

Wybór oscyloskopu – trudna decyzja

Oscyloskop, to jeden z najbardziej skomplikowanych przyrządów pomiarowych należących do wyposażenia warsztatu każdego elektronika. Z tego względu nie kupuje się go zbyt często. Tak przynajmniej było do niedawna, gdy urządzenie o odpowiednio wysokim poziomie technicznym pracowało przez lata. Dzisiaj, często sprawne jeszcze przyrządy są po kilku latach zastępowane nowymi z uwagi na... przestarzałość konstrukcji.

Jednym z czynników decydujących o nieczęstym kupowaniu oscyloskopu jest jego cena. Niestety, z uwagi na stopień skomplikowania konstrukcji, zawsze będzie to jeden z najdroższych przyrządów pomiarowych. Nawet najprostsze modele są wielokrotnie droższe od multimetrów czy zasilaczy laboratoryjnych. Pod względem ceny dorównać im mogą jedynie generatory funkcyjne/arbitralne, a także przyrządy wykorzystywane raczej wyłącznie w profesjonalnych pracowniach konstrukcyjnych i laboratoriach pomiarowych, czyli: analizatory widma, generatory sygnałowe, analizatory protokołów, telekomunikacyjna aparatura pomiarowa itp.

Bez oscyloskopu trudno wyobrazić sobie pracę kogoś, kto elektroniką zajmuje się systematycznie, nawet wtedy, gdy praca ta nie ma komercyjnego charakteru. Jaki więc kupić oscyloskop? Jakie oferty należy przeglądać? Na co zwracać uwagę przy wyborze przyrządu? W artykule spróbujemy udzielić kilku rad, które mogą być pomocne w sformułowaniu odpowiedzi na powyższe pytania. W rozważaniach przyjęto jedno, zasadnicze założenie – rozpatrywane będą wyłącznie oscyloskopy cyfrowe.

Najważniejsze parametry techniczne oscyloskopu

Może nieco dziwić, że tak skomplikowane urządzenie elektroniczne, jakim jest oscyloskop, charakteryzowane jest w ofertach najczęściej zaledwie trzema, czterema parametrami. Potencjalni klienci na ich podstawie wyrabiają sobie wstępną i najczęściej jedyną opinię o urządzeniu, co więcej, na tej podstawie podejmują decyzję o ewentualnym zakupie. Faktycznie, można uznać, że możliwości techniczne oscyloskopu w decydującym stopniu są opisane tylko czterema parametrami, jednak pozostałych nie należy lekceważyć. Przyjrzyjmy się zatem, o czym jest mowa.

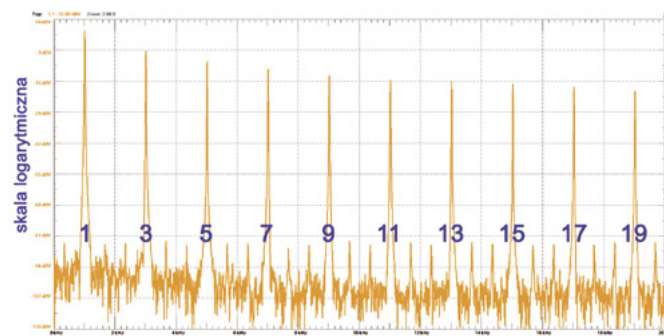
Pasma pomiarowe. Jest to najważniejszy parametr, który opisywał również oscyloskopy analogowe. W istocie, oscyloskop jest wykorzystywany przede wszystkim do oglądania przebiegów zmiennych i impulsowych, informacja o maksymalnej częstotliwości badanych sygnałów jest więc kluczowa. Mimo, że rozpatrujemy urządzenia cyfrowe, pasmo pomiarowe jest zwykle utożsamiane z jego blokiem analogowym – wzmacniaczem wejściowym, ewentualnymi filtrami. Dlatego w specyfikacjach technicznych stosowany jest zwykle termin pasmo analogowe, które należy rozumieć tak, jakby opisywało urządzenia analogowe. Zatem pasmo analogowe określa częstotliwość, dla której wzmocnienie wzmacniacza wejściowego spada o 3 decybele. Przyjmuje się, że może to być maksymalna częstotliwość mierzona. Oczywiście w zwykłych oscyloskopach cyfrowych charakterystyka częstotliwościowa nie opada na tyle stromo, aby powyżej f_{max} sygnał ulegał nagłemu tłumieniu do poziomu szumów (można uznać, że odpowiada charakterystyce filtra jednobiegowego). Znacząco jednak zaczyna rosnąć błąd pomiaru amplitudy. Dla częstotliwości f_{max} jest

on równy 30%. Przypadek ten dotyczy większości oscyloskopów, nawet tych bardzo drogie, ale o klasycznej budowie. W oscyloskopach najbardziej zaawansowanych technicznie, tzw. oscyloskopach samplingowych (np. TDS6604B...TDS6154C Tektroniksa), do przetwarzania sygnałów stosowana jest technika DSP. W tym przypadku podawane jest tzw. pasmo DSP (pasmo cyfrowe, pasmo rozszerzone). Może wydawać się nieco zaskakujące, ale pasmo DSP przyrządu jest szersze od jego pasma analogowego, co wynika z zastosowanej techniki obróbki sygnału.

