



**Dodatkowe informacje:**  
 NDN, 02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15,  
 tel./faks: 22-641-15-47, tel. 22-641-61-96,  
 e-mail: ndn@ndn.com.pl, www.ndn.com.pl

# Oscyloskop Rigol DS1054Z

*Jednym z celów nadrzędnych każdego producenta oscyloskopów cyfrowych jest poszerzenie pasma pomiarowego i szybkości próbkowania. Równolegle rozwijane są też cechy funkcjonalne przyrządów, które prędkiej czy później są wprowadzane również w sprzęcie popularnym, przeznaczonym dla rynku masowego. Przykładem są oscyloskopy Rigola należące do rodziny DS1000Z, w których znajdujemy rozwiązania jeszcze do niedawna przypisane wyłącznie do przyrządów najdroższych.*

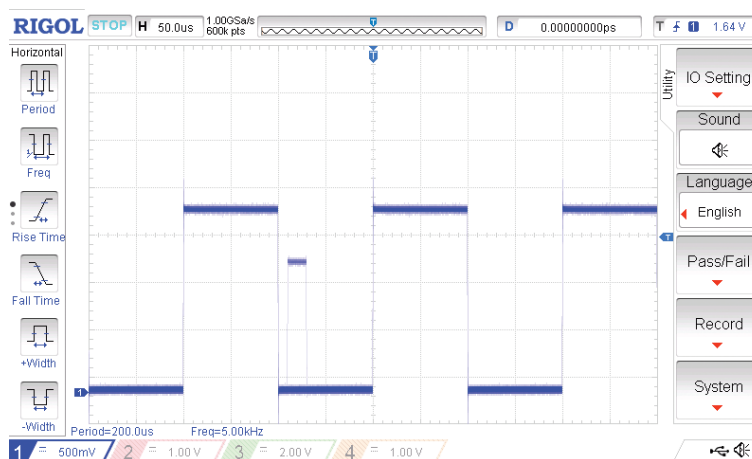
Pewną barierą w przenikaniu niektórych rozwiązań stosowanych przez poszczególnych producentów są patenty. Nie chronią one jednak w stu procentach właścicieli pomysłów, gdyż – jak wykazuje praktyka – wystarczy w dostatecznym stopniu zmienić metodę jego realizacji, aby obejść wszelkie zastrzeżenia i niuanse prawne. Przykładem mogą być pewne rozwiązania stosowane w oscyloskopach, np. przeszukiwanie rekordów danych, powiększanie przebiegów itp. W początkowym okresie użytkowania oscyloskopów cyfrowych przyrządy te nie były wyposażane w bardzo długie rekordy danych, więc przeszukiwanie określonych sekwencji nie stanowiło problemu. Z czasem rekordy zaczęły osiągać wielkości mierzone w megapunktach i był to moment, w którym należało już stworzyć odpowiednio wydajny mechanizm przeszukiwania. Producenci zastrzegali i patentowali swoje pomysły (np.

Wave Inspector Tektroniksa), ale jak przyglądamy się rozwiązaniom stosowanym w oscyloskopach różnych firm, okazuje się,

że są one uderzająco podobne do siebie. Analogicznie jest z funkcjami powiększania przebiegów, obliczeniami matematycznymi, trybami wyzwalania, metodami rejestrowania poszczególnych ramek itp.

## Ultra Vision

Szybkość przechwytywania przebiegów jest jednym z parametrów, którym liczący się producenci. Trudno się temu dziwić, gdyż jest to parametr, który znacząco ułatwia wykrywanie anomalii przebiegów. Na **rysunku 1** przedstawiono oscylogram, na którym dzięki nałożeniu na siebie wielu obrazów



**Rysunek 1. Lokalizacja anomalii przebiegów wykorzystująca dużą szybkość przechwytywania przebiegów**

jest widoczny przypadkowy impuls zakłócający pojawiający się w momentach losowych. Podstawowym problemem w uzyskaniu zdolności do szybkiego przechwytywania ramek jest konieczność obsługi dużych ilości danych pozyskiwanych przez bardzo szybkie przetworniki analogowo-cyfrowe. Dane te należy gdzieś przechować, a ponadto przeprowadzić na nich pewne obliczenia matematyczne i odpowiednio przygotowane przekazać do rekordu wyświetlania. Rigol, podobnie jak inni producenci, opracował

