



# HS805 TiePie

## Oscyloskop USB

### z próbkowaniem 1 GSa/s

*Na łamach EP przedstawialiśmy już większość oscyloskopów holenderskiej firmy TiePie. Wszystkie są dość nietypowe, o każdym można powiedzieć coś charakterystycznego. Model HS805 odznacza się dużą, jak na oscyloskopy USB częstotliwością próbkowania, wynoszącą 1 GSa/s.*

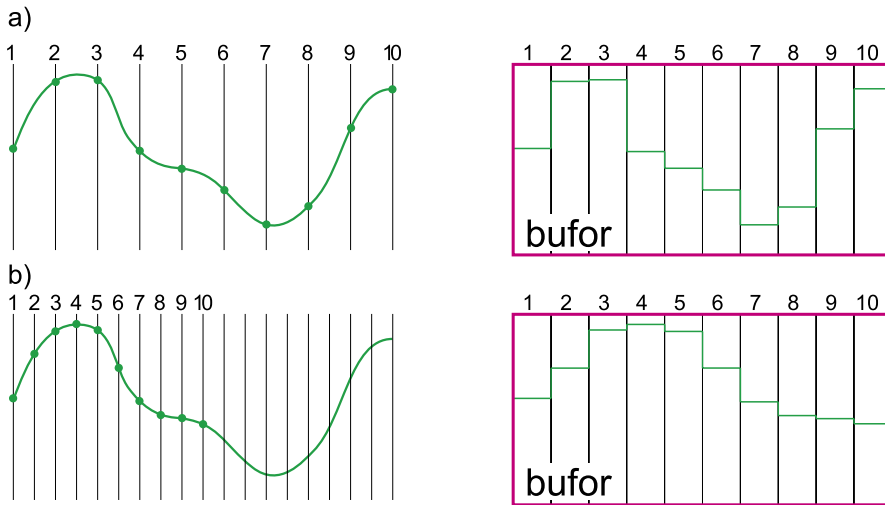
Oscyloskopy TiePie trudno porównać z jakimikolwiek przyrządami tej kategorii innych producentów. Trudno je zakwalifikować do urządzeń uniwersalnych. Często są wykorzystywane w placówkach naukowo-badawczych zajmujących się problemami nie związanymi bezpośrednio z elektroniką, stosujących natomiast wszelkiego rodzaju elektroniczne czujniki wielkości nieelektrycznych. Urządzenia takie pozwalają obserwować i badać wiele rozmaitych złożonych zjawisk fizycznych. Zaletą oscyloskopów TiePie jest obsługa wszystkich modeli przez jeden program – „Multi Channel”, umożliwiający, jak sama nazwa wskazuje, budowanie jednego, złożonego przyrządu wielokanałowego. Ma to swoje zalety, ale ma też swoje wady. Największym utrudnieniem dla użytkowników mających

pierwszy raz do czynienia z urządzeniami TiePie jest wyraźnie inna zasada ich obsługi w porównaniu z oscyloskopami klasycznymi. Pierwsza różnica polega na braku typowej dla zwykłych oscyloskopów podstawy czasu. W programie „Multi Channel” do optymalnego ustawienia skali czasu (rozciągnięcia przebiegu na ekranie) konieczne jest odpowiednie dobranie dwóch parametrów: częstotliwości próbkowania i wielkości bufora. W przeciwieństwie do oscyloskopów klasycznych, w których bufor jest najczęściej stały, w oscyloskopach TiePie można, a nawet trzeba go zmieniać w szerokim zakresie. Zwiększając częstotliwość próbkowania zwiększa się wprawdzie dokładność odwzorowania badanego przebiegu, ale jednocześnie skraca się czas zapisu bufora. Tym samym na ekranie zostaje wy-

świetlony krótszy fragment przebiegu (**rysunek 1**). Przy zwiększaniu częstotliwości próbkowania najczęściej konieczne będzie jednocześnie wydłużenie bufora. Wymaganą długość można obliczyć z zależności:  $B = T * f_p$ , w której B – długość bufora, T – czas obserwowanego fragmentu przebiegu,  $f_p$  – częstotliwość próbkowania. W optymalnym ustawieniu obu parametrów pomaga funkcja „Auto”, która jednak nie radzi sobie z przebiegami o częstotliwości poniżej 2 Hz. Na pocieszenie można dodać, że podobny problem występuje także w oscyloskopach klasycznych.

