

MSO 4 Serie B

Datenblatt für Mixed-Signal-Oszilloskop



Das MSO Serie 4 B setzt einen neuen Maßstab bei Leistung, Analysefunktionen und Anwendererfahrung insgesamt für Labor-Oszilloskope – ideal zur Fehlersuche und zur Validierung integrierter Systeme und Leistungswandler. Die zweite Generation dieses Geräts integriert eine neue Verarbeitungsplattform, die seine Ansprechfähigkeit mehr als verdoppelt und Messungen sowie Datentransfer erheblich beschleunigt, bei vollständiger Unterstützung von Fernsteuerung und -betrieb. Modelle sind mit 4 oder 6 FlexChannel®-Eingängen für hohe Sichtbarkeit in Designs erhältlich. Hochauflösende 12-Bit-Abtastung liefert präzise Messungen auf einem neuen 13,3-Zoll-HD-Display mit höherem Kontrast. Zudem erleichtert synchronisierte Mehrkanal-Spektrumanalyse die Ermittlung von Geräuschquellen und HF-Messungen. Diese außerordentliche Messleistung ist mit einer intuitiven, preisgekrönten Benutzeroberfläche kombiniert. Dies erleichtert schnelle und genaue Ergebnisse.

Die wichtigsten Leistungsdaten

Eingangskanäle

- 4 oder 6 FlexChannel®-Eingänge
- Jeder FlexChannel liefert:
 - Ein analoges Signal, das als Signalformansicht dargestellt werden kann, eine Spektrumsansicht oder beide gleichzeitig
 - Acht digitale Logikeingänge mit Logikastkopf TLP058

Bandbreite (alle analogen Kanäle)

- 200 MHz, 350 MHz, 500 GHz, 1 GHz, 1,5 GHz (aufrüstbar)

Abtastrate (alle analogen/digitalen Kanäle)

- Echtzeit: 6,25 GS/s

Speichertiefe (alle analogen/digitalen Kanäle)

- 31,25 MPunkte Standard (62,5 MPunkte optionales Upgrade)

Signalerfassungsrate

- >500.000 Signale/s

Vertikale Auflösung

- 12 Bit ADC
- Bis zu 16 Bit im Hi-Res-Modus

Standardmäßige Triggerarten

- Signalfanke, Pulsbreite, Runt, Timeout, Fenster, Logik, Setup & Hold, Anstiegszeit/Abfallzeit, Parallel-Bus, Sequenz, visueller Trigger, Video (optional), HF vs. Zeit (optional)
- Hilfstrigger $\leq 300 V_{eff}$ (nur Flankentrigger)

Standardanalyse

- Cursor: Signalform, V-Leisten, H-Leisten, V+H-Leisten
- Messungen: 36
- Spektrumsansicht: Frequenzdomänenanalyse mit unabhängigen Reglern für Frequenz- und Zeitbereiche
- FastFrame™: segmentierter Speichererfassungsmodus mit einer maximalen Triggerrate > 5.000.000 Signale pro Sekunde
- Plots: Zeittrend, Histogramm und Spektrum
- Math: Arithmetische Basis-Signalberechnung, FFT und erweiterter Mathematik-Editor
- Suche: Suchen nach beliebigen Triggerkriterien

Optionale Analyse

- Erweiterte Spektrumsansicht
- HF-Zeit-Messkurven, Trigger, Spektrogramme und IQ-Erfassung
- Masken-/Grenzwerttests
- Erweiterte Leistungsmessungen und -analyse
- Elektrische 3-Phasen-Analyse (nur 6-Kanal-Modus)

Optionaler Protokolltrigger, Decodierung und Analyse

I²C, SPI, eSPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, SMBus, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, PSI5, CXPI, USB 2.0, eUSB2, Ethernet, EtherCAT, Audio, MIL-STD-1553, ARINC 429, Spacewire, NRZ, Manchester, SVID, SDLC, 1-Wire, MDIO und NFC

Arbiträrsignal-/Funktionsgenerator (optional und aufrüstbar)

- 50 MHz-Signalerzeugung
- Signaldarstellungsformen: Arbiträr, Sinus, Rechteck, Impuls, Rampe, Dreieck, DC-Pegel, Gauß, Lorentz, Exponentieller Anstieg und Abfall, Sin(x)/x, Weißes Rauschen, Haversinus, Kardial

Digitalvoltmeter (kostenlos bei Produktregistrierung)

- 4-stellige Spannungsmessungen der Effektivwerte von Wechselspannung, Gleichspannung sowie Wechselspannung + Gleichspannung

Triggerfrequenzzähler (kostenlos bei Produktregistrierung)

- 8-stellig

Display

- 13,3 Zoll (338 mm) Baugruppe mit Optical Bonding
- High Definition (1920 x 1080)
- Kapazitiver (multitouch-fähiger) Touchscreen

Anschlussmöglichkeiten

- USB 2.0 Host, USB 3.0 Host, USB 2.0 Gerät (6 Anschlüsse); LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet); HDMI; erfordert Verbindung mit Display mit hoher Auflösung (Auflösung 1.920 x 1.080)

Garantie

- 1 Jahr Standardgarantie

Abmessungen

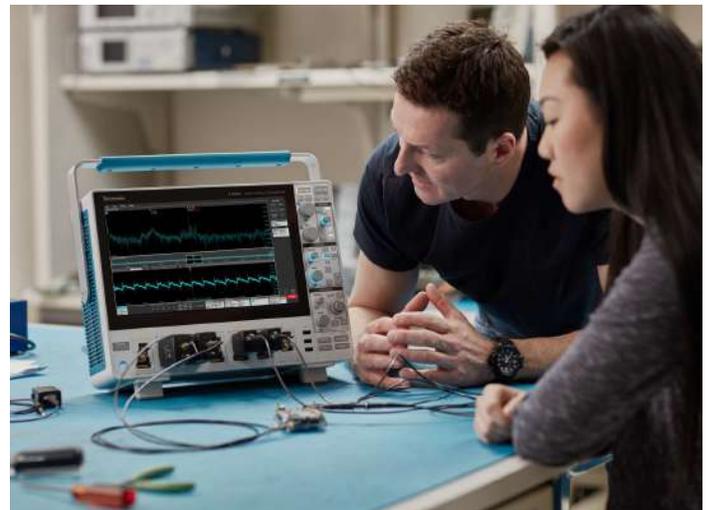
- 286,99 mm (H) x 405 mm (B) x 155 mm (T)
- Gewicht: **MSO44B**: < 7,3 kg; **MSO46B**: < 7,5 kg

Ihre Verifizierungs- und Debugging-Prozesse müssen nie wieder durch zu wenige Kanäle verlangsamt werden!

Das MSO der Serie 4 B bietet einen besseren Einblick in komplexe Systeme, da es Modelle mit vier und sechs Kanälen und einem 13,3-Zoll-HD-Display (1920 x 1080) mit optischem Bonding und hervorragendem Kontrast und Betrachtungswinkel umfasst. Viele Anwendungen, zum Beispiel eingebettete Systeme, Drehstromelektronik, Fahrzeugelektronik, Stromversorgungsdesign und Gleichspannungswandler, erfordern die Beobachtung von mehr als vier analogen Signalen, um die Geräteleistung zu überprüfen und zu charakterisieren und schwierige Probleme mit dem System zu suchen und zu beheben.

Die meisten Ingenieure kennen solche Situationen: Beim Debugging für ein besonders schwieriges Problem wären mehr Systemsichtbarkeit und Kontext wünschenswert, das verwendete Oszilloskop ist jedoch auf zwei oder vier analoge Kanäle beschränkt. Der Einsatz eines zweiten Oszilloskops erfordert erheblichen Aufwand, um Triggerpunkte auszurichten. Außerdem ist es schwierig, das Timing für die beiden Displays zu bestimmen, und auch die Dokumentierung ist nicht einfach.

Wenn Sie vermuten, dass ein Oszilloskop mit sechs Kanälen 50 % mehr als ein Oszilloskop mit vier Kanälen kosten muss, werden Sie von den Preisen angenehm überrascht sein: Sechs-Kanal-Modelle kosten nur ca. 20 % mehr als Vier-Kanal-Modelle. Die zusätzlichen analogen Kanäle machen sich schnell bezahlt, da Sie aktuelle und zukünftige Projekte innerhalb des geplanten Zeitrahmens durchführen können.



Spannungsmessungen an Schaltnetzteilen, welche die überlagerte Wechselspannung an einer der Stromschienen anzeigen.

Maximale Flexibilität und größere Systemsichtbarkeit durch FlexChannel®-Technologie

Das MSO Serie 4 B ist eine Neudefinition des Konzepts der Mixed-Signal-Oszilloskope MSO. Dank FlexChannel-Technologie kann jeder Kanaleingang als einzelner analoger Kanal, acht digitale Logikeingänge (mit dem Logiktastkopf TLP058) oder gleichzeitige Analog- und Spektrumansichten mit unabhängigen Erfassungs-Bedienelementen für jeden Bereich verwendet werden. Diese Flexibilität eröffnet Ihnen unvergleichliche Konfigurationsmöglichkeiten.

Bei einem Modell mit sechs FlexChannels können Sie das Gerät für die Untersuchung von sechs analogen Signalen und keinem digitalen Signal konfigurieren. Oder für sieben analoge und acht digitale Signale. Oder für vier analoge und 16 digitale, drei analoge und 24 digitale Kanäle usw. Die Konfiguration lässt sich jederzeit ändern, indem Sie einfach Logiktastköpfe TLP058 hinzufügen und entfernen. So haben Sie immer die richtige Anzahl von digitalen Kanälen zur Verfügung.

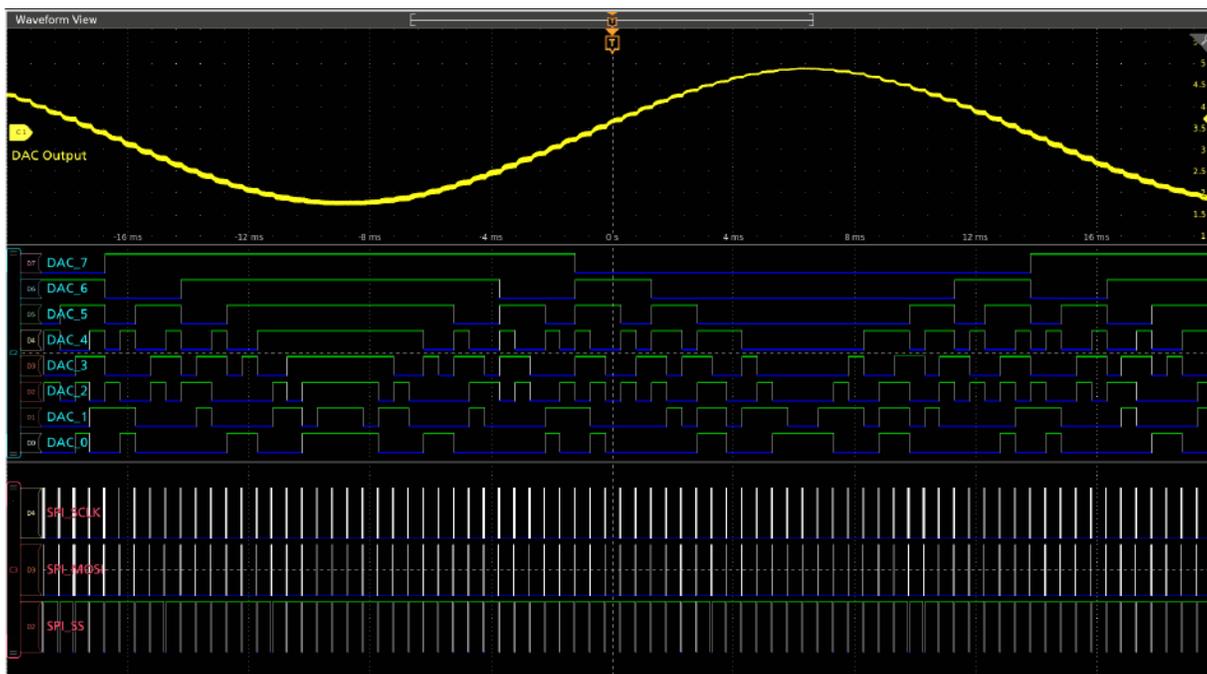


Die FlexChannel-Technologie bietet das Optimum an Flexibilität. Jeder Eingang kann je nach angeschlossenem Tastkopf als ein einzelner analoger oder als acht digitale Kanäle konfiguriert werden.

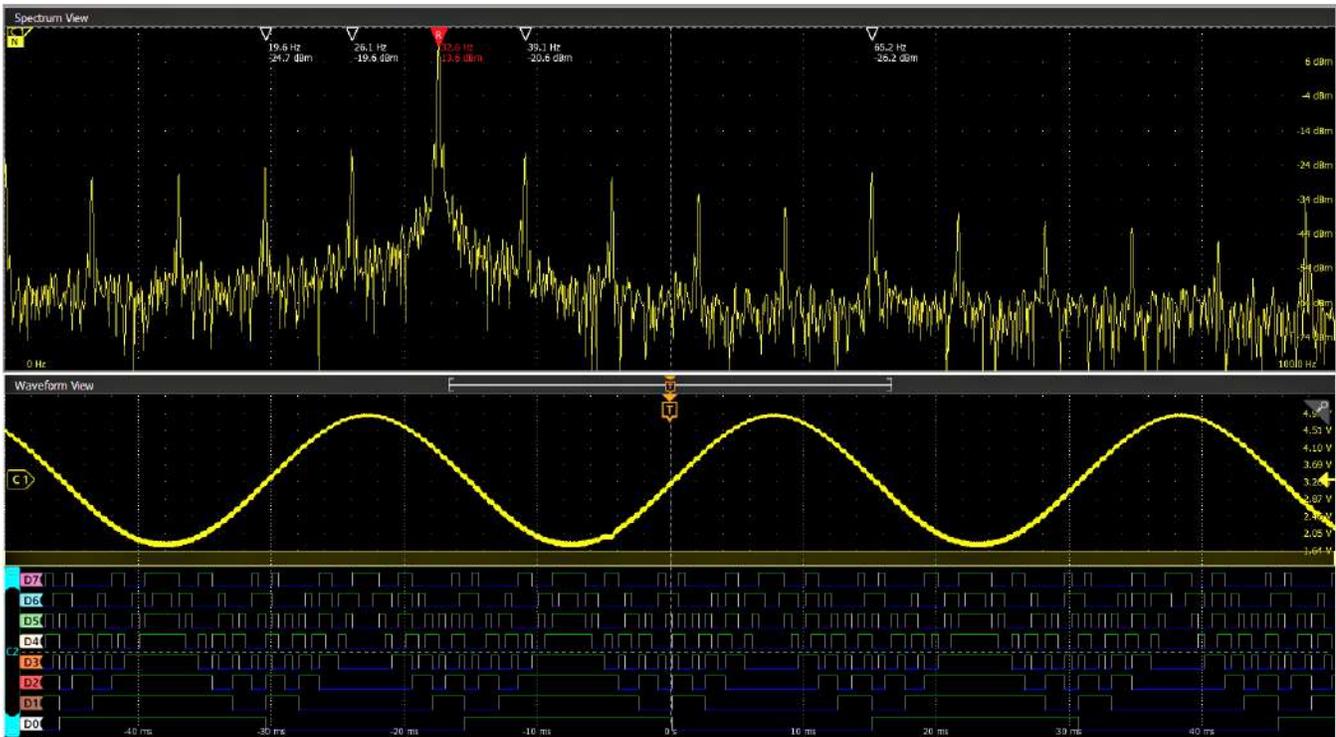
Bei den MSOs früherer Generationen waren Nachteile in Kauf zu nehmen, da digitale Kanäle niedrigere Abtastraten oder geringere Speichertiefen als analoge Kanäle hatten. Das MSO Serie 4 B bietet die Integration von digitalen Kanälen auf einem neuen Niveau. Digitale Kanäle haben die gleiche hohe Abtastrate (bis zu 6,25 GS/s) und große Speichertiefe (bis zu 62,5 M -Punkte) wie analoge Kanäle.



Der TLP058 bietet acht Hochleistungs-Digitaleingänge. Schließen Sie beliebig viele Tastköpfe TLP058 an, um bis zu 48 digitale Kanäle zu verwenden.



An Kanal 2 ist ein Logiktastkopf TLP058 an die acht Eingänge eines DAC angeschlossen. Beachten Sie die grüne und blaue Farbcodierung – Einsen sind grün und Nullen blau. Ein weiterer Logiktastkopf TLP058 an Kanal 3 misst den SPI-Bus, der den DAC ansteuert. Die weißen Ränder zeigen an, dass Informationen zu höheren Frequenzen verfügbar sind, wenn die Anzeige vergrößert wird oder in der nächsten Erfassung eine höhere Wobbelgeschwindigkeit verwendet wird.

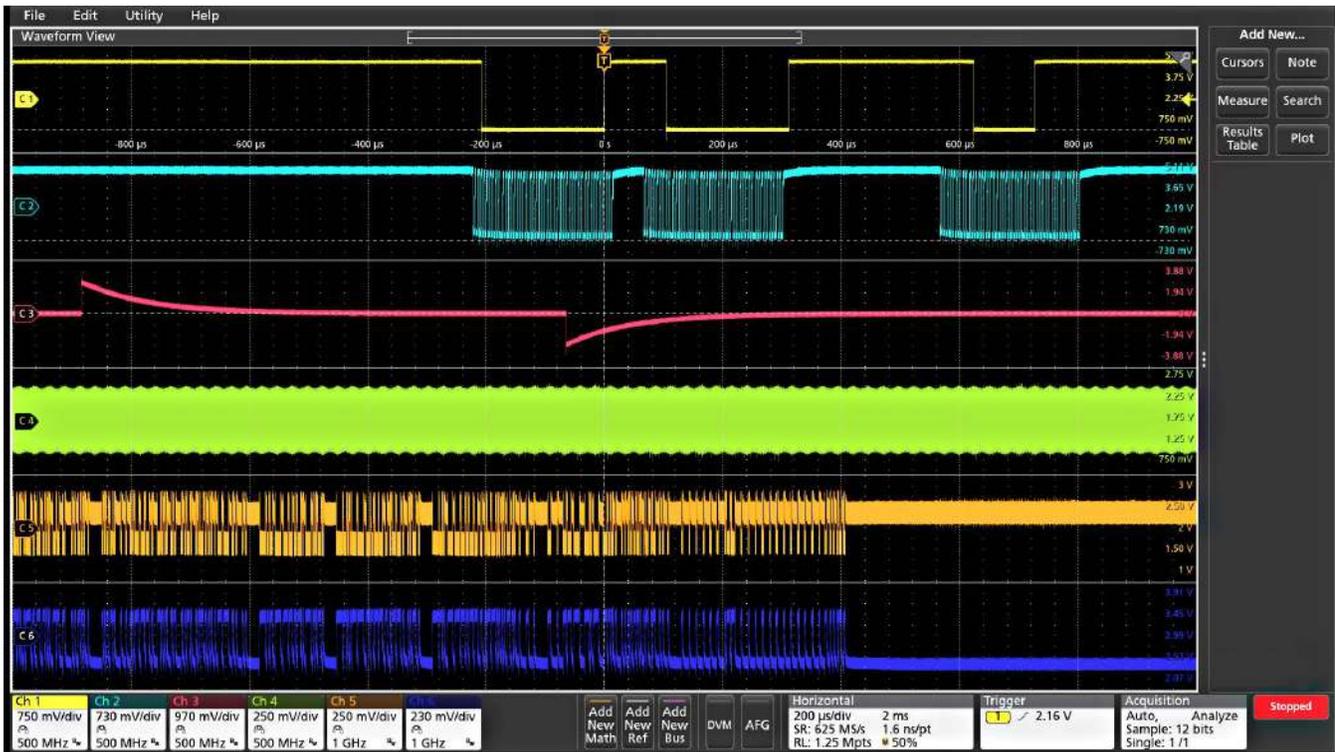


Doch über analoge und digitale Signale hinaus umfassen FlexChannel-Eingänge eine Spektrumsansicht. Diese von Tektronix patentierte Technologie ermöglicht Ihnen die gleichzeitige Anzeige sowohl analoger als auch spektraler Ansichten aller Ihrer analogen Signale, mit unabhängiger Regelung in jedem Bereich.

Beispiellose Signalanzeige

Das hervorragende Display ist mit einer Diagonalen von 13,3 Zoll (338 mm) das größte Display in seiner Klasse. Mit der Full-HD-Auflösung (1920 x 1080) bietet es auch die höchste Auflösung, sodass Sie viele Signale gleichzeitig sehen können und dennoch genug Raum für wichtige Anzeigen und Analysen bleibt.

Der Anzeigebereich ist optimiert, um sicherzustellen, dass in vertikaler Richtung der maximale Raum für die Signale verfügbar ist. Die Ergebnisleiste am rechten Bildschirmrand lässt sich ausblenden, damit die ganze Breite des Displays für die Signale genutzt werden kann.



Im Stapelmodus sind alle Signale gut zu sehen, während die maximale ADC-Auflösung an jedem Eingang für genaueste Messungen sorgt.

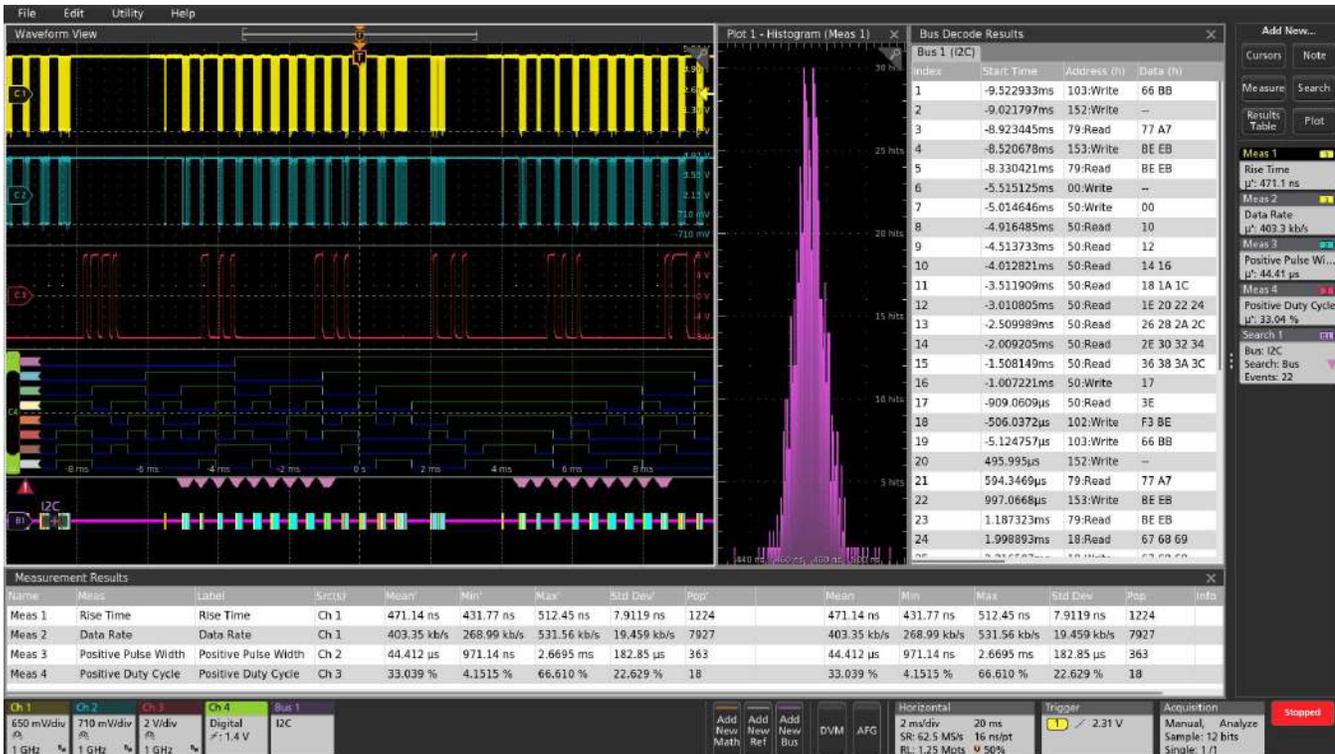
Das MSO Serie 4 B verfügt über einen revolutionären neuen Anzeigemodus, den Stapelmodus. Traditionellerweise zeigen Oszilloskope alle Signaldarstellungen im selben Bildschirmraster überlagert an, was einige Nachteile hat:

- Damit jedes Signale sichtbar sind, müssen alle Signaldarstellungen vertikal skaliert und positioniert werden, damit sie sich nicht überlappen. Jede Signaldarstellung nutzt einen kleinen Prozentsatz des verfügbaren ADC-Bereichs, was zu weniger genauen Messungen führt.
- Um genaue Messungen zu erhalten, skalieren und positionieren Sie jedes Signaldarstellung vertikal, damit es den gesamten Bildschirm einnimmt. Die Signaldarstellungen überlappen sich, wodurch die Details der einzelnen Signale schwierig zu unterscheiden sind

Mit der neuen gestapelten Anzeige gibt es diese Nachteile nicht. Zusätzliche horizontale Abschnitte (zusätzliche Rastersegmente) werden automatisch hinzugefügt und entfernt, wenn

Signaldarstellungen erstellt und entfernt werden. Jeder Abschnitt stellt den gesamten ADC-Bereich für das Signal dar. Die einzelnen Signale werden separat dargestellt, während der gesamte ADC-Bereich genutzt wird, sodass maximale Sichtbarkeit und Genauigkeit garantiert sind. Dies geschieht automatisch, wenn Sie Signale hinzufügen oder entfernen. Kanäle können einfach im gestapelten Anzeigemodus neu angeordnet werden, indem die Kanal- und Signal-Badges in die Einstellungsleiste unten im Display gezogen und abgelegt werden. Kanalgruppen können auch innerhalb eines Elements überlagert werden, um den visuellen Vergleich der Signale zu vereinfachen.