własną metodę rozwiązania tego problemu, której nadano nazwę Ultra Vision. Oczywiście, nie ma mowy, aby ze wszystkimi zadaniami poradził sobie procesor oscyloskopu. Ultra Vision jest połączeniem operacji wykonywanych programowo i wspieranych specjalnie opracowanym układem akceleratora. Wydzielona funkcja jest odpowiedzialna za wykonanie odpowiedniej selekcji danych z rekordu akwizycji i wyświetlenie oscylogramu na ekranie oscyloskopu.. Inne funkcje realizują takie zadania

jak: wyzwalanie, generowanie decyzji w testach Pass/Fail, rejestracja danych. Można więc mówić o całej technologii Ultra Vision, którą opracowano początkowo na potrzeby oscyloskopów wyższych serii (DS2000, DS4000), a obecnie, zgodnie z trendami, trafiła do rodziny DS1000Z.

Duża liczba nakładanych na siebie obrazów wymaga stosowania pamięci o dużej pojemności. Pamięć taka jest dołączona do specjalnego sterownika próbkowania (*Sampling-Controller*) uwalniającego procesor od czasochłonnych operacji obliczeniowych. Oprócz przyspieszenia obróbki danych, dodatkową korzyścią wynikającą z zastosowania technologii Ultra Vision jest zaimplementowano 256-poziomowej gradacji intensywności świecenia, co zbliżył tym samym wygląd oscylogramów do tych, które pamiętamy z techniki analogowej (**rysunek 2**).

Poglądowy schemat blokowy chipsetu Ultra Vision w jego otoczeniu przedstawiono na **rysunku 3**. W opisywanym rozwiązaniu maksymalna szybkość przechwytywania przebiegów jest równa 30000 wfms/s, przy czym Rigol zastrzeżę pracę w trybie wyświetlania punktowego (*dots*) z wykorzystaniem jednego kanału, maksymalnej podstawie czasu 50 ns i automatycznie dobieranej głębokości rekordu. Sporo tych zastrzeżeń.

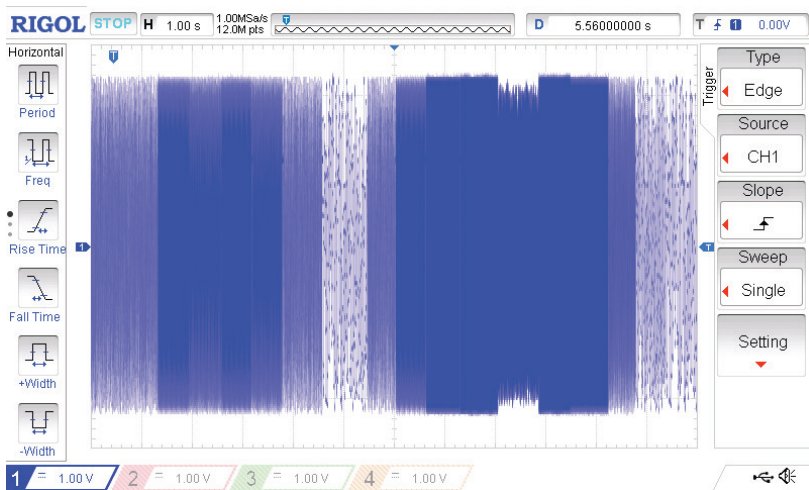
### Tryby akwizycji

W oscyloskopach rodziny DS1000Z zastosowano tryby akwizycji znane z oscyloskopów DS1000 rozszerzone o tryb HiRes.

