

혼합 도메인 오실로스코프

MDO4000B 시리즈 데이터 시트



스펙트럼 분석기가 내장된 세계 최초이자 유일한 오실로스코프를 소개합니다. 이제 사상 최초로 시간 상관 아날로그, 디지털 및 RF 신호를 캡처하여 장치의 시스템을 전체적으로 파악할 수 있습니다. 시간과 주파수 도메인을 모두 한번에 확인할 수 있습니다. RF 스펙트럼을 언제라도 확인하여 시간에 따라 또는 장치의 상태에 따라 어떻게 변화하는지 살펴볼 수도 있습니다. 혼합 도메인 오실로스코프를 사용하면 가장 복잡한 설계 문제를 빠르고 효율적으로 해결할 수 있습니다.

13 개 이상의 업계 상 수상



주요 성능 사양

- 4 개 아날로그 채널
 - 1GHz, 500MHz, 350MHz, 100MHz 대역폭 모델
- 16 개 디지털 채널
 - 60.6ps의 정밀한 타이밍 해상도를 갖는 MagniVu™ 고속 획득 기능 탑재
- 1 개 스펙트럼 분석기 채널
 - 9kHz ~ 3GHz 또는 9kHz ~ 6GHz 주파수 범위 모델
 - 매우 넓은 캡처 대역폭(≥1GHz)
- 3.9pF의 용량 부하를 갖는 500MHz 또는 1GHz 아날로그 대역폭을 갖춘 표준 패시브 전압 프로브

주요 특징

- 스펙트럼 분석
 - 자주 수행하는 작업을 위한 전용 전면 패널 컨트롤
 - 자동 피크 마커로 스펙트럼 피크의 주파수 및 진폭 식별
 - 수동 마커로 피크 이외의 측정 가능
 - 트레이스 유형: 일반, 평균, 최대 홀드, 최소 홀드
 - 감지 유형: +피크, -피크, 평균, 샘플
 - 스펙트로그램 화면에서 느리게 변하는 RF 현상을 쉽게 관찰하고 식별할 수 있도록 지원
 - 자동 측정: 채널 전력, ACPR(인접 채널 출력 비율), OBW(점유 대역폭)
 - RF 출력 레벨 트리거
 - 트리거된 모드 또는 자동 실행 모드로 스펙트럼 분석
- 혼합 도메인 분석
 - 장비 한 대로 시간 상관 아날로그, 디지털 및 RF 신호 획득
 - Wave Inspector® 컨트롤을 통해 시간과 주파수 도메인 모두에서 시간 상관 데이터를 쉽게 탐색 가능
 - 스펙트럼 분석기 입력에서 파생된 위상 대 시간 파형, 주파수 및 진폭
 - 스펙트럼 시간(Spectrum Time)을 선택하여 RF 스펙트럼이 시간에 따라 어떻게 변하는지 확인 및 분석 가능, 정지된 획득에서도 가능함
- 시리얼 트리거 및 분석(옵션) - I²C, SPI, USB, 이더넷, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, I²S/LJ/RJ/TDM에 대한 시리얼 프로토콜 트리거, 디코드, 검색
- 264mm(10.4 인치) 고휘도 XGA 컬러 디스플레이
- 높이 147mm(5.8 인치) 및 무게 5kg(11 파운드)으로 점유 면적이 작고 가벼움

연결 기능

- USB 2.0 호스트 포트가 전면 패널에 두 개, 후면 패널에 두 개 있어서 데이터 저장, 인쇄 및 USB 키보드 연결이 더욱 빠르고 쉬움
- 후면 패널에 USB 2.0 장치 포트가 있어서 PC 연결이 더욱 쉽고, PictBridge® 호환 프린터로 바로 인쇄하기 편리함
- 네트워크 연결용 10/100/1000BASE-T 이더넷 포트가 통합되어 있으며 비디오 출력 포트가 있어서 오실로스코프의 표시 내용을 모니터나 프로젝터로 내보낼 수 있음

애플리케이션 지원(옵션)

- 고급 RF 트리거
- 전력 분석
- 한계 및 마스크 테스트
- HDTV 및 사용자 정의 비디오 분석

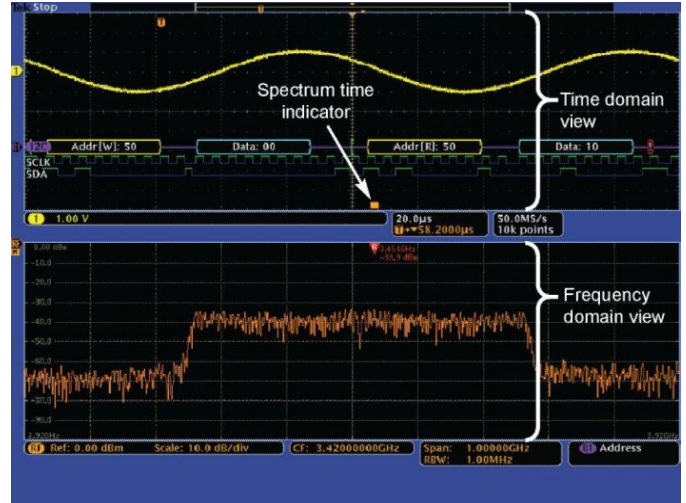
혼합 도메인 오실로스코프 소개

MDO4000B 시리즈는 스펙트럼 분석기가 내장된 세계 최초의 오실로스코프입니다. 이러한 통합을 통해 스펙트럼 분석기를 다시 사용하여 측정하지 않아도 오실로스코프를 계속 사용하여 주파수 도메인 문제를 조사할 수 있습니다. 그러나 MDO4000B 시리즈의 장점은 단순히 스펙트럼 분석기에서처럼 주파수 도메인을 관찰할 수 있는 데 그치지 않습니다. 이 시리즈의 진정한 장점은 주파수 도메인의 이벤트와 이를 일으킨 시간 도메인 현상의 상관 관계를 파악할 수 있다는 것입니다.

스펙트럼 분석기와 아날로그 채널, 디지털 채널이 모두 켜져 있는 경우 오실로스코프 화면은 두 개로 나뉘어 표시됩니다. 상단 부 화면은 시간 도메인에 대한 일반적인 오실로스코프 보기이고, 하단부 화면은 스펙트럼 분석기 입력에 대한 주파수 도메인 보기입니다. 주파수 도메인 보기는 단순히 장비의 아날로그 또는 디지털 채널에 대한 FFT가 아니라 통합된 스펙트럼 분석기 자체의 입력에서 획득한 스펙트럼입니다.

다른 주요 차이점은 일반적인 오실로스코프 FFT를 사용하면 일반적으로 변환된 FFT 화면을 보거나, 시간 도메인 신호의 보기를 살필 수 있지만 둘을 동시에 볼 수는 없다는 것입니다. 이는 일반적인 오실로스코프에 획득 시스템이 단 하나이며, 이 시스템에 모든 데이터 보기를 구동하는 레코드 길이, 샘플링 속도 및 구간당 시간과 같은 사용자 설정이 한 세트로 되어 있기 때문입니다. 그러나 MDO4000B 시리즈에서 스펙트럼 분석기는 아날로그 및 디지털 채널 획득 시스템에 대해 독립적이지만 시간 상관적인 획득 시스템을 자체적으로 갖추었습니다. 따라서 각 도메인을 최적으로 구성하여 관심 있는 모든 아날로그, 디지털 및 RF 신호에 대해 전체적인 시간 상관 시스템 보기를 제공할 수 있습니다.

주파수 도메인 보기에 표시된 스펙트럼은 시간 도메인 보기에 짧은 주황색 바로 표시된 시간에 측정된 것입니다. 이 바로 스펙트럼 시간(Spectrum Time)이라고 부릅니다. MDO4000B 시리즈를 사용하면 스펙트럼 시간(Spectrum Time)을 각 획득마다 이동하여 시간에 따른 RF 스펙트럼 변화를 살펴볼 수 있습니다. 이러한 이동은 오실로스코프가 활성으로 실행 중이거나 획득 정지 상태인 경우 모두 가능합니다.



MDO4000B 시리즈 화면의 상단 부는 아날로그 및 디지털 채널의 시간 도메인 보기를 표시하며 하단부는 스펙트럼 분석기 채널의 주파수 도메인 보기를 표시합니다. 주황색 바인 스펙트럼 시간(Spectrum Time)은 RF 스펙트럼을 계산하는 데 사용된 시간을 표시합니다.

그림 1 ~ 그림 4는 단순한 일상적 적용인 PLL(위상고정 루프) 조정을 나타냅니다. 이 적용은 MDO4000B 시리즈가 제공하는 시간 도메인과 주파수 도메인 간의 강력한 연결을 보여줍니다. 넓은 캡처 대역폭과 획득 전체에 걸쳐 스펙트럼 시간(Spectrum Time)을 옮기는 기능을 통해 이 한 번의 캡처에는 일반적인 스펙트럼 분석기가 갖춘 약 1,500 개의 고유한 테스트 설정과 획득에 달하는 동일한 스펙트럼 콘텐츠가 포함됩니다. 사상 최초로 두 도메인 간에 이벤트 상관 관계 파악, 상호 작용 관찰, 타이밍 지연 시간을 측정하는 것이 굉장히 쉬워져서 설계가 어떻게 구현될지 빠르게 파악할 수 있습니다.

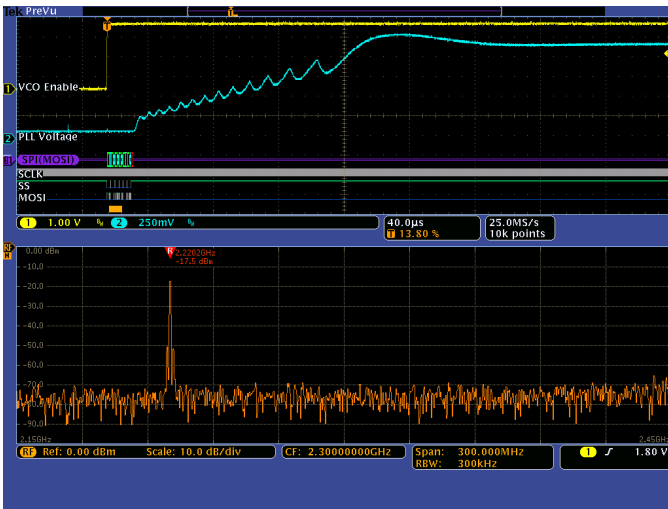


그림 1 - PLL 커짐을 표시하는 시간 및 주파수 도메인 보기입니다. 채널 1(노란색)은 VCO 를 활성화하는 컨트롤 신호를 프로빙합니다. 채널 2(하늘색)는 VCO 조정 전압을 프로빙합니다. 원하는 주파수로 PLL 을 프로그래밍하는 SPI 버스는 디지털 채널 세 개로 프로빙되고 자동적으로 디코딩됩니다. 스펙트럼 시간이 VCO 가 활성화된 후 배치되었고 PLL 에 적정 주파수인 2.400GHz 를 알려 주며 SPI 버스의 명령과 일치 하고 있습니다. 회로가 켜져 있을 때 RF 는 2.2202GHz 상태입니다.

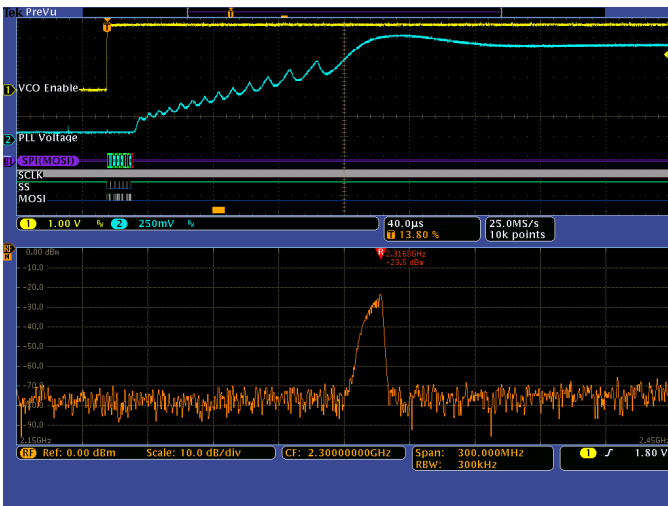


그림 2 - 스펙트럼 시간(Spectrum Time)이 오른쪽으로 약 60µs 이동했습니다. 이때 스펙트럼은 PLL 을 올바른 주파수(2.400GHz)로 조정 중임을 나타냅니다. 2.3168GHz 까지 조정된 상태입니다.

