

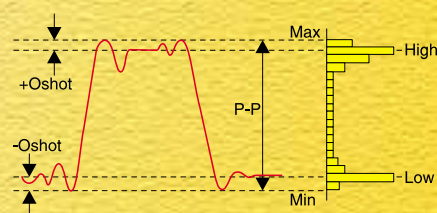
Ciekawe, ilu użytkowników Worda potrafi przygotować korespondencję seryjną. Ciekawe też, ilu użytkowników Excela wie, co to jest tabela przestawna, potrafi skorzystać z solvera, nie mówiąc już o skonstruowaniu makra. Jaki procent możliwości oprogramowania lub sprzętu potrafi na co dzień wykorzystać przeciętny użytkownik?



Yokogawa DL1740

CYFROWY KSZTAŁT SYGNAŁU

Kiedyś mieliśmy zostać drugą Japonią. Dzisiaj już nie pamiętam czy były to obietnice przedwyborcze, czy tylko czcze mrzonki. Fakt jest faktem - jest to bardzo odległy dla nas kraj. Pod każdym względem. Zastanawiam się, na czym polega sukces gospodarczy państw azjatyckich. Bogactw natural-



Rys. 1

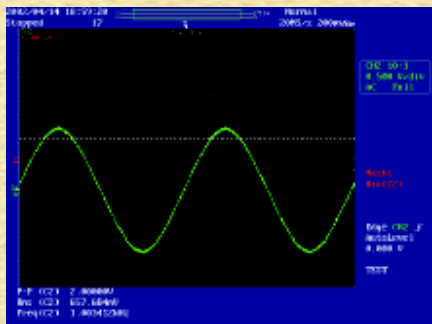
nych prawie nie mają, wielkością często nie dorównują Polsce. Rozwój techniki i technologii, jaki z łatwością osiągną, to w dużej mierze zasługa ludzi... i oczywiście pieniędzy, ale tych na początku nie ma prawie nikt. Pozostają więc ludzie, ale czy my jesteśmy naprawdę gorsi?

Te smutne refleksje nasunęły mi się po tym, gdy przez jakiś czas mogłem popracować mając do dyspozycji właśnie japoński produkt, jakim był oscyloskop cyfrowy Yokogawa, model DL1740. Zastanawiałem się, dlaczego podobne konstrukcje nie mogą powstawać u nas. To bardzo wyrafinowany sprzęt z tzw. „górnego półki”. Z pewnością nie każdy będzie mógł sobie po-

zwolić na jego zakup. Nawet dla firm konstrukcyjnych, wydatek musiałby być umotywowany odpowiednio wysokim zamówieniem lub realizacją jakiegoś złożonego projektu. Aparatura tej klasy jest jednak - jak wynika z sondaży - dość często sprzedawana w Polsce, a to mogłoby oznaczać, że i u nas powstają jednak nietrywialne opracowania. Po tym zawiłym wywodzie, przyjrzyjmy się zatem, co siedzi w środku Yokogawy.

Ogólnie o oscyloskopie

Najpierw rzut oka na całość. Oscyloskop, jak przystało na sprzęt tej klasy, jest wykończony perfekcyjnie. Liczbę elementów regulacyjnych na płycie