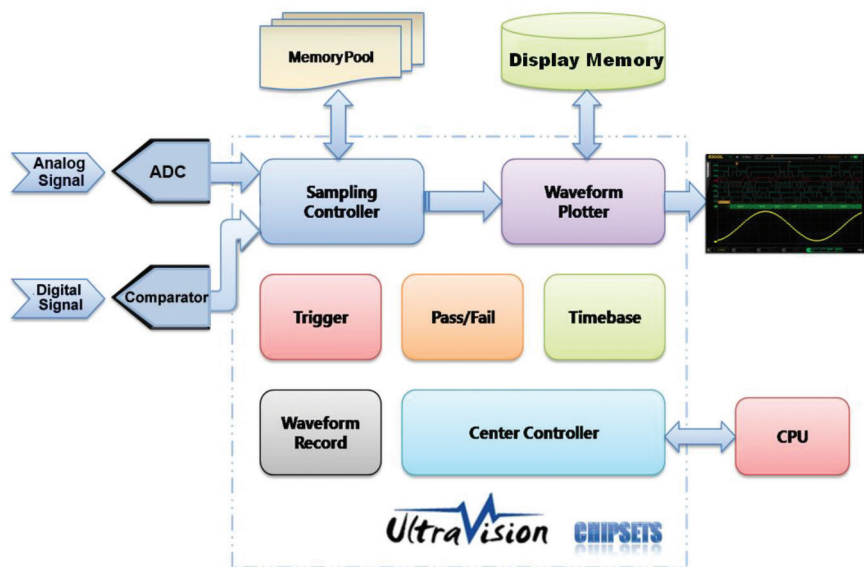
W trybie Normal próbki są pozyskiwane w stałych odstępach wynikających z przyjętej podstawy czasu. Na podobnej zasadzie tworzony jest oscylogram w trybie Average, przy czym wykres powstaje w wyniku uśrednienia kilku rejestracji. Liczba uśrednień zawiera się między 2 a 1024.

W trybie Peak Detect układ próbkuje z maksymalną szybkością, jednak nie wszystkie próbki są uwidaczniane na oscylogramie. Wyznaczane są wartości maksymalne i minimalne próbek dla każdego interwału zapisu (wynikającego z podstawy czasu), na oscylogramie każda próbka jest natomiast reprezentowana przez odcinek łączący poziomy odpowiadające minimalnej i maksymalnej próbce. Pracę układu akwizycji w trybie Peak Detect przedstawiono na **rysunku 4**.

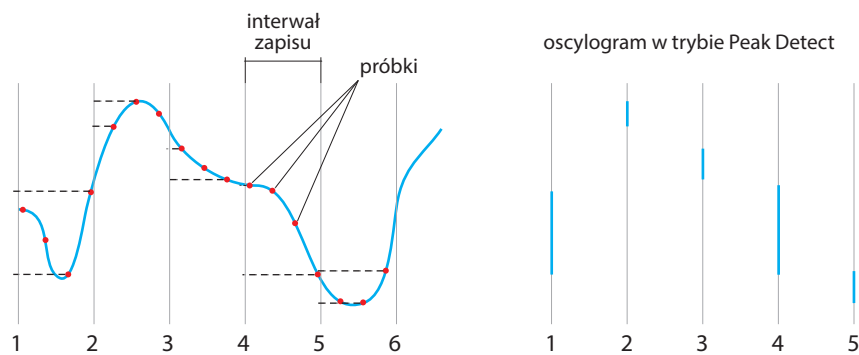
Tryb HiRes jest pewną odmianą uśredniania wykresów. Uśredniane nie są jednak następujące po sobie rejestracje, tak jak w trybie Average, lecz kolejne próbki **rysunek 5**. Tryby uśredniania są stosowane na przykład w celu eliminacji szumów, ale dzięki nim można uzyskać efekt zwiększenia rozdzielczości pomiarów (nie należy go łączyć z pracą przetworników A/C).



Rysunek 2. Wyświetlanie obrazów z 256 poziomami jasności świecenia



Rysunek 3. Schemat blokowy chipsetu Ultra Vision wraz z otoczeniem



Rysunek 4. Zasada pracy układu akwizycji w trybie Peak Detect

## Rekord akwizycji

W rekordzie akwizycji są przechowywane dane, na podstawie których tworzone są oscylogramy. Intuicyjnie wyczuwamy, że podstawową korzyścią instalowania długich rekordów akwizycji jest możliwość uzyskiwania dużych powiększeń badanych przebiegów. Oczywiście konieczne jest wyposażenie oscyloskopu w odpowiednio szybki i wydajny mechanizm obsługi tak dużych pamięci. W oscyloskopie DS1054Z standardowo instalowany jest rekord 12 Mpunktów, który może być opcjonalnie rozszerzany do 24 Mpunktów. Długość rekordu jest jednak zmienna w zależności od liczby włączonych kanałów pomiarowych, istotny jest też wybór kanałów. Maksymalna długość rekordu jest możliwa na przykład wyłącznie wtedy, gdy jest włączony kanał 1. Włączenie jakiegokolwiek innego kanału, nawet wtedy, gdy jest wykorzystywany tylko jeden, powoduje zmniejszenie rekordu akwizycji o połowę.

