



RIGOL

RIGOL

USB 3.0 테스트 솔루션



어플리케이션 노트

KR version

1. 소개

USB 3.0 은 인텔 등 여러 회사가 주도하여 개발된 USB (Universal Serial Bus)규격입니다. 현재 USB 3.0 은 USB IF(Implementer Forum)에 의해 USB 3.2 Gen 1 으로 업데이트되었습니다. 오늘날 USB 2.0 은 PC 제조업체들에 의해 널리 인정받고 있으며, 하드웨어 제조업체에 필수적입니다. USB 2.0 의 최대 전송 대역폭은 480 Mbps(60 MB/s)인 반면, USB 3.0 은 최대 5.0 Gbps(500 MB/s)에 달합니다.

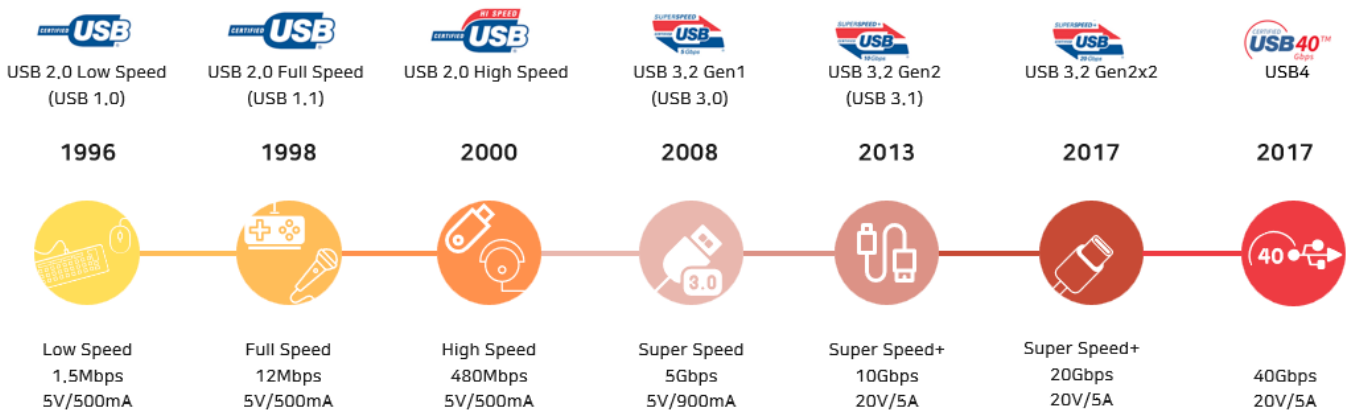


그림 1. USB 프로토콜의 발전

2. USB 3.0

USB 3.0, 흔히 SuperSpeed USB 로 불리는, 장치를 PC 또는 오디오/고주파 장치에 연결하는 표준 커넥터입니다. USB 3.0 관련 기능은 USB 3.0 관련 하드웨어 장치가 컴퓨터에 설치되어 있을 때만 사용할 수 있습니다. 키보드에서 고속 디스크 드라이버에 이르기까지 다양한 장치가 이 저비용 인터페이스를 통해 사용자 노력 최소화로 원활한 플러그 앤 플레이 연결을 제공합니다. 새 USB 3.0 은 USB 2.0 과의 호환성을 유지하면서 여러 가지 향상된 기능을 제공합니다.

- 대역폭에서 5 Gbps 풀 듀플렉스 (USB 2.0 은 480 Mbps 하프 듀플렉스)
- 더 나은 전력 관리
- 충전 가능한 배터리, LED 조명 및 미니 팬과 같은 장치에 호스트에서 장치로 USB 를 이용하여 더 많은 전력 제공
- 장치 식별 속도 향상
- 데이터 처리 효율성 향상

USB 3.0 은 HD 영화와 같은 대용량 파일을 메모리 장치가 정의한 저장 속도로 전송할 수 있습니다. 예를 들어, USB 3.0 플래시 드라이브는 1GB 데이터를 호스트로 15 초 내에 전송할 수 있는 반면, USB 2.0 플래시 드라이브는 43 초가 걸립니다.

소비자 전자 기기의 해상도와 메모리 성능에 대한 수요 증가에 따라 사용자는 광대역 인터넷 연결을 통한 다양한 미디어 응용 프로그램에서 더 빠른 전송 성능이 필요합니다. 이는 대량의 멀티미디어 데이터를 다운로드, 저장 및 공유하는 시간을 단축하는 데 USB 3.0 이 중요한 역할을 합니다.

