

# Oscyloskop MDO4000C – wszystko w jednym

Firma Tektronix wyprodukowała pierwszy na świecie oscyloskop przeznaczony dla sygnałów o mieszanych dziedzinach, łączący funkcje oscyloskopu, wektorowego analizatora widma, generatora arbitralnego, analizatora stanów logicznych, analizatora protokołów oraz multimetru cyfrowego.

Ponad 60 procent użytkowników oscyloskopów korzysta także z analizatorów widma w celu rozwiązywania problemów w układach wbudowanych, zawierających zintegrowane funkcje bezprzewodowe. Wymaga to pracy zarówno w dziedzinie czasu, jak i częstotliwości. W przeszłości inżynier zajmował się albo analizą sygnałów mieszanych/cyfrowych, albo analizą sygnałów o częstotliwościach

radiowych. Wraz z upowszechnianiem się technologii bezprzewodowych, konstruktorzy muszą często pracować w obu tych dziedzinach (rysunek 1).

Modele z serii MDO4000C to pierwsze oscyloskopy ze zintegrowaną funkcją analizatora widma, analizatora protokołów, analizatora stanów logicznych, multimetru oraz generatora arbitralnego, które

## SPRZĘT

stanowią unikatowe rozwiązanie pozwalające na zaoszczędzenie dni lub nawet tygodni pracy przy usuwaniu usterek.

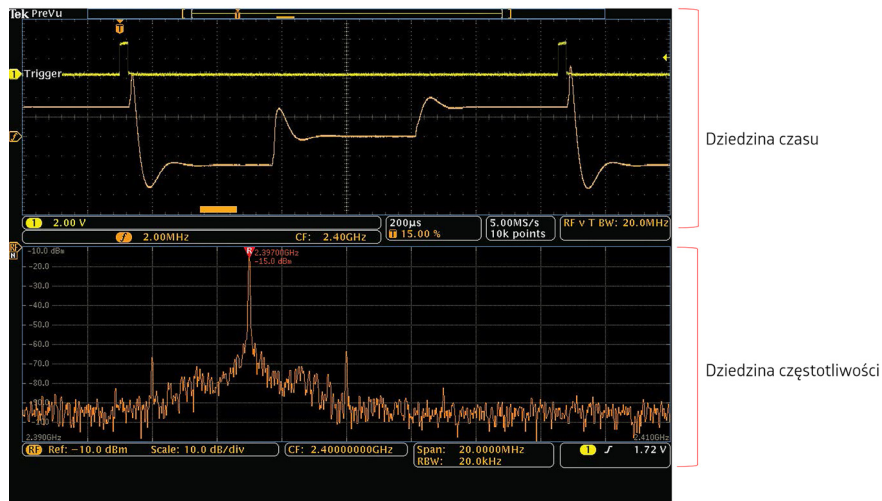
Możliwości oscyloskopów z serii MDO4000C wykraczają istotnie poza funkcje typowego analizatora widma. Urządzenia te umożliwiają rejestrowanie skorelowanych czasowo sygnałów analogowych,

cyfrowych i radiowych w 4 kanałach analogowych, 16 cyfrowych i 1 radiowym. Zakres radiowych częstotliwości wejściowych sięga do 6 GHz i zapewnia rejestrowanie pasma o szerokości  $\geq 1$  GHz dla wszystkich częstotliwości środkowych — to jest 100 razy szerszej niż typowe analizatory widma. Użytkownicy mogą obserwować jedno-

