

Oscyloskop HP3 TiePie

Pomiary „bez ziemi”



Są pewne grupy zagadnień pomiarowych, w których klasyczne oscyloskopy stołowe nie sprawdzają się tak dobrze, jak oscyloskopy USB, czyli zwykłe przystawki oscyloskopowe do komputerów. Przymiotnikiem „zwykłe” na pewno nie można jednak scharakteryzować żadnego z wyrobów firmy TiePie, między innymi opisanego w artykule oscyloskopu Handyprobe HP3.

Współczesna elektronika użytkowa jest naszpikowana niezliczoną ilością czujników i przetworników, wykorzystywanych do pomiarów różnych wielkości fizycznych metodami elektronicznymi. Akcelerometry służą do automatycznego ustawiania świateł w samochodach, dbają o to, by napisy w naszych iphonach były zwrócone zawsze „nogami do dołu”, niezależnie od położenia aparatu, reagują na wstrząsy w systemach alarmowych, dbają o dyski w naszych laptopach, te klasyczne, z ruchomymi głowicami, aby zdążyły zaparkować jeszcze w trakcie lotu komputera z biurka na podłogę, gdy już takie nieszczęście się przytrafi. Nie mniejszą popularnością cieszą się sensory temperatury, wilgotności, pola magnetycznego, żyroskopy, tensometry. Duża część takich czujników ma wyjścia symetryczne, przystosowane do współpracy ze wzmacniaczami instrumentalnymi o wejściach różnicowych. Konfiguracja taka jest niestety bardzo niewygodna do pomiarów. Sygnał wyjściowy czujnika występuje między dwoma „pływającymi” końcówkami, tymczasem większość oscyloskopów jest przystosowana w zasadzie wyłącznie do pomiarów z ustalonym punktem odniesienia, tzw. „ziemią” połączoną z masą układu. Dysponując oscyloskopem 2-kanalowym można wprawdzie poradzić sobie jakoś

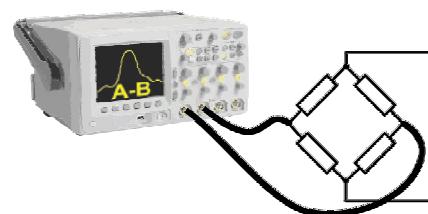
z tym problemem, łącząc układ pomiarowy zgodnie z **rysunkiem 1** i wykorzystując dostępną w oscyloskopach funkcję matematyczną obliczającą różnicę kanałów A-B. Jest to jednak tylko półśrodek, chociażby ze względu na sumowanie się błędów każdego kanału pomiarowego, relatywnie niski współczynnik CMRR i zajmowanie dwóch kanałów pomiarowych do badania jednego sygnału. Dodatkowy problem występuje, gdy składowa stała obu punktów pomiarowych jest na wysokim poziomie w stosunku do sygnału różnicowego. Konieczność ustawienia wysokiego zakresu pomiarowego każdego kanału skutkuje małą rozdzielczością pomiaru w odniesieniu do badanego sygnału różnicowego. Skutecznym rozwiązaniem takiego metrologicznego problemu jest zastosowanie do pomiarów specjalizowanej karty pomiarowej lub jednego z oscyloskopów rodziny HP firmy TiePie.

Pomiary różnicowe oscyloskopem HP3

Holenderska Firma TiePie jest znana z produkcji bardzo oryginalnych oscyloskopów USB. Jednym z nich jest HP3, który swoim wyglądem w ogóle nie przypominającego tego typu przyrządów. Chociaż jego parametry elektryczne z pozoru odstają dość znacz-

Dodatkowe informacje:
Dystrybutorem oscyloskopów firmy TiePie jest Egmont Instruments, 00-867 Warszawa, ul. Chłodna 39, pawilon 11, tel. 22-850-62-05, 22-850-64-30, fax: 22-654-02-48, e-mail: ztec@egmont.com.pl, www.egmont.com.pl