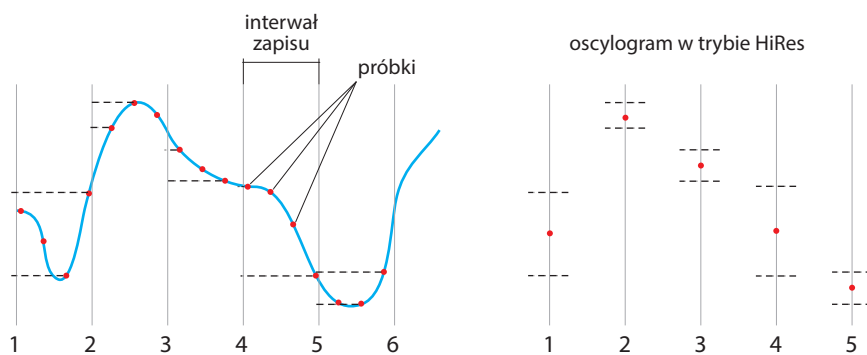
Maksymalna długość rekordu nie zawsze jest najlepszym wyborem. Użytkownik może ustawiać ten parametr ręcznie lub korzysta z nastawy automatycznej. Wówczas procesor decyduje o tym, jaka długość rekordu będzie optymalna.

## Zdarzenia wyzwalające

W tym zakresie można mówić o prawdziwej rewolucji u Rigola, w odniesieniu do omawianej klasy przyrządów. Udostępniono bowiem zaawansowane tryby wyzwalania znane z modeli wyższych klas. Oczywiście zachowano wyzwalanie zboczem, szerokością impulsu, nachyleniem zbocza, sygnałem wideo, wprowadzono natomiast kilka dodatkowych trybów, bardzo przydatnych w określonych sytuacjach. Duża część z nich wynika z możliwości analizy sygnałów cyfrowych przez oscyloskop DS1054Z.

Do wyzwalenia nachyleniem zbocza (Slope) konieczne jest określenie 3 parametrów. Należy ustalić poziomy zbocza (górny i dolny), pomiędzy którymi będzie obliczany czas narastania/opadania. Czas ten jest wprowadzany w polu „Time”. W polu „When” definiowany jest warunek dotyczący wyznaczania czasu (większy, mieszczący się w zadanym zakresie lub mniejszy) – **rysunek 6**.

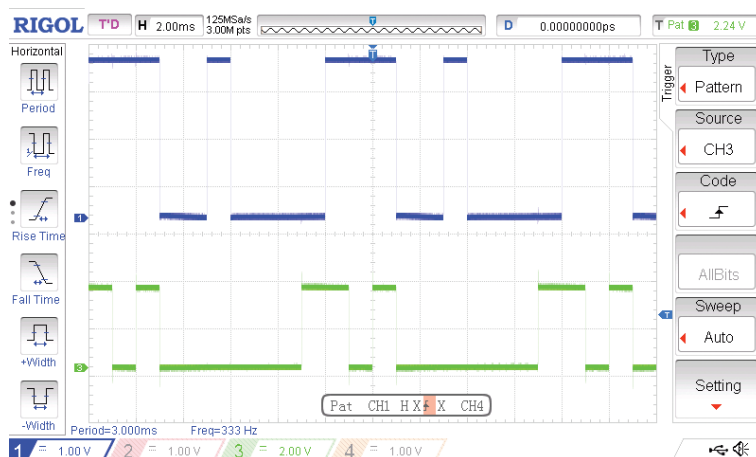
Nowy tryb Pattern wprowadzony w oscyloskopach omawianej klasy związany jest głównie z badaniem przebiegów cyfrowych, ale pomiar może być wykonywany również w oparciu o dostępne kanały analogowe. Tryb Pattern wymaga zdefiniowania sekwencji stanów logicznych, które powodują wyzwolenie oscyloskopu. Obliczana jest wartość wyrażenia będącego iloczynem logicznym stanów wejściowych. Nie wszystkie używane kanały muszą być jednak brane pod uwagę w obliczeniach. Jeśli dany kanał ma być ignorowany, należy w warunku wybrać stan „X”. Zamiast wartości „H” (stan wyso-