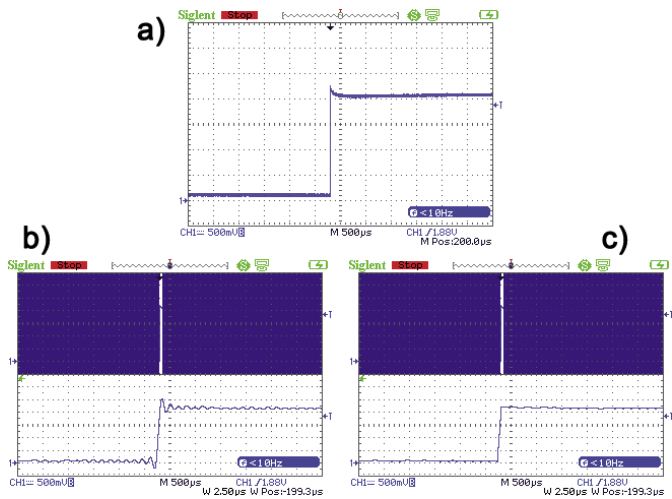
Pasma analogowe określa wprost maksymalną częstotliwość sygnału sinusoidalnego, którą można mierzyć z akceptacją błędów, o którym była już mowa. Na ogół jednak rzadko kiedy mamy do czynienia z czystymi przebiegami sinusoidalnymi, a każdy inny można traktować jako złożenie przebiegu o częstotliwości podstawowej i harmonicznych o częstotliwościach będących całkowitymi wielokrotnościami częstotliwości podstawowej. Obcięcie harmonicznych nieuchronnie spowoduje zniekształcenie takiego przebiegu, a co za tym idzie ulegną zmianie również parametry sygnału. Szczególnym przypadkiem w zastosowaniach praktycznych (technika cyfrowa) są przebiegi prostokątne lub ogólnie impulsowe. Jak wiemy widmo impulsu Diraca, czyli bardzo wąskiej szpilki jest nieskończone, zaś w widmie przebiegu prostokątnego o wypełnieniu 50% występują same harmoniczne nieparzyste o amplitudach malejących proporcjonalnie do numeru harmonicznej (**rysunek 1**). Wpływa z tego wniosek, że jeśli planowane jest badanie układów impulsowych i cyfrowych, należy poszukiwać oscyloskopów o jak najszerszym paśmie. Można przyjąć zasadę, że pasmo analogowe oscyloskopu powinno być co najmniej 5 razy większe od największej częstotliwości badanego przebiegu cyfrowego.

Szybkość próbkowania. Skoro rozpatrujemy przyrządy cyfrowe, których zasada działania jest oparta na przetworniku analogowo-cyfrowym, to szybkość próbkowania istotnie musi być jednym z najważniejszych parametrów. Pamiętajmy, że parametr ten określa maksymalną szybkość pracy układu próbkującego, która jednak jest wykorzystywana praktycznie tylko dla najkrótszych podstaw czasu. Przy długich podstawach szybkość próbkowania musi być zmniejszona, aby zapobiec zbyt szybkiemu zapełnianiu się rekordu akwizycji. Tryb pracy układu akwizycji - *Peak Detect* dostępny w każdym oscyloskopie pozwala jednak wykrywać bardzo wąskie szpilki, mieszczące się w całości w przedziałach czasu między próbkami. Zauważmy, że duże tłumienie częstotliwości powyżej 3. harmonicznej przebiegu prostokątnego powoduje, że jego kształt staje się zbliżony do sinusoidalnego.

Szybkość próbkowania jest podawana w jednostkach Sa/s (próbki na sekundę). Jest to wielkość bardzo ściśle określona przez twierdzenie o próbkowaniu. Wynika z niego, że częstotliwość próbkowania musi być



Rysunek 1. Widmo przebiegu prostokątnego o wypełnieniu 50%



Rysunek 2. Przykład błędu wprowadzanego przez funkcję interpolującą wykres a) przebieg niepowiększony b) oscylacje spowodowane interpolacją c) oscylogram utworzony bez interpolacji

co najmniej dwukrotnie większa od największej częstotliwości występującej w sygnale próbkowanym. Gdyby ściśle przestrzegać tej zasady, owszem, można by było prawidłowo określać częstotliwość sygnału badanego, natomiast praktycznie niemożliwe by było odtwarzanie jego kształtu. Dwie próbki na okres to za mało, nawet jeśli zastosuje się dostępne już w najprostszych oscyloskopach metody interpolacyjne. W skrajnych przypadkach procedury interpolujące radzą sobie mając zaledwie 2,5 próbki na okres, ale zwykle w oscyloskopach wymagane jest zebranie co najmniej 5 do 10 próbek na okres. Oznacza to, że szybkość próbkowania jest 5...10 razy większa od pasma analogowego. Oscyloskop o paśmie 200 MHz powinien na przykład umożliwiać próbkowanie z szybkością co najmniej 1 GSa/s.