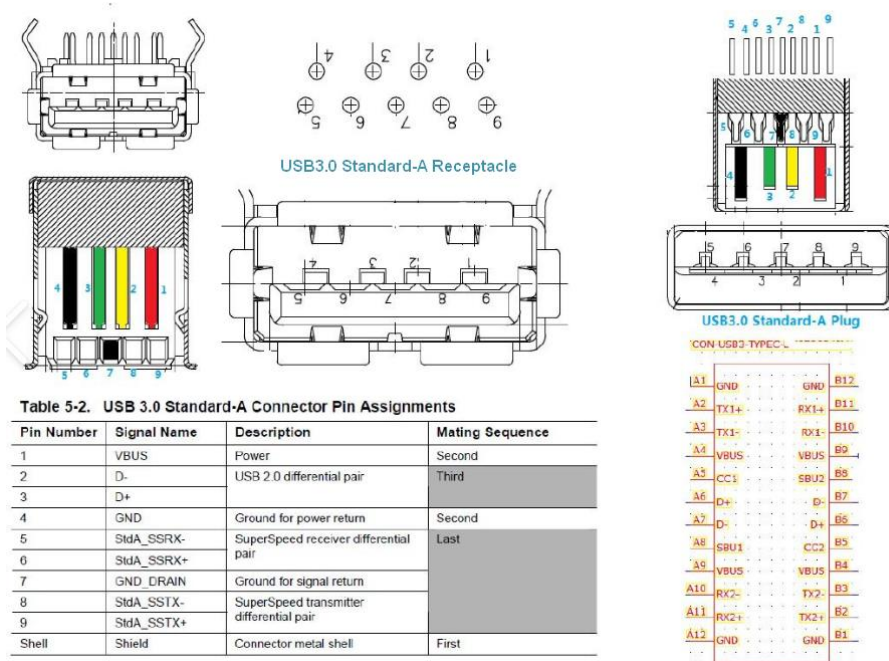


그림 2. USB 3.0 표준 A 커넥터 핀 정의

3. 테스트 도전과제

다음 표는 테스트에서 발생하는 도전 과제를 나열한 것입니다.

도전 과제	분석
고속 데이터 전송 요구사항	USB 3.0의 표준 전송 속도는 5 Gbps로, 데이터 전송의 안정성과 신뢰성을 보장하기 위해 13 GHz 대역폭의 디지털 오실로스코프를 사용해야 합니다.
전력 관리	USB 3.0은 안정적이고 간섭 없는 전력 지원이 필요하며, 이는 전력 관리 테스트에서 도전 과제를 부과합니다.
호환성	USB 3.0 장치는 다양한 제조업체의 장치와의 호환성을 테스트하여 다양한 환경에서의 안정성을 보장해야 합니다.
신호 무결성	USB 3.0의 고속 전송 속도는 신호 무결성에 대한 높은 요구사항을 부과하며, 엄격한 신호 무결성 테스트가 필요합니다.
데이터 분석	테스트 결과는 테스트 데이터의 신뢰성과 정확성을 보장하기 위해 정확하게 기록되고 분석되어야 합니다.

4. 솔루션

USB 3.0 테스트에 필요한 주요 장비는 다음과 같습니다.

- DS80000 디지털 오실로스코프
- DG70000 (테스트를 위한 트리거 신호 제공)
- PC 소프트웨어 Rigol CTS
- 테스트 픽스처: USB 3.11C
- 테스트 픽스처: USB 3.1 적합성 로드 보드
- DP2000 (테스트 픽스처에 전력 제공)
- 테스트 케이블



