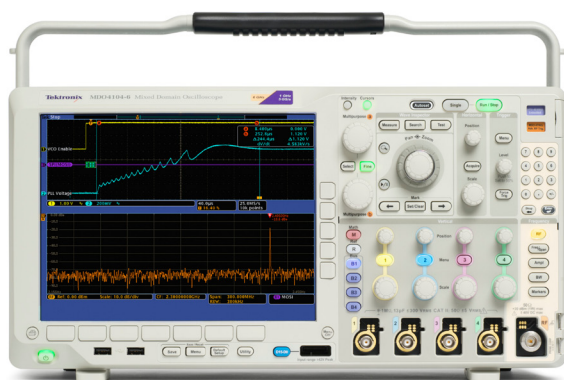


Osciloscópios de Múltiplo Domínio

Mixed Domain Oscilloscopes

DataSheet série MDO4000 / MDO4000 Series Data Sheet



Recursos e benefícios

Principais especificações de desempenho

- 4 canais analógicos
 - Modelos com larguras de banda de 500 MHz ou 1 GHz
- 16 canais digitais
 - A aquisição MagniVu™ em alta velocidade oferece uma altíssima resolução de tempo (60,6 ps)
- 1 canal de RF
 - Modelos com faixas de frequências de 50 kHz a 3 GHz ou de 50 kHz a 6 GHz
 - Largura de banda ultralarga ≥ 1 GHz
- Incluso com Pontas de Prova de 3,9 pF com largura de banda de 500 MHz ou 1 GHz

Análise de Múltiplo Domínio

- Correlação de Tempo Analógico, Digital e com Aquisição de Sinal de RF em um Único Instrumento
- Wave Inspector® Esta ferramenta proporciona uma navegação fácil e intuitiva no sinal de entrada, tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência
- Amplitude, Frequência e Fase vs. Formas de onda no tempo derivadas da entrada de RF
- Tempo de espectro selecionável para descobrir e analisar como o espectro de RF muda ao longo do tempo – mesmo em uma aquisição estática

Análise espectral

- Controles dedicados no painel frontal para as tarefas mais comuns
- Marcadores de pico automáticos identificam a frequência e a amplitude do sinal
- Marcadores manuais permitem medições aleatórias
- Tipos de rastreamento: Normal, Média, Retenção de Máxima e Retenção de Mínima
- Tipos de detecção: +Pico, -Pico, Média e Amostra
- A tela de espectrograma facilita a observação e a percepção de fenômenos de RF que mudam lentamente
- Medições automáticas: Canal de potência, relação entre potência e canal adjacente (ACPR), e largura de banda ocupada (OBW)
- Trigger de potência
- Análises com Trigger ou em Free Run

Recursos de fácil utilização

- Display colorido brilhante XGA de 264 mm (10,4 pol.)
- Leve e pequeno: profundidade de apenas 5,8 pol. (147 mm) e 11 lb (5 kg)

Conectividade

- Duas portas USB host 2.0 no painel frontal e duas no painel traseiro para rápido e fácil armazenamento de dados, impressão e conexão de um teclado USB
- Porta do dispositivo USB 2.0 no painel traseiro para permitir a fácil conexão com um PC ou a impressão direta em uma impressora compatível com PictBridge®
- Porta Ethernet 10/100/1000BASE-T integrada para conexão em rede e porta de saída de vídeo para exportar o display do osciloscópio para um monitor ou projetor

Análise e trigger serial opcionais

- Disparo de protocolo serial, decodificação e pesquisa de I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 e I²S/LJ/RJ/TDM

Suporte a aplicações opcionais

- Trigger avançado de RF
- Análise de potência
- Teste de limite e máscara
- Análises de vídeos em HDTV ou Personalizada

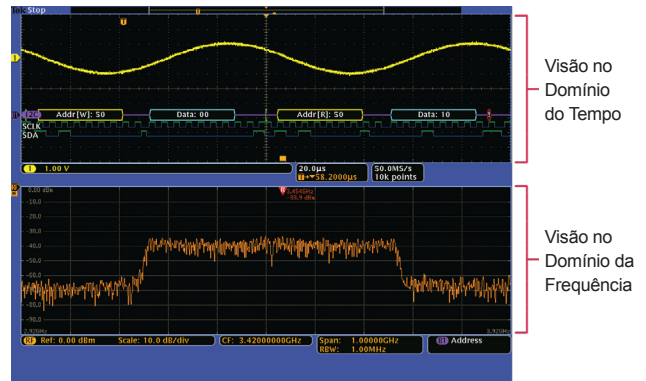
Apresentando o osciloscópio de múltiplo domínio

Apresentamos o primeiro e único osciloscópio do mundo com um analisador de espectro integrado. Pela primeira vez, você pode capturar sinais analógicos, digitais e de RF correlacionados no tempo para ter uma visão completa do sistema do seu dispositivo. Veja os domínios do tempo e da frequência em uma única tela. Veja o espectro de RF em qualquer ponto no tempo para saber como ele muda ao longo do tempo ou com o estado do dispositivo. Solucione os problemas de design mais complicados de forma rápida e eficiente, com um osciloscópio tão integrado quanto o seu design.

Com base no osciloscópio série MSO4000B padrão de mercado, você já pode usar sua ferramenta preferida, o osciloscópio, para olhar o domínio da frequência ao invés de precisar encontrar e reaprender a usar um analisador de espectro. No entanto, a capacidade do MDO vai muito além da simples observação do domínio da frequência, como você faria em um analisador de espectro. A verdadeira capacidade está em sua capacidade de correlacionar eventos no domínio da frequência com os fenômenos no domínio do tempo.

Quando tanto o canal de RF como os canais analógicos ou digitais estão ativados, a tela do osciloscópio se divide em dois modos de exibição. A metade superior da tela apresenta uma visão tradicional de osciloscópio no Domínio do Tempo. A metade inferior da tela apresenta uma visão da entrada de RF no Domínio da Frequência. Perceba que o modo de exibição do Domínio da Frequência não é simplesmente uma FFT do canal analógico ou digital no instrumento, e sim o espectro adquirido na entrada de RF.

O espectro apresentado no modo de exibição de Domínio da Frequência é tomado a partir do período de tempo indicado pela barra laranja curta no modo de exibição do Domínio do Tempo – conhecido como Tempo do Espectro. Com a Série MDO4000, o Espectro de Tempo pode ser movido através da aquisição para investigar como o espectro de RF muda ao longo do tempo. E isso pode ser feito enquanto o osciloscópio estiver em operação ou em uma aquisição estática.



A metade superior da tela da Série MDO4000 mostra a visão no Domínio do Tempo dos canais analógico e digital, enquanto a metade inferior mostra a visão no Domínio da Frequência do canal de RF. A barra laranja – Espectro de Tempo – mostra o período de tempo usado para calcular o espectro de RF.

As Figuras de 1 a 4 mostram uma aplicação diária simples – ajuste de um VCO/PLL. Esta aplicação ilustra a poderosa conexão entre o domínio do tempo e domínio da frequência que a Série MDO4000 oferece. Com sua grande largura de banda de captura e a capacidade de mover o Espectro de Tempo por toda a aquisição, esta captura única inclui o mesmo conteúdo espectral de aproximadamente 1.500 configurações de teste e aquisições diferentes de um analisador de espectro tradicional. Pela primeira vez, é extremamente fácil correlacionar eventos, observar interações ou medir latências de sincronismo entre os dois domínios, gerando informações rápidas da operação do seu projeto.

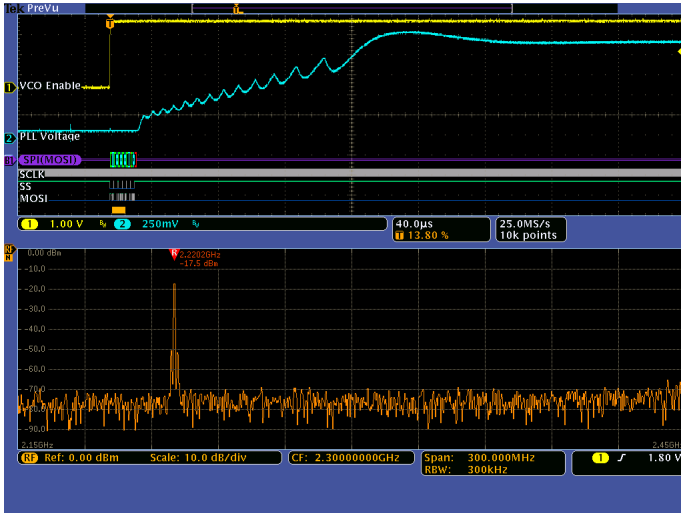


Figura 1 – Modo de exibição dos domínios do tempo e da frequência, mostrando o acionamento de um VCO/PLL. O Canal 1 (amarelo) está sondando um sinal de controle que aciona o VCO. O Canal 2 (ciano) está sondando a tensão do PLL. O barramento SPI que está programando o VCO/PLL com a frequência desejada é sondado com três canais digitais, sendo automaticamente decodificado. Perceba que o Espectro do Tempo se colocou depois que o VCO foi ativado e coincide com o comando no barramento SPI, indicando a frequência desejada ao VCO/PLL.

