

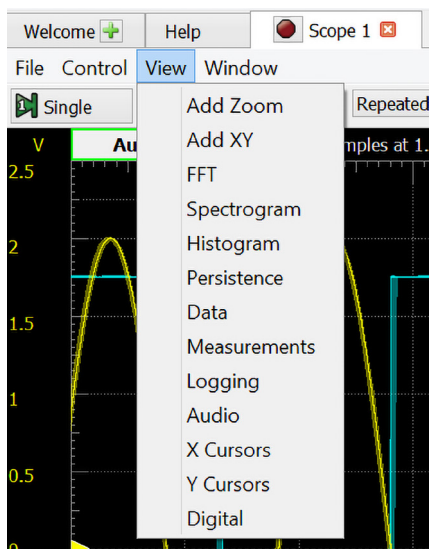
Analog Discovery 2 w praktyce (3)

Obsługa oscyloskopu

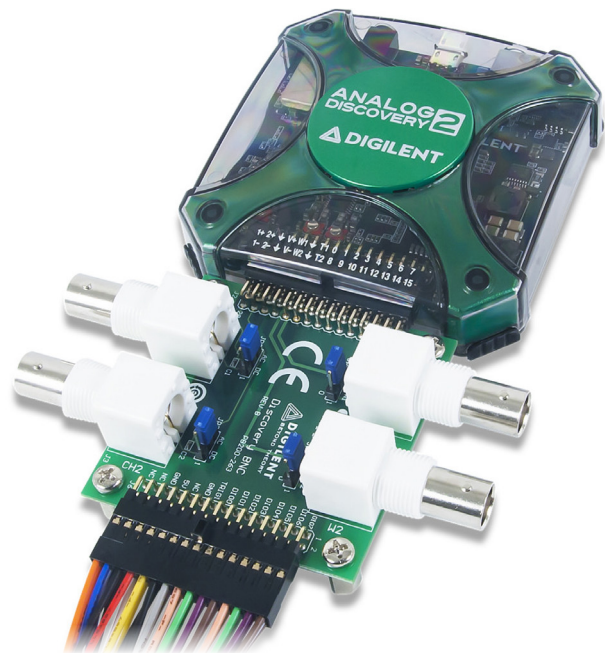
Oscyloskop wbudowany w AD2 umożliwia pomiar sygnałów napięciowych w czasie. Rozdzielczość pomiaru wynosi 14 bitów. Przy pełnym zakresie sygnału 50 V najmniejsza, rozróżnialna wartość napięcia wynosi około 3 mV przy częstotliwości próbkowania 100 MSa/s. Pozwala to na dokładny pomiar sygnałów o częstotliwości do ok. 10 MHz.

Oprócz podstawowej funkcji – pomiaru i wizualizacji przebiegu napięciowego, oscyloskop udostępnia funkcje dodatkowe (**rysunek 1**):

- **Add zoom** – zbliżenie konkretnego obszaru wyświetlającego kształt sygnału.
- **Add XY** – tryb, w którym wartość napięcia jednego kanału służy za składową pionową wykresu, a drugi za poziomą; tworzony jest kształt dwuwymiarowy (np. krzywe Lissajous).
- **FFT** – na sygnale wejściowym przeprowadzana jest szybka transformata Fouriera dając reprezentację sygnału w dziedzinie częstotliwości.
- **Spectrogram** – wizualna reprezentacja zmienności spektrum (reprezentacji w dziedzinie częstotliwości) sygnału w czasie.
- **Histogram** – wykres liczby wystąpień danej wartości amplitudy w sygnale (na osi X znajduje się wartość amplitudy, wartość Y oznacza liczbę jej wystąpień).
- **Persistence** – wyświetlane są powtarzalne wykresy napięciowe, intensywność koloru przebiegu zależy od powtarzalności jego wystąpienia (np. zakłócenia w sygnale).
- **Data** – wyświetlenie zmierzonych próbek danych.
- **Measurements** – zaawansowane pomiary (duża liczba trybów, np. wartość RMS, maksymalna, okres sygnału itd.).
- **Logging** – umożliwia zapis pomiarów do pliku.