Interpolacja (najczęściej typu $\sin(x)/x$ lub liniowa), która jak wynika z powyższego opisu odgrywa ważną rolę w interpretacji wyników, niestety może być również źródłem błędów, o czym należy pamiętać. Na **rysunku 2** przedstawiono dwa oscylogramy tego samego przebiegu uzyskane z włączoną (rysunek 2b) i wyłączoną (rysunek 2c) interpolacją $\sin(x)/x$. Jak widać, w tym przypadku interpolacja spowodowała wykreślenie oscylacji przebiegu, których w rzeczywistości nie było.

Rozpatrując szybkość próbkowania konkretnych modeli oscyloskopów należy zwracać uwagę na to, czy ten katalogowy parametr jest niezależny od liczby wykorzystywanych kanałów pomiarowych. Zwykle bowiem, ze względu na rozwiązania sprzętowe, układy akwizycji pracują z tzw. przeplotem, co powoduje, że szybkość próbkowania spada o połowę, jeśli są włączone oba kanały pomiarowe. W oscyloskopach 4-kanałowych dodatkowo może być istotne nie tylko to z ilu kanałów pomiarowych się korzysta, ale również z których. Przykładem niech będzie model MSO-X 3054A Agilenta, w którym prawidłowość ta występuje.

Długość rekordu to trzeci parametr, który jest podawany w materiałach reklamowych. I na tym tle rozgrywa się prawdziwa walka na noże wśród konkurencji. Producenci stosujący w swoich oscyloskopach długie rekordy naśmiewają się z tych, którzy stosują rekordy krótkie i *vice versa*, ci drudzy pokazują zalety swojego rozwiązania. Jest to trochę dyskusja przypominająca słynne rozważania o wyższości świąt Bożego Narodzenia nad świętami Wielkiej Nocy, bo trudno tu wyznaczyć jakąkolwiek jedynie słuszną regułę. Generalnie, intuicyjnie można bardziej skłaniać się ku opinii pewnego ministra finansów, który głosił, że lepiej mieć długi niż krótki, ale w praktyce bywa z tym różnie. W oscyloskopach z krótkim rekordem zwykle krótszy jest też czas martwy, co oznacza, że lepiej będzie się on nadawał do wykrywania krótkotrwałych impulsów lub zaburzeń. Przy długim rekordzie zwiększa się bowiem prawdopodobieństwo wystąpienia takich impulsów właśnie w czasie martwym, co oznacza zmniejszenie prawdopodobieństwa ich wykrycia. Długi rekord natomiast na pewno

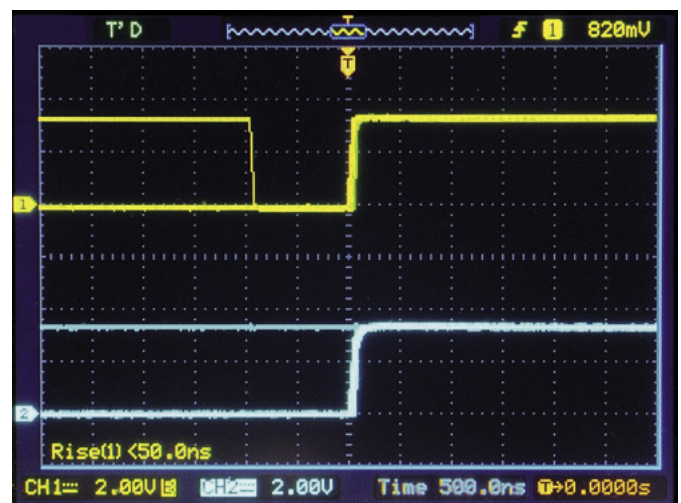
będzie bardziej przydatny do obserwacji długich ciągów danych, na przykład przebiegów występujących na szeregowych magistralach komunikacyjnych. Dysponując długim rekordem można realizować funkcję *zoom* o dużej skali powiększenia.

Czas narastania. Jest to parametr ważny, chociaż nie zawsze uwzględniany przy wyborze sprzętu do zakupu. Określa on minimalny czas narastania/opadania zboczy impulsów cyfrowych, które mogą być zmierzone danym oscyloskopem. Czas taki byłby wyświetlony nawet wtedy, gdyby oscyloskop mierzył teoretycznie idealny impuls (skok jednostkowy), dla którego $t_n = 0$. Z oczywistych powodów, im rzeczywisty czas narastania impulsu mierzonego jest bliższy czasowi narastania oscyloskopu, tym większy błąd jest popełniany w określeniu wartości tego parametru. Jeśli oba czasy są równe popełniany jest aż 41-procentowy błąd pomiaru.

Czas narastania jest teoretycznie związany z pasmem analogowym oscyloskopu. Obie wielkości łączy zależność: $t_n = 0,35/BW$, gdzie BW – pasmo analogowe. W praktyce, na przykład na skutek stosowania różnych filtrów, zależność ta może różnić się od teoretycznej, dlatego częściej podaje się ją jako: $t_n = k/BW$, gdzie w praktyce $k = 0,339...0,480$. Należy pamiętać, że wynik pomiaru czasu narastania może zależeć od tego, czy jest włączona interpolacja czy nie.