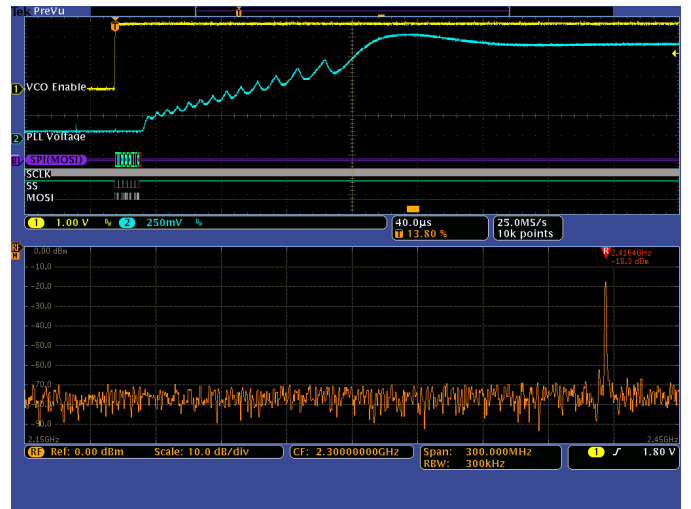


그림 3 - 스펙트럼 시간(Spectrum Time)이 오른쪽으로 다시 120µs 만큼 이동했습니다. 이때 스펙트럼은 PLL 이 실제로는 올바른 주파수를 넘어서서 2.4164GHz 까지 이동했음을 보여줍니다.

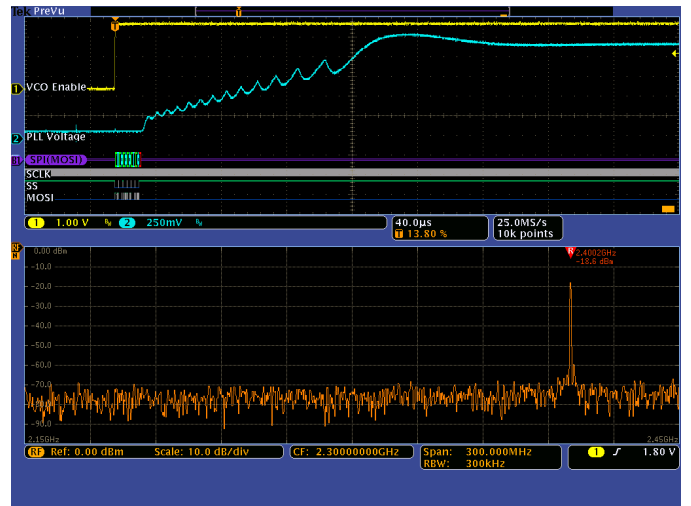


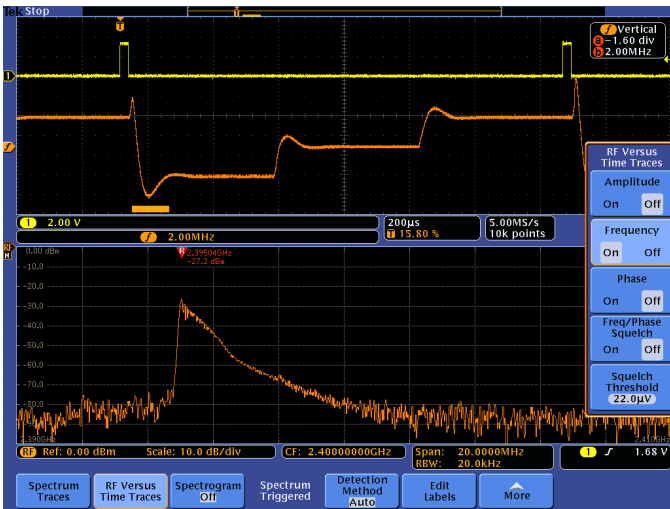
그림 4 - PLL 이 결국 올바른 주파수인 2.400GHz 에 도달했습니다. VCO 가 활성화된 지 340µs 후입니다.

RF 신호 변화 시각화

MDO4000B 시리즈 화면의 시간 도메인 계수 선은 다음을 포함하여 스펙트럼 분석기 입력의 기본 I 및 Q 데이터에서 파생되는 다음 세 가지 RF 시간 도메인 추적을 지원합니다.

- 진폭 - 스펙트럼 분석기 입력의 순간 진폭 대 시간
- 주파수 - 중심 주파수에 상대적인 스펙트럼 분석기 입력의 순간 주파수 대 시간
- 위상 - 중심 주파수에 상대적인 스펙트럼 분석기 입력의 순간 위상 대 시간

각 추적은 독립적으로 켜고 끌 수 있으며 세 가지 모두 동시에 표시할 수 있습니다. RF 시간 도메인 추적을 이용하면 시변화 RF 신호에서 나타나는 현상을 쉽게 이해할 수 있습니다.



시간 도메인 보기의 주황색 파형은 스펙트럼 분석기 입력 신호에서 파생된 주파수 대 시간 추적을 나타냅니다. 스펙트럼 시간이 가장 높은 주파수에서 가장 낮은 주파수로 변이되는 동안 배치되어 에너지가 다수의 주파수에 걸쳐 분산되어 있다는 점에 주목합니다. 주파수 대 시간 추적이 있으면 다른 주파수 도약을 쉽게 식별하여 장치가 주파수 간에 전환되는 방법에 대해 간편하게 특성화할 수 있습니다.

아날로그, 디지털 및 스펙트럼 분석기 채널로의 고급 트리거

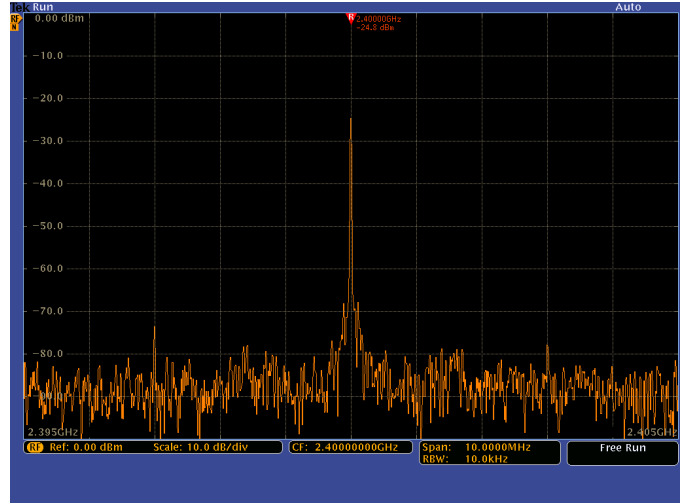
MDO4000B 시리즈는 최신 RF 애플리케이션의 시간 변화 특성에 맞춰 아날로그, 디지털 및 스펙트럼 분석기 채널과 완전하게 통합된 트리거 획득 시스템을 제공합니다. 그래서 하나의 트리거 이벤트가 모든 채널에 걸쳐 획득을 조정하기 때문에 사용자가 관심을 가진 시간 도메인 이벤트가 일어나는 부분의 정확한 지점에서 적절한 시간에 스펙트럼을 캡처할 수 있습니다. 에지, 시퀀스, 펄스 폭, 타임아웃, 런트, 로직, 셋업/홀드 위반, 상승/하강 시간, 비디오 및 다양한 병렬 및 시리얼 버스 패킷 트리거 등의 광범위한 시간 도메인 트리거를 사용할 수 있습니다. 또한 스펙트럼 분석기 입력의 전력 레벨에서 트리거할 수 있습니다. 예를 들어 RF 트랜스미터가 켜지거나 꺼질 때 트리거할 수 있습니다.

옵션인 MDO4TRIG 애플리케이션 모듈은 고급 RF 트리거를 제공합니다. 이 모듈을 사용하면 스펙트럼 분석기의 RF 전력 레벨을 시퀀스, 펄스 폭, 타임아웃, 런트, 로직 트리거 유형의 소스로 사용할 수 있습니다. 예를 들어 특정한 길이의 RF 펄스에서 트리거하거나 스펙트럼 분석기 채널을 로직 트리거 대상 입력으로 사용하여 다른 신호가 활성화 상태인 동안 RF가 켜져 있을 때에만 오실로스코프에서 트리거하도록 설정할 수 있습니다.

빠르고 정확한 스펙트럼 분석

스펙트럼 분석기 입력만 단독으로 사용하는 경우 주파수 도메인 보기가 MDO4000B 시리즈 화면의 전체 화면이 됩니다.

전용 전면 패널 메뉴 및 키패드를 사용하면 중심 주파수, 폭, 기준 레벨 및 해상도 대역폭과 같은 주요 스펙트럼 매개변수를 모두 쉽고 빠르게 조정할 수 있습니다.



MDO4000B 주파수 도메인 화면



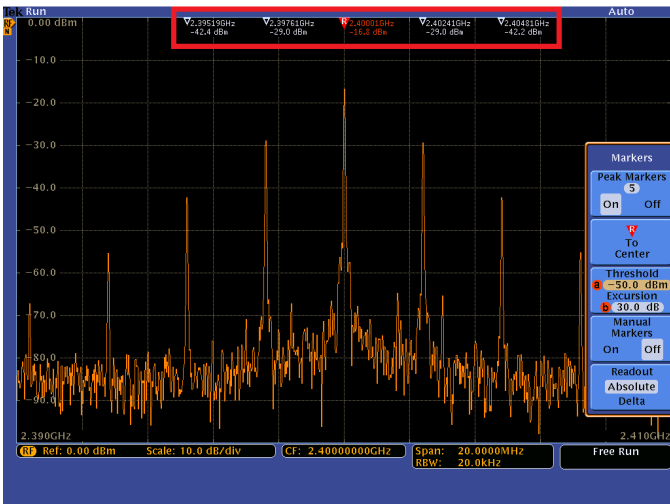
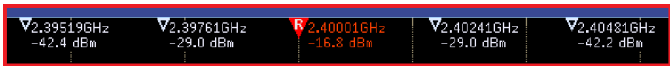
전용 전면 패널 메뉴 및 키패드를 사용하면 주요 스펙트럼 매개변수를 빠르게 조정할 수 있습니다.

기능적이고 효율적인 마커

일반적인 스펙트럼 분석기에서는 관심 있는 모든 피크를 식별하기에 충분한 마커를 켜고 배치하는 일이 매우 지루한 작업이 될 수 있습니다. MDO4000B 시리즈를 사용하면 모든 피크의 주파수 및 진폭을 둘 다 표시하는 피크에 마커가 자동으로 배치되어 이러한 프로세스를 훨씬 효율적으로 수행할 수 있습니다. 오실로스코프가 피크를 자동으로 찾는 데 사용하는 기준은 조정 가능합니다.

가장 높은 진폭 피크는 기준 마커로 불리며 빨간색으로 표시됩니다. 마커 판독값은 절대 및 델타 판독값 사이에서 전환될 수 있습니다. 델타를 선택하면 마커 판독값에 기준 마커와 비교한 각 피크의 델타 주파수 및 델타 진폭이 표시됩니다.

스펙트럼의 피크 외 부분을 측정하기 위해 두 가지 수동 마커도 사용할 수 있습니다. 이를 활성화하면 수동 마커 중 하나에 기준 마커가 연결되어 스펙트럼의 어디에서도 델타 측정을 활성화할 수 있습니다. 수동 마커 판독값은 주파수 및 진폭 이외에도 절대 또는 델타 판독값 중 무엇을 선택했는지에 따라 노이즈 밀도 및 위상 노이즈 판독값이 포함됩니다. "Reference Marker to Center" 기능을 사용하면 기준 마커에서 표시하는 주파수를 중심 주파수로 이동할 수 있습니다.

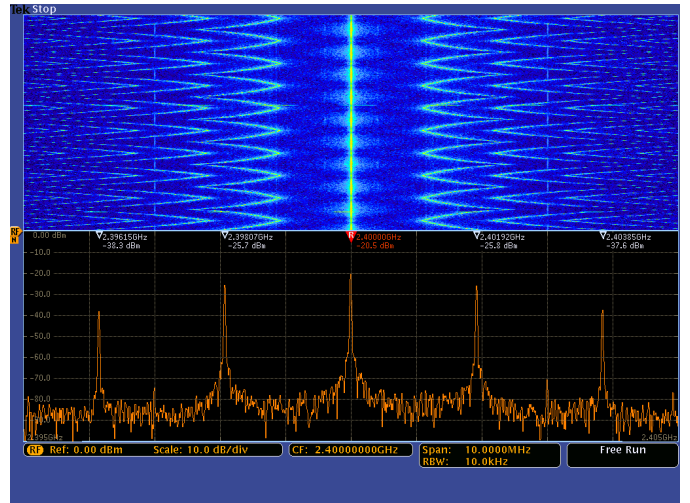


자동 피크 마커로 중요한 정보를 한눈에 식별할 수 있습니다. 여기에 표시된 것처럼 한계값에 도달한 가장 높은 다섯 개 진폭 피크 및 일탈 기준이 피크 주파수 및 진폭과 함께 자동으로 표시됩니다.

스펙트로그램

MDO4000B 시리즈에는 느리게 변화하는 RF 현상을 모니터링하는 데 이상적인 스펙트로그램 화면이 포함되어 있습니다. 일반적인 스펙트럼 화면과 마찬가지로 x 축은 주파수를 나타냅니다. 그러나 y 축은 시간을 나타내며 색을 사용하여 진폭을 표시합니다.

스펙트로그램의 라인은 각 스펙트럼을 "에지로 회전하여" 한 픽셀 높이의 행으로 만든 다음 해당 주파수의 진폭을 기준으로 각 픽셀에 컬러를 할당하여 생성됩니다. 차가운 느낌의 컬러(파란색, 녹색)는 낮은 진폭을 나타내고 따뜻한 느낌의 컬러(노란색, 빨간색)는 높은 진폭을 나타냅니다. 새로운 획득이 있을 때마다 스펙트로그램 하단에 라인이 추가되며 기록이 한 행 올라갑니다. 획득이 중단되면 스펙트로그램을 뒤로 스크롤하여 개별적인 스펙트럼 라인을 살펴볼 수 있습니다.