Rysunek 5. Zasada pracy układu akwizycji w trybie HiRes



Rysunek 6. Wyzwalanie nachyleniem zbocza



Rysunek 7. Wyzwalanie wzorcem



Rysunek 8. Wyzwalanie Timeout

ki) lub „L” (stan niski) możliwe jest również branie pod uwagę zboczy narastających lub opadających. Przykład wyzwalania wzorcem przedstawiono na **rysunku 7**. Kolejny nowy tryb – Duration stanowi rozszerzenie trybu Pattern o dodatkowy warunek czasowy. Wyzwolenie następuje dopiero wówczas, gdy zdefiniowany w sposób podobny, jak w poprzedniej metodzie wzorec trwa: krócej niż określony czas, dłużej niż określony czas lub jest zawarty pomiędzy wartościami granicznymi czasu.

Zaawansowane tryby wyzwalania – począwszy od Timeout – Rigol udostępnia jako opcje płatne. Wyzwolenie metodą Timeout jest trochę zbliżone do wyzwalania szerokością impulsu. Ustalane jest zbocze początkowe, np. narastające, i definiowany jest minimalny czas, po którym może wystąpić zbocze przeciwne, w tym przykładzie opadające. Jeśli drugie zbocze wystąpi wcześniej niż określony Time Out, nie będzie spełniony warunek wyzwolenia. Przykład wyzwalania Timeout przedstawiono na **rysunku 8**.

Wyzwalanie Runt już na dobre zadomowiło się w oscyloskopach cyfrowych. Teraz, wprawdzie jako opcja, ale jest też w przyrządach klasy DS1054Z. Zdarzeniem wyzwalającym jest dwukrotne przekroczenie określonego poziomu przy jednoczesnym nie przekroczeniu drugiego zdefiniowanego

poziomu (**rysunek 9**). Impulsy mogą być dodatnie (rozpoczynają się narastającym zboczem) lub ujemne (rozpoczynają się opadającym zboczem).

I tu powoli zaczynają się schody, bo metody wyzwalania stają się coraz bardziej wymyślne. Opcjonalny tryb wyzwalania Windows polega na poszukiwaniu momentu, w którym sygnał badany wchodzi lub wychodzi do/z zakresu wyznaczonego przez dwa poziomy progowe. Wyzwolenie następuje na zboczu narastającym lub opadającym, albo też na dowolnym z nich. Możliwe jest ponadto wprowadzenie warunku czasowego.

Opcjonalny jest też tryb Delay stosowany podczas badania dwóch sygnałów. Warunkiem wyzwolenia jest wystąpienie określonych zależności czasowych między zboczami obu przebiegów. Może to być na przykład opóźnienie zbocza opadającego przebiegu z kanału 3 względem zbocza narastającego z kanału 1. Kombinacji rodzajów zboczy, sygnałów, obierania sygnałów referencyjnych, określania warunków czasowych jest w tej metodzie bardzo dużo. Czas jest określany relacjami: mniejszy, większy, zawierający się w przedziale lub nie zawierający się w przedziale. Tylko jak to wszystko stosować?

A to jeszcze nie koniec. Metoda Setup/ Hold, dostępna opcjonalnie, jest przydatna

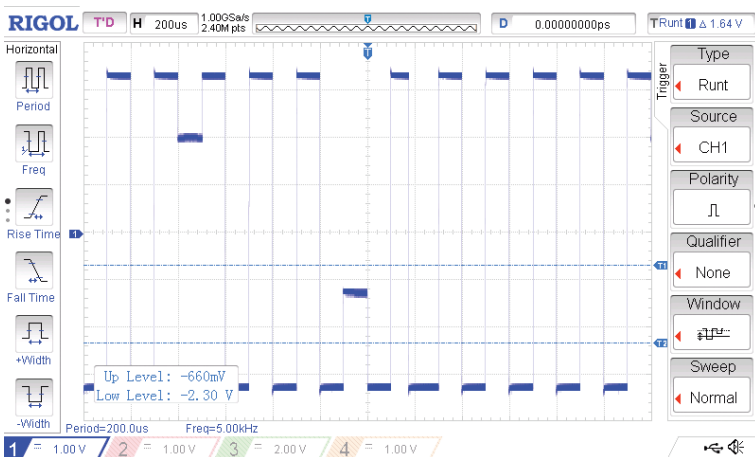
w zaawansowanych pomiarach elektroniki cyfrowej, w urządzeniach transmisji danych. Pod uwagę brane są tu zależności czasowe między przebiegiem zegarowym a danymi występującymi na przykład w interfejsach komunikacyjnych. Aby dane były prawidłowo odczytywane wymagane jest odpowiednio duże wyprzedzenie sygnału na linii danych przed zboczem impulsu zegarowego, a także odpowiednio długie utrzymanie linii danych po tym impulsie. W tym trybie definiowane są kanały pomiarowe, zależności czasowe i rodzaje zboczy. Tak uchwycone zdarzenie powoduje wyzwolenie oscyloskopu. Sposób wykorzystania trybu Setup/Hold może być też inny od tego, dla którego został pomyślany i prawdopodobnie tak będzie w większości przypadków wśród użytkowników oscyloskopu DS1054Z. Biorąc pod uwagę parametry techniczne tego przyrządu nie można go raczej traktować jako odpowiedniego narzędzia do analizy opisywanych zależności między przebiegiem danych i zegarowym w interfejsach komunikacyjnych, nie mówiąc już o szybkich pamięciach szeregowych.

