

Oscyloskop Velleman PCSGU250

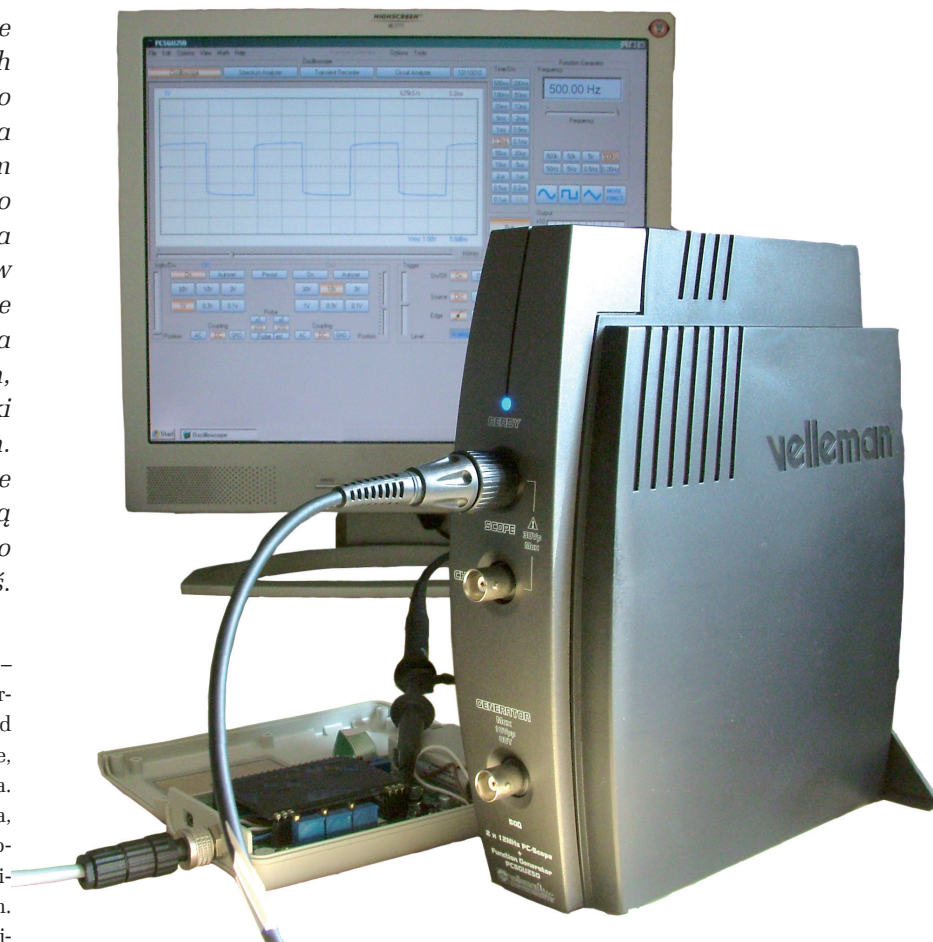
Zaczynamy od przystawek

Prawie równocześnie z pojawieniem się pierwszych komputerów PC rozważano różne koncepcje wykorzystania ich w metrologii. Pomysłem takim sprzyjała bardzo szybko postępująca popularyzacja mikroprocesorów i układów programowalnych. W efekcie powstała specyficzna klasa przyrządów pomiarowych, wykonywanych jako przystawki do komputerów osobistych.

Urządzenia tego typu nie stanowiły przemijającej mody, są z powodzeniem produkowane do dziś.

