

# 자동차 이더넷 네트워크의 문제 해결

운전자 보조 시스템이 안정적으로 작동하려면 센서 데이터가 제어 장치에 손상되지 않아야 합니다.

센서와 제어 장치 간의 통신 세부 사항은 새로운 자동차 이더넷 표준에 의해 규제됩니다.

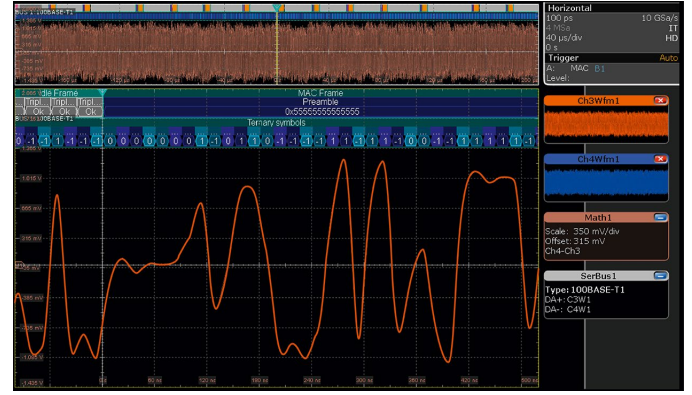
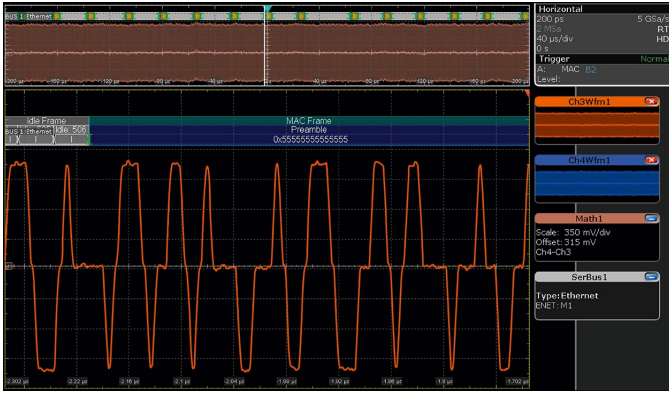
그러나 신호 전송 문제가 있는 경우 이더넷 프로토콜 자체로는 충분하지 않습니다.

이러한 경우 R&S® RTO 및 R&S® RTE 오실로스코프의 새로운 트리거 및 디코딩 솔루션이 도움이 될 수 있습니다.

## 드라이버 지원 시스템에는 안정적인 이더넷 통신이 필수적입니다.

자동차 이더넷은 온 보드 드라이버 지원 시스템, 인포테인먼트 시스템 등을 위한 고속 버스 시스템으로 점점 더 많이 사용되고 있습니다. 따라서 자동차 산업은 BroadR-Reach 기술을 기반으로 하고 IEEE 작업 그룹 802.3bw에 의해 표준화 된 100BASE-T1 이더넷 인터페이스를 개발했습니다. 100BASE-T1은 비 차폐 연선 (twistedpair Ethernet)을 통해 전이중 이더넷 연결을 구현합니다. 100BASE-T1 신호는 -1 V와 +1 V 사이의 차동 신호 레벨로 PAM-3 변조되며 100 Mbit / s의 데이터 속도는 CAN 버스와 같은 기존 자동차 버스보다 훨씬 높습니다. 이를 통해 카메라 신호 및 레이더 신호에서 발생하는 것과 같은 대용량 데이터를 안정적으로 충분히 짧은 대기 시간으로 전송할 수 있는 운전자 지원 시스템을 개발할 수 있습니다.





RF 누출을 최소화하면서 비 차폐 케이블을 통한 안정적인 전송을 보장하기 위해 송신기는 이퀄라이저를 사용하여 신호의 주파수 응답을 형성합니다. 100BASE-T1 PHY 칩은 연결이 설정 될 때 케이블의 주파수 응답을 측정하고 적절한 신호 전치 왜곡을 결정합니다. 이퀄라이저 없이 작동하는 표준 100BASE-TX 이더넷과 비교하여 100BASE-T1 시스템의 신호는 왜곡이 심하므로 신호 품질을 신호 다이어그램 분석에서 직접 읽을 수 없습니다 (그림. 2).

