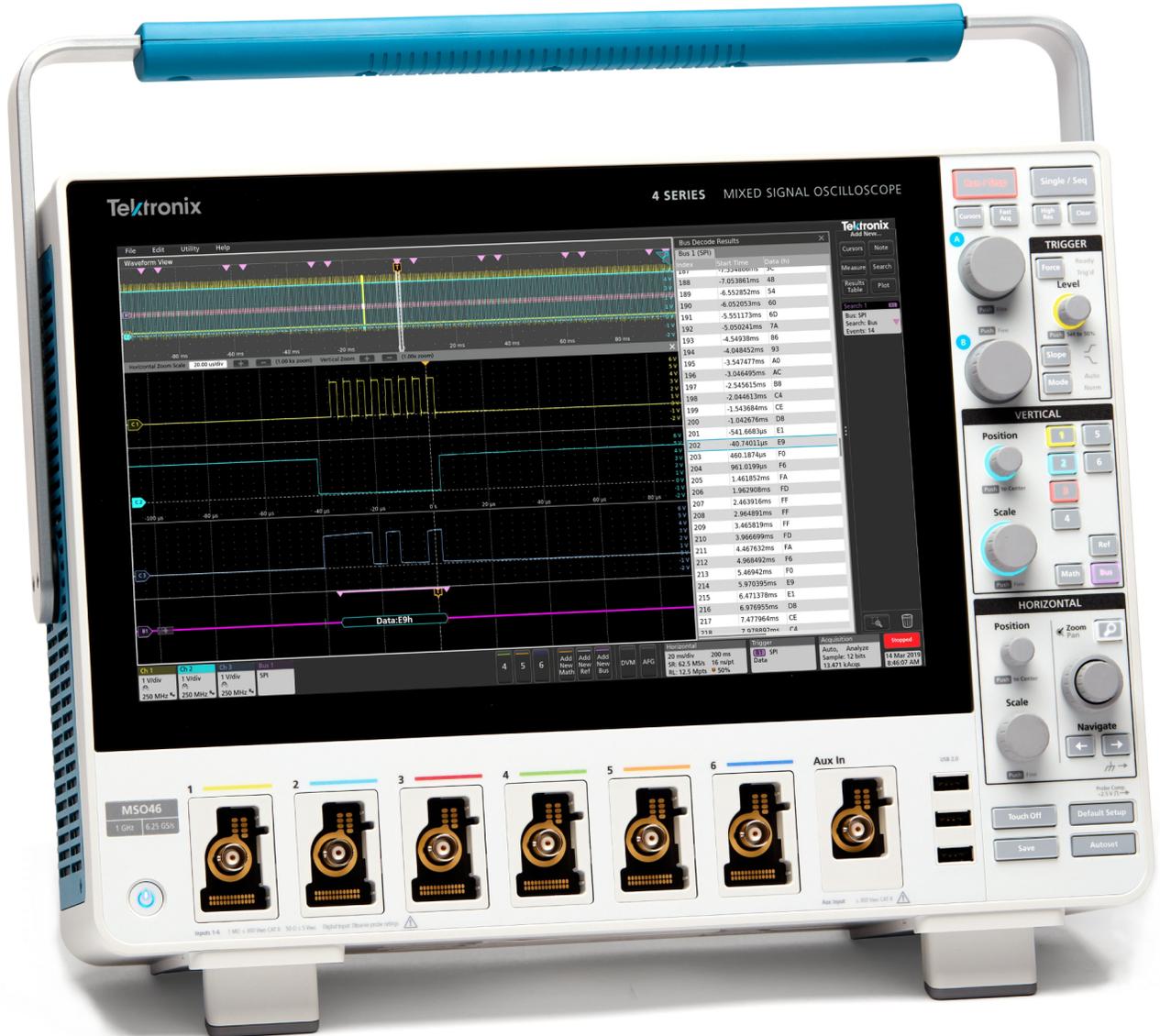


# 4 시리즈 MSO

## 혼합 신호 오실로스코프 데이터 시트

더 많은 디스플레이. 더 많은 신호. 더 유용한 오실로스코프



## Strength in numbers

### Input channels

- 4 or 6 FlexChannel<sup>®</sup> inputs
- Each FlexChannel provides:
  - One analog signal that can be displayed as a waveform view, a spectrum view<sup>1</sup>, or both simultaneously
  - Eight digital logic inputs with TLP058 logic probe

### Bandwidth (all analog channels)

- 200 MHz, 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz, 1.5 GHz (upgradable)

### Sample rate (all analog / digital channels)

- Real-time: 6.25 GS/s

### Record length (all analog / digital channels)

- 31.25 Mpoints standard (62.5 Mpoints optional upgrade)

### Waveform capture rate

- >500,000 waveforms/s

### Vertical resolution

- 12-bit ADC
- Up to 16-bits in High Res mode

### Standard trigger types

- Edge, Pulse Width, Runt, Timeout, Window, Logic, Setup & Hold, Rise/Fall Time, Parallel Bus, Sequence, Visual Trigger, Video (optional)
- Auxiliary Trigger  $\leq 300 V_{RMS}$  (Edge Trigger only)

### Standard analysis

- Cursors: Waveform, V Bars, H Bars, V&H Bars
- Measurements: 36
- FastFrame<sup>™</sup>: Segmented memory acquisition mode with maximum trigger rate >5,000,000 waveforms per second
- Plots: Time Trend, Histogram, Spectrum and Phase Noise
- Math: Basic waveform arithmetic, FFT, and advanced equation editor
- Search: Search on any trigger criteria

### Optional analysis

- Spectrum View
- Mask/Limit Testing
- Power Measurements and Analysis

### Optional serial bus trigger, decode and analysis

- I<sup>2</sup>C, SPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, PSI5, USB 2.0, Ethernet, Audio, MIL-STD-1553, ARINC 429, Spacewire, NRZ

### Arbitrary/Function Generator<sup>1</sup>

- 50 MHz waveform generation
- Waveform Types: Arbitrary, Sine, Square, Pulse, Ramp, Triangle, DC Level, Gaussian, Lorentz, Exponential Rise/Fall, Sin(x)/x, Random Noise, Haversine, Cardiac

### Digital voltmeter<sup>2</sup>

- 4-digit AC RMS, DC, and DC+AC RMS voltage measurements

### Trigger frequency counter<sup>2</sup>

- 8-digit

### Display

- 13.3-inch (338 mm) TFT color
- High Definition (1,920 x 1,080) resolution
- Capacitive (multi-touch) touchscreen

### Connectivity

- USB 2.0 Host, USB 2.0 Device (5 ports); LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet); HDMI<sup>3</sup>

### e\*Scope<sup>®</sup>

- Remotely view and control the oscilloscope over a network connection through a standard web browser

### Warranty

- 3 years standard

### Dimensions

- 9.8 in (249 mm) H x 17.7 in (450 mm) W x 6.1 in (155 mm) D
- Weight: <16.8 lbs. (7.6 kg)

With a remarkably innovative pinch-swipe-zoom touchscreen user interface, a high-definition display, and 4 or 6 FlexChannel<sup>®</sup> inputs that let you measure one analog or eight digital signals per channel, the 4 Series MSO is ready for today's toughest challenges, and tomorrow's too. It sets a new standard for performance, analysis, and overall user experience.

<sup>1</sup> Optional and upgradable.

<sup>2</sup> Free with product registration.

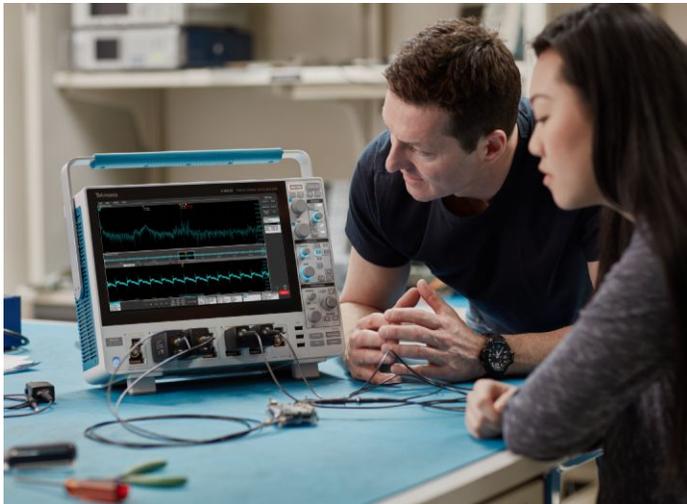
<sup>3</sup> Requires connection to high definition display (1,920 x 1,080 resolution).

**채널이 부족하면 확인 속도가 느려지고 프로세스를 다시 디버그 하지 마십시오.**

4 시리즈 MSO는 13.3 인치 고해상도 (1,920 x 1,080) 디스플레이를 갖춘 4 개 및 6 개의 채널 모델을 제공하여 복잡한 시스템에 대한 더 나은 가시성을 제공합니다. 임베디드 시스템, 3 상 전력 전자 장치, 자동차 전자 장치, 전원 공급 장치 설계 및 DC-DC 전력 변환기와 같은 많은 응용 분야에서는 장치 성능을 검증 및 특성화하고 도전을 디버그하기 위해 4 개 이상의 아날로그 신호를 관찰해야 합니다.

대부분의 엔지니어는 특히 어려운 문제를 디버깅하고 더 큰 시스템 가시성과 컨텍스트를 원했던 상황을 기억할 수 있지만 사용하는 범위는 2 개 또는 4 개의 아날로그 채널로 제한되었습니다. 두 번째 스크로프를 사용하려면 트리거 포인트를 정렬하고 두 디스플레이에서 타이밍 관계를 결정하는 데 어려움이 있으며 문서 문제가 발생합니다.

6 채널 스크로프가 4 채널 스크로프 보다 50% 더 비싸다고 가정할 수 있지만 6 채널 모델이 4 채널 모델보다 ~ 20 % 더 높다는 사실에 놀랄 것입니다. 추가 아날로그 채널은 현재 및 미래의 프로젝트를 일정대로 유지할 수 있도록 하여 비용을 스스로 지불할 수 있습니다.



전원 모드 중 하나의 리플 전압을 표시하는 스위치 모드 전원 공급 장치의 전압 측정.

**FlexChannel<sup>®</sup> 기술로 유연성과 폭 넓은 시스템 가시성**

4 시리즈 MSO는 MSO (혼합 신호 오실로스코프)를 재정의합니다. FlexChannel 기술을 사용하면 각 채널 입력을 단일 아날로그 채널, 8 개의 디지털 로직 입력 (TLP058 로직 프로브 사용) 또는 각 도메인에 대한 독립적인 획득 제어 기능이 있는 동시 아날로그 및 스펙트럼 보기 4로 사용할 수 있습니다. 이것이 제공하는 유연성과 구성 가능성을 상상해보십시오.

6 개의 FlexChannel 모델을 사용하면 6 개의 아날로그 및 제로 디지털 신호를 보도록 계측기를 구성할 수 있습니다. 또는 5 개의 아날로그와 8 개의 디지털. 또는 4 개의 아날로그 및 16 개의 디지털, 3 개의 아날로그 및 24 개의 디지털 등. TLP058 로직 프로브를 추가하거나 제거하여 언제든지 구성을 변경할 수 있으므로 항상 올바른 수의 디지털 채널을 확보할 수 있습니다.



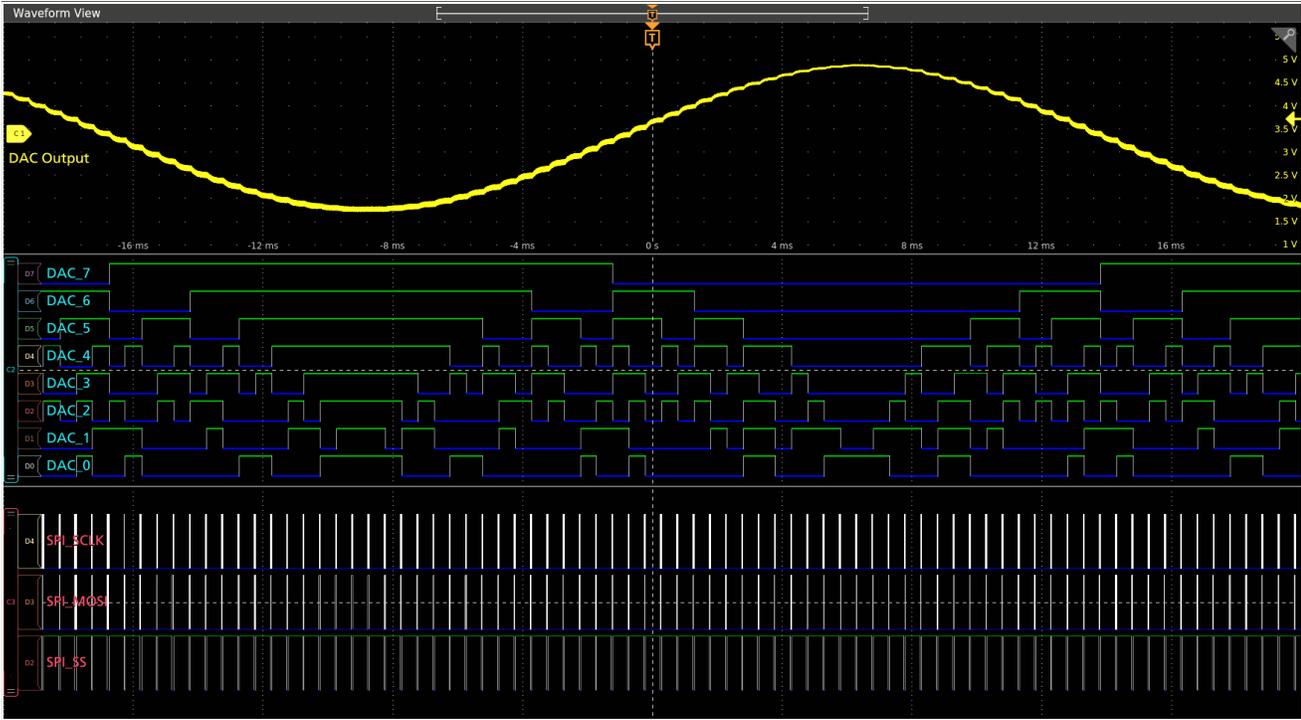
FlexChannel 기술은 최고의 유연성을 제공합니다. 각 입력은 연결 한 프로브 유형에 따라 단일 아날로그 또는 8 개의 디지털 채널로 구성할 수 있습니다.

이전 세대 MSO는 아날로그 채널보다 샘플링 속도가 낮거나 레코드 길이가 짧은 디지털 채널과의 교환이 필요했습니다. 4 시리즈 MSO는 새로운 차원의 디지털 채널 통합을 제공합니다. 디지털 채널은 아날로그 채널에 대해 동일한 높은 샘플링 속도 (최대 6.25GS/s)와 긴 레코드 길이 (최대 62.5) 포인트를 공유합니다.

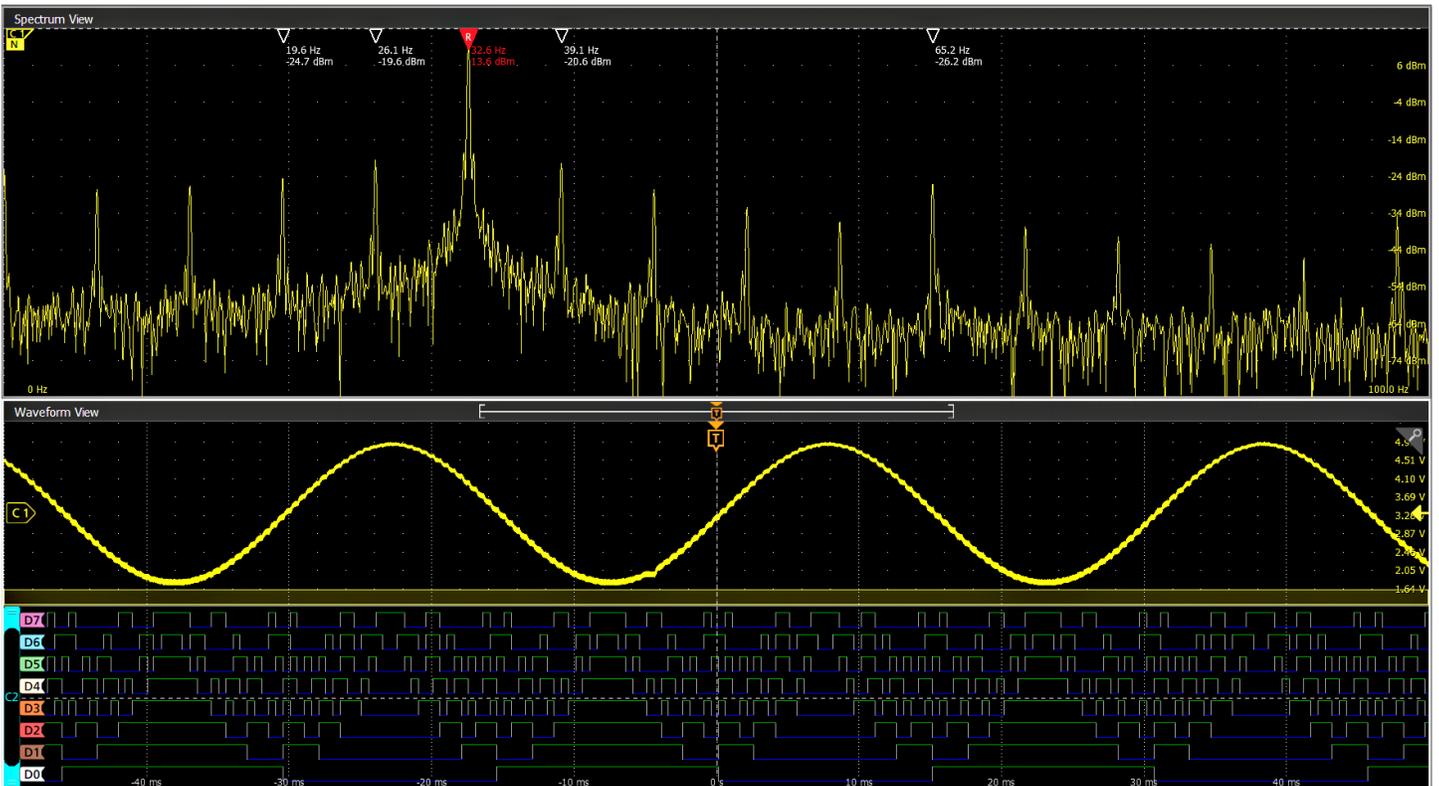


TLP058은 8 개의 고성능 디지털 입력을 제공합니다. 최대 48 개의 디지털 채널을 활성화하여 원하는 만큼 TLP058 프로브를 연결하십시오.