Oscyloskopy USB, w tym HS805, mają wspólną, bardzo istotną z użytkowego punktu widzenia zaletę. Jest nią możliwość wyświetlania oscylogramów w bardzo dużych rozmiarach, ograniczonych jedynie wielkością ekranu komputera. Użytkownicy na pewno docenią również bardzo efektywne działającą funkcję *Zoom*, umożliwiającą powiększenie dowolnie wybranego fragmentu przebiegu (**rysunek 2**).

Różnorodność przebiegów obserwowanych za pomocą oscyloskopów cyfrowych



Rysunek 1. Zapis przebiegu do bufora przy: a) małej częstotliwości próbkowania, b) dużej częstotliwości próbkowania

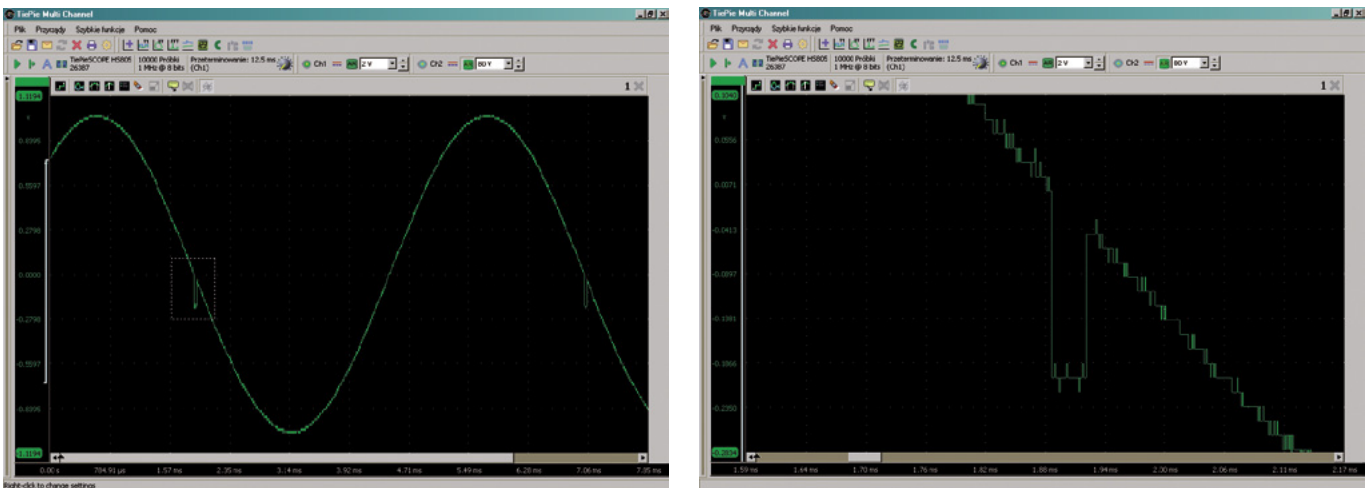
spowodowała, że konstruktorzy zwykle wyposażają te przyrządy w bardzo rozbudowane układy wyzwalania. Ich zrozumienie i opanowanie, nie mówiąc już o nabytciu umiejętności praktycznego stosowania, wymaga wielu prób i długiego czasu na naukę. Zupełnie wbrew tym trendom postąpili konstruktorzy oscyloskopu HS805

implementując w nim praktycznie tylko jeden rodzaj wyzwalania – zbczmem. Jako źródło wyzwalania mogą być zastosowane wewnętrzne kanały pomiarowe, a także wejście sygnału zewnętrznego, powiązane ze sobą funkcją logiczną „OR”. Z wyzwalania można też w ogóle zrezygnować. Tak daleko idące uproszczenie układu wyzwalania nie