Przykładem współczesnego oscyloskopu – przystawki do komputera – jest opisany w artykule PCSGU250 firmy Velleman. Przyrząd tego typu nie może pracować autonomicznie, zawsze musi być dołączony do komputera. Choć przystawki są produkowane od dawna, to przełomem w ich konstrukcji było upowszechnienie interfejsu USB, który umożliwił bardzo szybką wymianę danych z PC-em. Za racji wykorzystania tego właśnie interfejsu, przyrządy takie często są nazywane oscyloskopami USB. Idea ich działania zakłada, że część elektroniczna realizuje przede wszystkim zadania interfejsowe, zawiera wzmacniacze wejściowe i filtry, ale najważniejszą funkcją jest próbkowanie mierzonego sygnału i przesyłanie go w postaci liczbowej do komputera. To w nim wykonywane są wszystkie algorytmy obliczeniowe, a także wysyłane są z niego do przystawki polecenia odpowiednio konfiguruje jej układy elektroniczne. W ten sposób realizuje się automatyczną zmianę czułości układów wejściowych, ustala się częstotliwość próbkowania, włącza lub wyłącza poszczególne kanały pomiarowe czy wreszcie wykorzystując interakcję pomiędzy komputerem i przystawką, dobiera się automatycznie optymalne nastawy oscyloskopu.

Rozwiązanie takie wydaje się idealne. Komputery PC dysponują mocą obliczenio-



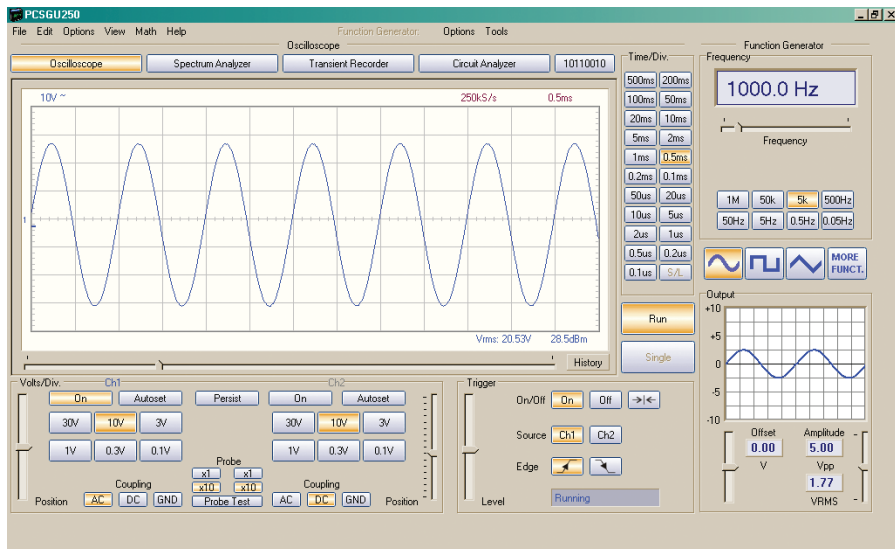
wą na ogół przewyższającą moc obliczeniową układów mikroprocesorowych zastosowanych w przystawkach. W praktyce pierwotnie używane mikroprocesory i mikrokontrolery są coraz częściej zastępowane wydajnymi układami programowalnymi.

Wirtualny oscyloskop – wirtualne sterowanie

W oscyloskopie USB nie są instalowane żadne elementy regulacyjne. Wszystkie pokręta i przyciski występują wyłącznie jako elementy wirtualne w programie obsługującym oscyloskop. Nie inaczej jest w oscyloskopie PCSGU250. W niewielkiej obudowie wykonanej z czarnego plastiku oprócz gniazda USB zamontowano trzy gniazda BNC. Dwa z nich pełnią funkcję wejść pomiarowych, do trzeciego zaś jest doprowadzany

sygnał synchronizacji zewnętrznej. Służy ono również do wyprowadzania sygnału z wbudowanego generatora, o którym będzie mowa w dalszej części. Jak zwykle u Vellemana jakość wykończenia jest na najwyższym poziomie.