RF 누출을 최소화하면서 비 차폐 케이블을 통한 안정적인 전송을 보장하기 위해 송신기는 이퀄라이저를 사용하여 신호의 주파수 응답을 형성합니다. 100BASE-T1 PHY 칩은 연결이 설정 될 때 케이블의 주파수 응답을 측정하고 적절한 신호 전치 왜곡을 결정합니다. 이퀄라이저 없이 작동하는 표준 100BASE-TX 이더넷과 비교하여 100BASE-T1 시스템의 신호는 왜곡이 심하므로 신호 품질을 신호 다이어그램 분석에서 직접 읽을 수 없습니다 (그림. 2).

### 자동차 이더넷 인터페이스 테스트

자동차 산업 협회 Open Alliance는 이더넷 인터페이스 테스트에 대한 세부 사양을 정의했습니다. 물리 계층에 대한 적합성 테스트 (Open Alliance Automotive Ethernet ECU 테스트 사양의 PMA 테스트)에서 인터페이스의 전기적 특성은 오실로스코프와 네트워크 분석기를 사용하여 실험실에서 측정됩니다. 적합성 테스트는 트랜스미터의 전기적 특성만 검사합니다 (테스트 신호 사용). 수신기에서 테스트가 수행되지 않습니다. 두 제어 장치 사이의 통신 품질은 PHY 칩의 신호 품질 파라미터를 판독하여 간접적으로 간단하게 측정됩니다.

Vector CANoe 또는 Wireshark와 같은 도구는 일반적으로 제어 장치 응용 프로그램이 올바르게 통신하는지 확인하는 데 사용됩니다. 이 소프트웨어 툴은 특수 인터페이스 모듈로 모든 이더넷 데이터 트래픽을 획득하여 프로토콜 콘텐츠에 대한 광범위한 분석을 수행합니다. 그러나 전송 오류는 데이터 패킷 오류로만 표시됩니다. 예를 들어 결합 간섭으로 인해 데이터 패킷 오류가 발생하는 경우 이러한 소프트웨어 도구로는 더 자세한 분석을 수행 할 수 없습니다. 이러한 경우 적절한 트리거 및 디코드 기능이 있는 오실로스코프가 일반적으로 사용됩니다.

R&S® RTO (그림 1) 및 R&S® RTE 오실로스코프 용 100BASE-T1 버스에서 트리거링 및 디코딩을 위한 새로운 솔루션을 통해 전기 버스 신호와 관련된 데이터 패킷 내용을 처음으로 분석 할 수 있습니다. 기존 CAN 버스에서와 같이 문제 해결이 거의 간단 해졌습니다.



그림 1: R&S® RTO 오실로스코프에 100BASE-T1 및 1000BASE-T1 자동차 이더넷 적합성 테스트 및 링크 세그먼트 테스트를 위한 완벽한 측정 솔루션을 사용할 수 있습니다.



## 분리된 신호 획득

트위스트 페어의 신호를 오실로스코프 프로브를 사용하여 직접 탭 하면 양방향으로 이동하는 중첩된 신호가 획득됩니다. 그러나 이러한 신호를 분리하지 않으면 프로토콜 분석이 불가능합니다. R&S® RT-ZF5 이더넷 프로빙 픽스처 (그림 3)는 방향성 커플러를 사용하여 신호를 분리하여 오실로스코프와 100BASE-T1 통신을 분리할 수 있습니다 (그림 4). 신호의 최대 추가 감쇠는 1 dB이며 데이터 전송에는 영향을 미치지 않습니다.

100BASE-T1 송신기의 이퀄라이저는 획득한 신호를 크게 왜곡하므로 신호는 오실로스코프에서 디코딩하기 전에 복잡한 알고리즘에 의해 등화됩니다. R&S® RTO는 디코딩된 데이터 패킷 및 유휴 프레임에 컬러 코딩된 버스 신호 및 표에 표시합니다 (그림 6). 100BASE-T1 전기 신호 레벨과 전송된 프로토콜 콘텐츠의 시간 상관 관계는 버스 통신 및 데이터 패킷 오류에 대한 자세한 분석을 가능하게 합니다. 또한 사용자는 데이터 패킷 오류 또는 특정 전송되는 대상 주소가 있는 데이터 패킷을 트리거할 수 있습니다.