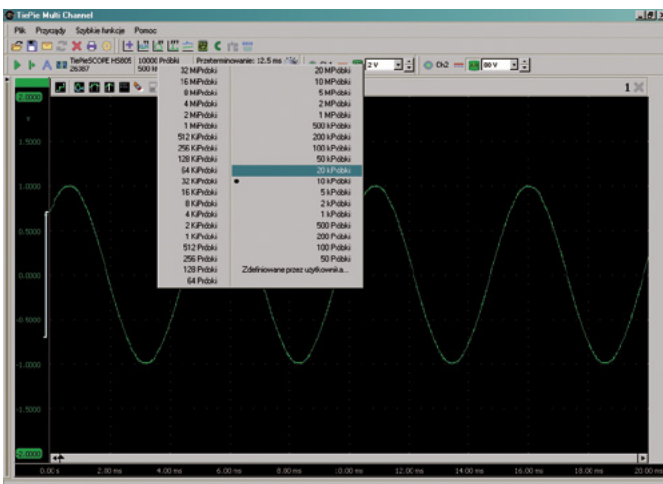
stanowi jednak wielkiego problemu w zastosowaniach, do których jest przeznaczony oscyloskop HS805.

**„Multi Channel” – inny niż wszystkie**

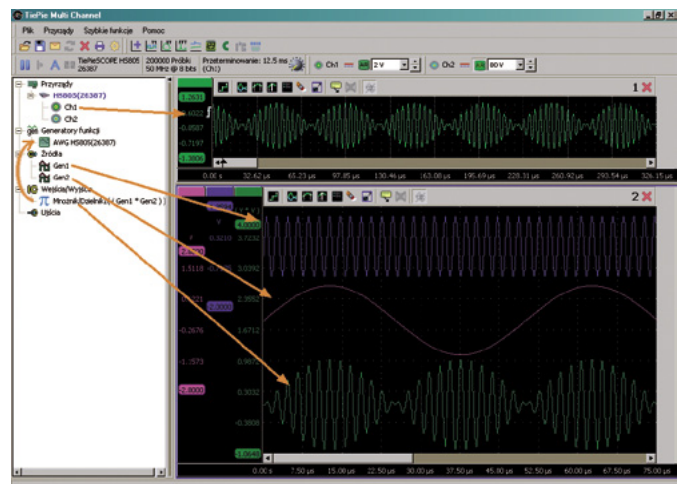
Zasada obsługi większości programów współpracujących z popularnymi oscyloskopami USB jest podobna. Wykorzystują one interfejs graficzny, lepiej lub gorzej naśladujący pracę z oscyloskopami klasycznymi. Program „Multi Channel” zdecydowanie odbiega od tego kanonu. Jego autorzy zrezygnowali z nadmiaru udogodnień. Można nawet powiedzieć, że mimo możliwości jakie stwarza graficzny interfejs systemu Windows, „Multi Channel” nawiązuje nieco do programów DOS-owych, w których poszczególne opcje są wybierane z listy. W ten sposób na przykład jest ustawiana częstotliwość próbkowania i długość bufora (rysunek 3), a przyjęta zasada regulacji oscyloskopu bardziej przypomina pracę z systemem mikroprocesorowym wyposażonym w przetwornik analogowo-cyfrowy, niż z oscyloskopem cyfrowym. Nielicznymi udogodnieniami są ikonki, za pomocą których jest zmieniany tryb pracy przyrządu,



Rysunek 2. Funkcja Zoom: a) zaznaczenie wybranego fragmentu, b) powiększony fragment



Rysunek 3. Ustawianie długości bufora i częstotliwości próbkowania w programie „Multi Channel”