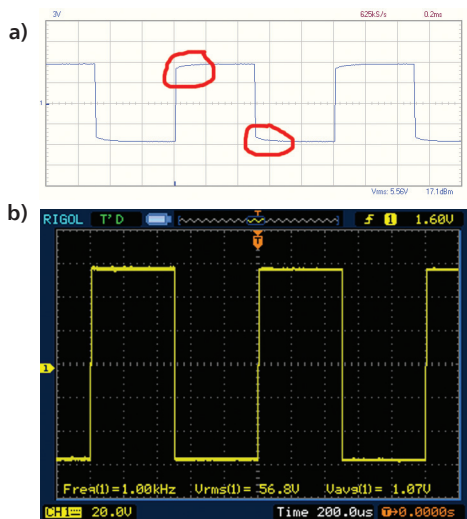
Oscyloskop nie ma wyłącznika, a zasilanie jest podawane z komputera PC przez gniazdo USB. Przystawka jest gotowa do pracy po połączeniu jej z komputerem i uruchomieniu dedykowanego programu o takiej samej nazwie jak oscyloskop, czyli PCSGU250 (rys. 1). Jak zwykle przy pomiarach oscyloskopowych należy upewnić się, czy używane sondy są prawidłowo skalibrowane. Służy do tego specjalna funkcja programu uruchamiana po naciśnięciu przycisku „Probe Test”. Powoduje ona podanie na gniazdo generatora sygnału prostokątnego o częstotliwości



Rys. 1. Główne okno programu PCSGU250

1 kHz, który będzie obserwowany za pomocą sondy. Kalibracja przebiega typowo. Należy tak ustawić trymer kompensujący w sondzie, aby widoczny na ekranie wzorcowy przebieg był jak najbardziej zbliżony do prostokątnego, bez oscylacji i przerostów. Niestety w testowanym oscyloskopie prawidłowe wykalibrowanie dostarczanej do niego sondy nie było możliwe. Na rys. 2a przedstawiono oscylogram przebiegu kalibracyjnego uzyskany w najlepszym możliwym ustawieniu trymera. Dla porównania ten sam przebieg obserwowany innym oscyloskopem pokazano na rys. 2b.

Autorzy oprogramowania dla oscyloskopu PCSGU250 zrezygnowali ze stylizowanych elementów graficznych, które miałyby upodobnić panel wirtualnego oscyloskopu do przyrządu rzeczywistego. Zamiast trójwymiarowych pokręteł i przycisków mamy więc oszczędne w formie klawisze i suwaki

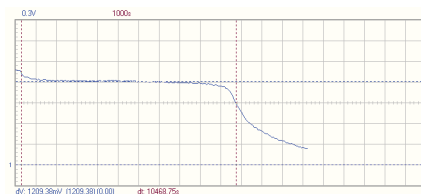


Rys. 2. Oscylogram uzyskany podczas kalibracji sondy pomiarowej: a) wynik uzyskany w najlepszym ustawieniu trymera, b) przebieg wzorcowy oglądany oscyloskopem zewnętrznym

ekranowe. Rzeczywiście łatwiej jest przesunąć myszką suwak, niż obrócić wirtualną gałkę. Mimo to ustawienie na przykład przesunięcia oscylogramu w pionie nie jest łatwe.

Dla użytkowników z małym doświadczeniem bardzo pomocny będzie przycisk automatycznego doboru nastaw oscyloskopu „Autoset”. Pozwala on w miarę optymalnie „ustawić” elementy regulacyjne w zależności od charakteru doprowadzonego sygnału mierzonego. Mając już na ekranie stabilny przebieg, można ewentualnie skorygować parametry wyświetlania. W oscyloskopie PCSGU250 zastosowano dość nietypowy schemat zmian czułości pionowej: 1-3-10 (najczęściej jest to 1-2-5-10). Sekwencja taka w wielu przypadkach uniemożliwia dogodne „zwymiarowanie” oscylogramu, albo jest on za mały, albo nie mieści się na ekranie.