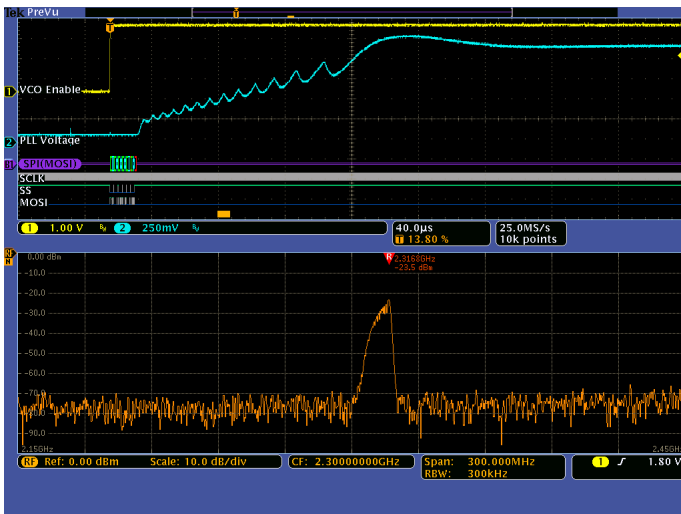


Figura 2 – O Espectro de Tempo se move cerca de 60 μs para a direita. Neste ponto, o espectro mostra que o VCO/PLL está em processo de ajuste para a frequência correta (2,400 GHz). Ele chegou a 2,3168 GHz.

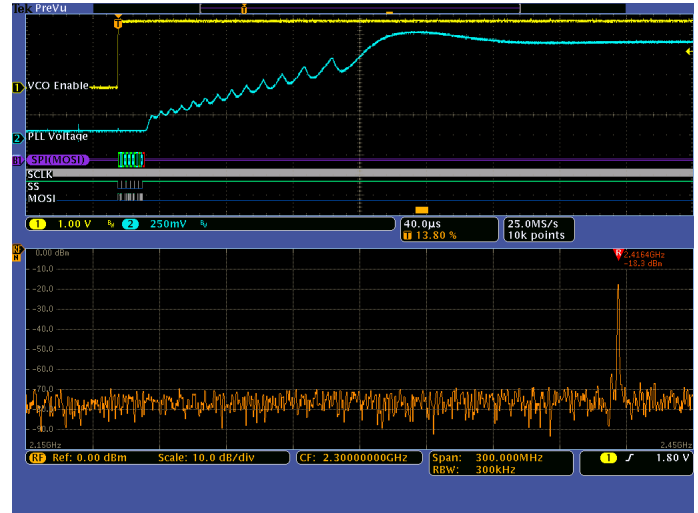


Figura 3 – O Espectro de Tempo se move mais 120 μs para a direita. Neste ponto, o espectro mostra que o VCO/PLL realmente ultrapassou a frequência correta e chegou a 2,4164 GHz.

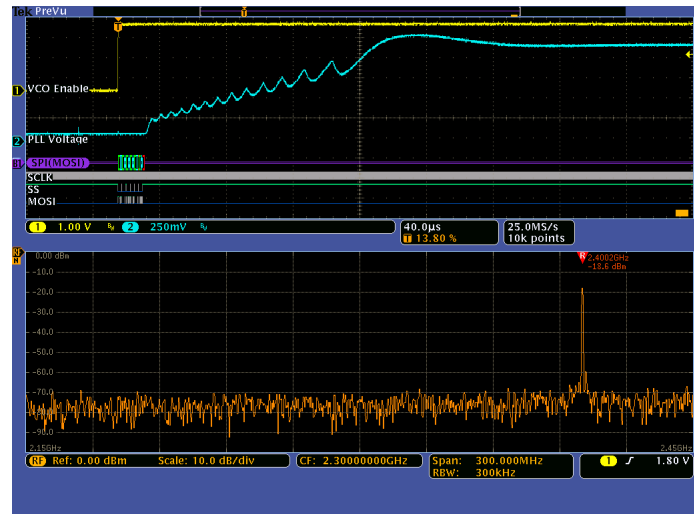
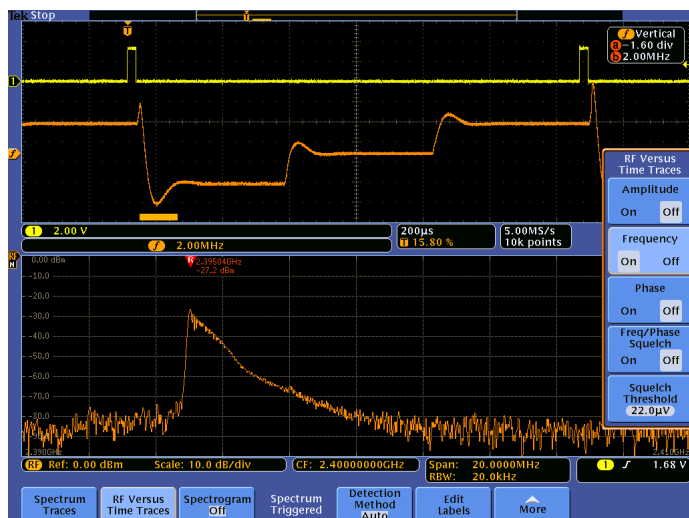


Figura 4 – O VCO/PLL acaba se estabelecendo na frequência correta de 2,400 GHz aproximadamente 340 μs depois que o VCO foi ativado.



A forma de onda laranja no modo de exibição de domínio do tempo é o rastro de frequência versus tempo, derivado do sinal de entrada de RF. Observe que, durante uma transição, o Espectro de Tempo é posicionado da frequência mais alta para a frequência mais baixa. Então, a energia se dispersa por várias frequências. Com o rastreamento de frequência versus tempo, você pode facilmente ver os diferentes saltos de frequência, tornando mais simples caracterizar como o dispositivo alterna entre as frequências.

Como visualizar alterações no seu sinal de RF

A tela do domínio do tempo da Série MDO4000 reconhece três rastros de RF no domínio do tempo que são derivados dos dados I e Q subjacentes da entrada de RF, incluindo:

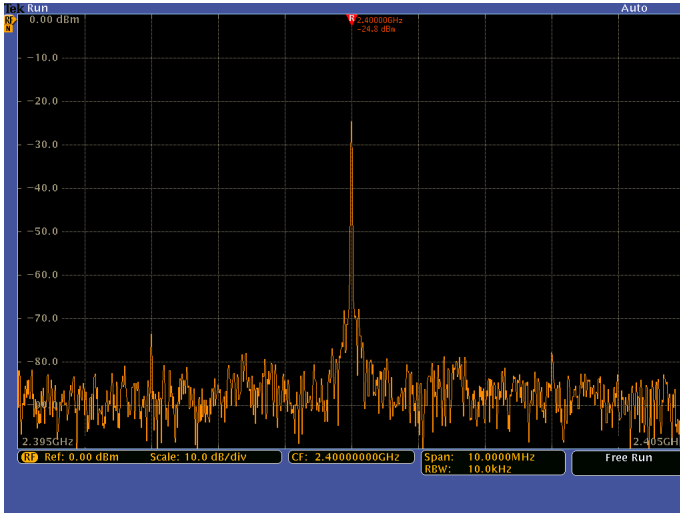
- Amplitude – A amplitude instantânea da entrada de RF em função do tempo
- Frequência – A frequência instantânea da entrada de RF em relação à frequência central em função do tempo
- Fase – A fase instantânea da entrada de RF em relação à frequência central em função do tempo

Cada um desses rastros pode ser ativado e desativado de forma independente, e os três podem ser exibidos simultaneamente. Os rastros de RF no domínio do tempo facilitam a compreensão do que está acontecendo com um sinal de RF que varia no tempo.

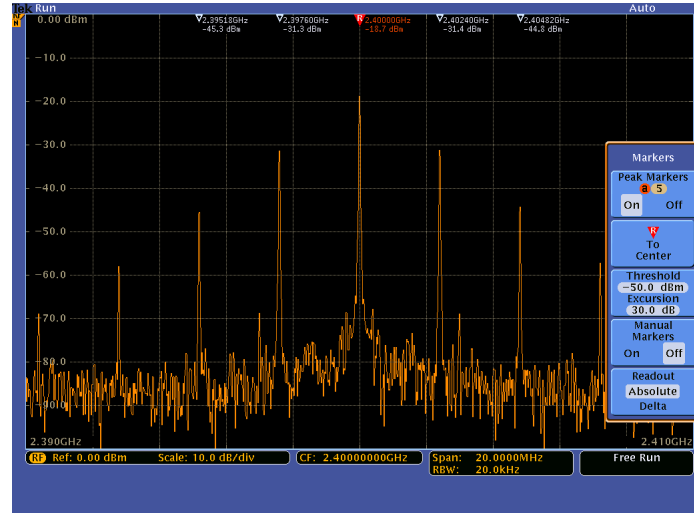
Trigger Avançado

Para lidar com a natureza variável no tempo das modernas aplicações de RF, a Série MDO4000 oferece um sistema de Trigger, que é totalmente integrado com os canais de RF, analógico e digital. Isso significa que um único Trigger coordena a aquisição em todos os canais, permitindo a captura de um espectro no momento exato em que um evento interessante no domínio do tempo está ocorrendo. Um conjunto completo de disparadores no domínio do tempo está disponível, inclusive Borda, Sequência, Largura de Pulso, Timeout, Runt, Lógica, Violação de Configuração/Retenção, Tempo de Subida/Descida, Vídeo, e vários disparadores de pacotes paralelos e seriais. Além disso, é possível realizar Trigger pelo nível de potência da entrada de RF. Por exemplo, é possível realizar um Trigger quando o transmissor RF for acionado.

O módulo de aplicação opcional MDO4TRIG permite Trigger de RF avançado. Esse módulo permite que o nível de potência de entrada de RF seja usado como fonte dos tipos de Trigger Sequência, Largura de Pulso, Timeout, Runt e Lógica. Por exemplo, é possível realizar um Trigger em um pulso de RF de um comprimento específico, ou usar o canal de RF como entrada de um Trigger lógico, permitindo que o osciloscópio dispare apenas quando a RF estiver acionada enquanto outros sinais estiverem ativos.



Tela do domínio da frequência do MDO4000.



Marcadores de pico automatizados identificam informações essenciais num piscar de olhos.

Da maneira indicada aqui, os cinco picos de amplitude mais altos que atingem o limite e os critérios de excursão são marcados automaticamente.

Os principais parâmetros espectrais, tais como Frequência Central, Span, Nível de Referência e Largura de Banda de Resolução, são ajustados de forma rápida e fácil através dos menus dedicados do painel dianteiro e do teclado.