Rysunek 1. Dostęp do dodatkowych funkcji oscyloskopu

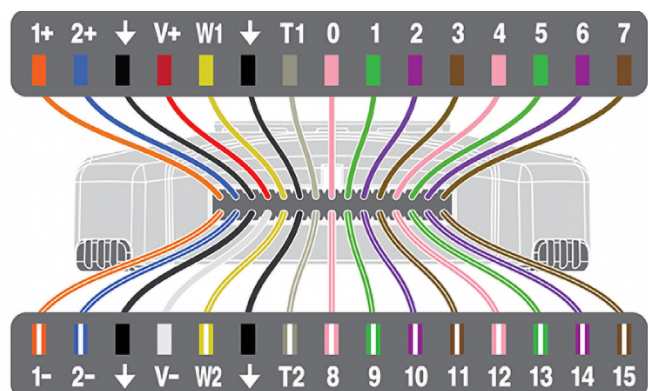


- **Audio** – odtwarzanie pomierzonego sygnału za pomocą głośników w komputerze.
- **X, Y cursors** – kursory umożliwiające dokładny pomiar odległości dwóch punktów w czasie i amplitudzie.
- **Digital** – jednoczesna obserwacja protokołów cyfrowych i przebiegów analogowych.

W dalszej części artykułu zostanie omówiona konfiguracja oscyloskopu (podstawa czasu, zakres mierzzonego napięcia, synchronizacja pomiaru), przedstawione zostaną przykłady użycia kursorów, analizy FFT oraz odtwarzania audio.

Przykład 1. Konfiguracja oscyloskopu

W tej części artykułu zostanie opisana podstawowa konfiguracja oscyloskopu do przeprowadzenia podstawowego pomiaru: wizualizacja kształtu sygnału napięciowego. W przykładzie jako wejścia oscyloskopu będą użyte wyjścia generatora sygnałowego (**rysunek 2**; 1+ → W1; 2+ → W2; 1-, 2- → GND). Wyjście pierwszego kanału ustawiono na sinus o częstotliwości 1 kHz, a wyjście drugiego kanału



Rysunek 2. Sygnały Analog Discovery 2

ustawiono na falę prostokątną o częstotliwości 1 kHz. Amplitudy obu sygnałów wynoszą 1 V (rysunek 3).

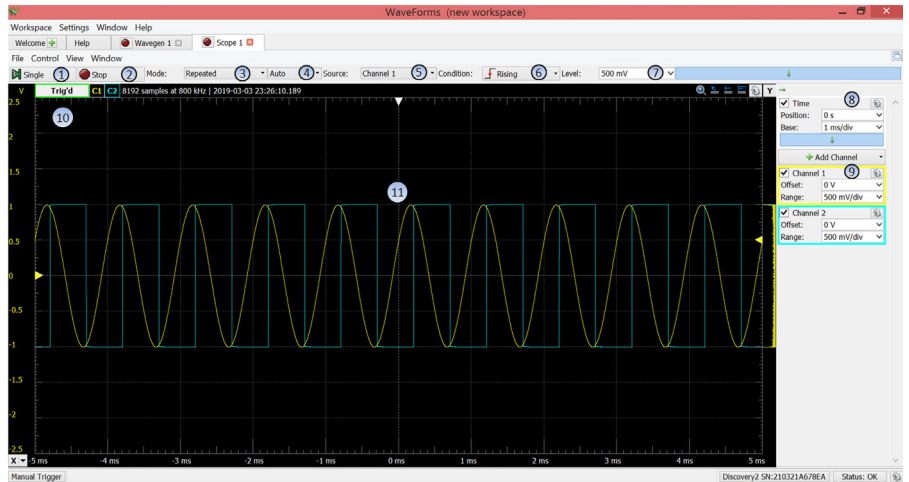
Interfejs graficzny oscyloskopu przedstawiono na rysunku 4. Pojedynczy pomiar wykonuje się przez kliknięcie przycisku *Single* (1). Pomiar ciągle uruchamia się przyciskiem *Run* ▶ / *Stop* ● (2). Aby pomiar wykonał się poprawnie i był wyświetlany stabilnie (był „unieruchomiony”), należy skonfigurować wyzwalanie podstawy czasu (*trigger*) i tryb akwizycji danych.