W centralnym miejscu panelu znajduje się zespół przełączników podstawy czasu. Ich działanie jest oczywiste – im mniejsza będzie częstotliwość obserwowanego przebiegu, tym dłuższą podstawę czasu należy wybrać. Jest jednak pewna dolna granica, po przekroczeniu której wyświetlanie w normalnym trybie oscyloskopowym staje się mało wygodne. Należy wtedy rozważyć możliwość przełączenia trybu pracy przyrządu z oscyloskopu na rejestrator, pamiętając jednak, że nie są to równoważne tryby pracy. Zasadnicza różnica polega na tym, że rejestrator nie ma funkcji wyzwalania. Zawsze w ustalonych odstępach czasu, wynikających z ustawienia podstawy czasu, próbkuje sygnał wejściowy, który za pośrednictwem komputera jest rysowany na ekranie monitora. Wykorzystując tryb rejestratora, można obserwować zjawiska o bardzo długim czasie trwania. Przykładowo, na rys. 3 przedstawiono przebieg rozładowania akumulatora NiMH. Dla najwolniejszej podstawy czasu, zajmujący całe okno oscylogram jest tworzony w czasie równym 9,4 godziny. Należy jed-



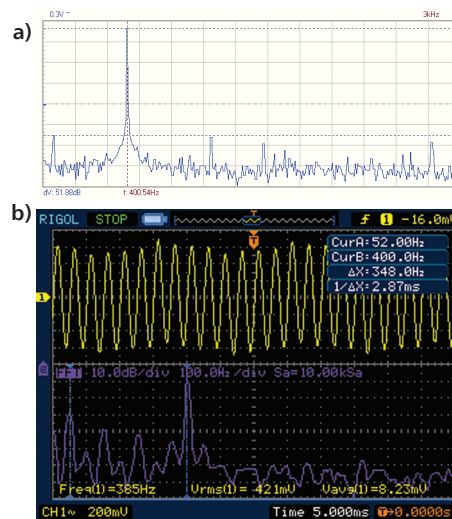
Rys. 3. Charakterystyka rozładowania akumulatora NiMH zdjęta przy wykorzystaniu funkcji rejestratora przystawki PCSGU250

nak pamiętać, że przekroczenie tego czasu powoduje utratę zarejestrowanych danych. Funkcja przewijania oscylogramu w testowanej wersji oprogramowania nie działała prawidłowo. Po wypełnieniu ekranu obraz jest czyszczony i rysowany dalej od początku.

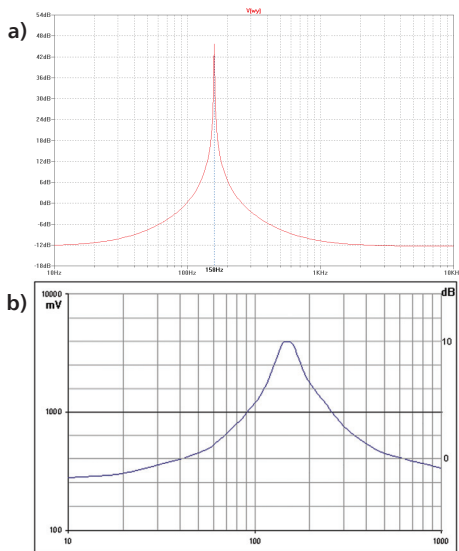
Nie tylko oscyloskop

PCSGU250 jest uniwersalnym przyrządem pomiarowym integrującym w sobie funkcje kilku urządzeń. Do przełączania trybów pracy służą przyciski ekranowe umieszczone w górnej części ekranu. Można również korzystać z wybierania odpowiedniej opcji menu. Oprócz oscyloskopu i wspominanego wcześniej rejestratora mamy również analizator widma i wobulator (Circuit Analyzer – przyrząd służący do zdejmowania charakterystyk przejściowych $U_{wy}=f(f)$). Widmo, jak we wszystkich przyrządach tego typu, jest otrzymywane na drodze obliczeń matematycznych na spróbkowanym sygnale mierzonym przy zastosowaniu szybkiej transformaty Fouriera (FFT). Na rys. 4 przedstawiono porównanie widma sygnału sinusoidalnego o częstotliwości 1 kHz zmierzone oscyloskopem PCSGU250 i RIGOL DS1202CA.