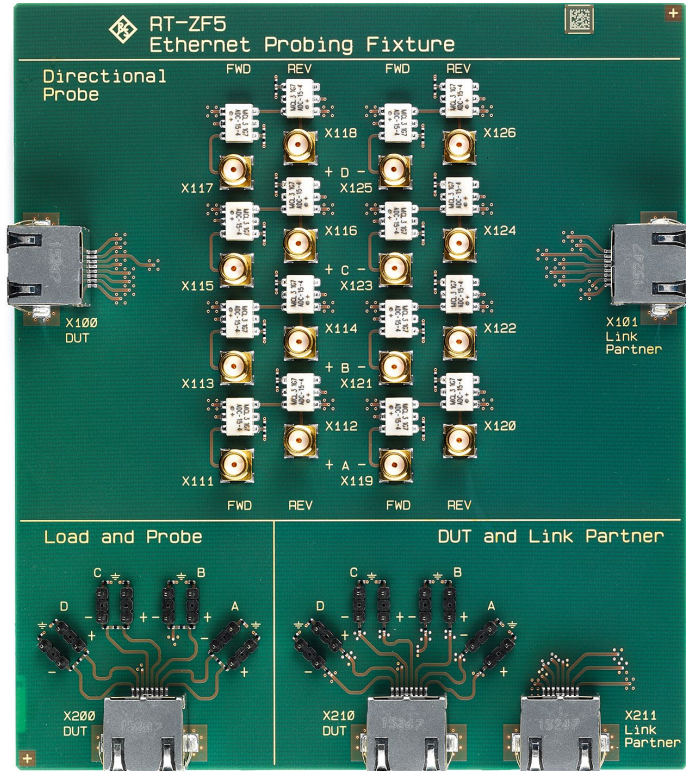
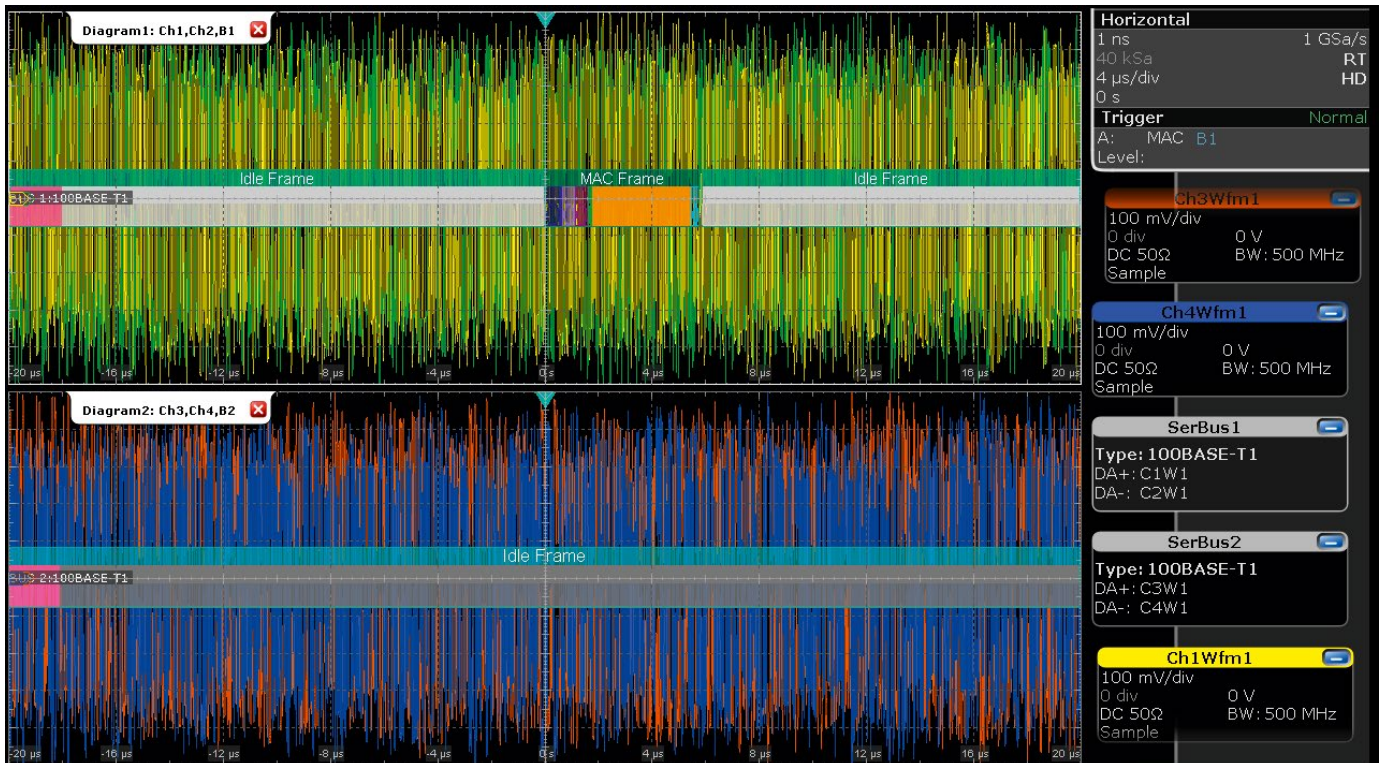