스펙트로그램 화면은 느리게 이동하는 RF 현상을 보여줍니다. 여기서는 여러 개의 피크를 가진 한 신호가 모니터링되고 있습니다. 시간에 따라 주파수 및 진폭에서 피크가 변경되면 스펙트로그램 화면에서 이러한 변경 사항을 쉽게 확인할 수 있습니다.

트리거 모드 vs. 자동 실행 모드

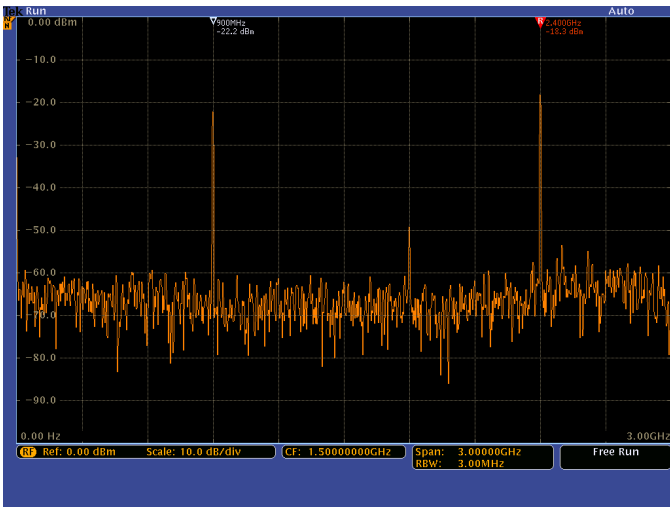
시간 및 주파수 도메인을 모두 표시할 경우 표시되는 스펙트럼은 언제나 시스템 트리거 이벤트에 의해 트리거되며 활성화된 시간 도메인 트레이스와의 시간 상관 관계가 파악됩니다. 그러나 주파수 도메인만 표시하는 경우에는 스펙트럼 분석기를 자동 실행 모드로 설정할 수 있습니다. 이는 주파수 도메인 데이터가 연속적이며 시간 도메인에서 발생하는 이벤트와 관련이 없을 때 유용합니다.

매우 넓은 캡처 대역폭

오늘날의 무선 통신은 정교한 디지털 변조 방식을 사용하고, 출력 버스트를 포함하는 전송 기술을 자주 사용하면서 나날이 크게 변화하고 있습니다. 이러한 변조 방식은 매우 넓은 대역폭까지 가질 수 있습니다. 일반적인 스위프 또는 스텝 스펙트럼 분석기는 한 번에 스펙트럼의 작은 부분만 볼 수 있기 때문에 이러한 유형의 신호를 보는 데 매우 취약합니다.

한 번 획득으로 얻어지는 스펙트럼의 양을 캡처 대역폭이라고 합니다. 일반적인 스펙트럼 분석기는 요청된 이미지를 만들기 위해 원하는 범위로 캡처 대역폭을 스위프합니다. 결과적으로 스펙트럼 분석기에서 스펙트럼의 한 부분을 획득하는 사이에 사용자가 관찰하려는 이벤트가 스펙트럼의 다른 부분에서 발생할 수 있습니다. 오늘날 시장에 출시되어 있는 대부분의 스펙트럼 분석기에는 10MHz 캡처 대역폭이 포함되어 고가의 확장 옵션을 통해 20, 40 또는 160MHz 까지 확장할 수 있는 경우도 있습니다.

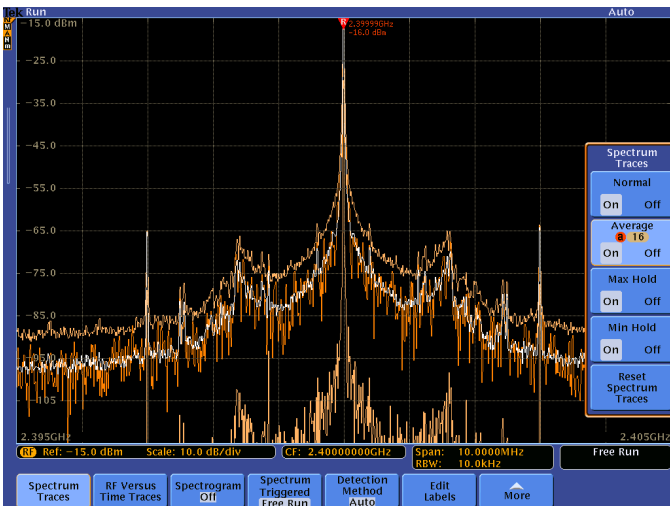
MDO4000B 시리즈는 최신 RF 의 대역폭 요구 사항을 충족하기 위해 1GHz 이상의 캡처 대역폭을 제공합니다. 1GHz 이하의 범위 설정에서는 화면 스위프를 할 필요가 없습니다. 스펙트럼이 한 번의 획득으로 생성되어, 찾고 있는 이벤트를 주파수 도메인에서 확실히 확인할 수 있습니다.



버스트 통신이 900MHz 의 지그비를 통해 장치로 수신되는 것과 2.4GHz 에서 블루투스를 통해 장치에서 송신되는 것을 단일 획득으로 캡처하여 스펙트럼으로 표시합니다.

스펙트럼 추적

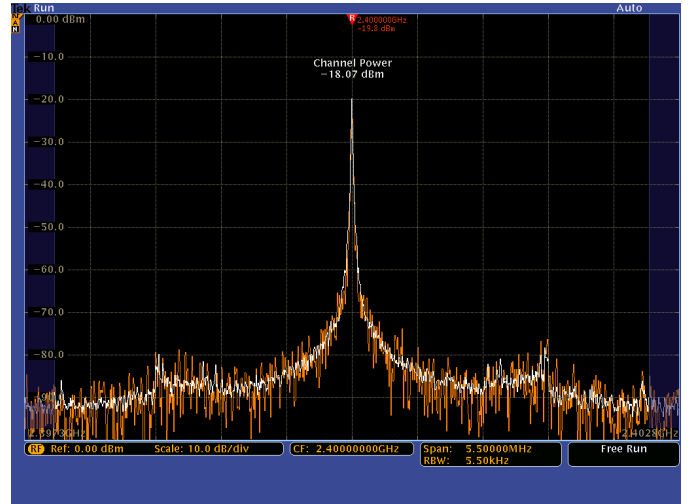
MDO4000B 시리즈 스펙트럼 분석기는 일반, 평균, 최대 홀드, 최소 홀드의 네 가지 다른 추적 또는 보기를 제공합니다. 각 추적 유형에서 사용할 감지 방법을 따로 설정하거나 현재 구성에 최적인 감지 유형을 설정하는 기본 자동 모드를 사용할 수 있습니다. 감지 유형으로는 +피크, -피크, 평균 및 샘플이 있습니다.



일반, 평균, 최대 홀드, 최소 홀드 스펙트럼 추적

RF 측정

MDO4000B 시리즈에는 채널 파워, 인접 채널 파워 비율, 점유 대역폭과 같은 세 가지 자동화된 RF 측정이 있습니다. 이 RF 측정 중 하나를 활성화하면 오실로스코프에서 평균 스펙트럼 추적을 자동으로 켜고 최적의 측정 결과를 얻기 위해 감지 방법을 평균으로 설정합니다.



자동 채널 파워 측정

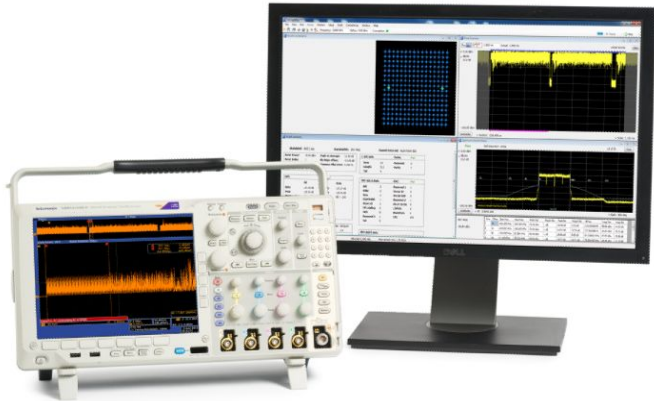
EMI 문제 해결

EMC 테스트를 수행하기 위해서 사내 테스트용으로 장비를 구입한 경우나 EMC 테스트와 관련한 제품 증명을 위해 외부 테스트 설비 비용을 지불한 경우 모두 비용이 많이 듭니다. 물론 제품이 한 번에 테스트에 통과해야 예상한 정도로 해결됩니다. 검사소에 여러 번 방문할 때마다 테스트와 관련된 추가 비용이 많이 소요되고 프로젝트가 지연되기 마련입니다. 이러한 경비를 최소화하는 방법은 EMI 문제를 조기에 파악하고 디버깅하는 것입니다. 기존의 근거리 프로브 세트를 사용한 스펙트럼 분석기는 문제가 되는 주파수 위치와 진폭을 식별하는 데 사용되었지만, 문제의 원인의 파악하기에는 기능이 극히 제한되어 있습니다. 최신 설계에서는 수많은 디지털 회로가 복잡하게 상호 작용하기 때문에 EMI 문제가 간헐적으로 더 자주 나타나고 있으므로 설계자들은 오실로스코프와 로직 분석기를 점점 더 많이 사용하고 있습니다.

MDO4000B 와 통합형 오실로스코프, 로직 분석기 및 스펙트럼 분석기를 사용하는 것은 최신 EMI 문제를 디버깅하는 최상의 방법입니다. 많은 EMI 문제는 클럭, 전원 공급 장치 및 직렬 데이터 링크와 같은 시간 도메인에 따른 이벤트에서 야기됩니다. MDO4000 은 시간 도메인 이벤트와 문제가 되는 스펙트럼 방출 간에 연관성을 파악할 수 있는 유일한 장비로 아날로그, 디지털 및 RF 신호의 시간과 상호 연관된 보기를 제공합니다.

고급 RF 분석

MDO4000B 시리즈를 SignalVu-PC 및 라이브 링크 옵션과 함께 사용하면 최대 1GHz의 대역폭 캡처가 가능한 업계에서 가장 넓은 대역폭 벡터 신호 분석기가 됩니다. 설계 검증 요구에 무선 LAN, 광대역 레이더, 높은 데이터 속도 위성 링크, 주파수 호핑 통신 중 어떤 유형이 포함되더라도, SignalVu-PC 벡터 신호 분석 소프트웨어로 이러한 광대역 신호의 시간에 따른 변화 동작을 보여줌으로써 분석에 소요되는 시간을 단축할 수 있습니다. 사용 가능한 분석 옵션으로는 Wi-Fi(IEEE 802.11 a/b/g/j/n/p/ac) 신호 품질 분석, 펄스 분석, 오디오 측정, AM/FM/PM 변조 분석, 범용 디지털 변조 등이 포함됩니다.

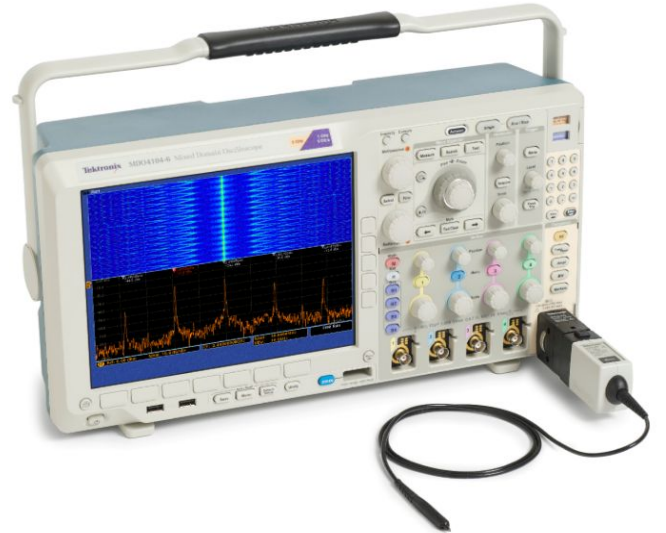


MDO4000B와 SignalVu-PC를 연결하여 802.11ac 변조를 분석합니다.

RF 프로빙

스펙트럼 분석기의 신호 입력 방법은 일반적으로 케이블을 이용한 연결이나 안테나로 제한됩니다. 그러나 TPA-N-VPI 어댑터(옵션)를 사용하면 MDO4000B 시리즈에서 모든 활성화된 50Ω TekVPI 프로브를 스펙트럼 분석기와 함께 사용할 수 있습니다. 이렇게 하면 더욱 유연하게 노이즈 소스를 찾을 수 있고 RF 입력에서 유효한 신호 검색을 이용하여 스펙트럼 분석을 더욱 쉽게 할 수 있습니다.

또한 프리앰프 액세스리(옵션)로 낮은 진폭의 신호를 조사할 수 있습니다. TPA-N-PRE 프리앰프는 9kHz ~ 6GHz 주파수 범위에 걸쳐서 12dB의 공칭 게인을 제공합니다.