Rysunek 4. Wygodne formatowanie oscylogramów na ekranie

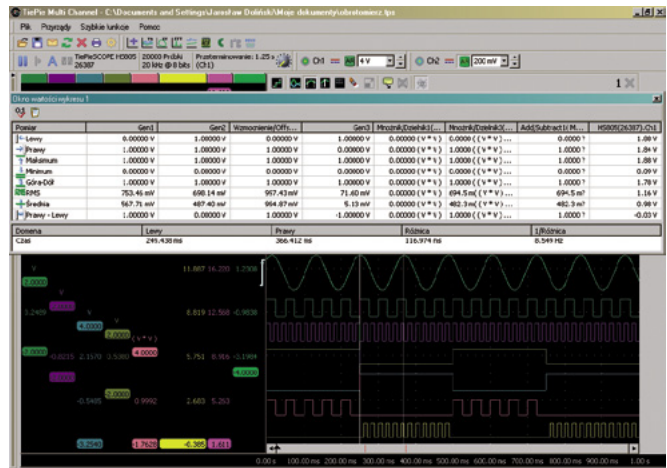
otwierane są nowe okna, a także inicjowane są najczęściej wykonywane operacje we/wy (zapisywanie i odczytywanie plików na dysku, drukowanie, wysyłanie e-maili, konfiguracja programu).

Potęga programu „Multi Channel” i współpracujących z nim oscyloskopów firmy TiePie tkwi w narzędziach dostępnych w oknie drzewa obiektów. Wszystkie oscyloskopy dołączone do komputera są uwidocznione w sekcji „Przyrządy”. W przypadku HS805 możliwe jest również korzystanie z generatora arbitralnego stanowiącego integralny blok przystawki. Jego gniazdo wyjściowe umieszczono na płycie czołowej obok gniazd wejściowych oscyloskopu. Dostępny na nim sygnał elektryczny może przybierać różne kształty, a jego parametry są regulowane w szerokim zakresie. Niezależnie od typu przystawki dostępny jest również generator programowy, z tym że jego wirtualny sygnał może być wykorzystywany wyłącznie przez inne wirtualne narzędzia programu „Multi Channel”. Zastosowanie tej funkcjonalności przedstawiono w eksperymencie polegającym na wygenerowaniu przebiegu sinusoidalnego o częstotliwości 500 kHz zmodulowanego amplitudowo innym przebiegiem o częstotliwości 20 kHz. Do tego celu włączono dwa

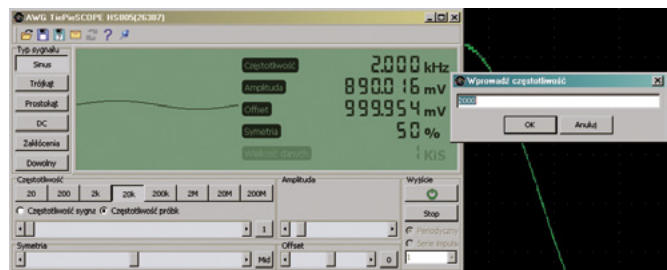
generatory programowe (istnieje możliwość ich dowolnego zwielokrotniania) wytwarzające powyższe sygnały. Kolejnym elementem stanowiska pomiarowego jest wirtualny mnożnik, którego argumentami są wyjścia obu generatorów programowych. Na wyjściu mnożnika powstaje zmodulowany amplitudowo przebieg o zakładanych parametrach. Każdy z sygnałów biorących udział w tworzeniu przebiegu wyjściowego może być wyświetlany we własnym oknie, albo w jednym, wspólnym. Dzięki wygodnym zabiegom formatującym można te przebiegi poustawiać w czytelny sposób na ekranie, co przedstawiono na **rysunku 4**. Można by jednak zapytać, po co nam takie doświadczenie, przecież jak wynika z opisu tego eksperymentu, nie ma ono większego znaczenia praktycznego, a podobne symulacje można wykonać w wielu programach? Nic bardziej mylnego. Otóż prostą metodą przeciągnięcia wejścia/wyjścia typu mnożnik do generatora arbitralnego AWG (znajdujących się w oknie drzewa obiektów) udostępniamy tak wygenerowany sygnał jako rzeczywisty przebieg wyjściowy generatora przystawki. W oknie pomiarowym nr 1 widocznym na **rysunku 4** umieszczono oscylogram tegoż sygnału zmierzony kanałem Ch1. Na podobnej