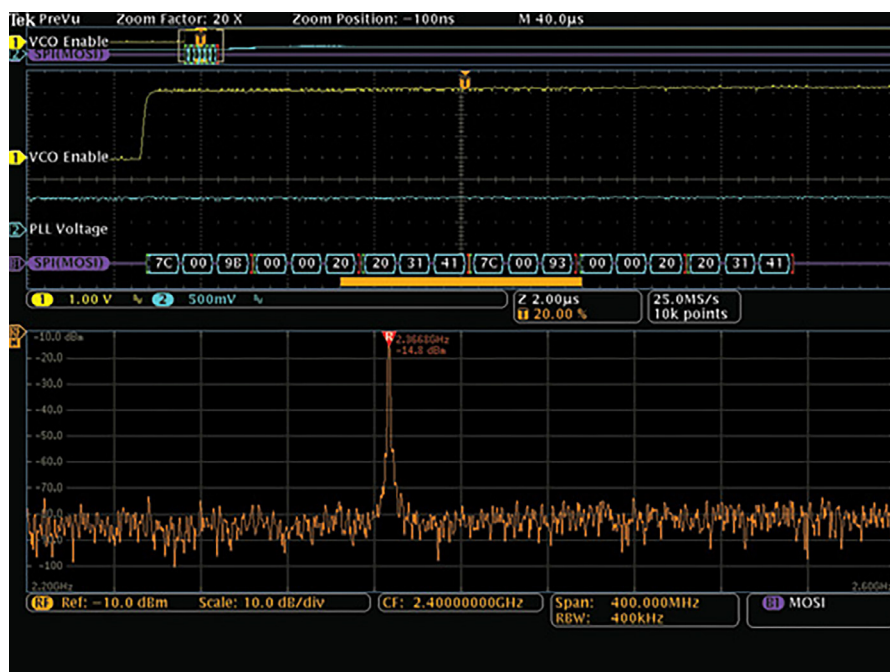
cześnie na tym samym ekranie dekodowane sygnały pochodzące z nawet 4 magistral szeregowych i/lub równoległych. Dzięki korelacji czasowej między tymi dziedzinami sygnału inżynierowie mogą teraz wykonywać precyzyjne pomiary zależności czasowych oraz badać opóźnienia między wysłaniem polecenia a reakcją układu równocześnie ze zmianą w widmie częstotliwości radiowych. Na przykład analiza widma w momencie włączania generatora sterowanego napięciem (VCO), pętli synchronizacji fazowej (PLL) albo pomiar charakterystyki przejściowej sygnału przy rozpraszaniu widma częstotliwości radiowej stają się teraz prostymi zadaniami. Znajdowanie źródła sporadycznych, zależnych od stanu urządzenia zakłóceń elektromagnetycznych (EMI) nigdy nie było łatwiejsze dzięki oferowanej przez serię MDO4000C możliwości pełnej analizy pracy układu pod kątem zdarzeń skorelowanych czasowo w obu dziedzinach (czas i częstotliwość). Przy użyciu dotychczas dostępnych przyrządów pomiarowych było to po prostu niemożliwe.

W innych zastosowaniach seria MDO4000C pozwala projektantom analizować widmo częstotliwości radiowych sygnału w wybranym momencie dużego przedziału czasu. Dzięki temu można obserwować fluktuacje widma w czasie lub jego zmiany wynikłe ze zmian stanu urządzenia. Przesuwając w dziedzinie czasu wskaźnik „Spectrum Time”, można wyświetlać widmo częstotliwości radiowych dla każdego punktu czasowego w zarejestrowanym przebiegu sygnału i jednocześnie obserwować stan magistral analogowych, cyfrowych i/lub zdekodowanych w tym samym momencie (rysunek 2).

W podobny sposób można użyć przebiegów sygnałów radiowych w dziedzinie czasu do pokazania, jak zmieniają się w czasie amplituda, częstotliwość lub faza wejściowego sygnału radiowego. Dzięki temu bardzo łatwo scharakteryzować przeskok częstotliwości, czasy ustalania,



Rysunek 1. Jednoczesna analiza dwóch dziedzin: częstotliwości oraz czasu



Rysunek 2. Analiza RF w połączeniu z zaawansowaną analizą protokołu szeregowego (dekodowanie, wyszukiwanie konkretnych zdarzeń pojawiających się w transmisji)

Tabela 1. Przegląd podstawowych parametrów oscyloskopów z serii MDO4000C

Pasma analogowe	Modele: 200 MHz, 350 MHz, 500 MHz oraz 1 GHz
Prędkość próbkowania – kanały analogowe	Do 5 GS/s
Ilość kanałów analogowych	4 kanały
Długość rekordu akwizycji	20 M punktów w każdym kanale
Kanały cyfrowe	16 kanałów (opcjonalnie)
Analizator widma	<ul style="list-style-type: none"> <li>praca w zakresie 9 kHz – 3 GHz (opcjonalnie)</li> <li>praca w zakresie 9 kHz – 6 GHz (opcjonalnie)</li> </ul>
Generator arbitralny	1 kanałowy pracujący w paśmie do 50 MHz (opcjonalnie)
Dekodowanie, wyzwiania i analiza magistral szeregowych	I <sup>2</sup> C, SPI, RS-232/422/485/UART, CAN, LIN, FlexRay, USB2.0, Ethernet, MIL-STD1553, Audio (opcjonalnie)
Zaawansowana analiza	Analiza mocy, Pass/Fail, Maski telekomunikacyjne, Wideo, Spektrogram, Analiza wektorowa
Sondy standardowe	W zależności od pasma pracy oscyloskopu: 250 MHz/3,9 pF, 500 MHz/3,9 pF oraz 1 GHz/3,9 pF

oraz zależności czasowe między charakterystycznymi punktami sygnału radiowego odniesione do innych elementów i zdarzeń w systemie. Przebiegi sygnałów radiowych w dziedzinie czasu są przedstawiane w tym samym oknie, co przebiegi zdekodowane z magistrali szeregowej/równoległej, cyfrowej i analogowej. Zapewnia to natychmiastowy wgląd w działanie badanego urządzenia.