Das große Display bietet nicht nur reichlich Platz für Signale, sondern auch für Darstellungen, Messergebnistabellen, Bus-Decodiertabellen und mehr. Sie können die verschiedenen Ansichten vergrößern, verkleinern und verschieben, wie es für Ihre Anwendung am passendsten ist.



Anzeige von drei analogen Kanälen, acht digitalen Kanälen, einem decodierten seriellen Bussignal, einer decodierten seriellen Paketergebnistabelle, vier Messungen, einem Messerghistogramm, einer Messerghistogramm und einer Suche nach seriellen Busereignissen – und das alles gleichzeitig!

Dank der einfach zu verwendenden Benutzeroberfläche können Sie sich ganz auf Ihre Arbeit konzentrieren

Die Einstellungsleiste – wichtige Parameter und Signalmanagement

Signale und Parameter für den Oszilloskopbetrieb werden in einer Reihe von Symbolen, den so genannten Badges, in der Einstellungsleiste am unteren Rand des Displays angezeigt. Die Einstellungsleiste ermöglicht Ihnen den schnellen Zugriff auf die am häufigsten verwendeten Aufgaben für das Signalmanagement. Durch einfaches Tippen können Sie:

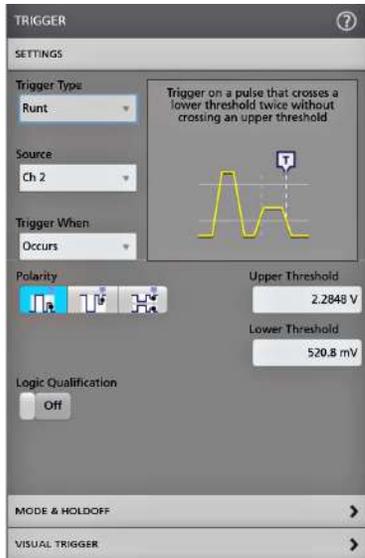
- Kanäle einschalten
- Math-Signale hinzufügen
- Referenzsignale hinzufügen
- Bus-Signale hinzufügen
- den integrierten Arbiträr-/Funktionsgenerator (AFG) aktivieren
- das optional integrierte Digitalvoltmeter (DVM) aktivieren

Die Ergebnisleiste – Analyse und Messungen

In der Ergebnisleiste auf der rechten Seite des Displays haben Sie durch einfaches Tippen Zugriff auf die gebräuchlichsten

Analysewerkzeuge wie Cursor, Messungen, Suchvorgänge, Mess- und Bus-Decodierungsergebnistabellen, Plots und Hinweise.

DVM-, Mess- und Suchergebnissymbole werden in der Ergebnisleiste angezeigt, ohne dass der Anzeigebereich der Signaldarstellung beeinträchtigt wird. Zum Vergrößern des Signalanzeigebereichs kann die Ergebnisleiste jederzeit ausgeblendet und bei Bedarf wieder einblendend werden.



Konfigurationsmenüs rufen Sie auf, indem Sie auf das gewünschte Element auf dem Display doppelklicken. In diesem Fall wurde zweimal auf das Trigger-Symbol getippt, um das Trigger-Konfigurationsmenü zu öffnen.

Endlich eine echte Touchbedienung

Zwar gibt es schon seit Jahren Oszilloskope mit Touchscreen, dieser spielte bisher aber eher eine untergeordnete Rolle. Das Display des MSO Serie 4 B ist ein kapazitiver Touchscreen und bietet die erste Oszilloskop-Benutzeroberfläche der Branche, die wirklich für die Touchbedienung entwickelt wurde.

Die unterstützte Touchbedienung ist so, wie Sie es von Smartphones und Tablets kennen und von jedem touchfähigen Gerät erwarten.

- Ziehen Sie Signaldarstellungen nach links/rechts oder nach oben/unten, um die horizontale und vertikale Position anzupassen oder durch eine vergrößerte Ansicht zu schwenken
- Durch Zusammenführen (Pinch) oder Spreizen der Finger können Sie die Skala ändern oder in horizontaler oder vertikaler Richtung vergrößern/verkleinern
- Ziehen Sie Elemente in den Papierkorb, oder ziehen Sie sie vom Rand des Bildschirms, um sie zu löschen
- Wischen Sie von rechts über den Bildschirm, um die Ergebnisleiste einzublenden, oder von oben nach unten, um die Menüs oben links auf dem Bildschirm anzuzeigen

Das vordere Bedienfeld enthält vertraute Drehknöpfe und Tasten, um Einstellungen vorzunehmen. Außerdem lässt sich als dritte Interaktionsmethode eine Maus oder Tastatur anschließen.



Das kapazitive Touch-Display können Sie genauso bedienen, wie Sie es von Ihrem Smartphone oder Tablet gewohnt sind.

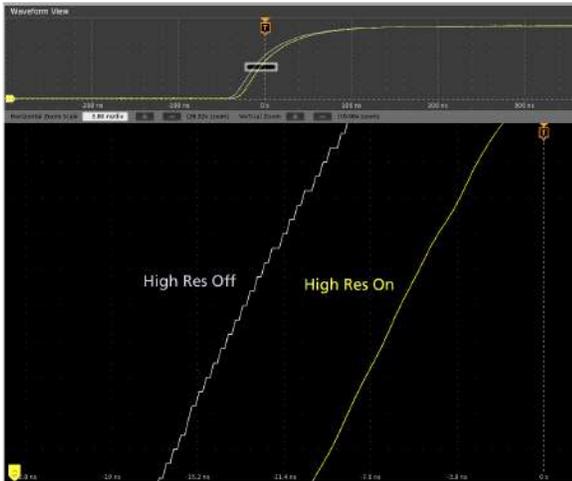
Variable Schriftgröße

In der Vergangenheit wurden Oszilloskop-Benutzeroberflächen mit festen Schriftgrößen entwickelt, um die Anzeige von Signalkurven und Messwerten zu optimieren. Diese Lösung ist völlig in Ordnung, wenn allen Benutzern die Ansichtseinstellungen egal sind, das ist jedoch nicht der Fall. Tektronix hat erkannt, dass die Benutzer viel Zeit damit

verbringen, auf Bildschirme zu starren. Das MSO Serie 4 B bietet eine Benutzereinstellung für variable Schriftgrößen; Skalierung bis zu 12 Punkt oder bis zu 20 Punkt. Wenn Sie die Schriftgröße anpassen, wird die Benutzeroberfläche dynamisch skaliert, sodass Sie problemlos die beste Größe für Ihre Anwendung auswählen können.



Ein Vergleich zeigt, wie die Benutzeroberfläche bei einer Änderung der Schriftgröße skaliert wird.



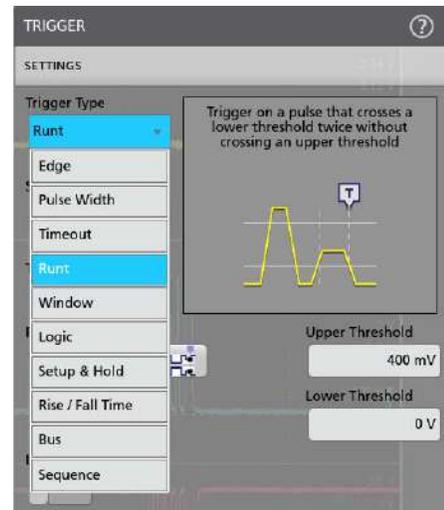
Der 12-Bit-ADC ermöglicht zusammen mit dem neuen Hi-Res-Modus die branchenführende vertikale Auflösung.

Triggerung

Das Erkennen eines Gerätefehlers ist nur der erste Schritt. Zur Ursachenermittlung muss anschließend das Ereignis erfasst werden. Das MSO Serie 4 B bietet einen vollständigen Satz erweiterter Trigger, darunter:

- Runt
- Logik
- Impulsbreite
- Fenster
- Zeitüberschreitung
- Anstiegs-/Abfallzeit
- Setup- und Hold-Verletzung
- Serielles Paket
- Parallele Daten
- Sequenz
- Video
- Visueller Trigger
- HF-über-Zeit (optional)

Bei einer Speichertiefe von bis zu 62,5 MPunkten lassen sich viele Ereignisse, ja sogar Tausende von seriellen Paketen, in einem einzigen Vorgang erfassen. Gleichzeitig wird dabei die für die vergrößerte Darstellung von speziellen Signaldetails und die zuverlässige Aufzeichnung von Messungen erforderliche hohe Auflösung beibehalten.

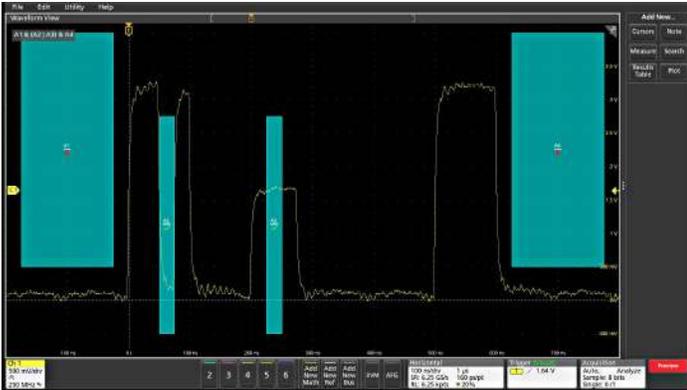


Dank zahlreicher verschiedener Triggerarten und der kontextabhängigen Hilfe im Triggermenü ist es so einfach wie nie zuvor, ein bestimmtes Signal zu untersuchen.

Visueller Trigger – schnelles Auffinden des zu untersuchenden Signals

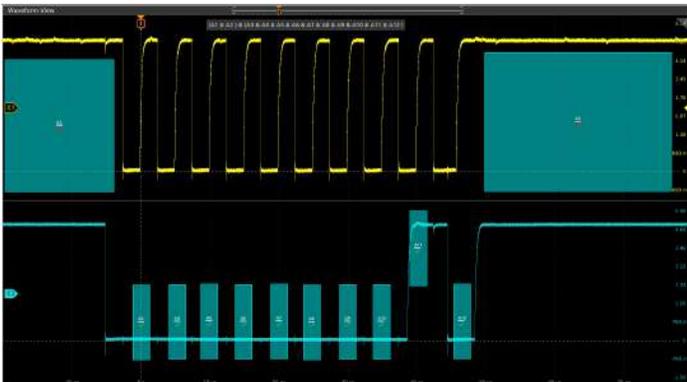
Um den richtigen Zyklus eines komplexen Busses zu finden, kann stundenlanges Sammeln und Durchsuchen vieler tausender Erfassungen nach dem zu untersuchenden Ereignis erforderlich sein. Durch die Definition eines Triggers, der das gewünschte Ereignis isoliert, wird der Fehlerbeseitigungs- und Analyseprozess beschleunigt.

Die visuelle Triggerung erweitert die Triggerfähigkeiten des Geräts, indem alle Signalerfassungen abgetastet und mit Bereichen auf dem Bildschirm (geometrischen Formen) verglichen werden. Unter Verwendung einer Maus oder eines Touchscreens sowie verschiedener Formen (Dreiecke, Rechtecke, Sechsecke oder Trapezoide) können sie eine unbegrenzte Anzahl von Bereichen erstellen, mit denen das gewünschte Triggerverhalten spezifiziert werden kann. Nach ihrer Erstellung können die Formen interaktiv bearbeitet werden, um benutzerdefinierten Formen und ideale Triggerbedingungen zu erzeugen. Sobald mehrere Bereiche definiert sind, kann eine boolesche Logikgleichung verwendet werden, um komplexe Triggerbedingungen mithilfe von Bearbeitungsfunktionen auf dem Bildschirm festzulegen.



Visuelle Triggerbereiche grenzen ein zu untersuchendes Ereignis ein. Dies spart Zeit, indem nur die Ereignisse erfasst werden, die Sie sehen möchten.

Durch Triggern nur auf die wichtigsten Signalereignisse kann der visuelle Trigger das stundenlange Erfassen und manuelle Durchsuchen von Erfassungen überflüssig machen. Sie können die kritischen Ereignisse innerhalb von Sekunden oder Minuten finden und den Fehlerbeseitigungs- und Analyseprozess zu Ende führen. Visueller Trigger funktioniert sogar kanalübergreifend und ist damit auch für komplexe Systemfehlerbehebungs- und Debug-Aufgaben geeignet.



Mehrkanal-Triggerung. Visuelle Triggerbereiche können mit Ereignissen verknüpft werden, die sich über mehrere Kanäle erstrecken, wie z. B. die Triggerung bei einer bestimmten Burst-Breite auf Kanal 1 und einem bestimmten Bitmuster auf Kanal 2.

Genau und schnelle Tastköpfe

Die passiven Spannungstastköpfe der TPP-Serie verfügen über alle Vorteile von Mehrzweck-Tastköpfen, wie einen großen dynamischen Bereich, flexible Anschlussoptionen und eine robuste mechanische Bauweise, und bieten gleichzeitig die Leistung von aktiven Tastköpfen. Dank der analogen Bandbreite von bis zu 1 GHz können Sie in Ihren Signalen Hochfrequenzkomponenten erkennen. Die besonders niedrige kapazitive Last von 3,9 pF minimiert nachteilige Auswirkungen auf die Schaltkreise und nimmt längere Erdungsleiter nicht übel.

Eine Version der TPP-Tastköpfe mit geringer 2-fach-Dämpfung für Kleinspannungsmessungen ist optional erhältlich. Im Gegensatz zu anderen passiven Tastköpfen mit geringer Dämpfung besitzt der TPP0502 eine hohe Bandbreite (500 MHz) sowie eine niedrige kapazitive Last (12,7 pF).



Das Gerät umfasst standardmäßig einen Tastkopf pro Kanal (TPP0250 für 200-MHz-Modelle, TPP0500B für 350-MHz- und 500-MHz-Modelle, TPP1000 für 1-GHz- und 1,5-GHz-Modelle).

TekVPI-Tastkopfschnittstelle

Die TekVPI[®]-Tastkopfschnittstelle setzt neue Standards für die Bedienerfreundlichkeit bei Messungen mit Tastköpfen. Neben dem sicheren zuverlässigen Anschluss, den die Schnittstelle bietet, umfassen viele TekVPI-Tastköpfe Statusanzeigen und Bedienelemente sowie eine Taste für das Tastkopfmenü direkt auf dem Kompensationsmodul. Über diese Taste lässt sich auf dem Oszilloskop-Display ein Tastkopfmenü mit allen wichtigen Einstellungen und Bedienelementen für diesen Tastkopf aufrufen. Die TekVPI-Schnittstelle ermöglicht den direkten Anschluss von Stromtastköpfen, ohne dass ein separates Netzteil erforderlich ist. TekVPI-Tastköpfe können über USB oder LAN ferngesteuert werden und ermöglichen dadurch noch flexiblere Lösungen in ATE-Umgebungen. Das MSO Serie 4 B liefert bis zu 80 W Leistung an die Anschlüsse auf der Vorderseite. Dies ist ausreichend, um alle angeschlossenen TekVPI-Tastköpfe ohne zusätzliche Tastkopfstromversorgung mit Strom zu versorgen.

IsoVu™-Messsystem mit galvanischer Trennung

Ob Sie einen Wechselrichter entwickeln, eine Stromversorgung optimieren, Kommunikationsverbindungen prüfen, über einen Nebenschlusswiderstand messen, EMI- oder ESD-Fehler beseitigen oder Erdschleifen in Ihrem Testaufbau beseitigen – Gleichtaktstörungen haben zur Folge, dass Ingenieure „blind“ konstruieren, Fehlerbehebungen durchführen, bewerten und optimieren müssen. Das ändert sich jetzt.

Die revolutionäre IsoVu-Technologie von Tektronix verwendet optische Kommunikation und Power-over-fiber für eine vollständige galvanische Entkopplung. In Kombination mit dem MSO Serie 4 B, das mit einer TekVPI-Schnittstelle ausgestattet ist, ist es das erste und einzige Messsystem, das hohe Bandbreiten, symmetrische Signale und das Vorhandensein von großen Gleichtaktspannungen verarbeiten kann mit:

- Vollständiger galvanischer Entkopplung
- Bis zu 1 GHz Bandbreite
- 1 Million zu 1 (120 dB) Gleichtaktunterdrückung bei 100 MHz
- 10.000 bis 1 (80 dB) der Gleichtaktunterdrückung bei voller Bandbreite
- Bis zu 2.500 V differentieller Dynamikbereich
- 60 kV Gleichtaktspannungsbereich



Das IsoVu™-Messsystem der TIVP-Serie von Tektronix bietet eine galvanisch getrennte Messlösung für eine genaue Auflösung der Differenzialsignale bis zu 2.500 Vpk mit hoher Bandbreite bei hohen Gleichtaktspannungen mit dem besten Gleichtaktunterdrückungsverhältnis über die gesamte Bandbreite.

Umfassende Analyse für schnelle Einblicke

Ausgangssignalanalyse

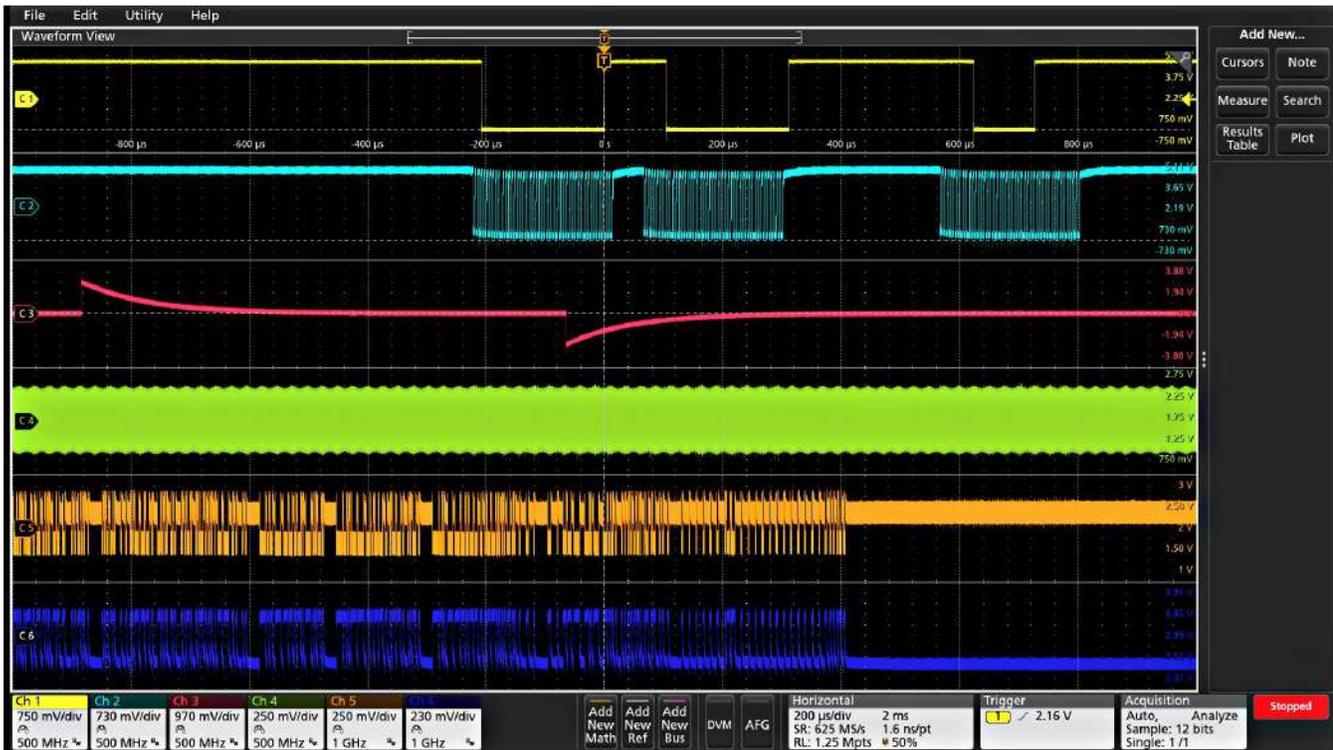
Um zu überprüfen, ob die Leistung Ihres Prototyps den Simulationen entspricht und die Ziele des Projektdesigns erfüllt, ist eine sorgfältige Analyse erforderlich. Diese reicht von einfachen Überprüfungen der Anstiegszeiten und Impulsbreiten bis zur anspruchsvollen Leistungsverlustanalyse, Charakterisierung des Systemtakts und Untersuchung von Rauschquellen.

Das MSO Serie 4 B bietet einen umfassenden Satz von Standardanalysewerkzeugen einschließlich:

- Signal- und bildschirmbasierte Cursor
- 36 automatisierte Messungen. Die Messergebnisse enthalten alle Instanzen in der Aufzeichnung, die Möglichkeit, von einem Vorkommen zum nächsten zu navigieren und die sofortige Anzeige der in der Aufzeichnung gefundenen Mindest- oder Höchstwerte
- Ausgangssignal-Mathematik

- Grundlegende FFT-Analyse
- Erweiterte Signalmathematik einschließlich der Bearbeitung von Arbiträrgleichungen mit Filtern und Variablen
- Spektrumansicht-Frequenzdomänenanalyse mit unabhängiger Regelung für Zeit- und Frequenzbereiche
- Der segmentierte Speichermodus von FastFrame™ ermöglicht die effiziente Nutzung des Erfassungsspeichers des Oszilloskops, indem zahlreiche Triggerereignisse in einem einzigen Datensatz erfasst werden, während die großen Zeitlücken zwischen relevanten Ereignissen vermieden werden. Die Segmente können einzeln oder als Overlay angezeigt und gemessen werden.

Standardmäßige Amplituden- und Zeitmessungen kommentieren die Signaldarstellung mit visuellen Balken und Markierungen, um relative Informationen anzuzeigen. Messerggebnistabellen bieten umfassende statistische Ansichten von Messergebnissen mit Statistiken sowohl für die aktuelle Erfassung als auch für alle Erfassungen.



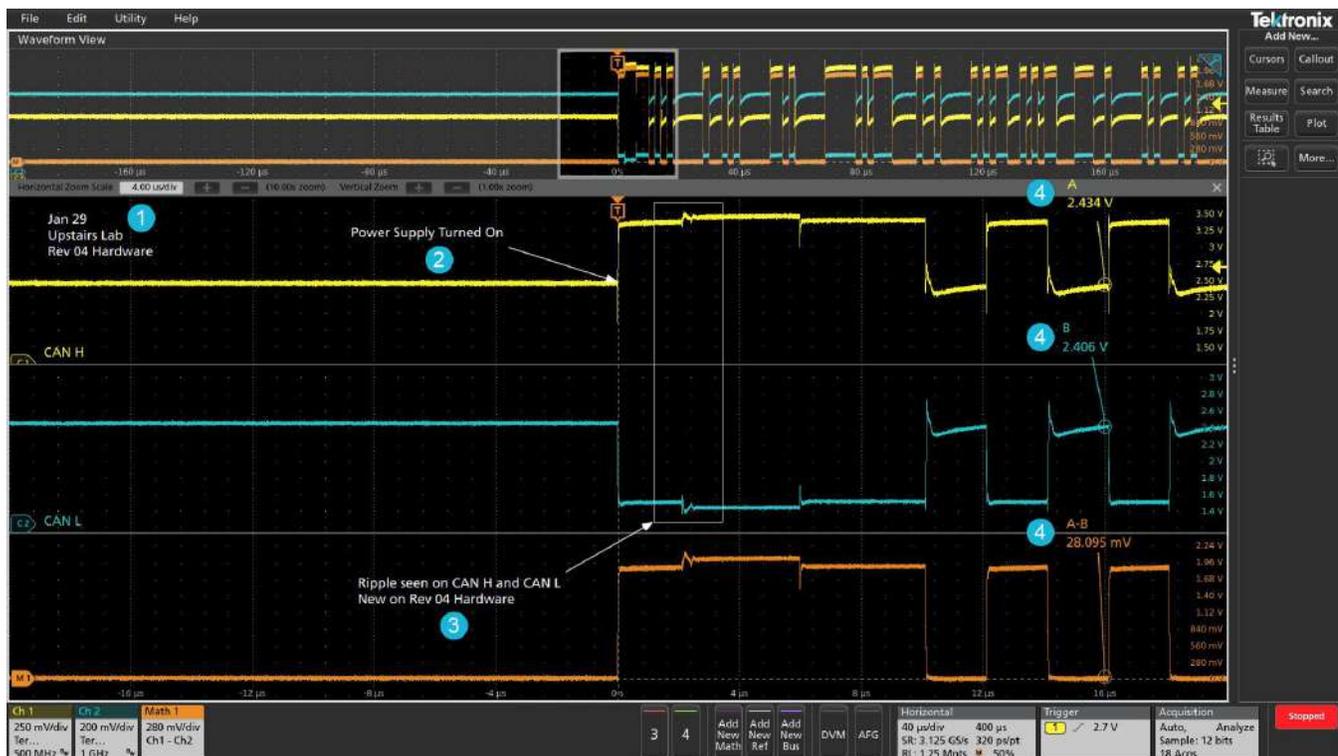
Nutzung mehrerer Kanäle zur Visualisierung mehrerer Takt- und Datenleitungen.