4 Optional.



채널 2에는 TAC058 로직 프로브가 DAC의 8 개 입력에 연결되어 있습니다. 녹색과 파란색 코딩은 1은 녹색이고 0은 파란색입니다. 채널 3의 또 다른 TLP058 로직 프로브는 DAC를 구동하는 SPI 버스를 프로빙하고 있습니다. 흰색 가장자리는 다음 획득시 확대 또는 빠른 스위프 속도로 이동하여 더 높은 주파수 정보를 사용할 수 있음을 나타냅니다.

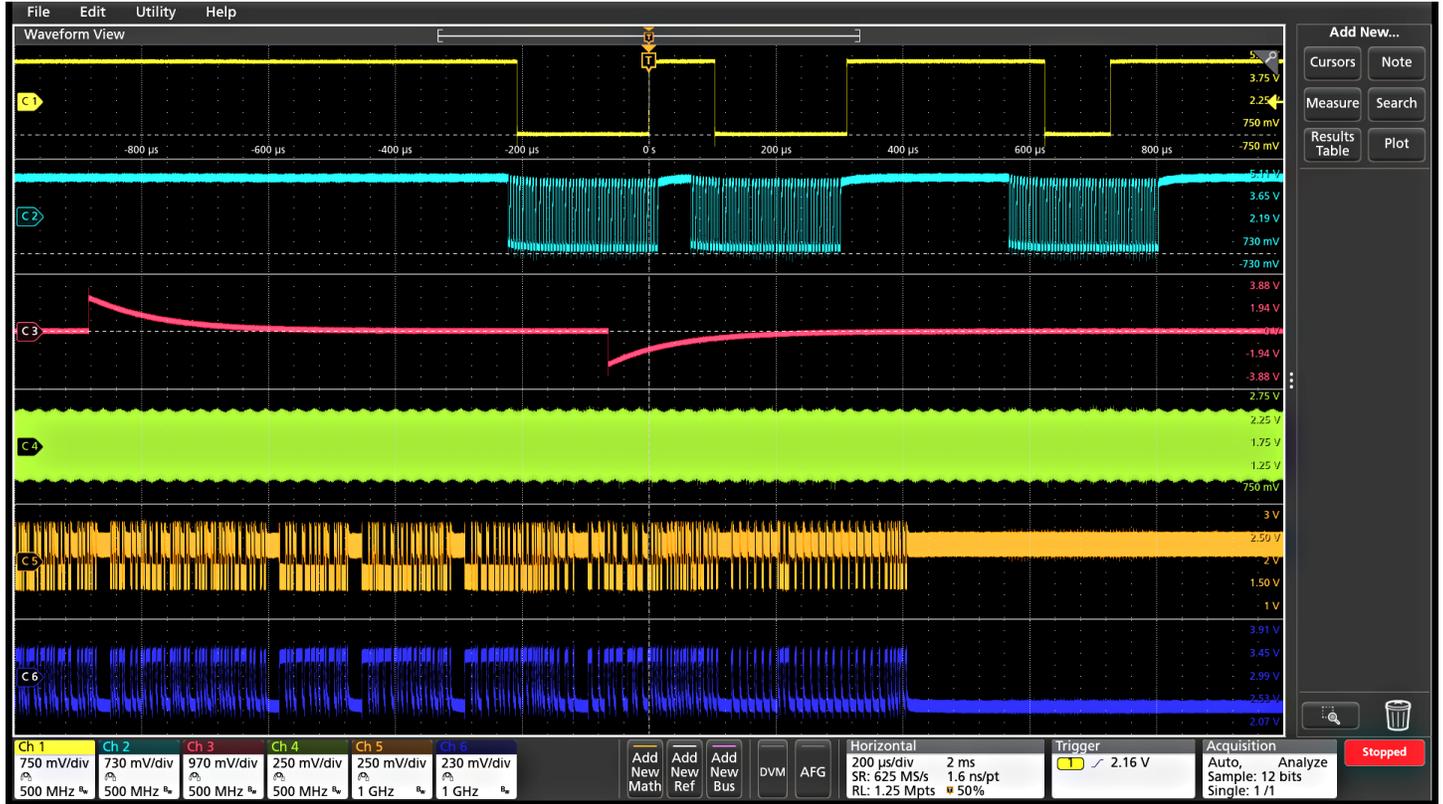


FlexChannel 입력은 아날로그 및 디지털 외에도 스펙트럼보기를 포함합니다. 이 Tektronix 특허 기술을 사용하면 각 도메인에서 독립적인 제어를 통해 모든 아날로그 신호의 아날로그 및 스펙트럼보기를 동시에 볼 수 있습니다.

## 전례없는 신호 시청 가능

4 시리즈 MSO의 놀라운 13.3 인치 (338mm) 디스플레이는 동급 최대 디스플레이입니다. 또한 풀 HD 해상도 (1,920 x 1,080)를 갖춘 최고 해상도 디스플레이로 중요한 판독 및 분석을 위한 충분한 공간으로 한 번에 많은 신호를 볼 수 있습니다.

보기 영역은 최대 수직 공간을 파형에 사용할 수 있도록 최적화되어 있습니다. 오른쪽의 결과 막대를 숨겨서 파형보기가 디스플레이의 전체 너비를 사용할 수 있도록 합니다.



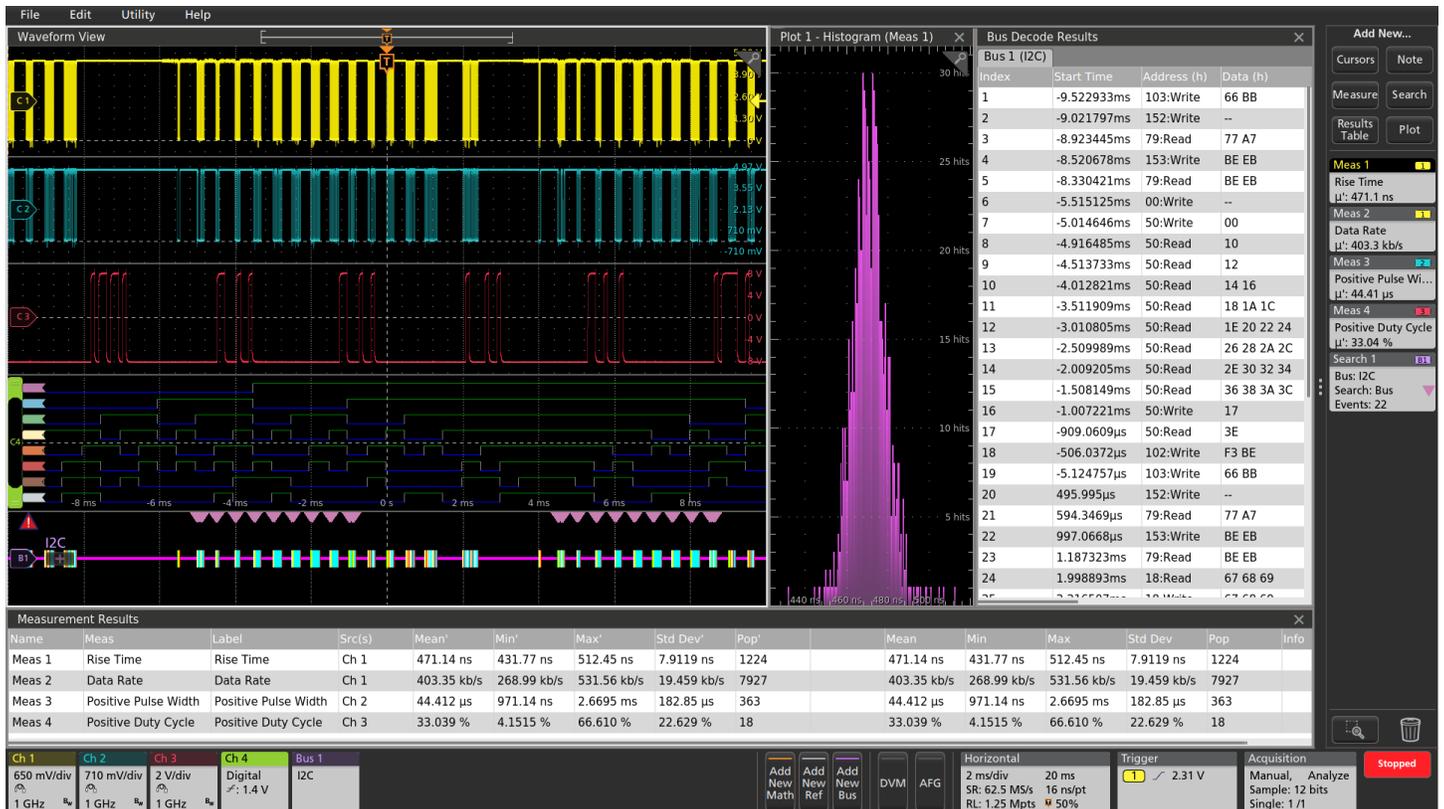
스택 형 디스플레이 모드를 사용하면 모든 파형을 쉽게 볼 수 있으며 가장 정확한 측정을 위해 각 입력에서 최대 ADC 해상도를 유지할 수 있습니다.

4 시리즈 MSO는 혁신적인 새 스택 디스플레이 모드를 제공합니다. 역사적으로 스코프는 모든 계수를 동일한 계수 선으로 중첩하여 어려운 트레이드 오프를 유발합니다.

- 각 파형을 표시하려면 겹치지 않도록 각 파형을 수직으로 스케일링하고 배치하십시오. 각 파형은 사용 가능한 ADC 범위의 작은 비율을 사용하므로 측정 정확도가 떨어집니다.
- 측정 정확도를 높이려면 각 파형을 수직으로 스케일링하고 배치하여 전체 디스플레이를 커버하십시오. 파형이 서로 겹치므로 개별 파형의 신호 세부 사항을 구별하기가 어렵습니다.

새로운 스택 형 디스플레이는 이러한 트레이드 오프를 제거합니다. 파형이 생성 및 제거될 때 추가 수평 파형 '슬라이스'(추가 계수 선)를 자동으로 추가 및 제거합니다. 각 슬라이스는 파형의 전체 ADC 범위를 나타냅니다. 전체 ADC 범위를 계속 사용하면서 모든 파형이 시각적으로 분리되어 있어 가시성과 정확도를 극대화할 수 있습니다. 그리고 파형이 추가되거나 제거되면 자동으로 완료됩니다. 디스플레이 하단의 설정 막대에서 채널 및 파형 배치를 끌어서 놓아 스택 디스플레이 모드에서 채널을 쉽게 재정렬할 수 있습니다. 채널 그룹은 신호의 시각적 비교를 단순화하기 위해 슬라이스 내에 겹쳐질 수도 있습니다.

4 시리즈 MSO의 대형 디스플레이는 신호뿐 만 아니라 플롯, 측정 결과 테이블, 버스 디코드 테이블 등을 위한 충분한 보기 영역을 제공합니다. 응용 프로그램에 맞게 다양한 보기를 쉽게 크기를 조정하고 재배치할 수 있습니다.



3 개의 아날로그 채널, 8 개의 디지털 채널, 디코딩 된 직렬 버스 파형, 디코딩 된 직렬 패킷 결과 테이블, 4 개의 측정, 측정 히스토그램, 통계가 있는 측정 결과 테이블 및 직렬 버스 이벤트 검색-동시에!

### 매우 사용하기 쉬운 사용자 인터페이스를 통해 현재 작업에 집중할 수 있습니다

#### 셋팅 막대-주요 매개 변수 및 파형 관리

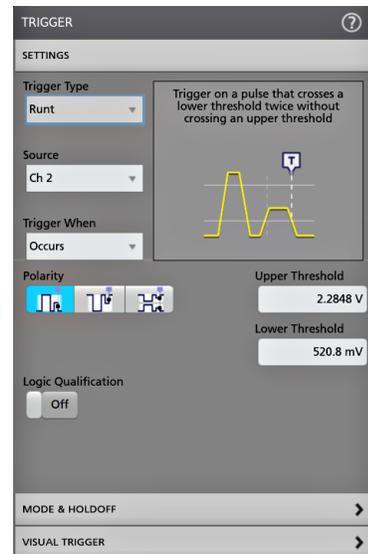
파형 및 스코프 작동 매개 변수는 디스플레이 하단을 따라 실행되는 설정 막대에 일련의 "배지"로 표시됩니다. 설정 막대는 가장 일반적인 파형 관리 작업에 대한 즉각적인 액세스를 제공합니다. 한 번의 탭으로 다음을 수행할 수 있습니다.

- 채널 켜기
- 연산 파형 추가
- 레퍼런스 파형 추가
- 버스 파형 추가
- 옵션 통합 AFG (임의 임의 / 함수 발생기) 사용
- 옵션 통합 디지털 전압계 (DVM) 사용

#### 결과 막대-분석 및 측정

디스플레이 오른쪽의 결과 막대에는 커서, 측정, 검색, 측정 및 버스 디코드 결과 테이블, 플롯 및 메모와 같은 가장 일반적인 분석 도구에 대한 즉각적인 원 탭 액세스가 포함됩니다.

DVM, 측정 및 검색 결과 배지는 파형보기 영역을 희생하지 않고 결과 막대에 표시됩니다. 추가 파형보기 영역의 경우 결과 막대를 닫고 언제든지 다시 가져올 수 있습니다.



구성 메뉴는 디스플레이에서 관심 있는 항목을 간단히 두 번 누르면 액세스할 수 있습니다. 이 경우 트리거 배지를 두 번 누르면 트리거 구성 메뉴가 열립니다.

## 터치 인터랙션

스코프에는 몇 년 동안 터치 스크린이 포함되었지만 터치 인터페이스는 나중에 고려되었습니다. 4 시리즈 MSO의 디스플레이에는 정전 식 터치 스크린이 포함되어 있으며 터치를 위해 설계된 업계 최초의 오실로스코프 사용자 인터페이스를 제공합니다.

전화 및 태블릿에서 사용하고 터치 지원 장치에서 예상되는 터치 상호 작용은 4 시리즈 MSO에서 지원됩니다.

- 파형을 왼쪽 / 오른쪽 또는 위 / 아래로 드래그하여 가로 및 세로 위치를 조정하거나 확대보기를 이동
- 가로 또는 세로 방향으로 배율을 변경하거나 확대 / 축소하기 위해 핀치 및 확장
- 휴지통으로 항목을 드래그하거나 화면 가장자리에서 항목을 드래그하여 삭제
- 오른쪽에서 스와이프(Swipe)하여 결과 막대를 표시하거나 위에서 아래로 표시하여 디스플레이의 왼쪽 상단 모서리에 있는 메뉴에 액세스

부드럽고 반응이 빠른 전면 패널 컨트롤을 사용하면 익숙한 노브와 버튼으로 조정할 수 있으며 마우스 또는 키보드를 세 번째 상호 작용 방법으로 추가할 수 있습니다.



휴대 전화 및 태블릿에서와 동일한 방식으로 정전식 터치 디스플레이와 상호 작용하십시오.

## 가변 글꼴 크기

역사적으로 오실로스코프 사용자 인터페이스는 고정 글꼴 크기로 설계되어 파형 및 판독 값 보기를 최적화했습니다. 모든 사용자가 동일한 보기 기본 설정을 가지고 있지만 그렇지 않은 경우에는 이 구현이 적합합니다. 사용자는 화면을 응시하는 데 많은 시간을 소비하며 Tektronix는 이를 인식합니다. 4 시리즈 MSO는 다양한 글꼴 크기에 대한 사용자 기본 설정을 제공합니다. 12 포인트 또는 최대 20 포인트로 스케일링. 글꼴 크기를 조정하면 사용자 인터페이스가 동적으로 조정되므로 응용 프로그램에 가장 적합한 크기를 쉽게 선택할 수 있습니다.



글꼴 크기가 변경 될 때 사용자 인터페이스가 어떻게 확장되는지 보여주는 비교.



효율적이고 직관적인 전면 패널은 중요한 고화질 컨트롤을 위한 공간을 남겨 두고 중요한 컨트롤을 제공합니다.

### 전면 패널 컨트롤의 세부 사항에 대한 주의

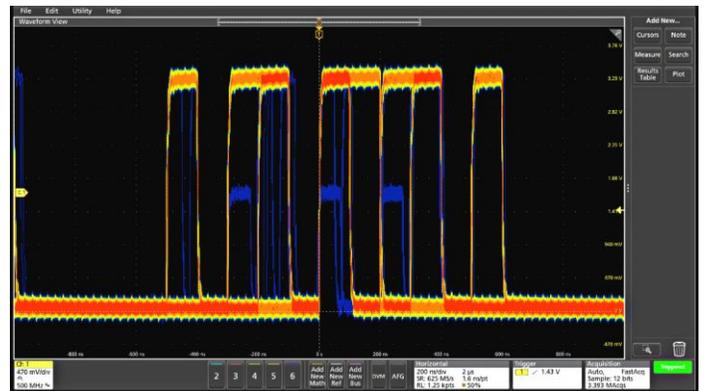
전통적으로 스크오프의 전면은 대략 50% 디스플레이와 50% 컨트롤이었습니다. 4 시리즈 MSO 디스플레이는 기기 표면의 약 75%를 채웁니다. 이를 위해 간결한 조작을 위해 중요한 컨트롤을 유지하는 간결한 전면 패널이 있지만 디스플레이의 객체를 통해 직접 액세스하는 기능의 메뉴 버튼 수가 줄어 듭니다.

색상으로 구분된 LED 표시 등 링은 트리거 소스 및 수직 스케일/위치 노브 할당을 나타냅니다. 큰 전용 Run/Stop 및 Single Sequence 버튼이 오른쪽 상단에 눈에 띄게 배치되며 Force Trigger, Trigger Slope, Trigger Mode, Default Setup, Autoset 및 Quick-save 기능과 같은 기타 기능은 모두 전용 전면 패널 버튼을 사용하여 사용할 수 있습니다.