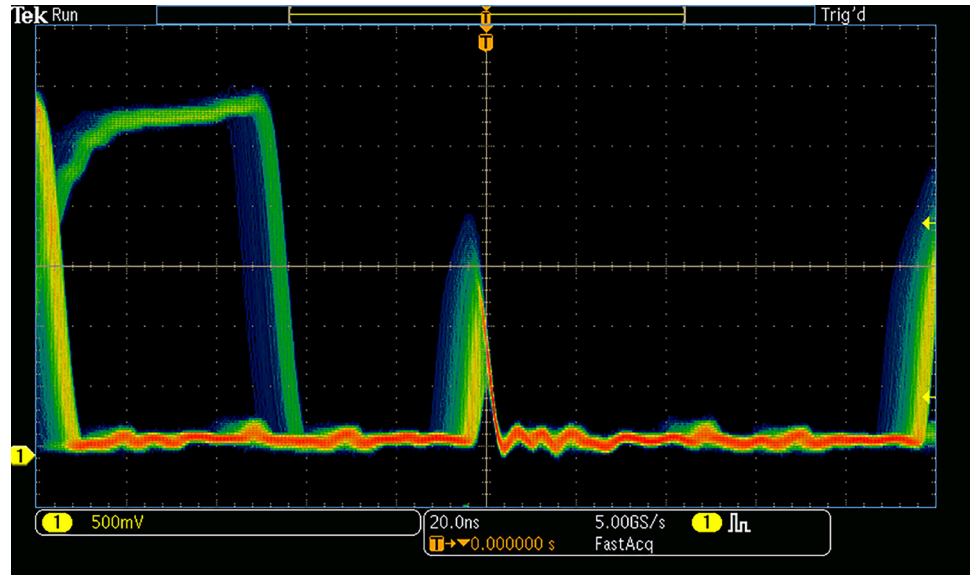
Opcjonalny moduł (MDO4TRIG) umożliwia wprowadzenie, oprócz standardowego wyzwalania poziomem mocy sygnału radiowego, dodatkowych rodzajów wyzwalania, wykorzystujących ten poziom mocy jako źródło. Pozwala to na bardzo precyzyjne wyizolowanie interesującego zdarzenia z sygnału radiowego. Możliwe jest wyzwalanie oscyloskopu impulsem o ustalonej szerokości, zdarzeniem upływu limitu czasu lub impulsami niepełnymi. Można nawet wykorzystać wejściowy sygnał radiowy we wzorcu logicznym użytym do wyzwalania razem kanałami analogowymi lub cyfrowymi. Możliwość wyzwalania oscyloskopu czymkolwiek – sygnałem analogowym, cyfrowym, radiowym lub ich dowolną kombinacją – stanowi kolejną innowację wprowadzaną w serii MDO4000C.

Opcjonalnie możliwe jest wyzwalanie danymi magistrali, np. po wystąpieniu pakietu, nagłówka lub określonego adresu. Obsługiwane protokoły to między innymi popularne I<sup>2</sup>C, SPI, USB, Ethernet, CAN, RS232/422/485, LIN, FlexRay i wiele innych.

Ponadto, przydatnym rozwiązaniem oscyloskopów jest narzędzie **Wave Inspector** – łatwa nawigacja za pomocą podwójnej gałki, która została zaprojektowana w ten sposób, że możliwa jest zarówno precyzyjna analiza przebiegu, jak i szybkie przewijanie w całym zarejestrowanym okresie, a także przewijanie automatyczne. Dostępna jest również funkcja wyszukiwania zdarzeń o zadanych parametrach.

W oscyloskopach wykorzystano rozwiązanie nazwane *fast acquisition*. Jest to mechanizm zaimplementowany w bloku przetwarzania i akwizycji urządzenia. Dzięki niemu kolor oraz intensywność wyświetlanego na wyświetlaczu wykresu zależy od częstości występowania danego przebiegu. Pozwala to łatwo odnaleźć miejsca, w których pojawiają się przekłamania lub zaburzenia (rysunek 3).