Szybkość rejestracji ramek jest podkreślana w ofertach niemal na równi z pasmem analogowym i szybkością próbkowania. Osiągnięcie wysokiej wartości tego parametru jest powodem do dumy każdego producenta, ale uwaga, bo wprowadzić nie można tu mówić o zamierzonym wprowadzaniu w błąd potencjalnych klientów, to jednak działania takie przypominają umieszczanie ważnych informacji na przykład istotnych restrykcji dotyczących zasad udzielania kredytów w postaci prawie niezycelnego druku na ostatniej stronie dokumentu. Szybkość rejestracji jest bowiem zwykle dość silnie zależna od podstawy czasu i długości rekordu. W oscyloskopach, w których długość rekordu jest automatycznie zmieniana przy zmianie podstawy czasu szybkość rejestracji ramek będzie drastycznie malała wraz z wydłużeniem podstawy czasu. Szczególne obawy mogą wzbudzać oscyloskopy, w których jest stosowana segmentacja pamięci. Niestety, aktualna wartość tego parametru nie jest nigdzie wyświetlana, więc trudno dokładnie zweryfikować zgodność danych katalogowych z rzeczywistymi, obowiązującymi dla konkretnych nastaw.

Szybkość rejestracji ramek jest podawana w jednostkach wfms/s (ramki (obrazy) na sekundę). Duża szybkość jest bardzo przydatna w wyłapywaniu przypadkowych zakłóceń występujących w badanym sygnale. Na **fotografii 3** przedstawiono taki impuls pojawiający się w przebiegu z kanału 1. Dla porównania równocześnie w kanale 2 jest obserwowany taki sam przebieg bez zakłócenia. Pomiar wykonano oscyloskopem Rigol DS1202CA, który teoretycznie rejestruje 2000 ramek na sekundę i ma rekord 10 kpunktów dla jednego kanału aktywnego i 5 kpunktów dla dwóch kanałów.



Fotografia 3. Zakłócenie przypadkowe wykryte dzięki dużej szybkości przechwytywania ramek



Fotografia 4. Przekręcany i odchylany ekran oscyloskopu LeCroy HSO662i

Cechy funkcjonalne

Nie mniej ważne od parametrów technicznych są cechy funkcjonalne aparatury pomiarowej. W czasach panowania techniki analogowej oscyloskop był uznawany za najbardziej uniwersalny przyrząd pomiarowy. Dzisiaj cecha ta pozostała zachowana, jednak pojawiły się zupełnie nowe rozwiązania układowe związane przede wszystkim z techniką cyfrową, które wprowadziły nieformalną specjalizację oscyloskopów do rozwiązywania określonej grupy problemów. Przykładem są oscyloskopy MSO (Mixed Signal Oscilloscope), które stanowią połączenie typowego oscyloskopu cyfrowego z analizatorem stanów logicznych. Kiedyś analizatory występowały wyłącznie jako przyrządy samodzielne. O oscyloskopie można powiedzieć, że jest MSO, jeśli oprócz wejść analogowych są w nim również gniazda dla sond logicznych, i otrzymywane za ich pomocą przebiegi cyfrowe (zero-jedynkowe) mogą być wyświetlane jednocześnie z przebiegami analogowymi. Funkcjonalność ta jest dostępna nawet w urządzeniach klasy popularnej i średniej (np. Rigol DS1052D, DS1102D, oscyloskopy Hamega np.: HMO3524, HMO352, HMO2524 i wielu innych). U czołowych producentów oscyloskopy MSO stanowią jednak wyodrębnioną grupę przyrządów, często o bardzo mocnych parametrach technicznych i olbrzymich wręcz możliwościach analizy badanych sygnałów. Modele MSO można znaleźć we wszystkich rodzinach każdego producenta od najprostszyc do najbardziej zaawansowanych technicznie i technologicznie. Przykładowo, wśród najpotężniejszych oscyloskopów Tektroniksa są oscyloskopy rodziny MSO7000. Jest to jednak bardzo, bardzo wysoka półka – pasmo analogowe 4...33 GHz, szybkość próbkowania od 25 GS/s do 50 GS/s w czasie rzeczywistym i aż (uwaga!) 10 TSA/s w czasie ekwiwalentnym, rekord akwizycji 100...200 Mpunktów, 4 kanały analogowe, 16 cyfrowych. Ceny takich oscyloskopów są jednak trudne do wyobrażenia, zawierają się w przedziale od 75800 do 205000 USD.

Oscyloskopy MSO muszą mieć bardzo dobry wyświetlacz, co wynika z konieczności zobrazowania na nim bardzo dużej ilości informacji (4 przebiegi cyfrowe, 16 cyfrowych). Problem ten ciekawie rozwiązał LeCroy. W modelu HSO662i zastosowano na przykład przekręcany o 90° ekran (fotografia 4), dodatkowo odchylany również w pionie. W pionowej orientacji zdecydowanie polepsza się czytelność dużej liczby oscylogramów. Spotykane jest również podobne rozwiązanie, w którym ekrany rzeczywisty stanowi tylko fragment ekranu wirtualnego, którego zawartość jest przewijana w pionie.