W polu (3) można wybrać tryb wyświetlania pomiaru:

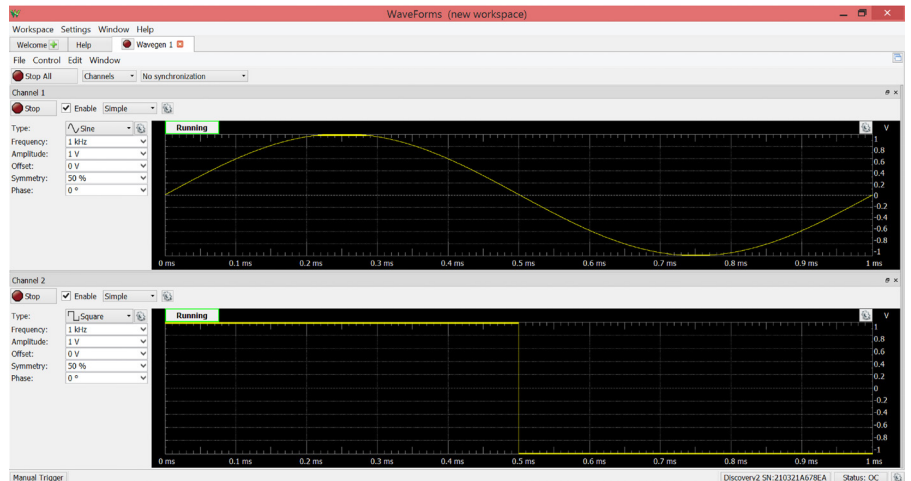
- **Repeated** (podstawa czasu jest wyzwalana wraz z sygnałem synchronizacji *trigger* i ustawiona w punkcie 0 ms).
- **Shift** (okno pomiarowe jest przesuwane wraz z podstawą czasu).
- **Screen** (gdy podstawa czasu osiągnie koniec okna pomiarowego, przeskakuje na początek okna).
- **Record** („nagrywanie” sygnału przy dużej skali podstawy czasu, np. pełne okno zawiera pomiar trwający 1 minutę).

Pole (4) służy do ustawienia trybu synchronizacji podstawy czasu – *Auto* (automatyczny), *None* (brak synchronizacji), *Normal* (synchronizacja konfigurowana polami 5-7).

Ustawienie synchronizacji czasu odbywa się poprzez ustalenie sygnału wyzwalającego synchronizację (5). Może to być dowolny kanał oscyloskopu, ale też zewnętrzny sygnał T1, 2 (rysunek 2) lub dowolny sygnał cyfrowy. W polu (6) wybieramy zbrocze sygnału (narastające, opadające lub dowolne). Wartość napięcia, dla której następuje wyzwalanie podstawy czasu (*trigger*), ustalana jest w polu (7). W przykładzie



Rysunek 3. Ustawienie generatora funkcyjnego

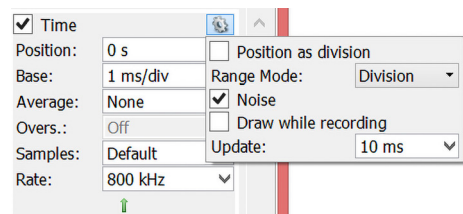


Rysunek 4. Interfejs graficzny oscyloskopu

przedstawionym na rysunku 4 wyzwalanie podstawy czasu odbywa się, gdy sygnał kanału pierwszego (żółty kolor) osiągnie 500 mV podczas narastania. Widać to w punkcie (11). Zaawansowane ustawienie synchronizacji można wykonać, klikając ↓ po prawej stronie pola (7).

Po skonfigurowaniu wyzwalania podstawy czasu należy skonfigurować skalę podstawy czasu (8). Wartość *position* oznacza przesunięcie punktu zerowego względem punktu synchronizacji. Konfigurację skali („czas trwania” odcinka jednostkowego na osi czasu) realizuje się przez edycję pola *Base*. Na rysunku 5 przedstawiono zaawansowaną konfigurację podstawy czasu. Oprócz podstawowych parametrów możliwe jest ustawienie uśredniania pomiarów (*Average*), nadpróbki (*Overs.*), liczby próbek na sekundę (*Samples*) oraz częstotliwości próbkowania (*Rate*). Po kliknięciu na zębatkę uzyskujemy dostęp do dodatkowych funkcji – ustawianie przesunięcia jako wielokrotności skali, wyświetlanie szumów, częstotliwości odświeżania.