그림 3. RIGOL USB 3.0 테스트 솔루션에 사용되는 DS80000



그림 4. RIGOL USB 3.0 테스트 솔루션에 사용되는 DG70000



그림 5. RIGOL USB 3.0 테스트 솔루션에 사용되는 테스트 픽스처 1C

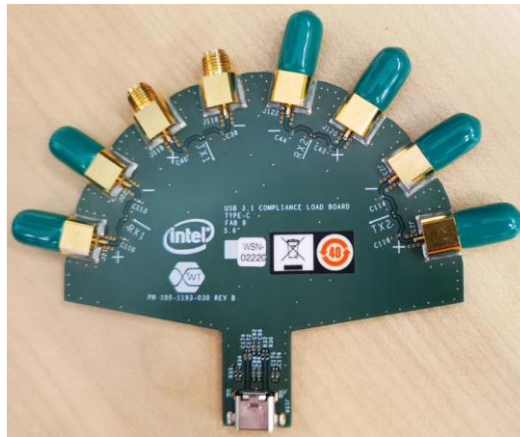


그림 6. RIGOL USB 3.0 테스트 솔루션에 사용되는 USB 3.1 적합성 로드 보드

테스트 연결 다이어그램은 다음과 같습니다. 먼저 두 개의 테스트 픽스처 1C (그림 7의 왼쪽)와 적합성 로드 보드 (그림 7의 오른쪽)를 케이블로 연결합니다. DUT를 테스트 픽스처 1C의 테스트 포트에 연결합니다. 테스트 픽스처 1C에 5V, 0.35A의 안정적인 전원을 제공합니다. DG70000의 CH1의 DC+와 DC-를 적합성 로드 보드의 ±TX1에 케이블로 연결합니다. 마지막으로, 테스트 픽스처 1C의 ±TX1을 오실로스코프 DS81304의 CH1 및 CH2에 케이블로 연결합니다.