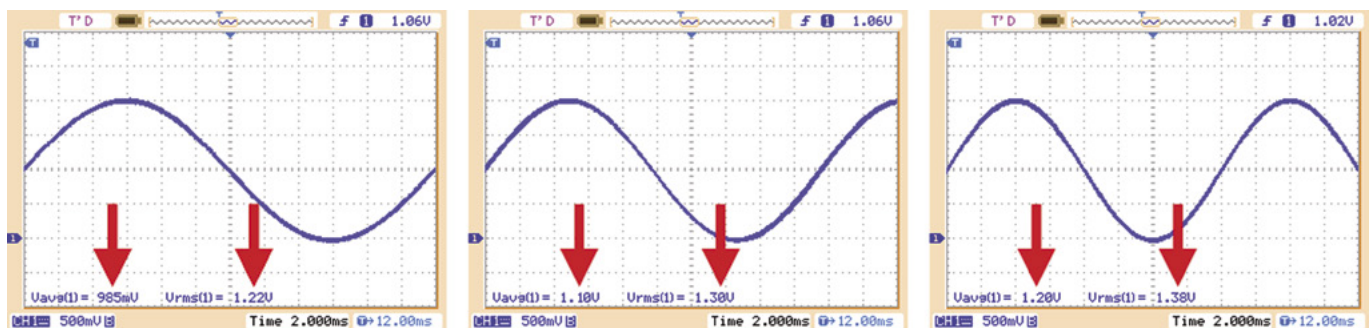
Kolejną cechą decydującą o funkcjonalności oscyloskopu są obliczenia matematyczne i pomiary automatyczne. Każdy oscyloskop cyfrowy

wykonuje co najmniej 3 podstawowe operacje matematyczne (dodawanie, odejmowanie, mnożenie). Jako czwarta operacja matematyczna implementowana jest analiza widma, które jest obliczane szybką transformatą Fouriera (FFT). Brak tej funkcji oznacza dzisiaj, że oscyloskop jest bardzo niskiej klasy, praktycznie go dyskwalifikuje. Odejmowanie kanałów jest przydatne, gdy zachodzi konieczność wykonania pomiarów różnicowych, do których oscyloskop bez izolacji kanałów nie jest zdolny. Należy jednak pamiętać, że w takim przypadku konieczne jest użycie dwóch wejść pomiarowych, a osiągnięty tą metodą parametr CMRR dalece odbiega od tego, który jest osiągalny z użyciem sondy różnicowej. Pomiarami różnicowymi będą na pewno zainteresowani elektroniky zajmujący się urządzeniami zasilającymi, przetwornicami, falownikami itp.

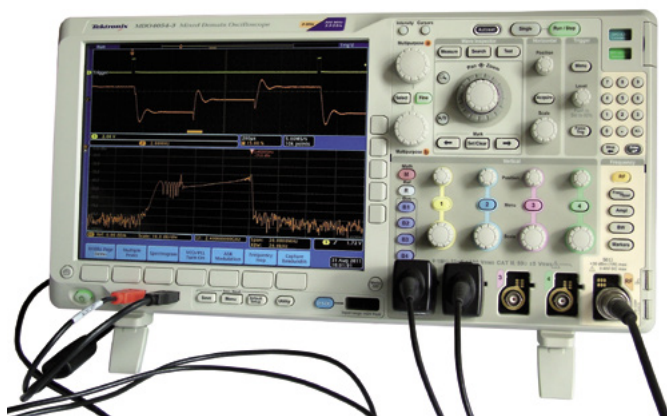
Coraz częściej obliczenia matematyczne nie ograniczają się do wymienionych operacji. Dodawane są opcje obliczeń zaawansowanych, umożliwiających wyznaczanie całek, różniczek, logarytmów, pierwiastków, funkcji trygonometrycznych itp. Operacje takie mogą być zwykle zagnieżdżane. Cecha ta jest przydatna na przykład przy mierzeniu sygnałów z czujników wielkości nieelektrycznych i natychmiastowej ich interpretacji bezpośrednio w oscyloskopie.

Pomiary automatyczne są wykorzystywane do szybkiej oceny przebiegów na podstawie ich parametrów elektrycznych. Warto zwracać uwagę na to czy jest możliwe wybieranie dowolnego fragmentu oscylogramu do analizy. Najczęściej pomiar uwzględnia fragment przebiegu mieszczący się na całej szerokości ekranu, ale może to powodować błędy w obliczeniach (rysunek 5). Znacznie lepiej, gdy w obliczeniach będzie brany na przykład automatycznie rozpoznawany okres przebiegu, lub fragment wskazany przez użytkownika za pomocą kursorów. Innym przykładem może być błąd pomiaru czasu narastania impulsu powodowany działaniem interpolacji $\sin(x)/x$. Podobnych pułapek jest znacznie więcej, i ogólnie trzeba mieć niezłą orientację, aby nie dać się na nie łapać.