Callouts

- Anmerkung:** Schreiben und Positionieren eines Textfelds auf dem Bildschirm.
- Pfeil:** Schreiben und Positionieren eines Textfelds, dann einen Pfeil zu einer bestimmten Position auf dem Bildschirm hinzufügen.
- Rechteck:** Schreiben von Text und Rahmung eines bestimmten Bereichs auf dem Bildschirm, der durch ein Rechteck mit veränderbarer Größe angezeigt wird.
- Lesezeichen:** Erstellen einer dynamischen Sichtanzeige zu einer bestimmten Zeit, die für einen Triggerpunkt relevant ist. Zu dieser Sichtanzeige gehören Text, Größe des Signals, Signaleinheiten

sowie eine Linie und ein Ziel, die den Bezugspunkt des Lesezeichens anzeigen.

Die Dokumentation von Testergebnissen und -methoden ist wichtig, wenn Daten für ein Team freigegeben, Messungen zu einem späteren Zeitpunkt neu erstellt oder Kundenberichte bereitgestellt werden. Mit ein paar Fingertipps auf dem Bildschirm können Sie so viele benutzerdefinierte Callouts erstellen, wie Sie benötigen, um die spezifischen Details Ihrer Messergebnisse zu dokumentieren. Bei jedem Callout können Sie Text, Position, Farbe, Schriftgröße und Schriftart anpassen.



Einfach zu verwendende Callouts (Anmerkung, Pfeil, Rechteck, Lesezeichen), die genaue Einzelheiten dieses Prüfaufbaus und die entsprechenden Ergebnisse angeben.

Navigation und Suche

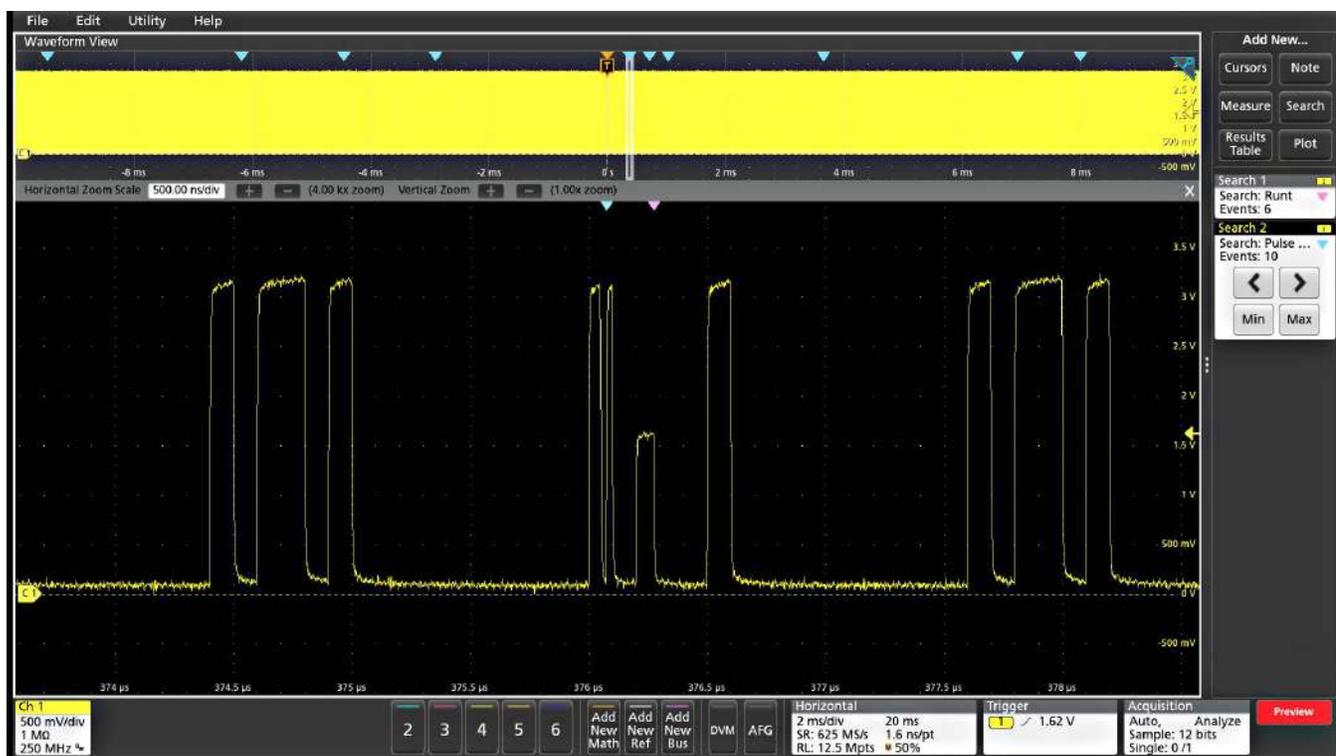
Die Suche nach einem bestimmten Ereignis in einem großen Signaldatensatz kann ohne die richtigen Suchwerkzeuge sehr zeitaufwendig sein. Bei den derzeitigen Speichertiefen von vielen Millionen Datenpunkten kann das bedeuten, dass Sie bei der Suche nach einem bestimmten Ereignis tatsächlich Tausende von Bildschirmhalten mit Signalaktivität durchsuchen müssen.

Mit dem innovativen Wave Inspector®-Bedienkonzept bietet das MSO Serie 4 B die branchenweit umfassendsten Such- und Navigationsmöglichkeiten für Signalformen. Diese Bedienelemente ermöglichen schnelleres Zoomen und Scrollen durch den Signalspeicher. Mit dem einzigartigen Force-Feedback-System gelangen Sie innerhalb weniger Sekunden von einem Ende der Aufzeichnung zum anderen. Oder verwenden Sie intuitive Gesten wie Ziehen und Zusammenführen/Spreizen auf dem Display, um

interessante Bereiche in einer langen Aufzeichnung genauer zu untersuchen.

Mit der Suchfunktion lassen sich große Erfassungsmengen automatisch nach benutzerdefinierten Ereignissen durchsuchen. Jedes Auftreten eines Ereignisses wird durch Suchmarkierungen hervorgehoben und kann mithilfe der Tasten Rückwärts (←) und Vorwärts (→) auf dem vorderen Bedienfeld oder über das Such-Symbol auf dem Display einfach angesteuert werden. Zu den Suchtypen gehören Flanke, Impulsbreite, Timeout, Runt, Fenster, Logik, Setup und Hold, Anstiegs-/ Abfallzeit und Paketinhalte paralleler/serieller Busse. Sie können beliebig viele Suchvorgänge definieren.

Mit den Tasten „Min“ und „Max“ im Suchsymbol können Sie schnell zu den niedrigsten und höchsten Werten in den Suchergebnissen navigieren.



Zuvor hat FastAcq das Vorhandensein eines Runt-Impulses in einem digitalen Datenstream aufgezeigt, das eine weitere Untersuchung erfordert. In dieser Erfassung zeigt Suche 1, dass es sechs Runt-Impulse in der Erfassung gibt.

Masken- und Grenzwerttests (optional)

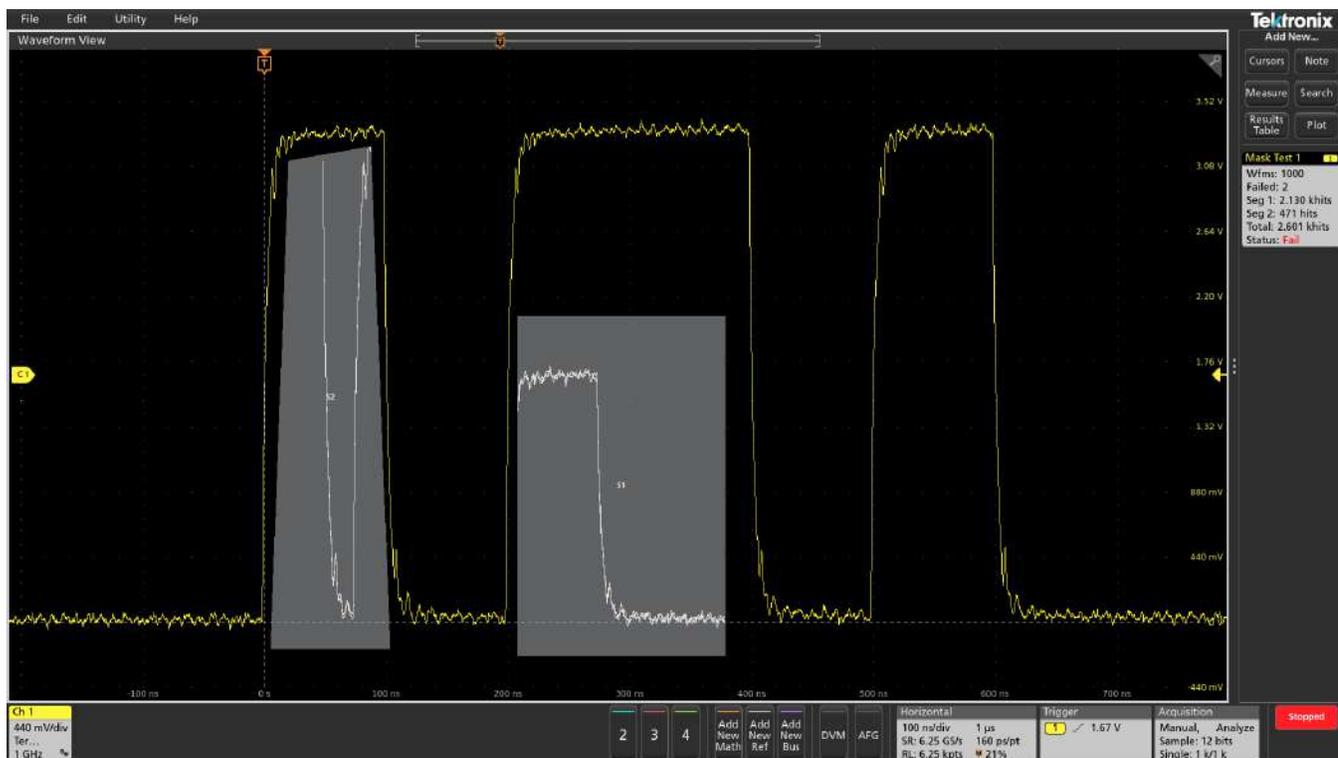
Unabhängig davon, ob Sie sich auf die Signalintegrität konzentrieren oder Pass/Fail-Bedingungen für die Produktion festlegen wollen, ist der Maskentest ein effizientes Werkzeug zur Charakterisierung des Verhaltens bestimmter Signale in einem System. Erstellen Sie schnell benutzerdefinierte Masken, indem Sie Maskensegmente auf dem Bildschirm zeichnen. Passen Sie einen Test an Ihre spezifischen Anforderungen an, und legen Sie Maßnahmen fest, die ergriffen werden sollen, wenn ein Maskentreffer registriert wird oder wenn ein kompletter Test bestanden oder fehlgeschlagen ist.

Grenzwertprüfungen sind eine aufschlussreiche Methode zur Überwachung des Langzeitverhaltens von Signalen, die Ihnen dabei hilft, ein neues Design zu charakterisieren oder die Leistung der Hardware während der Prüfungen an der Produktionslinie zu

bestätigen. Bei der Grenzwertprüfung wird Ihr Echtzeitsignal mit einer bekannten guten oder idealen Version desselben Signals verglichen unter Beachtung von benutzerdefinierten vertikalen und horizontalen Toleranzen.

Sie können einen Masken- oder Grenzwerttest einfach nach Ihren speziellen Anforderungen erstellen:

- Definieren Sie dazu die Testdauer durch die Anzahl von Signalen
- Legen Sie einen Verletzungsschwellenwert fest, ab dem der Test als nicht bestanden gilt
- Zählen Sie Verletzungen/Fehler und erstellen Sie statistische Informationsberichte
- Legen Sie Aktionen fest, die bei Verletzungen, Testfehlern und bei abgeschlossenem Test durchgeführt werden sollen



Benutzerdefinierte Maske mit mehreren Segmenten, die das Vorhandensein von Signalstörungen und Runt-Impulsen in einem Signal erfasst.

Protokolldecodierung und -analyse (optional)

Bei der Fehlerbereinigung kann es von großem Wert sein, den Aktivitätsfluss durch ein System zu verfolgen, indem der Datenverkehr an einem oder mehreren seriellen Bussen beobachtet wird. Es kann mehrere Minuten dauern, ein einzelnes serielles Paket manuell zu dekodieren, ganz zu schweigen von den Tausenden von Paketen, die es in einer langen Erfassung geben kann.

Und wenn Sie schon wissen, dass das Ereignis, das Sie erfassen möchten, auftritt, wenn ein bestimmter Befehl über einen seriellen Bus gesendet wird – wäre es nicht praktisch, wenn Sie auf dieses Ereignis triggern könnten? Leider ist das nicht so einfach wie die Spezifizierung eines Triggers für Signalfanken oder Pulsbreiten.



Triggern an einem seriellen CAN-Bus. Ein Bussignal umfasst den zeitkorrelierten decodierten Paketinhalt, einschließlich Beginn, Arbitration, Steuerung, Daten, CRC und ASK, während die Bus-Decodiertabelle alle Paketinhalte aus der gesamten Erfassung angibt.

Das MSO Serie 4 B bietet ein robustes Instrumentarium für die Arbeit mit den gängigsten seriellen Bussen, die im Embedded Design vorkommen, einschließlich I²C, SPI, eSPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, SMBus, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, PSI5, CXPI, USB LS/FS/HS, eUSB2.0, Ethernet 10/100, EtherCAT, Audio (I2S/LJ/RJ/TDM), MIL-STD-1553, ARINC 429, Spacewire, NRZ, Manchester, SVID, SDLC, 1-Wire, MDIO und NFC.

Die Protokollsuche ermöglicht Ihnen, eine lange Erfassung serieller Pakete zu durchsuchen, um diejenigen zu finden, die den angegebenen Paketinhalt enthalten. Jedes Auftreten wird durch eine Suchmarkierung hervorgehoben. Schnelles Navigieren zwischen den Markierungen ist einfach durch Drücken der Tasten Zurück (←) und Weiter (→) auf dem vorderen Bedienfeld oder über das Suchsymbol in der Ergebnisleiste möglich.

Die für serielle Busse beschriebenen Werkzeuge eignen sich auch für parallele Busse. Parallele Busse werden im Gerät standardmäßig unterstützt. Parallele Busse können bis zu 48 Bit breit sein und eine Kombination aus analogen und digitalen Kanälen enthalten.

- Mit der seriellen Protokoll-Triggern können Sie auf bestimmte Paketinhalte triggern, darunter Paketanfang, bestimmte Adresse, bestimmte Dateninhalte, eindeutige Kennzeichner und Fehler.
- Bussignale bieten auf höherer Ebene eine kombinierte Anzeige der einzelnen Signale (Taktsignal, Daten, Chipaktivierung usw.), aus denen der Bus besteht, und erleichtert es Ihnen, Anfang und Ende von Paketen sowie Unterpaketkomponenten wie Adresse, Daten, Kennung, CRC usw. zu erkennen.
- Das Bussignal ist zeitkorreliert mit allen anderen angezeigten Signalen, sodass es ganz einfach ist, die Timing-Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilen des getesteten Systems zu messen.
- Bus-Decodiertabellen bieten eine Tabellenansicht aller decodierten Pakete in einer Erfassung, ganz ähnlich wie in einer Softwareauflistung. Die Pakete sind mit Zeitmarken versehen und werden nacheinander mit Spalten für die einzelnen Komponenten (Adresse, Daten usw.) aufgeführt.

NFC-Decodierung und Analyse (optional)

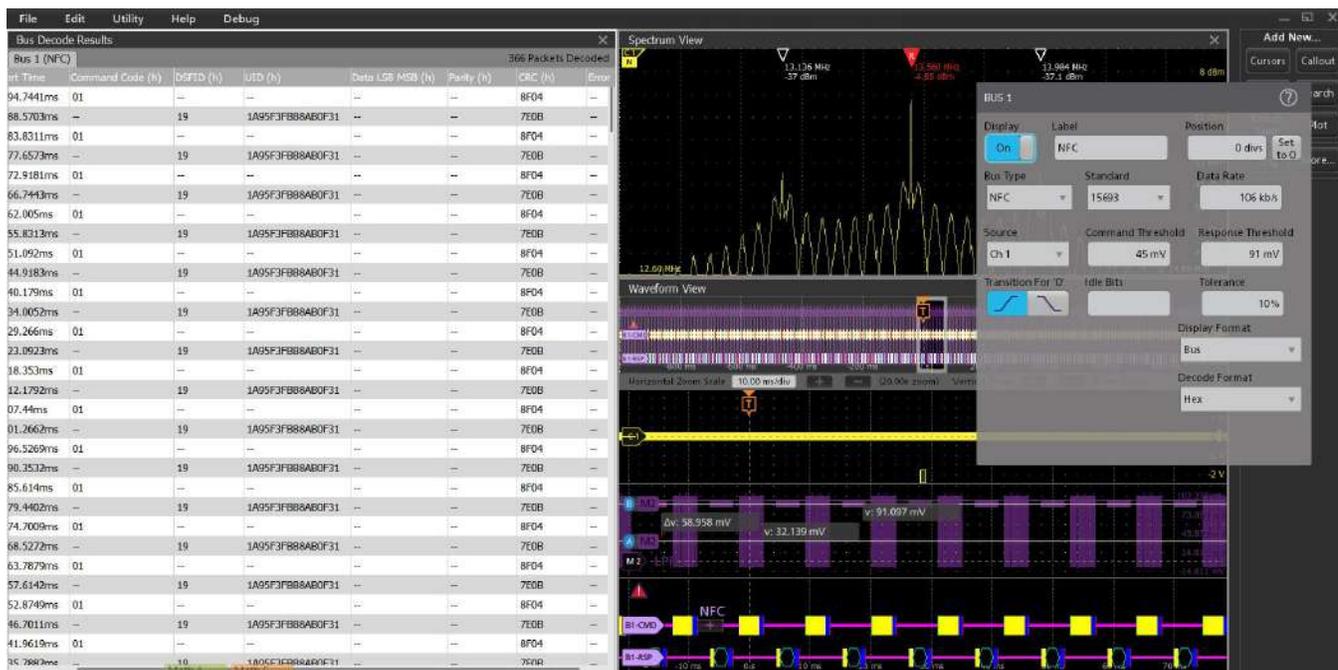
Die Bewertung der Leistungsspannen von NFC-Designs ist oft schwierig, da das Ergebnis auf Protokollebene nicht bis auf die parametrische Signalebene zurückverfolgt werden kann. Dies bedeutet, dass marginale Durchgänge zu Fehlern in späteren Phasen des Testablaufs führen können. Dies gilt insbesondere, wenn Designs anfällig für Störungen und Probleme mit der Signalintegrität sind, die durch Kompromisse beim Design oder benachbarte Elektronik verursacht werden, und dann eine zeitraubende Fehlersuche auf mehreren Geräten wie Protokollanalytoren und HF-Signalanalytoren erfordern.

Die Option zur Decodierung und Suche des NFC-Protokolls beim MSO Serie 4 B bietet dem Anwender die Möglichkeit, die Transaktion der NFC-Verbindung anzuzeigen und das Ergebnis durch jeden Schritt der Signalmanipulation im Standard zu verfolgen, von der Protokollebene bis hinunter zur grundlegenden Signalebene, um so einen genauen Einblick in die Leistung Ihres NFC-Chips, -Tags, -Lesers oder -Mobilgeräts zu erhalten.

NFC-Transaktionen können lang sein. Die Software-Option nutzt die Daten des für Spektrumansicht verwendeten Hardware-DDCs. Es ermöglicht eine Komprimierung der Abtastrate, wodurch Transferzeit und Speicherplatz eingespart werden und Signaldaten im Bereich von 100 Millisekunden oder sogar Sekunden erfasst und analysiert werden können.

Da außerdem nicht immer E/A-Signale zur Verfügung stehen, die am Prüfling abgetastet und getriggert werden können, ist auch das Triggern auf der HF-Hüllkurve selbst eine Herausforderung, wenn man den kleinen Modulationsindex von NFC bedenkt. Mit Spektrumansicht können Sie auf der 13,56-MHz-Hüllkurve triggern, indem Sie HF-Zeit-Messkurven und -Trigger verwenden, was ebenfalls einzigartig bei Messgeräten ist.

Diese Fähigkeit vereinfacht die Design-Validierung im Vorfeld und bietet außerdem ein leistungsfähiges Debugging-Werkzeug in einem einzigen Gerät, wenn Fehler auftreten.



Mit der NFC-Softwareoption können Sie den digitalen NFC-Bitstrom decodieren und durchsuchen, um NFC-Analog-RF- und digitale Pre-Conformance-Tests, Debugging und Fehlerbehebung mit einem einzigen Gerät durchzuführen.

Spektrumansicht

Es ist oftmals einfacher, ein Problem zu beheben, indem man sich ein oder mehrere Signale im Frequenzbereich ansieht. Oszilloskope verfügen bereits seit Jahrzehnten über mathematikbasierte FFTs, um dieses Problem zu bewältigen. FFTs sind jedoch bekanntermaßen aus zwei Gründen schwer einzusetzen.

Wenn Sie eine Frequenzbereichsanalyse durchführen, denken Sie zunächst an Regelelemente wie Mittenfrequenz, Spanne und Auflösungsbandbreite (RBW), wie sie normalerweise bei einem Spektrumanalysator zu finden sind. Aber dann verwenden Sie eine FFT, bei der Sie auf traditionelle Oszilloskop-Regelelemente wie Abtastrate, Speichertiefe und Zeit/Div angewiesen sind und alles im Kopf übersetzen müssen, um die gewünschte Ansicht im Frequenzbereich zu erhalten.

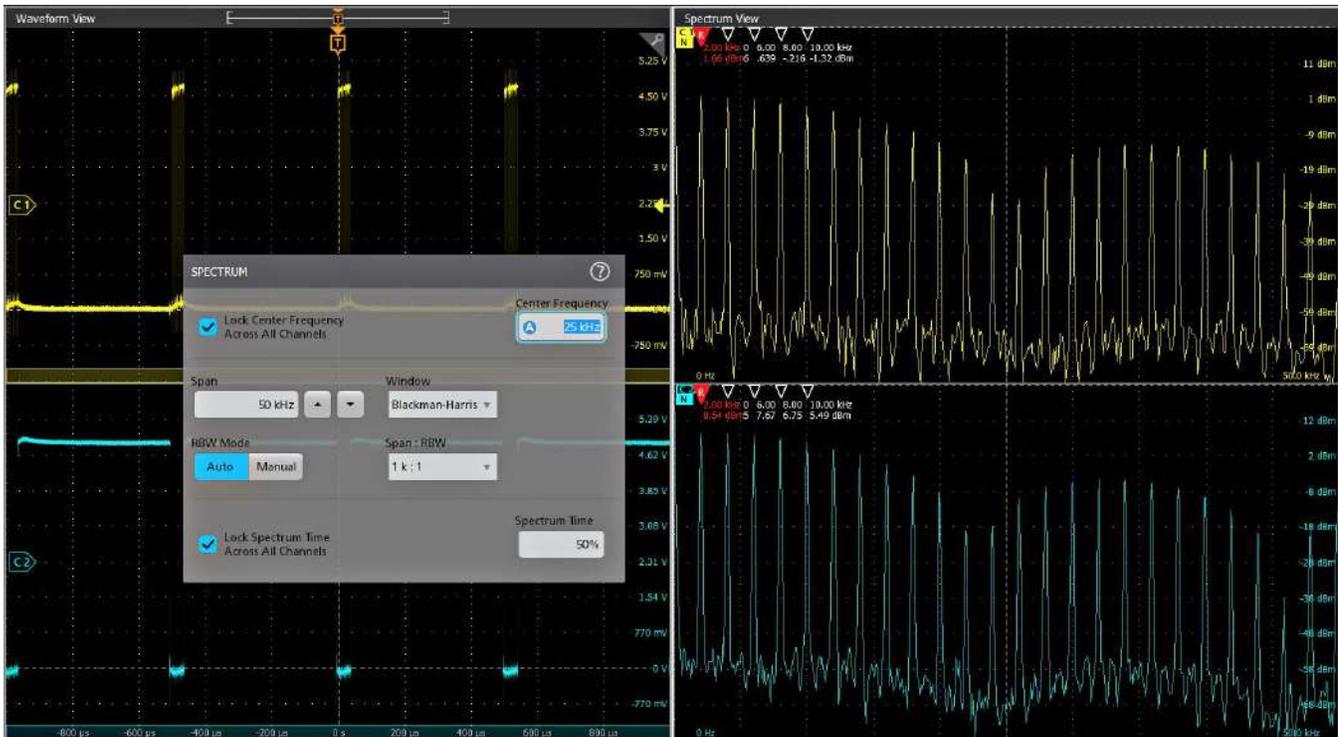
Zweitens verfügen FFTs über das gleiche Erfassungssystem, das auch die analoge Zeitbereichsansicht bereitstellt. Wenn Sie die Erfassungseinstellungen für die analoge Ansicht optimieren, sieht Ihre Frequenzbereichsansicht nicht so aus, wie Sie sich das vorstellen. Wenn Sie die Frequenzbereichsansicht so gestalten, wie Sie das möchten, sieht Ihre analoge Ansicht nicht so aus, wie Sie das möchten. Mit mathematikbasierten FFTs ist es nahezu unmöglich, optimierte Ansichten von beiden Domänen zu erhalten.