그림 3: R&S® RT-ZF5 이더넷 프로빙 픽스처의 방향성 커플러를 사용하면 전기 중 100BASE-T1 통신에서 두 데이터 스트림을 분리할 수 있습니다.

그림 4: 전기 중 통신에서 두 데이터 스트림의 100BASE-T1 디코딩. MAC 프레임은 주황색으로 강조 표시되고 지속적으로 전송되는 유휴 프레임은 회색으로 표시됩니다.



## 데이터 패킷 오류 분석

100BASE-T1 디코딩은 다른 신호에 대한 버스 통신 타이밍을 보여주기 위해 사용될 수 있습니다. 예를 들어, 12V 공급 전압에서 오실로스코프를 트리거 하여 제어 장치의 시작 시간을 결정할 수 있습니다. 시작 시간은 전원을 켤 때와 첫 번째 유효한 데이터 패킷이 나타나는 시간입니다.

결합된 간섭 신호로 인한 간헐적인 버스 오류는 버스 통신과 100BASE-T1 전기 신호 레벨을 동시에 분석하지 않으면 찾기가 어렵습니다. 디코딩은 버스 통신이 모든 7개의 OSI 통신 계층에서 시간 상관 관계로 분석될 수 있도록 하여 결합된 간섭 신호의 소스를 식별할 수 있게 합니다 (그림 5).

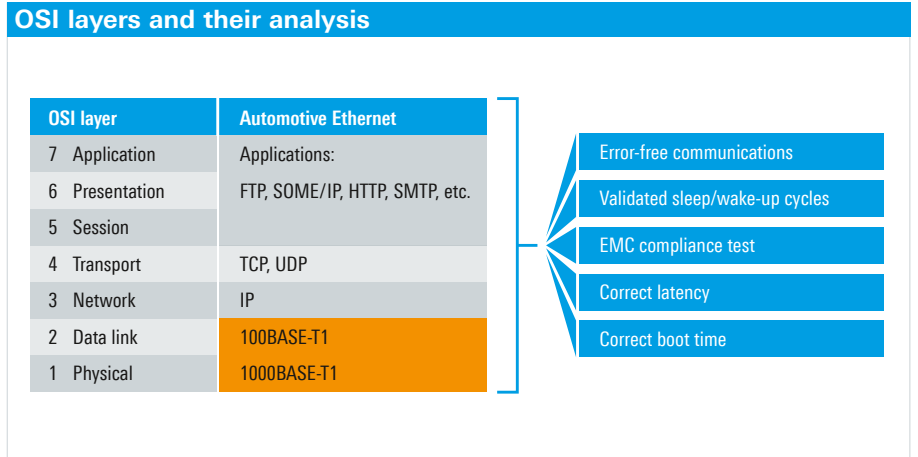
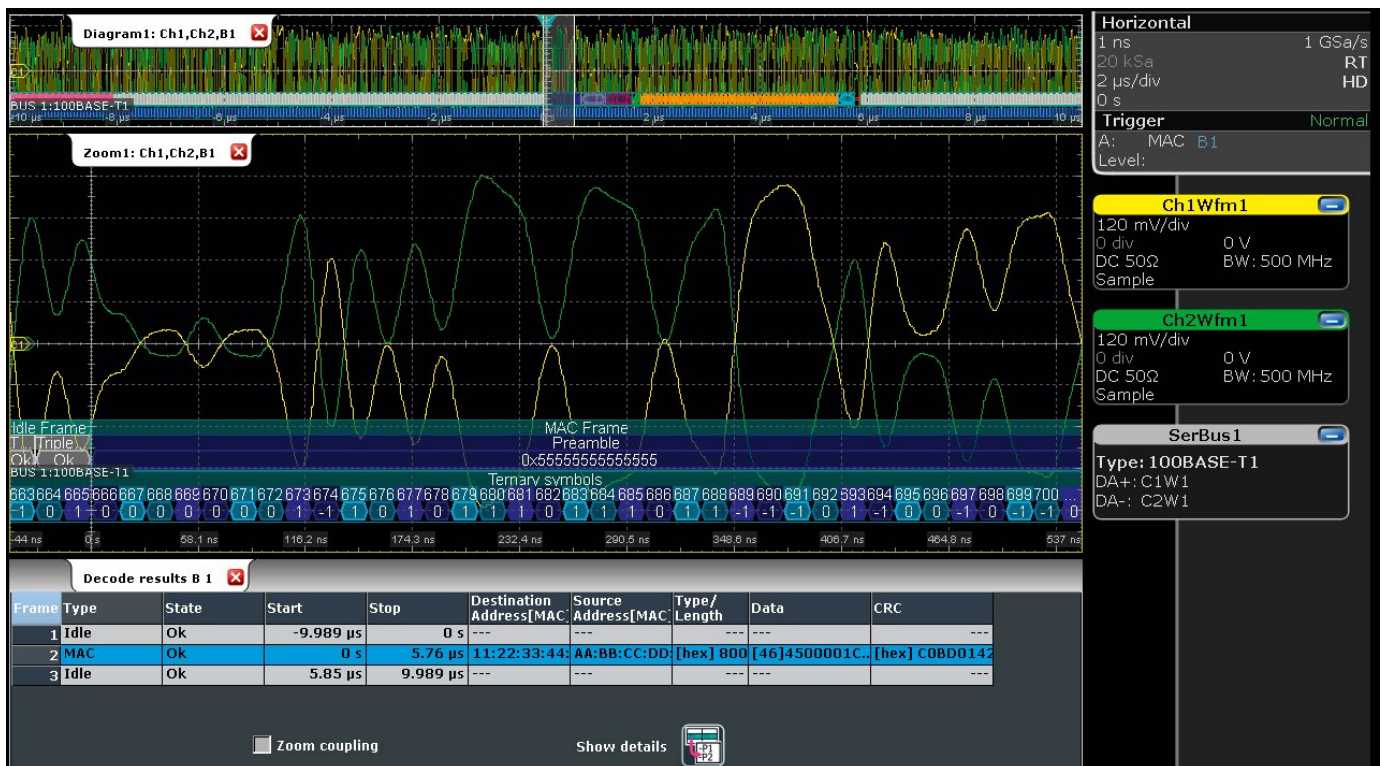