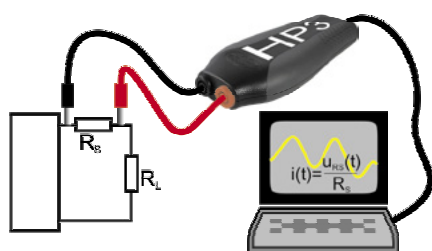
nie od aktualnie obowiązujących standardów dla oscyloskopów cyfrowych, to urządzenia tego typu okazują się niezastąpione w pracowniach, w których są konstruowane urządzenia przetwarzające różnego rodzaju wielkości fizyczne na wielkości elektryczne. W takich zastosowaniach najczęściej szybkość próbkowania nie jest parametrem krytycznym, dużo bardziej istotna jest rozdzielczość i dokładność pomiaru. Nie może zatem szokować maksymalna częstotliwość próbkowania oscyloskopu HP3 równa tylko 100 MSa/s i zaledwie 50 MHz pasmo analogowe. Jeden dostępny kanał pomiarowy również nie wzbudza zachwytu. Jednak trudno będzie znaleźć „zwykły” oscyloskop cyfrowy z 10-bitowym przetwornikiem analogowo-cyfrowym, umożliwiającym określanie amplitudy sygnału z dokładnością nie gorszą niż 0,3%. Handyprobe HP3 jest urządzeniem przenośnym, wyposażonym w niewielki, plastikowy neseserek ułatwiający transport



Rysunek 1. Pomiar różnicowy oscyloskopem 2-kanalowym



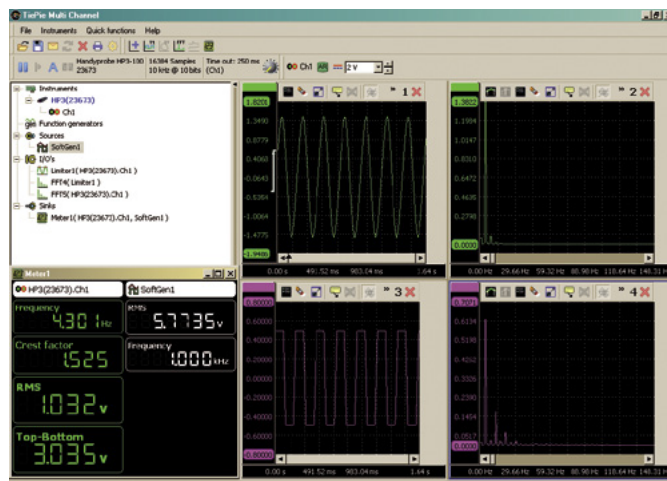
Fotografia 2. Końcówki pomiarowe oscyloskopu HP3



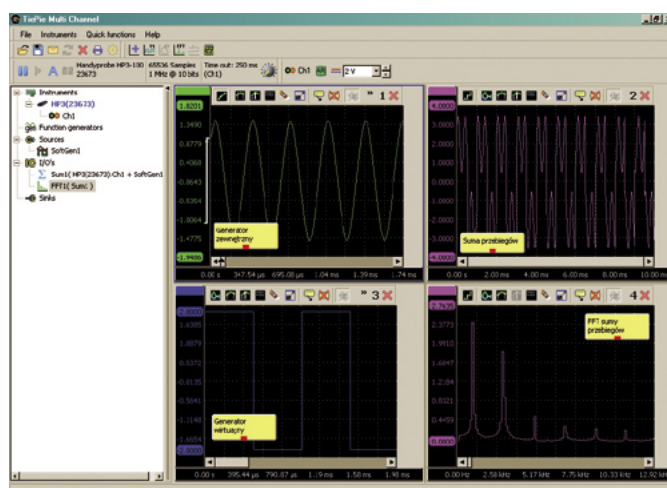
Rysunek 3. Pomiar prądu oscyloskopem HP3