### 성능 차이를 경험하십시오

#### FastAcq™ 고속 파형 캡처를 사용한 디지털 포스퍼 기술

디자인 문제를 디버깅하려면 먼저 문제가 존재하는지 알아야 합니다. FastAcq의 디지털 형광체 기술은 장치의 실제 작동에 대한 빠른 통찰력을 제공합니다. 빠른 파형 캡처 속도 (초당 50 만 파형 이상)는 런트 펄스, 글리치, 타이밍 문제 등 디지털 시스템에서 흔히 발생하는 드문 문제를 볼 가능성이 높습니다. 드물게 발생하는 이벤트의 가시성을 더욱 향상시키기 위해 강도 등급은 정상적인 신호 특성에 비해 드문 과도 현상이 얼마나 자주 발생하는지 나타냅니다.

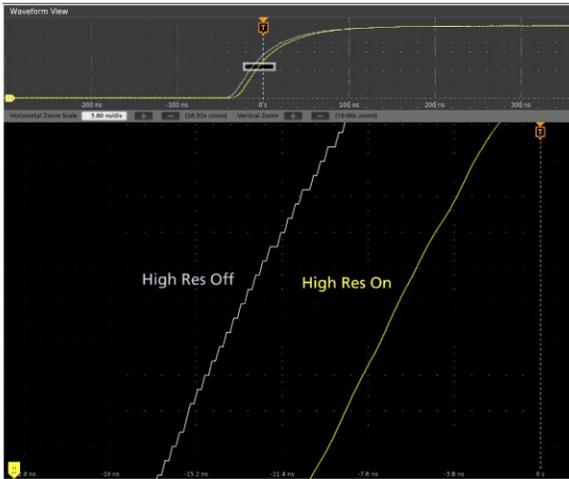


FastAcq의 높은 파형 캡처 속도를 통해 디지털 디자인에서 흔히 발생하는 드문 문제를 발견할 수 있습니다.

#### 업계 최고의 수직 해상도

4 시리즈 MSO는 작은 신호 세부 사항을 보면서 높은 진폭의 신호를 캡처해야 할 때 원하지 않는 노이즈의 영향을 최소화하면서 관심 신호를 캡처하는 성능을 제공합니다. 4 시리즈 MSO의 핵심에는 전통적인 8 비트 ADC의 16 배 수직 해상도를 제공하는 12 비트 아날로그-디지털 변환기 (ADC)가 있습니다.

새로운 고해상도 모드는 선택한 샘플 속도에 따라 하드웨어 기반의 고유한 FIR (Finite Impulse Response) 필터를 적용합니다. FIR 필터는 해당 샘플 속도에 대해 가능한 최대 대역폭을 유지하면서 오실로스코프 앰프와 ADC에서 앨리어싱을 방지하고 선택한 샘플 속도에 대해 사용 가능한 대역폭 이상으로 노이즈를 제거합니다. 고해상도 모드는 항상 최소 12 비트의 수직 해상도를 제공하며 125MS/s 미만의 샘플 속도에서 16 비트의 수직 해상도까지 확장됩니다.



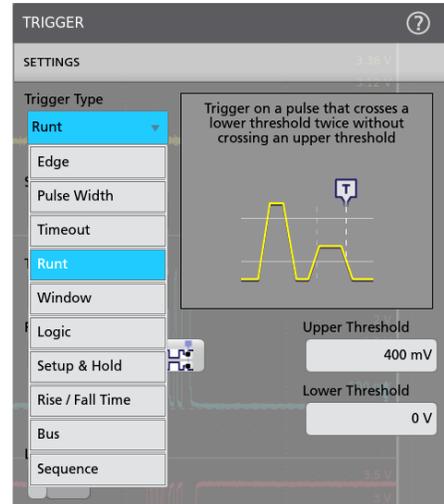
새로운 고해상도 모드와 함께 4 시리즈 MSO의 12 비트 ADC는 업계 최고의 수직 해상도를 가능하게 합니다.

### 트리거링

장치 결함 발견은 첫 번째 단계 일뿐입니다. 다음으로, 근본 원인을 식별하기 위해 관심 있는 이벤트를 캡처해야 합니다. 4 시리즈 MSO는 다음을 포함한 완전한 고급 트리거 세트를 제공합니다.

- Runt
- 로직
- 펄스 길이
- 윈도우
- 타임아웃
- 상승/하강 시간
- 셋업 앤 홀드
- 시리얼 패킷
- 병렬 데이터
- 순서
- 비디오
- 비주얼 트리거

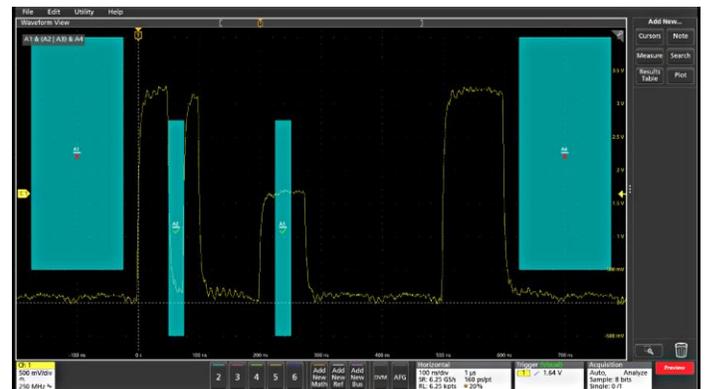
최대 62.5M 포인트 레코드 길이를 사용하면 단일 획득으로 수천 개의 직렬 패킷을 포함하여 많은 관심 이벤트를 캡처할 수 있어 미세한 신호 세부 사항을 확대하고 안정적인 측정을 기록할 수 있는 고해상도를 제공합니다.



트리거 메뉴의 다양한 트리거 유형 및 상황에 맞는 도움말을 통해 관심 있는 이벤트를 더욱 쉽게 분리할 수 있습니다.

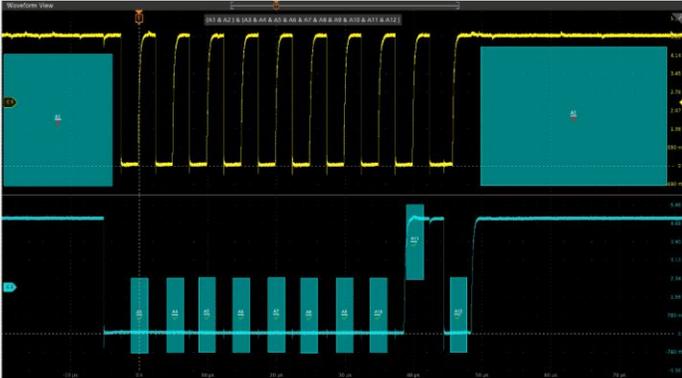
**시각적 트리거-관심 신호를 신속하게 찾기** - 복잡한 버스의 올바른 주기를 찾으려면 관심 이벤트에 대해 수천 건의 수집을 수집하고 정렬하는 데 몇 시간이 걸릴 수 있습니다. 원하는 이벤트를 격리하는 트리거를 정의하면 디버그 및 분석 속도가 빨라집니다.

Visual Trigger는 모든 파형 획득을 스캔하고 이를 화면 영역(기하학적 모양)과 비교하여 계측기의 트리거링 기능을 확장합니다. 마우스 또는 터치 스크린을 사용하여 무제한의 영역을 생성할 수 있으며 다양한 모양(삼각형, 직사각형, 육각형 또는 사다리꼴)을 사용하여 원하는 트리거 동작을 지정할 수 있습니다. 셰이프가 생성되면 대화형으로 편집하여 사용자 지정 셰이프 및 이상적인 트리거 조건을 만들 수 있습니다. 여러 영역이 정의되면 부울 논리 방정식을 사용하여 화면 편집 기능을 사용하여 복잡한 트리거 조건을 설정할 수 있습니다.



시각적 트리거 영역은 관심 있는 이벤트를 분리하여보고자하는 이벤트만 캡처하여 시간을 절약합니다.

가장 중요한 신호 이벤트에서만 트리거 함으로써 Visual Trigger는 수집을 통해 캡처 및 수동 검색 시간을 절약 할 수 있습니다. 몇 초 또는 몇 분 안에 중요한 이벤트를 찾고 디버그 및 분석 작업을 완료 할 수 있습니다. Visual Trigger는 여러 채널에서 작동하여 복잡한 시스템 문제 해결 및 디버그 작업으로 유용성을 확장합니다.



다중 채널 트리거링. 시각적 트리거 영역은 채널 1의 특정 버스트 폭 트리거 및 채널 2의 지정된 비트 패턴과 같은 여러 채널에 걸친 이벤트와 연관 될 수 있습니다.

### 정확한 고속 프로빙

TPP 시리즈 패시브 전압 프로브는 능동 프로브의 성능을 제공하면서 범용 프로브 (높은 동적 범위, 유연한 연결 옵션 및 강력한 기계 설계)의 모든 이점을 제공합니다. 최대 1GHz의 아날로그 대역폭을 사용하면 신호에서 고주파수 성분을 볼 수 있으며 3.9pF의 용량 성 부하가 매우 낮아 회로에 미치는 악영향을 최소화하고 더 긴 접지 리드를 더 용서할 수 있습니다.

저전압 측정을 위해 선택 사양인 저 감쇠 (2X) 버전의 TPP 프로브를 사용할 수 있습니다. 다른 저 감쇠 수동 프로브와 달리 TPP0502는 높은 대역폭 (500MHz)과 낮은 용량 성 부하 (12.7pF)를 갖습니다.



4 시리즈 MSO에는 4 개 또는 6 개의 채널 모델 (200MHz 모델의 경우 TPP0250, 350MHz의 경우 TPP0500B, 500MHz, 1GHz 및 1.5GHz 모델)을 위한 4 개의 프로브가 표준으로 제공됩니다.

### TekVPI 프로브 인터페이스

TekVPI<sup>®</sup> 프로브 인터페이스는 프로빙에 사용하기 쉬운 표준을 설정합니다. 인터페이스가 제공하는 안전하고 안정적인 연결 이외에도 많은 TekVPI 프로브에는 상태 표시기 및 제어 기능뿐만 아니라 구성 상자 자체에 있는 프로브 메뉴 버튼이 있습니다. 이 버튼은 오실로스코프 디스플레이에 프로브에 대한 모든 관련 설정 및 컨트롤과 함께 프로브 메뉴를 표시합니다. TekVPI 인터페이스를 사용하면 별도의 전원 공급 장치 없이 전류 프로브를 직접 연결할 수 있습니다. USB 또는 LAN을 통해 원격으로 TekVPI 프로브를 제어 할 수 있어 ATE 환경에서보다 다양한 솔루션을 사용할 수 있습니다. 4 시리즈 MSO는 전면 패널 커넥터에 최대 80W의 전원을 공급하므로 추가 프로브 전원 공급 없이도 연결된 모든 TekVPI 프로브에 전원을 공급할 수 있습니다.

### IsoVu™ 절연 측정 시스템

인버터 설계, 전원 공급 장치 최적화, 통신 링크 테스트, 전류 분로 저항 측정, EMI 또는 ESD 문제 디버깅 또는 테스트 설정에서 접지 루프 제거 등 엔지니어가 공통 모드 간섭으로 인해 설계, 디버그, 평가 지 금까지 "블라인드"를 최적화하십시오.

텍트로닉스의 혁신적인 IsoVu 기술은 완벽한 갈바닉 절연을 위해 광 통신 및 화이버를 사용합니다. TekVPI 인터페이스가 장착 된 4 시리즈 MSO와 함께 사용하면 다음을 사용하여 큰 공통 모드 전압이 있을 때 고 대역폭, 차동 신호를 정확하게 해석 할 수 있는 최초이자 유일한 측정 시스템입니다.

- 완전한 갈바닉 절연
- 최대 1 GHz 대역폭
- 100 MHz에서 100 만 ~ 1 (120 dB) 공통 모드 거부 전체 대역폭에서
- 100 ~ 10,000 (1dB)의 공통 모드
- 최대 2,500 V 차동 다이내믹 레인지
- 60 kV 공통 모드 전압 범위



Tektronix TIVM 시리즈 IsoVu™ 측정 시스템은 전체 공통 모드 전압이 존재하는 경우 최대 2,500Vpk의 고 대역폭 차동 신호를 정확하게 해결하기 위해 갈바닉 절연 측정 솔루션을 제공하며, 전체 대역폭에서 동급 최강의 공통 모드 제거 성능을 제공합니다.

## 빠른 통찰력을 위한 종합적인 분석

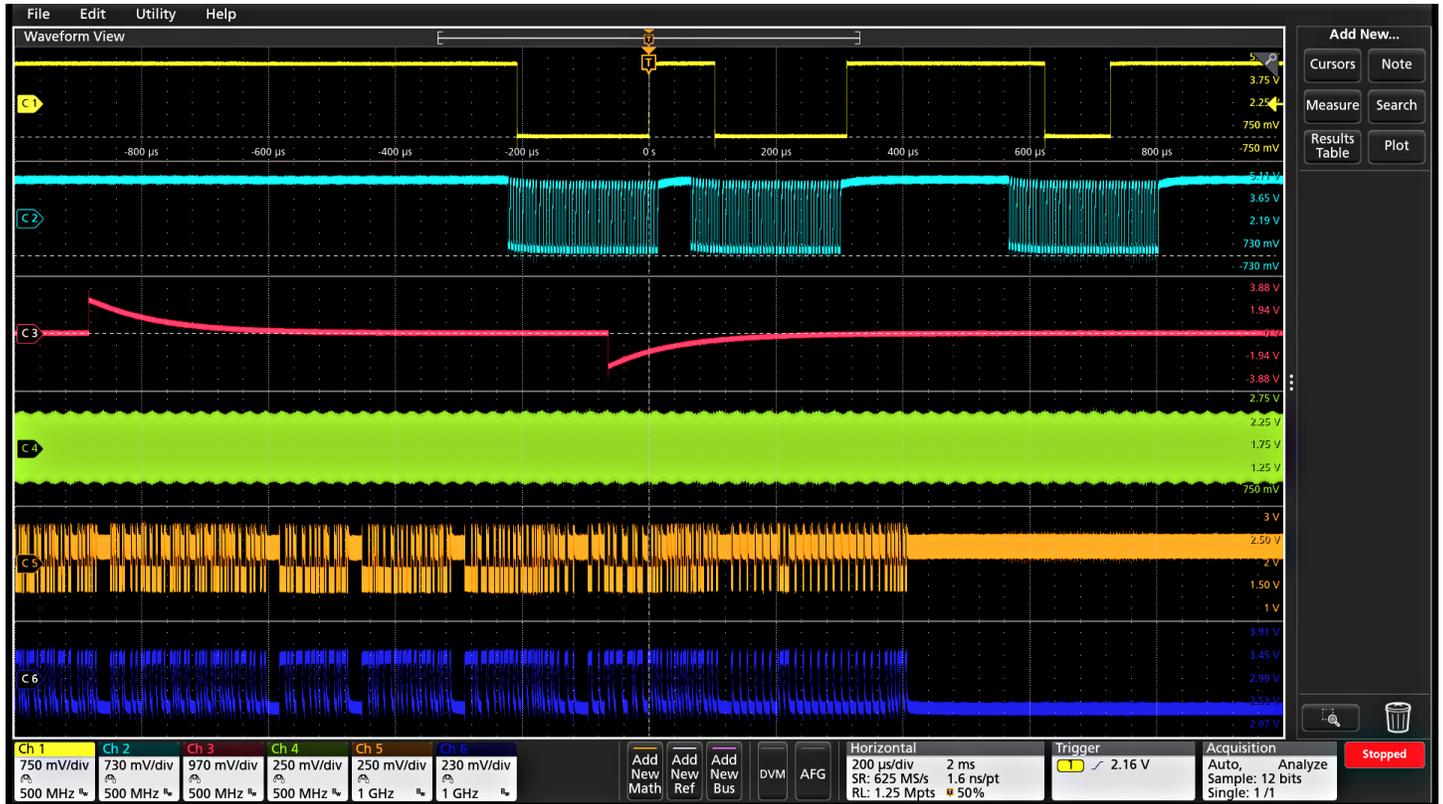
### 기본 파형 분석

프로토 타입의 성능이 시뮬레이션과 일치하고 프로젝트의 설계 목표를 충족하는지 확인하려면 간단한 상승 시간 및 펄스 폭 검사에서 정교한 전력 손실 분석, 시스템 클럭 특성화 및 노이즈 소스 조사에 이르기까지 신중한 분석이 필요합니다.

4 시리즈 MSO는 다음을 포함한 포괄적인 표준 분석 도구 세트를 제공합니다.

- 파형 및 화면 기반 커서
- 36 개의 자동 측정. 측정 결과에는 레코드의 모든 인스턴스, 한 항목에서 다음 항목으로 이동하는 기능 및 레코드에서 찾은 최소 또는 최대 결과를 즉시 볼 수 있는 기능이 포함됩니다-
- 기본 파형 연산
- 기본 FFT 분석
- 필터 및 변수를 사용한 임의의 방정식 편집을 포함한 고급 파형 연산
- FastFrame™ 세그먼트 메모리를 사용하면 여러 트리거 이벤트를 단일 레코드로 캡처하는 동시에 관심 있는 이벤트 간의 시간 간격을 크게 줄일 수 있어 오실로스코프의 획득 메모리를 효율적으로 사용할 수 있습니다. 세그먼트를 개별적으로 또는 오버레이로 보고 측정합니다.

측정 결과 표는 현재 수집 및 모든 수집에 대한 통계와 함께 측정 결과의 종합적인 통계보기를 제공합니다.



여러 채널을 사용하여 여러 클럭 및 데이터 라인을 시각화합니다.