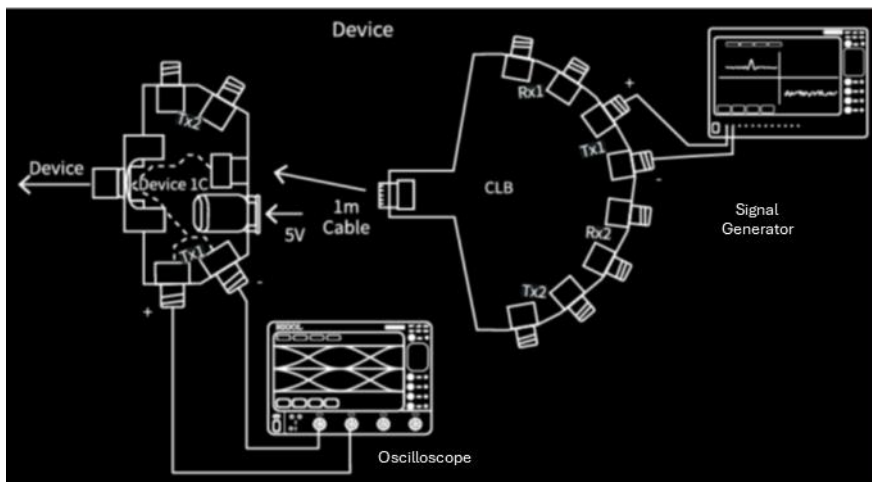


그림 7. USB 3.0 테스트를 위한 연결 다이어그램 1

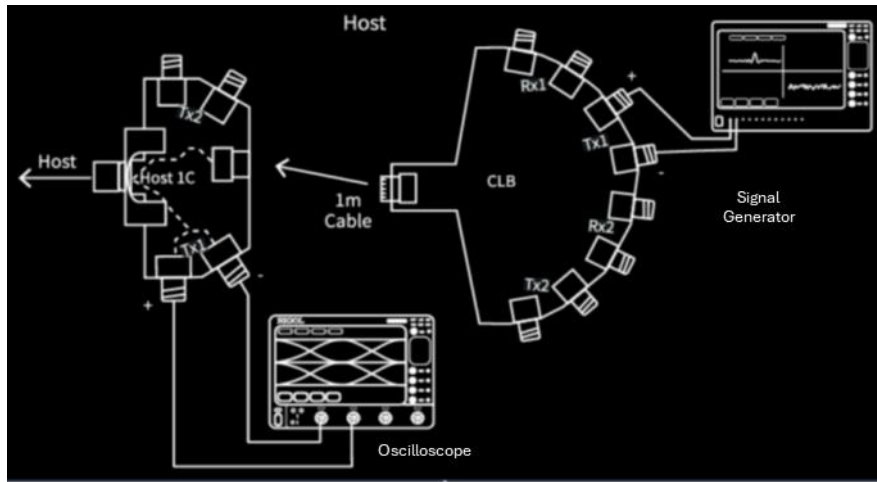


그림 8. USB 3.0 테스트를 위한 연결 다이어그램 2

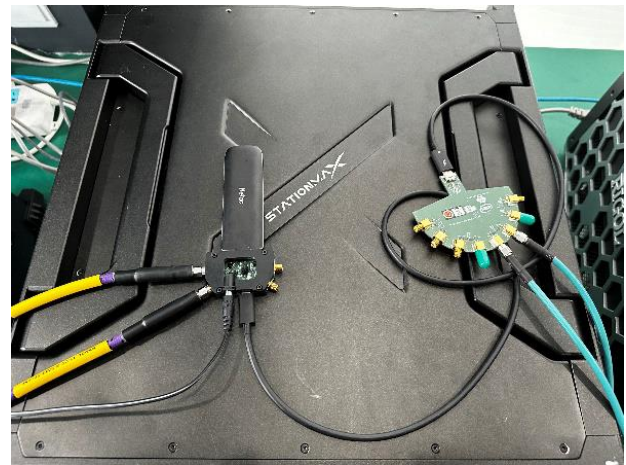


그림 9. 장치와 호스트, 테스트 픽스처간의 실제 연결 구성

4.1 테스트 솔루션 특징

RIGOL의 USB 3.0 적합성 테스트 솔루션의 기능은 다음과 같습니다.

1. 고속 및 안정적인 수집 장비

DS80000 시리즈 디지털 오실로스코프는 RIGOL이 자체 개발한 8세대 오실로스코프로, 테스트 솔루션에서 수집 장비로 사용됩니다. StationMAX II 플랫폼을 기반으로 DS80000 오실로스코프는 최대 40 GSa/s의 실시간 샘플 속도와 13 GHz의 아날로그 대역폭을 제공합니다. 하드웨어 사양의 개선뿐만 아니라, DS80000 시리즈는 다양한 사용자 친화적인 설계를 제공하여 고객이 요구하는 USB 3.0 테스트 속도와 테스트 효율성을 보장합니다.



그림 10. USB 3.0 테스트를 진행중인 화면

2. 안정적이고 순수한 전원 시스템

DP2000 프로그래머블 선형 DC 전원 공급 장치는 테스트에서 저리플 및 저잡음의 고순도 전압 신호를 테스트 픽스처에 제공하여 전원 간섭으로 인한 측정 오류를 제거합니다. 또한, DP2000은 여러 가지 보호 기능을 갖추고 있어 잘못된 트리거링이나 오작동 등으로 인한 고가의 테스트 회로의 물리적 손상을 효과적으로 방지할 수 있습니다.



그림 11. µV 수준의 정밀 전류를 제공하는 DP2000

3. USB 3.0 자동화 테스트 분석 소프트웨어

RIGOL 은 USB 3.0 테스트를 위한 PC 자동화 테스트 소프트웨어를 개발하여 물리 계층 적합성 테스트를 효율적으로 수행할 수 있습니다. PC 소프트웨어는 오실로스코프에 연결하여 자동 테스트를 수행할 수 있으며, 엔지니어가 데이터를 로컬에 저장하여 오프라인 분석을 수행하고 완전한 테스트 보고서를 생성할 수 있도록 합니다.

LFPS 신호 테스트에는 펄스 버스트 시간, 버스트 반복 간격, 클럭 사이클, 펄스 상승 시간, 펄스 하강 시간, 듀티 사이클, AC 공통 모드 전압 및 차동 피크 대 피크 값 테스트가 포함됩니다.

5G 신호 시험에는 아이 다이어그램, 총 지터, 결정론적 지터, 랜덤 지터, 최소 SSC 편차, 최대 SSC 편차, SSC 변조, SSC 슬루 레이트 및 단위 간격 테스트가 포함됩니다.