TPA-N-VPI 어댑터(옵션)를 사용하면 모든 활성화된 50Ω TekVPI 프로브를 스펙트럼 분석기에 연결할 수 있습니다.



TPA-N-PRE 프리앰프는 9kHz ~ 6GHz 주파수 범위에 걸쳐서 12dB의 공칭 게인을 제공합니다.

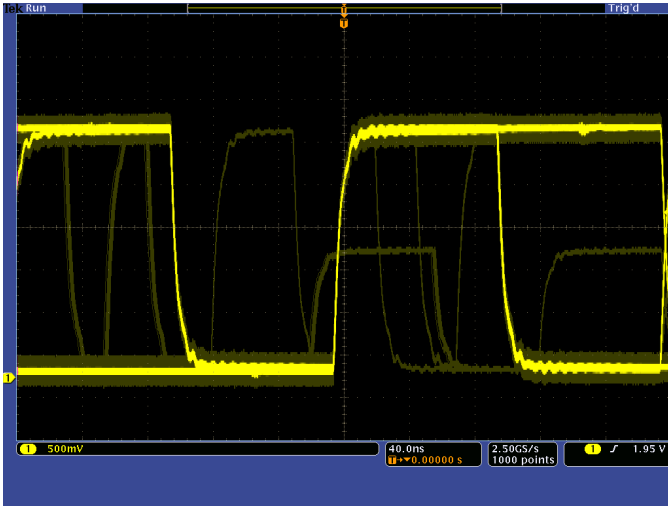
수상 경력에 빛나는 MSO4000B 시리즈의 혼합 신호 오실로스코프를 기반으로 하는 강력함

MDO4000B 시리즈는 MSO4000B 혼합 신호 오실로스코프 시리즈와 동일한 포괄적 기능을 제공합니다. 이 견고한 도구 세트를 사용하면 비정상적인 부분을 빠르게 발견하고 캡처하는 것에서 해당 이벤트에 대한 파형 레코드를 찾고 특징과 장치의 동작을 분석하는 데 이르기까지 설계 디버깅의 모든 단계를 더 빠르게 진행하는 데 도움이 됩니다.

발견

설계 문제를 디버그하려면 우선 문제가 존재하는지 알아야 합니다. 모든 설계 엔지니어들이 설계에서 문제를 찾는 데 시간을 소비합니다. 적절한 디버그 도구가 없다면 이는 시간 소모적인 힘겨운 작업이 됩니다.

MDO4000 시리즈는 업계에서 가장 완성도를 갖춘 신호 시각화 기능을 통해 장치의 실제 작동을 빠르게 파악하도록 지원합니다. 초당 50,000 파형 이상의 빠른 파형 캡처 속도로 글리치와 기타 간헐적인 일시적 이상 현상을 몇 초 안에 발견할 수 있어서 장치 오류의 실체를 알아낼 수 있습니다. 디지털 포스퍼 화면에 밝기 그레이딩이 포함되어 더 자주 발생하는 신호의 영역이 더욱 밝게 표시된 신호 활동의 기록을 볼 수 있으며 이상 현상이 얼마나 자주 일어나는지 시각적으로 확인할 수 있습니다.



발전 - 50,000wfms/s 가 넘는 빠른 파형 캡처 속도 덕분에 식별하기 어려운 글리치 및 기타 간헐적인 이벤트를 캡처할 가능성이 높아집니다.

캡처

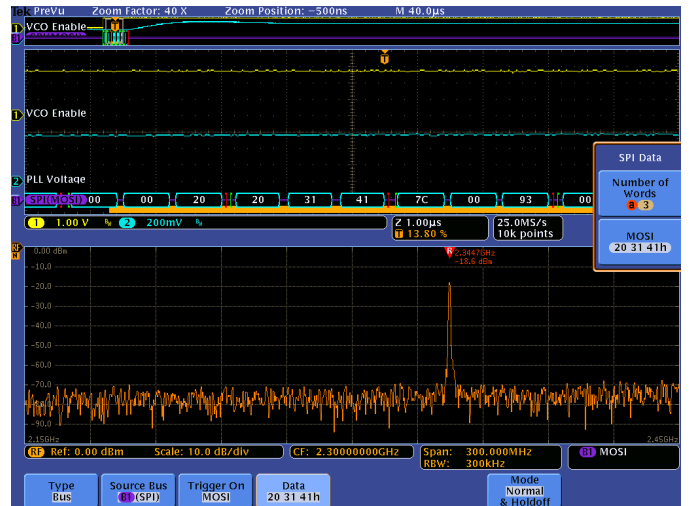
장치의 오류를 발견하는 것은 첫 번째 단계에 지나지 않습니다. 다음 단계로 관심 있는 이벤트를 캡처하여 근본 원인을 식별해야 합니다.

관심 있는 신호를 정확하게 캡처하는 데에는 올바른 프로빙이 첫 단추가 됩니다. 이 오실로스코프에는 낮은 커패시턴스 프로브가 모든 아날로그 채널마다 하나씩 포함되어 있습니다. 업계 최초의 높은 임피던스 패시브 전압 프로브는 4pF 미만의 커패시턴스 부하로 회로 작동에 프로브가 미치는 영향을 최소화하면서 패시브 프로브의 유연성을 갖추고 동시에 액티브 프로브의 성능을 제공합니다.

런트, 타임아웃, 로직, 펄스 폭/글리치, 셋업/홀드 위반, 시리얼 패킷, 병렬 데이터를 포함한 완전한 트리거 세트가 제공되어 이벤트를 빠르게 찾을 수 있습니다. 최대 20M 포인트의 메모리를 보장하여 관심 있는 이벤트를 많이 캡처할 수 있습니다. 단일 획득으로 수천 개의 시리얼 패킷까지 캡처하여 심화 분석할 수 있으며 세밀한 신호 정보로 확대할 수 있도록 높은 해상도를 유지할 수 있습니다.

이 오실로스코프는 특정 패킷 내용에 대한 트리거에서 여러 데이터 형식으로 자동 디코드까지 업계에서 가장 넓은 범위의 시리얼 버스를 통합 지원합니다. 이 범위에는 I²C, SPI, USB, 이더넷, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 및 I²S/LJ/RJ/TDM 이 포함됩니다. 시리얼 및/또는 병렬 버스를 최대 4 개까지 동시에 디코딩할 수 있는 기능을 통해 시스템 차원의 문제를 빠르게 파악할 수 있습니다.

복잡한 내장 시스템에서 시스템 차원의 상호 작용 문제 해결을 더욱 효율적으로 지원하기 위해 이 오실로스코프는 아날로그 채널 외에 디지털 채널을 16 개 더 제공합니다. 디지털 채널이 오실로스코프와 완전하게 통합되어 있기 때문에 모든 입력 채널에서 트리거할 수 있고 자동으로 모든 아날로그, 디지털, 시리얼 및 RF 신호와 시간의 상관 관계를 파악할 수 있습니다. 이 채널의 MagniVu™ 고속 획득 기능을 통해 트리거 포인트 근처의 세밀한 신호 내용(최고 60.6ps 해상도)까지 획득할 수 있어서 정확한 타이밍을 측정할 수 있습니다. MagniVu 는 셋업 앤 홀드, 클럭 지연, 신호 지연 시간 및 글리치 특성화에 대해 정확한 타이밍을 측정하는 데 필수적입니다.

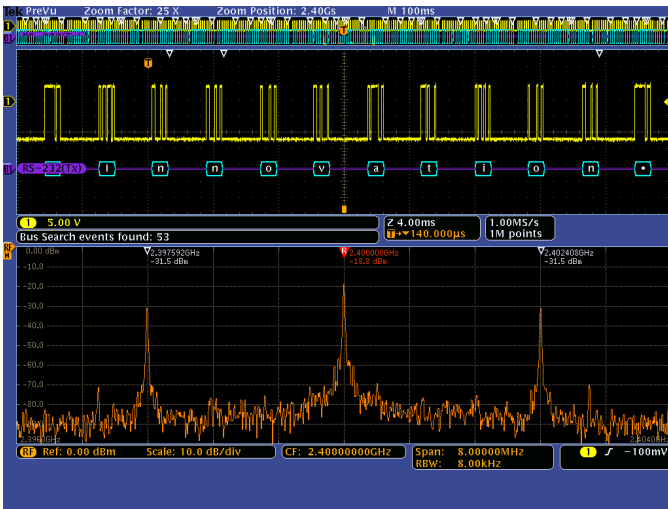


캡처 - SPI 버스를 지나는 특정 전송 데이터 패킷에서의 트리거입니다. 특정 시리얼 패킷 내용 트리거 등의 완전한 트리거 세트를 통해 관심 있는 이벤트를 빠르게 캡처할 수 있습니다.

검색

긴 파형 레코드에서 관심 있는 이벤트를 찾는 일은 올바른 검색 도구가 없다면 시간 소모적인 작업이 될 수 있습니다. 현재와 같이 레코드 길이가 백만 데이터 포인트가 넘는 상황에서 이벤트를 찾기 위해 수천 개의 신호 활동 화면을 스크롤해야 할 수 있습니다.

혁신적인 Wave Inspector® 컨트롤을 사용하면 업계에서 가장 포괄적인 검색 및 파형 탐색 기능을 이용할 수 있습니다. 또한 레코드 패닝과 확대/축소를 더욱 신속하게 제어할 수 있습니다. 독창적인 포스 피드백(Force-feedback) 시스템으로 레코드의 한 쪽 끝에서 다른 쪽으로 몇 초만에 이동할 수 있습니다. 그리고 사용자 표시 기능을 사용하면 나중에 참조하고자 하는 위치를 표시하여 자세히 조사할 수도 있습니다. 아니면 직접 정의한 기준으로 레코드를 자동으로 검색할 수 있습니다. 자동 검색을 사용하면 Wave Inspector 에서 아날로그, 디지털, 시리얼 버스, RF 대 시간 데이터를 포함한 모든 레코드를 즉시 검색합니다. 그 과정에서 사용자 정의된 이벤트가 발생 시 자동으로 표시되어 사용자가 이벤트를 빠르게 이동할 수 있습니다.

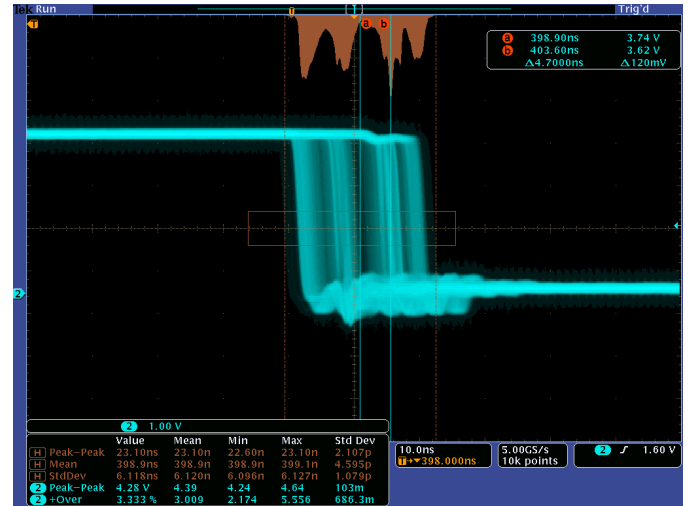


검색 - Wave Inspector의 데이터 값 "n"에 대한 검색 결과를 표시하는 RS-232 디코드입니다. Wave Inspector 컨트롤은 이전과 비교하여 가장 효율적으로 파형 데이터를 보고 탐색할 수 있도록 지원합니다.

분석

프로토타입의 성능이 시뮬레이션과 일치하고 프로젝트의 설계 목적에 부합되는지 확인하려면 동작을 분석해야 합니다. 해당 작업은 상승 시간이나 펄스 폭에 대한 간단한 확인에서 정밀한 전력 손실 분석 및 노이즈 소스 탐색에 이르기까지 범위가 다양합니다.

MDO4000B 시리즈는 포괄적인 통합 분석 도구 세트를 제공합니다. 여기에는 파형 및 화면 기반 커서, 자동화된 측정, 임의 방정식 편집을 포함하는 고급 파형 연산, 스펙트럼 연산, FFT 분석 및 측정이 시간이 지남에 따라 어떻게 변하는지 시각적으로 판단할 수 있는 추이 도표 등이 포함됩니다. 시리얼 버스 분석, 전력 공급 설계, 비디오 설계 및 개발에 관한 전문 애플리케이션 지원도 제공됩니다.



분석 - 시간에 따라 에지 위치의 변화(지터)를 보여주는 하강 에지의 파형 히스토그램입니다. 파형 히스토그램 데이터에 대한 수치 측정이 포함됩니다. 통합 분석 도구의 포괄적인 세트를 이용하면 설계 성능을 더욱 빠르게 확인할 수 있습니다.

사양

모든 사양은 별도로 명시되어 있지 않은 한 모든 모델에 적용됩니다.