Marcadores inteligentes e eficientes

Em um analisador de espectro tradicional, ligar e colocar marcadores suficientes para identificar todos os picos de interesse pode ser uma tarefa muito tediosa. A Série MDO4000 torna esse processo muito mais eficiente, colocando automaticamente os marcadores em picos que indicam a frequência e a amplitude de cada pico. Os critérios utilizados para determinar o que um pico é podem ser ajustados pelo usuário.

O maior pico de amplitude é indicado como o marcador de referência, sendo exibido em vermelho. As leituras de marcadores podem ser alternadas entre leituras Absolutas e Relativas (Delta). Quando Delta é selecionada, as leituras dos marcadores mostram a frequência relativa de cada pico e a amplitude relativa ao marcador de referência.

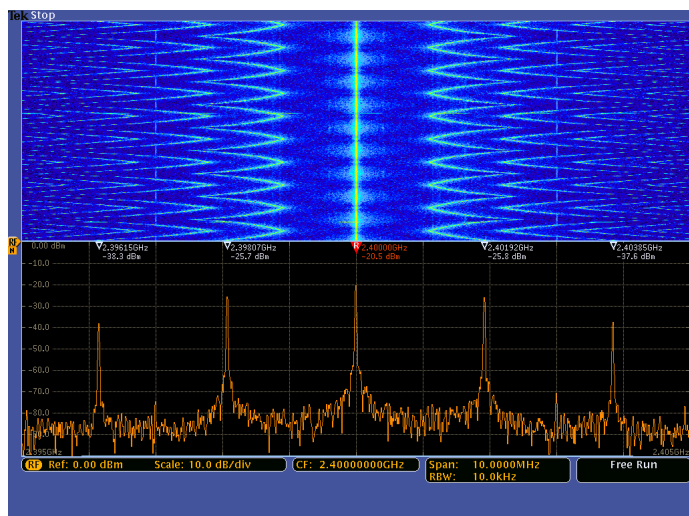
Dois marcadores manuais também estão disponíveis para medir partes do espectro que não estejam no pico. Quando ativado, o marcador de referência é ligado a um dos marcadores manuais, permitindo medições relativas a qualquer parte do espectro. Além de frequência e da amplitude, as leituras dos marcadores manuais também incluem a densidade de ruído e leituras de ruído de fase, dependendo da leitura selecionada (Absoluta ou Relativa). Uma função "Marcador de Referência ao Centro" move instantaneamente a frequência indicada pelo marcador de referência para uma frequência central.



Os principais parâmetros espectrais são ajustados rapidamente com os menus dedicados no painel frontal e o teclado.

Análise Espectral Rápida e Precisa

Quando a entrada de RF é usada por si só, a tela da Série MDO4000 passa a ser um modo de exibição de tela inteira do domínio da frequência.



A tela de espectrograma ilustra fenômenos de RF que se movem lentamente. Conforme mostrado aqui, um sinal com vários picos está sendo monitorado. À medida que os picos mudam com o tempo na frequência e na amplitude, as mudanças podem ser facilmente vistas na tela de Espectrograma.

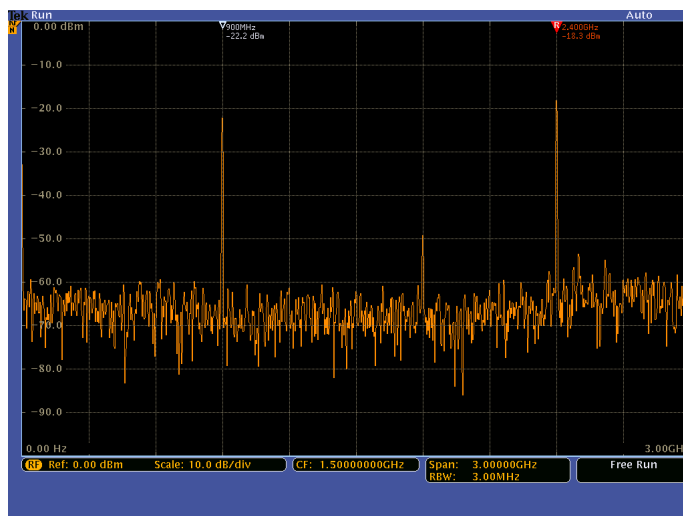
Espectrograma

A Série MDO4000 tem uma tela de espectrograma que é ideal para monitorar fenômenos de RF que mudam lentamente. O eixo x representa a frequência, igual a uma tela de espectro normal. No entanto, o eixo y representa o tempo, e a cor é usada para indicar a amplitude.

As fatias do espectrograma são geradas tomando-se cada espectro e “invertendo-o em sua borda” de modo que fique com uma linha de pixels de altura e, em seguida, atribuindo-se cores a cada pixel de acordo com a amplitude nessa frequência. Cores frias (azul, verde) são de baixa amplitude, e cores quentes (amarelo, vermelho) são de maior amplitude. Cada nova aquisição adiciona outra fatia na parte inferior do espectrograma e o histórico se move uma fila para cima. Quando as aquisições são interrompidas, você pode rolar para trás no espectrograma para olhar qualquer fatia individual de espectro.

Trigger versus Free Run

Quando os domínios do tempo e da frequência são exibidos, o espectro apresentado é sempre disparado pelo Trigger do sistema que está correlacionado no tempo com os rastros ativos no domínio do tempo. No entanto, quando apenas o domínio da frequência é apresentado, a entrada de RF pode ser configurada para Free Run. Isso é útil quando os dados no domínio da frequência são contínuos e não são relacionados a eventos ocorridos no domínio do tempo.



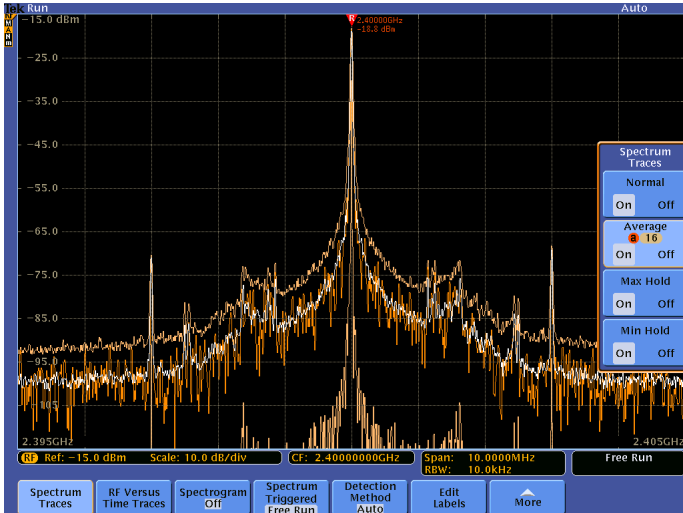
A tela espectral de uma comunicação de pico, tanto para um dispositivo através do Zigbee a 900 MHz e saindo de um dispositivo através de Bluetooth a 2,4 GHz, capturada com uma única aquisição.

Banda ultralarga de captura

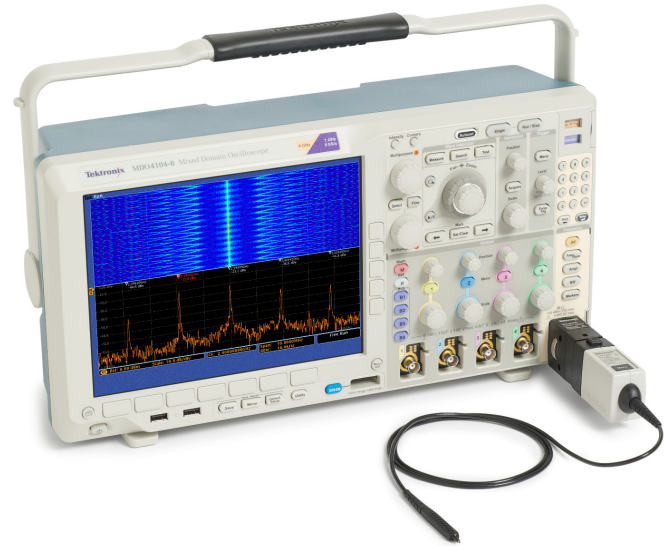
As atuais comunicações sem fio variam significativamente com o tempo, usando sofisticados esquemas de modulação digital e, muitas vezes, técnicas de Transmissão Bursting. Esses esquemas de modulação também podem ter larguras de banda muito grandes. Os analisadores de espectro tradicionais (por varredura ou por passo) não são adequadamente equipados para exibir esses tipos de sinais, pois são capazes apenas de examinar uma pequena parte do espectro em um dado momento.

A quantidade de espectro adquirida em uma aquisição é chamada “largura de banda de captura”. Os analisadores de espectro tradicionais realizam varreduras ou passos na largura de banda de captura em toda a extensão desejada para construir a imagem solicitada. Portanto, enquanto o analisador de espectro está adquirindo uma parte do espectro, o evento desejado pode estar acontecendo em outra parte do espectro. A maioria dos analisadores de espectro do mercado atual oferecem 10 MHz de largura de banda de captura, às vezes com opções de alto custo para ampliá-la até 20, 40 ou mesmo 140 MHz em alguns casos.

Para atender às necessidades de largura de banda da moderna RF, a Série MDO4000 oferece ≥ 1 GHz de largura de banda de captura. Em configurações até 1 GHz, não há nenhuma necessidade de varredura da tela. O espectro é gerado a partir de uma única aquisição, garantindo, assim, que você veja os eventos que procura no domínio da frequência.



Rastros de espectro Normal, Média, Retenção de Máxima e Retenção de Mínima.