Funkcjonalność oscyloskopu w dużym stopniu zależy od trybów pracy układu wyzwalającego. Jest to kolejne pole wykorzystywane do zwalczania konkurencji i przekonywaniu klientów o wyższości własnych wyrobów. Znane są przypadki projektowania specjalnych płytek demonstracyjnych, wykorzystywanych do porównywania skuteczności działania wyrobów własnych w bezpośrednim starciu z wyrobami konkurencji. Taki test polega zwykle na generowaniu odpowiedniego przebiegu, w którym jest celowo wprowadzane przypadkowe zakłócenie bardzo trudne do namierzenia. Oczywiście wyroby własne bardzo szybko radzą sobie z takim błędem, a wyroby konkurencji nawet go nie znajdują. I nie jest przy tym ważne, że konkurencja dysponuje analogiczną płytką, której badanie daje wyniki zgoła odmienne. W takich testach uwidaczniają się m.in. zalety i wady stosowania długich lub krótkich rekordów, ale przede wszystkim eksponowane są zalety zastosowanych trybów wyzwalań. Mimo możliwości użycia bardzo wyrafinowanych niekiedy algorytmów pracy układu wyzwalającego, najczęściej użytkownicy korzystają z kilku podstawowych trybów stosowanych nawet w najprostszyc oscyloskopach. Jest to wyzwalenie: zboczem, szerokością impulsu, nachyleniem zbocza, sygnałem wideo. W oscyloskopach MSO warunek wyzwalań może być tworzony z uwzględnieniem zdarzeń występujących zarówno w kanałach analogowych, jak i cyfrowych. Szczególnym przypadkiem są tryby wy-



Rysunek 5. Błędy pomiarów automatycznych



Fotografia 6. Oscyloskop – analizator widma Tektronix MDO 4054

zwalania uwzględniające charakterystyczne zdarzenia obserwowane w magistralach szeregowych (I²C, SPI, UART, CAN, USB, FlexRay, nie tylko w oscyloskopach MSO, ale z ograniczeniem do liczby dostępnych kanałów pomiarowych. Mogą być one również traktowane jako elementy poszukiwane odpowiednią procedurą. W oscyloskopach wysokiej klasy funkcje te są wspomagane sprzętowo przez specjalnie opracowane układy FPGA. Przed zakupem oscyloskopu należy upewnić się, czy poszczególne dekodowane i analizowane protokoły komunikacyjne są uwzględniane w oprogramowaniu standardowym czy występują jako płatne opcje. Na pewno jako opcja instalowane są rozszerzenia firmware'u umożliwiające pomiary magistral szeregowych pamięci DDR. Dodatkowym warunkiem są spore wymagania dotyczące oscyloskopu. Pomiary takie mogą być prowadzone z zastosowaniem odpowiednio wysokich modeli oscyloskopów, np. MSO5000 Tektroniksa.

Inne, przydatne w praktyce cechy funkcjonalne oscyloskopów cyfrowych

Można powiedzieć, że oscyloskop bez generatora, to jak „Dynastia” bez Alexis (jak to kiedyś było w reklamie, ale to już pamiętają chyba tylko starsi czytelnicy). Zrozumieli to konstruktorzy oscyloskopów i coraz częściej w ofertach pojawiają się oscyloskopy z wbudowanym generatorem arbitralnym. Zasada ta zaczyna nawet obowiązywać w sprzęcie klasy popularnej, chociaż przykład poszedł prawdopodobnie „z góry”, jak to zwykle bywa. Przykładem takiego rozwiązania jest oscyloskop MSO-X 3104A Agilenta, który oprócz wbudowanego generatora pracuje również jako analizator stanów logicznych z 16-kanałową sondą.

Łączenie kilku funkcji w jednym urządzeniu na tym jednak się nie kończy. Milowego kroku dokonał w tym względzie Tektronix włączając do sprzedaży absolutnie nową rodzinę przyrządów, wprowadzając tym samym w niezłe zakłopotanie innych producentów. Mowa tu o połączeniu funkcji wysokiej klasy oscyloskopu z całkiem niezłym analizatorem widma. Nową rodzinę nazwano Mixed Domain Oscilloscope i nadano jej oznaczenie MDO. Na płycie czołowej, oprócz typowych dla klasycznego oscyloskopu gniazd BNC, zarezerwowano miejsce na panel RF w wejściem dla sygnału wysokiej częstotliwości (fotografia 6). Jakby tego było mało, do oscyloskopu można też dołączyć sondę logiczną.

Bardzo użyteczną cechą oscyloskopów cyfrowych są ekrany dotykowe. Występują one w sprzęcie wyższej klasy. Często są to oscyloskopy pracujące pod kontrolą systemu operacyjnego Windows. Można do nich dołączyć klawiaturę i myszkę USB. Nie trzeba też dodawać, że oscyloskopy takie mogą być dołączane do Internetu.

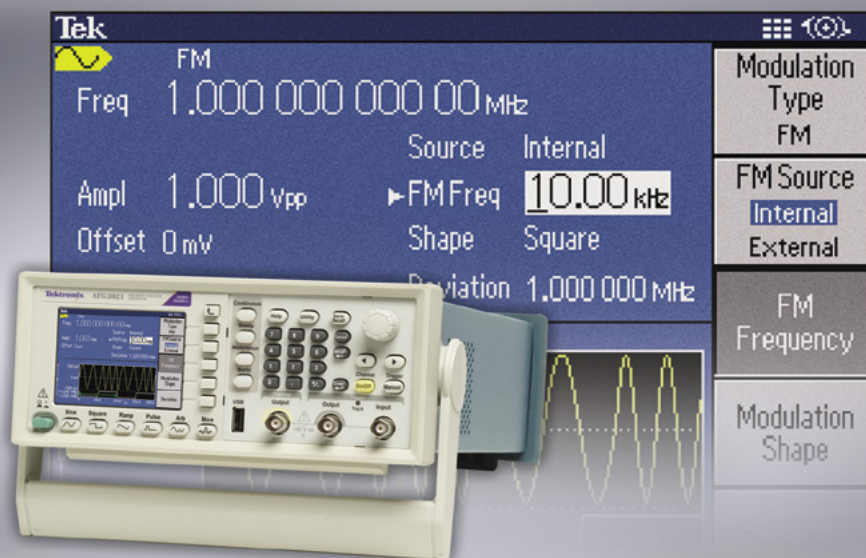
Danie główne czy przystawka?