모델 개요

	MDO4014B-3	MDO4034B-3	MDO4054B-3	MDO4054B-6	MDO4104B-3	MDO4104B-6
아날로그 채널	4	4	4	4	4	4
아날로그 채널 대역폭	100MHz	350MHz	500MHz	500MHz	1GHz	1GHz
상승 시간	3.5ns	1ns	700ps	700ps	350ps	350ps
샘플링 속도(채널 1)	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	5GS/s	5GS/s
샘플링 속도(채널 2)	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	5GS/s	5GS/s
샘플링 속도(채널 4)	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s
레코드 길이(채널 1)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
레코드 길이(채널 2)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
레코드 길이(채널 4)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
디지털 채널	16	16	16	16	16	16
스펙트럼 분석기 채널	1	1	1	1	1	1
스펙트럼 분석기 주파수 범위	9kHz ~ 3GHz	9kHz ~ 3GHz	9kHz ~ 3GHz	9kHz ~ 6GHz	9kHz ~ 3GHz	9kHz ~ 6GHz

스펙트럼 분석기 입력

범위 1kHz - 3GHz(MDO4XX4B-3 모델) 또는 1kHz - 6GHz(MDO4XX4B-6 모델)
 1-2-5 순서로 범위 조정 가능
 가변 해상도 = 다음 범위 설정의 1%

해상도 대역폭 범위 윈도우 기능에 대한 해상도 대역폭 범위는 다음과 같습니다.
 Kaiser(기본값): 20Hz ~ 200MHz
 직사각형: 10Hz ~ 200MHz
 해밍(Hamming): 10Hz ~ 200MHz
 해닝(Hanning): 10Hz ~ 200MHz
 블랙맨-해리스(Blackman-Harris): 20Hz ~ 200MHz
 플랫탑(Flat-top): 30Hz ~ 200MHz
 1-2-3-5 순서로 조정됨

RBW 모양 계수(Kaiser) 60dB/3dB 모양 계수: ≥ 4:1

기준 레벨 설정 범위: -140dBm ~ +30dBm 사이에서 1dB 단계

입력 수직 범위 수직 측정 범위: +30 dBm to DANL
 1dB/div ~ 20dB/div 수직 설정(1-2-5 순서)

수직 위치 -100div ~ +100div

수직 단위 dBm, dBmV, dBμV, dBμW, dBmA, dBμA

스펙트럼 분석기 입력

DANL(표시되는 평균 노이즈 레벨)	주파수 범위	DANL
	9kHz ~ 50kHz	< -116dBm/Hz(< -120dBm/Hz, 표준)
	50kHz ~ 5MHz	< -130dBm/Hz(< -134dBm/Hz, 표준)
	5MHz ~ 400MHz	< -146dBm/Hz(< -148dBm/Hz, 표준)
	400MHz ~ 3GHz	< -147dBm/Hz(< -149dBm/Hz, 표준)
	3GHz ~ 4GHz(MDO4XX4B-6 모델 전용)	< -148dBm/Hz(< -152dBm/Hz, 표준)
	4GHz ~ 6GHz(MDO4XX4B-6 모델 전용)	< -140dBm/Hz(< -144dBm/Hz, 표준)

TPA-N-PRE 프리앰프가 부착된 DANL

프리앰프가 "자동"으로 설정, 기준 레벨이 -40dBm 으로 설정

바이패스 상태의 프리앰프가 있는 MDO4000B 의 DANL 은 프리앰프 없는 MDO4000B 의 DANL 보다 ≤3dB 만큼 높습니다.

주파수 범위	DANL
9kHz ~ 50kHz	< -119dBm/Hz(< -123dBm/Hz, 표준)
50kHz ~ 5MHz	< -140dBm/Hz(< -144dBm/Hz, 표준)
5MHz ~ 400MHz	< -156dBm/Hz(< -158dBm/Hz, 표준)
400MHz ~ 3GHz	< -157dBm/Hz(< -159dBm/Hz, 표준)
3GHz ~ 4GHz(MDO4XXB-6 모델 전용)	< -158dBm/Hz(< -162dBm/Hz, 표준)
4GHz ~ 6GHz(MDO4XXB-6 모델 전용)	< -150dBm/Hz(< -154dBm/Hz, 표준)

가상 응답

2 차 및 3 차 고조파 왜곡 (>100MHz)	< -60dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임
2 차 및 3 차 고조파 왜곡 (9kHz ~ 100MHz)	< -60dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임, ≤ -15dBm 의 기준 레벨
2 차 중간 변조 왜곡 (>100MHz)	< -60dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임
2 차 중간 변조 왜곡(9kHz ~ 100MHz)	< -60dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임, ≤ -15dBm 의 기준 레벨
3 차 중간 변조 왜곡: >15MHz	< -62dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임
3 차 중간 변조 왜곡: 9kHz ~ 15MHz	< -62dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 10dB 아래임, < -15dBm 의 기준 레벨
A/D spurs:	< -60dBc(< -65dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 5dB 아래임, A/D 앨리아싱 spurs 제외
A/D 앨리아싱 spurs	(5GHz - F _{in}) 및 (8GHz - F _{in}): < -55dBc(< -60dBc, 표준), 자동 설정이 켜져 있음, 신호가 기준 레벨보다 5dB 아래임
MDO4XX4-6 모델에만 적용되는 사양	IF 제거: (다음을 제외한 모든 입력 주파수: 1.00GHz ~ 1.25GHz 및 2GHz ~ 2.4GHz): < -55dBc, 표준 1.00GHz ~ 1.25GHz 의 입력 주파수에 대한 IF spurs(5GHz - F _{in}): < -50dBc, 표준 2GHz ~ 2.4GHz 의 입력 주파수에 대한 IF spurs(6.5GHz - F _{in}): < -50dBc, 표준 이미지 제거: < -50dBc(5.5GHz ~ 9.5GHz 의 입력 주파수)

잔여 응답

< -85dBm(2.5GHz, 3.75GHz, 4.0GHz 및 5.0GHz 에서 < -78dBm), 기준 레벨 ≤ -25dBm, 50Ω 에서 입력 중단

절대 진폭 정확도

중심 주파수에서 전력 레벨 측정의 정확도입니다. 주파수가 중심 주파수에서 멀 경우 채널 응답을 절대 진폭 정확도에 추가하십시오. 신호-노이즈 비율 > 40dB 에 적용됩니다.

< ± 1.0dB(< ±0.5dB, 표준), 18°C - 28°C 온도 범위, 50kHz ~ 6GHz 주파수 범위, 기준 레벨 -25, -20, -15, -10, -5, 0, 5, 10dBm

< ± 1.0dB, 표준, 50kHz ~ 6GHz, 기타 모든 기준 레벨, 18°C - 28°C 온도 범위

< ±1.5dB, 표준, 50kHz ~ 6GHz, 모든 기준 레벨, 0°C ~ 50°C 온도 범위

< ± 2.0dB, 표준, 9kHz ~ 50kHz, 모든 기준 레벨, 18 °C ~ 28 °C 온도 범위

< ± 3.0dB, 표준, 9kHz ~ 50kHz, 모든 기준 레벨, 0 °C ~ 50 °C 온도 범위

데이터 시트

스펙트럼 분석기 입력

채널 응답, 표준

18°C - 28°C 온도 범위에서 검증

신호-노이즈 비율 > 40dB 에 사양 적용

측정 중심 주파수 범위	범위	진폭 플랫폼 상태, 피크-피크, 표준	진폭 플랫폼 상태, RMS, 표준	위상 선형성, RMS, 표준
15MHz ~ 6GHz	10MHz	0.3dB	0.15dB	1.5°
60MHz ~ 6GHz	≤ 100MHz	0.75dB	0.27dB	1.5°
170MHz ~ 6GHz	≤ 320MHz	0.85dB	0.27dB	2.5°
510MHz ~ 6GHz	≤ 1,000MHz	1.0dB	0.3dB	3.0°
모두 허용(시작 주파수 > 10MHz)	>1,000MHz	1.2dB	해당 없음	해당 없음

AAA(절대 진폭 정확도) 및 CR(채널 응답), TPA-N-PRE 프리앰프 부착

AAA: ≤ ±1.5dB(표준), 18°C - 28°C 온도 범위, 프리앰프 상태와 관계없음

AAA: ≤ ±2.3dB(표준), 전체 작동 범위, 프리앰프 상태와 관계없음

CR: 0.0dB

오실로스코프 채널에서 스펙트럼 분석기로의 크로스토크

≤1GHz 의 입력 주파수 기준 레벨에서 < -68dB

>1GHz ~ 2GHz 입력 주파수 기준 레벨에서 < -48dB

1GHz CW 에서 위상 노이즈

1kHz < -104dBc/Hz(표준)

10kHz < -108dBc/Hz, < -111dBc/Hz(표준)

100kHz < -110dBc/Hz, < -113dBc/Hz(표준)

1MHz < -120dBc/Hz, < -123dBc/Hz(표준)

기준 주파수 오류(누적)

누적 오류: 1.6×10^{-6}

연간 수명, 기준 주파수 교정 정밀도 및 온도 안정성에 대한 허용량 포함

1 년의 교정 기간 동안 유효(0°C ~ +50°C)

마커 주파수 측정 정밀도

$\pm((1.6 \times 10^{-6} \times \text{마커 주파수}) + (0.001 \times \text{범위} + 2))\text{Hz}$

예: 범위가 10kHz 로 설정되어 있고 마커가 1500MHz 이면 주파수 측정 정밀도는 $\pm((1.6 \times 10^{-6} \times 1500\text{MHz}) + (0.001 \times 10\text{kHz} + 2)) = \pm 2.412\text{kHz}$ 가 됩니다.

마커 주파수(범위/RBW 가 ≤ 1000:1)

표시되는 노이즈 레벨에 대한 마커 레벨이 > 30dB 인 기준 주파수 오류

주파수 측정 해상도

1 Hz

최대 작동 입력 레벨

평균 연속 전력 ≥ -20dBm 의 기준 레벨에서 +30dBm(1W)

< -20dBm 의 기준 레벨에서 +24dBm(0.25W)

손상 전 최대 DC ±40V_{DC}

손상 전 최대 전력(CW) ≥ -20dBm 의 기준 레벨에서 +32dBm(1.6W)

< -20dBm 의 기준 레벨에서 +25dBm(0.32W)

손상 전 최대 전력(펄스) 피크 펄스 전력: +45dBm(32W)

<10μs 펄스 폭으로 정의된 피크 펄스 전력, <1% 듀티 사이클 및 ≥ +10dBm 의 기준 레벨

스펙트럼 분석기 입력

TPA-N-PRE 프리앰프가 부착된 최대 작동 입력 레벨

평균 연속 전력	+30dBm(1W)
손상 전 최대 DC	±20V _{DC}
손상 전 최대 전력(CW)	+30dBm(1W)
손상 전 최대 전력(펄스)	+45dBm(32W) (<10µs 펄스 폭, <1% 듀티 사이클 및 ≥ +10dBm 의 기준 레벨)

RF 전력 레벨 트리거

주파수 범위	MDO4XX4B-3: 1MHz~3GHz MDO4XX4B-6: 1MHz ~ 3.75GHz, 2.75GHz ~ 4.5GHz, 3.5GHz ~ 6.0GHz
진폭 동작 레벨	기준 레벨에서 0dB ~ -30dB
진폭 범위	기준 레벨에서 +10dB ~ -40dB, -65dBm ~ +30dBm 범위 이내
최소 펄스 기간	On(켜기) 상태에서 10µs, Off(끄기) 정착 시간 최소 10µs

스펙트럼 분석기에서 아날로그 채널 지연시간 <5ns

RF 획득 길이

범위	최대 RF 획득 시간
>2GHz	5ms
>1GHz - 2GHz	10ms
>800MHz - 1GHz	20ms
>500MHz - 800MHz	25ms
>400MHz - 500MHz	40ms
>250MHz - 400MHz	50ms
>200MHz - 250MHz	80ms
>160MHz - 200MHz	100ms
>125 MHz - 160 MHz	125ms
<125MHz	158ms

FFT 윈도우 유형, 계수 및 RBW 정확도

FFT 윈도우	계수	RBW 정확도
Kaiser	2.23	0.90%
직사각형	0.89	2.25%
해밍 (Hamming)	1.30	1.54%
해닝 (Hanning)	1.44	1.39%
블랙맨-해리스 (Blackman-Harris)	1.90	1.05%
플랫탑 (Flat-Top)	3.77	0.53%

수직 시스템 아날로그 채널

하드웨어 대역폭 제한

350MHz 이상 모델	20MHz 또는 250MHz
100MHz 모델	20MHz

입력 커플링

AC, DC

입력 임피던스

1MΩ ±1%, 50Ω ±1%

입력 감도 범위

1MΩ	1mV/div~10mV/div
50Ω	1mV/div~1mV/div

수직 해상도

8 비트(Hi Res 에서 11 비트)

데이터 시트

수직 시스템 아날로그 채널

최대 입력 전압

1MΩ

피크가 ≤ ±425V 인 300V_{RMS} CAT II

50Ω

피크가 ≤ ±20V 인 5V_{RMS}(DF ≤ 6.25%)

DC 계인 정확도

±1.5%, 30°C 이상에서 0.10%/°C 로 감소

채널 대 채널 분리

정격 대역폭까지 100MHz 이하에서 100:1 이상 100MHz 초과에서 30:1 이상인 동일한 수직 스케일의 모든 두 개 채널

오프셋 범위

Volts/div 설정	오프셋 범위	
	1MΩ 입력	50Ω
1mV/div~50mV/div	±1V	±1V
50.5mV/div~99.5mV/div	±0.5V	±0.5V
100mV/div~500mV/div	±10V	±10V
505mV/div~995mV/div	±5V	±5V
1V/div~5V/div	±100V	±5V
5.05V/div~10mV/div	±50V	NA