그림 5 : 트리거 및 디코딩 옵션이 있는 오실로스코프는 이더넷 통신의 7개 OSI 계층을 모두 분석합니다.

그림 6 : 100BASE-T1 전기 신호 레벨 디코딩. 100BASE-T1 차동 신호의 두 가지 레벨과 디코딩된 데이터 패킷 내용이 명확하게 보입니다





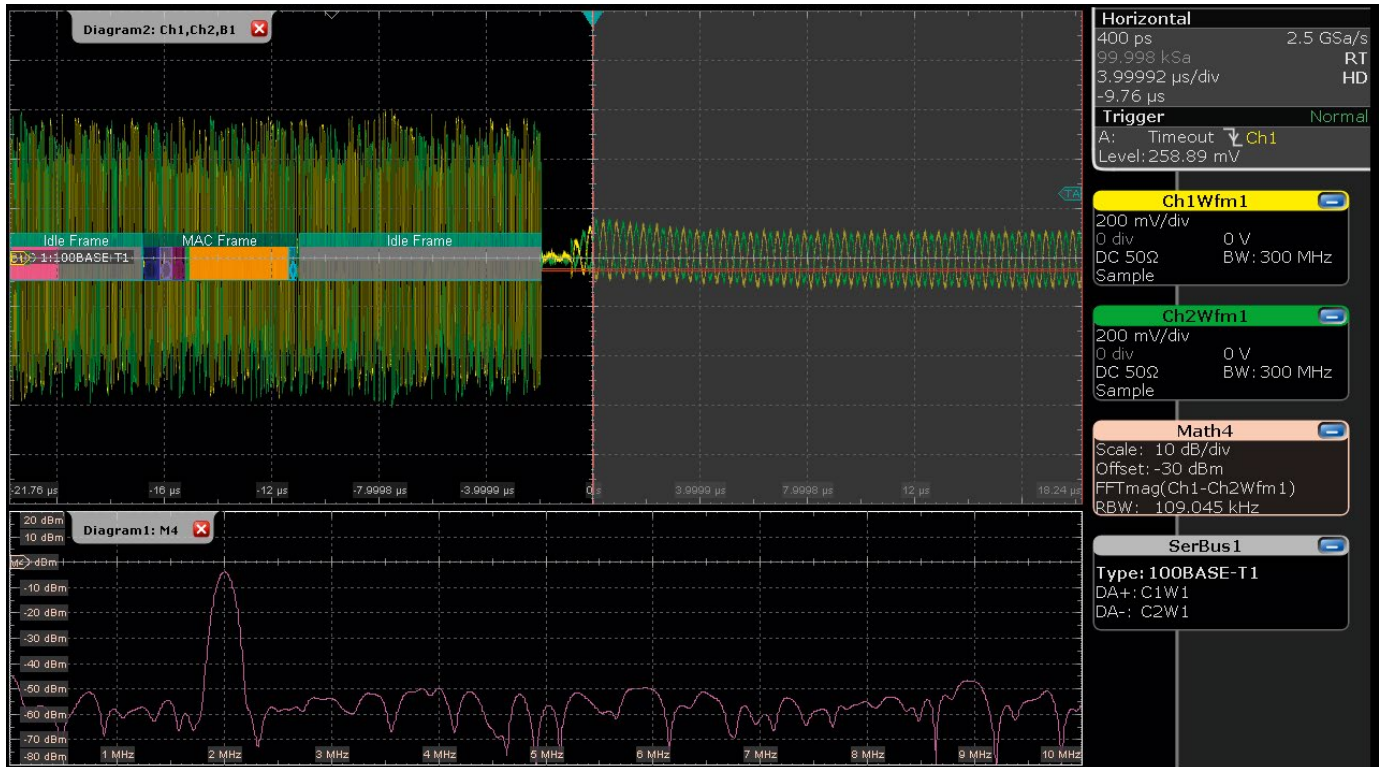


그림 7: 버스 통신의 간헐적인 중단을 조사하기 위해 프로토콜 분석과 주파수 분석을 결합합니다.

예를 들어 그림 7의 측정에서 MAC 프레임과 유휴 프레임은 획득 시작 시 올바르게 전송됩니다. 그러나 취득 중간에 데이터 스트림이 갑자기 정지합니다. 하단 창에는 결함이 있는 타임슬라이스(오른쪽 상단에 회색 음영 처리된 영역)의 주파수 스펙트럼이 표시됩니다. 2MHz의 스파이크가 선명하게 보입니다. 이 방해 신호는 명백히 버스 문제의 원인입니다. 이러한 문제의 해결은 주파수 분석과 같은 오실로스코프의 다른 분석 도구와 디코딩을 결합하여 단순화됩니다. 그렇지 않으면 추적하기 어려울 수 있는 문제를 오실로스코프를 통해 한 눈에 파악할 수 있습니다.

#### Required oscilloscope configuration

- ▮ Oscilloscope: **R&S®RTO2004**  
(4 channels, ≥ 600 MHz bandwidth)
- ▮ **or R&S®RTE1054**  