Durch eine Spektrumansicht ändert sich das jedoch. Die patentierte Technologie von Tektronix bietet einen Dezimator für den Zeitbereich und einen digitalen Abwärtswandler (DDC) für den Frequenzbereich

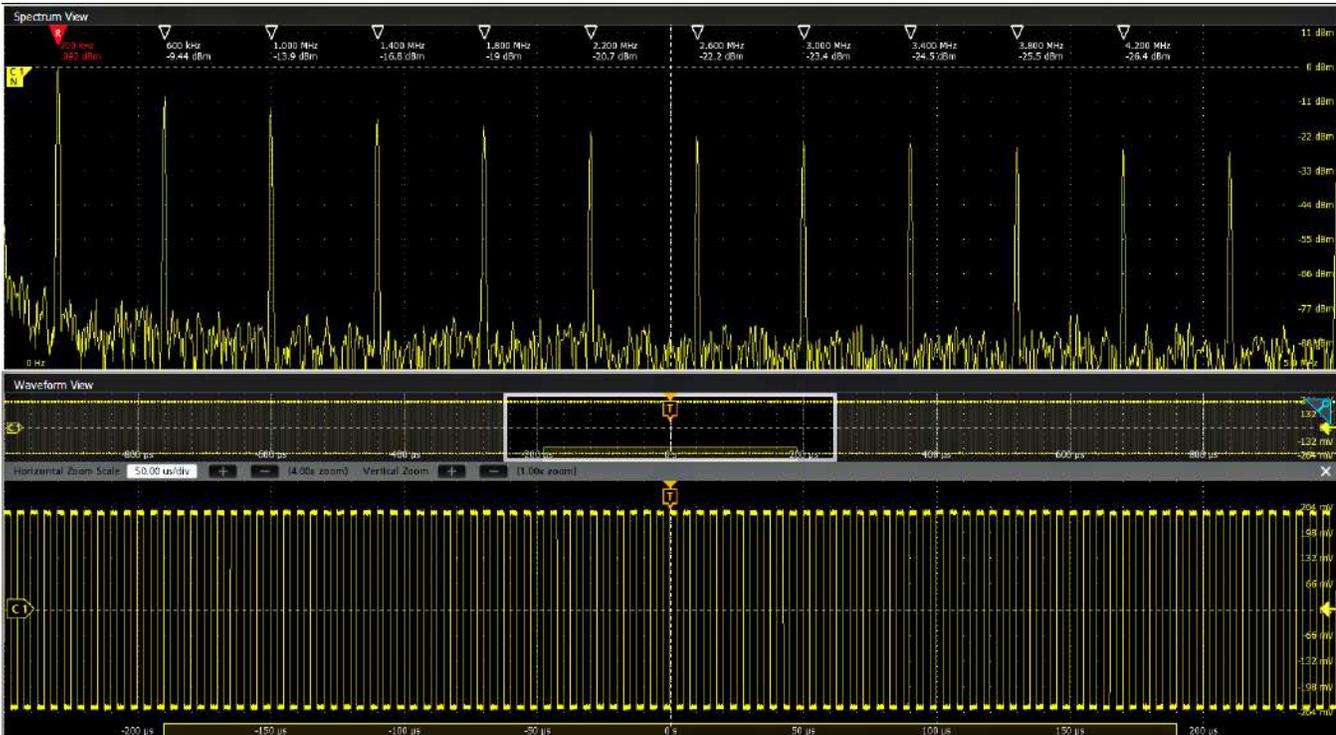
hinter jedem FlexChannel. Dank den beiden unterschiedlichen Erfassungswegen können Sie Zeit- und Frequenzbereichsansichten des Eingangssignals mit unabhängigen Erfassungseinstellungen für jede Domäne untersuchen. Andere Hersteller bieten verschiedene „Spektralanalyse“-Pakete an, die einfach zu bedienen scheinen, sie unterliegen jedoch alle den vorstehend genannten Einschränkungen. Nur die Spektrumansicht bietet beides, einen außergewöhnlichen Bedienkomfort und die Funktion, optimale Ansichten in beiden Bereichen gleichzeitig zu erreichen.

Für die Durchführung von HF-Messungen, wie z. B. HF-Kanalleistung (CHP), Nachbarkanalleistungsverhältnis (ACPR) und belegte Bandbreite (OBW), war bisher ein spezieller Spektrum- oder Signalanalysator oder eine Spektrumanalysator-Software erforderlich. Diese zusätzliche Hardware oder Software führt zu mehr Komplexität und höheren Kosten. Die standardmäßig mit Spektrumansicht verfügbare integrierte HF-Messung auf jedem Kanal spart dem Benutzer Zeit, Platz und Kosten, da er die CHP-, ACPR- und OBW-Werte von HF-Sendern direkt auf dem Oszilloskop überprüfen kann.

Darüber hinaus reduziert der DDC die erforderliche Abtastrate zur Auflösung eines Signals im Vergleich zu einer herkömmlichen FFT erheblich, da er eine Funktion des Span und nicht der Mittenfrequenz wird. Dies ermöglicht eine geringere Dateigröße, eine verbesserte Frequenzauflösung und schnellere Aktualisierungsraten des Spektrums, was zu einer reaktionsschnelleren und genaueren Lösung führt, die Spektrumdaten im Bereich von 10 Sekunden erfassen kann.



Die intuitiven Spektrumanalysator-Bedienelemente, wie die Mittenfrequenz, Spanne und Auflösungsbandbreite (RBW), die von den Zeitbereich-Bedienelementen unabhängig sind, bieten eine einfache Einrichtung für die Frequenzbereichsanalyse. Eine Spektrumansicht ist für jeden FlexChannel-Analogeingang verfügbar, sodass eine gemischte Bereichsanalyse mehrerer Kanäle durchgeführt werden kann.



Spektrumzeit blendet den Zeitbereich ein, in dem die FFT berechnet wird. Sie wird in der Zeitbereichsansicht durch ein kleines grafisches Rechteck dargestellt und kann so positioniert werden, dass eine zeitliche Korrelation mit dem Zeitbereichssignal entsteht. Perfekt für die Durchführung einer Mixed-Domain-Analyse. Bis zu 11 automatische Spitzenmarkierungen liefern Frequenz- und Amplitudenwerte für jeden Spitzenwert. Die Referenzmarkierung ist immer der höchste angezeigte Spitzenwert und wird rot angezeigt.

Visualisierung von Änderungen im HF-Signal (optional)

Anhand von HF-Zeitbereichskurven lässt sich die Entwicklung eines zeitverändernden HF-Signals leicht nachverfolgen. Es gibt drei HF-Zeitbereichskurven, die von den zugrundeliegenden I- und Q-Daten der Spektrumansicht abgeleitet sind:

- Größe – Die unmittelbare Größe von Spektrum-über-Zeit.
- Frequenz – Die unmittelbare Frequenz des Spektrums bezüglich der Mittenfrequenz-über-Zeit
- Phase – Die unmittelbare Phase des Spektrums bezüglich der Mittenfrequenz-über-Zeit

Jede dieser Messkurven kann einzeln aktiviert und deaktiviert werden; es können auch alle drei Messkurven gleichzeitig angezeigt werden.

Die Daten werden als In-Phase- und Quadratur-Abtastungen (I&Q) gespeichert, und es wird eine präzise Synchronisation zwischen den Zeitbereichsdaten und den I&Q-Daten aufrechterhalten.

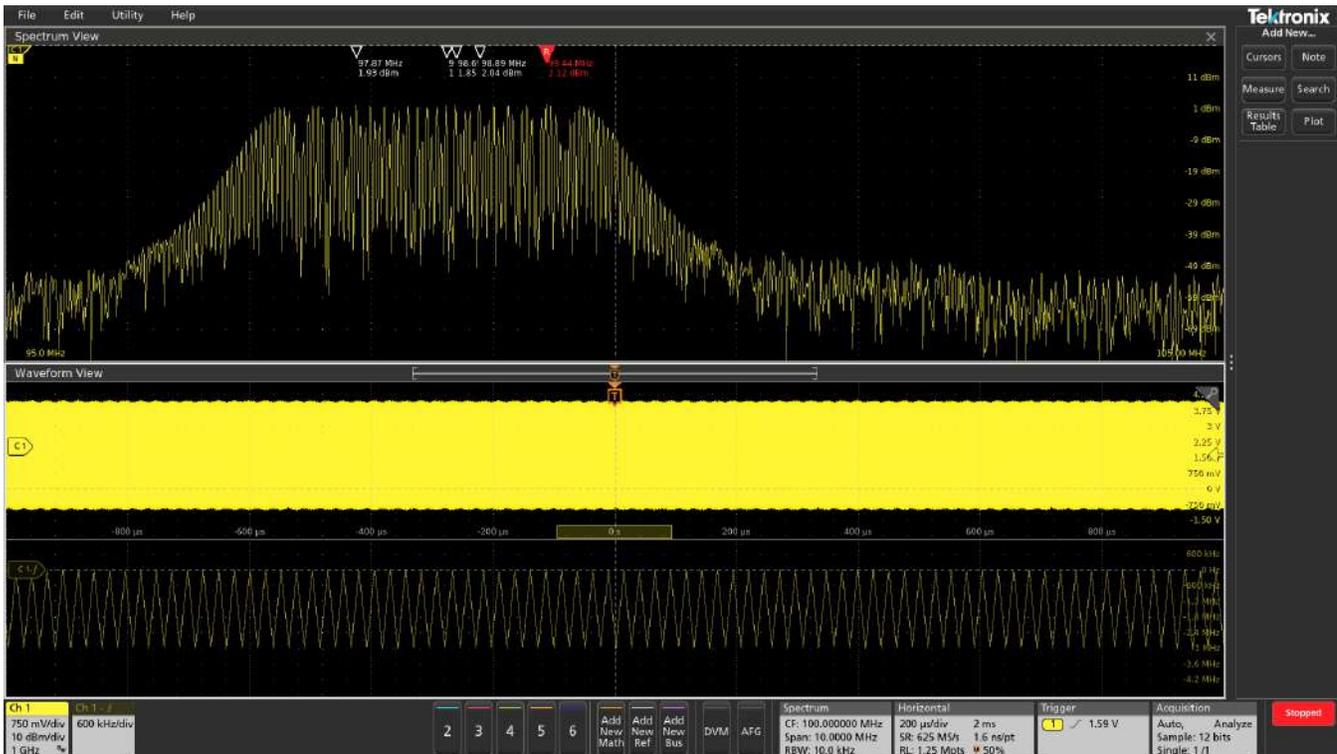
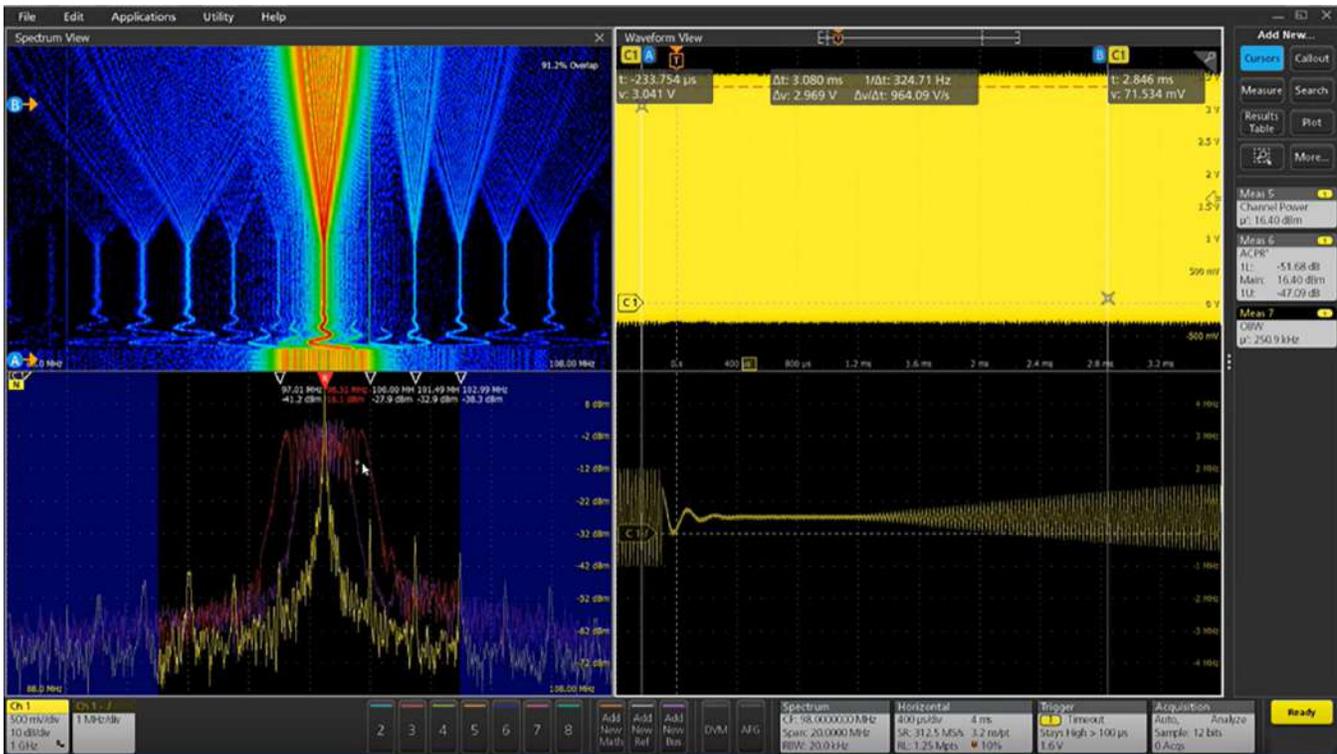
Wenn HF-Zeit-Messkurven aktiviert sind, können IQ-Daten erfasst und in eine Datei exportiert werden, um eine erweiterte Analyse in Anwendungen von Drittanbietern durchzuführen.

Mit der Frequenz auf der x-Achse, der Zeit auf der y-Achse und dem Leistungspegel, der durch Farbabweichungen angezeigt wird, bietet die Spektrogrammanzeige (im Lieferumfang der Option RFVT enthalten) einen besseren Einblick in die Veränderungen der Signalamplitude

und des Frequenzgehalts im Zeitverlauf, sodass Sie sehen können, wo und wann Veränderungen der spektralen Aktivität auftreten. Dies macht es ideal für die Anzeige von Trends in Spektraldaten, z. B. bei der Diagnose von komplexen Störsignalen, Frequenzsprüngen, Mehrkanalsignalen und dynamischen Signalen.

Vorteile des Spektrogramms umfassen:

- Möglichkeit zur sofortigen Anzeige der gesamten Spektrumsaktivität in einem bestimmten Span und einer bestimmten Erfassung, ohne dass eine FFT-Überlappung oder eine Spektrumzeit festgelegt werden muss
- Schneller Vergleich von Spektren zu verschiedenen Zeitpunkten mit zeitkorrelierten Cursors und bis zu drei überlagerten Spektrumstrahlen
- Verkleinern und Vergrößern von untersuchten Spektralaktivitäten mit automatisch optimierter Anzeigeauflösung und FFT-Überlappung
- Einstellen der Farbskalierung von Mittenfrequenz, Span, RBW und Amplitude nach Bedarf, um alle untersuchten Signale anzuzeigen
- Gleichzeitige Anzeige von Trends im mehrkanaligen oder nicht zusammenhängenden Spektrum durch Aktivierung von Spektrogrammen auf jedem verfügbaren Oszilloskopkanal und unabhängige Einstellung von Mittenfrequenz und Amplitudenskalierung



Die untere Messkurve ist die Frequenz-Zeit-Messkurve abgeleitet vom Eingangssignal. Beachten Sie, dass die Spektrumzeit während eines Übergangs von der niedrigsten zur mittleren Frequenz positioniert wird, sodass die Energie über eine Vielzahl von Frequenzen verteilt wird. Die Frequenz-Zeit-Messkurve ermöglicht die einfache Nachverfolgung der verschiedenen Frequenzsprünge. Dadurch wird die Charakterisierung der Frequenzwechsel des Prüflings vereinfacht.

Triggerung auf Änderungen im HF-Signal (optional)

Ob Sie die elektromagnetische Störungsquelle finden oder das Verhalten eines VCO verstehen müssen: Hardware-Trigger für HF-über-Zeit machen Ihnen das Eingrenzen, Erfassen und Verstehen des HF-Signalverfahrens leicht. Trigger auf Signalfanken, Pulsbreiten und Timeout-Verhalten auf HF-Größe-über-Zeit und HF-Frequenz-über-Zeit

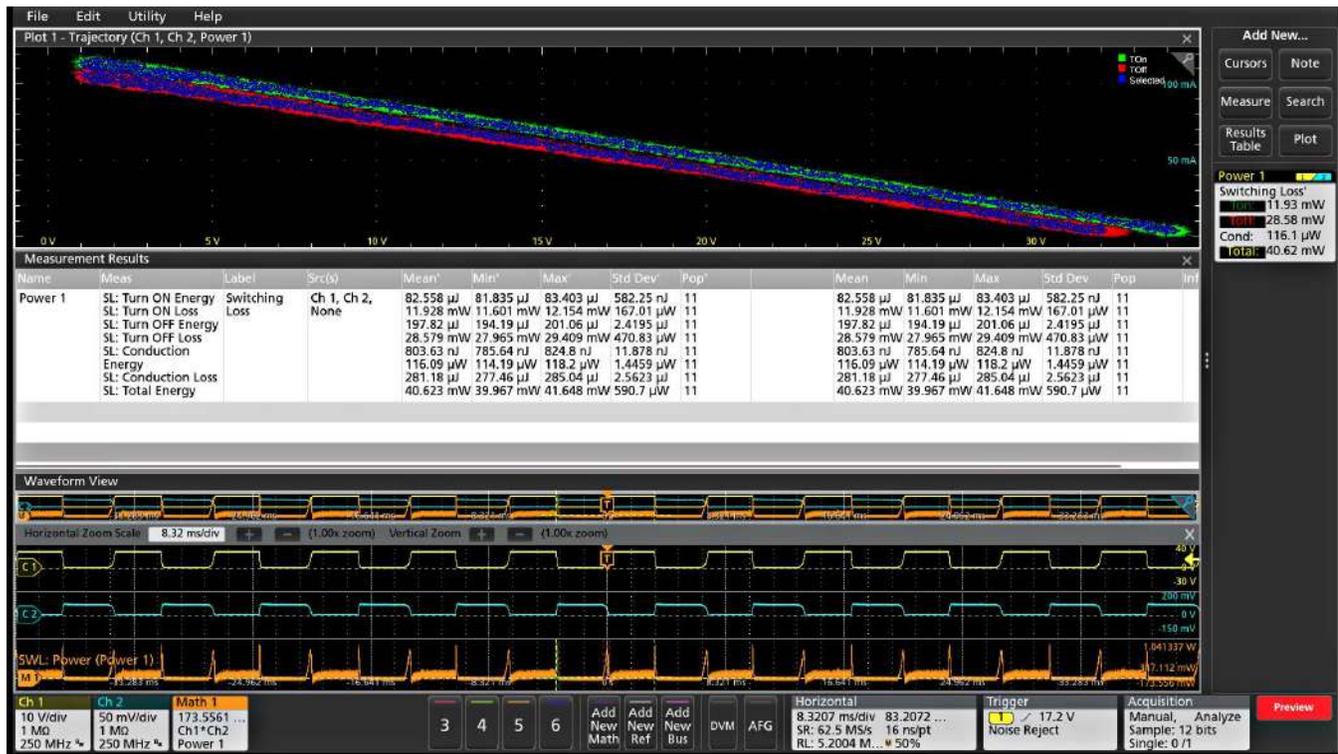
Leistungsanalyse (optional)

Beim MSO Serie 4 B wurde auch das optionale Leistungsanalysepaket in das automatische Messsystem des Oszilloskops integriert. So sind schnelle und wiederholbare Analysen von Leistungsqualität, Eingangskapazität, Einschaltstrom, Oberschwingungen, Schaltverlust,

sicherem Betriebsbereich (SOA), Modulation, Ripple, Effizienz-, Amplituden- und Zeitmessung sowie Anstiegs-/Abfallrate (dv/dt und di/dt) möglich.

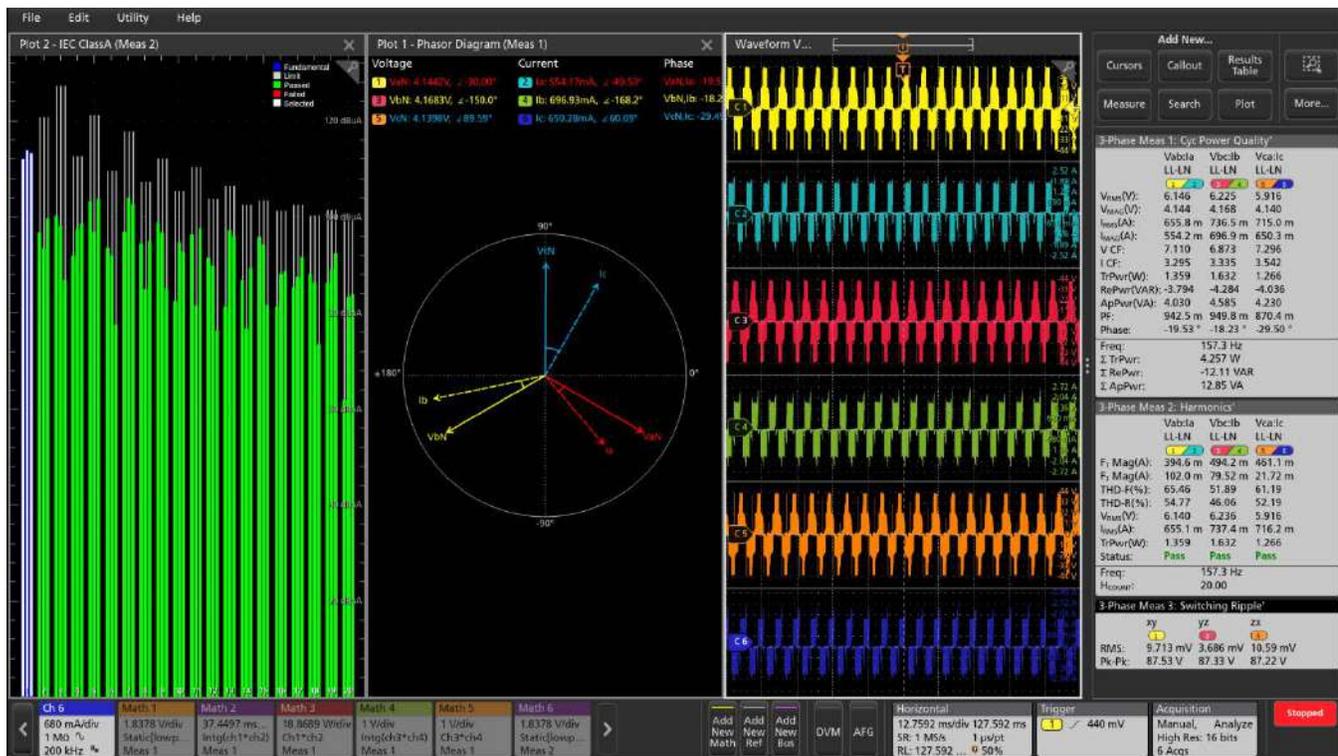
Durch die Automatisierung der Messungen werden Messqualität und Wiederholbarkeit mit einem Tastendruck optimiert, ohne dass ein externer PC oder komplexe Software eingerichtet werden muss.

Ein optionales erweitertes Leistungsanalysepaket bietet alle Messungen, die ein Leistungsanalysepaket liefert, sowie Magnetmessungen, Regelkreisverhalten (Bode-Diagramm) und Versorgungsspannungsdurchgriff (oder Power Supply Ripple Rejection, PSRR). Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt mit den Bestellinformationen.



Die Messungen der Leistungsanalyse zeigen eine Vielzahl von Signalen und Plots an.