Obszerny opis trybów wyzwalania kończy opcja Nth Edge. Ma ona dwa parametry: czas Idle i określoną liczbę zboczy impulsu (narastających lub opadających), które występują po wybudzeniu układu. Przyjęto, że w fazie uśpienia utrzymywany jest wysoki stan linii. Oscyloskop jest wyzwalany po stwierdzeniu opisanego ciągu zdarzeń.

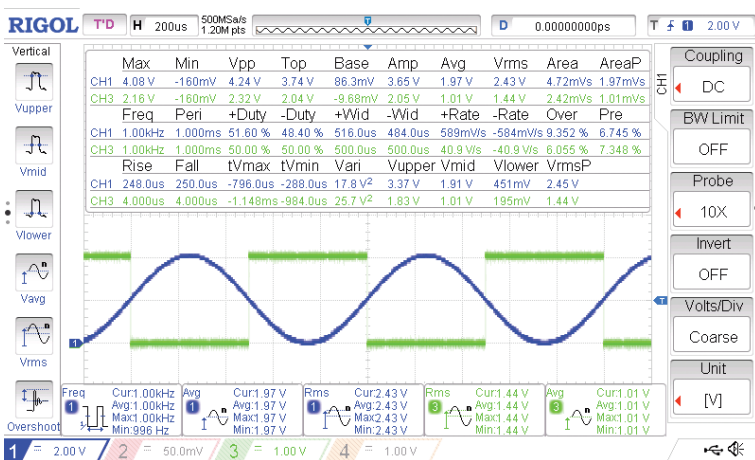
Jako dodatek do trybów wyzwalania należy jeszcze dodać całą gamę zdarzeń związanych z analizą protokołów komunikacyjnych. Rigol oferuje opcjonalne rozszerzenie trybów wyzwalania o protokoły: RS232, I<sup>2</sup>C, SPI.

### Obliczenia matematyczne

Odnosząc do momentu, w którym pierwsze oscyloskopy Rigol pojawiły się na polskim rynku można powiedzieć, że na rozszerzenie liczby operacji matematycznych poza podstawowe działania i funkcję FFT użytkownicy oscyloskopów Rigola czekali długo. Ale doczekali się. W modelu DS1054Z można już liczyć i liczyć. Począwszy od dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia wreszcie doszły operacje logiczne i zaawansowane funkcje matematyczne. Wykonywane są wszystkie operacje logiczne, takie jak: AND, OR, XOR, NOT. Funkcje natomiast to: całkowanie, różniczkowanie, pierwiastkowanie, logarytmowanie (lg i ln), funkcja wykładnicza i wartość bezwzględna. Można budować bardziej złożone wyrażenia matematyczne zawierające wewnętrzne operacje na dwóch kanałach, np. obliczanie całki z sumy kanału 1 i 2. Edytor takich wyrażeń jest dość zagmatwany, ale można go jakoś okiełznać. Ponadto, pod przyciskiem *Math* ukryte są funkcje analizy protokołów. Oscyloskop może jednocześnie analizować dwa interfejsy.