kompletu oprzyrządowania (oscyloskop, kable pomiarowe, płyta CDROM z oprogramowaniem i dokumentacją, mała smyczka, kolorowe pierścienie do znakowania przewodów). Kolorowe pierścienie będące na wyposażeniu standardowym mogą być zastąpione o wiele bardziej widocznymi końcówkami pomiarowymi oferowanymi w różnej kolorystyce. Są one dostępne jako wyposażenie dodatkowe. W standardowym komplecie znajdują się dwa rodzaje końcówek pomiarowych. Są to typowe szpilki oraz bardzo so-

lidne uchwyty typu krokodylek **fotografia 2**. Zmiana końcówek odbywa się w sposób bezpieczny. Specjalna konstrukcja uchwytu powoduje, że podczas wymiany, nawet przez chwilę nie są odsłaniane żadne części metalowe, zabezpieczając tym samym użytkownika przed porażeniem prądem. Ma to znaczenie chociażby ze względu na duże dopuszczalne napięcie wejściowe oscyloskopu HP3. Kable pomiarowe są zakończone specjalnym wtykiem bananowym dołączanym do gniazda oscyloskopu, końcówki pomiarowe mogą być natomiast składane do punktów oddalonych od siebie nawet o 2 metry (sic!). Obudowa oscyloskopu ma dość oryginalny kształt, nie przypominający typowego oscyloskopu USB. Kabel sygnałowy służący do połączenia z komputerem jest wyprowadzony na stałe, bez możliwości jego odłączenia od przystawki. Jak już było wspomniane HP3 ma jedno wejście różnicowe, którym można mierzyć sygnały bez



Rysunek 4. Okno programu „TiePie Multi Channel”



Rysunek 5. Wyniki pomiarów z zastosowaniem wirtualnych modułów obliczeniowych i wirtualnych we/wy

konieczności dołączania przewodu odniesienia (masy). Dodatkową korzyścią takiego rozwiązania jest możliwość łatwego pomiaru prądu. Metoda ta polegająca na określaniu spadku napięcia na rezystancji szeregowej

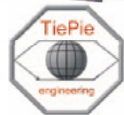
REKLAMA

Handyscope HS4 – przystawka oscyloskopowa na USB



Moduł był testowany i opisany w *Elektronice Praktycznej* 5/2010

Egmont



- 4 wejścia BNC
- maksymalne próbkowanie do 50MS/s/kanał
- pasmo DC –50MHz (–3dB)
- rozdzielczość 12, 14 lub 16 bitów
- zakresy napięć 200mV...80V
- sprzęganie wejścia AC, DC
- impedancja wejściowa 1MΩ / 30pF
- zabezpieczenie wejść ±200V
- pamięć 128kS/kanał
- interfejs USB 2.0 High Speed
- funkcje: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, woltomierz, rejestrator
- praca synchroniczna wielu modułów

Egmont Instruments, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa
tel. 228506205, 692501750, faks 226540248
e-mail tiepie@egmont.com.pl, <http://www.egmont.com.pl/tiepie>