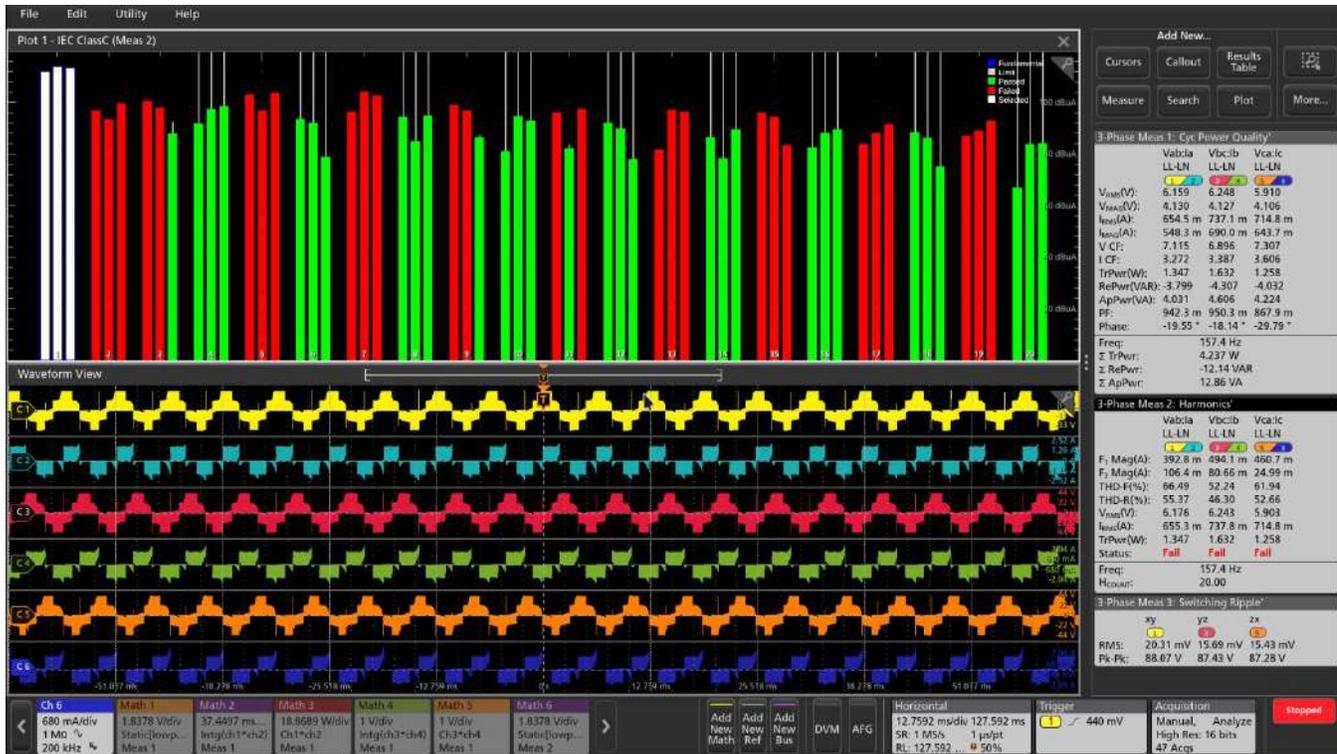
Elektrische 3-Phasen-Analyse (optional)



Die Netzqualitätsmessung bietet einen detaillierten Einblick in die Dreiphasen-Signale mit einem oszilloskopbasierten Phasordiagramm.

Messungen und Analysen von dreiphasigen Netzen sind von Natur aus komplexer als bei einphasigen Netzen. Obwohl Oszilloskope Spannungs- und Stromsignalformen mit hohen Abtastraten erfassen können, sind weitere Berechnungen erforderlich, um die wichtigsten Leistungsmessungen aus den Daten zu generieren. Die dreiphasige Lösung auf Oszilloskopbasis erfasst die dreiphasigen Spannungs- und Stromsignalformen mit höheren Abtastraten und größerer Speichertiefe unter Verwendung des HiRes-Erfassungsmodus mit bis zu 16 Bit. Außerdem generiert die Dreiphasen-Lösung die wichtigsten Leistungsprüfungsergebnisse mit Unterstützung automatisierter Messungen. Auf Pulsweitenmodulation (PWM) basierende Leistungswandler können die Messungen zusätzlich erschweren, da es sehr wichtig ist, präzise Nulldurchgänge für die PWM-Signale zu extrahieren. Dies macht ein Oszilloskop zu einem empfohlenen Messgerät für die Validierung und Fehlerbehebung für Entwickler.

Die Software wurde speziell zur Automatisierung der Leistungsanalyse entwickelt, die die wichtigen dreiphasigen Leistungsmessungen an PWM-Systemen vereinfacht und den Ingenieuren hilft, schnellere Einblicke in ihre Designs zu erhalten. Die 3-Phasen-Analyselösung von Tektronix hilft dem Ingenieur, bessere und effizientere Drehstromsysteme zu entwerfen und dabei die Vorteile der fortschrittlichen Benutzeroberfläche, der sechs analogen Eingangskanäle und des „High Res“-Modus (16 Bit) des Geräts voll auszuschöpfen. Die Lösung liefert schnelle, genaue und wiederholbare Ergebnisse für die unterstützten elektrischen Messungen. Sie kann auch so konfiguriert werden, Gleichstrom-Drehstrom-Wandler zu messen, wie sie beispielsweise in Elektrofahrzeugen verwendet werden.



Die Oberschwingungsdarstellung zeigt die Ergebnisse von Oberschwingungsprüfungen auf Bestehen und Nichtbestehen an. Jeder Balkensatz enthält Ergebnisse für Phasen A, B und C, um eine einfache Korrelation zu ermöglichen. Die grünen Balken bedeuten „bestanden“ und die roten Balken „nicht bestanden“.

Wichtige Merkmale und technische Daten:

- Genaue Analyse von dreiphasigen PWM-Signalen.
- Einzigartige oszilloskopbasierte Phasordiagramme zeigen die Veff-, Ieff-, VMAG-, IMAG- und Phasenbeziehungen für die konfigurierten Verkabelungspaare auf einen Blick an.
- Debuggen Sie die dreiphasigen Designs, indem Sie die Eingangs-/Ausgangsspannungs- und -stromsignale des Antriebs im Zeitbereich gleichzeitig mit dem Phasordiagramm anzeigen.
- Die automatische Dreiphasen-Einstellung konfiguriert das Oszilloskop für die optimalen Horizontal-, Vertikal-, Trigger- und Erfassungsparameter zur Erfassung von Dreiphasen-Signalen.
- Misst dreiphasige Oberschwingungen gemäß der IEEE-519-Norm oder unter Verwendung benutzerdefinierter Grenzwerte.
- Fügen Sie über die intuitive Drag&Drop-Oberfläche des MSO Serie 4 B schnell Messungen hinzu, und konfigurieren Sie sie.
- Analysieren Sie Dreiphasen-Designs für Wechselrichter und Automobilanwendungen für DC-AC-Topologie.
- Zeigt die PWM-gefilterte Signalfanken-Qualifikator-Signalförm während der Analyse an
- Zeigt die Prüfergebnisse pro Datensatz oder pro Zyklusmodus während der Analyse für bestimmte Messungen an.
- Unterstützt Zeittrend- und Erfassungstrendkurven für bestimmte Messungen.

- Unterstützt mathematische Umrechnung von Leiter-zu-Leiter in Leiter-zu-Leiter für bestimmte Verkabelungen.

Übersicht über die Messungen

Die 3-Phasen-Analyse des MSO Serie 4 B automatisiert wichtige elektrische Messungen, die in drei Kategorien gruppiert sind:

- Eingangsanalyse
- Ausgangsanalyse
- Welligkeitsanalyse

Jeder dieser Abschnitte enthält wichtige Messungen, die für Dreiphasen-Anwendungen entscheidend sind.

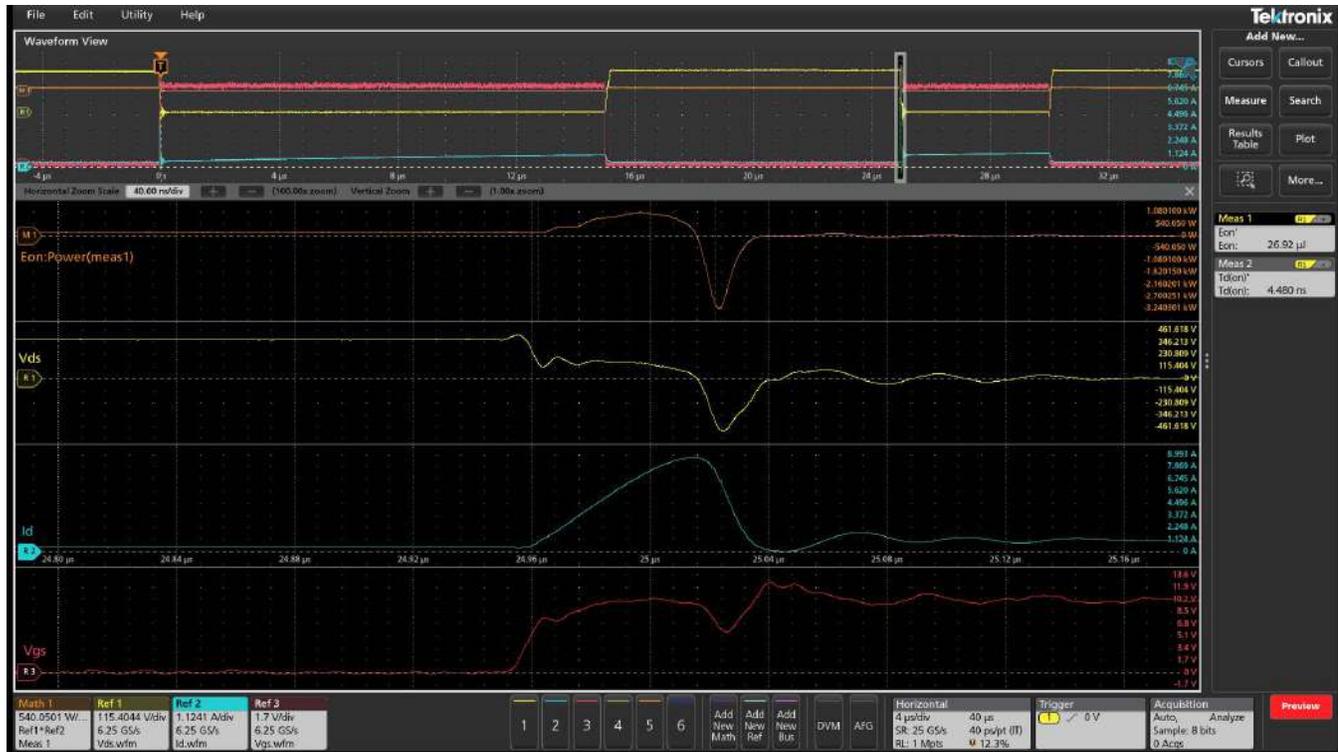
Breitlückige Doppelimpulsprüfung (optional)

Die Anwendung für breitlückige Doppelimpulsprüfung bietet präzise Breitlückenmessungen, welche die Bauelement- und Systemvalidierung vereinfachen. Sie hat die Fähigkeit, SiC- oder GaN-Bauelemente sowie auch Si MOSFET und IGBTs zu testen. Die Anwendung ist mit allen Tektronix VPI-Tastköpfen kompatibel, und bei Verwendung mit den Tektronix IsoVu™-Prüfköpfen hilft sie, alle versteckten Artefakte von SiC- oder GaN-Bauelementen auf Schaltungsebene zu finden. Die Anwendung bietet automatisierte Messungen nach JEDEC- und IEC-Normen. Sie bietet einzigartige Funktionen wie z. B. die Analyse

pro Zyklus mit Kommentaren, Flexibilität mit benutzerdefinierten Referenzpegel-Einstellungen, konfigurierbare Integrationspunkte und Leistungsvoreinstellungen, die auf der Grundlage der Prüflingdesigns festgelegt werden können.

Die folgenden Messungen werden durchgeführt:

- Schaltparameter auf der Niederspannungsseite und Sperrverzögerungsmessungen für Dioden auf der Hochspannungsseite
- Schaltparameter auf Niederspannungs- und Hochspannungsseite



Das Bild zeigt Sperrverzögerungsmessungen für Dioden mit Erfassung von Sperrverzögerungsstrom und -spannung auf der Hochspannungsseite.

Entwickelt für Ihre Anforderungen Anschlussmöglichkeiten

Das MSO Serie 4 B verfügt über eine Reihe von Anschlüssen, über die das Gerät an ein Netzwerk, direkt an einen PC oder an andere Prüfgeräte angeschlossen werden kann.

- Drei USB 2.0-Anschlüsse auf der Vorderseite und drei weitere USB 2.0-Hostanschlüsse ermöglichen die einfache Übertragung von Bildschirmdarstellungen, Geräteeinstellungen und Signaldaten an ein USB-Massenspeichergerät. Zur Gerätesteuerung und Dateneingabe können eine USB-Maus und eine USB-Tastatur mit USB-Hostanschlüssen angeschlossen werden.
- Der USB-Anschluss auf der Rückseite des Geräts ist praktisch, um das Oszilloskop über einen Computer remote zu steuern.

- Der standardmäßige 10/100/1000BASE-T-Ethernet-Anschluss auf der Rückseite des Geräts ermöglicht die einfache Herstellung von Netzwerkverbindungen und ist kompatibel mit LXI Core 2011.
- Der HDMI-Anschluss auf der Rückseite des Geräts ermöglichen Ihnen die doppelte Anzeige des Gerätedisplays auf einem externen Monitor oder Projektor mit Auflösung von 1.920 x 1.080.

Betrieb per Fernsteuerung für eine bessere Zusammenarbeit

Sie möchten mit einem Designteam auf der anderen Seite der Welt zusammenarbeiten?

Geben Sie einfach die IP-Adresse oder den Netzwerknamen des Oszilloskops ein. Daraufhin wird eine Internetseite im Browser geöffnet. Steuern Sie das Oszilloskop aus der Ferne, genau wie Sie es vor Ort mit dem integrierten Touchscreen tun.

Die TekVISA™-Schnittstelle mit Protokoll nach Industriestandard wird bereitgestellt, damit Windows-Anwendungen für Datenanalyse und Dokumentation verwendet und erweitert werden können. IVI-COM-Gerätetreiber sind im Lieferumfang enthalten und ermöglichen über LAN- oder USBTMC-Verbindungen die einfache Kommunikation mit dem Oszilloskop.

PC-gestützte Analyse und Fernverbindung zu Ihrem Oszilloskop

Nutzen Sie auf Ihrem PC die Analysefunktionen eines preisgekrönten Oszilloskops. Analysieren Sie Signalformen jederzeit und überall. Mit der Basislizenz können Sie Signalformen anzeigen und analysieren, viele Arten von Messungen durchführen und die gebräuchlichsten seriellen Busse decodieren – und das alles, während Sie aus der Ferne auf Ihr Oszilloskop zugreifen. Erweiterte Lizenzoptionen bieten zusätzliche Funktionen wie Multi-Scope-Analyse, weitere Optionen zur Decodierung serieller Busse und Leistungsmessungen.



TekScope PC-Analysesoftware läuft auf einem Windows-Computer und bietet die gleiche preisgekrönte Anwendererfahrung wie die MSOs Serie 4, 5 und 6

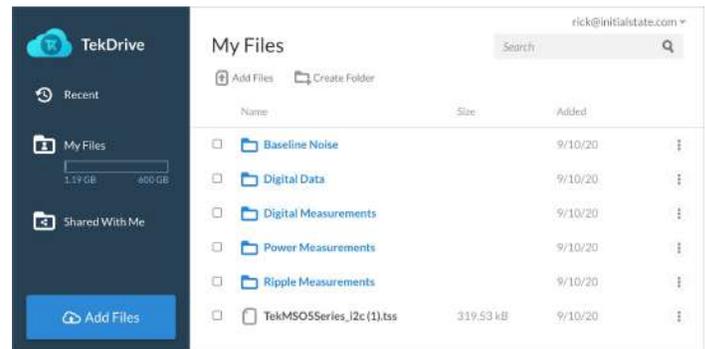
Zu den wichtigsten Funktionen der TekScope PC-Analysesoftware gehören:

- Abrufen von Tektronix-Oszilloskop-Sitzungen und Signalformdateien von Geräten von Tektronix und anderen Anbietern.
- Unterstützte Signalform-Dateiformate umfassen .wfm, .isf, .csv, .h5, .tr0, .trc und .bin
- Herstellen einer Fernverbindung zum Tektronix MSO Serie 4/5/6, um Daten in Echtzeit zu erfassen
- Weitergeben von Daten per Fernzugriff an Ihre Kollegen, damit diese Analysen und Messungen durchführen können, als säßen sie vor dem Oszilloskop
- Synchronisieren von Signalformen von mehreren Oszilloskopen in Echtzeit

- Durchführen von erweiterten Analysen, auch wenn Ihr Oszilloskop nicht über die TekScope PC-Analysesoftware verfügt

TekDrive, kollaborative Arbeitsumgebung für Test und Messung

Mit TekDrive können Sie alle Dateiformate von jedem beliebigen angeschlossenen Gerät hochladen, speichern, organisieren, suchen, herunterladen und freigeben. TekDrive ist nativ in das Gerät integriert, um Dateien reibungslos teilen und abrufen zu können – dafür ist kein USB-Stick erforderlich. Analysieren und untersuchen Sie Standarddateien, wie *.wfm, *.isf, *.tss und *.csv, direkt in einem Browser, und nutzen Sie reibungslos auszuführende interaktiven Signalform-Ansichten. TekDrive wurde speziell für Integration, Automatisierung und Sicherheit entwickelt.



TekDrive, die kollaborative Arbeitsumgebung – speichern Sie Dateien direkt von Ihrem Gerät und tauschen Sie sie mit Ihrem Team aus

Arbiträr-/Funktionsgenerator (AFG)

Das Instrument enthält einen optionalen integrierten Arbiträr-Funktionsgenerator, der ideal geeignet ist zum Simulieren von Sensorsignalen in einem Design oder zum Hinzufügen von Rauschen zu Signalen bei der Durchführung von Grenzwertprüfungen. Der integrierte Funktionsgenerator ermöglicht die Ausgabe von vordefinierten Signalen bis zu 50 MHz für Sinus, Rechteck, Impuls, Rampe/Dreieck, DC, Rauschen, $\sin(x)/x$ (Sinc), Gauß, Lorentz, exponentieller Anstieg/Abfall, Haversinus und Kardial. Die AFG-Serie kann Signaldatensätze mit bis zu 128.000 Punkten von einem internen Speicherort oder einem USB-Massenspeichergerät auslesen.

Das AFG ist kompatibel mit ArbExpress, der PC-basierten Software von Tektronix zum Erzeugen und Bearbeiten von Signalen, die das Erzeugen komplexer Signale schnell und einfach macht.

Digitalvoltmeter (DVM) und Triggerfrequenzzähler

Das Instrument enthält ein integriertes 4-stelliges Digitalvoltmeter (DVM) und einen 8-stelligen Triggerfrequenzzähler. Jeder der analogen Eingänge kann als Quelle für das Voltmeter dienen. Dabei werden dieselben Tastköpfe verwendet, die bereits zur allgemeinen Oszilloskopnutzung angeschlossen wurden. Der Frequenzzähler bietet eine genaue Anzeige der Frequenz des Triggerereignisses, für das die Triggerung ausgeführt wird.

Sowohl das DVM als auch der Triggerfrequenzzähler sind kostenlos erhältlich und werden aktiviert, wenn Sie Ihr Produkt registrieren.

Hilfe ist immer zur Hand

Verschiedene hilfreiche Ressourcen sind inbegriffen. So erhalten Sie schnelle Antwort auf Ihre Fragen, ohne ein Handbuch suchen oder zu einer Website gehen zu müssen:

- Grafische Darstellungen und erläuternde Texte geben Ihnen in vielen Menüs einen schnellen Überblick über die jeweilige Funktion.
- In allen Menüs finden Sie oben rechts ein Fragezeichen, mit dem Sie direkt den Abschnitt des integrierten Hilfesystems aufrufen können, der für das entsprechende Menü relevant ist.
- Mithilfe des kurzen Tutorials im Hilfemenü finden sich auch neue Benutzer innerhalb von Minuten mit dem Gerät zurecht.

The screenshot displays the Tektronix oscilloscope interface. The main window shows a yellow waveform on a black background. A vertical cursor is positioned at 0 s. The vertical axis ranges from -770 mV to 5.39 V. The horizontal axis ranges from -1.6 ms to 1.6 ms. A help window titled 'Badges' is overlaid on the screen. The help window contains the following text:

Badges

Badges are rectangular icons that show waveform, measurement, and instrument settings or readouts. Badges also provide fast access to configuration menus. The badge types are Channel, Waveform, Measurement, Search, and System.

Channel and Waveform badges

Channel and Waveform (Math, Ref, Bus, Trend) badges are shown in the Settings Bar, located along the bottom left of the screen. Each waveform has its own badge. The badges show high-level settings for each displayed channel or waveform. Double-tap a badge to open its configuration menu.

Ch 2	Ch 3	Ch 4	Math 1	Trend 1
1 V/div	1 V/div	1 V/div	800 mV/div	Meas 9
1 GHz	1 GHz	500 MHz	Ch2 + Ch3	731.3963...
				Frequency

Most Channel and Waveform badges also have Scale buttons, shown by single-tapping the badge. Use the Scale buttons to increase or decrease the vertical scale setting for that waveform.

The bottom of the screen shows the Settings Bar with various controls: Ch 1 (770 mV/div, 500 MHz), Channels 2-6, Add New Math, Add New Ref, Add New Bus, DVM, AFG, Horizontal (400 μ s/div, 4 ms, SR: 312.5 MS/s, 3.2 ns/pt, RL: 1.25 Mpts, # 50%), Trigger (2.16 V), and Acquisition (Auto, Analyze, Sample: 12 bits, 3.408 kAcqs). A green 'Triggered' indicator is visible on the right.

In der integrierten Hilfe finden Sie schnell Antworten auf Ihre Fragen, ohne dass Sie im Handbuch oder im Internet nachsehen müssen.

Spezifikationen

Alle Spezifikationen sind garantierte technische Daten und gelten für alle Modelle, falls nicht anderes angegeben.

Modellübersicht

	4-Kanal-Modell	6-Kanal-Modell
FlexChannel-Eingänge	4	6
Maximale Anzahl analoger Kanäle	4	6
Maximale digitale Kanäle (mit optionalen Logikastköpfen)	32	48
Zusätzlicher Triggereingang	≤ 300 V _{eff.} (nur Flankentrigger)	
Bandbreite (berechnete Anstiegszeit)	200 MHz, 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz, 1,5 GHz	
Genauigkeit der Gleichspannungs-Verstärkung	50 Ω: ± 1,0 %, (± 2,5 % bei Einstellung von 1 mV/Div und 500 μV/Div), reduziert um 0,100 %/°C über 30 °C	
	1 MΩ und 250 kΩ: ± 1,0 %, (± 2,0 % bei Einstellung von 1 mV/Div und 500 μV/Div), reduziert um 0,100 %/°C über 30 °C	
ADC-Auflösung	12 Bit	
Vertikale Auflösung	8 Bit bei 6,25 GB/s	
	12 Bit bei 3,125 GB/s	
	13 Bit bei 1,25 GS/s (Hi Res)	
	14 Bit bei 625 MS/s (Hi Res)	
	15 Bit bei 250 MS/s (Hi Res)	
	16 Bit bei ≤ 125 MS/s (Hi Res)	
Abtastrate	6,25 GS/s auf allen analogen/digitalen Kanälen (Auflösung 160 ps)	
Speichertiefe (Standard)	31,25 MPunkte auf allen analogen/digitalen Kanälen	
Speichertiefe (opt.)	62,5 MPunkte auf allen analogen/digitalen Kanälen	
Signalerfassungsrate, typisch	>500.000 Signale/s	
Arbiträrsignal-/ Funktionsgenerator (opt.)	13 vordefinierte Signaltypen mit einer Ausgabe von bis zu 50 MHz	
DVM	4-stelliger DVM (kostenlos bei Produktregistrierung)	
Triggerfrequenzzähler	8-stelliger Frequenzzähler (kostenlos bei Produktregistrierung)	

Vertikalsystem

Bandbreitenauswahl 50 Ω: 20 MHz, 250 MHz und der volle Bandbreitenwert Ihres Modells
 1 MΩ: 20 MHz, 250 MHz, 500 MHz

Eingangskopplung DC, AC

Eingangsimpedanz 50 Ω ± 1 %
 1 MΩ ± 1 % mit 13,0 pF ± 1,5 pF

Eingangsempfindlichkeitsbereich

1 MΩ	500 μ V/Div bis 10 V/Div in der Folge 1-2-5
50 Ω	500 μ V/Div bis 1 V/Div in der Folge 1-2-5 500 μ V/Div ist ein zweifacher digitaler Zoom von 1 mV/Div oder ein vierfacher digitaler Zoom von 2 mV/Div, abhängig von der Bandbreitenkonfiguration des Geräts

Maximale Eingangsspannung	50 Ω : 5 V _{eff} mit Peaks $\leq \pm 20$ V (DF $\leq 6,25$ %)
	1 M Ω : 300 V _{eff} Leistungsabfall mit 20 dB/Dekade zwischen 4,5 MHz und 45 MHz; Leistungsabfall mit 14 dB/Dekade zwischen 45 MHz und 450 MHz. Über 450 MHz, 5,5 Veff.