## Callouts



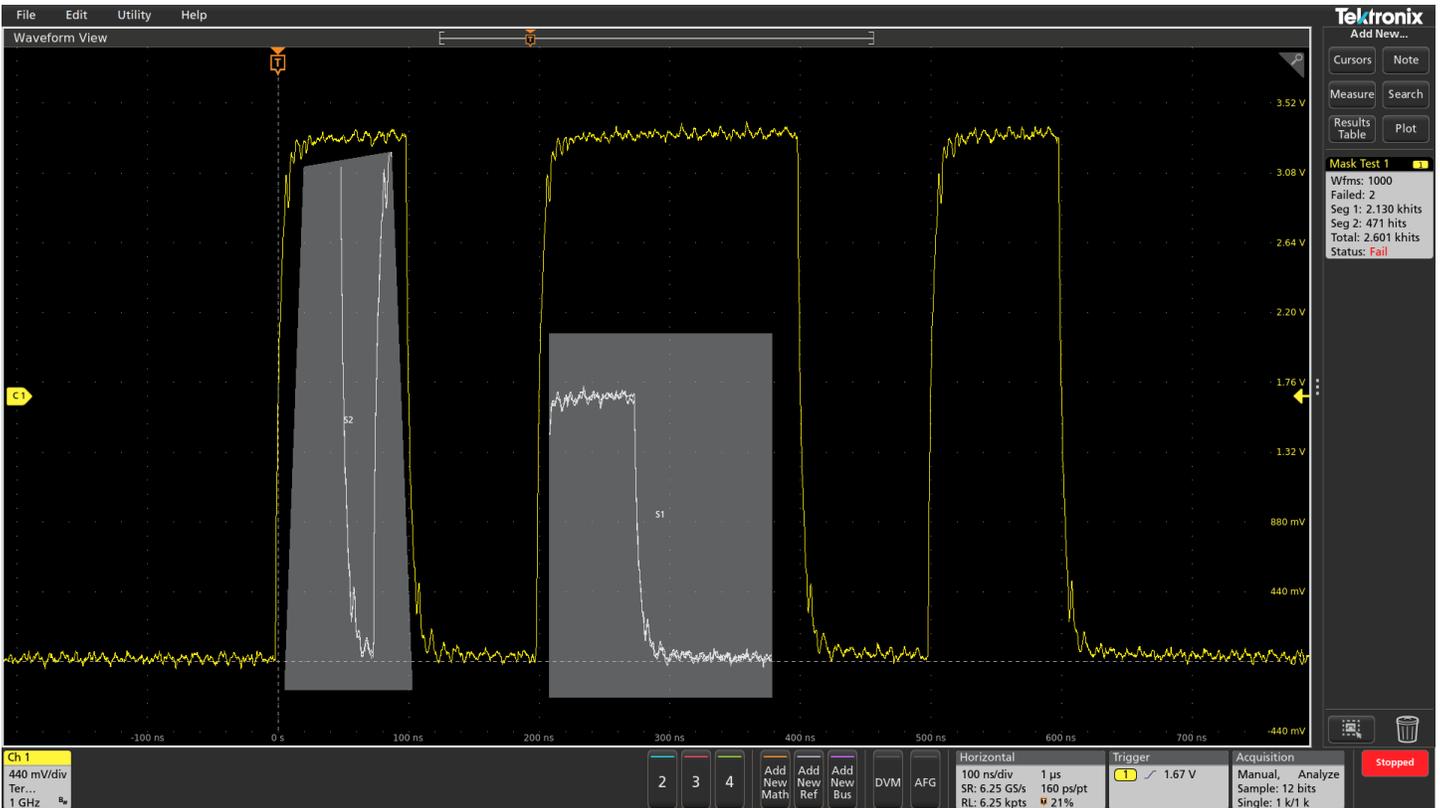
이 테스트 설정의 세부 사항과 해당 결과를 자세히 설명하는 사용하기 쉬운 설명 선 (참고, 화살표, 사각형, 책갈피)

- 1 노트 화면에 텍스트 상자 작성 및 배치
- 2 화살표 텍스트 상자를 작성하고 배치 한 다음 화면의 특정 위치에 화살표를 추가하십시오.
- 3 직사각형 화면에 텍스트를 쓰고 크기를 조정할 수 있는 상자로 표시된 특정 영역의 개요
- 4 bookmark 트리거 포인트를 기준으로 지정된 시간에 동적 판독 값을 생성합니다. 이 판독 값에는 텍스트, 시그마 크기, 신호 단위 및 책갈피 참조 점을 나타내는 선 및 대상이 포함됩니다.

팀 전체에서 데이터를 공유하거나 나중에 측정을 다시 작성하거나 고객 보고서를 전달할 때 테스트 결과 및 방법을 문서화하는 것이 중요합니다. 화면을 몇 번 탭 하면 필요한 만큼 사용자 정의 콜아웃을 만들 수 있습니다. 테스트 결과의 특정 세부 사항을 문서화 할 수 있습니다. 각 설명 선에서 텍스트, 위치, 색상, 글꼴 크기 및 글꼴을 사용자 정의할 수 있습니다.



## Mask and limit testing (optional)



파형의 신호 글리치 및 런트 펄스의 존재를 캡처 하는 맞춤형 다중 세그먼트 마스크.

신호 무결성에 집중하든 생산을 위한 통과 / 실패 조건을 설정하든 마스크 테스트는 시스템에서 특정 신호의 동작을 특성화하는 효율적인 도구입니다. 화면에 마스크 선분을 그려서 사용자 정의 마스크를 빠르게 만듭니다. 특정 요구 사항에 맞게 테스트를 조정하고 마스크 적용이 등록되거나 전체 테스트가 통과 또는 실패 할 때 수행 할 작업을 설정하십시오.

한계 테스트는 신호의 장기적인 동작을 모니터링 하는 통찰력 있는 방법으로 생산 라인 테스트 중에 새로운 디자인의 특성을 지정하거나 하드웨어 성능을 확인할 수 있습니다. 한계 테스트는 사용자 정의 수직 및 수평 공차를 사용하여 라이브 신호를 동일한 신호의 이상적인 또는 "골든"버전과 비교합니다.

다음을 통해 마스크 또는 제한 테스트를 특정 요구 사항에 쉽게 맞출 수 있습니다:

- 파형 수로 테스트 기간 정의
- 테스트 실패를 고려하기 전에 충족해야 하는 위반 임계 값 설정
- 위반 / 실패 계산 및 통계 정보보고 위반시 조치 설정, 테스트 실패 및 테스트 완료

### 직렬 프로토콜 트리거링 및 분석 (선택 사항)

디버깅하는 동안 하나 이상의 직렬 버스에서 트래픽을 관찰하여 시스템을 통한 활동 흐름을 추적하는 것이 매우 중요합니다. 단일 직렬 패킷을 수동으로 디코딩 하는 데 몇 분이 걸릴 수 있으며, 긴 획득에 존재할 수 있는 수천 개의 패킷이 훨씬 적습니다.

그리고 캡처 하려는 관심 이벤트가 직렬 버스를 통해 특정 명령이 전송 될 때 발생한다는 것을 알고 있다면 해당 이벤트를 트리거 할 수 있다면 좋지 않겠습니까? 불행히도, 단순히 에지 또는 펄스 폭 트리거를 지정하는 것만 큼.



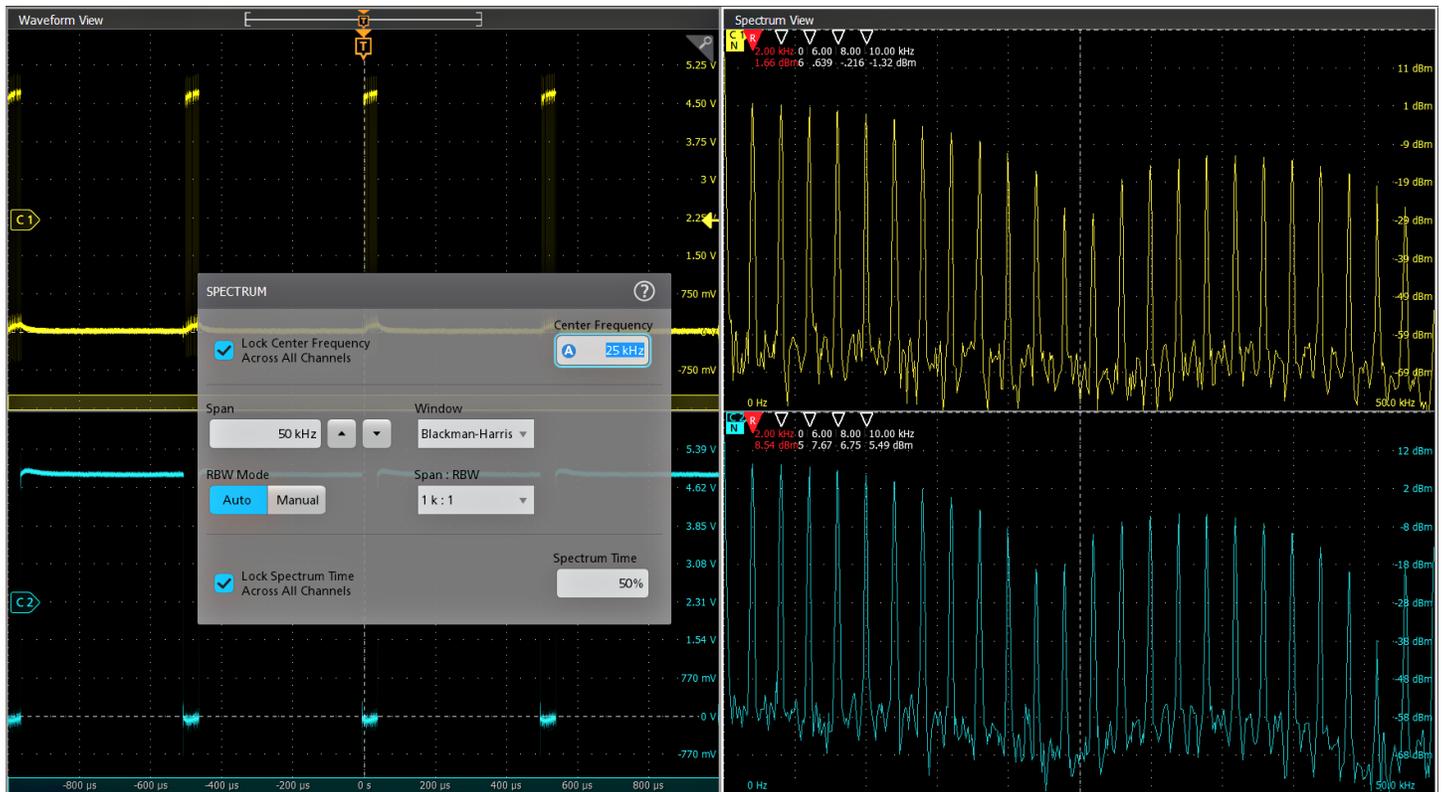
CAN 직렬 버스에서 트리거링. 버스 파형은 시작, 중재, 제어, 데이터, CRC 및 ACK를 포함하여 시간 상관 디코딩 된 패킷 콘텐츠를 제공하는 반면 버스 디코드 테이블은 전체 획득에서 모든 패킷 콘텐츠를 표시합니다.

4 시리즈 MSO는 I2C, SPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay 등 임베디드 디자인에서 발견되는 가장 일반적인 직렬 버스로 작업하기 위한 강력한 툴 세트를 제공합니다. SENT, PSi5, USB LS/FS/HS, 이더넷 10/100, 오디오 (I2S/LJ/RJ/TDM), MIL-STD-1553, ARINC 429, Spacewire 및 NRZ. 직렬 프로토콜 검색을 사용하면 긴 직렬 패킷 수집을 통해 검색하고 지정한 특정 패킷 내용이 포함된 패킷을 찾을 수 있습니다. 각 항목은 검색 표시로 강조 표시됩니다. 전면 패널 또는 결과 막대에 표시되는 검색 배지에서 이전 (←) 및 다음 (→) 버튼을 누르면 표시 사이를 빠르게 탐색 할 수 있습니다.

직렬 버스에 대해 설명 된 도구는 병렬 버스에서도 작동합니다. 병렬 버스 지원은 4 시리즈 MSO에서 표준입니다. 병렬 버스의 너비는 최대 48 비트이며 아날로그 및 디지털 채널의 조합을 포함 할 수 있습니다.

- 직렬 프로토콜 트리거링을 사용하면 패킷 시작, 특정 주소, 특정 데이터 콘텐츠, 고유 식별자 및 오류를 포함한 특정 패킷 콘텐츠를 트리거 할 수 있습니다.
- 버스 파형은 버스를 구성하는 개별 신호 (클럭, 데이터, 칩 인 에이블 등)에 대한 상위 수준의 결합 된 뷰를 제공하여 패킷의 시작 및 종료 위치를 쉽게 식별하고 서브 패킷 구성 요소를 식별합니다. 주소, 데이터, 식별자, CRC 등.
- 버스 파형은 표시된 다른 모든 신호와 시간 정렬되므로 테스트 중인 시스템의 다양한 부분에서 타이밍 관계를 쉽게 측정 할 수 있습니다.
- 버스 디코드 테이블은 소프트웨어 목록에서 볼 수 있듯이 획득시 모든 디코드 된 패킷의 테이블 형식보기를 제공합니다. 패킷은 타임 스탬프 되고 각 구성 요소 (주소, 데이터 등)의 결과 함께 연속적으로 나열됩니다.

## 스펙트럼 뷰 (선택사항)



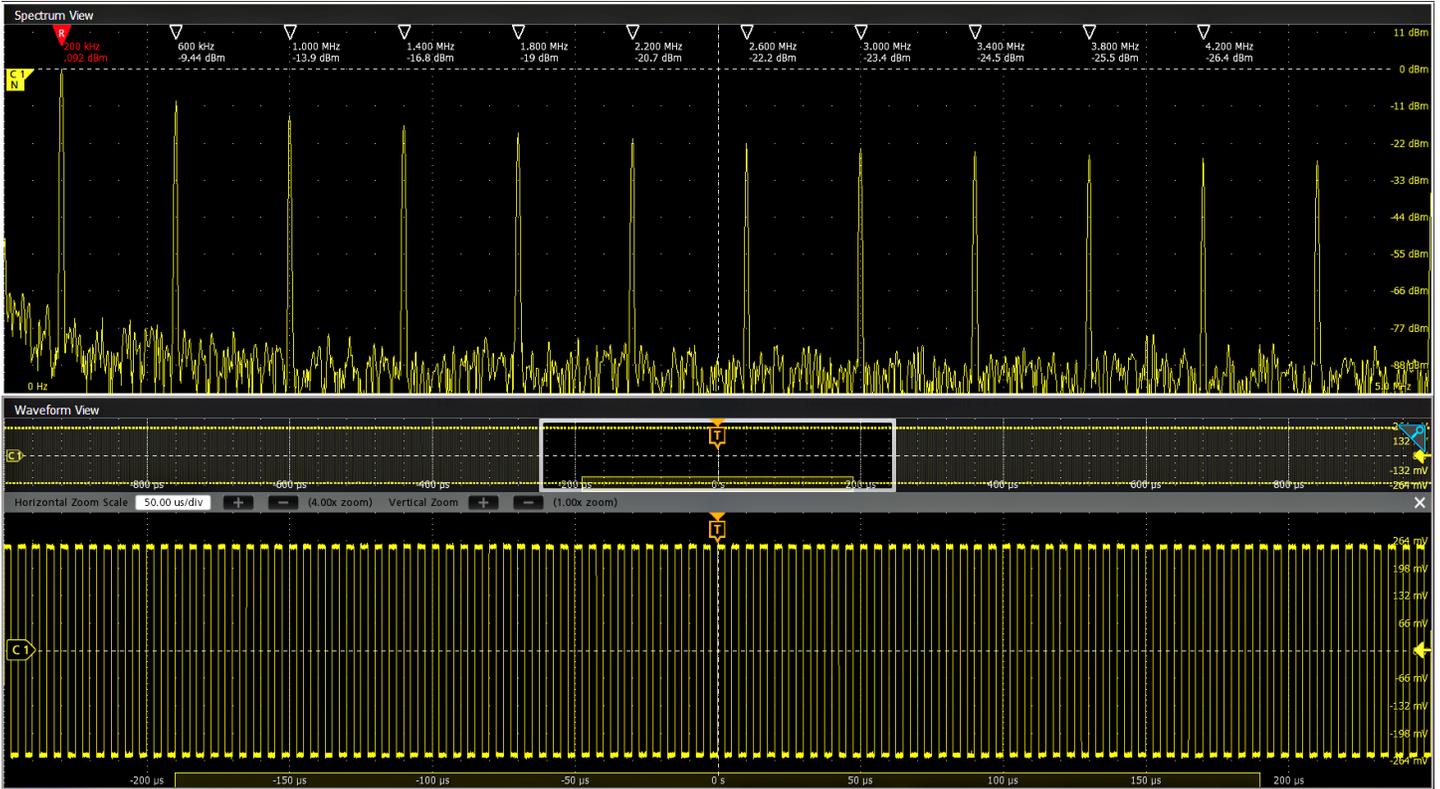
시간 도메인 제어와 무관한 중심 주파수, 스펠 및 해상도 대역폭 (RBW)과 같은 직관적인 스펙트럼 분석기 제어는 주파수 도메인 분석을 위한 쉬운 설정을 제공합니다. 각 FlexChannel 아날로그 입력에 대해 스펙트럼보기를 사용할 수 있으므로 다중 채널 혼합 도메인 분석이 가능합니다.

주파수 영역에서 하나 이상의 신호를 보면 문제를 디버깅하기가 더 쉽습니다. 오실로스코프는 이러한 요구를 해결하기 위해 수십 년 동안 수학 기반 FFT를 포함했습니다. 그러나 FFT는 두 가지 주요 이유로 사용하기가 매우 어렵습니다.

먼저 주파수 영역 분석을 수행할 때 일반적으로 스펙트럼 분석기에서 볼 수 있듯이 중심 주파수, 스펠 및 해상도 대역폭 (RBW)과 같은 제어에 대해 생각합니다. 그러나 FFT를 사용하면 샘플 속도, 레코드 길이 및 시간 / div와 같은 기존의 스코프 컨트롤이 고수되어 있고 주파수 영역에서 원하는 뷰를 얻으려면 모든 정신 번역을 수행해야 합니다.