Kolejnym krokiem jest ustawienie parametrów poszczególnych kanałów, w szczególności skali oraz przesunięcia (9). Każdy kanał konfigurowany jest niezależnie. Podstawymi parametrami jest skala (*Range*) oraz przesunięcie sygnału na osi napięcia Y, co jest równoważne dodaniu do sygnału stałej wartości DC (*Offset*). Na rysunku 6



Rysunek 5. Zaawansowana konfiguracja podstawy czasu



Autor artykułu zdobył jedną z czterech głównych nagród w międzynarodowym konkursie inżynierskim Digilent Design Contest 2018, który odbył się w Rumunii. Przedmiotem konkursu było zaprojektowanie i skonstruowanie urządzenia na bazie sprzętu dostarczonego przez organizatora, w tym przypadku przrządu Analog Discovery 2. Projekt Jakuba Wiczyńskiego o nazwie Additive Synthesizer otrzymał nagrodę specjalną Digilent Instrumentation Prize, przyznawaną za najlepsze wykorzystanie zasobów sprzętowych.

przedstawiono zaawansowaną konfigurację kanałów oscyloskopu. Dostęp do dodatkowych parametrów uzyskuje się poprzez kliknięcie zębatki.

Możliwa jest dodatkowa konfiguracja pól:

- ustawienie *offsetu* jako wielokrotności *scale* (*Offset as divisions*),
- wyświetlanie szumu kanału (*Noise*),
- konfiguracja trybu wyboru skali (*Range Mode*) jako wartość podziałki (*Division*), wartość całego zakresu (*Full*) lub wartości różnicowej zakresu (*PlusMinus*),
- tłumienia kanału (*Attenuation*),
- jednostki pomiarowej (wolty, ampery, waty),
- sprzężenia oscyloskopu (*Coupling*) – dla sygnałów wysokoczęstotliwościowych lub małych częstotliwości,
- trybu próbkowania: uśrednianie próbek (*Average*), decymacja – zmniejszenie częstotliwości próbkowania przez wyrzucenie co n-tej próbki (*Decimate*), wyświetlenie próbki minimalnej i maksymalnej (*min/max*),
- Export – eksport pomierzonych próbek do pliku,
- ustawienie nazwy kanału (*Name*),
- ustawienie etykiety kanału wyświetlanej w oknie oscyloskopu (*Label*).

Dodatkowo, przez kliknięcie przycisku + **Add Channel**, możemy dodać kanał oscyloskopu – może to być operacja matematyczna na sygnałach, filtracja, własny sygnał referencyjny itp.

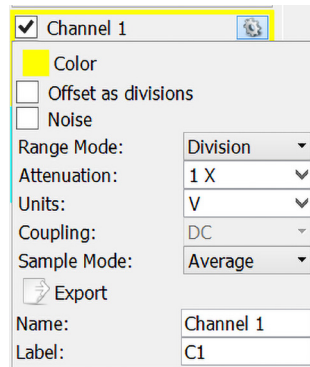
Przykład 2. Użycie kursorów

Kursory są bardzo przydatnym usprawnieniem pomiarów oscyloskopowych. Pozwalają szybko zmierzyć czas, jaki upłynął między dwoma punktami pomiarowymi lub różnicę wartości dwóch próbek sygnału. W AD2 zostały zaimplementowane kursory X (czas) i Y (wartość próbki). Dostęp do kursorów uzyskujemy przez pole **View** → **Cursor X**, **Cursor Y**.