No właśnie. Jest to zasadnicze pytanie. Są tacy, którzy już po skonsultowaniu przystawki są najedzeni i mogą odejść od stołu. Liczba oferowanych rodzajów oscyloskopów jest spora, nie mówiąc już o typach, rodzi-

REKLAMA

AFG2000 – nowy generator arbitralny firmy Tektronix

- 1 kanał wyjściowy 10 Vpp na 50 Ω
- Pasma 20 MHz
- Próbkiwanie 250 MS/s, przetwornik 14 bit, stabilność 1 ppm
- Interfejs USB, GPIB, LAN
- Oprogramowanie ArbExpress w standardzie
- 3 lata gwarancji



Tektronix

Siedziba Firmy: 54-413 Wrocław, ul. Klecińska 125, tel. 71 783 63 60, fax 71 783 63 61
Biuro Handlowe: 03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 74, tel. 22 675 75 42

tespol@tespol.com.pl • www.tespol.com.pl

nach, producentach. Wybór sprzętu do zakupu powinien być dokonany po uwzględnieniu potrzeb i możliwości finansowych. Oferty uwzględniające jak największą różnorodność rozwiązań przedstawiono w artykule „Przeгляд oscyloskopów”. W tym miejscu jeszcze raz, ale już bardzo krótko dokonamy podsumowania, które może pomóc przy wyborze sprzętu.

1. Oscyloskopy osobiste, kieszonkowe. Są to przyrządy najprostsze ze spotykanych na rynku. Często ich jakość i możliwości są porównywalne z urządzeniami, które można zbudować samodzielnie. Przykładem jest oscyloskop DSO Nano zbudowany na mikrokontrolerze ARM Cortex M3, czy HPS141 Vellemana. Parametry tego rodzaju przyrządów ograniczają ich zastosowanie do akustyki, ewentualnie będą przydatne w warsztacie początkującego elektronika budującego stosunkowo proste urządzenia (sterowniki oświetlenia, nieskomplikowane układy automatyki itp.)
2. Oscyloskopowe przystawki USB. Jest to bardzo dobre rozwiązanie dla bardziej ambitnych elektroników, zajmujących się poważniejszymi tematami. Parametry takich przystawek są bardzo zróżnicowane, czego konsekwencją jest też cena. Można więc dobrać przyrządy nieznacznie tylko lepsze od oscyloskopów osobistych, ale w tej klasie są też spotykane urządzenia o parametrach porównywalnych, a nawet lepszych od oscyloskopów stacjonarnych. Zawsze należy dokładnie analizować specyfikację techniczną. Zaletą oscyloskopów USB jest ich względna mobilność, co może mieć niekiedy istotne znaczenie. Droższe oscyloskopy USB są obsługiwane przez oryginalne i wszechstronne oprogramowanie, dokonujące kompletnego opracowania wyników (rysunek 7). Rewelacyjnym urządzeniem na kieszeń amatora i potrzeby profesjonalisty jest warta polecenia przystawka Analog Discovery firmy Digilent. Jest to kompaktowe zestawienie oscyloskopu, generatora arbitralnego, analizatora stanów logicznych, generatora cyfrowych przebiegów wzorcowych, rejestr statycznych wejść/wyjść, prosty analizator pasma przenoszenia czwórników i woltomierz cyfrowy. Zaskakujące w relacji z ceną są parametry elektryczne tego urządzenia – w pozytywnym znaczeniu oczywiście.
3. Karty digitizerów. Stanowią bardzo specyficzny rodzaj oscyloskopów, gdyż są montowane w komputerach. Ich zaletą są wysokiej jakości przetworniki analogowo-cyfrowe umożliwiające wykonywanie pomiarów z dużo większymi rozdzielczościami niż oferują to oscyloskopy klasyczne (12, 14, 16 bitów). Karty takie łatwo współpracują z takimi środowiskami jak: LabVIEW czy MATLAB. Digitizerów nie można zaliczyć do przyrządów uniwersalnych, ale za to są niezastąpione w rozwiązywaniu zagadnień specjalistycznych, np. w motoryzacji. Przykładem digitizerów są wyroby firm ZTEC, Gage itp.