Pozostałe opcje obejmują między innymi analizę mocy, analizę wideo (wyzwalanie, analiza oraz podgląd obrazu na żywo) analizę przy pomocy masek parametrów granicznych sygnału, pomiary

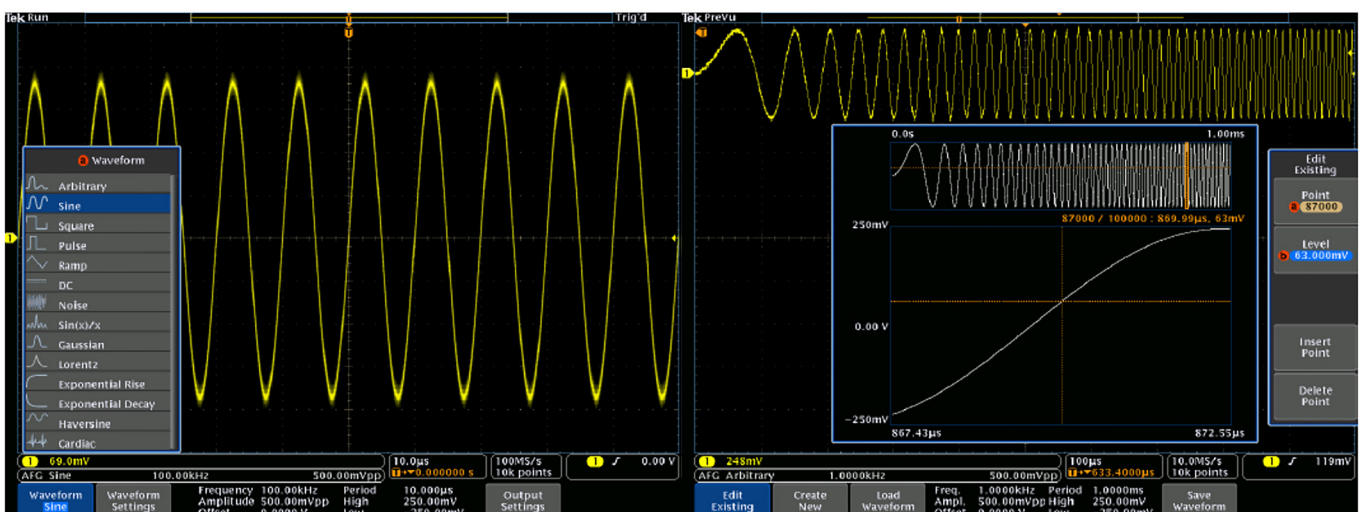


**Rysunek 3. Wyszukiwanie anomalii w rejestrowanych sygnałach za pomocą trybu akwizycji typu „fast acquisition”**

multimetrem, a także generację sygnałów dowolnych za pomocą wbudowanego generatora arbitralnego. Wbudowany generator pozwala na generację sygnałów o długości 128 milionów punktów oraz częstotliwości maksymalnej 50 MHz. Użytkownik ma do dyspozycji zbiór przebiegów predefiniowanych (dostępne w pamięci wewnętrznej urządzenia) takich jak: *square, pulse, ramp/triangle, DC, noise, sin(x)/x, (Sinc), Gaussian, Lorentz, exponential rise/fall, Haversine, cardiac*. Największą zaletą integracji generatora jest możliwość odtworzenia przebiegu przechwyconego przez oscyloskop. W takiej sytuacji możliwa jest do przeprowadzenia rozległa analiza różnorodnych systemów nadawczo – odbiorczych (rysunek 4). Dodatkowo, firma Tektronix oferuje specjalne oprogramowanie **ArbExpress** umożliwiające definiowanie własnych sygnałów.

Podstawowe parametry oscyloskopów MDO4000C umieszczono w tabeli 1. Ta seria oscyloskopów udostępnia wszechstronny zestaw funkcji umożliwiający przyspieszenie każdego etapu diagnostyki usterek w układach – od szybkiego wykrywania anomalii i ich rejestracji do pełnej analizy badanych sygnałów. Dzięki możliwości niemalże dowolnej konfiguracji MDO4000C możliwe jest stworzenie optymalnego, właściwego dla danego użytkownika systemu pomiarowego.

**mgr inż. Łukasz Pospiech**  
**Kierownik ds. Kluczowych Klientów Tespól Sp. z o.o.**



**Rysunek 4. Interfejs służący do obsługi wbudowanego generatora arbitralnego**