Kursor X Interfejs graficzny oscyloskopu z włączonymi kursorami X jest przedstawiony na **rysunku 7**. Dodanie zwykłego kursora odbywa się przez kliknięcie przycisku + **Normal** (1). Kursor Δ , polegający na utrzymaniu stałej odległości od kursora referencyjnego (np. w celu sprawdzenia, czy okres sygnału jest stały – przesuwanie kursora referencyjnego przesuwa kursor Δ tak, że odległość między kursorem referencyjnym a Δ jest stała) może być dodany za pomocą przycisku + **Delta** (2). **Remove All** (3) usuwa wszystkie kursory. Przycisk **show** (4) pozwala na wbranie kolumn w tabeli kursorów (5).

Tabela kursorów (5) zawiera następujące pola:

- Position – bezwzględna pozycja kursora,
- Ref – kursor referencyjny (w przypadku kursora Δ),
- ΔX – odległość pomiędzy kursorem Δ a kursorem referencyjnym,



Rysunek 6. Zaawansowana konfiguracja kanałów oscyloskopu

- $1/\Delta X$ – częstotliwość, którą miałby sygnał o okresie, na który wskazuje dany kursor Δ ,
- C1, C2 – wartości próbek poszczególnych kanałów w miejscu, na który wskazuje kursor,
- C1 ΔY , C2 ΔY – bezwzględny przyrost wartości próbek, na które wskazuje kursor referencyjny i Δ ,
- C1 $\Delta Y/\Delta X$, C2 $\Delta Y/\Delta X$ – względny przyrost wartości próbek, na które wskazuje kursor referencyjny i Δ .

Przycisk – (7) umożliwia usunięcie kursora.

W przykładzie kursory X służą do pomiaru okresu i częstotliwości fali prostokątnej (niebieski sygnał – C2). Kursor 1 służy jako kursor referencyjny – zbocze narastające sygnału prostokątnego. Kursor 2 Δ 1 jest kursorem Δ , gdzie kursorem referencyjnym jest kursor 1. Przesuwanie kursora 1 powoduje przesunięcie obydwu kursorów przy zachowaniu odległości między nimi. Przesunięcie kursora 2 Δ 1 powoduje zmianę odległości między kursorami (tylko kursor 2 Δ 1 się porusza).

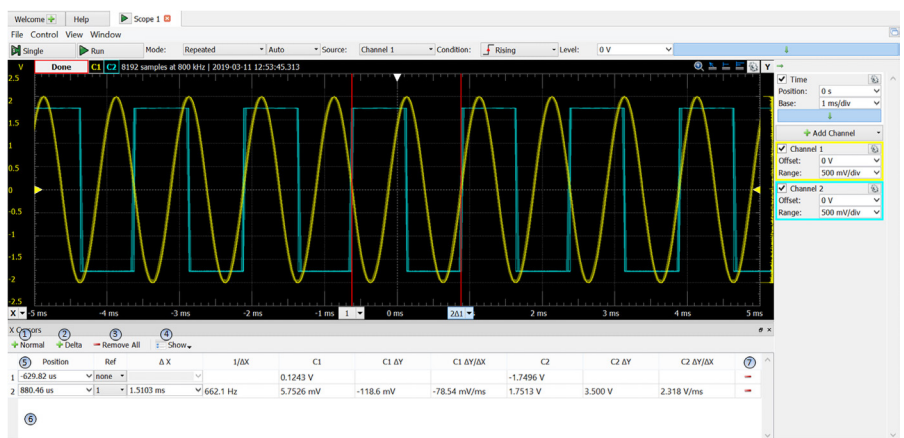
Kursory Y Kursory Y działają na podobnej zasadzie, co kursory X. Mierzone są wartości w osi pionowej, zamiast w poziomej. Interfejs graficzny kursorów Y jest przedstawiony na **rysunku 8**.

W przykładzie kursory Y są użyte do pomiaru wartości międzyszczytowej sinusoidy kanału C1 (żółty sygnał). Kursor 1 jest kursorem referencyjnym, a 2 Δ 1 kursorem delta. Analogicznie, przesuwanie kursora 1 powoduje przemieszczenie obu kursorów przy zachowaniu stałej odległości między nimi, a przesunięcie kursora delta powoduje przesunięcie jedynie kursora 2 Δ 1.

