ScopeSuite: So lässt sich ein Test, beispielsweise bei auftretenden Signalfehlern, einfach per Knopfdruck wiederholen. Nach Abschluss der Messungen kann der Anwender die relevanten Ergebnisse in einem Testreport zusammenfassen und so alles mit Bildern und Tabellen übersichtlich dokumentieren (BILD 9).

BILD 8: Testergebnis mit Ampelanzeige und Wiederholmöglichkeit des Tests.

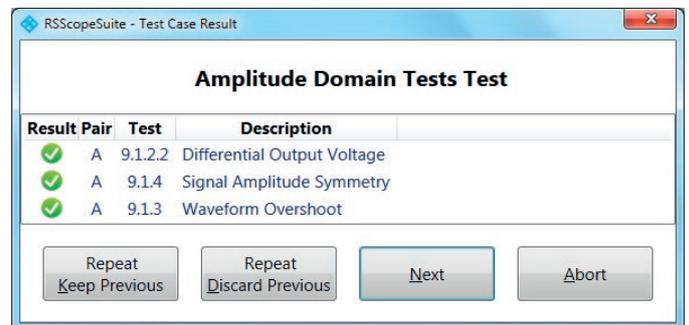
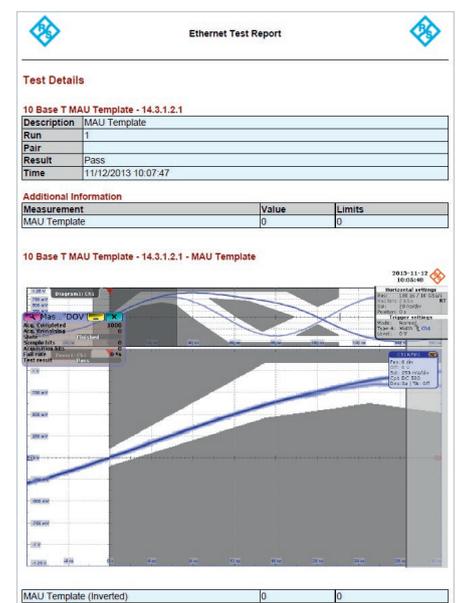


BILD 9: Ausschnitt aus einem ausführlichen Testreport.



Fazit

Rohde & Schwarz bietet mit dem R&S®RTO-Oszilloskop, den Optionen R&S®RTO-K22 für 10 / 100 / 1000BASE-T und R&S®RTO-K23 für 10GBASE-T sowie mit dem Test Fixture R&S®RT-ZF2 eine vollständige Lösung für die Konformitätstests der gängigsten Ethernet-Protokolle. Die hervorragende Messdynamik des R&S®RTO bei gleichzeitig niedrigem Rauschen führt auch bei den kritischen Transmitter-Distortion-Tests zu exakten Ergebnissen. Die Komplettlösung testet schnell, liefert präzise Ergebnisse und dokumentiert diese umfassend nach den Wünschen des Anwenders.

Ernst Flemming