Rys. 2

czołowej ograniczono do niezbędnego minimum. W większości przypadków są to przyciski wywołujące odpowiednie menu, ukazujące się w dolnej części ekranu, pod którym są umiejscowione wydzielone klawisze funkcyjne. Dokonuje się nimi dalszych ustawień. Przyciski służą do wyboru opcji oraz ustawiania wszelkich przełączników. Zadawanie wartości liczbowych realizuje się bardzo wygodnym impulsatorem, współpracującym ze specjalnym pierścieniem obrotowym. Impulsatorem można ustawić dany parametr z największą przewidzianą dla niego precyzją. Pierścień przydaje się, gdy dopuszczalny zakres jest bardzo duży. Umożliwia on szybkie przemiatanie wartości, przy czym prędkość zmian jest proporcjonalna do kąta obrotu. Po puszczeniu pierścienia, wraca on samoczynnie do położenia neutralnego. Mimo przemyślanej koncepcji rozlokowania elementów regulacyjnych, liczba możliwych kombinacji ustawień, może początkowo sprawiać pewien kłopot użytkownikom. Na szczęście w komplecie znajduje się dwuczęściowa, bardzo przejrzyste napisana instrukcja obsługi oraz skrócony, bogato ilustrowany przewodnik. Gdy użytkownik wie, jak dotrzeć do danego parametru, lecz nie jest pewien czego on dotyczy, może skorzystać z szybkiej pomocy ekranowej. Po naciśnięciu klawisza „Help” zostaje wyświetlona kontekstowa podpowiedź odnosząca się do ostatnio wykonanych akcji. W oscyloskopie DL1740 zastosowano kolorowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny TFT o wymiarach 130,6x97 mm i rozdzielczości 640x480 punktów. Oscylogramy rysowane są w części ekranu z rozdzielczością 500x384 punkty, a pozostałą część przeznaczono na wyświetlanie menu i istotnych informacji o bieżących ustawieniach przyrządu. Gdyby jednak komuś obraz wydawał się za mały, nie ma problemu, może oglądać przebiegi nawet na 20-calowym ekranie. Jest to możliwe po dołączeniu zewnętrznego monitora poprzez wyjście VGA. Jeśli już mówimy o tym co można do oscyloskopu dołączyć, to łatwiej by było chyba odpowiedzieć,

z jakimi urządzeniami oscyloskop nie może współpracować. Bogactwo interfejsów jest imponujące. Część z nich występuje wprawdzie opcjonalnie, ale do testów otrzymaliśmy egzemplarz z pełnym wyposażeniem. Mamy więc: GP-IB, RS232, USB, SCSI, Ethernet (100BASE-TX/10BASE/T), interfejs dla klawiatury i drukarki USB. Jest też specjalne wejście/wyjście „GO/NO-GO”, które będzie opisane dalej. Na wbudowanej małej drukarence o rozdzielczości 8 pkt/mm (ok. 200 dpi) można dokumentować pomiary bez konieczności komunikowania się z komputerem. Drukuje ona na papierze termicznym o szerokości 112 mm. Oprócz niej do dyspozycji jest jeszcze stacja ZIP (100/250MB) lub FDD (720KB/1.44MB). Pomiary mogą być prowadzone z wykorzystaniem zewnętrznego wejścia wyzwalania. Pojawienie się na nim odpowiedniego impulsu powoduje akwizycję danych i wyświetlenie ich na ekranie. Wejście to może pełnić również funkcję bramki wyzwalania. W tym przypadku, akwizycja danych odbywa się tylko wtedy, gdy na wejściu tym występuje odpowiedni, wcześniej wybrany poziom („H” lub „L”).

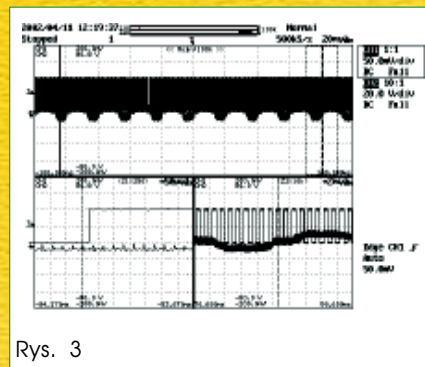
Trudna sztuka doboru trybów pracy

Umiejętne ustawienie trybów wyzwalania oraz metod próbkowania sygnałów, to połowa sukcesów podczas pomiarów oscyloskopowych. Dzięki dostępnym w modelu DL1740 trybom pracy można wychwytywać bardzo wyszukane sekwencje sygnałów. Nie sposób omówić tu dokładnie wszystko, a więc ograniczę się jedynie do skróconego opisu. Mamy pięć podstawowych trybów pracy.