(4 channels, ≥ 500 MHz bandwidth)
- ▮ **R&S®RTO-K57 or R&S®RTE-K57 option** to support 100BASE-T1
- ▮ **R&S®RT-ZF5 Ethernet probing fixture** for channel separation

#### Additionally recommended:

- ▮ R&S®RTE-TDBNDL option for serial trigger and decode functionality
- ▮ R&S®RTO-K24 100BASE-T1 compliance test option
- ▮ R&S®RTO-K87 1000BASE-T1 compliance test option
- ▮ R&S®ZND vector network analyzer

#### 요약

자동차 이더넷 인터페이스로 제어 장치를 개발하기 위해 로데슈바르츠는 분리된 신호 획득을 위해 이더넷 프로빙 픽처를 포함한 완벽한 100BASE-T1 트리거 및 디코드 솔루션을 제공합니다. 7개의 OSI 통신 계층에서 버스 통신을 분석할 수 있습니다. 전송된 데이터 패킷을 트리거링 및 표시하기 위한 광범위한 기능은 프로토콜 내용 분석 및 버스 오류 원인 파악을 용이하게 합니다. 100BASE-T1 및 1000BASE-T1 자동차 이더넷 적합성 테스트 및 링크 세그먼트 테스트를 위한 전용 옵션을 사용할 수 있습니다.

글쓴이: 에른스트 플레밍 박사 / 로데슈바르츠