Z wbudowanej funkcji wobulatora na pewno będą zadowoleni akustycy pragnący szybko i sprawnie sprawdzić pasmo przeno-



Rys. 4. Porównanie widma sygnału sinusoidalnego 400 Hz generowanego przez przystawkę PCSGU250: a) pomiar oscyloskopem przystawki, b) pomiar oscyloskopem zewnętrznym



Rys. 5. Badanie charakterystyki wzmacniacza selektywnego: a) charakterystyka teoretyczna uzyskana w programie symulacyjnym, b) charakterystyka zmierzona

szczenia wzmacniacza, otrzymując przy tym gotową dokumentację pomiarową. Wejście testowanego wzmacniacza należy dołączyć do trzeciego gniazda przystawki, natomiast jeden z kanałów pomiarowych oscyloskopu dołączany jest do wyjścia wzmacniacza. Przed rozpoczęciem pomiaru trzeba ustawić skalowanie obu osi wykresu i zakres przemiatania częstotliwości. Można również wybrać opcję logarytmicznych zmian częstotliwości, co jest bardzo przydatne podczas pomiarów z szerokim pasmem. Gubi się wprawdzie wówczas niektóre częstotliwości, ale znacząco przyspiesza czas pomiaru. Przykład badania wzmacniacza selektywnego przedstawiono na rys. 5. Na rys. 5a widzimy jego charakterystykę teoretyczną uzyskaną w programie symulacyjnym, a na rys. 5b wynik pomiarów przy użyciu trybu „Circuit Analyzer” przyrządu PCSGU250.

Rewelacyjny pomysł

Na haczyk przeznaczony dla klienta została nałożona smakowita przynęta. Jest nią omówiona wyżej funkcja wobulatora, a także wbudowany generator arbitralny. Faktycznie, dużą część pomiarów oscyloskopowych przeprowadza się przy użyciu jakiegoś sygnału zewnętrznego, czemu więc nie zbudować kompaktowego urządzenia, które byłoby jednocześnie oscyloskopem i generatorem. Funkcja ta nie podnosi znacząco kosztu urządzenia, stanowi natomiast bardzo atrakcyjne rozszerzenie możliwości użytkowych.

Generator arbitralny będzie na pewno przyrządem bardzo przydatnym w wielu pracach konstrukcyjnych i serwisowych. Ma 5 predefiniowanych sygnałów o różnych kształtach, wybieranych odpowiednimi przyciskami. Są to: sinus, piła, prostokąt, $\sin(x)/x$. Do obsługi generatora przewidziano

Tab. 1. Podstawowe dane techniczne przystawki USB PCSGU250	
Pasma analogowe	12 MHz (± 3 dB)
Impedancja wejściowa	1 M Ω /3 pF
Maksymalne napięcie wejściowe	30 V (AC+DC)
Podstawa czasu	0,1 μ s/dz...500 ms/dz
Czułość pionowa	10 mV/dz...3 mV/dz (sonda 1:1)
Pomiary automatyczne	Napięcie DC (wartość średnia), Max, Min, Peak-to-peak, High, Low, amplituda, AC RMS, AC dBV, AC dBm, AC+DC RMS, AC+DC dBV, AC+DC dBm, współczynnik wypełnienia, szerokość impulsu, czas narastania, czas opadania, okres, częstotliwość, faza
Rekord	4 k próbek/kanał
Częstotliwość próbkowania	250 Hz...25 MHz
Zakres podstawy czasu rejestratora	20 ms/dz...2000 s/dz
Maksymalna częstotliwość próbkowania rejestratora	100 Sa/s
Minimalna częstotliwość próbkowania rejestratora	1 Sa/20 s