1. „Auto” - aktualizuje dane nawet wtedy, gdy przez określony czas nie następuje warunek wyzwolenia. W efekcie, na ekranie zawsze jest rysowana choćby ciągła linia.
2. „Auto Level” - powoduje, że jeśli przez określony czas nie następuje wyzwolenie, wtedy poziom wyzwalania jest automatycznie dobierany w zależności od wielkości sygnału wejściowego, po czym ekran jest na bieżąco aktualizowany.
3. „Normal” - aktualizuje ekran tylko wtedy, gdy zachodzi wyzwolenie. Jeśli w tym trybie poziom wyzwolenia zostanie np. ręcznie ustawiony zbyt wysoko lub zbyt nisko, ekran może przez dłuższy czas pozostawać bez zaktualizowanych przebiegów.
4. „Single” - ekran jest aktualizowany zawsze po wystąpieniu wyzwolenia, po czym dalsza akwizycja danych jest zatrzymywana.
5. „Single(N)” - powoduje rejestrowanie

danych w pamięci zawsze po wystąpieniu warunku wyzwolenia, lecz wyświetla je (wszystkie), dopiero po N-tym wyzwoleniu. Liczba N może się zmieniać od 1 do 32.

W oscyloskopie DL1740 mamy do dyspozycji jeszcze rozszerzone tryby wyzwalania, jak np. wyzwolenie po wykryciu zdefiniowanej wcześniej sekwencji sygnałów, po wystąpieniu impulsu o określonym czasie trwania, wyzwolenie sygnałem NTSC lub PAL. Można tworzyć rozbudowane warunki wykorzystując funkcję sumy logicznej „OR”. Należy pamiętać, że mamy do czynienia z oscyloskopem cyfrowym. Sposób rysowania przebiegów na jego ekranie różni się zasadniczo od metod stosowanych w oscyloskopach analogowych. Tutaj przebiegi ze wszystkich kanałów są próbkowane, po czym cyklicznie zapisywane w pamięci. Dopiero w dalszej kolejności są wyświetlane na ekranie. To, w jaki sposób przebiega każdy z powyższych procesów, zależy od ustawionych trybów pracy i rzutuje na końcowy efekt. Nieumiejętne dobranie nastaw może spowodować wyświetlenie odmiennego oscylogramu w porównaniu z przebiegiem oryginalnym. Przykład, gdy nie zadbaamy, aby częstotliwość próbkowania spełniała warunek Nyquista. Problem ten był już wielokrotnie opisywany na łamach EP. Rejestrowanie próbek sygnału w pamięci stwarza ogromne możliwości, jakie niezwykle trudno było uzyskać w oscyloskopach analogowych. Wyobraźmy sobie, że podstawa czasu jest ustawiona tak, by można było wyraźnie zaobserwować krótkotrwałe i w dodatku nieokresowe sygnały (impulsy). Przypuśćmy, że występują one w znacznie dłuższym odstępie czasu od momentu wyzwolenia niż ten, który mieści się na ekranie. Sytuacja taka jest dość trudna do uchwycenia w klasycznym oscyloskopie. W dawnych konstrukcjach synchroskopów, stosowano analogowe linie opóźniające, w oscyloskopie cyfrowym wystarczy odpowiednio odczytać dane z bufora. W DL1740 służy do tego celu opcja „Delay”, powodująca wyświetlenie na ekranie fragmentu przebiegu zarejestro-