Rysunek 9. Wyzwalanie Runt



Rysunek 10. Wyniki pomiarów automatycznych wraz ze statystykami



Rysunek 11. Pomiar z granicą całkowania a) przyjętą jako szerokość ekranu, b) wyznaczoną specjalnymi kursorami

### Pomiary automatyczne i kursorowe

Na wyświetlaczu robi się tłoczno, jeśli zostaną włączone jednocześnie pomiary aż 33 parametrów, a jeśli do tego zostanie uaktywniona opcja wyświetlania statystyk, to na ekranie już prawie nie ma miejsca na oscylogram (rysunek 10). Trzeba się z tym pogodzić i nie narzekać, bo wyświetlacz zastosowany w oscyloskopie DS1054Z nie jest zły. Utrzymano koncepcję stałego wyświetlania menu pomiarowego wzdłuż lewej krawędzi ekranu, współpracującego z klawiszami przypisanymi do poszczególnych pozycji menu. Pomysł jest bardzo dobry, bo w ten sposób znacznie ułatwiono wybór parametrów przeznaczonych do wyświetlania. Niezwykle ważną innowacją związaną z pomiarami jest określanie zakresu całkowania mające znaczenie przy pomiarach parametrów uzależnionych

od czasu. Na rysunku 11a przedstawiono pomiar napięcia średniego i skutecznego przy zakresie całkowania wyznaczonym przez szerokość ekranu, na rysunku 11b natomiast zakres całkowania ograniczono specjalnymi kursorami, które zostały ustawione tak, aby dokładnie wyznaczyć okres przebiegu. Nie są to te same kursory, które są wykonywane do typowych pomiarów kursorowych.

W oscyloskopie DS1054Z przyjęto dość nietypową obsługę kursorów po włączeniu funkcji powiększania. Standardowo ekran jest wówczas dzielony na dwie części. W górnej znajduje się oryginalny przebieg, na który jest nanoszona niebieska maska z oknem wyznaczającym powiększony fragment. Powiększenie jest wyświetlane w dolnym oknie. Zwykle wprowadzenie kursora widocznego na górnym oscylogramie do okna powiększenia powoduje ukaza-

nie się kursorów również w dolnym oknie. W oscyloskopie DS1054Z trzeba decydować samodzielnie, w której części ekranu mają znajdować się kursory. Trochę to niewygodne, ale trzeba się jakoś przyzwyczaić. Za to atrakcyjną nowością są kursory pracujące przy włączonym trybie XY oscyloskopu. Można za ich pomocą szacować przesunięcie fazowe między dwoma przebiegami, a włączana w menu ściągawka podpowiada, jakie są stosunki częstotliwości tych przebiegów. Podpowiedź jest w postaci przykładowych krzywych Lissajous.

### Pozostałe cechy

W oscyloskopie DS1054Z zachowano pozostałe cechy spotykane w przyrządach tej klasy, takie jak zapisywanie parametrów i zrzutów ekranowych w zewnętrznej lub wewnętrznej pamięci Flash, test Pass/Fail, zapisywanie sekwencji pomiarowych, odtwarzanych następnie w postaci animowanej.

### Ocena subiektywna

Wypuszczając serię DS1000Z Rigol chciał dokonać zamieszania na rynku oscyloskopów 4-kanalowych oferując je po zadziwiająco niskiej cenie. I nie ma tu jakichś niedozwolonych działań dumpingowych. Cena została skalkulowana prawidłowo, a tajemnica tkwi w zastosowanym przetworniku. Maksymalna szybkość próbkowania 1 GSa/s jest uzyskiwana wyłącznie przy pracy 1-kanalowej i przy włączonym kanale pomiarowym nr 1. Włączenie dowolnego innego kanału powoduje spadek szybkości próbkowania do 500 MSa/s, a przy trzech działających kanałach prędkość ta jest równa już tylko 250 MSa/s. W zamian bardzo uatrakcyjniono oprogramowanie. Tryby wyzwalania, pomiary, obliczenia matematyczne i analiza protokołów stanowią nową jakość w tej klasie oscyloskopów. Dobry wyświetlacz zapewnia dość duży komfort pracy, chociaż przy tej wielkości ekranu i przy tej rozdzielczości niektóre literki stają się już bardzo małe, co mogą odczuwać użytkownicy z gorszym wzrokiem. Model DS1054Z trudno polecać do zastosowań profesjonalnych. Pasmo 50 MHz i wspomniana nie najwyższa szybkość próbkowania mogą okazać się zbyt dużym ograniczeniem w poważnych zastosowaniach, natomiast dla amatorów ten model może stać się następcą kultowego DS1052E.

Jarosław Doliński, EP