zasadzie mogą być stosowane pozostałe narzędzia zgrupowane w sekcji Wejścia/Wyjścia. Są to bloki realizujące funkcje: wzmacnianie/offset, suma/różnica, mnożenie/dzielenie, pierwiastkowanie, wartość bezwzględna, różniczkowanie, całkowanie, logarytmowanie, uśrednianie, filtracja dolno-przepustowa, rejestrowanie wartości minimalnej i maksymalnej, ogranicznik, resampler, zbieracz danych, FFT, a także bloki nazwane jako „cykl roboczy”, „obr/min”, „dekoder impulsów” i „analyzer CAN”. Nazwa „cykl roboczy” nie jest chyba najtrafniejszym tłumaczeniem oryginalnego „Duty cycle”. Blok ten, jak można domyślić się z angielskiej nazwy, oblicza współczynnik wypełnienia badanego przebiegu dla zadanego poziomu odniesienia. Poprawnie pracuje tylko z przebiegiem prostokątnym. Natomiast „zbieracze danych” nazywamy najczęściej rejestratorami i lepiej by było użyć takiego sformułowania. Wszystkie te niuanse językowe nie wpływają oczywiście w najmniejszym stopniu na działanie przyrządu, a jeśli komuś będą przeszkadzać w pracy, można wybrać angielską wersję językową.

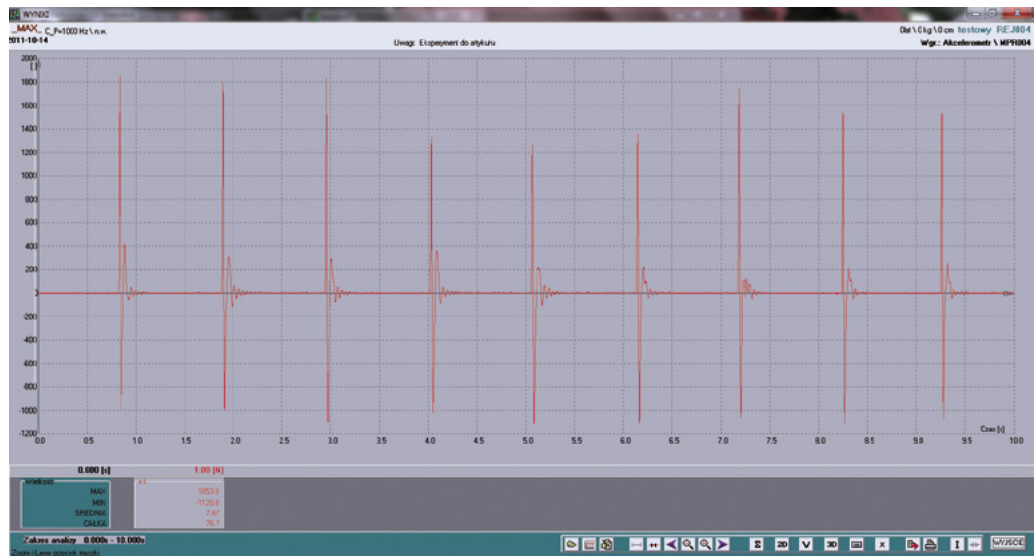
Do kontrolowania parametrów poszczególnych sygnałów, rzeczywistych i wirtual-



Rysunek 5. Pomiary kursorowe



Rysunek 6. Wprowadzanie numerycznych parametrów pracy generatora AWG



Rysunek 7. Oryginalny przebieg z czujnika przyspieszenia uzyskany w specjalnym rejestratorze

nych przewidziano blok miernika. Jest on dowolnie konfigurowany przez użytkownika mogącego ustalać listę mierzonych parametrów oraz sposób ich prezentacji: cyfrowy lub analogowy. Do pomiarów wykonywanych bezpośrednio na oscylogramie służą natomiast, jak w większości oscyloskopów cyfrowych, kursory ekranowe. I w tym przypadku autorzy oprogramowania postawili na pewną oryginalność. Po uaktywnieniu kursorów zostaje wyświetlona tabela zawierająca różne, związane z nimi parametry. Część z nich należy do domyślnego zestawu, inne można umieszczać w tabeli na życzenie. Niestety, program nie obsługuje

120



kursorów poziomych, i mimo, że nie są one konieczne do większości obliczeń, to jednak ich brak daje się odczuć użytkownikom pracującym wcześniej z klasycznymi oscyloskopami stacjonarnymi. Przykład pomiaru kursorowego przedstawiono na **rysunku 5**.