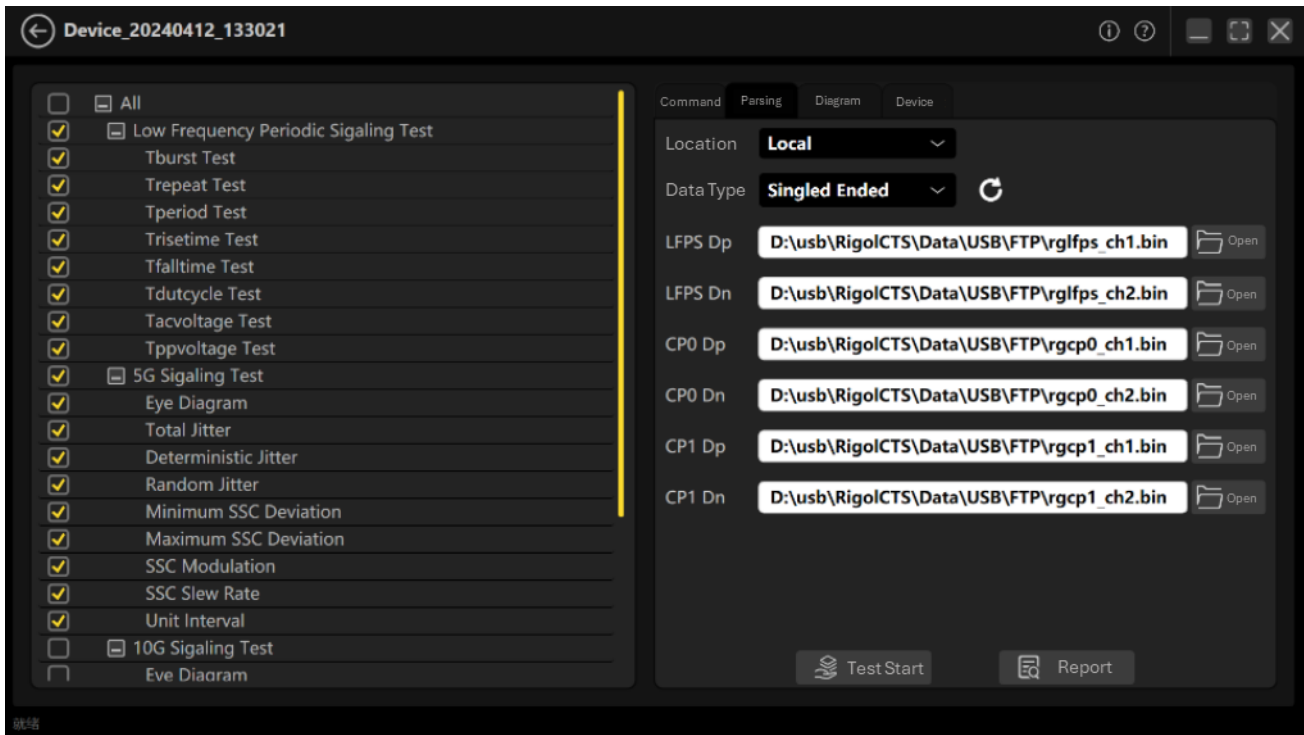


그림 12. USB 3.0 소프트웨어 인터페이스

PC 소프트웨어의 지시에 따라 LFPS 신호, CP0 신호 및 CP1 신호를 별도로 테스트하고 해당 테스트 신호를 오실로스코프에 저장해야 합니다. 테스트 모드를 전환하고 지정된 신호를 오실로스코프에 저장한 후 테스트를 계속해야 합니다. 모든 신호를 테스트하고 저장한 후 분석 모드로 들어갑니다.

4.2 테스트 보고서

모든 신호 테스트를 완료한 후 PC 소프트웨어에서 로컬 분석 모드에 들어가면 USB 3.0 PC 소프트웨어가 오실로스코프에 저장된 파형을 자동으로 읽어들이습니다. SigTest.exe 가 호출되고, 분석된 파일은 USB 테스트 항목 데이터를 생성하여 USB 3.0 전체 테스트 보고서를 출력합니다.

General Information

DUT Type	Device
Date Time	2023-10-19 19:58:57
Instrument	DS81304
Oscilloscope Version	DS81004
RigolCTS Version	V1.0
Comments	

그림 13. USB 3.0 적합성 테스트 결과 레포트 헤더

보고서의 첫 번째 부분은 테스트 시간과 DUT 등의 일반 정보를 설명합니다. 엔지니어는 실제 상황에 따라 매개 변수를 조정할 수 있습니다.