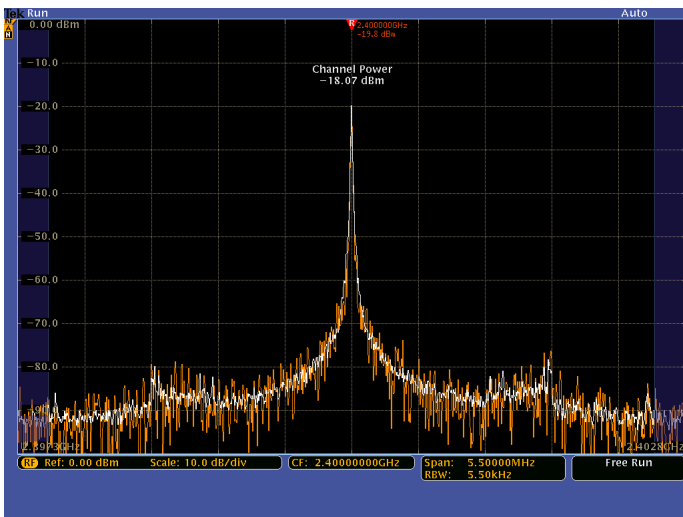
O adaptador opcional TPA-N-VPI permite que qualquer sonda TekVPI de 50 Ω seja conectada à entrada de RF.

Medições de RF

A Série MDO4000 oferece três medições automatizadas de RF: Potência do Canal, Relação de Potência de Canais Adjacentes e Largura de Banda Ocupada. Quando uma dessas medições de RF é ativada, o osciloscópio aciona automaticamente o rastro de espectros de Média e define o método de detecção como Média para gerar resultados de medição ideais.

Ponta de Prova de RF

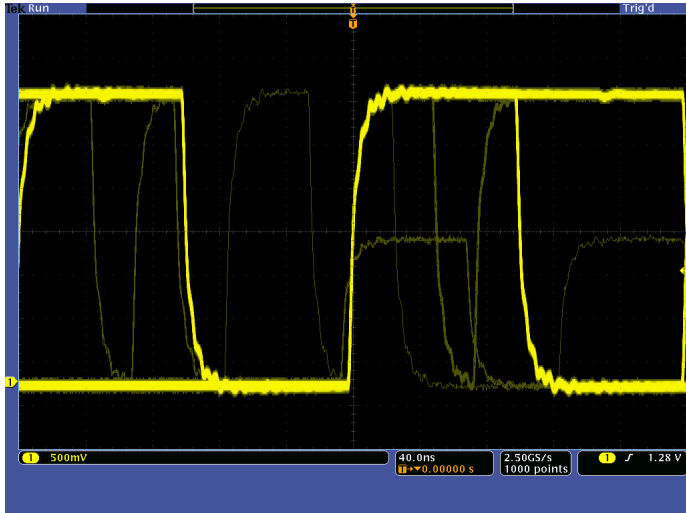
Os métodos de sinal de entrada em analisadores de espectro normalmente se limitam a conexões por cabo ou antenas. Mas, com o adaptador TPA-N-VPI opcional, qualquer ponta de prova TekVPI ativa de 50 Ω pode ser usada com a entrada de RF na Série MDO4000. Isso aumenta a flexibilidade na busca por fontes de ruído e facilita a análise espectral.



Medição automatizada da potência do canal.

Traçados do espectro

A Série MDO4000 oferece quatro traços ou modos de exibição diferentes da entrada de RF: Normal, Média, Retenção de Máxima e Retenção de Mínima. Você pode definir de forma independente o método de detecção utilizado para cada tipo de traço, ou pode deixar o osciloscópio no modo Auto inicial, que define o tipo de detecção ideal para a configuração do momento. Tipos de detecção: Pico +, Pico -, Média e Amostra.



Detecte: a rápida velocidade de captura de formas de onda, superior a 50.000 wfms/s, maximiza a probabilidade de capturar glitches evasivos e outros eventos pouco frequentes.

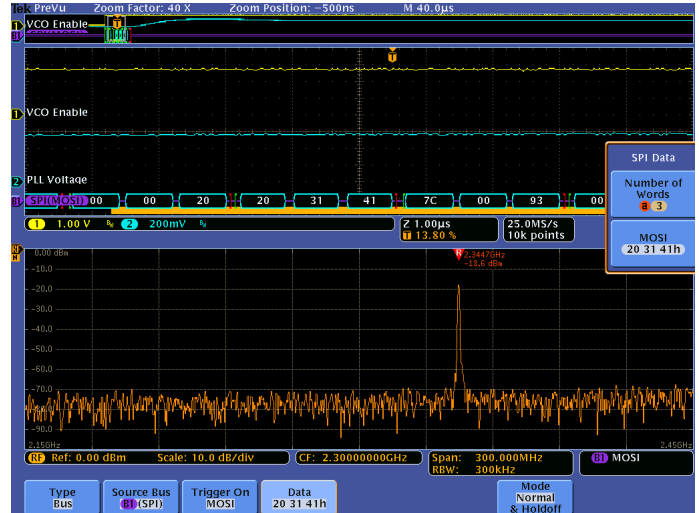
Incorporado à Premiada Série MSO4000B de Osciloscópios de Múltiplo Domínio

A Série MDO4000 fornece o mesmo conjunto completo de recursos disponíveis na Série de Osciloscópios de Múltiplo Domínio MSO4000B. Esse conjunto robusto de ferramentas ajudará a acelerar em cada etapa de depuração do seu projeto – desde a descoberta rápida de uma anomalia e sua captura até a procura do registro da forma de onda do evento e a análise das suas características e do comportamento do seu dispositivo.

Deteção

Para depurar um problema de projeto, é necessário, em primeiro lugar, saber que ele existe. Cada engenheiro de projeto investe tempo procurando por problemas em seu projeto, uma tarefa demorada e frustrante quando não se tem as ferramentas de depuração certas.

A série MDO4000 oferece a visualização de sinais mais completa do mercado, proporcionando uma percepção rápida da operação real de seu dispositivo. Uma captura veloz de formas de onda (mais de 50.000 formas de onda por segundo) permite visualizar os glitches e outros transientes eventuais em segundos, revelando a verdadeira origem das falhas do dispositivo. Um display de fósforo digital com gradação de intensidade mostra o histórico da atividade de um sinal, intensificando as áreas do sinal mais frequentes, fornecendo uma visualização do número de ocorrências das anomalias.



Captura: o disparo de um pacote específico de dados transmitidos que percorre um barramento SPI. Um conjunto completo de triggers, incluindo triggers para o conteúdo específico de um pacote serial, garante que você capture rapidamente o evento de interesse.

Captura

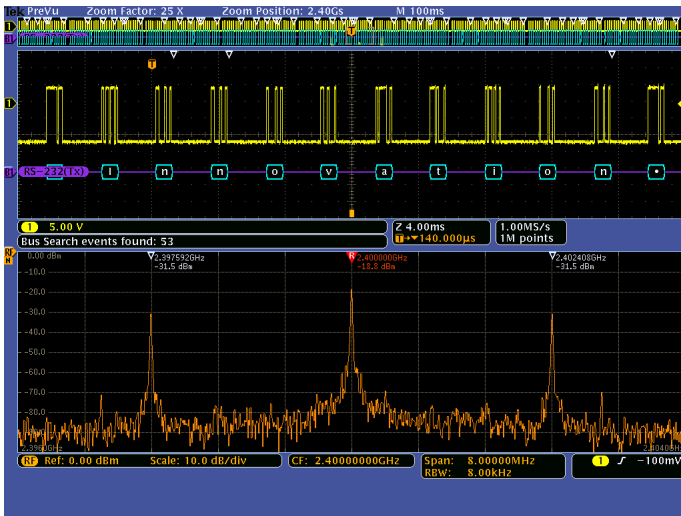
A detecção da falha de um dispositivo é apenas a primeira etapa. Em seguida, é necessário capturar o evento de interesse para identificar a causa-raiz.

A captura precisa de qualquer sinal de interesse começa com uma ponta de prova adequada. A Série MDO4000 contém quatro pontas de prova de baixa capacitância para uma captura precisa de sinais. Essas pontas de prova de tensão passivas de alta impedância, pioneiras no mercado, têm menos de 4 pF de carga capacitiva, reduzindo o efeito da ponta sobre a operação do circuito, oferecendo o desempenho de uma ponta ativa com a flexibilidade de uma ponta passiva.

A série MDO4000 oferece um conjunto completo de triggers, incluindo runt, lógica, glitch/largura de pulso, violação de retenção/configuração, pacote serial e dados paralelos, que ajudam a encontrar rapidamente o evento. Com um comprimento de registro de até 20 milhões de pontos, você pode capturar vários eventos de interesse, até mesmo milhares de pacotes seriais, em uma única aquisição, para análise posterior, ao mesmo tempo em que mantém uma alta resolução para ampliar os detalhes do sinal fino.

Desde o trigger do conteúdo de pacotes específicos até a decodificação automática em vários formatos de dados, a série MDO4000 fornece suporte integrado para a gama mais ampla de barramentos seriais do mercado: I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 e I²S/LJ/RJ/TDM. A capacidade de decodificar até quatro barramentos seriais e/ou paralelos simultaneamente significa que você ganha uma maior percepção dos problemas no nível do sistema, com mais rapidez.

Para ajudar ainda mais a solucionar problemas de interação em nível de sistema em sistemas internos complexos, a Série MDO4000 oferece 16 canais digitais. A aquisição de alta velocidade MagniVu™ nesses canais permite que você adquira o detalhe do sinal fino (resolução de até 60,6 ps) em torno do ponto de trigger para medições de precisão. O MagniVu é essencial para realizar medições precisas de temporização, para medições de setup e retenção, atraso de clock, desvio de sinais e caracterização de glitches.