Effektive Bits (ENOB), typisch

Hi-Res-Modus, 50 Ω , 10 MHz
Eingang mit 90 % Vollbild

Bandbreite	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

Weißes Rauschen, Effektivwert, typisch

Alle Modelle außer 1,5 GHz,
High-Res-Modus (eff.), 50 Ω ,
typisch

V/div	1 GHz	500 MHz	350 MHz	250/200 MHz	20 MHz
1 mV/Div	280 μ V	210 μ V	150 μ V	125 μ V	75 μ V
2 mV/Div	280 μ V	210 μ V	150 μ V	125 μ V	75 μ V
5 mV/Div	300 μ V	230 μ V	185 μ V	135 μ V	75 μ V
10 mV/Div	330 μ V	260 μ V	220 μ V	160 μ V	80 μ V
20 mV/Div	420 μ V	350 μ V	270 μ V	230 μ V	110 μ V
50 mV/Div	800 μ V	780 μ V	570 μ V	460 μ V	200 μ V
100 mV/Div	1,65 mV	1,29 mV	1,04 mV	1,04 mV	480 μ V
1 V/Div	13,0 mV	10,0 mV	8,95 mV	8,95 mV	3,78 mV

Alle Modelle, High-Res-
Modus (eff.), 1 M Ω , typisch

V/Div	500 MHz	350 MHz	250/200 MHz	20 MHz
1 mV/Div	200 μ V	150 μ V	120 μ V	70 μ V
2 mV/Div	210 μ V	150 μ V	120 μ V	70 μ V
5 mV/Div	220 μ V	160 μ V	130 μ V	70 μ V

Tabelle wird fortgesetzt....

V/Div	500 MHz	350 MHz	250/200 MHz	20 MHz
10 mV/Div	230 μ V	170 μ V	150 μ V	75 μ V
20 mV/Div	300 μ V	230 μ V	220 μ V	100 μ V
50 mV/Div	550 μ V	450 μ V	450 μ V	200 μ V
100 mV/Div	1,35 mV	1,00 mV	1,03 mV	480 μ V
1 V/Div	15,0 mV	11,5 mV	11,5 mV	5,80 mV

Positionsbereich ± 5 Skalenteile

Offset-Genauigkeit $\pm (0,010 \times | \text{Offset} - \text{Position} | + \text{DC-Ausgleich})$
DC-Ausgleich ist 0,2 Div (0,4 Div in 500 μ V/Div)

Übersprechen (Kanaltrennung), typisch $\geq 200:1$ bis zur Nennbandbreite für zwei beliebige Kanäle mit gleichen V/Div-Einstellungen

Vertikalsystem – Digitalkanäle

Anzahl der Kanäle 8 digitale Eingänge (D7-D0) pro installiertem TLP058 (im Tausch für einen analogen Kanal)

Vertikale Auflösung 1 Bit

Erkennbare Mindestimpulsbreite, typisch 1 ns

Schwellenwerte Ein Schwellenwert pro digitalem Kanal

Schwellenwertbereich ± 40 V

Schwellenwertauflösung 10 mV

Schwellenwertgenauigkeit $\pm [100 \text{ mV} + 3 \% \text{ des eingestellten Schwellenwerts nach der Kalibrierung}]$

Eingangshysterese, typisch 100 mV an der Tastkopfspitze

Dynamischer Eingangsbereich, typisch 30 V_{pp} für $F_{in} \leq 200$ MHz, 10 V_{pp} für $F_{in} > 200$ MHz

Absolute maximale Eingangsspannung, typisch ± 42 V Spitze

Minimaler Spannungshub,
typisch 400 mV Spitze-zu-Spitze

Eingangsimpedanz, typisch 100 kΩ

Tastkopflast, typisch 2 pF

Horizontalsystem

Zeitbasis-Einstellbereich 20 ps/Div bis 1.000 s/Div

Abtastratenbereich 1,5625 S/s bis 6,25 GS/s (Echtzeit)
12,5 GS/s bis 500 GS/s (interpoliert)

Speichertiefenbereich

Standard 1000 Punkte bis 31,25 MPunkte in Einzelabtastungsschritten

Optional 62,5 MPunkte

Aperturunsicherheit $\leq 0,450 \text{ fs} + (10^{-11} \cdot \text{Messdauer})_{\text{eff.}}$, für Messungen mit einer Dauer von $\leq 100 \text{ ms}$

Genauigkeit der Zeitbasis $\pm 2,5 \times 10^{-6}$ über jedes beliebige Zeitintervall $\geq 1 \text{ ms}$

Beschreibung	Technische Daten
Werktoleranz	$\pm 5,0 \times 10^{-7}$; bei Kalibrierung, 25 °C Umgebungstemperatur, über jedes beliebige Zeitintervall $\geq 1 \text{ ms}$
Temperaturstabilität, typisch	$\pm 5,0 \times 10^{-7}$; getestet bei Betriebstemperaturen
Kristallalterung	$\pm 1,5 \times 10^{-6}$; Frequenztoleranzänderung bei 25 °C über einen Zeitraum von 1 Jahr

Messgenauigkeit für
Zeitdifferenz, Nennwert

$$DTA_{pp}(\text{typical}) = 10 \times \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0,450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

$$DTA_{RMS} = \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + \left(0,450 \text{ ps} + \left(1 \times 10^{-11} \times t_p\right)\right)^2} + TBA \times t_p$$

(Unter Annahme einer Flankenform, die auf die Gaußsche Filterantwort zurückzuführen ist)

Die Formel zur Berechnung der Delta-Zeit-Messgenauigkeit (DTA) für eine bestimmte Geräteeinstellung und ein bestimmtes Eingangssignal geht von einem geringfügigen Signalanteil über Nyquist-Frequenz aus, wobei gilt:

SR_1 = Anstiegsrate (1. Flanke) am 1. Messpunkt

SR_2 = Anstiegsrate (2. Flanke) am 2. Messpunkt

N = auf den Eingang bezogener garantierter Rauschgrenzwert (V_{eff})

TBA = Zeitbasisgenauigkeit oder Referenzfrequenzfehler

t_p = Messdauer für Zeitdifferenz (Sek.)

Maximale Dauer bei höchster Abtastrate	5 ms (Std.) oder 10 ms (opt.)
Zeitbasisverzögerung-Einstellbereich	-10 Skalenteile bis 5.000 s
Versatzbereich	-125 ns bis +125 ns mit einer Auflösung von 40 ps (für Peak-Erkennung und Hüllkurvenerefassungsmodi). -125 ns bis +125 ns mit einer Auflösung von 1 ps (für alle andern Erfassungsmodi).
Verzögerung zwischen analogen Kanälen, volle Bandbreite, typisch	≤ 100 ps für zwei beliebige Kanäle mit Eingangsimpedanz 50Ω , DC-Kopplung mit gleicher Einstellung für Volt/Div oder über 10 mV/Div
Verzögerung zwischen analogen und digitalen FlexChannels, typisch	3 ns bei Verwendung eines TLP058 und eines passiven Tastkopfes passend zur Bandbreite des Oszilloskops, ohne angewandte Bandbreitenbegrenzungen
Verzögerung zwischen zwei beliebigen digitalen FlexChannels, typisch	3 ns von Bit 0 eines FlexChannels zu Bit 0 eines anderen FlexChannel
Verzögerung zwischen zwei beliebigen Bits eines digitalen FlexChannels, typisch	160 ps
Triggersystem	
Triggermodi	Auto, Normal und Einzelschuss
Triggerkopplung	DC-, HF-Unterdrückung (Dämpfung > 50 kHz), LF-Unterdrückung (Dämpfung < 50 kHz), Rauschunterdrückung (Verringerung der Empfindlichkeit)
Trigger-Holdoff-Bereich	0 ns bis 20 Sekunden

**Flankentrigger-Empfindlichkeit,
DC-gekoppelt, typisch**

Pfad	Bereich	Technische Daten
bei 1 M Ω (alle Modelle)	0,5 mV/Div bis 0,99 mV/Div	4,5 Div von DC bis Gerätebandbreite
	≥ 1 mV/Div	Der jeweils größere Wert, 5 mV oder 0,7 div
bei 50 Ω , alle Modelle		Der jeweils größere Wert, 5,6 mV oder 0,7 Div bei Frequenzen zwischen DC und 500 MHz oder die Gerätebandbreite (es gilt der niedrigere Wert)
		Der jeweils größere Wert, 7 mV oder 0,8 Div bei Frequenzen über 500 MHz (falls zutreffend)

Trigger-Jitter, typisch ≤ 7 ps_{eff.} bei Abtastmodus und Flankentrigger**Triggerpegel-Bereiche**

Diese Spezifikation gilt für Logik- und Impulsschwellenwerte.

Quelle	Bereich
Alle Kanäle	± 5 Div von Mitte des Bildschirms
Hilfseingangstrigger, typisch	± 8 V
Netz	Festgelegt bei ca. 50 % der Netzspannung

Triggerarten

- Flanke:** Positive, negative Steigung oder beides auf jedem Kanal. Die Kopplung umfasst DC-, AC-, HF- und LF-Unterdrückung sowie Rauschunterdrückung
- Impulsbreite:** Trigger auf die Breite von positiven oder negativen Impulsen. Das Ereignis kann zeitlich oder logisch qualifiziert sein
- Zeitüberschreitung:** Trigger auf ein Ereignis, dessen Wahrscheinlichkeit in einem angegebenen Zeitraum hoch, niedrig oder beides ist. Das Ereignis kann nach dem Logikstatus qualifiziert werden
- Runt:** Trigger auf einen Impuls, der eine Schwelle überschreitet, eine zweite Schwelle jedoch nicht überschreitet, bevor die erste Schwelle erneut überschritten wurde. Das Ereignis kann zeitlich oder logisch qualifiziert sein
- Fenster:** Trigger auf ein Ereignis, das in ein durch zwei benutzereinstellbare Schwellenwerte definiertes Fenster eintritt, es verlässt oder innerhalb oder außerhalb des Fensters bleibt. Das Ereignis kann zeitlich oder logisch qualifiziert sein
- Logik:** Trigger, wenn ein Bitmuster in den Status „wahr“ oder „nicht wahr“ wechselt oder gleichzeitig mit einer Taktflanke auftritt. Bitmuster (AND, OR, NAND, NOR) sind für alle Eingangskanäle angegeben, die als High, Low oder Beliebig definiert sind. Das Bitmuster, das in den Status „wahr“ wechselt, kann zeitqualifiziert sein
- Setup & Hold:** Trigger bei Verletzungen der Setup- und der Hold-Zeit zwischen Takt und Daten auf beliebigen Eingangskanälen
- Anstiegs-/Abfallzeit:** Trigger auf Impulsflanken-Anstiegsraten, die schneller oder langsamer als angegeben sind. Die Steigung kann positiv, negativ oder beides sein. Das Ereignis kann nach dem Logikstatus qualifiziert werden
- Video (Option 4-VID):** Trigger auf alle Zeilen, ungerade oder gerade Zeilen oder alle Felder der NTSC-, PAL- und SECAM-Videosignale
- Sequenz:** Trigger auf B-Ereignis x Zeit oder N Ereignisse nach A-Trigger mit einem Reset bei C-Ereignis. Im Allgemeinen können A- und B-Triggerereignisse auf eine beliebige Triggerart eingestellt werden. Es gibt jedoch einige Ausnahmen: die logische Qualifikation wird nicht unterstützt; wenn das A- oder B-Ereignis auf Setup/Hold gesetzt ist, muss das andere auf Flanke gesetzt sein; Ethernet und Highspeed-USB (480 Mbit/s) werden nicht unterstützt

Visuelle Trigger	Qualifiziert Standardtrigger durch das Abtasten aller Signalerfassungen. Vergleichen mit Bereichen auf dem Bildschirm (geometrischen Formen). Eine unbegrenzte Anzahl von Bereichen kann definiert werden mit Ein, Aus oder Beliebig als Qualifikator für jeden Bereich. Ein boolescher Ausdruck kann mithilfe einer beliebigen Kombination der virtuellen Triggerbereiche definiert werden, um die Ereignisse weiter zu qualifizieren, die im Erfassungsspeicher gespeichert werden. Zu den Formen gehören Rechteck, Dreieck, Trapez, Sechseck und benutzerdefiniert.
Parallelbus:	Trigger auf einen Datenwert im Parallelbus. Der Parallelbus kann 1 bis 48 Bit breit sein (ab den Digital- und Analogkanälen). Binäre und hexadezimale Basiswerte werden unterstützt.
I²C-Bus (Option 4-SREMBD):	Trigger auf Start, wiederholten Start, Stopp, fehlende Bestätigung, Adresse (7 oder 10 Bit), Daten oder Adresse und Daten auf I ² C-Bussen bis 10 MBit/s
I³C-Bus (Option 4-SRI3C)	Trigger auf Start, wiederholten Start, Stopp, Adresse, Daten I ³ C SDR Direct, I ³ C SDR Broadcast, fehlende Bestätigung, T-Bit-Fehler, Broadcast Address Error, Hot-Join, HDR-Neustart, HDR-Ausgang auf I ³ C-Bussen bis zu 10 MBit/s
SPI-Bus (Option 4-SREMBD):	Trigger auf Slave Select, Leerlaufzeit oder Daten (1–16 Wörter) auf SPI-Bussen bis zu 20 MBit/s
RS-232/422/485/UART-Bus (Option 4-SRCOMP):	Trigger auf Startbit, Paketende, Daten und Paritätsfehler bis zu 15 Mbit/s
CAN-Bus (Option 4-SRAUTO):	Trigger auf Segmentbeginn, Segmenttyp (Daten, Remote, Fehler oder Überlastung), Kennung, Daten, Kennung und Daten, Segmentende, fehlende Bestätigung und Bit-Stuffing-Fehler auf CAN-Bussen bis zu 1 Mbit/s
CAN FD-Bus (Option 4-SRAUTO):	Trigger bei Frame-Beginn, Frame-Typ (Daten, Remote, Fehler oder Überlast), Kennung (Standard oder erweitert), Daten (1-8 Byte), Kennung und Daten, Frame-Ende, Fehler (Fehlende Bestätigung, Bit-Stuffing, FD-Formfehler oder Alle Fehler) bei CAN-FD-Bussen bis zu 16 Mbit/s
LIN-Bus (Option 4-SRAUTO):	Trigger auf Synchronisation, Kennung, Daten, Kennung und Daten, Wakeup-Segment, Sleep-Segment und Fehler auf LIN-Bussen bis zu 1 Mbit/s
FlexRay-Bus (Option 4-SRAUTO):	Trigger auf Segmentbeginn, Indikator-Bits (Normal, Payload, Null, Synchronisation, Start), Segmentkennung, Zykluszahlung, Header-Felder (Indikator-Bits, Kennung, Payload-Länge, Header-CRC und Zykluszahlung), Kennung, Daten, Kennung und Daten, Segmentende und Fehler auf FlexRay-Bussen bis zu 10 Mbit/s
SENT-Bus (Option 4-SRAUTOSEN)	Trigger auf Paketanfang, Fast Channel-Status und -Daten, Slow Channel-Nachrichten-ID und -Daten und CRC-Fehler
SPMI-Bus (Option 4-SRPM):	Trigger auf Sequenzstart-Bedingung, Reset, Standby, Abschaltung, Aktivierung, Authentifizierung, Master-Lesen, Master-Schreiben, Register-Lesen, Register-Schreiben, Erweitertes Register-Lesen, Erweitertes Register-Schreiben, Erweitertes Register-Lesen Lang, Erweitertes Register-Schreiben Lang, Gerätebeschreibung Block-Master-Lesen, Gerätebeschreibung Block-Slave-Lesen, Register 0-Schreiben, Übertragungsbus-Eigentum und Paritätsfehler
USB 2.0 LS/FS/HS-Bus (Option 4-SRUSB2):	Trigger auf Synchronisation, Reset, Standby, Wiederaufnahme, Paketende, Token (-Adress)-Paket, Datenpaket, Handshake-Paket, Spezialpaket, Fehler auf USB-Bussen bis zu 480 Mbit/s
Ethernet-Bus (Option 4-SRENET):	Trigger auf Segmentanfang, MAC-Adresse, MAC Q-Tag, MAC-Länge/Typ, MAC-Daten, IP-Header, TCP-Header, TCP/IPV4-Daten, Paketende und FCS (CRC)-Fehler auf 10BASE-T- und 100BASE-TX-Bussen
Audio (I²S, LJ, RJ, TDM) Bus (Option 4-SRAUDIO):	Trigger auf Wortauswahl, Frame-Sync oder Daten. Die max. Datenrate für I ² S/LJ/RJ beträgt 12,5 Mbit/s. Die max. Datenrate für TDM beträgt 25 Mbit/s
MIL-STD-1553-Bus (Option 4-SRAERO):	Trigger bei Synchronisierung, Befehl (Transmit/Receive-Bit, Parität, Subadresse/Modus, Wortanzahl/Modusanzahl, RT-Adresse), Status (Parität, Meldungsfehler, Instrumentierung, Serviceanfrage, Broadcast-Befehl empfangen, Busy, Subsystem-Kennzeichner, Dynamic Bus Control Acceptance, Terminal-Kennzeichner), Daten, Zeit (RT/IMG) und Fehler (Paritätsfehler, Synchronisierungsfehler, Manchester-Fehler, nicht fortlaufende Daten) bei MIL-STD-1553-Bussen
ARINC 429-Bus (Option 4-SRAERO):	Trigger auf Wortanfang, Label, Daten, Label und Daten, Wortende sowie Fehler (Alle Fehler, Paritätsfehler, Wortfehler, Lückenfehler) bei ARINC 429-Bussen bis zu 1 MBit/s

HF-Größe/Zeit und HF-Frequenz/Zeit (Option 4-SV-RFVT):

Trigger auf Signalfanke, Pulsbreite und Timeout-Ereignissen

Erfassungssystem

Abtastung	Erfassung von Abtastwerten
Spitzenwertanzeige	Erfassung von Glitches bis zur minimalen Pulsbreite von 640 ps bei allen Wobbelgeschwindigkeiten
Mittelwertbildung	Von 2 bis 10.240 Signalen
Schnelle Hardware-Mittelwertbildung	<p>Ein Erfassungsmodus zur Erfassung großer Zahlen von Mittelwerten in kurzer Zeit. Schnelle Hardware-Mittelwertbildung optimiert den Erfassungspfad. So verringert sie Speicherabschneidefehler und glättet feinskalierte Nichtlinearitätsfehler über ein optionales versetztes Dithering-Verfahren. Diese Funktion ist über Programmierschnittstellenbefehle verfügbar.</p> <p>Aus 2 bis 1.000.000 Signalen</p> <p>Maximale Geschwindigkeit der Mittelwertbildung = 32.000 Signale/s</p>
Hüllkurve	Die Min-Max-Hüllkurve zeigt die Spitzenwerte für mehrere Erfassungen an
Hohe Auflösung	<p>Wendet einen eindeutigen FIR-Filter (Endliche Impulsantwort) für jede Abtastrate, die die höchstmögliche Bandbreite für diese Abtastrate beibehält, während Aliasing verhindert wird und Rauschen aus den Oszilloskopverstärkern und dem ADC oberhalb der verwendbaren Bandbreite für die ausgewählte Abtastrate entfernt wird.</p> <p>Der Hi-Res-Modus bietet immer mindestens 12 Bit vertikaler Auflösung und erstreckt sich bis auf 16 Bit vertikaler Auflösung bei Abtastraten ≤ 125 MS/s .</p>
FastAcq®	FastAcq optimiert das Gerät für die Analyse von dynamischen Signalen und die Erfassung seltener Ereignisse, indem > 500.000 Signale/s erfasst werden (ein Kanal aktiv; > 100.000 Signale/s mit allen Kanälen aktiv).
Rollmodus	Sequenzielle Signalpunkte werden in einer rollenden Bewegung von rechts nach links über das Display bewegt, bei Zeitbasisgeschwindigkeiten von 40 ms/Div und langsamer im Auto-Triggermodus.
Verlaufsmodus	Nutzt die maximale Speichertiefe und ermöglicht es Ihnen, viele getriggerte Erfassungen zu machen, anzuhalten, wenn Sie etwas Interessantes sehen, und alle gespeicherten getriggerten Erfassungen schnell zu überprüfen. Die Anzahl verfügbarer Erfassungen, die im Verlauf gespeichert wird, beträgt (Maximale Speichertiefe) / (Aktuelle Speichertiefeneinstellung).
FastFrame™	<p>In Segmente aufgeteilter Erfassungsspeicher.</p> <p>Maximale Triggerrate $>5.000.000$ Signale/Sekunde</p> <p>Mindest-Framegröße = 50 Punkte</p> <p>Maximale Anzahl von Frames: Für Framegröße ≥ 1.000 Punkte, maximale Anzahl von Frames = Aufzeichnungslänge/Framegröße.</p>

Für 50-Punkt-Frames, maximale Anzahl von Frames = 1.500.000

Signalmessungen**Cursorarten** Signalkurven, V-Leisten, H-Leisten, V+H-Leisten und Polar (nur XY/XYZ-Plots)**DC-Spannungsmessgenauigkeit, Mittelwerterfassungsmodus**

Messtyp	DC-Genauigkeit (in Volt)
Mittelwert von ≥ 16 Signalen	$\pm ((\text{DC-Verstärkungsgenauigkeit}) * \text{Messwert} - (\text{Offset} - \text{Position}) + \text{Offset-Genauigkeit} + 0,1 * \text{Einstellung V/Div})$
Spannungsunterschied zwischen zwei Mittelwerten von ≥ 16 Signalen, die mit demselben Oszilloskop-Setup und unter denselben Umgebungsbedingungen erfasst wurden	$\pm (\text{DC-Verstärkungsgenauigkeit} * \text{Messwert} + 0,05 \text{ div})$

Automatische Messungen 36, von denen eine unbegrenzte Zahl angezeigt werden kann – entweder als einzelne Messsymbole oder zusammen in einer Messergbnistabelle**Amplitudenmessungen** Amplitude, Maximum, Minimum, Peak-zu-Peak, positives Überschwingen, negatives Überschwingen, Mittelwert, Effektivwert, AC-Effektivwert, Top, Basis und Bereich**Zeitbereichsmessungen** Periode, Frequenz, Unit Interval, Datenrate, Positive Impulsbreite, Negative Impulsbreite, Zeitlicher Versatz, Verzögerung, Anstiegszeit, Abfallzeit, Phase, Ansteigende Flankensteilheit, Abfallende Flankensteilheit, Burstbreite, Positives Tastverhältnis, Negatives Tastverhältnis, Zeit außerhalb Pegel, Setup-Time, Hold Time, Dauer N-Perioden, High Time, Low Time, Zeit bis Minimum und Zeit bis Maximum**Messtatistik** Mittelwert, Standardabweichung, Maximum, Minimum und Population. Statistiken sind sowohl für die aktuelle Erfassung als auch für alle Erfassungen verfügbar**Referenzpegel** Benutzerdefinierbare Referenzpegel für automatische Messungen können in Prozent oder Einheiten angegeben werden. Der Referenzpegel kann global für alle Messungen, nach Quellkanal oder -signal oder individuell für jede einzelne Messung festgelegt werden**Gattersteuerung** Bildschirm, Cursor, Logik, Suche oder Zeit. Gibt den Bereich einer Erfassung an, in dem Messungen vorgenommen werden. Gatter kann auf Global festgelegt werden (betrifft alle Messungen, die auf Global festgelegt sind) oder Lokal (alle Messungen können über eine eindeutige Zeitgatter-Einstellung verfügen; nur ein lokales Gatter ist verfügbar für Bildschirm-, Cursor-, Logik- und Suchaktionen).**Darstellungen der Messergebnisse** Histogramm, Zeittrend und Spektrum**Messgrenzen** Pass/Fail-Tests für benutzerdefinierbare Grenzen an Messwerten. Aktion bei Ereignis für Messwertfehler umfasst Bildschirmerfassung speichern, Signalkurve speichern, Systemanforderung (SRQ) und Erfassungen beenden

Elektrische 3-Phasen-Analyse (Option 4-3PHASE) fügt Folgendes hinzu:

Messungen	Eingangsanalyse (Netzqualität, Oberschwingungen, Eingangsspannung, Eingangsstrom, Eingangsleistung) Welligkeitsanalyse (Netz-Ripple, Schalt-Ripple) Ausgangsanalyse (Phasordiagramm)
Darstellungen der Messergebnisse	Oberwellen-Balkendiagramm, Phasordiagramm

Leistungsanalyse (Option 4-PWR-BAS) und erweiterte Leistungsanalyse (Option 4-PWR) fügt Folgendes hinzu:

Messungen	Eingangsanalyse (Frequenz, V_{eff} , I_{eff} , Spannungs- und Stromspitzenfaktoren, Ist-Leistung, Scheinleistung, Blindleistung, Leistungsfaktor, Phasenwinkel, Oberschwingungen, Einschaltstrom, Eingangskapazität) Amplituden-Analyse (Zyklusamplitude, Zyklus-Höchstwert, Zyklus-Grundwert, Zyklus-Höchstwert, Zyklus-Mindestwert, Zyklus-Spitze-zu-Spitze) Positive Impulsbreite, negative Impulsbreite, Periode, Frequenz, positives Tastverhältnis, negatives Tastverhältnis, positive Impulsbreite) Schaltanalyse (Schaltverlust, dv/dt , di/dt , sicherer Betriebsbereich, R_{DSon}) Ausgangsanalyse (Netz-Ripple, Schalt-Ripple, Effizienz, Einschaltzeit, Abschaltzeit) Magnetanalyse (Induktivität, I im Vergleich zu I_{ntg} (V), magnetischer Verlust, magnetische Eigenschaft)– nur mit Option 4-PWR Frequenzgang-Analyse (Bode-Diagramm für Regelkreisverhalten, Versorgungsspannungsdurchgriff (PSRR), Impedanz) – nur mit Optionen 4-PWR
Darstellungen der Messergebnisse	Balkendiagramm der Oberschwingungen, Bahndarstellung des Schaltverlusts und sicherer Betriebsbereich
Messgrenzen	Pass/Fail-Tests für benutzerdefinierbare Grenzen an Messwerten. Aktion bei Ereignis für Messwertfehler umfasst Bildschirmerfassung speichern, Signalkurve speichern, Systemanforderung (SRQ) und Erfassungen beenden

Signalberechnung

Anzahl der berechneten Signale Unbegrenzt

Arithmetisch	Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren von Signalen und Skalaren
---------------------	---

Algebraische Termini	Definieren umfangreicher algebraischer Ausdrücke, die Signale, Skalare, vom Benutzer anpassbare Variablen und Ergebnisse parametrischer Messungen enthalten. Durchführung von mathematischen Berechnungen mit komplexen Gleichungen. Zum Beispiel (Integral (CH1 - Mittelwert(CH1)) X 1,414 X VAR1)
-----------------------------	---

Mathematische Funktionen	Invertieren, Integrieren, Differenzieren, Quadratwurzel, Exponentialfunktionen, Log mit Basis 10, Log mit Basis e, Absolutwert, Aufrunden, Abrunden, Min, Max, Grad, Radiant, Sin, Cos, Tan, ASin, ACos und ATan
---------------------------------	--

Relational	Ergebnis Boolescher Vergleiche >, <, ≥, ≤, = und ≠
-------------------	--

Logik	AND, OR, NAND, NOR, XOR und EQV
Filterfunktionen (Standard)	Laden benutzerdefinierbarer Filter. Benutzer spezifizieren eine Datei mit den Koeffizienten des Filters.
FFT-Funktionen	Spektralwert und -phase, und reale und imaginäre Spektren
Vertikale Einheiten FFT	Größe: Linear und logarithmisch (dBm) Phase: Grad, Radiant und Gruppenverzögerung
FFT-Fensterfunktionen	Hanning, Rechteck, Hamming, Blackman-Harris, Flattop2, Gauß, Kaiser-Bessel und TekExp
Spektrumansicht	
Mittelfrequenz	Begrenzt durch die analoge Bandbreite des Instruments
Span	18,6 Hz bis 312,5 MHz 18,6 Hz bis 500 MHz (mit Option 4 -SV-BW-1) Grobeinstellung in der Folge 1-2-5
HF-Messungen	Messungen von Kanalleistung (CHP), Nachbarkanalleistung (ACPR) und belegter Bandbreite (OBW) auf Kurvenzugdaten und -anzeige in Spektrumansicht
HF-über-Zeit-Kurven	Größe/Zeit, Frequenz/Zeit, Phase/Zeit (mit Option 4-SV-RFVT)
HF-über-Zeit-Trigger	Signalflanke, Pulsbreite und Timeout-Trigger auf HF-Größe-über-Zeit und HF-Frequenz-über-Zeit (mit Option 4-SV-RFVT)
Spektrogramme	HF-Frequenz-Zeit-Amplitude-Darstellung mit Frequenz auf der x-Achse, Zeit auf der y-Achse und Leistungspegel angezeigt durch Farbabweichungen (mit Option 4-SV-RFVT)
Auflösungsbandbreite (RBW)	18,6 µHz bis 15,625 MHz 18,6 µHz bis 25 MHz (mit Option 4-SV-BW-1)
IQ-Erfassung	Die Daten werden als In-Phase- und Quadratur-Abtastungen (I&Q) gespeichert, und es wird eine präzise Synchronisation zwischen den Zeitbereichsdaten und den I&Q-Daten aufrechterhalten. Wenn HF-über-Zeit-Kurven aktiviert sind (mit der Option 4-SV-RFVT), können IQ-Daten erfasst und in eine Datei exportiert werden, um weitere Analysen in Anwendungen von Drittanbietern durchzuführen. Die maximale Erfassungszeit variiert mit Span und Abtastrate. Im Span 6,25 GS/s und 500 MHz beträgt die maximale Erfassungszeit 0,021 Sekunden. Für den Span 312,5 MHz beträgt die maximale Erfassungszeit 0,043 Sekunden. Für den Span 40 MHz beträgt die maximale Erfassungszeit 0,172 Sekunden. Für den Span 1 MHz beträgt die maximale Erfassungszeit 10,995 Sekunden.

Fensterarten und Faktoren

Fensterart	Faktor
Blackman-Harris	1,90
Flat-Top 2	3,77
Hamming	1,30
Hanning	1,44
Kaiser-Bessel	2,23
Rechteck	0,89

Spektrumzeit FFT-Fensterfaktor/RBW

Referenzpegel Der Referenzpegel wird automatisch durch die Volt/Div-Einstellung des analogen Kanals festgelegt
Einstellungsbereich: -42 dBm bis +44 dBm

Vertikale Position -100 Div bis +100 Div

Vertikale Einheiten dBm, dB μ W, dBmV, dB μ V, dBmA, dB μ A

Horizontale Skalierung Linear, Lg

Mehrkanal-Spektrumanalyse Jeder FlexChannel-Eingang kann mit Spektrumsansicht, HF-über-Zeit-Kurven (mit Option RFVT) und Spektrogramm (mit Option RFVT) konfiguriert werden.
Mehrere HF-Messungen können gleichzeitig in mehreren Kanälen ausgeführt werden.
Einstellungen für Spektrumzeit und Mittenfrequenz können freigegeben und unabhängig voneinander über Kanäle hinweg verschoben werden. Alle Spektrumsansicht-Kanäle müssen den gleichen Span, die gleiche Auflösungsbandbreite und den gleichen Fenstertyp haben.

Suche

Anzahl der Suchvorgänge Unbegrenzt

Suchtypen Durchsuchen von langen Aufzeichnungen, um alle Vorkommen benutzerdefinierter Kriterien zu finden, einschließlich Flanken, Impulsbreiten, Timeouts, Runt-Impulsen, Fensterverletzungen, Bitmuster, Setup/ Hold-Verletzungen, Anstiegszeit/Abfallzeiten und Busprotokollereignisse. Suchergebnisse können in der Signalformansicht oder in der Ergebnistabelle angezeigt werden.

Speichern

Speichern Speichern Sie Dateien direkt auf dem Oszilloskop, auf einem Remote-Netzwerklaufwerk oder in Ihrer TekDrive Kollaborationsumgebung.

Signalart Tektronix Signaldarstellungsdaten (.wfm), mit Komma getrennte Werte (.csv), MATLAB (.mat)

Signal-Gating	Cursor, Bildschirm, Neuabtastung (jede nte Abtastung speichern)
Bildschirmaufnahmetyp	Portable Network Graphic (*.png)
Einrichtungszeit	Tektronix Setup (.set)
Berichtsart	Adobe Portable Documents (.pdf), Einzeldatei-Webseiten (.mht)
Sitzungsart	Tektronix Session Setup (.tss)
Display	
Displaytyp	13,3 Zoll (338 mm) LCD-Display mit Optical Bonding
Bildschirmauflösung	1920 (horizontal) × 1080 Pixel (vertikal)
Anzeigemodi	<p>Overlay: Überlagerung; die herkömmliche Oszilloskopanzeige, bei der sich die Messkurven überlagern</p> <p>Stacked: Stapelmodus; jedes Signal wird in einem eigenen horizontalen Abschnitt angezeigt und kann den vollen ADC-Umfang nutzen, während es von den anderen Signalen getrennt betrachtet werden kann. Kanalgruppen können auch innerhalb eines Elements überlagert werden, um den visuellen Vergleich der Signale zu vereinfachen.</p>
Zoom	Horizontales und vertikales Zoomen wird für alle Signalformen und Plot-Ansichten unterstützt.
Interpolation	Sin(x)/x und Linear
Signalformen	Vektoren, Punkte, variable Nachleuchtdauer und unendliche Nachleuchtdauer
Raster	Bewegliche und feste Raster, auswählbar zwischen Raster, Zeit, Vollständig und Kein
Farbpaletten	<p>Normal und invertiert für Bildschirmaufnahmen</p> <p>Die Farben der einzelnen Signalkurven können vom Benutzer ausgewählt werden</p>
Format	YT, XY und XYZ
Benutzeroberfläche in lokaler Sprache	Englisch, Japanisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Portugiesisch, Russisch, Koreanisch
Hilfe in lokaler Sprache	Englisch, Japanisch, Chinesisch (vereinfacht)

Arbiträr-Funktionsgenerator (optional)

Funktionstypen Arbiträr, Sinus, Rechteck, Impuls, Rampe, Dreieck, DC-Pegel, Gauß, Lorentz, Exponentieller Anstieg und Abfall, Sin(x)/x, Weißes Rauschen, Haversinus, Kardial

Sinussignal

Frequenzbereich	0,1 Hz bis 50 MHz
Frequenzauflösung	0,1 Hz
Frequenzgenauigkeit	130 ppm (Frequenz \leq 10 kHz); 50 ppm (Frequenz $>$ 10 kHz) Dies gilt nur für Sinus-, Rampen-, Rechteck- und Impulssignale.
Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z; 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω
Amplitudenebenheit, typisch	\pm 1,0 dB bei 1 kHz \pm 1,5 dB bei 1 kHz für $<$ 20 mV _{pp} Amplituden
Gesamt-Oberwellengehalt, typisch	1,5 % für Amplitude \geq 200 mV _{pp} in 50 Ω Last 3,5 % für Amplitude $>$ 50 mV UND $<$ 200 mV _{pp} in 50 Ω Last Dies gilt nur für Sinussignale.
Störungsfreier dynamischer Bereich, typisch	35 dB (V _{pp} \geq 0,2 V), 50 Ω Last

Rechteck- und Impulssignal

Frequenzbereich	0,1 Hz bis 25 MHz
Frequenzauflösung	0,1 Hz
Frequenzgenauigkeit	130 ppm (Frequenz \leq 10 kHz); 50 ppm (Frequenz $>$ 10 kHz)
Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z; 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω
Tastverhältnisbereich	10 % bis 90 % oder 10 ns Mindestimpuls, es gilt der größere Wert Mindestimpulszeit gilt für Ein- und Aus-Zeit, deshalb wird das maximale Tastverhältnis bei höheren Frequenzen verringert, um 10 ns Aus-Zeit beizubehalten
Tastverhältnisauflösung	0,1 %
Mindestimpulsbreite, typisch	10 ns. Dies ist die jeweilige Mindestzeit für die An- und Ausdauer.
Anstiegs-/Abfallzeit, typisch	6 ns, 10–90 %
Impulsbreitenauflösung	100 ps
Überschwingen, typisch	$<$ 6 % bei Signalschritten größer als 100 mV _{pp} Dies gilt für Überschwingen des positiven Übergangs (+overshoot) und des negativen Übergangs (-overshoot)
Asymmetrie, typisch	\pm 1 % \pm 5 ns bei einem Tastverhältnis von 50 %
Jitter, typisch	$<$ 60 ps TIE _{eff.} , \geq 100 mV _{pp} Amplitude, 40–60 % Tastverhältnis

Rampen- und Dreiecksignal

Frequenzbereich	0,1 Hz bis 500 kHz
Frequenzauflösung	0,1 Hz
Frequenzgenauigkeit	130 ppm (Frequenz \leq 10 kHz); 50 ppm (Frequenz $>$ 10 kHz)

Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z; 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω
Variable Symmetrie	0 % - 100 %
Symmetrierauflösung	0,1 %

DC-Pegelbereich	±2,5 V in Hi-Z ±1,25 V in 50 Ω
------------------------	-----------------------------------

Amplitudenbereich weißes Rauschen	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω
--	--

Sin(x)/x	
Maximalfrequenz	2 MHz

Gaußimpuls, Haversinus und Lorentzimpuls

Maximalfrequenz	5 MHz
------------------------	-------

Lorentzimpuls

Frequenzbereich	0,1 Hz bis 5 MHz
Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 2,4 V _{pp} in Hi-Z 10 mV _{pp} bis 1,2 V _{pp} in 50 Ω

Cardiac

Frequenzbereich	0,1 Hz bis 500 kHz
Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω

Arbiträr

Speichertiefe	1 bis 128.000
Amplitudenbereich	20 mV _{pp} bis 5 V _{pp} in Hi-Z 10 mV _{pp} bis 2,5 V _{pp} in 50 Ω
Wiederholrate	0,1 Hz bis 25 MHz
Abtastrate	250 MS/s

Signalamplitudengenauigkeit	± [(1,5 % der Peak-zu-Peak-Amplitudeneinstellung) + (1,5 % der absoluten DC-Offset-Einstellung) + 1 mV] (Frequenz = 1 kHz)
------------------------------------	---

Signalamplitudenauflösung 1 mV (Hi-Z)
500 μ V (50 Ω)

**Sinus- und
Rampenfrequenzgenauigkeit** $1,3 \times 10^{-4}$ (Frequenz ≤ 10 kHz)
 $5,0 \times 10^{-5}$ (Frequenz > 10 kHz)

DC-Offsetbereich $\pm 2,5$ V in Hi-Z
 $\pm 1,25$ V in 50 Ω

DC-Offset-Auflösung 1 mV (Hi-Z)
500 μ V (50 Ω)

Genauigkeit DC-Offset $\pm [(1,5 \% \text{ der absoluten Offset-Einstellung}) + 1 \text{ mV}]$
Unsicherheitswert von 3 mV für jede Änderung von 10 °C oberhalb einer Umgebungstemperatur von 25 °C hinzufügen

Digitaler Spannungsmesser (DVM)

Messtypen DC, AC_{eff.}+DC, AC_{eff.}

Spannungsauflösung 4-stellig

Spannungsgenauigkeit

DC: $\pm ((1,5\% * |\text{Messwert} - \text{Offset} - \text{Position}|) + (0,5\% * |(\text{Offset} - \text{Position})|)) + (0,1 * \text{Volt/Div})$

Leistungsabfall um 0,100 %/°C von |Messwert - Offset - Position| über 30 °C

Signal ± 5 Skalenteile ab Bildschirmmitte

AC: $\pm 3 \%$ (40 Hz bis 1 kHz) ohne Oberwellen außerhalb des Bereichs 40 Hz bis 1 kHz

AC, typisch: $\pm 2\%$ (20 Hz bis 10 kHz)

Bei AC-Messungen müssen die vertikalen Eingangskanal-Einstellungen erlauben, dass das V_{pp}-Eingangssignal 4 bis 10 Skalenteile umfasst und auf vollständig auf dem Bildschirm zu sehen ist

Triggerfrequenzzähler

Auflösung 8-stellig

Genauigkeit $\pm (1 \text{ Zähler} + \text{Zeitbasisgenauigkeit} * \text{Eingangsfrequenz})$

Das Signal muss mindestens 8 mV_{pp} oder 2 Div. aufweisen, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Maximale Eingangsfrequenz 10 Hz bis maximale Bandbreite des analogen Kanals
Das Signal muss mindestens 8 mV_{pp} oder 3 div. aufweisen, je nachdem, welcher Wert größer ist.

Prozessorsystem

Host-Prozessor Intel x6413E mit 1,5 GHz (HFM)/3,0 GHz (Turbo). Elkhart Lake 4-Core.

Betriebssystem Closed Linux

Interner Speicher 64 GB eMMC

Eingangs-/Ausgangsanschlüsse

HDMI-Videoanschluss Ein 29-poliger HDMI-Stecker
Unterstützte Auflösung: 1920 x 1080 (nur) bei 60 Hz Der Monitor muss angeschlossen sein, bevor das Gerät eingeschaltet wird

Tastkopfkomparator-Signal, typisch

Verbindung: Anschlüsse befinden sich unten auf dem vorderen des Geräts
Amplitude: 0 V bis 2,5 V
Frequenz: 1 kHz
Quellenimpedanz: 1 k Ω

Externer Referenzeingang Ermöglicht die phasenstarke Kopplung eines Zeitbasissystems mit einem externen Referenzsignal von 10 MHz (± 4 ppm).

USB-Schnittstelle (Host, Geräteanschlüsse) USB-Hostanschlüsse am vorderen Bedienfeld: Drei USB-2.0-Highspeed-Anschlüsse
USB-Hostanschlüsse an der Rückwand: Zwei USB-3.0-Highspeed-Anschlüsse
USB-Geräteanschluss an der Rückwand: Ein USB-2.0-Highspeed--Geräteanschluss bietet USBTMC-Unterstützung

Ethernet-Schnittstelle 10/100/1000 Mbit/s

Aux-Ausgang BNC-Anschluss auf der Rückseite. Der Ausgang kann für die Bereitstellung eines positiven oder negativen Impulsausgangssignals beim Triggern des Oszilloskops, eines internen Referenztaktausgangs des Oszilloskops oder eines AFG-Synchronisationsimpulses konfiguriert werden

Merkmal	Grenzwerte
Vaus (HI)	$\geq 2,5$ V Leerlauf; $\geq 1,0$ V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung
Vaus (LO)	$\leq 0,7$ V bei einer Last von ≤ 4 mA; $\leq 0,25$ V bei einer Last von 50 Ω zur Erdung

Kensington-Schloss Der Sicherheitsschlitz auf der Rückseite ist für ein Kensington-Schloss vorgesehen

LXI Klasse: LXI Core 2016
Version: 1.5

Stromquelle

Strom

Leistungsaufnahme 400 W max.
Versorgungsspannung 100 bis 240 V \pm 10 %, bei 50 bis 60 Hz

Abmessungen

Abmessungen

Höhe: 286.99 mm mit eingeklappten Füßen, Griff nach hinten
Höhe: 351 mm mit eingeklappten Füßen, Griff oben
Breite: 405 mm von Griffnabe zu Griffnabe
Tiefe: 155 mm von der Rückseite der Füße zur Vorderseite der Drehknöpfe, Griff oben
Tiefe: 265 mm mit eingeklappten Füßen, Griff nach hinten

Gewicht **MSO44B:** < 7,3 kg
MSO46B: < 7,5 kg

Kühlung Um die ausreichende Kühlung sicherzustellen, müssen auf der rechten Seite des Geräts (von vorne betrachtet) und auf der Rückseite mindestens 50,8 mm Platz gelassen werden

Gestellbau 7U (mit optionalem Gestellbausatz RM4)

Umgebungsspezifikationen

Temperatur

Betrieb +0 °C bis +50 °C
Lagerung -20 °C bis +60 °C

Feuchte

Betrieb 5 % bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit bei maximal +40
5 % bis 50 % relative Luftfeuchtigkeit über +40 °C bis max. +50 °C, nicht kondensierend, und begrenzt durch eine maximale WBGT von +39 °C

Nicht in Betrieb 5 % bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit (% rF) bei maximal +40 °C
5 % bis 50 % relative Luftfeuchtigkeit über +40 °C bis max. +50 °C, nicht kondensierend, und begrenzt durch eine maximale WBGT von +39 °C

Höhe über NN

Betrieb	Bis zu 3.000 m
Nicht in Betrieb	Bis zu 12.000 m (39.370 ft)

Erschütterungen

Betrieb	0,31 g eff., 5 bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)
----------------	--

EMV, Umwelt und Sicherheit

Sicherheitszertifizierung	US NRTL-approbiert – UL61010-1 und UL61010-2-030 Kanadische Zertifizierung – CAN/CSA C22.2 Nr. 61010.1 und CAN/CSA C22.2 Nr. 61010.2.030 EU-Konformität – Niederspannungsrichtlinie 2014-35-EU und EN 61010-1. Internationale Konformität – IEC 61010-1 und IEC 61010-2-030
Gesetzliche Bestimmungen	CE-Kennzeichen für die europäische Union und CSA -Zulassung für USA und Kanada RoHS-konform
Elektrische Spezifikationen	Messkategorie II (300 V)

Software

IVI-Treiber	Stellt eine Standardschnittstelle zur Geräteprogrammierung für gängige Anwendungen wie LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET und MATLAB bereit. Kompatibel mit Python, C/C++/C# und viele andere Sprachen über VISA.
TekDrive	Hochladen, Speichern, Organisieren, Suchen, Herunterladen und Freigeben beliebiger Dateitypen von jedem angeschlossenen Gerät. TekDrive ist nativ in das Gerät integriert, um Dateien reibungslos teilen und abrufen zu können – dafür ist kein USB-Stick erforderlich. Analysieren und untersuchen Sie Standarddateien, wie *.wfm, *.isf, *.tss und *.csv, direkt in einem Browser. Besuchen Sie www.tek.com/software/tekdrive für weitere Informationen.
LXI-Webschnittstelle	Ermöglicht den Anschluss an das Oszilloskop über einen standardmäßigen Internet-Browser. Geben Sie einfach die IP-Adresse oder den Netzwerknamen des Oszilloskops in die Adressleiste des Browsers ein. Die Webschnittstelle ermöglicht die Anzeige von Gerätestatus und -konfiguration, Status und Änderung von Netzwerkeinstellungen sowie die Gerätesteuerung über einen SCPI-Talker/Listener.
Programmierbeispiele	Die Programmierung mit den Plattformen der Serien 4, 5 und 6 war noch nie einfacher. Mit einer Programmieranleitung und einer GitHub-Website haben Sie viele Befehle und Beispiele, mit denen Sie Ihr Instrument aus der Ferne sehr schnell programmieren können. Siehe HTTPS://GITHUB.COM/TEKTRONIX/PROGRAMMATIC-CONTROL-EXAMPLES .

Bestellinformationen

Arbeiten Sie die folgenden Schritte durch, um die passenden Geräte und Optionen für Ihre Messanforderungen auszuwählen.

Schritt 1

Wählen Sie ein Modell aus Wählen Sie zunächst anhand der benötigten Anzahl FlexChannel-Eingänge ein Modell aus. Jeder FlexChannel-Eingang unterstützt wahlweise ein analoges oder acht digitale Eingangssignale.

Modell	Anzahl der FlexChannels
MSO44B	4
MSO46B	6

Jedes Modell umfasst

Ein passiver Analogtastkopf pro Kanal: 250-MHz-Tastköpfe TPP0250 mit Modellen mit 200-MHz-Bandbreite
 500-MHz-Tastköpfe TPP0500B mit Modellen mit 350- und 500-MHz-Bandbreite
 1-GHz-Tastköpfe TPP1000 mit Modellen mit 1 GHz und 1,5 GHz

Installations- und Sicherheitshandbuch

Integrierte Hilfe

Netzkabel

Kalibrierungszertifikat zur Dokumentation der Rückverfolgbarkeit auf die Messstandards der nationalen Metrologie Institute und ISO9001/ISO17025-Qualitätssystemregistrierung

Ein-jährige Gewährleistung für alle Teile und Arbeiten an dem Instrument.

Einjährige Garantie auf alle Teile und Fertigung für enthaltene Tastköpfe

Schritt 2

Wählen Sie eine Bandbreite aus Konfigurieren Sie Ihr Oszilloskop, indem Sie die benötigte Analogkanal-Bandbreite auswählen. Sie können es später durch den Erwerb eines Aufrüstsatzes aufrüsten.

Bandbreitenoption	Bandbreite
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

Schritt 3

Fügen Sie ein Optionspaket hinzu

Es werden drei Klassen von Optionspaketen angeboten (Starter, Pro, Ultimate). Diese bieten eine Reihe von Optionen angepasst an Ihr Budget und Ihre Anwendungsanforderungen. Detaillierte Informationen über die aktuellen Inhalte der einzelnen Pakete finden Sie auf unserer Website und in der Broschüre mit Softwarepaketen unter www.tek.com/document/brochure/software-bundles-for-the-4-5-and-6-series-mso-oscilloscopes.

1. Das Starter-Paket bietet die gängigsten Optionen für die Decodierung serieller Busse, die Protokollanalyse und die Hardware-Erweiterung in einem Paket.
2. Die Pro-Pakete sind anwendungsspezifisch (serieller Trigger und Decodierung, Leistungsintegrität, Signalintegrität, Automotive, Militär/Regierung/Luft- und Raumfahrt) und enthalten alle Optionen des Starter-Pakets.
3. Das Ultimate-Paket enthält alle Optionen des Starter-Pakets und zusätzlich alle Optionen der Pro-Pakete.