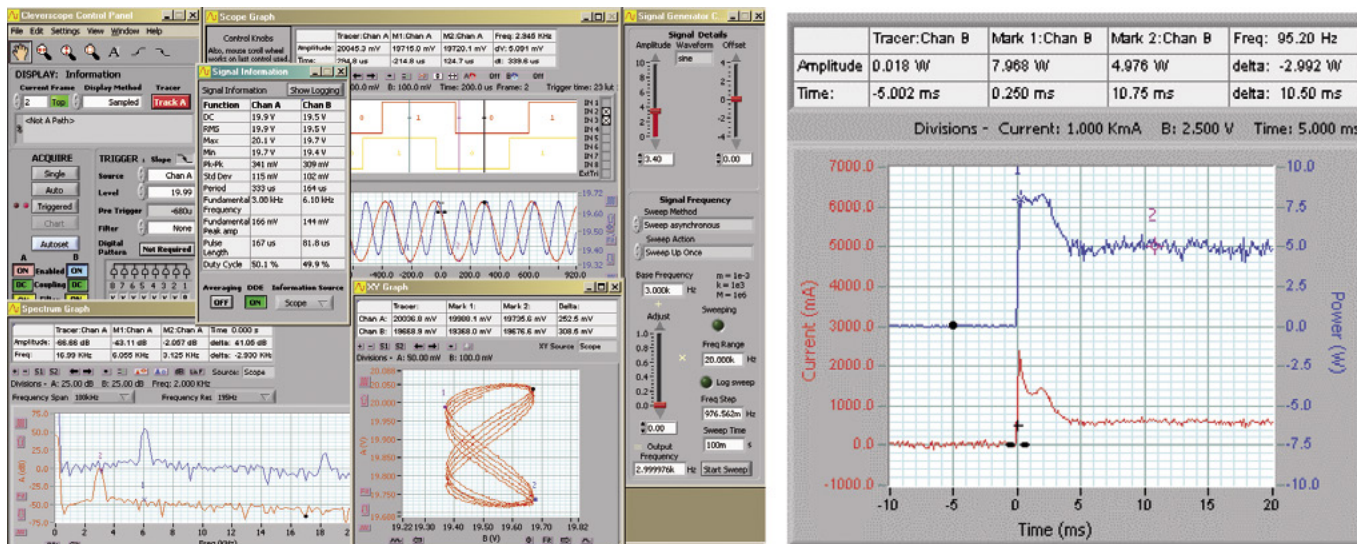
4. Oscyloskopy ręczne (handyscop, handheld, skopometr). Są to urządzenia wybitnie serwisowe. Odnaczają się dużą mobilnością, nie ustępują parametrami przyrządom stacjonarnym, a często nawet je przewyższają. Zajmują mało miejsca na stole, mogą pracować w pozycji półstojącej. W większości typów łączą funkcje oscyloskopu z multimetrem cyfrowym, dla którego zarezerwowano osobne wejścia i kable pomiarowe. Biorąc wszystko pod uwagę mogą być rozpatrywane do zakupu przez amatorów, którzy jednak będą skłonni przeznaczyć na zakup stosunkowo dużą kwotę.
5. Oscyloskopy biurkowe, stacjonarne. Można powiedzieć, że jest to główny bohater artykułu. Oscyloskop stacjonarny zwalnia użytkownika z konieczności włączania komputera, co w przypadku przystawek USB jest niestety konieczne. Własne pokręta zawsze dostępne na pulpicie też raczej są zaletą niż wadą. Oscyloskopy stacjonarne są oferowane w bardzo szerokiej gamie parametrów i cen. Coraz częściej są stosowane wyświetlacze o matrycach większych niż 320×234 punkty. Ma to kolosalne znaczenie dla komfortu pracy. To tak, jak kiedyś przechodziliśmy z kart CGA na EGA, nie mówiąc już o VGA i innych. Ci, co pamiętają te czasy wiedzą o co chodzi. Kupując oscyloskop cyfrowy można zalecić stosowanie zasady przestrzeganej przy kupowaniu butów na zimę – zawsze o numer większe. Oscyloskopy cyfrowe, to sprzęt, który bardzo szybko ulega technicznemu starzeniu. Ewentualnie większa kwota wydana przy zakupie pozwoli dłużej cieszyć się funkcjonalnością nabytku.

Ostateczna decyzja

W rozważaniach przedstawionych w artykule z założenia nie były brane pod uwagę oscyloskopy analogowe, które są nadal dostępne jako nowe produkty, można je też nabyć na aukcjach od użytkowników, którzy przeszli na technikę cyfrową i chcą się pozbyć staroci. Decyzja taka jest jednak sprzeczna z radą udzieloną w poprzednim akapicie, więc nie będziemy się nią zajmować.

Do rozpatrzenia pozostaje wybór sprzedawcy i forma sprzedaży (Internet, salon dealera). Warto zwrócić uwagę na warunki gwarancji, często są oferowane różne formy jej rozszerzania czy to pod względem zakresu uszkodzeń czy terminu ważności. Na pewno należy upewnić się czy oscyloskop ma zainstalowane wszystkie opcje, na których zależy użytkownikowi. Zdarza się, że producenci instalują fabrycznie pełny zestaw możliwości urządzenia, które po przekroczeniu na przykład przyjętej liczby włączeń przyrządu lub po przekroczeniu czasu pracy są automatycznie wyłączane. Może to być spór i w dodatku przykra niespodzianka.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 7. Wszechstronne oprogramowanie oscyloskopu USB Cleverscope CS3-28A