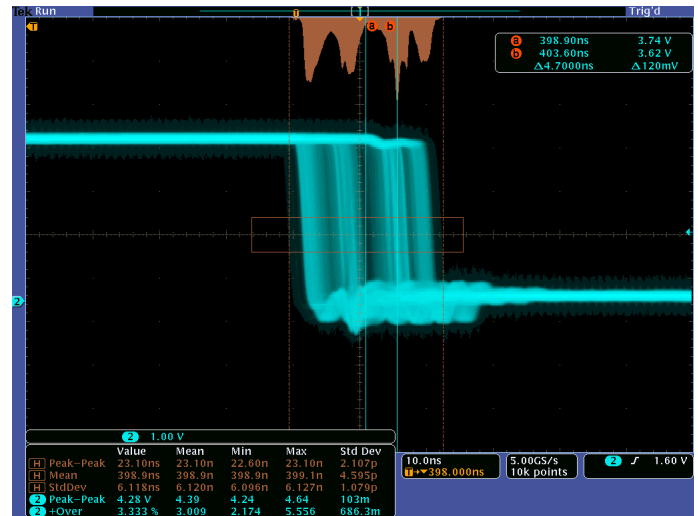


Pesquisa: Decodificação da RS-232 que mostra os resultados a partir de uma pesquisa do valor de dados "n" com o Inspector Wave. Os controles do Wave Inspector fornecem uma eficiência inigualável na visualização, na navegação e na análise de dados de forma de onda.

Pesquisa

A procura pelo evento de interesse em um registro da forma de onda longo pode ser demorada quando não se tem as ferramentas de pesquisa adequadas. Com os comprimentos de registros atuais que ultrapassam um milhão de pontos de dados, localizar seu evento pode significar navegar por milhares de telas com atividade de sinal.

Com os inovadores controles Wave Inspector®, a série MDO4000 Series oferece a pesquisa e a navegação de forma de onda mais abrangente do mercado. Esses controles aceleram o deslocamento e o zoom em seu registro. Com um sistema tátil exclusivo, é possível mover-se de uma extremidade do registro à outra em questão de segundos. As marcas do usuário permitem marcar qualquer local que deseje consultar mais tarde para uma investigação mais detalhada. Ou, pesquise automaticamente o registro com critérios definidos por você. O Wave Inspector pesquisará instantaneamente todo o registro, incluindo os dados de barramentos serial, analógico e digital. Ele marcará, automaticamente, cada ocorrência do evento definido ao longo do caminho, para que você possa movimentar-se rapidamente entre cada ocorrência.



Análise: histograma da forma de onda de uma borda descendente exibindo a distribuição da posição da borda (jitter) com o passar do tempo. Foram incluídas medições numéricas feitas sobre os dados do histograma de forma de onda. Um conjunto abrangente de ferramentas de análise integradas acelera a verificação do desempenho de seu projeto.

Análise

Verificar se o desempenho de seu protótipo corresponde a simulações e atende os objetivos do seu projeto exige a análise de seu comportamento. As tarefas podem variar de simples verificações de tempos de subida e comprimentos de pulso até a análise sofisticada de perda de potência e a investigação de fontes de ruído.

A série MDO4000 oferece um conjunto abrangente de ferramentas de análise integradas, incluindo cursores baseados na forma de onda e na tela, 44 medições automatizadas, matemática avançada da forma de onda, incluindo a edição de equações arbitrárias, histogramas de forma de onda, análise de FFT e gráficos de tendência para a definição visual de como uma medição se altera com o decorrer do tempo. Também estão disponíveis suporte especializado a aplicações na análise de barramento serial, projeto da fonte de alimentação, testes de limite e máscara, além de projeto e desenvolvimento de vídeo.

Para uma análise mais ampla, a edição Tektronix do LabVIEW SignalExpress™, pela National Instrument, fornece mais de 200 funções integradas, incluindo análise de domínio de tempo e frequência, teste de limites, registro de dados e relatórios personalizáveis.

Specifications

Characteristic	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Analog Channels	4			
Bandwidth	500 MHz	1 GHz	500 MHz	1 GHz
Sample Rate (1-2 ch)	2.5 GS/s	5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s
Sample Rate (3-4 ch)	2.5 GS/s			
Digital Channels	16			
RF Channels	1			
Frequency Range	50 kHz - 3 GHz		50 kHz - 6 GHz	
Real-time Capture Bandwidth	≥1 GHz			
Span	1 kHz - 3/6 GHz in a 1-2-5 sequence			
Resolution Bandwidth	20 Hz - 10 MHz in a 1-2-3-5 sequence			
Reference Level	−140 dBm to +30 dBm in steps of 5 dBm			
Vertical Scale	1 dB/div to 20 dB/div in a 1-2-5 sequence			
Vertical Position	−10 divs to +10 divs			
Vertical Units	dBm, dBmV, dBμV, dBμW, dBmA, dBμA			
Displayed Average Noise Level (DANL)	50 kHz - 5 MHz: < −130 dBm/Hz (< −134 dBm/Hz typical) 5 MHz - 3 GHz: < −148 dBm/Hz (< −152 dBm/Hz typical) 3 GHz - 6 GHz: < −140 dBm/Hz (< −143 dBm/Hz typical)			
Spurious Response				
2nd and 3rd Harmonic Distortion (>30 MHz)	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
2nd Order Intermodulation Distortion	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
3rd Order Intermodulation Distortion	< −60 dBc (< −63 dBc typical)			
Other A/D Spurs	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
Image and IF Rejection	< −50 dBc (< −55 dBc typical)			
Residual Response	< −78 dBm			
Crosstalk to RF Channel from Scope Channels	≤1 GHz input frequencies: < −68 dB from ref level >1 GHz - 2 GHz input frequencies: < −48 dB from ref level			
Phase Noise at 2 GHz CW	10 kHz: < −90 dBc/Hz, < −95 dBc/Hz (typical) 100 kHz: < −95 dBc/Hz, < −98 dBc/Hz (typical) 1 MHz: < −113 dBc/Hz, < −118 dBc/Hz (typical)			
Level Measurement Uncertainty (Input level +10 dBm to −50 dBm)	20 °C - 30 °C: < ±1 dB (< ±0.5 dB typical) Over operating range: < ±1.5 dB			
Residual FM	≤100 Hz peak-to-peak in 100 ms			
Maximum Operating Input Level				
Average Continuous Power	+30 dBm (1 W)			
DC Maximum Before Damage	±40 V DC			
Maximum Power Before Damage (CW)	+33 dBm (2 W)			
Maximum Power Before Damage (Pulse)	+45 dBm (32 W) (<10 μs pulse width, <1% duty cycle, and reference level of ≥ +10 dBm)			
Power Level Trigger				
Frequency Range	1 MHz - 3 GHz		1 MHz - 6 GHz	
Amplitude Range	+30 dBm to −40 dBm			
Limits	With CF 1 MHz - 3.25 GHz: −35 dB from ref level With CF >3.25 GHz: −15 dB from ref level			
Minimum Pulse Duration	10 μs On Time with a minimum settling Off Time of 10 μs			
RF to Analog Channel Skew	<5 ns			

Characteristic	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Frequency Domain Trace Types	Normal, Average, Max Hold, Min Hold			
Time Domain Trace Types	Amplitude vs. Time, Frequency vs. Time, Phase vs. Time			
Detection Methods	+Peak, -Peak, Average, Sample			
Automatic Markers	1-11 peaks identified based on user-adjustable threshold and excursion values			
Manual Markers	Two manual markers indicating frequency, amplitude, noise density, and phase noise			
Marker Readouts	Absolute or Delta			

RF Acquisition Length

Span	Maximum RF Acquisition Time
>2 GHz	2.5 ms
>1 GHz - 2 GHz	5 ms
>800 MHz - 1 GHz	10 ms
>500 MHz - 800 MHz	12.5 ms
>400 MHz - 500 MHz	20 ms
>250 MHz - 400 MHz	25 ms
>200 MHz - 250 MHz	40 ms
>160 MHz - 200 MHz	50 ms
>125 MHz - 160 MHz	62.5 ms
<125 MHz	79 ms

FFT Windows

FFT Window	Factor
Kaiser	2.23
Rectangular	0.89
Hamming	1.30
Hanning	1.44
Blackman-Harris	1.90
Flat-Top	3.77

Vertical System Analog Channels

Characteristic	MDO4054-X	MDO4104-X
Input Channels	4	
Analog Bandwidth (–3 dB) 5 mV/div - 1 V/div	500 MHz	1 GHz
Calculated Rise Time 5 mV/div (typical)	700 ps	350 ps
Hardware Bandwidth Limits	20 MHz or 250 MHz	
Input Coupling	AC, DC	
Input Impedance	1 M Ω $\pm$ 1%, 50 Ω $\pm$ 1%	
Input Sensitivity, 1 M Ω	1 mV/div to 10 V/div	
Input Sensitivity, 50 Ω	1 mV/div to 1 V/div	
Vertical Resolution	8 bits (11 bits with Hi Res)	
Max Input Voltage, 1 M Ω	300 V _{RMS} CAT II with peaks $\leq$ $\pm$ 425 V	
Max Input Voltage, 50 Ω	5 V _{RMS} with peaks $<$ $\pm$ 20 V	
DC Gain Accuracy	$\pm$ 1.5%, derated at 0.10%/°C above 30 °C	
Channel-to-Channel Isolation	$\geq$ 100:1 at $\leq$ 100 MHz and $\geq$ 30:1 at $>$ 100 MHz up to the rated bandwidth for any two channels having equal volts/div settings	

Offset Range

Range	1 M Ω	50 Ω
1 mV/div to 50 mV/div	$\pm$ 1 V	$\pm$ 1 V
50.5 mV/div to 99.5 mV/div	$\pm$ 0.5 V	$\pm$ 0.5 V
100 mV/div to 500 mV/div	$\pm$ 10 V	$\pm$ 10 V
505 mV/div to 995 mV/div	$\pm$ 5 V	$\pm$ 5 V
1 V/div to 5 V/div	$\pm$ 100 V	$\pm$ 5 V
5.05 V/div to 10 V/div	$\pm$ 50 V	NA