Rys. 3

Tab. 1. Najważniejsze dane techniczne oscyloskopu Yokogawa DL1740

Liczba kanałów pomiarowych	4
Impedancja wejściowa	1MΩ ±1%, ok. 20pF 50Ω ±1%
Czułość	we 1MΩ: 2mV/dz ÷ 10V/dz we 50Ω: 2mV/dz ÷ 1V/dz
Charakterystyka częstotliwościowa	we 50Ω 1V/dz ÷ 10mV/dz: DC do 500MHz 5mV/dz ÷ 2mV/dz: DC do 400MHz we 1MΩ 10V/dz ÷ 10mV/dz: DC do 400MHz 5mV/dz ÷ 2mV/dz: DC do 300MHz
Przetwarzanie A/D	8 bitów (24LSB/dz)
Częstotliwość próbkowania	z trybem interleave: 1GS/s bez trybu interleave: 500MS/s z trybem repetitive: 100GS/s
Długość rekordu	z trybem interleave: 1Msłowo/kanał bez trybu interleave: 500ksłów/kanał
Tryby wyzwalania	Auto, Auto level, Normal, Single, Single(N)
Źródło wyzwalania	Kanały 1 do 4, EXT, LINE
Opóźnienie wyzwalania	0 ÷ 4s
Typy wyzwalania	A->B(n), A Delay B, OR, Pattern, Pulse With, TV
Podstawa czasu	1ns/dz ÷ 50s/dz
Wyświetlacz	TFT, 6.4 cala, kolor, 640x480 punktów 500x384 punkty dla oscylogramów
Tryby akwizycji danych	Normal, Averaging, Envelope, Box Average
Interpolacja	punktowa, sinusoidalna, liniowa, prostokątna
Filtr wejściowy	20MHz lub 100MHz
Wbudowane akcesoria	drukarka (opcja), floppy/ZIP
Wejścia/wyjścia	EXT TRIG IN, TRIG OUT, RGB (VGA), GO/NO-GO, GP-IB, RS232 (opcja), USB, drukarka i klawiatura USB, SCSI, Ethernet (opcja)
Zasilanie	100÷120VAC/220÷240VAC, 50/60Hz, 200VA

wanego po ustalonym czasie od momentu wystąpienia warunku wyzwolenia. Podobne trudności były z rejestrowaniem krótkich impulsów, których szerokość jest dużo krótsza od okresu powtarzania. Do tego celu stosowane były niegdyś lampy z długim czasem poświaty, w DL1740 podobnie jak poprzednio, wystarczy odpowiednio ustawić warunki wyzwalania. Ale uwaga! Konstruktorzy firmy Yokogawa przewidzieli możliwość symulowania wydłużonego czasu poświaty, który bardzo się przydaje np. podczas badania fluktuacji przebiegu. Długość czasu poświaty może być skokowo regulowana w zakresie od zera do nieskończoności. Gdy mamy do czynienia z niestabilnym przebiegiem i chcemy sprawdzić czy mieści się on w ustalonym marginesie, można skorzystać z funkcji „GO/NO-GO”. Najpierw trzeba zdefiniować strefę lub nawet kilka stref tolerancji. Są one zaznaczane na ekranie za pomocą impulsatora i odpowiednich przycisków. Następnie określa się akcję, jaka ma być podjęta, po wykryciu błędu. Może to być przykładowo sygnał dźwiękowy, wydruk na drukarce, wysłanie maila poprzez sieć Ethernet, zapis oscylogramu w pamięci wewnętrznej lub na dyskietce/ZIP-ie. Jednocześnie aktualny stan pomiaru jest sygnalizowany na wyprowadzeniach

„GO” i „NO-GO” zewnętrznego wyjścia „GO/NO-GO”. W oscyloskopie Yokogawa DL1740 można w prosty sposób prowadzić pomiary porównawcze. Przebieg wzorcowy zapamiętuje się na ekranie po naciśnięciu klawisza „SNAP SHOT”. Od tej chwili pozostaje on na ekranie w postaci białego śladu, aż do momentu wyczyszczenia ekranu klawiszem „CLEAR TRACE”.

Jak już pisałem wyżej, użytkownik oscyloskopu cyfrowego musi nauczyć się prawidłowo ustawić warunki jego pracy. Ostateczny kształt mierzonego sygnału może zależeć od metod i szybkości próbkowania, a także metod akwizycji danych, metod interpolacji spróbkowanego sygnału stosowanych do zobrazowania go na ekranie i doboru odpowiedniej długości rekordu, w którym przechowywane są próbki. Ma to szczególne znaczenie podczas pomiarów sygnałów o dużych częstotliwościach oraz określaniu parametrów zbroczy przebiegów prostokątnych. Niezwykle możliwości, jakie w tym zakresie oferuje oscyloskop DL1740 osiągnięto dzięki zastosowaniu specjalizowanego układu - tzw. DSE (*Data Steam Engine*). Mamy więc do dyspozycji dość interesujący tryb akwizycji danych, jakim jest „Envelope”. Dzięki niemu można wykrywać wysokoczęstotliwościowy szum nałożony na wol-