Test Summary

Low Frequency Periodic Signaling Test

Result	Test	Description	Run
✓	TD.1.1	Tburst Test	1
✓	TD.1.1	Trepeat Test	1
✓	TD.1.1	Tperiod Test	1
✓	TD.1.1	Trisetime Test	1
✓	TD.1.1	Tfalltime Test	1
✓	TD.1.1	Tduty Test	1
✗	TD.1.1	Tacvoltage Test	1
✓	TD.1.1	Tppvoltage Test	1

그림 14. LFPS 신호 테스트 결과

5G Signaling Test

Result	Test	Description	Run
✓	TD.1.3	Eye Diagram	1
✓	TD.1.3	Total Jitter	1
✓	TD.1.3	Deterministic Jitter	1
✓	TD.1.3	Random Jitter	1
✓	TD.1.6	Minimum SSC Deviation	1
✓	TD.1.6	Maximum SSC Deviation	1
✓	TD.1.6	SSC Modulation	1
✓	TD.1.6	SSC Slew Rate	1
✓	TD.1.3	Unit Interval	1

그림 15. 5G 신호 테스트 결과

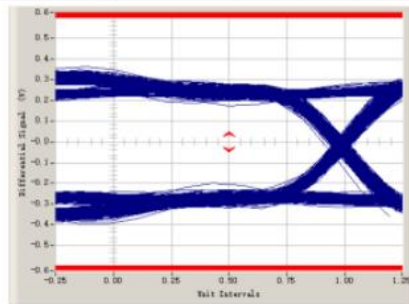
두 번째 부분은 모든 테스트 항목의 테스트 요약 설명을 제공합니다. 여기서 엔지니어는 테스트 항목의 상태를 확인하고 테스트 결과를 보다 잘 판단할 수 있습니다.

Eye Diagram

Description	Eye Diagram
Run	1
Result	Pass
Time	2024-01-08 14:28:11
Comments	device

Additional Information

Measurement	Value	Limits
Minimum eye width	160.276835 ps	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage	-0.45594 volts	Information Only
Maximum Transition Eye Voltage	0.397594 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage	-0.396156 volts	Information Only
Maximum Non Transition Eye Voltage	0.347841 volts	Information Only
Composit Eye Height	0.383438	Information Only
Composit Eye Location	0.5	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage Margin Above Eye	0.193588 volts	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage Margin Below Eye	-0.253578 volts	Information Only
Minimum Transition Eye Height	0.547167 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage Margin Above Eye	0.12604 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage Margin Below Eye	-0.157397 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Height	0.383438 volts	Information Only



Eye Diagram

Description	Eye Diagram
Run	1
Result	Pass
Time	2024-01-08 14:28:11
Comments	device

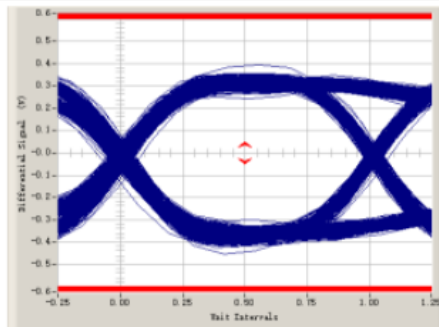


그림 16. USB 3.0 적합성 테스트 결과

보고서의 세 번째 부분은 USB 3.0의 각 테스트 항목에 대한 구체적인 테스트 결과를 설명하며, 여기에는 펄스 버스트 시간, 버스트 반복 간격, 클록 주기 및 아이 다이어그램이 포함됩니다. 이를 통해 엔지니어는 각 테스트 항목의 구체적인 결과를 쉽게 관찰할 수 있습니다. USB 3.0 적합성 테스트 보고서를 통해 엔지니어는 DUT가 USB 3.0 표준에 부합하는지 여부를 결정할 수 있습니다.

5. 결론

USB 3.0 인터페이스는 더 높은 전송 속도를 제공하며, 핫 플러깅과 다중 장치 연결을 지원하여 사용의 편리성을 충족시키고 대부분의 외부 장치 제조업체들에게 궁극적인 선택이 되었습니다. 그러나 표준 및 호환성의 급속한 발전은 디자이너가 해결해야 하는 새로운 설계 과제를 가져옵니다.

RIGOL은 디지털 오실로스코프, 전문 테스트 픽스처 및 완전 자동화된 적합성 테스트 소프트웨어를 포함한 완전한 도구 세트를 제공하여 USB 3.0 장치 디자이너가 신호를 효율적이고 정확하게 포착, 테스트 및 분석할 수 있도록 합니다.

RIGOL은 엔지니어들에게 포괄적인 테스트 솔루션을 제공하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 자세한 내용은 kr.rigol.com을 방문하세요



0