Vertical System Digital Channels

Characteristic	All MDO4000 Models
Input Channels	16 Digital (D15 - D0)
Thresholds	Per-channel Thresholds
Threshold Selections	TTL, CMOS, ECL, PECL, User Defined
User-defined Threshold Range	$\pm$ 40 V
Maximum Input Voltage	$\pm$ 42 V _{peak}
Threshold Accuracy	$\pm$ (100 mV + 3% of threshold setting)
Input Dynamic Range	30 V _{p-p} $\leq$ 200 MHz 10 V _{p-p} $>$ 200 MHz
Minimum Voltage Swing	400 mV
Input Impedance	100 k Ω
Probe Loading	3 pF
Vertical Resolution	1 bit

Horizontal System Analog Channels

Characteristic	MDO4054-X	MDO4104-X
Maximum Record Length (All channels)	20M points	
Maximum Duration at Highest Sample Rate (All/Half channels)	8/8 ms	8/4 ms
Time Base Range	1 ns to 1,000 s	400 ps to 1,000 s
Time Base Delay Time Range	–10 divisions to 5000 s	
Channel-to-Channel Deskew Range	$\pm$ 125 ns	
Time Base Accuracy	$\pm$ 5 ppm over any $\geq$ 1 ms interval	

Horizontal System Digital Channels

Characteristic	All MDO4000 Models
Maximum Sample Rate (Main)	500 MS/s (2 ns resolution)
Maximum Record Length (Main)	20M points
Maximum Sample Rate (MagniVu)	16.5 GS/s (60.6 ps resolution)
Maximum Record Length (MagniVu)	10k points centered around the trigger
Minimum Detectable Pulse Width (Typical)	1 ns
Channel-to-Channel Skew (Typical)	200 ps
Maximum Input Toggle Rate	500 MHz
	Maximum frequency sine wave that can accurately be reproduced as a logic square wave. Requires the use of a short ground extender on each channel.
	This is the maximum frequency at the minimum swing amplitude. Higher toggle rates can be achieved with higher amplitudes.

Trigger System

Characteristic	Description
Main Trigger Modes	Auto, Normal, and Single
Trigger Coupling	DC, AC, HF reject (attenuates >50 kHz), LF reject (attenuates <50 kHz), noise reject (reduces sensitivity)
Trigger Holdoff Range	20 ns to 8 s

Trigger Sensitivity

Characteristic	Description
Internal DC Coupled	
1 M Ω Path (All models)	For 1 mV/div to 4.98 mV/div; 0.75 div from DC to 50 MHz, increasing to 1.3 div at rated bandwidth
50 Ω Path (MDO4054-X)	For ≥ 5 mV/div; 0.4 div from DC to 50 MHz, increasing to 1 div at rated bandwidth
50 Ω Path (MDO4104-X)	0.4 div from DC to 50 MHz, increasing to 1 div at rated bandwidth

Trigger Level Range

Characteristic	Description
Any Channel	± 8 divisions from center of screen
Line	Fixed at about 50% of line voltage

Trigger Frequency Readout

Provides 6-digit frequency readout of triggerable events.

Trigger Modes

Mode	Description
Edge	Positive or negative slope on any channel. Coupling includes DC, AC, HF reject, LF reject, and noise reject
Sequence (B-trigger)	Trigger Delay by Time – 4 ns to 8 s. Or Trigger Delay by Events – 1 to 4,000,000 events
Pulse Width	Trigger on width of positive or negative pulses that are >, <, =, or $\neq$ a specified period of time (4 ns to 8 s)
Timeout	Trigger when no pulse is detected within a specified time (4 ns to 8 s)
Runt	Trigger on a pulse that crosses one threshold but fails to cross a second threshold before crossing the first again
Logic	Trigger when any logical pattern of channels goes false or stays true for specified period of time (4 ns to 8 s). Any input can be used as a clock to look for the pattern on a clock edge. Pattern (AND, OR, NAND, NOR) specified for all analog and digital input channels defined as High, Low, or Don't Care
Setup and Hold	Trigger on violations of both setup time and hold time between clock and data present on any of the input channels
Rise/Fall Time	Trigger on pulse edge rates that are faster or slower than specified. Slope may be positive, negative, or either
Video	Trigger on all lines, odd, even, or all fields on NTSC, PAL, and SECAM video signals
Extended Video (Optional)	Trigger on 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60, and custom bi-level and tri-level sync video standards
I ² C (Optional)	Trigger on Start, Repeated Start, Stop, Missing ACK, Address (7 or 10 bit), Data, or Address and Data on I ² C buses up to 10 Mb/s
SPI (Optional)	Trigger on SS active, MOSI, MISO, or MOSI and MISO on SPI buses up to 50 Mb/s

Mode	Description
USB (Optional)	Low-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL. Special packet trigger – Any special type, Reserved. Error trigger – PID Check, CRC5 or CRC16, Bit Stuffing.
	Full-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL. Special packet trigger – Any special type, PRE, Reserved. Error trigger – PID Check, CRC5 or CRC16, Bit Stuffing.
	High-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1, DATA2, DATAM; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL, NYET. Special packet trigger – Any special type, ERR, SPLIT, PING, Reserved. SPLIT packet components that can be specified include: - Hub Address - Start/Complete – Don't Care, Start (SSPLIT), Complete (CSPLIT) - Port Address - Start and End bits – Don't Care, Control/Bulk/Interrupt (Full-speed Device, Low-speed Device), Isochronous (Data is Middle, Data is End, Data is Start, Data is All) - Endpoint Type – Don't Care, Control, Isochronous, Bulk, Interrupt Error trigger – PID Check, CRC5 or CRC16, Any.
High-speed support only available on MDO4104-3 and MDO4104-6 models.	
Ethernet (Optional)	10BASE-T: Trigger on Start Frame Delimiter, MAC Addresses, MAC Q-Tag Control Information, MAC Length/Type, IP Header, TCP Header, TCP/IPv4/MAC Client Data, End of Packet, FCS (CRC) Error. MAC Addresses – Trigger on Source and Destination 48-bit address values. MAC Q-Tag Control Information – Trigger on Q-Tag 32-bit value. MAC Length/Type – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular 16-bit value, or inside or outside of a range. IP Header – Trigger on IP Protocol 8-bit value, Source Address, Destination Address. TCP Header – Trigger on Source Port, Destination Port, Sequence Number, and Ack Number. TCP/IPv4/MAC Client Data – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Selectable number of bytes to trigger on from 1-16. Byte offset options of Don't Care, 0-1499.
	100BASE-TX: Trigger on Start Frame Delimiter, MAC Addresses, MAC Q-Tag Control Information, MAC Length/Type, IP Header, TCP Header, TCP/IPv4/MAC Client Data, End of Packet, FCS (CRC) Error, Idle. MAC Addresses – Trigger on Source and Destination 48-bit address values. MAC Q-Tag Control Information – Trigger on Q-Tag 32-bit value. MAC Length/Type – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular 16-bit value, or inside or outside of a range. IP Header – Trigger on IP Protocol 8-bit value, Source Address, Destination Address. TCP Header – Trigger on Source Port, Destination Port, Sequence Number, and Ack Number. TCP/IPv4/MAC Client Data – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Selectable number of bytes to trigger on from 1-16. Byte offset options of Don't Care, 0-1499.
CAN (Optional)	Trigger on Start of Frame, Frame Type (data, remote, error, overload), Identifier (standard or extended), Data, Identifier and Data, End of Frame, Missing ACK, or Bit Stuffing Error on CAN signals up to 1 Mb/s. Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, or $\neq$ a specific data value. User-adjustable sample point is set to 50% by default
LIN (Optional)	Trigger on Sync, Identifier, Data, Identifier and Data, Wakeup Frame, Sleep Frame, Errors such as Sync, Parity, or Checksum Errors up to 100 Kb/s (by LIN definition, 20 Kb/s)
FlexRay (Optional)	Trigger on Start of Frame, Type of Frame (Normal, Payload, Null, Sync, Startup), Identifier, Cycle Count, Complete Header Field, Data, Identifier and Data, End of Frame or Errors such as Header CRC, Trailer CRC, Null Frame, Sync Frame, or Startup Frame Errors up to 100 Mb/s
RS-232/422/485/UART (Optional)	Trigger on Tx Start Bit, Rx Start Bit, Tx End of Packet, Rx End of Packet, Tx Data, Rx Data, Tx Parity Error, and Rx Parity Error up to 10 Mb/s

Mode	Description
MIL-STD-1553 (Optional)	Trigger on Sync, Word Type* ¹ (Command, Status, Data), Command Word* ¹ (set RT Address, T/R, Sub-address/Mode, Data Word Count/Mode Code, and Parity individually), Status Word* ¹ (set RT Address, Message Error, Instrumentation, Service Request Bit, Broadcast Command Received, Busy, Subsystem Flag, Dynamic Bus Control Acceptance (DBCA), Terminal Flag, and Parity individually), Data Word (user-specified 16-bit data value), Error (Sync, Parity, Manchester, Non-contiguous data), Idle Time (minimum time selectable from 4 μ s to 100 μ s; maximum time selectable from 12 μ s to 100 μ s; trigger on < minimum, > maximum, inside range, outside range). RT Address can be further specified to trigger on =, $\neq$, <, >, $\leq$, $\geq$ a particular value, or inside or outside of a range.
I ² S/LJ/RJ/TDM (Optional)	Trigger on Word Select, Frame Sync, or Data. Data can be further specified to trigger on $\leq$, <, =, >, $\geq$, $\neq$ a specific data value, or inside or outside of a range Maximum data rate for I ² S/LJ/RJ is 12.5 Mb/s Maximum data rate for TDM is 25 Mb/s
Parallel	Trigger on a parallel bus data value. Parallel bus can be from 1 to 20 bits in size. Binary and Hex radices are supported

*¹ Trigger selection of Command Word will trigger on Command and ambiguous Command/Status words. Trigger selection of Status Word will trigger on Status and ambiguous Command/Status words.