둘째, FFT는 아날로그 시간 영역보기를 제공하는 동일한 수집 시스템으로 구동됩니다. 아날로그보기에 대한 획득 설정을 최적화할 때 주파수 도메인보기가 원하는 것이 아닙니다. 원하는 주파수 영역보기를 얻을 때 아날로그보기는 원하는 것이 아닙니다. 수학 기반 FFT를 사용하면 두 도메인 모두에서 최적화 된 뷰를 얻는 것이 사실상 불가능합니다.

스펙트럼 뷰는 이 모든 것을 변경합니다. 텍트로닉스의 특허 기술은 시간 영역을 위한 데시 메이터와 각 FlexChannel 뒤에 주파수 영역을 위한 디지털 다운 컨버터를 제공합니다. 두 개의 서로 다른 획득 경로를 사용하면 각 도메인에 대해 독립적인 획득 설정으로 입력 신호의 시간 및 주파수 도메인보기를 동시에 관찰할 수 있습니다. 다른 제조업체는 사용 편의성을 주장하는 다양한 '스펙트럼 분석'패키지를 제공하지만 모두 위에서 설명한 제한을 나타냅니다. Spectrum View만이 탁월한 사용 편의성과 두 도메인에서 동시에 최적의 뷰를 달성할 수 있는 기능을 제공합니다.

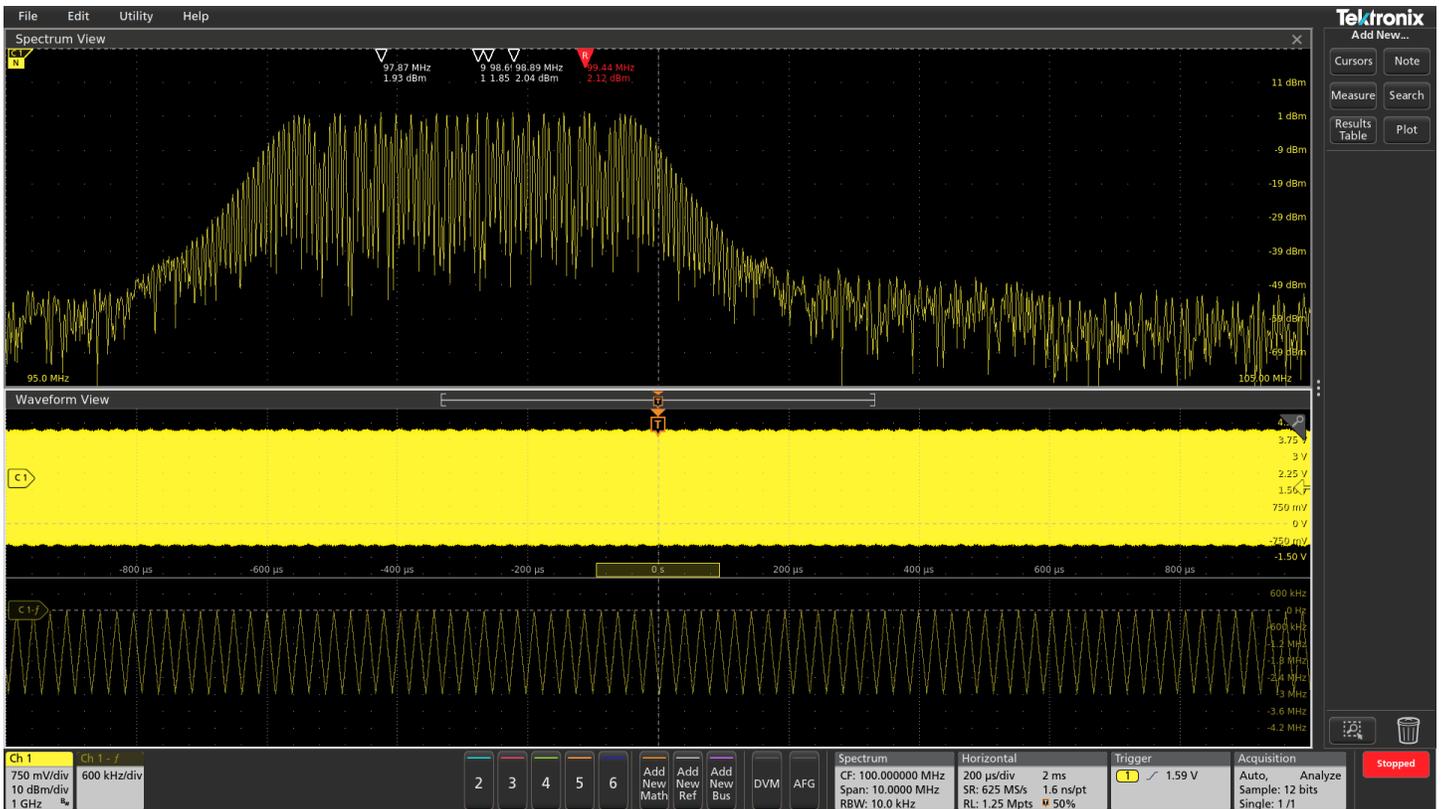


스펙트럼 시간은 FFT가 계산되는 시간 범위를 게이트 합니다. 시간 도메인보기에서 작은 그래픽 사각형으로 표시되며 시간 도메인 파형과 시간 상관을 제공하도록 배치 할 수 있습니다. 혼합 도메인 분석을 수행하는 데 적합합니다. 최대 11 개의 자동 피크 마커가 각 피크의 주파수 및 크기 값을 제공합니다. 참조 마커는 항상 가장 높은 피크이며 빨간색으로 표시됩니다.

RF 신호의 변화를 시각화 – RF 시간 영역 추적을 통해 시변 RF 신호로 발생하는 상황을 쉽게 이해할 수 있습니다. 스펙트럼 뷰의 기본 I 및 Q 데이터에서 파생된 세 가지 RF 시간 도메인 트레이스가 있습니다:

- 크기 스펙트럼과 시간의 순간적인 진폭.
- 주파수 중심 주파수 대 시간에 대한 스펙트럼의 순간 주파수.
- 위상 중심 주파수 대 시간에 대한 스펙트럼의 순간 위상.

이러한 각 트레이스는 독립적으로 켜고 끌 수 있으며 세 개 모두를 동시에 표시할 수 있습니다.

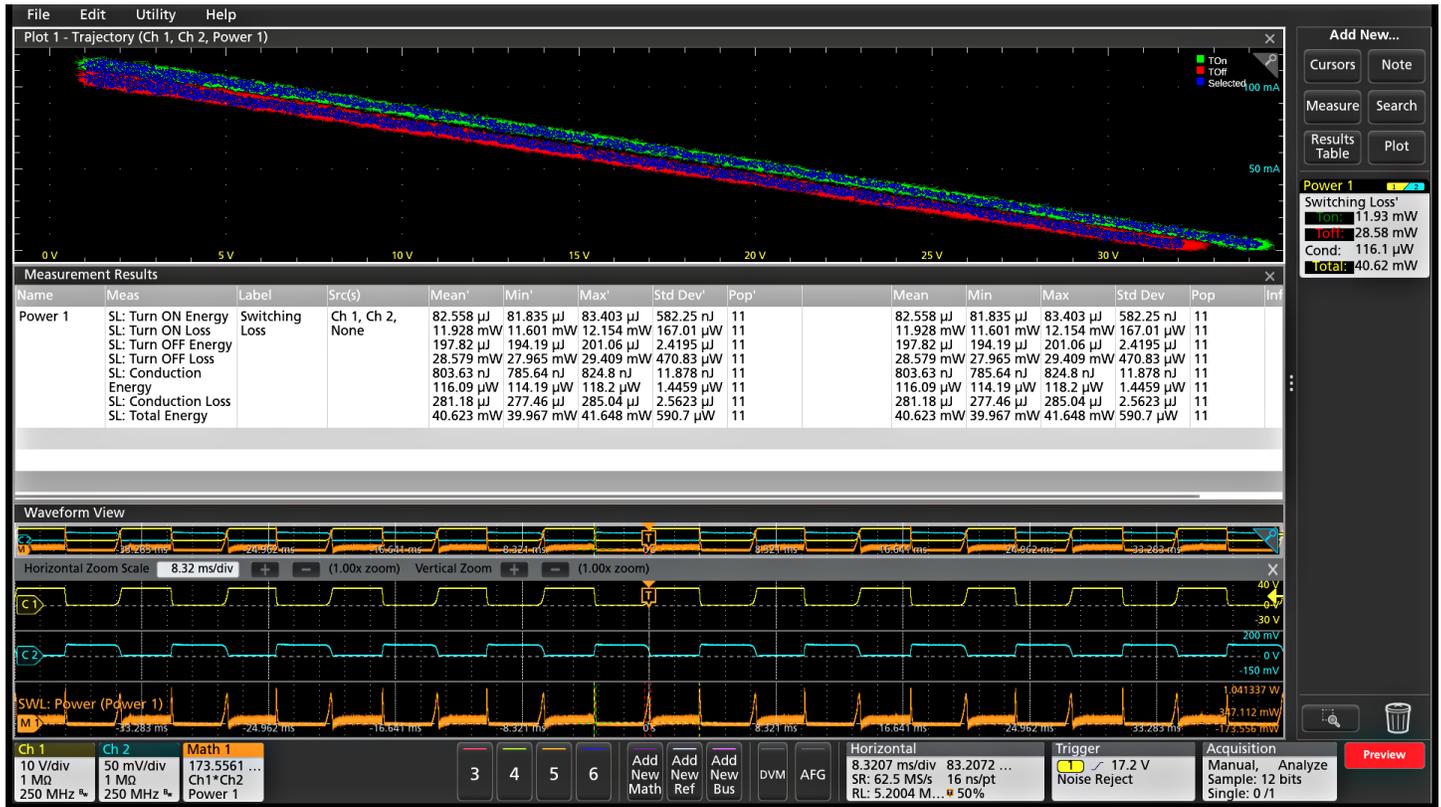


낮은 트레이스는 입력 신호에서 파생된 주파수 대 시간 트레이스입니다. 스펙트럼 시간은 가장 낮은 주파수에서 중간 주파수로 전환하는 동안 배치되므로 에너지가 여러 주파수에 분산됩니다. 주파수 대 시간 추적을 사용하면 다양한 주파수 흡을 쉽게 볼 수 있으므로 장치가 주파수를 전환하는 방식의 특성을 단순화합니다.

### 전력 분석 (선택 사항)

4 시리즈 MSO는 또한 옵션 4-PWR-BAS/SUP4-PWR-BAS 전력 분석 패키지를 오실로스코프의 자동 측정 시스템에 통합하여 전력 품질, 입력 커패시턴스, 돌입 전류, 고조파, 스위칭을 빠르고 반복적으로 분석할 수 있습니다. 손실, 안전한 작동 영역 (SOA), 변조, 리플, 효율, 진폭 및 타이밍 측정 및 슬루율 (dv/dt 및 di/dt).

측정 자동화는 외부 PC 또는 복잡한 소프트웨어 설정 없이 버튼 하나만으로 측정 품질과 반복성을 최적화합니다.



전력 분석 측정에는 다양한 파형과 플롯이 표시됩니다.

## 귀하의 요구를 염두에 두고 설계

### 연결성

4 시리즈 MSO에는 계측기를 네트워크, PC 또는 기타 테스트 장비에 직접 연결하는 데 사용할 수 있는 많은 포트가 있습니다.

- 전면에 3 개의 USB 2.0 포트와 후면에 2 개의 USB 2.0 호스트 포트가 있어 스크린 샷, 계측기 설정 및 파형 데이터를 USB 대용량 저장 장치로 쉽게 전송할 수 있습니다. 계측기 제어 및 데이터 입력을 위해 USB 마우스 및 키보드를 USB 호스트 포트에 연결할 수도 있습니다.
- 후면 패널 USB 장치 포트는 PC에서 원격으로 오실로스코프를 제어하는 데 유용합니다.
- 계측기 후면의 표준 10 / 100 / 1000BASE-T 이더넷 포트는 네트워크에 쉽게 연결하고 LXI Core 2011 호환성을 제공합니다.
- 기기 뒷면의 HDMI 포트를 사용하면 1,920 x 1,080 해상도의 외부 모니터 또는 프로젝터에서 기기 디스플레이를 복제할 수 있습니다.



4 Series MSO를 나머지 디자인 환경에 연결해야 하는 I/O입니다.

### 협업을 향상시키는 원격 작업

세계 반대편의 디자인 팀과 공동 작업을 원하십니까?

내장된 e \* Scope® 기능을 사용하면 표준 웹 브라우저를 통해 네트워크 연결을 통해 오실로스코프를 빠르게 제어할 수 있습니다. 오실로스코프의 IP 주소 또는 네트워크 이름을 입력하기만 하면 웹 페이지가 브라우저에 제공됩니다. 직접 하는 것과 동일한 방식으로 오실로스코프를 원격으로 제어하십시오.

업계 표준 TekVISA™ 프로토콜 인터페이스는 데이터 분석 및 문서화를 위해 Windows 응용 프로그램을 사용하고 향상시키기 위해 포함되어 있습니다. 외부 PC의 LAN 또는 USBTMC 연결을 사용하여 오실로스코프와 쉽게 통신할 수 있도록 IVI-COM 계측기 드라이버가 포함되어 있습니다.



e \* Scope는 일반적인 웹 브라우저를 사용하여 간단한 원격보기 및 제어 기능을 제공합니다.

### 임의 / 함수 발생기 (AFG)

계측기에는 옵션으로 내장된 임의 / 함수 발생기가 포함되어 있어 설계 내에서 센서 신호를 시뮬레이션하거나 신호에 노이즈를 추가하여 마진 테스트를 수행하는 데 적합합니다. 통합 함수 발생기는 사인, 구형, 펄스, 램프 / 삼각형, DC, 노이즈, sin (x) / x (Sinc), 가우스, 로렌츠, 지수 상승/하강, 하버 사인 및 cardiac에 대해 최대 50MHz의 사전 정의 된 파형의 출력을 제공합니다. . AFG는 내부 파일 위치 또는 USB 대용량 저장 장치에서 최대 128k 포인트 크기의 파형 레코드를 로드할 수 있습니다.

AFG 기능은 Tektronix의 ArbExpress PC 기반 파형 생성 및 편집 소프트웨어와 호환되므로 복잡한 파형을 빠르고 쉽게 생성할 수 있습니다.

### 디지털 전압계 (DVM) 및 트리거 주파수 카운터

계측기에는 통합 4 자리 디지털 전압계 (DVM) 및 8 자리 트리거 주파수 카운터가 포함되어 있습니다. 모든 아날로그 입력은 일반 오실로스코프 사용을 위해 이미 연결된 동일한 프로브를 사용하여 전압계의 소스가 될 수 있습니다. 트리거 빈도 카운터는 트리거 중인 트리거 이벤트의 빈도를 매우 정확하게 판독합니다. DVM 및 트리거 주파수 카운터는 모두 무료로 제공되며 제품을 등록할 때 활성화됩니다.

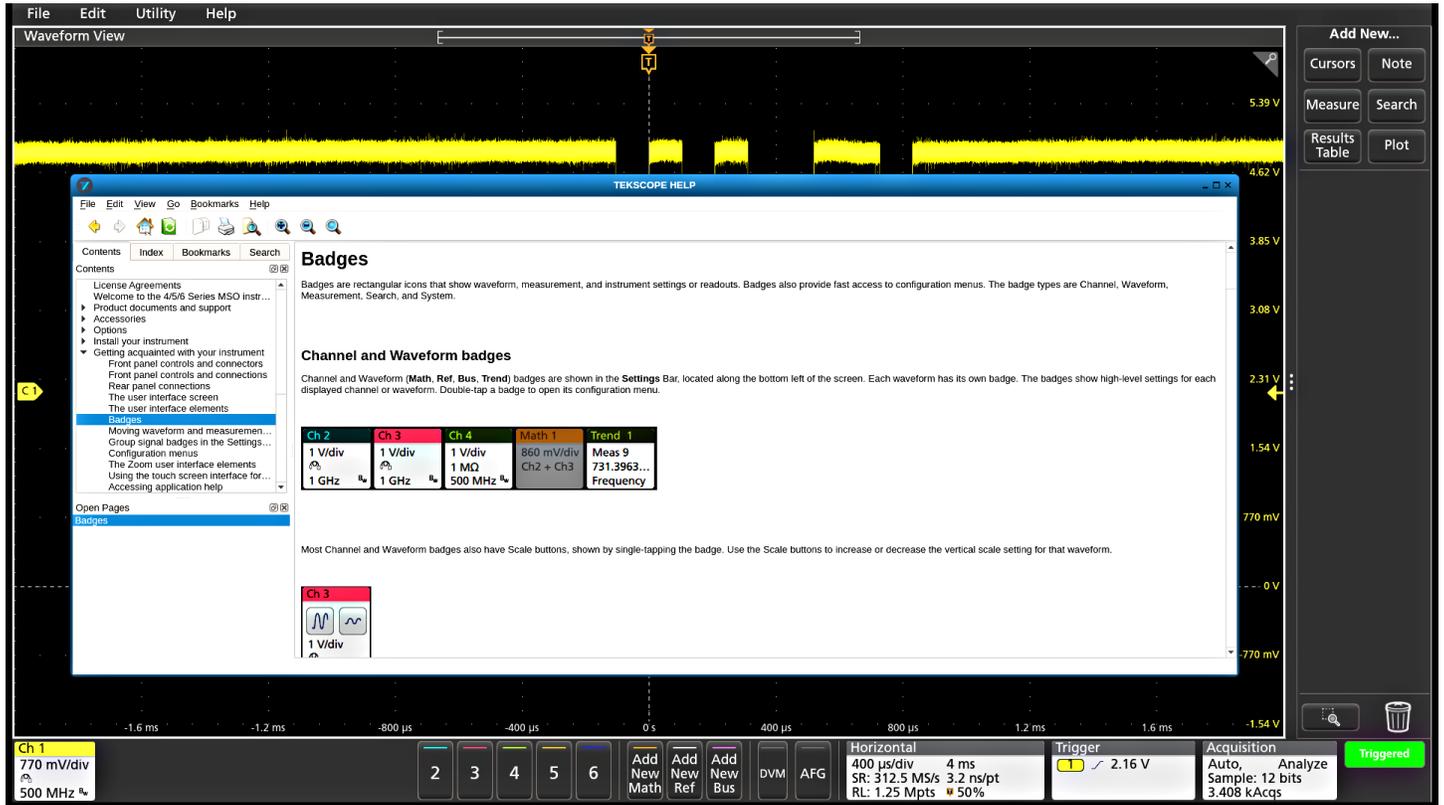
### 강화된 보안 옵션

옵션인 4-SEC 보안 강화 옵션을 사용하면 모든 계측기 I/O 포트 및 펌웨어 업그레이드의 암호로 보호된 활성화 / 비활성화가 가능합니다. 또한 4-SEC 옵션은 NISPOM (National Industrial Security Program Operating Manual) DoD 5220.22-M, 8 장 요구 사항 및 방어 보안 서비스에 따라 내부 메모리에 사용자 설정 또는 파형 데이터를 저장하지 않도록 하여 최고 수준의 보안을 제공합니다. NISPOM에 따라 분류된 시스템의 인증 및 인증 매뉴얼. 이를 통해 장비를 안전한 장소 밖으로 안전하게 이동할 수 있습니다.