Rys. 4

ny przebieg. W tym trybie, próbkowanie odbywa się zawsze z największą prędkością, niezależnie od ustawień podstawy czasu. Do obserwowania sygnałów wolnozmiennych przewidziano tryb nazwany jako „Roll mode”, w którym na ekranie oscyloskopu przebieg jest kreślony w podobny sposób, jak w rejestratorach pisakowych. Wykres przesuwają się od prawej do lewej strony ekranu. Nowe dane wymazują poprzednie. W trybie tym można też łatwo wykrywać wąskie szpilki w przebiegu, tzw. glitches. Dzieje się tak, gdyż przy podstawie czasu ustawionej np. na 50s/działkę, prędkość próbkowania jest równa 2MHz.

Dokładne przyglądanie się takim impulsom oraz np. mierzenie czasów narastania i opadania zbroczy przebiegów prostokątnych jest możliwe dzięki funkcji „Zoom”. Powiększenie jest regulowane w szerokim zakresie. Trzeba pamiętać, że zakres zależy jednak od ustawionej długości rekordu. Obserwację z wykorzystaniem zoomu można prowadzić w czasie rzeczywistym oraz na zarejestrowanym wcześniej w pamięci przebiegu. Można jednocześnie zdefiniować dwie strefy przybliżenia i wyświetlać je w oddzielnych oknach razem z przebiegiem oryginalnym lub bez niego. Dopuszczalne jest ustawianie różnych wielkości przybliżenia w każdym oknie. Czasami bardzo użyteczna okazuje się funkcja „Auto scroll”, powodująca automatyczne przewijanie (z regulowaną prędkością) powiększanego fragmentu przebiegu. Wykorzystujemy ją, gdy chcemy np. znaleźć jakiś interesujący nas fragment. W tym celu pomocna bywa także funkcja „Search”, pozwalająca na dokładne zdefiniowanie poszukiwanego fragmentu przebiegu. Są to dość wydajne narzędzia, zważywszy że oscyloskop DL1740 posiada pamięć mieszczącą 1MW (milion słów) danych.

Oglądamy i mierzymy

Sama obserwacja przebiegów najczęściej nie wystarczy inżynierowi uruchamiającemu lub naprawiającemu jakiś układ. Owszem, niekiedy wystarczy tylko stwierdzenie czy dany sygnał

jest, czy go nie ma, ale wtedy nie używa się aż takiego sprzętu, jak oscyloskop DL1740. Prowadzenie pomiarów ilościowych na oscyloskopach analogowych jest dość trudne. Wiąże się na ogół z koniecznością odczytania długości i wysokości oscylogramu i przeliczania milimetrów na wolty, sekundy czy też inne jednostki. Natomiast oscyloskop cyfrowy w dość oczywisty sposób łączy możliwość obserwowania sygnałów z jednoczesnym pomiarem ich parametrów i to niekiedy dość wyszukanych. W DL1740, w każdym z czterech kanałów można mierzyć: wartość międzyszczytową, maksymalną, minimalną, średnią, skuteczną (True RMS), odchylenie standardowe, poziom najwyższy i najniższy, stosunek między różnicą poziomu najniższego i minimalnego (-Oshot) lub najwyższego i maksymalnego (+Oshot) do różnicy między wartością najwyższą i najniższą wyrażony w procentach, częstotliwość, czas narastania i opadania zbroczy, szerokość impulsu mierzona od zbroczy narastającego lub opadającego, współczynnik wypełnienia, szerokość paczki impulsów, powierzchni przebiegu nad osią dodatnią, powierzchni trójkątnej i trapezoidalnej przebiegów X-Y. Żeby zrozumieć istotę niektórych z tych pomiarów, należałoby je dokładnie omówić, lecz niestety nie ma na to miejsca w tym artykule. Wyjaśnić mogę jedynie - budzącą się zapewne wątpliwość - różnicę między np. poziomem najwyższym, a wartością maksymalną. Najłatwiej to zrobić na przykładzie impulsu prostokątnego z wyraźnie widocznymi oscylacjami na jego zboczach. Wartość maksymalna, to najwyższa próbka sygnału, poziom najwyższy natomiast, to uśredniona wysokość impulsu (rys. 1). Zapewne wszyscy, zajmujący się metrologią wiedzą, że aby pomiar był miarodajny, należy go wykonać wielokrotnie, a wyniki uśrednić. Wśród różnych opcji pomiarowych użytkownik może więc wybrać m.in. opracowanie statystyczne pomiarów uwzględniające powyższy warunek.