수직 시스템 디지털 채널

입력 채널

16 개 디지털(D15 에서 D0 까지)

한계값

채널당 한계값

한계값 선택

TTL, CMOS, ECL, PECL, 사용자 정의

사용자 정의 한계값 범위

±40V

한계값 정확도

±[100mV + 한계값 설정의 3%]

최대 입력 전압

±42V_{peak}

입력 동적 범위

30V_{p-p} ≤ 200MHz

10V_{p-p} > 200MHz

최소 전압 범위

400 mV

프로브 부하

3pF 와 병렬로 100kΩ

수직 해상도

1 비트

수평 시스템 아날로그 채널

시간 기반 범위

1GHz 모델

400ps~1000s

≤500MHz 모델

1ns~1000s

가장 높은 샘플링 속도의 최대 기간(전체/절반 채널)

1GHz 모델

8/4ms

≤500MHz 모델

8/8ms

시간축 지연 시간 범위

-10 구간에서 5000s

수평 시스템 아날로그 채널

채널 간 지연시간 보정 범위	±125ns
시간축 정확도	≥1ms 간격일 경우 ±5ppm

수평 시스템 디지털 채널

최대 샘플링 속도(메인)	500MS/s(2ns 해상도)
최대 레코드 길이(메인)	20M 포인트
최대 샘플링 속도(MagniVu)	16.5GS/s(60.6ps 해상도)
최대 레코드 길이(MagniVu)	트리거 주변에 집중된 10k 포인트
감지 가능한 최소 펄스 폭(편의 사양)	1ns
채널 간 지연 시간(편의 사양)	200ps
최대 입력 전환 속도	500MHz(로직 구형파로 정확하게 재현할 수 있는 최대 주파수 사인파, 각 채널에 짧은 접지 확장기를 사용해야 함, 최소 범위 진폭에서 최대 주파수임, 진폭이 높아지면 더 높은 전환 속도가 달성될 수 있음)

트리거 시스템

트리거 모드	자동, 일반 및 싱글								
트리거 커플링	DC, AC, 고주파 제거(감쇠 >50kHz), 저주파 제거(감쇠 <50kHz), 노이즈 제거(감도를 줄임)								
트리거 홀드오프 범위	20ns~8s								
트리거 감도									
내부 DC 결합	<table border="1"> <thead> <tr> <th>트리거 소스</th> <th>감도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1MΩ 경로(모든 모델)</td> <td>1mV/div~4.98mV/div 의 경우 DC~50MHz 에서 0.75div, 정격 대역폭에서 1.3div 까지 증가</td> </tr> <tr> <td>50Ω 경로(500MHz 이하 모델)</td> <td>5mV/div 이상일 때 DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가</td> </tr> <tr> <td>50Ω 경로(1GHz 모델)</td> <td>DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가</td> </tr> </tbody> </table>	트리거 소스	감도	1MΩ 경로(모든 모델)	1mV/div~4.98mV/div 의 경우 DC~50MHz 에서 0.75div, 정격 대역폭에서 1.3div 까지 증가	50Ω 경로(500MHz 이하 모델)	5mV/div 이상일 때 DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가	50Ω 경로(1GHz 모델)	DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가
트리거 소스	감도								
1MΩ 경로(모든 모델)	1mV/div~4.98mV/div 의 경우 DC~50MHz 에서 0.75div, 정격 대역폭에서 1.3div 까지 증가								
50Ω 경로(500MHz 이하 모델)	5mV/div 이상일 때 DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가								
50Ω 경로(1GHz 모델)	DC~50MHz 에서 0.4div, 정격 대역폭에서 1div 까지 증가								

트리거 레벨 범위	
모든 입력 채널 라인	화면 중앙에서 ±8 구간, 수직 저주파 제거 트리거 커플링을 선택했을 때 0V 에서 ±8 구간 라인 트리거 레벨은 라인 전압의 50%에 고정되어 있습니다.

트리거 주파수 판독값	트리거 가능한 이벤트의 여섯 자리 주파수 판독값을 제공합니다.
-------------	------------------------------------

트리거 유형	
에지	모든 채널의 포지티브 또는 네거티브 기울기입니다. 커플링에는 DC, AC, 고주파 제거, 저주파 제거 및 노이즈 제거가 포함됩니다.
시퀀스(B 트리거)	시간 단위 트리거 지연: 4ns~8s 또는 이벤트 단위 트리거 지연: 1~4,000,000 개 이벤트
펄스 폭	특정 기간을 기준으로 큼, 작음, 같음 또는 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안/밖의 포지티브 또는 네거티브 펄스 폭에서 트리거합니다.
타임아웃	지정한 시간 동안 4ns 에서 8s 까지 선택 가능하며 높음, 낮음 또는 모두로 유지되는 이벤트에서 트리거합니다.
런트	첫 번째 임계를 교차한 후에, 다시 첫 번째 임계를 교차하기 전에 두 번째 임계 교차를 실패한 펄스에서 트리거 합니다.
로직	채널의 로직 패턴이 지정한 시간 동안 잘못되거나 유효한 경우 트리거합니다. 클럭 에지에서 패턴을 찾는 데 모든 입력을 클럭으로 사용할 수 있습니다. 높음, 낮음 또는 관계없음으로 정의된 모든 입력 채널에 대해 지정된 패턴(AND, OR, NAND, NOR)입니다.

데이터 시트

트리거 시스템

셋업 앤 홀드	모든 아날로그 및 디지털 입력 채널에 나타나는 클럭과 데이터 사이의 셋업 시간 및 홀드 시간 모두를 위반할 경우에 트리거합니다.
상승/하강 시간	지정된 시간보다 빠르거나 느린 펄스 에지 속도에서 트리거합니다. 기울기는 포지티브, 네거티브 중에 하나가 될 수 있습니다.
비디오	NTSC, PAL 및 SECAM 비디오 신호에서 모든 라인, 홀수, 짝수 또는 모든 필드를 트리거합니다.
확장 비디오(옵션)	480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 및 사용자 정의 2 단계 및 3 단계 동기화 비디오 표준에서 트리거합니다.
I ² C(옵션)	I ² C 버스에서 최대 10Mb/s 까지 시작, 반복 시작, 정지, 누락된 승인, 어드레스(7 또는 10 비트), 데이터 또는 어드레스 및 데이터에서 트리거합니다.
SPI(옵션)	SPI 버스에서 최대 50.0Mb/s 까지 SS 활성화, 프레임 시작, MOSI, MISO 또는 MOSI 및 MISO 에서 트리거합니다.
RS-232/422/485/ UART(옵션)	Tx 시작 비트, Rx 시작 비트, Tx EoP, Rx EoP, Tx 데이터, Rx 데이터, Tx 패리티 오류 및 Rx 패리티 오류에서 10Mb/s 까지 트리거합니다.
USB: 저속(옵션)	동기 활성화, 프레임 시작, 재설정, 일시 중단, 다시 시작, EoP, 토큰(어드레스) 패킷, 데이터 패킷, 핸드셰이크 패킷, 특수 패킷, 오류에서 트리거합니다. 토큰 패킷 트리거 - 모든 토큰 유형, SOF, OUT, IN, SETUP 에 해당합니다. 어드레스는 모든 토큰, OUT, IN 및 토큰 유형에 대해 지정할 수 있습니다. 어드레스는 특정 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거하도록 세부 지정할 수 있습니다. 프레임 수가 16 진수, 2 진수, 기호가 없는 10 진수 및 무정의 수를 사용하여 SOF 토큰에 대해 지정될 수 있습니다. 데이터 패킷 트리거 - 모든 데이터 유형, DATA0, DATA1 에 해당합니다. 데이터는 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거하기 위해 세부 지정할 수 있습니다. 핸드셰이크 패킷 트리거 - 모든 핸드셰이크 유형, ACK, NAK, STALL 특별 패킷 트리거 - 모든 특별 유형, 예약됨 오류 트리거 - PID 확인, CRC5 또는 CRC16, 비트 스테핑
USB: 최대 속도(옵션)	동기, 재설정, 일시 중단, 다시 시작, EoP, 토큰(어드레스) 패킷, 데이터 패킷, 핸드셰이크 패킷, 특수 패킷, 오류에서 트리거합니다. 토큰 패킷 트리거 - 모든 토큰 유형, SOF, OUT, IN, SETUP 에 해당합니다. 어드레스는 모든 토큰, OUT, IN 및 토큰 유형에 대해 지정할 수 있습니다. 어드레스는 특정 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거하도록 세부 지정할 수 있습니다. 프레임 수가 16 진수, 2 진수, 기호가 없는 10 진수 및 무정의 수를 사용하여 SOF 토큰에 대해 지정될 수 있습니다. 데이터 패킷 트리거 - 모든 데이터 유형, DATA0, DATA1 에 해당합니다. 데이터는 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거하기 위해 세부 지정할 수 있습니다. 핸드셰이크 패킷 트리거 - 모든 핸드셰이크 유형, ACK, NAK, STALL 특별 패킷 트리거 - 모든 특별 유형, 사전, 예약됨 오류 트리거 - PID 확인, CRC5 또는 CRC16, 비트 스테핑

트리거 시스템

USB: 고속(옵션)¹

동기, 재설정, 일시 중단, 다시 시작, EoP, 토큰(어드레스) 패킷, 데이터 패킷, 핸드셰이크 패킷, 특수 패킷, 오류에서 트리거합니다.

토큰 패킷 트리거 - 모든 토큰 유형, SOF, OUT, IN, SETUP 에 해당합니다. 어드레스는 모든 토큰, OUT, IN 및 토큰 유형에 대해 지정할 수 있습니다. 어드레스는 특정 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거하도록 세부 지정할 수 있습니다. 프레임 수가 16 진수, 2 진수, 기호가 없는 10 진수 및 무정의 수를 사용하여 SOF 토큰에 대해 지정될 수 있습니다.

데이터 패킷 트리거 - 모든 데이터 유형, DATA0, DATA1, DATA2, MDATA 에 해당합니다. 데이터는 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위 또는 범위 안 또는 밖에서 트리거하기 위해 세부 지정될 수 있습니다.

핸드셰이크 패킷 트리거 - 모든 핸드셰이크 유형, ACK, NAK, STALL, NYET

특별 패킷 트리거 - 모든 특별 유형, ERR, SPLIT, PING, 예약됨 SPLIT 패킷 구성 요소는 다음과 같이 지정될 수 있습니다.

- 허브 어드레스
- 시작/완료 - 무정의, 시작(SSPLIT), 완료(CSPLIT)
- 포트 어드레스
- 시작 및 끝 비트 - 무정의, 컨트롤/벌크/인터럽트(최대 속도 장치, 저속 장치), 등시성(데이터가 중간, 데이터가 끝, 데이터가 시작, 데이터가 전체)
- 끝짐 유형 - 무정의, 컨트롤, 등시성, 벌크, 인터럽트

오류 트리거 - PID 확인, CRC5 또는 CRC16

이더넷(옵션)²

10BASE-T 및 100BASE-TX: 시작 프레임 구분 기호, MAC 어드레스, MAC Q-Tag 제어 정보, MAC 길이/유형, IP 헤더, TCP 헤더, TCP/IPv4/MAC 클라이언트 데이터, EoP 및 FCS(CRC) 오류에서 트리거합니다.

100BASE-TX: 유틸

MAC 어드레스 - 소스와 대상 48 비트 어드레스 값에서 트리거합니다.

MAC Q-Tag 제어 정보 - Q-Tag 32 비트 값에서 트리거합니다.

MAC 길이/유형 - 특정 16 비트 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거합니다.

IP 헤더 - IP 프로토콜 8 비트 값, 소스 어드레스, 대상 어드레스에서 트리거합니다.

TCP 헤더 - 소스 포트, 대상 포트, 일련 번호 및 승인 번호에서 트리거합니다.

TCP/IPv4/MAC 클라이언트 데이터 - 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거합니다. 1 에서 16 까지 바이트 수를 선택하여 트리거할 수 있습니다. 바이트 오프셋 옵션은 관계없음, 0~1,499 입니다.

CAN(옵션)

시작 프레임, 프레임 유형(데이터, 원격, 오류, 오버로드), 식별자(표준 또는 확장), 데이터, 식별자 및 데이터, 끝 프레임, 누락된 승인, 1Mb/s 까지 CAN 신호의 비트 스타핑 오류에서 트리거합니다. 데이터는 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위에서 트리거하도록 세부 지정할 수 있습니다. 사용자가 조정 가능한 샘플 포인트는 기본적으로 50%로 설정됩니다.

LIN(옵션)

동기화, 식별자, 데이터, ID 및 데이터, 해제 프레임, 대기 프레임, 동기화 오류 또는 패러티 오류 등의 오류나 체크섬 오류에서 최대 100kb/s(LIN 정의로는 20kb/s) 트리거합니다.