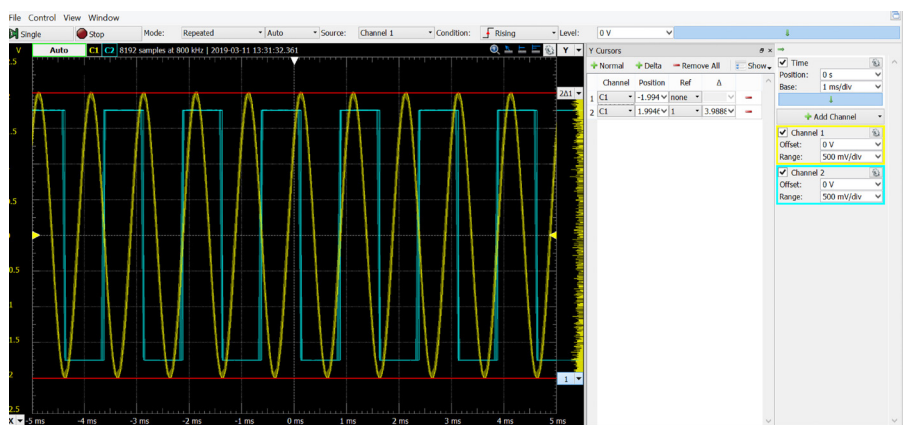
Przykład 3. Analiza spektralna FFT

Analiza spektralna pozwala przejść z domeny czasu do domeny częstotliwości. Za jej pomocą można uzyskać informacje, jakie harmoniczne zawiera badany sygnał.

Każdy sygnał okresowy może być przedstawiony za pomocą sinusoid o częstotliwościach będących wielokrotnością częstotliwości



Rysunek 7. Kursory X

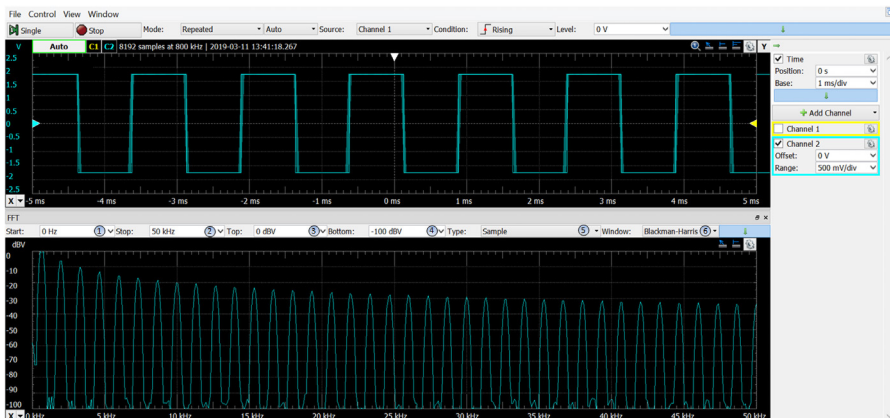


Rysunek 8. Kursory Y

podstawowej (okres sygnału). Każda sinusoidea ma dwie wartości ją charakteryzujące – amplitudę oraz przesunięcie fazowe. Analiza FFT pozwala określić amplitudy harmonicznych sygnału. W przykładzie zostanie pokazana charakterystyka częstotliwościowa sygnału prostokątnego.

Analizę spektralną wybiera się, klikając **View** → **FFT**. Interfejs graficzny oscyloskopu w trybie FFT przedstawiony jest na rysunku 9. Podstawowe parametry analizy:

1. **Start** – dolna granica mierzonych częstotliwości.
2. **Stop** – górna granica mierzonych częstotliwości.
3. **Top** – maksimum mierzonych wartości.
4. **Bottom** – minimum mierzonych wartości.
5. **Type** – typ pomiaru (np. zwykle próbkowanie, wartość RMS, średnia).



Rysunek 9. Analiza FFT

6. **Window** – okno umożliwiające modelowanie sygnału wejściowego w celu uzyskania bardziej wiarygodnej charakterystyki częstotliwościowej.

Jakub Wiczyński

REKLAMA

m.technik

Ciekawi świata są zawsze młodzi

w prezencie na każdą okazję






<http://bit.ly/2DKGsBJ>

przejrzyj i kupisz na

www.ulubionykiosk.pl