Mając cyfrowo zarejestrowane próbki sygnału można było analizować jego rozkład widmowy. W oscyloskopie DL1740 istnieje zestaw operacji matematycznych jakie można wykonywać na badanych przebiegach. Między innymi jest analiza FFT (*Fast Fourier Transform*), umożliwiająca badanie rozkładu widmowego mocy sygnału. Obliczenia prowadzone są na zbiorze 1000 lub 10000 próbek w jednym z trzech okien (*rectangular*, Hanning lub *flattop*), wybieranych w zależności od charakteru badanego sygnału. Ponadto można przebiegi z różnych kanałów sumować, odejmować, mnożyć,

dokonywać inwersji, całkować i różniczkować.

Interesujące efekty uzyskuje się stosując funkcję binaryzacji przebiegu. Polega ona na ustaleniu dwóch poziomów napięć mieszczących się w zakresie mierzonego sygnału i sprawdzaniu, jaka jest relacja między wartością chwilową a ustalonymi progami. W zależności od wyniku, funkcja przyjmuje wartość zero lub jeden (rys. 2).

Oscyloskop i komputer

Oscyloskopy tej klasy co Yokogawa DL1740 na ogół potrafią komunikować się z komputerem. Trudno, aby tak nie było, mając na pokładzie tyle interfejsów. Moje zdziwienie wzbudziło natomiast to, że w standardowym wyposażeniu nie znalazłem posiownego oprogramowania dla komputera PC. Dopiero niezastąpiony w takich przypadkach Internet wyjaśnił sprawę. Program umożliwiający ściąganie ekranów i danych pomiarowych znalazłem na stronie Yokogawy (www.yokogawa.com). Nazywa się DLWave. Prezentowane w artykule oscylogramy uzyskane są właśnie dzięki niemu. Za jego pomocą można także dokonywać nieskomplikowanych pomiarów (rys. 3 i 4)

Wszystko co dobre, szybko się kończy

Niestety zakończyłem już próby z oscyloskopem DL1740 i muszę się z nim rozstać. Ciekawe, jak długo będę się teraz przyzwyczajał do jego braku. Praca z takim przyrządem, to prawdziwa przyjemność, choć nie jest on pozbawiony pewnych mankamentów. Najpoważniejszym dla mnie był szum wentylatora. Oscyloskop pracuje wyraźnie głośniejsze niż komputer PC. Ale cóż, trzeba się niestety z tym pogodzić. Widać sporo ma w środku elektroniki. Potwierdza to również pobierana z sieci moc równa 200VA. Trzeba też zadbać o to, aby oscyloskop stał na stanowisku pomiarowym mniej więcej na wysokości oczu. Patrzenie na ekran z góry, nawet pod stosunkowo niewielkim kątem, powoduje wyraźne pogorszenie kontrastu. No i na koniec często zadawane pytanie przy okazji prowadzenia różnych testów: czy możliwości oferowane przez sprzęt uzasadniają jego cenę? Odnosząc je do możliwości i wyposażenia innych oscyloskopów tej klasy dostępnych na rynku z pewnością tak pomimo tego, że na jego zakup nie wystarczy typowe kieszonkowe.

Jarosław Doliński, AVT
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

Prezentowane w artykule urządzenia udostępniła redakcji firma NDN (tel. (22) 641-15-47), www.ndn.com.pl.