FlexRay(옵션)

프레임 시작, 프레임 유형(보통, 페이로드, Null, 동기, 시동), 식별자, 주기 수 계산, 전체 헤더 필드, 데이터, ID 및 데이터, 프레임 끝 또는 헤더 CRC 오류, 트레일러 CRC 오류, Null 프레임 오류, 동기 프레임 오류 또는 시동 프레임 오류 등의 오류에서 최대 100Mb/s 까지 트리거합니다.

1 아날로그 채널 대역폭이 1GHz 인 모델에만 고속 지원이 제공됩니다.

2 100BASE-TX 의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

데이터 시트

트리거 시스템

MIL-STD-1553(옵션)

동기, 워드 유형³(커맨드, 스테이트, 데이터), 명령 워드(RT 어드레스, T/R, 하위 어드레스/모드, 데이터 워드 수 계산/모드 코드, 패러티를 따로 설정), 스테이트 워드(RT 어드레스, 메시지 오류, 장비, 서비스 요청 비트, 수신된 방송 명령, 사용 중(Busy), 하위 시스템 플래그, DBCA(동적 버스 제어 수락), 터미널 플래그 및 패러티를 개별적으로 설정), 데이터 단어(사용자가 지정한 16 비트 데이터 값), 오류(동기, 패러티, Manchester, 비연속적 데이터), 유휴 시간(2 μ s~100 μ s 범위로 최소 시간 선택 가능, 2 μ s~100 μ s 범위로 최대 시간 선택 가능, <최소, >최대, 범위 내, 범위 외에서 트리거)에서 트리거합니다. RT 어드레스는 특정 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거되도록 세부 지정할 수 있습니다.

I²S/LJ/RJ/TDM(옵션)

워드 선택, 프레임 동기 또는 데이터에서 트리거합니다. 데이터는 특정 데이터 값을 기준으로 이하, 작음, 같음, 큼, 이상, 같지 않음에 해당하는 범위나 범위 안 또는 밖에서 트리거되도록 세부 지정할 수 있습니다. I²S/LJ/RJ의 최대 데이터 속도는 12.5Mb/s입니다. TDM의 최대 데이터 속도는 25Mb/s입니다.

병렬

병렬 버스 데이터 값에서 트리거합니다. 병렬 버스 크기는 디지털 채널에서 아날로그 채널까지 1 비트~20 비트가 될 수 있습니다. 2 진수 및 16 진수가 지원됩니다.

획득 시스템

획득 모드

샘플

샘플 값을 획득합니다.

피크 검출

800ps(1GHz 모델) 또는 1.6ns(\leq 500MHz 모델)와 같이 좁은 글리치도 모두 스위프 속도로 캡처합니다.

평균화

평균적으로 2~512 개의 파형을 포함합니다.

엔벨로프

최소-최대 엔벨로프는 여러 획득에 걸쳐 피크 감지 데이터를 반영합니다.

Hi-Res

실시간 박스카(Boxcar) 평균으로 랜덤 노이즈를 줄이고 수직 해상도를 높입니다.

롤

40ms/div 보다 느리거나 같은 스위프 속도로 화면 전체에 걸쳐 오른쪽에서 왼쪽으로 파형을 스크롤합니다.

파형 측정

커서

파형 및 화면

자동 측정(시간 도메인)

29 개가 있으며 화면에 한 번에 8 개까지 표시할 수 있습니다. 측정 항목은 다음과 같습니다. 기간, 주파수, 지연, 상승 시간, 하강 시간, 포지티브 듀티 사이클, 네거티브 듀티 사이클, 포지티브 펄스 폭, 네거티브 펄스 폭, 버스트 폭, 위상, 포지티브 오버슈트, 네거티브 오버슈트, 피크 대 피크, 진폭, 높음, 낮음, 최대, 최소, 평균, 사이클 평균, RMS, 사이클 RMS, 포지티브 펄스 수 계산, 네거티브 펄스 수 계산, 상승 에지 수 계산, 하강 에지 수 계산, 구역 및 사이클 구역

자동 측정(주파수 도메인)

3 개가 있으며 화면에 한 번에 1 개를 표시할 수 있습니다. 측정 항목에는 채널 파워, ACPR(인접한 채널 파워 비율), OBW(사용 중인 대역폭)가 포함됩니다.

측정 통계

평균, 최소, 최대, 표준 편차

기준 레벨

자동 측정을 위한 사용자 정의 가능한 기준 레벨은 퍼센트나 다른 단위로 지정할 수 있습니다.

게이팅

화면 또는 파형 커서 중 하나를 사용하여 측정할 획득 내에서 특정 발생을 분리합니다.

파형 히스토그램

파형 히스토그램은 사용자 정의된 화면 영역 내에서 전체 히트 수를 나타내는 일련의 데이터 값을 제공합니다. 파형 히스토그램은 히트 분포의 시각적 그래프인 동시에 측정 가능한 값의 숫자 배열입니다.

소스 - 채널 1, 채널 2, 채널 3, 채널 4, Ref 1, Ref 2, Ref 3, Ref 4, 연산

유형 - 수직, 수평

파형 히스토그램 측정 항목

파형 수 계산, 상자 내 히트, 피크 히트, 중간, 최대, 최소, 피크 대 피크, 평균, 표준 편차, 시그마 1, 시그마 2, 시그마 3

³ 커맨드 워드를 트리거 선택하면 커맨드 및 미규정 커맨드/스테이트 워드에서 트리거됩니다. 스테이트 워드를 트리거 선택하면 스테이트 및 미규정 커맨드/스테이트 워드에서 트리거됩니다.

파형 연산

산술	파형 더하기, 빼기, 곱하기, 나누기
연산 기능	미분, 적분, FFT
FFT	스펙트럼 진폭 FFT 수직 스케일을 선형 RMS 또는 dBV RMS 로 설정하고 FFT 창을 직각, 해밍, 해닝 또는 블랙맨-해리스로 설정합니다.
스펙트럼 연산	주파수 도메인 트레이스를 더하거나 뺍니다.
고급 연산	파형, 기준 파형, 연산 기능(FFT, 적분, 미분, 로그, 지수, 제곱, Abs, 사인, 코사인, 탄젠트, 라디안, 도), 스칼라, 최대 두 개까지의 사용자 조정 가능한 변수 및 파라메트릭 측정 결과(기간, 주파수, 지연, 상승, 하강, 포지티브 폭, 네거티브 폭, 버스트 폭, 위상, 포지티브 듀티 사이클, 네거티브 듀티 사이클, 포지티브 오버슈트, 네거티브 오버슈트, 피크 대 피크, 진폭, RMS, 사이클 RMS, 높음, 낮음, 최대, 최소, 평균, 사이클 평균, 구역, 사이클 구역 및 추이 도표)를 포함하는 (적분(Ch1 - 평균(Ch1)) × 1.414 × 변수 1)와 같은 광범위한 대수 수식을 정의합니다.

전력 측정 항목(옵션)

전력 품질 측정 항목	V_{RMS} , $V_{크레스트}$, 주파수, I_{RMS} , $I_{크레스트}$, 유효 전력, 피상 전력, 무효 전력, 전력 계수, 위상 각도
스위칭 손실 측정 항목	
전력 손실	T_{on} , T_{off} , 전도, 합계
에너지 손실	T_{on} , T_{off} , 전도, 합계
고조파	THD-F, THD-R, RMS 측정, 고조파를 그래픽 및 표로 표시, IEC61000-3-2 A 등급 및 MIL-STD-1399, 섹션 300A 로 테스트
리플 측정	V_{Ripple} 및 I_{Ripple} .
변조 분석	+펄스 폭, -펄스 폭, 기간, 주파수, +듀티 사이클, -듀티 사이클 변조 유형의 그래픽 표시
안전 동작 영역	스위칭 장치 안전 작동 구역 측정의 그래픽 표시와 마스크 테스트
dV/dt 및 dI/dt 측정	회전율의 커서 측정

한계/마스크 테스트(옵션)

표준 마스크 포함 ⁴	ITU-T, ANSI T1.102, USB
테스트 소스	한계 테스트: 모든 Ch1~Ch4 또는 모든 R1~R4 마스크 테스트: 모든 Ch1~Ch4
마스크 생성	한계 테스트 수직 허용 오차는 1m 구간 증분으로 0~1 구역이며 한계 테스트 수평 허용 오차는 1m 구간 증분으로 0~500m 구역임 내부 메모리에서 표준 마스크 로드 사용자 정의 마스크를 텍스트 파일에서 최대 8 개 세그먼트까지 로드
마스크 스케일	소스를 ON 으로 잠금(소스 채널 설정이 변경되면서 마스크가 자동으로 다시 스케일됨) 소스를 OFF 로 잠금(소스 채널 설정이 변경되더라도 마스크가 자동으로 다시 스케일되지 않음)
테스트 기준이 다음 시점까지 적용됨	파형의 최소 수(1~1,000,000, 무한) 최소 경과 시간(1 초~48 시간, 무한)

⁴ 55Mb/s 가 넘는 텔레콤 표준에서 마스크 테스트하는 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다. 고속(HS) USB 에서 마스크 테스트하는 경우 1GHz 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

데이터 시트

한계/마스크 테스트(옵션)

위반 한계값	1~1,000,000
테스트 실패 시 작업	획득 중단, 화면 이미지를 파일로 저장, 파형을 파일로 저장, 화면 이미지 인쇄, 펄스 트리거 출력, 원격 인터페이스 SRQ 설정
테스트 완료 시 작업	펄스 트리거 출력, 원격 인터페이스 SRQ 설정
결과 화면	테스트 상태, 총 파형 수, 위반 수, 위반 비율, 총 테스트 수, 실패한 테스트, 테스트 실패 비율, 경과한 시간, 마스크 세그먼트별 총 히트 수

소프트웨어

OpenChoice® 데스크톱	USB 또는 LAN 을 사용하여 Windows PC 와 오실로스코프 사이의 빠르고 쉬운 통신을 지원합니다. 설정, 파형, 측정값 및 화면 이미지를 전송하고 저장합니다. 포함된 Word 및 Excel 도구 모음은 빠른 보고나 심화 분석을 위해 오실로스코프의 획득 데이터 및 화면 이미지를 Word 및 Excel 에 자동 전송합니다.
IVI 드라이버	LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET 및 MATLAB 과 같은 일반적인 애플리케이션을 위한 표준 장비 프로그래밍 인터페이스를 제공합니다.
e*Scope® 웹 기반 원격 제어	표준 웹 브라우저를 사용하여 네트워크 연결을 통한 오실로스코프 제어를 지원합니다. 오실로스코프의 IP 어드레스 또는 네트워크 이름을 입력하면 브라우저에 웹 페이지가 표시됩니다.
LXI Class C 웹 인터페이스	오실로스코프의 IP 어드레스나 네트워크 이름을 브라우저의 주소 표시줄에 입력하면 오실로스코프를 표준 웹 브라우저에 연결할 수 있습니다. 웹 인터페이스는 장비 상태 및 구성 보기, 네트워크 설정 상태 및 수정, e*Scope 웹 기반 원격 제어를 통한 장비 제어를 지원합니다. 모든 웹 상호 작용은 LXI Class C 사양, 버전 1.3 을 따릅니다.

디스플레이 시스템

디스플레이 유형	10.4 인치(264mm) 액정 화면 TFT 컬러 디스플레이
화면 해상도	가로 1,024 × 세로 768 픽셀(XGA)
보간	Sin(x)/x
파형 형태	벡터, 점, 가변 잔상, 무한 잔상
눈금	일반 모드, 점선 모드, 십자선 모드, 프레임 모드, IRE 및 mV
형식	YT 및 동시 XY/YT
최대 파형 캡처 속도	>50,000wfms

입력/출력 포트

USB 2.0 고속 호스트 포트	USB 대용량 저장 장치, 프린터 및 키보드 지원 장비 전면 포트 2 개, 후면 포트 2 개
USB 2.0 장치 포트	후면 패널의 커넥터로 USBTMC 또는 GPIB(TEK-USB-488 포함)를 통해 오실로스코프 통신/제어 가능, 모든 PictBridge 호환 프린터로 직접 인쇄 가능
LAN 포트	RJ-45 커넥터, 10/100/1000Mb/s 지원
비디오 출력 포트	DB-15 암 커넥터로 외부 모니터 또는 프로젝터에 오실로스코프 화면을 표시하도록 연결. XGA 해상도
프로브 보정기 출력 전압 및 주파수	전면 패널 핀
진폭	0~2.5V
주파수	1kHz

입력/출력 포트

보조 출력	후면 패널 BNC 커넥터 V _{OUT} (Hi): ≥2.5V 개방 회로, ≥1.0V 50Ω → 접지 V _{OUT} (Lo): ≤0.7V → 부하 ≤ 4mA, ≤0.25V 50Ω → 접지 출력은 오실로스코프가 트리거할 때 펄스 출력 신호를 제공하도록, 내부 오실로스코프 기준 클럭 출력을 제공하도록 또는 한계/마스킹 테스트용 이벤트 출력을 제공하도록 구성할 수 있습니다.
외부 기준 입력	시간축 시스템은 외부 10MHz 기준(10MHz ±1%)으로 위상 잠금할 수 있습니다.
Kensington 스타일 잠금 장치	후면 패널 보안 슬롯이 표준 Kensington 스타일 잠금 장치에 연결됩니다.
VESA 마운트	장비 후면의 표준(MIS-D 100) 100mm VESA 마운트 포인트