### Koncepcja źródeł, wejść/wyjść i ujęć

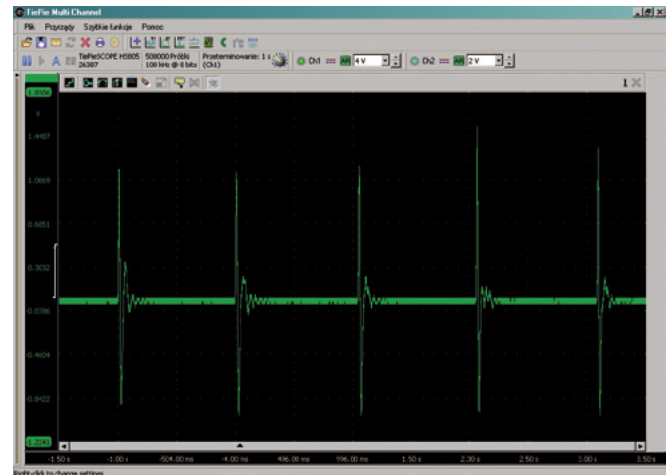
Obiektowe podejście do pomiarów w dużym stopniu decyduje o sile programu „Multi Channel”, a zatem o możliwościach i wygodzie pracy z oscyloskopami TiePie. Obiekty podzielono na kilka grup, zależnie od ich przeznaczenia i zasady działania. Są to:

- *przrzędy*, w skład których wchodzi wszystkie dołączone do komputera oscyloskopy zidentyfikowane przez program;
- *generatory funkcji (arbitralne)* dostępne w każdym z dołączonych oscyloskopów;
- *źródła*, w skład których wchodzi generatory programowe i źródło pokazowe;
- *wejścia/wyjścia* omówione wcześniej;
- *ujęcia*, do których należą: miernik uniwersalny, *data grid* umożliwiający przeglądanie przebiegów w postaci liczbowej, *disk writer* zapisujący dane pomiarowe na dysku w czasie pracy, *sound* wyprowadzający dane bezpośrednio do karty dźwiękowej komputera (jakość pracy tego modułu jest zależna od wydajności komputera), analizator szeregowy dekodujący w biegu zdarze-

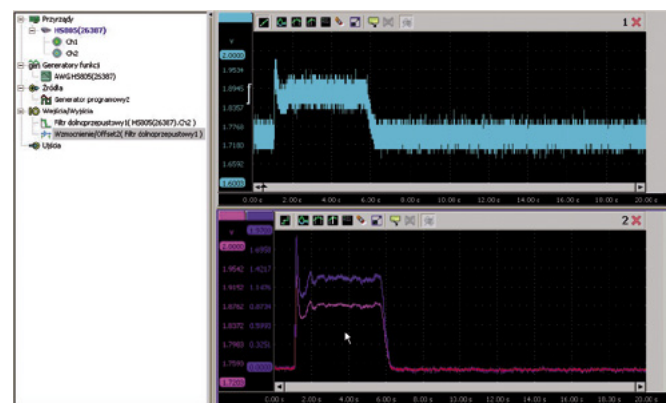
generator arbitralny – przyrząd niezwykle przydatny przy wszelkiego rodzaju pracach konstrukcyjnych i badawczych. Jego obsługa jest bardzo prosta. Poszczególne parametry są nastawiane za pomocą przycisków i suwaków ekranowych, można je też wprowadzać w postaci wartości liczbowych (**rysunek 6**).

Generator dysponuje czterema predefiniowanymi przebiegami: sinusoidalnym, trójkątnym, prostokątnym i szumem, znowu niefortunnie nazwanym zakłóceniami. Ponadto, może on pełnić również funkcję regulowanego źródła napięciowego o zakresie  $-5,66...5,66$  V.