**필요할 때 도움**

4 시리즈 MSO에는 몇 가지 유용한 리소스가 포함되어 있으므로 설명서를 찾거나 웹 사이트를 방문하지 않고도 질문에 빠르게 답변할 수 있습니다.

- 그래픽 이미지 및 설명 텍스트는 다양한 메뉴에서 사용되어 빠른 기능 개요를 제공합니다.
- 모든 메뉴에는 오른쪽 상단에 물음표 아이콘이 포함되어 있어 해당 메뉴에 적용되는 통합 도움말 시스템 부분으로 직접 이동할 수 있습니다.
- 새로운 사용자가 몇 분 안에 계측기의 속도를 높일 수 있도록 짧은 사용자 인터페이스 자습서가 도움말 메뉴에 포함되어 있습니다.



통합 도움말은 설명서를 찾거나 인터넷에 접속하지 않고도 질문에 빠르게 답변합니다.

## 제품 사양

달리 명시되지 않는 한 모든 사양이 보장됩니다. 달리 명시되지 않는 한 모든 사양은 모든 모델에 적용됩니다.

### Model overview

#### Oscilloscope

	MSO44	MSO46
FlexChannel inputs	4	6
Maximum analog channels	4	6
Maximum digital channels (with optional logic probes)	32	48
Auxiliary Trigger Input	≤300 V <sub>RMS</sub> (Edge Trigger only)	
Bandwidth (calculated rise time)	200 MHz, 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz, 1.5 GHz	
DC Gain Accuracy	50 Ω: ±1%, (±2.5% at 1 mV/Div and 500 μV/Div settings), de-rated at 0.100%/°C above 30 °C 1 MΩ and 250 kΩ: ±1.0%, (±2.0% at 1 mV/Div and 500 μV/Div settings)	
ADC Resolution	12 bits	
Vertical Resolution	8 bits @ 6.25 GS/s 12 bits @ 3.125 GS/s 13 bits @ 1.25 GS/s (High Res) 14 bits @ 625 MS/s (High Res) 15 bits @ 312.5 MS/s (High Res) 16 bits @ ≤125 MS/s (High Res)	
Sample Rate	6.25 GS/s on all analog / digital channels (160 ps resolution)	
Record Length (std.)	31.25 Mpoints on all analog / digital channels	
Record Length (opt.)	62.5 Mpoints on all analog / digital channels	
Waveform Capture Rate, typical	>500,000 wfms/s	
Arbitrary/Function Generator (opt.)	13 predefined waveform types with up to 50 MHz output	
DVM	4-digit DVM (free with product registration)	
Trigger Frequency Counter	8-digit frequency counter (free with product registration)	

### Vertical system - analog channels

**Bandwidth selections**                    50 Ω: 20 MHz, 250 MHz, and the full bandwidth value of your model  
1 MΩ: 20 MHz, 250 MHz, 500 MHz

**Input coupling**                            DC, AC

**Input impedance**                        50 Ω ± 1%  
1 MΩ ± 1% with 13.0 pF ± 1.5 pF

#### Input sensitivity range

**1 MΩ**                                        500 μV/div to 10 V/div in a 1-2-5 sequence

**50 Ω**                                        500 μV/div to 1 V/div in a 1-2-5 sequence

Note: 500 μV/div is a 2X digital zoom of 1 mV/div or a 4x digital zoom of 2 mV/div, depending on the instrument bandwidth configuration

**Vertical system - analog channels**

**Maximum input voltage**  
 50 Ω: 5 V<sub>RMS</sub>, with peaks ≤ ±20 V (DF ≤ 6.25%)  
 1 MΩ: 300 V<sub>RMS</sub>  
 For 1 MΩ, derate at 20 dB/decade from 4.5 MHz to 45 MHz;  
 Derate at 14 dB/decade from 45 MHz to 450 MHz; > 450 MHz, 5.5 V<sub>RMS</sub>

**Effective bits (ENOB), typical**

High Res mode, 50 Ω, 10 MHz input with 90% full screen

Bandwidth	ENOB
1.5 GHz	7.1
1 GHz	7.6
500 MHz	7.9
350 MHz	8.2
250 MHz	8.2
20 MHz	8.9

**Random noise, RMS, typical**

1.5 GHz, 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 200 MHz models, High Res mode (RMS), typical

V/div	50 Ω					1 MΩ			
	1 GHz	500 MHz	350 MHz	250 MHz	20 MHz	500 MHz	350 MHz	250 MHz	20 MHz
≤1 mV/div	260 μV	200 μV	150 μV	125 μV	75.0 μV	200 μV	140 μV	120 μV	75.0 μV
2 mV/div	280 μV	200 μV	150 μV	125 μV	75.0 μV	200 μV	140 μV	120 μV	75.0 μV
5 mV/div	305 μV	235 μV	185 μV	135 μV	75.0 μV	210 μV	150 μV	130 μV	75.0 μV
10 mV/div	335 μV	275 μV	220 μV	160 μV	80.0 μV	230 μV	160 μV	150 μV	80.0 μV
20 mV/div	425 μV	360 μV	270 μV	230 μV	110 μV	280 μV	200 μV	200 μV	100 μV
50 mV/div	800 μV	800 μV	570 μV	460 μV	200 μV	520 μV	370 μV	410 μV	180 μV
100 mV/div	1.62 mV	1.23 mV	1.04 mV	1.04 mV	470 μV	1.24 mV	880 μV	930 μV	460 μV
1 V/div	13.0 mV	9.90 mV	8.95 mV	8.95 mV	3.78 mV	14.30 mV	10.20 mV	10.30 mV	5.45 mV

**Position range** ±5 divisions

**Offset ranges, maximum**

All models

Volts/div Setting	Maximum offset range, 50 Ω Input
500 μV/div - 99 mV/div	±1 V
100 mV/div - 1 V/div	±10 V

Volts/div Setting	Maximum offset range, 1 MΩ Input
500 μV/div - 63 mV/div	±1 V
64 mV/div - 999 mV/div	±10 V
1 V/div - 10 V/div	±100 V

**Offset accuracy** ±(0.005 X | offset - position | + 0.2 div (0.4 div in 500 μV/div))

**Crosstalk (channel isolation), typical** ≥ 200:1 up to the rated bandwidth for any two channels having equal Volts/div settings

**Vertical system - digital channels**

Number of channels	8 digital inputs (D7-D0) per installed TLP058 (traded off for one analog channel)
Vertical resolution	1 bit
Minimum detectable pulse width, typical	1 ns
Thresholds	One threshold per digital channel
Threshold range	$\pm 40$ V
Threshold resolution	10 mV
Threshold accuracy	$\pm [100 \text{ mV} + 3\% \text{ of threshold setting after calibration}]$
Input hysteresis, typical	100 mV at the probe tip
Input dynamic range, typical	$30 V_{pp}$ for $F_{in} \leq 200 \text{ MHz}$ , $10 V_{pp}$ for $F_{in} > 200 \text{ MHz}$
Absolute maximum input voltage, typical	$\pm 42$ V peak
Minimum voltage swing, typical	400 mV peak-to-peak
Input impedance, typical	100 k $\Omega$
Probe loading, typical	2 pF

**Horizontal system**

Time base range	200 ps/div to 1,000 s/div
Sample rate range	1.5625 S/s to 6.25 GS/s (real time) 12.5 GS/s to 500 GS/s (interpolated)
Record length range	
Standard	1 kpoints to 31.25 Mpoints in single sample increments
Option 4-RL-1	62.5 Mpoints
Maximum duration at highest sample rate	5 ms (std.) or 10 ms (opt.)
Time base delay time range	-10 divisions to 5,000 s
Deskew range	-125 ns to +125 ns with a resolution of 40 ps

## Horizontal system

Timebase accuracy  $\pm 2.5 \times 10^{-6}$  over any  $\geq 1$  ms time interval

Description	Specification
Factory Tolerance	$\pm 5.0 \times 10^{-7}$ At calibration, 25 °C ambient, over any $\geq 1$ ms interval
Temperature stability, typical	$\pm 5.0 \times 10^{-7}$ Tested at operating temperatures
Crystal aging	$\pm 1.5 \times 10^{-6}$ . Frequency tolerance change at 25 °C over a period of 1 year

Delta-time measurement accuracy, nominal

$$DTA_{pp}(\text{typical}) = 10 \times \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0.450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

$$DTA_{RMS} = \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0.450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

*(assume edge shape that results from Gaussian filter response)*

The formula to calculate delta-time measurement accuracy (DTA) for a given instrument setting and input signal assumes insignificant signal content above Nyquist frequency, where:

$SR_1$  = Slew Rate (1<sup>st</sup> Edge) around 1<sup>st</sup> point in measurement

$SR_2$  = Slew Rate (2<sup>nd</sup> Edge) around 2<sup>nd</sup> point in measurement

N = input-referred guaranteed noise limit ( $V_{RMS}$ )

TBA = timebase accuracy or Reference Frequency Error

$t_p$  = delta-time measurement duration (sec)

Aperture uncertainty  $\leq 0.450 \text{ ps} + (10^{-11} \times \text{Measurement Duration})_{RMS}$ , for measurements having duration  $\leq 100$  ms

Delay between analog channels, full bandwidth, typical  $\leq 100$  ps for any two channels with input impedance set to 50  $\Omega$ , DC coupling with equal Volts/div or above 10 mV/div

Delay between analog and digital FlexChannels, typical 3 ns when using a TLP058 and a passive probe matching the bandwidth of the scope, with no bandwidth limits applied

Delay between any two digital FlexChannels, typical 3 ns from bit 0 of a FlexChannel to bit 0 of any other FlexChannel

Delay between any two bits of a digital FlexChannel, typical 160 ps

## Trigger system

Trigger modes Auto, Normal, and Single

Trigger coupling DC, HF Reject (attenuates > 50 kHz), LF Reject (attenuates < 50 kHz), noise reject (reduces sensitivity)

Trigger holdoff range 0 ns to 20 seconds

Trigger jitter, typical  $\leq 7 \text{ ps}_{RMS}$  for sample mode and edge-type trigger

## Trigger system

Edge-type trigger sensitivity, DC coupled, typical

Path	Range	Specification
1 M $\Omega$ path (all models)	0.5 mV/div to 0.99 mV/div	4.5 div from DC to instrument bandwidth
	$\geq 1$ mV/div	The greater of 5 mV or 0.7 div
50 $\Omega$ path, all models		The greater of 5.6 mV or 0.7 div from DC to the lesser of 500 MHz or instrument BW 8 mV or 0.7 div from >500 MHz to 1 GHz 12 mV or 0.7 div from >1 GHz to instrument BW
Aux In (External)		200 mV from DC to 50 MHz, increasing to 500 mV at 200 MHz
Line		Fixed

### Trigger level ranges

Source	Range
Any Channel	$\pm 5$ divs from center of screen
Aux In Trigger, typical	$\pm 8$ V
Line	Fixed at about 50% of line voltage

This specification applies to logic and pulse thresholds.

### Trigger frequency counter

8-digits (free with product registration)

### Trigger types

<b>Edge:</b>	Positive, negative, or either slope on any channel. Coupling includes DC, AC, noise reject, HF reject, and LF reject
<b>Pulse Width:</b>	Trigger on width of positive or negative pulses. Event can be time- or logic-qualified
<b>Timeout:</b>	Trigger on an event which remains high, low, or either, for a specified time period. Event can be logic-qualified
<b>Runt:</b>	Trigger on a pulse that crosses one threshold but fails to cross a second threshold before crossing the first again. Event can be time- or logic-qualified
<b>Window:</b>	Trigger on an event that enters, exits, stays inside or stays outside of a window defined by two user-adjustable thresholds. Event can be time- or logic-qualified
<b>Logic:</b>	Trigger when logic pattern goes true, goes false, or occurs coincident with a clock edge. Pattern (AND, OR, NAND, NOR) specified for all input channels defined as high, low, or don't care. Logic pattern going true can be time-qualified
<b>Setup &amp; Hold:</b>	Trigger on violations of both setup time and hold time between clock and data present on any input channels
<b>Rise / Fall Time:</b>	Trigger on pulse edge rates that are faster or slower than specified. Slope may be positive, negative, or either. Event can be logic-qualified
<b>Video (option 4-VID):</b>	Trigger on all lines, odd, even, or all fields of NTSC, PAL, and SECAM video signals
<b>Sequence:</b>	Trigger on B event X time or N events after A trigger with a reset on C event. In general, A and B trigger events can be set to any trigger type with a few exceptions: logic qualification is not supported, if A event or B event is set to Setup & Hold, then the other must be set to Edge, and Ethernet and High Speed USB (480 Mbps) are not supported
<b>Visual trigger</b>	Qualifies standard triggers by scanning all waveform acquisitions and comparing them to on-screen areas (geometric shapes). An unlimited number of areas can be defined with In, Out, or Don't Care as the qualifier for each area. A boolean expression can be defined using any combination of visual trigger areas to further qualify the events that get stored into acquisition memory. Shapes include rectangle, triangle, trapezoid, hexagon and user-defined.
<b>Parallel Bus:</b>	Trigger on a parallel bus data value. Parallel bus can be from 1 to 48 bits (from the digital and analog channels) in size. Supports Binary and Hex radices
<b>I<sup>2</sup>C Bus (option 4-SREMBD):</b>	Trigger on Start, Repeated Start, Stop, Missing ACK, Address (7 or 10 bit), Data, or Address and Data on I <sup>2</sup> C buses up to 10 Mb/s
<b>SPI Bus (option 4-SREMBD):</b>	Trigger on Slave Select, Idle Time, or Data (1-16 words) on SPI buses up to 20 Mb/s
<b>RS-232/422/485/UART Bus (option 4-SRCOMP):</b>	Trigger on Start Bit, End of Packet, Data, and Parity Error up to 15 Mb/s
<b>CAN Bus (option 4-SRAUTO):</b>	Trigger on Start of Frame, Type of Frame (Data, Remote, Error, or Overload), Identifier, Data, Identifier and Data, End Of Frame, Missing Ack, and Bit Stuff Error on CAN buses up to 1 Mb/s
<b>CAN FD Bus (option 4-SRAUTO):</b>	Trigger on Start of Frame, Type of Frame (Data, Remote, Error, or Overload), Identifier (Standard or Extended), Data (1-8 bytes), Identifier and Data, End Of Frame, Error (Missing Ack, Bit Stuffing Error, FD Form Error, Any Error) on CAN FD buses up to 16 Mb/s

## Trigger system

<b>LIN Bus (option 4-SRAUTO):</b>	Trigger on Sync, Identifier, Data, Identifier and Data, Wakeup Frame, Sleep Frame, and Error on LIN buses up to 1 Mb/s
<b>FlexRay Bus (option 4-SRAUTO):</b>	Trigger on Start of Frame, Indicator Bits (Normal, Payload, Null, Sync, Startup), Frame ID, Cycle Count, Header Fields (Indicator Bits, Identifier, Payload Length, Header CRC, and Cycle Count), Identifier, Data, Identifier and Data, End Of Frame, and Errors on FlexRay buses up to 10 Mb/s
<b>SENT Bus (option 4-SRAUTOSEN)</b>	Trigger on Start of Packet, Fast Channel Status and Data, Slow Channel Message ID and Data, and CRC Errors
<b>SPMI Bus (option 4-SRPM):</b>	Trigger on Sequence Start Condition, Reset, Sleep, Shutdown, Wakeup, Authenticate, Master Read, Master Write, Register Read, Register Write, Extended Register Read, Extended Register Write, Extended Register Read Long, Extended Register Write Long, Device Descriptor Block Master Read, Device Descriptor Block Slave Read, Register 0 Write, Transfer Bus Ownership, and Parity Error
<b>USB 2.0 LS/FS/HS Bus (option 4-SRUSB2):</b>	Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error on USB buses up to 480 Mb/s
<b>Ethernet Bus (option 4-SRENET):</b>	Trigger on Start of Frame, MAC Addresses, MAC Q-tag, MAC Length/Type, MAC Data, IP Header, TCP Header, TCP/IPV4 Data, End of Packet, and FCS (CRC) Error on 10BASE-T and 100BASE-TX buses
<b>Audio (I<sup>2</sup>S, LJ, RJ, TDM) Bus (option 4-SRAUDIO):</b>	Trigger on Word Select, Frame Sync, or Data. Maximum data rate for I <sup>2</sup> S/LJ/RJ is 12.5 Mb/s. Maximum data rate for TDM is 25 Mb/s
<b>MIL-STD-1553 Bus (option 4-SRAERO):</b>	Trigger on Sync, Command (Transmit/Receive Bit, Parity, Subaddress / Mode, Word Count / Mode Count, RT Address), Status (Parity, Message Error, Instrumentation, Service Request, Broadcast Command Received, Busy, Subsystem Flag, Dynamic Bus Control Acceptance, Terminal Flag), Data, Time (RT/IMG), and Error (Parity Error, Sync Error, Manchester Error, Non-contiguous Data) on MIL-STD-1553 buses
<b>ARINC 429 Bus (option 4-SRAERO):</b>	Trigger on Word Start, Label, Data, Label and Data, Word End, and Error (Any Error, Parity Error, Word Error, Gap Error) on ARINC 429 buses up to 1 Mb/s