LXI(장비용 LAN 확장)

등급	LXI Class C
버전	V1.3

전원

전원 전압	100~240V ±10%
전원 주파수	100~240V ±10%에서 50~60Hz ±10% 115V ±13%에서 400Hz ±10%
소비 전력	최대 250W

물리적 특성

치수		mm	인치
	높이	229	9.0
	폭	439	17.3
	깊이	147	5.8
무게		kg	lb.
	순 중량	5	11
	운송	10.7	23.6
랙마운트 구성	5U		
냉각 공간	장비 왼쪽 측면 및 후면에 51mm(2 인치)가 필요함		

EMC, 환경 및 안전

온도	
작동	0°C~+50°C(+32°F~122°F)
비작동	-20°C~+60°C(-4°F~140°F)
습도	
작동	고: 40°C~50°C, 10%~60% 상대 습도저: 0°C~40°C, 10%~90% 상대 습도
비작동	고: 40°C~60°C, 5%~60% 상대 습도저: 0°C~40°C, 5%~90% 상대 습도

데이터 시트

EMC, 환경 및 안전

고도

작동	3,000 미터(9,843 피트)
비작동	9,144 미터(30,000 피트)

규정

전자파 적합성	EC Council 지침 2004/108/EC
안전	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004, 저전압 지침 2006/95/EC 및 EN61010-1:2001, IEC 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01

주문 정보

MDO4000B 제품군

MDO4014B-3	혼합 도메인 오실로스코프, 100MHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 3GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함
MDO4034B-3	혼합 도메인 오실로스코프, 350MHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 3GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함
MDO4054B-3	혼합 도메인 오실로스코프, 500MHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 3GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함
MDO4054B-6	혼합 도메인 오실로스코프, 500MHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 6GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함
MDO4104B-3	혼합 도메인 오실로스코프, 1GHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 3GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함
MDO4104B-6	혼합 도메인 오실로스코프, 1GHz 아날로그 채널 4 개, 디지털 채널 16 개, 6GHz 스펙트럼 분석기 입력 1 개 포함

기본 액세스리

프로브

≤ 500MHz 모델	TPP0500/B, 500MHz 대역폭, 10X, 3.9pF 아날로그 채널당 패시브 전압 프로브 한 개
1GHz 모델	TPP1000, 1GHz 대역폭, 10X, 3.9pF 아날로그 채널당 패시브 전압 프로브 한 개
모든 모델	P6616 16 채널 로직 프로브 한 개 및 로직 프로브 액세스리 키트(020-2662-xx) 한 개

액세서리

200-5130-xx	전면 덮개
103-0045-00	N-BNC 어댑터
063-4367-xx	설명서 CD
016-2030-xx	액세서리 가방
—	사용 설명서
—	전원 코드
—	OpenChoice® Desktop 소프트웨어
—	ISO9001 품질 시스템 등록 및 NMI(National Metrology Institute) 소급을 기록한 교정 인증서

보증

프로브를 제외한 모든 공임과 부품의 보증 기간은 3 년입니다.

애플리케이션 모듈

애플리케이션 모듈에는 애플리케이션 모듈과 오실로스코프 사이에 전환될 수 있는 사용권이 있습니다. 사용권은 모듈에 포함되어 모듈을 한 장비에서 다른 장비로 이동하는 것이 지원될 수 있습니다. 또는 오실로스코프에 사용권이 포함되어 보호를 위해 모듈 제거 및 저장이 지원될 수 있습니다. 사용권을 오실로스코프로 전환하고 모듈을 제거하면 4 개 이상의 애플리케이션을 동시에 사용하는 것이 허용됩니다.

DPO4AERO	<p>항공 우주 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 MIL-STD-1553 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - 모든 Ch1~Ch4, 연산, Ref1~Ref4</p> <p>권장 프로빙 - 차동 또는 싱글 엔드(1 개의 싱글 엔드 신호만 필요함)</p>
DPO4AUDIO	<p>오디오 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 I²S, LJ, RJ 및 TDM 오디오 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15</p> <p>권장 프로빙 - 싱글 엔드</p>
DPO4AUTO	<p>자동차 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 CAN 과 LIN 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - LIN: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15, CAN: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15</p> <p>권장 프로빙 - LIN: 싱글 엔드, CAN: 싱글 엔드 또는 차동</p>
DPO4AUTOMAX	<p>확장된 자동차 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표, 아이 다이어그램 분석 소프트웨어와 같은 분석 도구 및 CAN, LIN, FlexRay 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - LIN: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15, CAN: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15, FlexRay: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15</p> <p>권장 프로빙 - LIN: 싱글 엔드, CAN, FlexRay: 싱글 엔드 또는 차동</p>
DPO4COMP	<p>컴퓨터 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 RS-232/422/485/UART 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15</p> <p>권장 프로빙 - RS-232/UART: 싱글 엔드, RS-422/485: 차동</p>
DPO4EMBD	<p>내장 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 I²S, LJ, RJ 및 TDM 오디오 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - I²C: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15, SPI: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15</p> <p>권장 프로빙 - 싱글 엔드</p>
DPO4ENET	<p>이더넷 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구 및 10BASE-T 및 100BASE-TX⁵ 버스의 패킷 레벨 정보에서 트리거를 지원합니다.</p> <p>신호 입력 - 모든 Ch1~Ch4, 연산, Ref1~Ref4</p> <p>권장 프로빙 - 10BASE-T: 싱글 엔드 또는 차동, 100BASE-TX: 차동</p>

5 100BASE-TX의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

DPO4USB	<p>USB 시리얼 트리거 및 분석 모듈입니다. 저속, 최대 속도, 고속 USB 시리얼 버스에 대한 패킷 레벨 내용에서 트리거하도록 지원합니다. 저속, 최대 속도, 고속 USB 시리얼 버스를 위해 신호의 디지털 보기, 버스 보기, 패킷 디코드, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표와 같은 분석 도구를 지원합니다.⁶</p> <p>신호 입력 - 저속 및 최대 속도: 모든 Ch1~Ch4, 모든 D0~D15, 저속, 최대 속도, 고속: 모든 Ch1~Ch4, 연산, Ref1~Ref4</p> <p>권장 프로빙 - 저속 및 최대 속도: 싱글 엔드 또는 차동, 고속: 차동</p>
DPO4PWR	<p>전력 분석 애플리케이션 모듈입니다. 이 모듈을 사용하면 전원 품질, 스위칭 손실, 고조파, 리플, 변조, SOA(안전 작동 구역), 변조, 리플 및 회전율(dV/dt 및 dI/dt)을 빠르고 정확하게 분석할 수 있습니다.</p>
DPO4LMT	<p>한계 및 마스크 테스트 애플리케이션 모듈입니다. 사용자 정의 또는 표준 통신이나 컴퓨터 마스크를 사용한 "골든" 파형 및 마스크 테스트에서 생성한 한계 템플릿 테스트를 지원합니다.⁷</p>
DPO4VID	<p>HDTV 및 사용자 정의(비표준) 비디오 트리거 모듈입니다.</p>
MDO4TRIG	<p>고급 RF 출력 레벨 트리거 모듈입니다. 스펙트럼 분석기 입력에서 전력 레벨을 다음 트리거 유형에서 소스로 사용하도록 지원합니다. 펄스 폭, 런트, 타임아웃, 로직, 시퀀스</p>

장비 옵션

전원 코드 및 플러그 옵션

옵션 A0	북미 전원 플러그(115V, 60Hz)
옵션 A1	전 유럽 전원 플러그(220V, 50Hz)
옵션 A2	영국 전원 플러그(240V, 50Hz)
옵션 A3	호주 전원 플러그(240V, 50Hz)
옵션 A5	스위스 전원 플러그(220V, 50Hz)
옵션 A6	일본 전원 플러그(100V, 110/120V, 60Hz)
옵션 A10	중국 전원 플러그(50Hz)
옵션 A11	인도 전원 플러그(50Hz)
옵션 A12	브라질 전원 플러그(60Hz)
옵션 A99	전원 코드 없음

언어 옵션

옵션 L0	영문 설명서
옵션 L1	프랑스어 설명서
옵션 L2	이탈리아어 설명서
옵션 L3	독일어 설명서
옵션 L4	스페인어 설명서
옵션 L5	일본어 설명서
옵션 L6	포르투갈어 설명서
옵션 L7	중국어 간체 설명서
옵션 L8	중국어 번체 설명서
옵션 L9	한국어 설명서

⁶ 아날로그 채널 대역폭이 1GHz 인 모델에만 USB 고속 지원이 제공됩니다.

⁷ 55Mb/s 가 넘는 텔레콤 표준에서 마스크 테스트하는 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다. 고속(HS) USB 에서 마스크 테스트하는 경우 1GHz 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

옵션 L10	러시아어 설명서
옵션 L99	설명서 없음

언어 옵션을 선택하면 선택 언어로 번역된 전면 패널 오버레이를 제공 받으실 수 있습니다.

서비스 옵션

옵션 C3	교정 서비스(3년)
옵션 C5	교정 서비스(5년)
옵션 D1	교정 데이터 보고서
옵션 D3	교정 데이터 보고서(3년, 옵션 C3 포함)
옵션 D5	교정 데이터 보고서(5년, 옵션 C5 포함)
옵션 G3	컴플리트 케어 3년(대체품, 예약 교정 등 포함)
옵션 G5	컴플리트 케어 5년(대체품, 예약 교정 등 포함)
옵션 R5	수리 서비스 5년(보증 포함)
옵션 SILV900	5년으로 확장된 표준 보증

프로브 및 액세서리는 오실로스코프 보증 및 서비스 품목에 포함되지 않습니다. 고유한 보증 사항 및 교정 조건을 보려면 각 프로브와 액세서리 모델의 데이터 시트를 참조하십시오.

권장 액세서리

프로브

텍트론릭스에서는 사용자의 응용 요구 사항에 맞도록 서로 다른 100 개 이상의 프로브를 제공합니다. 제공되는 프로브의 전체 목록은 www.tektronix.com/probes 를 참조하십시오.

TPP0500/B	500MHz, 10X TekVPI® 패시브 전압 프로브, 3.9pF 입력 커패시턴스 포함
TPP0502	500MHz, 2X TekVPI® 패시브 전압 프로브, 12.7pF 입력 커패시턴스 포함
TPP0850	2.5kV, 800MHz, 50X TekVPI® 고전압 패시브 프로브
TPP1000	1GHz, 10X TekVPI® 패시브 전압 프로브, 3.9pF 입력 커패시턴스 포함
TAP1500	1.5GHz TekVPI® 액티브 싱글 엔드 전압 프로브
TAP2500	2.5GHz TekVPI® 액티브 싱글 엔드 전압 프로브
TAP3500	3.5GHz TekVPI® 액티브 싱글 엔드 전압 프로브
TCP0030	120MHz TekVPI® 30 암페어 AC/DC 전류 프로브
TCP0150	20MHz TekVPI® 150 암페어 AC/DC 전류 프로브
TDP0500	500MHz TekVPI® 차동 전압 프로브, ±42V 차동 입력 전압
TDP1000	1GHz TekVPI® 차동 전압 프로브, ±42V 차동 입력 전압
TDP1500	1.5GHz TekVPI® 차동 전압 프로브, ±8.5V 차동 입력 전압
TDP3500	3.5GHz TekVPI® 차동 전압 프로브, ±2V 차동 입력 전압
THDP0200	±1.5 kV, 200MHz TekVPI® 고전압 차동 프로브
THDP0100	±6 kV, 100MHz TekVPI® 고전압 차동 프로브
TMDP0200	±750V, 200MHz TekVPI® 고전압 차동 프로브
P5100A	2.5kV, 500MHz, 100X 고전압 패시브 프로브
P5200A	1.3kV, 50MHz 고전압 차동 프로브

액세서리

TPA-N-PRE	프리앰프, 12dB 공칭 게인, 9kHz~6GHz
119-4146-00	근거리 프로브 세트, 100kHz~1GHz
119-6609-00	유연한 단극 안테나
TPA-N-VPI	N-TekVPI 어댑터
077-0585-xx	서비스 설명서(영문만 제공)
TPA-BNC	TekVPI®-TekProbe™ BNC 어댑터
TEK-DPG	TekVPI 지연시간 보정 펄스 발생기 신호 소스
067-1686-xx	전력 측정 지연시간 보정 및 교정 고정기
SignalVu-PC-SVE	벡터 신호 분석 소프트웨어
TEK-USB-488	GPIB-USB 어댑터
ACD4000B	소프트 운송 케이스
HCTEK54	하드 운송 케이스(ACD4000B 필요)
RMD5000	랙마운트 키트

기타 RF 프로브

주문하려면 **Beehive Electronics** 에 문의: <http://beehive-electronics.com/probes.html>

101A	EMC 프로브 세트
150A	EMC 프로브 증폭기
110A	프로브 케이블
0309-0001	SMA 프로브 어댑터
0309-0006	BNC 프로브 어댑터



텍트로닉스는 SRI Quality System Registrar 의 감사를 거쳐 ISO 9001 및 ISO 14001 에 등록되었습니다.



제품은 IEEE 표준 488.1-1987, RS-232-C 및 텍트로닉스 표준 코드와 형식을 준수합니다.