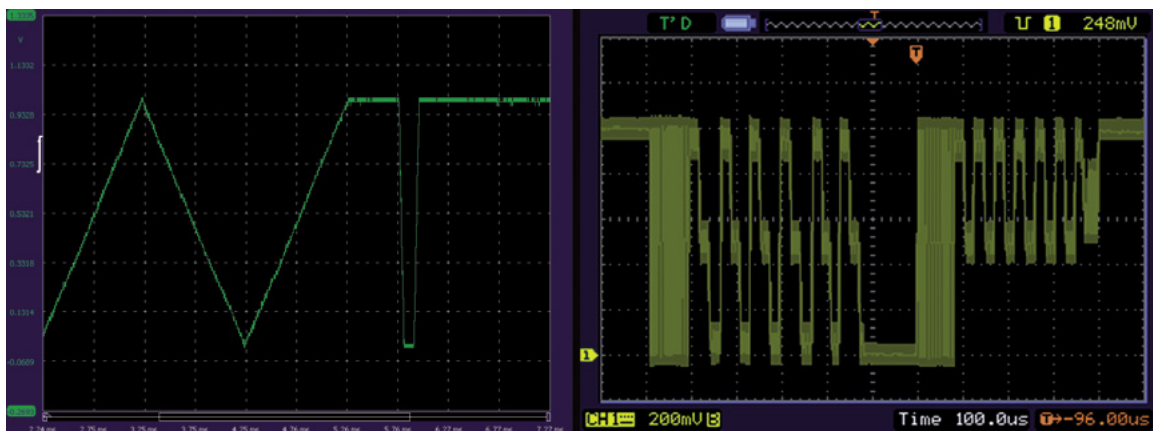
Najważniejszą zaletą tego przyrządu jest możliwość czytania do jego pamięci rzeczywistych



**Rysunek 8.** Przebieg symulujący pracę czujnika przyspieszenia uzyskany z generatora AWG



**Rysunek 9.** Filtracja przebiegu zmierzonego oscyloskopem HS805 wykonana programowym filtrem dolnoprzepustowym programu „Multi Channel”



**Rysunek 10.** Przykłady nietypowych przebiegów generowanych przez generator AWG

nia występujące na liniach interfejsów szeregowych RS232, RS485, MIDI, DMX i podobnych, analizator interfejsu I<sup>2</sup>C, tester kompresji – moduł podkreślający motoryzacyjne zainteresowania firmy TiePie, jest wykorzystywany do badania kompresji w silnikach spalinowych, i to bez konieczności stosowania czujników ciśnienia.

### Generator arbitralny

Oscyloskop jest jednym z dwóch przyrządów przystawki HS805. Drugim jest

przebiegów zmierzonych wcześniej oscyloskopem. Wystarczy przeciągnąć myszką symbol wybranego kanału oscyloskopowego do symbolu generatora AWG w oknie drzewa obiektów, aby na wyjściu generatora uzyskać ten sam przebieg. Należy jednak liczyć się ze skutkami resamplingu, jakiego dokona generator. W wyniku tej operacji częstotliwość przebiegu uzyskiwanego z generatora może być inna niż oryginału. Konieczne więc będzie odpowiednie dostrójenie przyrządu. Praktycznego zastosowania omawianej cechy oscyloskopu

HS805 daleko szukać nie trzeba. Wyobraźmy sobie na przykład następujące zadanie do wykonania: należy zaprojektować pewien sterownik wykorzystujący sygnał z czujnika przyspieszenia wykorzystywany w poruszającym się obiekcie. Prace laboratoryjne mogą być w tym przypadku bardzo utrudnione, a nawet niemożliwe z uwagi na ciągły ruch obiektu. Rozwiązaniem jest jednorazowe zarejestrowanie sygnału z akcelerometru, a następnie wpisanie go do pamięci generatora arbitralnego. Umożliwi to dalszą pracę przy biurku, w warunkach



stacjonarnych. Na **rysunku 7** przedstawiono oryginalny wynik pomiaru takiego obiektu uzyskany z rejestratora mającego możliwość eksportu danych do pliku w ogólnodostępnym formacie, np. CSV. Dane z tego pliku

po drobnej modyfikacji zostały wprowadzone do pamięci generatora, i w chwilę po tym były już dostępne jako sygnał umożliwiający prowadzenie symulacji. Tak uzyskany przebieg z generatora przedstawiono na