1-Jahres-Lizenz	Unbefristete Lizenz	Paketbeschreibung
4-STARTER-1Y	4-STARTER-PER	Enthält I2C, SPI, RS-232/422/UART serieller Trigger und Analyse, AFG (Arbiträrsignal-/Funktionsgenerator)
4-PRO-SERIAL-1Y	4-PRO-SERIAL-PER	Enthält 4-STARTER plus Speichertiefe 62,5 MS/Kanal und zusätzliche ausgewählte Optionen für die serielle Analyse
4-PRO-POWER-1Y	4-PRO-POWER-PER	Enthält 4-STARTER plus Speichertiefe 62,5 MS/Kanal und ausgewählte Optionen für die Leistungsanalyse
4-PRO-AUTO-1Y	4-PRO-AUTO-PER	Enthält 4-STARTER plus Speichertiefe 62,5 MS/Kanal und zusätzliche ausgewählte Optionen für die Automotive-Analyse
4-PRO-MILGOV-1Y	4-PRO-MILGOV-PER	Enthält 4-STARTER plus Speichertiefe 62,5 MS/Kanal und zusätzliche ausgewählte Optionen für die serielle Analyse
4-ULTIMATE-1Y	4-ULTIMATE-PER	Beinhaltet 4-STARTER, alle Optionen des 4-PRO-Pakets plus Speichertiefe 62,5 MS/Kanal und HF-Zeit-Messkurven, Trigger, Spektrogramme und IQ-Erfassung, erweiterte Spektrumsicht-Erfassungsbandbreite und Video-Trigger-Optionen

Jedes erworbene Paket hat zwei Laufzeitoptionen

- Ein 1-Jahres-Abonnement umfasst alle Funktionen und freies Upgrade für das erworbene Paket für ein Jahr; nach Ablauf dieser Zeit werden die Funktionen deaktiviert. Ein zusätzliches 1-Jahres-Abonnement kann für das ausgewählte Paket erworben werden.
- Ein unbefristetes Abonnement aktiviert alle Funktionen des erworbenen Pakets dauerhaft. Ein unbefristetes Abonnement enthält 1 Jahr kostenlose Upgrades auf den Paketfunktionssatz. Nach Ablauf des Jahres wird der Funktionssatz auf die Funktionen beschränkt, die bei der letzten Aktualisierung aktiviert waren.

Unbefristete Pakete können nach Ablauf des 1-jährigen Aktivierungszeitraums durch Erwerb einer Wartungslizenz weiterhin Upgrades erhalten. Angaben zur Wartungslizenz enthält die nachstehende Wartungslizenztafel. Sie muss für ein vorhandenes Starter-, Pro- oder Ultimate-Paket erworben werden.

Wartungslizenz	Beschreibung
4-STARTER-MNT-1Y	Enthält unbefristete Starter-Paket-Updates für 1 Jahr
4-PRO-MNT-1Y	Enthält unbefristete Pro-Paket-Updates für 1 Jahr
4-ULTIMATE-MNT-1Y	Enthält unbefristete Ultimate-Paket-Updates für 1 Jahr

Schritt 4

Gerätefunktionen hinzufügen

Gerätefunktionen können mit dem Gerät zusammen oder später als Upgrade-Kit bestellt werden.

Geräteoption	Integrierter Funktionsumfang
4-RL-1	Speichertiefe auf 62,5 MPunkte/Kanal erweitern
4 -AFG	Arbiträrsignal-/Funktionsgenerator hinzufügen

Schritt 5

Optionale Funktionen für Protokoll-Triggerung, Decodierung und Suche hinzufügen

Wählen Sie die Protokollunterstützung, die Sie heute brauchen, aus diesen Analyseoptionen aus. Bei Bedarf können Sie später mit einem Upgrade-Kit aufrüsten.

Geräteoption	Unterstützte Protokolle
4-RFNFC	ISO/IEC 15693, 14443A, 14443B und FeliCa (nur Decodierung und Suche)
4-SRAERO	Luft- und Raumfahrt (MIL-STD-1553, ARINC 429)
4-SRAUDIO	Audio (I ² S, LJ, RJ, TDM)
4-SRAUTO	Automotive (CAN-, CAN FD-, LIN-, FlexRay- und CAN-Zeichendecodierung)
4-SRAUTOSEN	Sensor für Automobiltechnik (SENT)
4-SRCOMP	Computer (RS-232/422/485/UART)
4-SRCXPI	CXPI (nur Decodierung und Suche)
4-SREMBD	Embedded (I ² C, SPI)
4-SRENET	Ethernet (10BASE-T, 100BASE-TX)
4-SRESPI	eSPI (nur Decodierung und Suche)
4-SRETHERCAT	EtherCAT (nur Decodierung und Suche)
4-SRI3C	MIPI I3C
4-SRMANCH	Manchester (nur Decodierung und Suche)
4-SRMDIO	MDIO (nur Decodierung und Suche)
4-SRNRZ	NRZ (nur Decodierung und Suche)
4-SRONEWIRE	One Wire (1-Wire, nur Decodierung und Suche)
4-SRPM	Energiemanagement (SPMI)
4-SRPSI5	PSI5 (nur Decodierung und Suche)
4-SRSMBUS	SMBus (nur Decodierung und Suche)
4-SRSPACEWIRE	Spacewire (nur Decodierung und Suche)
4-SRSDLC	Synchronous Data Link Control-Protokoll (nur Decodierung und Suche)
4-SRSVID	SVID
4-SRUSB2	USB (USB2.0 LS, FS, HS)
4-SREUSB2	eUSB2.0 (nur Decodierung und Suche)

Differenzieller serieller Bus? Suchen Sie auch unter *Analoge Tastköpfe und Adapter hinzufügen* nach Differenzastköpfen.

Schritt 6

Optionale Analysefunktionen hinzufügen

Geräteoption	Erweiterte Analyse
4-3PHASE	Elektrische 3-Phasen-Analyse (nur 6-Kanal-Modus)
4-PWR	Erweiterte Leistungsmessungen und -analyse (umfasst alle Messungen von 4-PWR-BAS, FRA und Magnetik)
4-MTM	Masken- und Grenzwerttests
4-SV-RFVT	Spektrumansicht HF-Zeit-Messkurven, Trigger, Spektrogramme und IQ-Erfassung
4-VID	NTSC-, PAL- und SECAM-Video-Triggerung
4-PWR-BAS	Leistungsmessungen und -analyse (diese Option ist nicht kompatibel mit der Option 4-PS2)
4-SV-RFVT	Spektrumansicht HF-Zeit-Messkurven, Trigger, Spektrogramme und IQ-Erfassung
4-SV-BW-1	Erhöhung der Spektrumansicht-Erfassungsbandbreite auf 500 MHz
4-PS2	Leistungslösungspaket (4-PWR, THDP0200, TCP0030A, 067-1686-xx Deskew-Vorrichtung)
4-WBG-DPT	Doppelimpuls-Prüfmessungen und -analyse für breitlückige SiC/GaN

Schritt 7

Digitale Tastköpfe hinzufügen

Jeder FlexChannel-Eingang kann als acht digitale Kanäle konfiguriert werden, indem einfach ein TLP058-Logiktastkopf an einen FlexChannel-Eingang angeschlossen wird. Sie können TLP058-Tastköpfe zusammen mit dem Gerät oder separat bestellen.

Für dieses Gerät	Bestellen Sie	Zum Hinzufügen von
MSO44B	1 bis 4 TLP058-Tastköpfe	8 bis 32 digitale Kanäle
MSO46B	1 bis 6 TLP058-Tastköpfe	8 bis 48 digitale Kanäle

Schritt 8

Analoge Tastköpfe und Adapter hinzufügen

Zusätzliche empfohlene Tastköpfe und Adapter hinzufügen

Empfohlener Tastkopf/Adapter	Beschreibung
TAP1500	Aktiver TekVPI®-Spannungstastkopf, 1,5 GHz, massebezogen, ± 8 V Eingangsspannung
TAP2500	Aktiver TekVPI®-Spannungstastkopf, 2,5 GHz, massebezogen, ± 4 V Eingangsspannung
TCP0030A	30 A AC/DC, TekVPI®-Stromtastkopf, Bandbreite 120 MHz
TCP0020	20 A AC/DC, TekVPI®-Stromtastkopf, 50 MHz Bandbreite

Tabella wird fortgesetzt....

Empfohlener Tastkopf/Adapter	Beschreibung
TCP0030A	30 A AC/DC, TekVPI-Stromtastkopf, Bandbreite 120 MHz
TCP0150	150 A AC/DC, TekVPI®-Stromtastkopf, Bandbreite 20 MHz
TRCP0300	AC-Stromtastkopf, 30 MHz, 250 mA bis 300 A
TRCP0600	AC-Stromtastkopf, 30 MHz, 500 mA bis 600 A
TRCP3000	AC-Stromtastkopf, 16 MHz, 500 mA bis 3000 A
TDP0500	TekVPI®-Differenzspannungstastkopf, 500 MHz, ± 42 V Differenzeingangsspannung
TDP1000	TekVPI®-Differenzspannungstastkopf, 1 GHz, ± 42 V Differenzeingangsspannung
TDP1500	TekVPI®-Differenzspannungstastkopf, 1,5 GHz, $\pm 8,5$ V Differenzeingangsspannung
THDP0100	± 6 kV, TekVPI®-Differenzial-Hochspannungstastkopf 100 MHz
THDP0200	$\pm 1,5$ kV, TekVPI®-Differenzial-Hochspannungstastkopf 200 MHz
TMDP0200	± 750 V, TekVPI®-Differenzial-Hochspannungstastkopf 200 MHz
TPR1000	1 GHz, TekVPI®-Power-Rail-Tastkopf, massebezogen; umfasst einen Zubehörsatz TPR4KIT
TIVP02	Isolierter Tastkopf; 200 MHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 2-m-Kabel
TIVP02L	Isolierter Tastkopf; 200 MHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 10-m-Kabel
TIVP05	Isolierter Tastkopf; 500 MHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 2-m-Kabel
TIVP05L	Isolierter Tastkopf; 500 MHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 10-m-Kabel
TIVP1	Isolierter Tastkopf; 1 GHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 2-m-Kabel
TIVP1L	Isolierter Tastkopf; 1 GHz, ± 5 V bis ± 2500 V abhängig von Spitze; 10-m-Kabel
TPP0502	500 MHz, 2X passiver TekVPI®-Spannungstastkopf, Eingangskapazität 12,7 pF
TPP0850	2,5 kV, 800 MHz, 50X passiver TekVPI®-Hochspannungstastkopf
TPP1000	1 GHz, 10X passiver TekVPI®-Spannungstastkopf, 1,3-m-Kabel, Eingangskapazität 3,9 pF
P6015A	20 kV, passiver Hochspannungstastkopf, 75 MHz
TPA-BNC	TekVPI®-an-TekProbe™-BNC-Adapter (empfohlen zum Anschluss Ihrer vorhandenen TekProbe-Tastköpfe an dieses Gerät)
TEK-DPG	TekVPI Deskew-Impulsgeber-Signalquelle
067-1686-xx	Deskew- und Kalibriervorrichtung für Leistungsmessung

Suchen Sie weitere Tastköpfe? Nutzen Sie unser Tastkopf-Auswahlwerkzeug unter www.tek.com/probes.

Schritt 9

Zubehör hinzufügen

Transport- oder Montagezubehör hinzufügen

Optionales Zubehör	Beschreibung
HC4	Hartschalenkoffer mit Frontschutzdeckel für Gerät
RM4	Gestelleinbausatz
SC4	Tragetasche mit Frontschutzdeckel für Gerät

Tabelle wird fortgesetzt...

Optionales Zubehör	Beschreibung
GPIO-Ethernet-Adapter	Bestellen Sie Modell 4865B (GPIO-Ethernet-Instrumentenschnittstelle) direkt bei ICS Electronics www.icselect.com/gpio_instrument_intf.html

Schritt 10

Netzkabeloption auswählen

Netzkabeloption	Beschreibung
A0	Netzstecker für Nordamerika (115 V, 60 Hz)
A1	Universeller Netzstecker für Europa (220 V, 50 Hz)
A2	Netzstecker für Großbritannien (240 V, 50 Hz)
A3	Netzstecker für Australien (240 V, 50 Hz)
A5	Netzstecker für die Schweiz (220 V, 50 Hz)
A6	Netzstecker für Japan (100 V, 50/60 Hz)
A10	Netzstecker für China (50 Hz)
A11	Netzstecker für Indien (50 Hz)
A12	Netzstecker für Brasilien (60 Hz)
A99	Kein Netzkabel

Schritt 11

Erweiterte Service- und Kalibrierungsoptionen hinzufügen

Serviceoption	Beschreibung
T3	Der Komplettschutzplan für Ihr Produkt über 3 Jahre umfasst die Reparatur bzw. den Ersatz des jeweiligen Geräts aufgrund von Abnutzungserscheinungen, Unfallschäden und Schäden durch elektrostatische Entladung oder elektrische Überlastung.
R3	Auf 3 Jahre verlängerte Standardgarantie. Ersatzteile, Arbeitsleistungen sowie nationaler Versand innerhalb von 2 Tagen inbegriffen. Schnellere Reparaturzeiten als ohne Vereinbarung garantiert. Bei allen Reparaturen sind eine Kalibrierung und Aktualisierungen inbegriffen. Problemloser Service – ein Anruf genügt.
C3	Kalibrierungsservice für 3 Jahre. Im Leistungsumfang enthalten sind die nachweisbare Kalibrierung bzw. Funktionsüberprüfung bei empfohlenen Kalibrierungen. Mit Erstkalibrierung plus Kalibrierungsservice für 2 Jahre.
T5	Der Komplettschutzplan für Ihr Produkt über 5 Jahre umfasst die Reparatur bzw. den Ersatz des jeweiligen Geräts aufgrund von Abnutzungserscheinungen, Unfallschäden und Schäden durch elektrostatische Entladung oder elektrische Überlastung.

Tabelle wird fortgesetzt....

Serviceoption	Beschreibung
R5	Auf 5 Jahre verlängerte Standardgarantie. Ersatzteile, Arbeitsleistungen sowie nationaler Versand innerhalb von 2 Tagen inbegriffen. Schnellere Reparaturzeiten als ohne Vereinbarung garantiert. Bei allen Reparaturen sind eine Kalibrierung und Aktualisierungen inbegriffen. Problemloser Service – ein Anruf genügt.
C5	Kalibrierungsservice für 5 Jahre. Im Leistungsumfang enthalten sind die nachweisbare Kalibrierung bzw. Funktionsüberprüfung bei empfohlenen Kalibrierungen. Mit Erstkalibrierung plus Kalibrierungsservice für 4 Jahre.
D1	Kalibrierungsdatenbericht
D3	Kalibrierungsdatenbericht für 3 Jahre (mit Option C3)
D5	Kalibrierungsdatenbericht für 5 Jahre (mit Option C5)

Funktions-Upgrades nach dem Kauf

Funktions-Upgrades zu einem späteren Zeitpunkt hinzufügen Sie können Funktionen einfach nach dem Erstkauf hinzufügen. Gerätegebundene Lizenzen aktivieren optionale Funktionen dauerhaft auf einem einzelnen Produkt. Floating-Lizenzen ermöglichen es, per Lizenz aktivierte Optionen unkompliziert zwischen kompatiblen Geräten zu verschieben.

Upgrade-Funktion	Upgrade softwareabhängige Lizenz	Upgrade Floating-Lizenz	Beschreibung
Gerätefunktionen hinzufügen	SUP4-AFG	SUP4-AFG-FL	Arbiträr-Funktionsgenerator hinzufügen
	SUP4-RL-1	SUP4-RL-1-FL	Speichertiefe auf 62,5 MPunkte/Kanal erweitern

Tabelle wird fortgesetzt...

Upgrade-Funktion	Upgrade softwareabhängige Lizenz	Upgrade Floating-Lizenz	Beschreibung
Protokollanalyse hinzufügen	SUP4-RFNFC	SUP4-RFNFC-FL	ISO/IEC 15693 und ISO/IEC 14443A (nur Decodierung und Suche)
	SUP4-SRAERO	SUP4-SRAERO-FL	Serielle Triggerung und Analyse für die Luft- und Raumfahrt (MIL-STD-1553, ARINC429)
	SUP4-SRAUDIO	SUP4-SRAUDIO-FL	Serielle Triggerung und Analyse für Audio (I ² S, LJ, RJ, TDM)
	SUP4-SRAUTO	SUP4-SRAUTO-FL	Serielle Triggerung und Analyse für Automobiltechnik (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay und CAN-Zeichendecodierung)
	SUP4-SRAUTOSEN	SUP4-SRAUTOSEN-FL	Serielle Triggerung und Analyse für Automobiltechnik (SENT)
	SUP4-SRCOMP	SUP4-SRCOMP-FL	Serielle Trigger- und Analysemodul für die Computertechnik (RS-232/422/485/UART)
	SUP4-SRCXPI	SUP4-SRCXPI-FL	Serielle Decodierung und Analyse für CXPI
	SUP4-SREMBD	SUP4-SREMBD-FL	Serielle Triggerung und Analyse für eingebettete Systeme (I ² C, SPI)
	SUP4-SRENET	SUP4-SRENET-FL	Serielle Triggerung und Analyse für Ethernet (10Base-T, 100Base-TX)
	SUP4-SRESPI	SUP4-SRESPI-FL	Serielle Decodierung und Analyse für eSPI
	SUP4-SRETHERCAT	SUP4-SRETHERCAT-FL	Serielle Decodierung und Analyse für EtherCAT
	SUP4-SRI3C	SUP4-SRI3C-FL	Serieller Trigger und Analyse für MIPI I3C
	SUP4-SRMANCH	SUP4-SRMANCH-FL	Manchester (nur Decodierung und Suche)
	SUP4-SRMDIO	SUP4-SRMDIO-FL	Serielle Decodierung und Analyse für Managementdateneingang/-ausgang (MDIO)
	SUP4-SRNRZ	SUP4-SRNRZ-FL	Serielle Analyse für NRZ
	SUP4-SRONEWIRE	SUP4-SRONEWIRE-FL	Serielle Decodierung und Analyse für One Wire (1 Wire)
	SUP4-SRPM	SUP4-SRPM-FL	Serielle Trigger- und Analysemodul für Energieverwaltung (SPMI)
	SUP4-SRPSI5	SUP4-SRPSI5-FL	Serielle Analyse für PSI5
	SUP4-SRSMBUS	SUP4-SRSMBUS-FL	Serielle Decodierung und Analyse für SMBus
	SUP4-SRSPACEWIRE	SUP4-SRSPACEWIRE-FL	Serielle Analyse für Spacewire
	SUP4-SRSDLC	SUP4-SRSDLC-FL	Synchrone Datenverbindungssteuerung
	SUP4-SRSVID	SUP4-SRSVID-FL	Serielle Decodierung und Analyse für serielle Spannungsidentifikation (SVID)
	SUP4-SRUSB2	SUP4-SRUSB2-FL	Triggerung und Analyse für seriellen Bus USB 2.0 (LS, FS und HS)
SUP4-SREUSB2	SUP4-SREUSB2-FL	Serielle Decodierung und Analyse für integrierten USB 2.0 (eUSB 2.0)	

Tabelle wird fortgesetzt...

Upgrade-Funktion	Upgrade softwareabhängige Lizenz	Upgrade Floating-Lizenz	Beschreibung
Erweiterte Analyse hinzufügen.	SUP4-3PHASE	SUP4-3PHASE-FL	Elektrische 3-Phasen-Analyse (nur 6-Kanal-Modus)
	SUP4-MTM	SUP4-MTM-FL	Masken- und Grenzwerttests
	SUP4-PS2	n/z	Leistungslösungspaket (4-PWR, THDP0200, TCP0030A, 067-1686-xx Deskew-Vorrichtung)
	SUP4-PWR-BAS	SUP4-PWR-BAS-FL	Leistungsmessung und -analyse
	SUP4-PWR	SUP4-PWR-FL	Erweiterte Leistungsmessungen und -analyse (umfasst alle Messungen von SUP4-PWR-BAS)
	SUP4-SV-BW-1	SUP4-SV-BW-1-FL	Erhöhung der Spektrumansicht-Erfassungsbandbreite auf 500 MHz
	SUP4-SV-RFVT	SUP4-SV-RFVT-FL	Spektrumansicht HF-Zeit-Messkurven, Trigger, Spektrogramme und IQ-Erfassung
	SUP4-VID	SUP4-VID-FL	NTSC-, PAL- und SECAM-Video-Triggerung
	SUP4-WBG-DPT	SUP4-WBG-DPT-FL	Doppelimpuls-Prüfmessungen und -analyse für breitlückige SiC/GaN
Digitalvoltmeter hinzufügen	n/z	n/z	Digitalvoltmeter/Triggerfrequenzzähler hinzufügen (kostenlos bei Produktregistrierung unter www.tek.com/register4mso)

Bandbreiten-Upgrades nach dem Kauf

Bandbreiten-Upgrades zu einem späteren Zeitpunkt hinzufügen Sie können die analoge Bandbreite der Produkte nach dem Erstkauf problemlos erweitern. Bandbreiten-Upgrades werden auf Basis der Anzahl der FlexChannel-Eingänge, der aktuellen Bandbreite und der gewünschten Bandbreite erworben. Alle Modelle können vor Ort auf jede Bandbreite erweitert werden.

Erworbenes Oszilloskopmodell	Bandbreiten-Upgrade-Produkt	Upgrade-Option	Beschreibung der Upgrade-Option
MSO44B	SUP4B-BW4	4B-BW2T3-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 350 MHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T5-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 500 MHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T10-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T15-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T5-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 500 MHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T10-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T15-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW5T10-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 500 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW5T15-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 500 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW10T15-4	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 1 GHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (4) FlexChannel-Modell; systemabhängig

Tabelle wird fortgesetzt...

Erworbenes Oszilloskopmodell	Bandbreiten-Upgrade-Produkt	Upgrade-Option	Beschreibung der Upgrade-Option
MSO46B	SUP4B-BW6	4B-BW2T3-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 350 MHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T5-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 500 MHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T10-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW2T15-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 200 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T5-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 500 MHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T10-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW3T15-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 350 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW5T10-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 500 MHz auf 1 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW5T15-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 500 MHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig
		4B-BW10T15-6	Lizenz; Bandbreiten-Upgrade; Upgrade von 1 GHz auf 1,5 GHz Bandbreite bei einem (6) FlexChannel-Modell; systemabhängig



Tektronix ist nach ISO 14001:2015 und ISO 9001:2015 von DEKRA zertifiziert.

ASEAN/Australasien (65) 6356 3900
 Belgien 00800 2255 4835*
 Mittel-/Osteuropa und Baltikum +41 52 675 3777
 Finnland +41 52 675 3777
 Hongkong 400 820 5835
 Japan 81 (3) 6714 3086
 Naher Osten, Asien und Nordafrika +41 52 675 3777
 Volksrepublik China 400 820 5835
 Republik Korea +822 6917 5084, 822 6917 5080
 Spanien 00800 2255 4835*
 Taiwan 886 (2) 2656 6688

Österreich 00800 2255 4835*
 Brasilien +55 (11) 3759 7627
 Mitteleuropa und Griechenland +41 52 675 3777
 Frankreich 00800 2255 4835*
 Indien 000 800 650 1835
 Luxemburg +41 52 675 3777
 Niederlande 00800 2255 4835*
 Polen +41 52 675 3777
 Russland und GUS-Staaten +7 (495) 6647564
 Schweden 00800 2255 4835*
 Vereinigtes Königreich und Irland 00800 2255 4835*

Balkan, Israel, Südafrika und andere ISE-Länder +41 52 675 3777
 Kanada 1 800 833 9200
 Dänemark +45 80 88 1401
 Deutschland 00800 2255 4835*
 Italien 00800 2255 4835*
 Mexiko, Mittel-/Südamerika und Karibik 52 (55) 56 04 50 90
 Norwegen 800 16098
 Portugal 80 08 12370
 Südafrika +41 52 675 3777
 Schweiz 00800 2255 4835*
 USA 1 800 833 9200

* Telefonnummer in Europa gebührenfrei. Sollte kein Verbindungsaufbau möglich sein, wählen Sie bitte: +41 52 675 3777

Weitere Informationen: Tektronix unterhält eine umfassende, laufend erweiterte Sammlung von Applikationsbroschüren, technischen Informationsblättern und anderen Ressourcen, um Ingenieure und Entwickler bei ihrer Arbeit mit modernster Technologie zu unterstützen. Besuchen Sie unsere Website unter www.tek.com.

Copyright © Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Veröffentlichung ersetzen alle in bisher veröffentlichten Materialien enthaltenen Informationen. Änderungen der Spezifikationen und der Preise vorbehalten. TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc. Alle anderen erwähnten Markennamen sind Dienstleistungsmarken, Marken oder eingetragene Marken der betreffenden Firmen.

4 Dec 2023 48G-74016-0

tek.com

Tektronix[®]