Acquisition Modes

Mode	Description
Sample	Acquire sampled values
Peak Detect	Captures glitches as narrow as 800 ps (1 GHz models) or 1.6 ns (500 MHz models) at all sweep speeds
Averaging	From 2 to 512 waveforms included in average
Envelope	Min-Max envelope reflecting Peak Detect data over multiple acquisitions
Hi Res	Real-time boxcar averaging reduces random noise and increases vertical resolution
Roll	Scrolls waveforms right to left across the screen at sweep speeds slower than or equal to 40 ms/div

Waveform Measurements

Measurement	Description
Cursors	Waveform and Screen
Automatic Measurements – Time Domain	29, of which up to eight can be displayed on-screen at any one time. Measurements include: Period, Frequency, Delay, Rise Time, Fall Time, Positive Duty Cycle, Negative Duty Cycle, Positive Pulse Width, Negative Pulse Width, Burst Width, Phase, Positive Overshoot, Negative Overshoot, Peak-to-Peak, Amplitude, High, Low, Max, Min, Mean, Cycle Mean, RMS, Cycle RMS, Positive Pulse Count, Negative Pulse Count, Rising Edge Count, Falling Edge Count, Area and Cycle Area
Automatic Measurements – Frequency Domain	3, of which one can be displayed on-screen at any one time. Measurements include Channel Power, Adjacent Channel Power Ratio (ACPR), and Occupied Bandwidth (OBW)
Measurement Statistics	Mean, Min, Max, Standard Deviation
Reference Levels	User-definable reference levels for automatic measurements can be specified in either percent or units
Gating	Isolate the specific occurrence within an acquisition to take measurements on, using either the screen or waveform cursors
Waveform Histogram	A waveform histogram provides an array of data values representing the total number of hits inside of a user-defined region of the display. A waveform histogram is both a visual graph of the hit distribution as well as a numeric array of values that can be measured. Sources – Channel 1, Channel 2, Channel 3, Channel 4, Ref 1, Ref 2, Ref 3, Ref 4, Math Types – Vertical, Horizontal
Waveform Histogram Measurements	Waveform Count, Hits in Box, Peak Hits, Median, Max, Min, Peak-to-Peak, Mean, Standard Deviation, Sigma 1, Sigma 2, Sigma 3

Waveform Math

Characteristic	Description
Arithmetic	Add, subtract, multiply, and divide waveforms
Math Functions	Integrate, Differentiate, FFT
FFT	Spectral magnitude
	FFT Vertical Scale: Linear RMS or dBV RMS
	FFT Window Settings: Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman Harris
Spectrum Math	Add or subtract frequency domain traces
Advanced Math	Define extensive algebraic expressions including waveforms, reference waveforms, math functions. Perform math on math using complex equations (FFT, Intg, Diff, Log, Exp, Sqrt, Abs, Sine, Cosine, Tangent, Rad, Deg), scalars, up to two user-adjustable variables and results of parametric measurements (Period, Freq, Delay, Rise, Fall, PosWidth, NegWidth, BurstWidth, Phase, PosDutyCycle, NegDutyCycle, PosOverShoot, NegOverShoot, PeakPeak, Amplitude, RMS, CycleRMS, High, Low, Max, Min, Mean, CycleMean, Area, CycleArea, and trend plots) e.g. $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1.414 \times \text{VAR1})$

Power Measurements (Optional)

Measurement	Description
Power Quality Measurements	V_{RMS} , $V_{\text{Crest Factor}}$, Frequency, I_{RMS} , $I_{\text{Crest Factor}}$, True Power, Apparent Power, Reactive Power, Power Factor, Phase Angle
Switching Loss Measurements	Power Loss: T_{on} , T_{off} , Conduction, Total
	Energy Loss: T_{on} , T_{off} , Conduction, Total
Harmonics	THD-F, THD-R, RMS measurements
	Graphical and table displays of harmonics
	Test to IEC61000-3-2 Class A and MIL-STD-1399 Section 300A
Ripple Measurements	V_{ripple} and I_{ripple}
Modulation Analysis	Graphical display of +Pulse Width, -Pulse Width, Period, Frequency, +Duty Cycle, and -Duty Cycle modulation types
Safe Operating Area	Graphical display and mask testing of switching device safe operating area measurements
dV/dt and dI/dt Measurements	Cursor measurements of slew rate

Limit/Mask Testing (Optional)

Characteristic	Description
Included Standard Masks	ITU-T, ANSI T1.102, USB
Test Source	Limit Test: Any Ch1 - Ch4 or any R1 - R4 Mask Test: Any Ch1 - Ch4
Mask Creation	Limit test vertical tolerance from 0 to 1 division in 1 m division increments; Limit test horizontal tolerance from 0 to 500 m division in 1 m division increments
	Load standard mask from internal memory
	Load custom mask from text file with up to 8 segments
Mask Scaling	Lock to Source ON (mask automatically re-scales with source-channel settings changes)
	Lock to Source OFF (mask does not re-scale with source-channel settings changes)
Test Criteria Run Until	Minimum number of waveforms (from 1 to 1,000,000; Infinity)
	Minimum elapsed time (from 1 second to 48 hours; Infinity)
Violation Threshold	From 1 to 1,000,000
Actions on Test Failure	Stop acquisition, save screen image to file, save waveform to file, print screen image, trigger out pulse, set remote interface SRQ
Actions on Test Complete	Trigger out pulse, set remote interface SRQ
Results Display	Test status, total waveforms, number of violations, violation rate, total tests, failed tests, test failure rate, elapsed time, total hits for each mask segment

Software

Software	Description
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition	A fully interactive measurement software environment optimized for the MDO4000 Series, enables you to instantly acquire, generate, analyze, compare, import, and save measurement data and signals using an intuitive drag-and-drop user interface that does not require any programming. Standard MDO4000 Series support for acquiring, controlling, viewing, and exporting your live signal data is permanently available through the software. The full version (SIGEXPTE) adds additional signal processing, advanced analysis, mixed signal, sweeping, limit testing, and user-defined step capabilities and is available for a 30-day trial period standard with each instrument.
OpenChoice® Desktop	Enables fast and easy communication between a Windows PC and the MDO4000 Series, using USB or LAN. Transfer and save settings, waveforms, measurements, and screen images. Included Word and Excel toolbars automate the transfer of acquisition data and screen images from the oscilloscope into Word and Excel for quick reporting or further analysis.
IVI Driver	Provides a standard instrument programming interface for common applications such as LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET and MATLAB.
e*Scope® Web-based Remote Control	Enables control of the MDO4000 Series over a network connection through a standard web browser. Simply enter the IP address or network name of the oscilloscope and a web page will be served to the browser.
LXI Class C Web Interface	Connect to the MDO4000 Series through a standard web browser by simply entering the oscilloscope's IP address or network name in the address bar of the browser. The web interface enables viewing of instrument status and configuration, status and modification of network settings, and instrument control through the e*scope web-based remote control. All web interaction conforms to LXI Class C specification.

Display Characteristics

Characteristic	Description
Display Type	10.4 in. (264 mm) liquid-crystal TFT color display
Display Resolution	1,024 horizontal × 768 vertical pixels (XGA)
Waveform Styles	Vectors, Dots, Variable Persistence, Infinite Persistence
Graticules	Full, Grid, Solid, Cross Hair, Frame, IRE, and mV
Format	YT and simultaneous XY/YT
Waveform Capture Rate	>50,000 wfms/s maximum

Input/Output Ports

Port	Description
USB 2.0 High-speed Host Port	Supports USB mass storage devices, printers and keyboard. Two ports on front and two ports on rear of instrument
USB 2.0 Device Port	Rear-panel connector allows for communication/control of oscilloscope through USBTMC or GPIB (with a TEK-USB-488), and direct printing to all PictBridge-compatible printers
LAN Port	RJ-45 connector, supports 10/100/1000 Mb/s
XGA Video Port	DB-15 female connector, connect to show the oscilloscope display on an external monitor or projector
Probe Compensator Output	Front-panel pins Amplitude: 2.5 V Frequency: 1 kHz
Auxiliary Out	Rear-panel BNC connector V_{OUT} (Hi): ≥ 2.5 V open circuit, ≥ 1.0 V 50 Ω to ground V_{OUT} (Lo): ≤ 0.7 V into a load of ≤ 4 mA; ≤ 0.25 V 50 Ω to ground Output can be configured to provide a pulse out signal when the oscilloscope triggers, the internal oscilloscope reference clock out, or an event out for limit/mask testing
External Reference In	Time-base system can phase lock to an external 10 MHz reference (10 MHz $\pm 1\%$)
Kensington Lock	Rear-panel security slot connects to standard Kensington lock
VESA Mount	Standard (MIS-D 100) 100 mm VESA mounting points on rear of instrument

LAN eXtensions for Instrumentation (LXI)

Characteristic	Description
Class	LXI Class C
Version	V1.3

Power Source

Characteristic	Description
Power Source Voltage	100 to 240 V $\pm 10\%$
Power Source Frequency	45 to 66 Hz (85 to 264 V) 360 to 440 Hz (100 to 132 V)
Power Consumption	225 W maximum

Physical Characteristics

Dimensions	mm	in.
Height	229	9.0
Width	439	17.3
Depth	147	5.8
Weight	kg	lb.
Net	5	11
Shipping	10.7	23.6
Rackmount Configuration	5U	
Cooling Clearance	2 in. (51 mm) required on left side and rear of instrument	

Environmental

Characteristic	Description
Temperature	
Operating	0 °C to +50 °C
Nonoperating	–20 °C to +60 °C
Humidity	
Operating	High: 40 °C to 50 °C, 10% to 60% Relative Humidity Low: 0 °C to 40 °C, 10% to 90% Relative Humidity
Nonoperating	High: 40 °C to 60 °C, 5% to 60% Relative Humidity Low: 0 °C to 40 °C, 5% to 90% Relative Humidity
Altitude	
Operating	9,843 ft. (3,000 m)
Nonoperating	30,000 ft. (9,144 m)
Regulatory	
Electromagnetic Compatibility	EC Council Directive 2004/108/EC
Safety	UL61010-1, Second Edition; CSA61010-1 Second Edition, EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

Ordering Information**MDO4000 Family**

Model	Description
MDO4054-3	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 500 MHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 3 GHz RF input
MDO4054-6	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 500 MHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 6 GHz RF input
MDO4104-3	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 1 GHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 3 GHz RF input
MDO4104-6	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 1 GHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 6 GHz RF input

All Models Include: One passive voltage probe per analog channel (TPP0500 500 MHz, 10X, 3.9 pF for 500 MHz models; TPP1000 1 GHz, 10X, 3.9 pF for 1 GHz models), P6616 16-channel Logic Probe, Logic Probe Accessory Kit (020-2662-xx), Front Cover (200-5130-xx), N-to-BNC Adapter (103-0045-00), User Manual (071-2918-xx), Documentation CD (063-4367-xx), OpenChoice® Desktop Software, NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition Software, Calibration Certificates document measurement traceability to National Metrology Institute(s) – the Quality System this product is manufactured in is ISO9001 registered, power cord, accessory bag (016-2030-xx) and a three-year warranty. Please specify power plug and manual language version when ordering.