**rysunku 8**. Należy przy tym pamiętać, że dodatkowo przed wygenerowaniem przebiegu dane wejściowe mogą być poddane operacjom matematycznym, takim jak całkowanie, różniczkowanie itp. Szczególnie przydatna będzie na pewno filtracja cyfrowa (**rysunek 9**). Mimo, że program „Multi Channel” nie udostępnia bezpośrednio żadnego narzędzia przeznaczonego do tworzenia przebiegów arbitralnych, to możliwość ich importu choćby z łatwego w edycji pliku tekstowego powoduje, że stopień ich skomplikowania zależy jedynie od użytkownika (**rysunek 10**).

**Stacjonarny czy USB**

Nabywcy oscyloskopów często zastanawiają się jaki typ przyrządu wybrać, stacjonarny czy przystawkę USB do komputera. Czasami o wyborze decydują przyzwyczajenia nabyte z wcześniejszej pracy, kiedy indziej wygoda użytkownika – na przykład możliwość łatwego użytkowania przyrządu w warunkach terenowych. Oscyloskopy USB firmy TiePie wyróżniają się dużą dokładnością przetworników analogowo-cyfrowych i specyficznymi rozwiązaniami układowymi. Oprzyrządowanie dodatkowe oferowane przez producenta jest ukierunkowane głównie na motoryzację, ale nie jest to jedyny obszar zastosowań. Cechą wyróżniającą oscyloskop HS805 jest bardzo wysoka, jak dla urządzenia USB, częstotliwość próbkowania, wynosząca 1 GSa/s dla jednego kanału i szerokie pasmo analogowe 250 MHz. O przydatności przyrządu w dużym stopniu decyduje oprogramowanie firmowe, które jednak ze względu na swoją specyfikę wymaga pewnego przyzwyczajenia i przełamania nawyków nabytych podczas wcześniejszej pracy z oscyloskopami klasycznymi. Najważniejsze parametry tego przyrządu zestawiono w **tabeli 1**.

**Jarosław Doliński, EP**

Tabela 1. Najważniejsze parametry oscyloskopu HS805	
<b>System akwizycji</b>	
Liczba kanałów	2
Częstotliwość próbkowania	2 GSa/s (jeden kanał) 500 MSa/s (dwa kanały)
Źródło wyzwalania	Wewnętrzne, zewnętrzne
Dokładność zegara próbkującego	±0,01%
Stabilność zegara próbkującego	±100 ppm w zakresie temperatur -40...+85°C
Długość rekordu	32 Mpróbki na kanał
<b>Wejścia</b>	
Tryb pracy	Napięciowy
Rozdzielczość	8 bitów
Dokładność amplitudy	1%
Dokładność offsetu	1%
Zakresy napięciowe	200 mV...80 V zmieniane w sekwencji 2-4-8
Impedancja wejściowa	1 MΩ/20 pF
Maksymalne napięcie wejściowe	200 V (DC+AC peak <10 kHz)
Maksymalne napięcie wejściowe z sondą 1:10	600 V (DC+AC peak <10 kHz)
Pasma 3 dB	250 MHz
Dolna częstotliwość dla sprzężenia AC (-3 dB)	1,5 Hz
Czas narastania	1,5 ns
Overshoot	1%
<b>Generator arbitralny</b>	
Liczba kanałów	1 analogowy, BNC
Rozdzielczość	14 bitów @ 200 MHz
Zakres napięć	-12...+12 V
Sprężenie	DC
Impedancja wy	50 Ω
Zakres częstotliwości	0...20 MHz
Pamięć	32 Mpróbki
Przebiegi	Sinus, prostokąt, trójkąt, szum, DC, arbitralny
Symetria	0...100%
<b>Inne</b>	
Zasilanie	Zasilacz wtyczkowy 110...240 V, 50...60 Hz, 50...80 VA
Wymiary	57×276×180 mm
Masa	1250 g
Interfejs	USB 2.0 High Speed (480 Mb/s)