## Acquisition system

<b>Sample</b>	Acquires sampled values
<b>Peak Detect</b>	Captures glitches as narrow as 640 ps at all sweep speeds
<b>Averaging</b>	From 2 to 10,240 waveforms
<b>Envelope</b>	Min-max envelope reflecting Peak Detect data over multiple acquisitions
<b>High Res</b>	Applies a unique Finite Impulse Response (FIR) filter for each sample rate that maintains the maximum bandwidth possible for that sample rate while preventing aliasing and removing noise from the oscilloscope amplifiers and ADC above the usable bandwidth for the selected sample rate.  High Res mode always provides at least 12 bits of vertical resolution and extends all the way to 16 bits of vertical resolution at $\leq 125$ MS/s sample rates.
<b>FastAcq<sup>®</sup></b>	FastAcq optimizes the instrument for analysis of dynamic signals and capture of infrequent events by capturing >500,000 wfms/s (one channel active; >100K wfms/s with all channels active).
<b>Roll mode</b>	Scrolls sequential waveform points across the display in a right-to-left rolling motion, at timebase speeds of 40 ms/div and slower, when in Auto trigger mode.
<b>FastFrame<sup>™</sup></b>	Acquisition memory divided into segments.  Maximum trigger rate >5,000,000 waveforms per second  Minimum frame size = 50 points  Maximum Number of Frames: For frame size $\geq 1,000$ points, maximum number of frames = record length / frame size.  For 50 point frames, maximum number of frames = 1,500,000

## Waveform measurements

**Cursor types** Waveform, V Bars, H Bars, V&H Bars, and Polar (XY/XYZ plots only)

DC voltage measurement accuracy, Average acquisition mode	Measurement Type	DC Accuracy (In Volts)
	Average of $\geq 16$ waveforms	$\pm((\text{DC Gain Accuracy}) *  \text{reading} - (\text{offset} - \text{position})  + \text{Offset Accuracy} + 0.1 * \text{V/div setting})$
Delta volts between any two averages of $\geq 16$ waveforms acquired with the same oscilloscope setup and ambient conditions	$\pm(\text{DC Gain Accuracy} *  \text{reading}  + 0.05 \text{ div})$	

**Automatic measurements** 36, of which an unlimited number can be displayed as either individual measurement badges or collectively in a measurement results table

**Amplitude measurements** Amplitude, Maximum, Minimum, Peak-to-Peak, Positive Overshoot, Negative Overshoot, Mean, RMS, AC RMS, Top, Base, and Area

**Timing measurements** Period, Frequency, Unit Interval, Data Rate, Positive Pulse Width, Negative Pulse Width, Skew, Delay, Rise Time, Fall Time, Phase, Rising Slew Rate, Falling Slew Rate, Burst Width, Positive Duty Cycle, Negative Duty Cycle, Time Outside Level, Setup Time, Hold Time, Duration N-Periods, High Time, and Low Time

**Measurement statistics** Mean, Standard Deviation, Maximum, Minimum, and Population. Statistics are available on both the current acquisition and all acquisitions

**Reference levels** User-definable reference levels for automatic measurements can be specified in either percent or units. Reference levels can be set to global for all measurements, per source channel or signal, or unique for each measurement

**Gating** Screen, Cursors, Logic, Search, or Time. Specifies the region of an acquisition in which to take measurements. Gating can be set to Global (affects all measurements set to Global) or Local (all measurements can have a unique Time gate setting; only one Local gate is available for Screen, Cursors, Logic, and Search actions).

**Measurement plots** Histogram, Time Trend, and Spectrum

**Measurement limits** Pass/fail testing for user-definable limits on measurement values. Act on event for measurement value failures include Save Screen Capture, Save Waveform, System Request (SRQ), and Stop Acquisitions

**Power analysis (option 4-PWR) adds the following:**

<b>Measurements</b>	<p>Input Analysis (Frequency, <math>V_{RMS}</math>, <math>I_{RMS}</math>, voltage and current Crest Factors, True Power, Apparent Power, Reactive Power, Power Factor, Phase Angle, Harmonics, Inrush Current, Input Capacitance )</p> <p>Amplitude Analysis (Cycle Amplitude, Cycle Top, Cycle Base, Cycle Maximum, Cycle Minimum, Cycle Peak-to-Peak)</p> <p>Timing Analysis (Period, Frequency, Negative Duty Cycle, Positive Duty Cycle, Negative Pulse Width, Positive Pulse Width)</p> <p>Switching Analysis (Switching Loss, <math>dv/dt</math>, <math>di/dt</math>, Safe Operating Area, <math>R_{DSon}</math>)</p> <p>Output Analysis (Line Ripple, Switching Ripple, Efficiency, Turn-on Time, Turn-off Time)</p>
<b>Measurement Plots</b>	Harmonics Bar Graph, Switching Loss Trajectory Plot, and Safe Operating Area Histogram, Time Trend, and Spectrum
<b>Measurement limits</b>	Pass/fail testing for user-definable limits on measurement values. Act on event for measurement value failures include Save Screen Capture, Save Waveform, System Request (SRQ), and Stop Acquisitions

## Waveform math

Number of math waveforms	Unlimited
Arithmetic	Add, subtract, multiply, and divide waveforms and scalars
Algebraic expressions	Define extensive algebraic expressions including waveforms, scalars, user-adjustable variables, and results of parametric measurements. Perform math on math using complex equations. For example (Integral (CH1 - Mean(CH1)) X 1.414 X VAR1)
Math functions	Invert, Integrate, Differentiate, Square Root, Exponential, Log 10, Log e, Abs, Ceiling, Floor, Min, Max, Degrees, Radians, Sin, Cos, Tan, ASin, ACos, and ATan
Relational	Boolean result of comparison >, <, ≥, ≤, =, and ≠
Logic	AND, OR, NAND, NOR, XOR, and EQV
Filtering function	User-definable filters. Users specify a file containing the coefficients of the filter
FFT functions	Spectral Magnitude and Phase, and Real and Imaginary Spectra
FFT vertical units	Magnitude: Linear and Log (dBm) Phase: Degrees, Radians, and Group Delay
FFT window functions	Hanning, Rectangular, Hamming, Blackman-Harris, Flattop2, Gaussian, Kaiser-Bessel, and TekExp

## Spectrum View

Center Frequency	Limited by instrument analog bandwidth														
Span	18.6 Hz to 312.5 MHz 18.6 Hz to 500 MHz (with option 4-SV-BW-1) Coarse adjustment in a 1-2-5 sequence														
RF vs. Time Traces	Magnitude vs. time, Frequency vs. time, Phase vs. time														
Resolution Bandwidth (RBW)	18.6 μHz to 15.625 MHz 18.6 μHz to 25 MHz (with option 4-SV-BW-1)														
Window types and factors	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Window type</th> <th>Factor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blackman-Harris</td> <td>1.90</td> </tr> <tr> <td>Flat-Top 2</td> <td>3.77</td> </tr> <tr> <td>Hamming</td> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>Hanning</td> <td>1.44</td> </tr> <tr> <td>Kaiser-Bessel</td> <td>2.23</td> </tr> <tr> <td>Rectangular</td> <td>0.89</td> </tr> </tbody> </table>	Window type	Factor	Blackman-Harris	1.90	Flat-Top 2	3.77	Hamming	1.30	Hanning	1.44	Kaiser-Bessel	2.23	Rectangular	0.89
Window type	Factor														
Blackman-Harris	1.90														
Flat-Top 2	3.77														
Hamming	1.30														
Hanning	1.44														
Kaiser-Bessel	2.23														
Rectangular	0.89														
Spectrum Time	FFT Window Factor / RBW														
Reference level	Reference level is automatically set by the analog channel Volts/div setting Setting range: -42 dBm to +44 dBm														

## Spectrum View

Vertical Position	-100 divs to +100 divs
Vertical units	dBm, dBμW, dBmV, dBμV, dBmA, dBμA
Horizontal scaling	Linear, Log

## Search

Number of searches	Unlimited
Search types	Search through long records to find all occurrences of user specified criteria including edges, pulse widths, timeouts, runt pulses, window violations, logic patterns, setup & hold violations, rise/fall times, and bus protocol events. Search results can be viewed in the Waveform View or in the Results table.

## Save

Waveform Type	Tektronix Waveform Data (.wfm), Comma Separated Values (.csv), MATLAB (.mat)
Waveform Gating	Cursors, Screen, Resample (save every nth sample)
Screen Capture Type	Portable Network Graphic (*.png), 24-bit Bitmap (*.bmp), JPEG (*.jpg)
Setup Type	Tektronix Setup (.set)
Report Type	Adobe Portable Documents (.pdf), Single File web Pages (.mht)
Session Type	Tektronix Session Setup (.tss)

## Display

Display type	13.3 in. (338 mm) liquid-crystal TFT color display  1,920 horizontal × 1,080 vertical pixels
Display modes	Overlay: traditional oscilloscope display where traces overlay each other  Stacked: display mode where each waveform is placed in its own slice and can take advantage of the full ADC range while still being visually separated from other waveforms. Groups of channels can also be overlaid within a slice to simplify visual comparison of signals.
Zoom	Horizontal and vertical zooming is supported in all waveform and plot views.
Interpolation	Sin(x)/x and Linear
Waveform styles	Vectors, dots, variable persistence, and infinite persistence
Graticules	Movable and fixed graticules, selectable between Grid, Time, Full, and None
Color palettes	Normal and inverted for screen captures  Individual waveform colors are user-selectable
Format	YT, XY, and XYZ

**Display**

Local Language User Interface	English, Japanese, Simplified Chinese, Traditional Chinese, French, German, Italian, Spanish, Portuguese, Russian, Korean
Local Language Help	English, Japanese, Simplified Chinese

**Arbitrary-Function Generator (optional)**

Function types	Arbitrary, sine, square, pulse, ramp, triangle, DC level, Gaussian, Lorentz, exponential rise/fall, sin(x)/x, random noise, Haversine, Cardiac
----------------	--

**Sine waveform**

Frequency range	0.1 Hz to 50 MHz
Frequency setting resolution	0.1 Hz
Frequency accuracy	130 ppm (frequency ≤ 10 kHz), 50 ppm (frequency > 10 kHz) This is for Sine, Ramp, Square and Pulse waveforms only.
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z; 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 Ω
Amplitude flatness, typical	±0.5 dB at 1 kHz ±1.5 dB at 1 kHz for < 20 mV <sub>pp</sub> amplitudes
Total harmonic distortion, typical	1% for amplitude ≥ 200 mV <sub>pp</sub> into 50 Ω load 2.5% for amplitude > 50 mV AND < 200 mV <sub>pp</sub> into 50 Ω load This is for Sine wave only.
Spurious free dynamic range, typical	40 dB (V <sub>pp</sub> ≥ 0.1 V); 30 dB (V <sub>pp</sub> ≥ 0.02 V), 50 Ω load

**Square and pulse waveform**

Frequency range	0.1 Hz to 25 MHz
Frequency setting resolution	0.1 Hz
Frequency accuracy	130 ppm (frequency ≤ 10 kHz), 50 ppm (frequency > 10 kHz)
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z; 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 Ω
Duty cycle range	10% - 90% or 10 ns minimum pulse, whichever is larger Minimum pulse time applies to both on and off time, so maximum duty cycle will reduce at higher frequencies to maintain 10 ns off time
Duty cycle resolution	0.1%
Minimum pulse width, typical	10 ns. This is the minimum time for either on or off duration.
Rise/Fall time, typical	5.5 ns, 10% - 90%
Pulse width resolution	100 ps
Overshoot, typical	< 4% for signal steps greater than 100 mV <sub>pp</sub> This applies to overshoot of the positive-going transition (+overshoot) and of the negative-going (-overshoot) transition
Asymmetry, typical	±1% ±5 ns, at 50% duty cycle
Jitter, typical	< 60 ps TIE <sub>RMS</sub> , ≥ 100 mV <sub>pp</sub> amplitude, 40%-60% duty cycle

**Ramp and triangle waveform**

Frequency range	0.1 Hz to 500 kHz
Frequency setting resolution	0.1 Hz
Frequency accuracy	130 ppm (frequency ≤ 10 kHz), 50 ppm (frequency > 10 kHz)
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z; 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 Ω
Variable symmetry	0% - 100%
Symmetry resolution	0.1%

**Arbitrary-Function Generator (optional)**

DC level range	$\pm 2.5$ V into Hi-Z $\pm 1.25$ V into 50 $\Omega$
Random noise amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 $\Omega$
Sin(x)/x	
Maximum frequency	2 MHz
Gaussian pulse, Haversine, and Lorentz pulse	
Maximum frequency	5 MHz
Lorentz pulse	
Frequency range	0.1 Hz to 5 MHz
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 2.4 V <sub>pp</sub> into Hi-Z 10 mV <sub>pp</sub> to 1.2 V <sub>pp</sub> into 50 $\Omega$
Cardiac	
Frequency range	0.1 Hz to 500 kHz
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 $\Omega$
Arbitrary	
Memory depth	1 to 128 k
Amplitude range	20 mV <sub>pp</sub> to 5 V <sub>pp</sub> into Hi-Z 10 mV <sub>pp</sub> to 2.5 V <sub>pp</sub> into 50 $\Omega$
Repetition rate	0.1 Hz to 25 MHz
Sample rate	250 MS/s
Signal amplitude accuracy	$\pm [ (1.5\% \text{ of peak-to-peak amplitude setting}) + (1.5\% \text{ of absolute DC offset setting}) + 1 \text{ mV} ]$ (frequency = 1 kHz)
Signal amplitude resolution	1 mV (Hi-Z) 500 $\mu$ V (50 $\Omega$ )
Sine and ramp frequency accuracy	$1.3 \times 10^{-4}$ (frequency $\leq 10$ kHz) $5.0 \times 10^{-5}$ (frequency $> 10$ kHz)
DC offset range	$\pm 2.5$ V into Hi-Z $\pm 1.25$ V into 50 $\Omega$
DC offset resolution	1 mV (Hi-Z) 500 $\mu$ V (50 $\Omega$ )
DC offset accuracy	$\pm [ (1.5\% \text{ of absolute offset voltage setting}) + 1 \text{ mV} ]$ Add 3 mV of uncertainty per 10 $^{\circ}$ C change from 25 $^{\circ}$ C ambient

## Digital volt meter (DVM)

Measurement types	DC, AC <sub>RMS</sub> +DC, AC <sub>RMS</sub>
Voltage resolution	4 digits
Voltage accuracy	
DC:	$\pm((1.5\% *  \text{reading} - \text{offset} - \text{position} ) + (0.5\% *  \text{offset} - \text{position} )) + (0.1 * \text{Volts/div})$ De-rated at 0.100%/°C of  reading - offset - position  above 30 °C Signal $\pm 5$ divisions from screen center
AC:	$\pm 2\%$ (40 Hz to 1 kHz) with no harmonic content outside 40 Hz to 1 kHz AC, typical: $\pm 2\%$ (20 Hz to 10 kHz) For AC measurements, the input channel vertical settings must allow the $V_{pp}$ input signal to cover between 4 and 10 divisions and must be fully visible on the screen

## Trigger frequency counter

Accuracy	$\pm(1 \text{ count} + \text{time base accuracy} * \text{input frequency})$ The signal must be at least 8 mV <sub>pp</sub> or 2 div, whichever is greater.
Maximum input frequency	10 Hz to maximum bandwidth of the analog channel The signal must be at least 8 mV <sub>pp</sub> or 2 div, whichever is greater.
Resolution	8-digits

## Processor system

Host processor	ARM 1.5 GHz, 32-bit, dual core processor
Internal storage	64 GB eMMC

## Input-Output ports

HDMI video port	A 29-pin HDMI connector Supported resolution: 1920 x 1080 @ 60Hz (only). The monitor must be attached before powering on the instrument
Probe compensator signal, typical	
Connection:	Connectors are located on the lower right-hand side of the instrument
Amplitude:	0 to 2.5 V
Frequency:	1 kHz
Source impedance:	1 kΩ
External reference input	The time-base system can phase lock to an external 10 MHz reference signal ( $\pm 4$ ppm).
USB interface (Host, Device ports)	Front panel USB Host ports: Three USB 2.0 Hi-Speed ports Rear panel USB Host ports: Two USB 2.0 Hi-Speed ports Rear panel USB Device port: One USB 2.0 High Speed Device port providing USBTMC support
Ethernet interface	10/100/1000 Mb/s

## Input-Output ports

### Auxiliary output

Rear-panel BNC connector. Output can be configured to provide a positive or negative pulse out when the oscilloscope triggers, the internal oscilloscope reference clock out, or an AFG sync pulse

Characteristic	Limits
Vout (HI)	$\geq 2.5$ V open circuit; $\geq 1.0$ V into a $50 \Omega$ load to ground
Vout (LO)	$\leq 0.7$ V into a load of $\leq 4$ mA; $\leq 0.25$ V into a $50 \Omega$ load to ground

### Kensington-style lock

Rear-panel security slot connects to standard Kensington-style lock

### LXI

Class: LXI Core 2016

Version: 1.5

## Power source

### Power

#### Power consumption

400 Watts maximum

#### Source voltage

100 - 240 V  $\pm 10\%$  at 50 Hz to 60 Hz

115 V  $\pm 10\%$  at 400 Hz

## Physical characteristics

### Dimensions

Height: 9.8 in (249 mm), feet folded in, handle to back

Height: 13.8 in (351 mm) feet folded in, handle up

Width: 15.9 in (405 mm) from handle hub to handle hub

Depth: 6.1 in (155 mm) from back of feet to front of knobs, handle up

Depth: 10.4 in (265 mm) feet folded in, handle to the back

### Weight

< 16.8 lbs (7.6 kg)

### Cooling

The clearance requirement for adequate cooling is 2.0 in (50.8 mm) on the right side of the instrument (when viewed from the front) and on the rear of the instrument

### Rackmount configuration

7U (with optional RM4 Rackmount Kit)

## Environmental specifications

### Temperature

#### Operating

+0 °C to +50 °C (32 °F to 122 °F)

#### Non-operating

-30 °C to +70 °C (-22 °F to 158 °F)

### Humidity

#### Operating

5% to 90% relative humidity (% RH) at up to +40 °C

5% to 50% RH above +40 °C up to +50 °C, noncondensing, and as limited by a maximum wet-bulb temperature of +39 °C

#### Non-operating

5% to 90% relative humidity (% RH) at up to +40 °C

5% to 50% RH above +40 °C up to +50 °C, noncondensing, and as limited by a maximum wet-bulb temperature of +39 °C

## Environmental specifications

### Altitude

Operating	Up to 3,000 meters (9,843 feet)
Non-operating	Up to 12,000 meters (39,370 feet)

---

### Regulatory

CE marked for the European Union and CSA approved for the USA and Canada  
RoHS compliant

---

## Software

### Software

<b>IVI driver</b>	Provides a standard instrument programming interface for common applications such as LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET, and MATLAB. Compatible with Python, C/C++/C# and many other languages through VISA.
<b>e*Scope®</b>	Enables control of the oscilloscope over a network connection through a standard web browser. Simply enter the IP address or network name of the oscilloscope and a web page will be served to the browser. Transfer and save settings, waveforms, measurements, and screen images or make live control changes to settings on the oscilloscope directly from the web browser.
<b>LXI Web interface</b>	Connect to the oscilloscope through a standard Web browser by simply entering the oscilloscope's IP address or network name in the address bar of the browser. The Web interface enables viewing of instrument status and configuration, status and modification of network settings, and instrument control through the e*Scope web-based remote control.
<b>Programming Examples</b>	Programming with the 4/5/6 Series platforms has never been easier. With a programmers manual and a GitHub site you have many commands and examples to help you get started remotely automating your instrument. See <a href="https://github.com/tektronix/Programmatic-Control-Examples">https://github.com/tektronix/Programmatic-Control-Examples</a> .