wyodrębnioną sekcję elementów regulacyjnych umieszczonych z prawej strony panelu. W ten sposób można jednocześnie korzystać z generatora i oscyloskopu. Oprócz sygnałów predefiniowanych, wybieranych szybko przyciskami, można korzystać z wielu innych, które są dostępne jako pliki biblioteczne. Najważniejszą jednak zaletą generatora arbitralnego jest możliwość definiowania własnych, najbardziej wymyślnych kształtów. Można to robić ręcznie – wprowadzając punkt po punkcie liczbowe wartości kolejnych próbek. Jeśli użytkownik dysponuje fizycznym źródłem sygnału, który powinien być dostępny również w generatorze, to wykorzystując funkcję oscyloskopu, można go odpowiednio przygotować. W tym celu należy uzyskać czytelny oscylogram przebiegu i zapisać go w formacie *.lib na dysku komputera. Rozszerzenie pliku jest nieco mylące, gdyż jest to zwykły plik tekstowy. Ma to, nawiasem mówiąc, bardzo korzystne następstwa, gdyż jak się można domyślić, pozwala tworzyć własne przebiegi w zwykłym notatniku lub innym edytorze tekstowym. Zaletą jest również możliwość przenoszenia danych do arkusza kalkulacyjnego (np. Excela). Po zaimportowaniu ich w programie PCSGU250 można sprawdzić poprawność danych, wykorzystując do tego celu wave-editor. Tworząc własne przebiegi, warto zadbać, aby wzorzec zawierał jeden pełny (ani mniej, ani więcej) okres przebiegu. Zapewni to prawidłową korelację nastaw częstotliwości z sygnałem rzeczywistym generowanym na wyjściu generatora z zachowaniem ciągłości fazy.

Wadą generatora jest dość duży przydzwięk sieci 50 Hz występujący w sygnale wyjściowym. Jest on niemal niewidoczny podczas obserwacji zintegrowanym oscyloskopem, ujawnia się natomiast podczas obserwacji z zastosowaniem oscyloskopu zewnętrznego. Widać to na wykresie widma przedstawionym na rys. 4b (wyraźny prążek 50 Hz i kilka innych harmonicznnych).

Generator nie jest ostatnim, ciekawym wirtualnym urządzeniem przystawki PCSGU250. Należy jeszcze wspomnieć o funkcji „Wave Sequencer” wybieranej w menu *Tools*. Działanie sekwencera polega na podawaniu na wyjście generatora zdefiniowanej wcześniej sekwencji sygnałów. Parametrami są: typ sygnału (predefiniowanego lub własnego), napięcie, częstotliwość oraz czas trwania każdego z sygnałów. Sekwencer może być wykorzystywany w pomiarach półautomatycznych – wiemy, jak trudno jest czasami oderwać rękę od urządzenia, na przykład po to, by zmienić nastawy przyrządu.

Komu, komu?

Odpowiedzieć na pytanie, dla jakiego użytkownika jest przeznaczony przyrząd PCSGU250, nie jest łatwo. Oscyloskop jako taki nie nadaje się dla profesjonalisty. Ma zdecydowanie za małe pasmo analogowe (ok. 12 MHz) i małą częstotliwość próbkowania (25 MSa/s). Podstawowe dane techniczne zebrano w tab. 1. Jedną tylko metodą wyzwalania (zbooczem) umożliwiono obserwację prostych przebiegów okresowych. Traktując jednak przystawkę jako kompaktowy, uniwersalny przyrząd pomiarowy, można znaleźć dla niego zastosowanie w prostszych pomiarach, np. w akustyce. Oscyloskop PCSGU250 będzie natomiast na pewno wystarczający podczas uruchamiania kitów elektronicznych, nie tylko Vellemana. Prawdopodobnie był to jeden z zamysłów, jakie przyświecały konstruktorom. Oscyloskopy USB, takie jak opisywane, można polecić elektronikom nabywającym doświadczenia podczas budowy prostych urządzeń elektronicznych. W przyszłości będą oni zapewne obsługiwać skomplikowane oscyloskopy cyfrowe, ale pamiętajmy, że każdy smakowity obiad zaczyna się od przystawek.

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