Application Modules

Application modules have licenses which can be transferred between an application module and an oscilloscope. The license may be contained in the module; allowing the module to be moved from one instrument to another. Or, the license can be contained in the oscilloscope; allowing the module to be removed and stored for safekeeping. Transferring the license to an oscilloscope and removing the module permits the use of more than 4 applications simultaneously.

Module	Description
DPO4AERO	Aerospace Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on MIL-STD-1553 buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 Recommended Probing – Differential or single ended (only one single-ended signal required)
DPO4AUDIO	Audio Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on I ² S, LJ, RJ, and TDM audio buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, D0 - D15 Recommended Probing – I ² S, LJ, RJ, TDM: Single ended
DPO4AUTO	Automotive Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on CAN and LIN buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – LIN: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; CAN: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – LIN: Single ended; CAN: Single ended or differential
DPO4AUTOMAX	Extended Automotive Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on CAN, LIN, and FlexRay buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, packet decode tables with time-stamp information, and eye diagram analysis software. Signal Inputs – LIN: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; CAN: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only); FlexRay: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – LIN: Single ended; CAN, FlexRay: Single ended or differential
DPO4COMP	Computer Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on RS-232/422/485/UART buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – RS-232/UART: Single ended; RS-422/485: Differential

Module	Description
DPO4EMBD	Embedded Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on I ² C and SPI buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – I ² C: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; SPI: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15 Recommended Probing – I ² C, SPI: Single ended
DPO4ENET	Ethernet Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on 10BASE-T and 100BASE-TX buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4 for single-ended probing; Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 for differential probing Recommended Probing – 10BASE-T: Single ended or differential; 100BASE-TX: Differential
DPO4USB	USB Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level content for low-speed, full-speed, and high-speed USB serial buses. Also enables analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information for low-speed, full-speed, and high-speed USB serial buses. Signal Inputs – Low-speed and Full-speed: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; for single-ended probing only); Low-speed, Full-speed, and High-speed: Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 Recommended Probing – Low-speed and Full-speed: Single ended or differential; High-speed: Differential USB high-speed supported only on MDO4104-X models
DPO4PWR	Power Analysis Application Module. Enables quick and accurate analysis of power quality, switching loss, harmonics, safe operating area (SOA), modulation, ripple, and slew rate (dI/dt, dV/dt)
DPO4LMT	Limit and Mask Testing Application Module. Enables testing against limit templates generated from "golden" waveforms and mask testing using custom or standard telecommunications or computer masks
DPO4VID	HDTV and Custom (nonstandard) Video Triggering Module
MDO4TRIG	Advanced RF Power Level Triggering Module. Enables the power level on the RF input to be used as a source in the following trigger types: Pulse Width, Runt, Timeout, Logic, and Sequence

Instrument Options

Power Plug Options

Option	Description
Opt. A0	North America
Opt. A1	Universal Euro
Opt. A2	United Kingdom
Opt. A3	Australia
Opt. A5	Switzerland
Opt. A6	Japan
Opt. A10	China
Opt. A11	India
Opt. A12	Brazil
Opt. A99	No power cord or AC adapter

Language Options*2

Option	Description
Opt. L0	English manual
Opt. L1	French manual
Opt. L2	Italian manual
Opt. L3	German manual
Opt. L4	Spanish manual
Opt. L5	Japanese manual
Opt. L6	Portuguese manual
Opt. L7	Simplified Chinese manual
Opt. L8	Traditional Chinese manual
Opt. L9	Korean manual
Opt. L10	Russian manual
Opt. L99	No manual

*2 Language options include a translated front-panel overlay for the selected language(s).

Service Options*3

Option	Description
Opt. C3	Calibration Service 3 years
Opt. C5	Calibration Service 5 years
Opt. D1	Calibration Data Report
Opt. D3	Calibration Data Report 3 years (with Opt. C3)
Opt. D5	Calibration Data Report 5 Years (with Opt. C5)
Opt. G3	Complete Care 3 Years (includes loaner, scheduled calibration and more)
Opt. G5	Complete Care 5 Years (includes loaner, scheduled calibration and more)
Opt. R5	Repair Service 5 years (including warranty)

*3 Probes and accessories are not covered by the oscilloscope warranty and service offerings. Refer to the datasheet of each probe and accessory model for its unique warranty and calibration terms.

Recommended Probes

Tektronix offers over 100 different probes to meet your application needs. For a comprehensive listing of available probes, please visit www.tektronix.com/probes.

Probe	Description
TPP0500	500 MHz, 10X TekVPI® passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TPP0502	500 MHz, 2X TekVPI passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TPP0850	2.5 kV, 800 MHz, 50X TekVPI passive high-voltage probe
TPP1000	1 GHz, 10X TekVPI passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TAP1500	1.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TAP2500	2.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TAP3500	3.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TDP0500	500 MHz TekVPI differential voltage probe with ± 42 V differential input voltage
TDP1000	1 GHz TekVPI differential voltage probe with ± 42 V differential input voltage
TDP1500	1.5 GHz TekVPI differential voltage probe with ± 8.5 V differential input voltage
TDP3500	3.5 GHz TekVPI differential voltage probe with ± 2 V differential input voltage
TCP0030	120 MHz TekVPI 30 Ampere AC/DC current probe
TCP0150	20 MHz TekVPI 150 Ampere AC/DC current probe
P5200A	1.3 kV, 50 MHz high-voltage differential probe
P5202A*4	640 V, 100 MHz high-voltage differential probe
P5205A*4	1.3 kV, 200 MHz high-voltage differential probe
P5210A*4	5.6 kV, 50 MHz high-voltage differential probe
P5100A	2.5 kV, 100X high-voltage passive probe

*4 Requires TekVPI® to TekProbe BNC adapter (TPA-BNC).

Recommended Accessories

Accessory	Description
119-4146-00	Near Field Probe Set, 100 kHz - 1 GHz
119-6609-00	Flexible Monopole Antenna
TPA-N-VPI	N-to-TekVPI Adapter
077-0585-xx	Service Manual (English only)
SIGEXPTE	NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition Software (Full Version)
FPGAView-xx	MSO Support for Altera and Xilinx FPGAs
TPA-BNC	TekVPI-to-TekProbe BNC Adapter
TEK-USB-488	GPIO-to-USB Adapter
ACD4000B	Soft Transit Case
HCTEK54	Hard Transit Case (Requires ACD4000B)
RMD5000	Rackmount Kit
TEK-DPG	Deskew Pulse Generator
067-1686-xx	Deskew Fixture

Warranty

Three-year warranty covering all parts and labor, excluding probes.



Product(s) are manufactured in ISO registered facilities.



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

Contact Tektronix:

- ASEAN / Australasia (65) 6356 3900
- Austria* 00800 2255 4835
- Balkans, Israel, South Africa and other ISE Countries +41 52 675 3777
- Belgium* 00800 2255 4835
- Brazil +55 (11) 3759 7627
- Canada 1 (800) 833-9200
- Central East Europe and the Baltics +41 52 675 3777
- Central Europe & Greece +41 52 675 3777
- Denmark +45 80 88 1401
- Finland +41 52 675 3777
- France* 00800 2255 4835
- Germany* 00800 2255 4835
- Hong Kong 400-820-5835
- India 000-800-650-1835
- Italy* 00800 2255 4835
- Japan 81 (3) 6714-3010
- Luxembourg +41 52 675 3777
- Mexico, Central/South America & Caribbean 52 (55) 56 04 50 90
- Middle East, Asia and North Africa +41 52 675 3777
- The Netherlands* 00800 2255 4835
- Norway 800 16098
- People's Republic of China 400-820-5835
- Poland +41 52 675 3777
- Portugal 80 08 12370
- Republic of Korea 001-800-8255-2835
- Russia & CIS +7 (495) 7484900
- South Africa +27 11 206 8360
- Spain* 00800 2255 4835
- Sweden* 00800 2255 4835
- Switzerland* 00800 2255 4835
- Taiwan 886 (2) 2722-9622
- United Kingdom & Ireland* 00800 2255 4835
- USA 1 (800) 833-9200

* If the European phone number above is not accessible,
please call +41 52 675 3777

Contact List Updated 10 February 2011

For Further Information

Tektronix maintains a comprehensive, constantly expanding collection of application notes, technical briefs and other resources to help engineers working on the cutting edge of technology. Please visit www.tektronix.com



Copyright © 2011, Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specification and price change privileges reserved. TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc. All other trade names referenced are the service marks, trademarks or registered trademarks of their respective companies.

29 Jul 2011 48P-28875-0