---

## Ordering information

Use the following steps to select the appropriate instrument and options for your measurement needs.

### Step 1

Start by selecting a model based on the number of FlexChannel inputs you need. Each FlexChannel input supports 1 analog or 8 digital input signals, interchangeably.

Model	Number of FlexChannels
MSO44	4
MSO46	6

Each model includes
Four passive analog probes (with both four- and six-channel models):
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200 MHz bandwidth models: Four TPP0250 250 MHz probes</li> <li>• 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz or 1.5 GHz bandwidth models: Four TPP0500B 500 MHz probes</li> </ul>
Installation and safety manual (translated in English, Japanese, Simplified Chinese)
Embedded Help
Power cord
Calibration certificate documenting traceability to National Metrology Institute(s) and ISO9001/ISO17025 quality system registration
Three-year warranty covering all parts and labor on the instrument. One-year warranty covering all parts and labor on included probes

### Step 2

Configure your oscilloscope by selecting the analog channel bandwidth you need

Choose the bandwidth you need today by choosing one of these bandwidth options. You can upgrade it later by purchasing an upgrade option.

Bandwidth Option	Bandwidth
4-BW-200	200 MHz
4-BW-350	350 MHz
4-BW-500	500 MHz
4-BW-1000	1 GHz
4-BW-1500	1.5 GHz

### Step 3

**Add instrument functionality**

Instrument functionality can be ordered with the instrument or later as an upgrade kit.

Instrument Option	Built-in Functionality
4-RL-1	Extend record length from 31.25 Mpoints/channel to 62.5 Mpoints/channel
4-AFG	Add Arbitrary / Function Generator
4-SEC <sup>5</sup>	Add enhanced security for instrument declassification and password-protected enabling and disabling of all USB ports and firmware upgrade.

### Step 4

**Add optional serial bus triggering, decode, and search capabilities**

Choose the serial support you need today by choosing from these serial analysis options. You can upgrade later by purchasing an upgrade kit.

Instrument Option	Serial Buses Supported
4-SRAERO	Aerospace (MIL-STD-1553, ARINC 429)
4-SRAUDIO	Audio (I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM)
4-SRAUTO	Automotive (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, and CAN symbolic decoding)
4-SRAUTOSEN	Automotive sensor (SENT)
4-SRCOMP	Computer (RS-232/422/485/UART)
4-SREMBD	Embedded (I <sup>2</sup> C, SPI)
4-SRENET	Ethernet (10BASE-T, 100BASE-TX)
4-SRI3C	MIPI I3C (I3C decode and search only)
4-SRNRZ	NRZ (decode and search only)
4-SRPM	Power Management (SPMI)
4-SRPSI5	PSI5 (decode and search only)
4-SRSPACEWIRE	Spacewire (decode and search only)
4-SRUSB2	USB (USB2.0 LS, FS, HS)

Differential serial bus? Be sure to check *Add analog probes and adapters* for differential probes.

<sup>5</sup> This option must be purchased at the same time as the instrument. Not available as an upgrade.

## Step 5

### Add optional analysis capabilities

Instrument Option	Advanced Analysis
4-MTM	Mask and Limit testing
4-VID	NTSC, PAL, and SECAM video triggering
4-PWR-BAS <sup>6</sup>	Power Measurements and Analysis
4-SV-BAS	Spectrum View frequency domain Analysis
4-SV-RFVT	Spectrum View RF versus Time Analysis
4-SV-BW-1	Increase Spectrum View capture bandwidth to 500 MHz
4-PS2	Power Solution Bundle (4-PWR-BAS, THDP0200, TCP0030A, 067-1686-xx deskew fixture)

## Step 6

### Add digital probes

Each FlexChannel input can be configured as eight digital channels simply by connecting a TLP058 logic probe to a FlexChannel input. You can order TLP058 probes with the instrument or separately.

For this instrument	Order	To add
MSO44	1 to 4 TLP058 Probes	8 to 32 digital channels
MSO46	1 to 6 TLP058 Probes	8 to 48 digital channels

<sup>6</sup> This option is not compatible with option 4-PS2

## Step 7

Add analog probes and adapters

Add additional recommended probes and adapters

Recommended Probe / Adapter	Description
TAP1500	1.5 GHz TekVPI® active single-ended voltage probe, ±8 V input voltage
TAP2500	2.5 GHz TekVPI® active single-ended voltage probe, ±4 V input voltage
TCP0030A	30 A AC/DC TekVPI® current probe, 120 MHz BW
TCP0020	20 A AC/DC TekVPI® current probe, 50 MHz BW
TCP0030A	30 A AC/DC TekVPI current probe, 120 MHz BW
TCP0150	150 A AC/DC TekVPI® current probe, 20 MHz BW
TRCP0300	30 MHz AC current probe, 250 mA to 300 A
TRCP0600	30 MHz AC current probe, 500 mA to 600 A
TRCP3000	16 MHz AC current probe, 500 mA to 3000 A
TDP0500	500 MHz TekVPI® differential voltage probe, ±42 V differential input voltage
TDP1000	1 GHz TekVPI® differential voltage probe, ±42 V differential input voltage
TDP1500	1.5 GHz TekVPI® differential voltage probe, ±8.5 V differential input voltage
TDP7704	4 GHz TriMode™ voltage probe
THDP0100	±6 kV, 100 MHz TekVPI® high-voltage differential probe
THDP0200	±1.5 kV, 200 MHz TekVPI® high-voltage differential probe
TMDP0200	±750 V, 200 MHz TekVPI® high-voltage differential probe
TPR1000	1 GHz, Single-Ended TekVPI® Power-Rail Probe; includes one TPR4KIT accessory kit
TIVH02	Isolated Probe; 200 MHz, ±2500 V, TekVPI, 3 Meter Cable
TIVH02L	Isolated Probe; 200 MHz, ±2500 V, TekVPI, 10 Meter Cable
TIVH05	Isolated Probe; 500 MHz, ±2500 V, TekVPI, 3 Meter Cable
TIVH05L	Isolated Probe; 500 MHz, ±2500 V, TekVPI, 10 Meter Cable
TIVH08	Isolated Probe; 800 MHz, ±2500 V, TekVPI, 3 Meter Cable
TIVH08L	Isolated Probe; 800 MHz, ±2500 V, TekVPI, 10 Meter Cable
TIVM1	Isolated Probe; 1 GHz, ±50 V, TekVPI, 3 Meter Cable
TIVM1L	Isolated Probe; 1 GHz, ±50 V, TekVPI, 10 Meter Cable
TPP0502	500 MHz, 2X TekVPI® passive voltage probe, 12.7 pF input capacitance
TPP0850	2.5 kV, 800 MHz, 50X TekVPI® passive high-voltage probe
TPP1000	1 GHz, 10X TekVPI® passive voltage probe, 1.3 Meter cable, 3.9 pF input capacitance
P6015A	20 kV, 75 MHz high-voltage passive probe
TPA-BNC <sup>7</sup>	TekVPI® to TekProbe™ BNC adapter
TEK-DPG	TekVPI deskew pulse generator signal source
067-1686-xx	Power measurement deskew and calibration fixture

Looking for other probes? Check out the probe selector tool at [www.tek.com/probes](http://www.tek.com/probes).

<sup>7</sup> Recommended for connecting your existing TekProbe probes to the .

## Step 8

### Add accessories

Add traveling or mounting accessories

Optional Accessory	Description
HC4	Hard carrying case with instrument front protective cover
RM4	Rackmount kit
SC4	Soft carrying case with instrument front protective cover
GPIO to Ethernet Adapter	Order model 4865B (GPIO to Ethernet to Instrument Interface) directly from ICS Electronics <a href="http://www.icselect.com/gpio_instrument_intfc.html">www.icselect.com/gpio_instrument_intfc.html</a>

## Step 9

### Select power cord option

Power Cord Option	Description
A0	North America power plug (115 V, 60 Hz)
A1	Universal Euro power plug (220 V, 50 Hz)
A2	United Kingdom power plug (240 V, 50 Hz)
A3	Australia power plug (240 V, 50 Hz)
A5	Switzerland power plug (220 V, 50 Hz)
A6	Japan power plug (100 V, 50/60 Hz)
A10	China power plug (50 Hz)
A11	India power plug (50 Hz)
A12	Brazil power plug (60 Hz)
A99	No power cord

## Step 10

### Add extended service and calibration options

Service Option	Description
T3	Three Year Total Protection Plan, includes repair or replacement coverage from wear and tear, accidental damage, ESD or EOS.
T5	Five Year Total Protection Plan, includes repair or replacement coverage from wear and tear, accidental damage, ESD or EOS.
R5	Standard Warranty Extended to 5 Years. Covers parts, labor and 2-day shipping within country. Guarantees faster repair time than without coverage. All repairs include calibration and updates. Hassle free - a single call starts the process.
C3	Calibration service 3 Years. Includes traceable calibration or functional verification where applicable, for recommended calibrations. Coverage includes the initial calibration plus 2 years calibration coverage.
C5	Calibration service 5 Years. Includes traceable calibration or functional verification where applicable, for recommended calibrations. Coverage includes the initial calibration plus 4 years calibration coverage.
D1	Calibration Data Report
D3	Calibration Data Report 3 Years (with Option C3)
D5	Calibration Data Report 5 Years (with Option C5)

## Feature upgrades after purchase

**Add feature upgrades in the future** You can easily add functionality after the initial purchase. Node-locked licenses permanently enable optional features on a single product. Floating licenses allow license-enabled options to be easily moved between compatible instruments.

Upgrade feature	Node-locked license upgrade	Floating license upgrade	Description
Add instrument functions	SUP4-AFG	SUP4-AFG-FL	Add arbitrary function generator
	SUP4-RL-1	SUP4-RL-1-FL	Extend record length to 62.5 Mpts / channel
Add protocol analysis	SUP4-SRAERO	SUP4-SRAERO-FL	Aerospace serial triggering and analysis (MIL-STD-1553, ARINC 429)
	SUP4-SRAUDIO	SUP4-SRAUDIO-FL	Audio serial triggering and analysis (I <sup>2</sup> S, LJ, RJ, TDM)
	SUP4-SRAUTO	SUP4-SRAUTO-FL	Automotive serial triggering and analysis (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, and CAN symbolic decoding)
	SUP4-SRAUTOSEN	SUP4-SRAUTOSEN-FL	Automotive sensor serial triggering and analysis (SENT)
	SUP4-SRCOMP	SUP4-SRCOMP-FL	Computer serial triggering and analysis (RS-232/422/485/UART)
	SUP4-SREMBD	SUP4-SREMBD-FL	Embedded serial triggering and analysis (I <sup>2</sup> C, SPI)
	SUP4-SRENET	SUP4-SRENET-FL	Ethernet serial triggering and analysis (10Base-T, 100Base-TX)
	SUP4-SRI3C	SUP4-SRI3C-FL	MIPI I3C serial analysis
	SUP4-SRNRZ	SUP4-SRNRZ-FL	NRZ serial analysis
	SUP4-SRPM	SUP4-SRPM-FL	Power Management serial triggering and analysis (SPMI)
	SUP4-SRPSI5	SUP4-SRPSI5-FL	PSI5 serial analysis
	SUP4-SRSPACEWIRE	SUP4-SRSPACEWIRE-FL	Spacewire serial analysis
SUP4-SRUSB2	SUP4-SRUSB2-FL	USB 2.0 serial bus triggering and analysis (LS, FS, and HS)	
Add advanced analysis	SUP4-SV-BAS	SUP4-SV-BAS-FL	Spectrum View frequency domain analysis
	SUP4-SV-BW-1	SUP4-SV-BW-1-FL	Increase Spectrum View capture bandwidth to 500 MHz
	SUP4-PWR-BAS	SUP4-PWR-BAS-FL	Power measurements and analysis
	SUP4-MTM	SUP4-MTM-FL	Mask and Limit Testing
	SUP4-SV-RFVT	SUP4-SV-RFVT-FL	Spectrum View RF versus time analysis
	SUP4-VID	SUP4-VID-FL	NTSC, PAL and SECAM video triggering
Add digital voltmeter	SUP4-DVM	N/A	Add digital voltmeter / trigger frequency counter (Free with product registration at <a href="http://www.tek.com/register4mso">www.tek.com/register4mso</a> )

## Bandwidth upgrades after purchase

### Add bandwidth upgrades in the future

You can easily upgrade the analog bandwidth of products after initial purchase. Bandwidth upgrades are purchased based on the number of FlexChannel inputs, the current bandwidth, and the desired bandwidth.

All 4 Series MSO models can be upgraded in the field to any bandwidth.

Model to be upgraded	Bandwidth before upgrade	Bandwidth after upgrade	Order this bandwidth upgrade
MSO44	200 MHz	350 MHz	SUP4-BW02T034
	200 MHz	500 MHz	SUP4-BW02T054
	200 MHz	1 GHz	SUP4-BW02T104
	200 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW02T154
	350 MHz	500 MHz	SUP4-BW03T054
	350 MHz	1 GHz	SUP4-BW03T104
	350 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW03T154
	500 MHz	1 GHz	SUP4-BW05T104
	500 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW05T154
	1 GHz	1.5 GHz	SUP4-BW10T154
MSO46	200 MHz	350 MHz	SUP4-BW02T036
	200 MHz	500 MHz	SUP4-BW02T056
	200 MHz	1 GHz	SUP4-BW02T106
	200 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW02T156
	350 MHz	500 MHz	SUP4-BW03T056
	350 MHz	1 GHz	SUP4-BW03T106
	350 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW03T156
	500 MHz	1 GHz	SUP4-BW05T106
	500 MHz	1.5 GHz	SUP4-BW05T156
	1 GHz	1.5 GHz	SUP4-BW10T156



Tektronix is registered to ISO 9001 and ISO 14001 by SRI Quality System Registrar.



Product(s) complies with IEEE Standard 488.1-1987, RS-232-C, and with Tektronix Standard Codes and Formats.



Product Area Assessed: The planning, design/development and manufacture of electronic Test and Measurement instruments.

**ASEAN / Australasia** (65) 6356 3900  
**Belgium** 00800 2255 4835\*  
**Central East Europe and the Baltics** +41 52 675 3777  
**Finland** +41 52 675 3777  
**Hong Kong** 400 820 5835  
**Japan** 81 (3) 6714 3086  
**Middle East, Asia, and North Africa** +41 52 675 3777  
**People's Republic of China** 400 820 5835  
**Republic of Korea** +822 6917 5084, 822 6917 5080  
**Spain** 00800 2255 4835\*  
**Taiwan** 886 (2) 2656 6688

**Austria** 00800 2255 4835\*  
**Brazil** +55 (11) 3759 7627  
**Central Europe & Greece** +41 52 675 3777  
**France** 00800 2255 4835\*  
**India** 000 800 650 1835  
**Luxembourg** +41 52 675 3777  
**The Netherlands** 00800 2255 4835\*  
**Poland** +41 52 675 3777  
**Russia & CIS** +7 (495) 6647564  
**Sweden** 00800 2255 4835\*  
**United Kingdom & Ireland** 00800 2255 4835\*

**Balkans, Israel, South Africa and other ISE Countries** +41 52 675 3777  
**Canada** 1 800 833 9200  
**Denmark** +45 80 88 1401  
**Germany** 00800 2255 4835\*  
**Italy** 00800 2255 4835\*  
**Mexico, Central/South America & Caribbean** 52 (55) 56 04 50 90  
**Norway** 800 16098  
**Portugal** 80 08 12370  
**South Africa** +41 52 675 3777  
**Switzerland** 00800 2255 4835\*  
**USA** 1 800 833 9200

\* European toll-free number. If not accessible, call: +41 52 675 3777

**For Further Information.** Tektronix maintains a comprehensive, constantly expanding collection of application notes, technical briefs and other resources to help engineers working on the cutting edge of technology. Please visit [www.tek.com](http://www.tek.com).

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specification and price change privileges reserved. TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc. All other trade names referenced are the service marks, trademarks, or registered trademarks of their respective companies.



11 Mar 2020 48W-61558-4

**Tektronix®**

**NUBICOM**  
(주)누비콤

서울본사 서울특별시 영등포구 경인로 775(문래동 3가, 에이스하이테크시티 3동 2층 201호 )  
TEL: 070-7872-0701 FAX: 02-2167-3801 E-mail: sales@nubicom.co.kr

대전지사 대전광역시 유성구 덕명동로 22번길 10  
TEL: 070-7872-0712 FAX: 02-2167-3801 mail: jbkim@nubicom.co.kr