Tabela 1. Podstawowe parametry oscyloskopu HP3

System akwizycji	
Liczba kanałów	1
Maksymalna częstotliwość próbkowania	100 MSa/s (HP3-100) 20 MSa/s (HP3-20) 5 MSa/s (HP3-5)
Maksymalna szybkość próbkowania w trybie streaming	10 MSa/s (HP3-100) 2 MSa/s (HP3-20) 500 kSa/s (HP3-5)
Źródło zegara próbkowania	wewnętrzne, kwarcowe
Dokładność zegara próbkowania	$\pm 0,01\%$
Stabilność zegara próbkowania	± 100 ppm w zakresie temperatury $-40...+85^{\circ}\text{C}$
Długość rekordu	1048576 próbek
Wejścia analogowe	
Gniazdo	izolowane gniazdo bananowe 4 mm
Rodzaj pomiaru	Różnicowy
Rozdzielczość	10 bitów
Dokładność pomiaru amplitudy	0,3% pełnego zakresu
Zakres pomiaru napięć wejściowych	0,2...800 V wybierany w sekwencji 2-4-8
Sprzężenie	AC/DC
Impedancja wejściowa	2,1 M Ω /15 pF
Maksymalne napięcie wejściowe	600 V _{RMS} CAT II
CMRR	60 dB
Pasmo	50 MHz
Dolna częstotliwość dla sprzężenia AC (-3 dB)	1,5 Hz
Czas narastania	10 ns
Overshoot	1%
System wyzwalania	
Typ	cyfrowy, 2-poziomowy
Źródło	kanał 1
Tryby wyzwalania	zbocze narastające i opadające
Inne	
Interfejs	USB 2.0 High Speed 480 Mb/s Kompatybilny z USB 1.1 Full Speed 12 MB/s
Zasilanie	port USB 400 mA (max. 2 W)
Wymiary	25×177×68 mm
Masa	290 g

o znanej oporności (**rysunek 3**). Nie jest to zresztą jedyna metoda pomiaru prądu z użyciem oscyloskopu HP3. Doskonale współpracuje on z prądowymi cęgami pomiarowymi będącymi w ofercie dystrybutora przyrządu, które zostaną opisane w dalszej części artykułu.

Oprogramowanie

Wszystkie oscyloskopy linii handyprobe firmy TiePie, w tym HP3, są obsługiwane przez jeden, uniwersalny program „TiePie Multi Channel”. Można go skonfigurować m.in. w polskiej wersji językowej. Program ten zamienia jeden przyrząd w oscyloskop, multimetr, analizator widma FFT, rejestrator przebiegów wolnozmiennych, wirtualny generator arbitralny oraz analizator protokołów (szeregowego – RS232, RS485, MIDI, DMX, itp., I²C, CAN). Na tym jednak możliwości oprogramowania TiePie Multi Channel nie kończą się. Jedną z najważniejszych jego cech jest możliwość tworzenia jednego, wielokanałowego przyrządu przez dołączanie do komputera kilku oscyloskopów USB tej firmy, a nawet przyrządów wirtualnych, emulowanych programowo.

Wyniki pomiarów z każdego kanału pomiarowego, w tym wirtualnych, takich jak analizatory widma, multimetry, analizatory protokołów, są umieszczane w odrębnych oknach (**rysunek 4**). Liczba kanałów jest teoretycznie nielimitowana. Fizycznym ograniczeniem są natomiast dostępne w komputerze porty USB, wykorzystywane do komunikacji z przystawkami. Modularna struktura oprogramowania obejmująca zarówno źródła sygnałów, jak i wszystkie ujścia danych, umożliwia dość dowolne dołączanie wirtualnych mierników do wybranych wejść i wyjść. Oprócz fizycznych wejść, którymi są zaciski pomiarowe wszystkich dołączonych oscyloskopów, istnieją również wirtualne wyjścia konfigurowane przez użytkownika. Są to moduły wykonujące złożone operacje matematyczne i zbierające dane, takie jak: uśrednianie, rejestracja min/max, filtrowanie dolnoprzepustowe, wzmacnianie i przesuwanie poziomu, sumowanie, mnożenie, dzielenie, obliczanie wartości bezwzględnej, różniczkowanie, całkowanie, pierwiastkowanie, ograniczanie poziomu, obliczanie cyklu roboczego, przeliczanie impulsów na obr-



Fotografia 6. Prądowe cęgi pomiarowe CC-80



Fotografia 7. Prądowe cęgi pomiarowe CC-600

min, a także moduł rejestratora danych (logger) i resampler. Wyjścia tych wirtualnych

modułów mogą być dołączane do kolejnych wejść, stwarzając tym samym możliwość wielokrotnych obliczeń na jednym sygnale. Wykorzystywanie sygnałów z wirtualnego generatora dodatkowo rozszerza możliwości eksperymentowania. Niektóre badania mogą więc być prowadzone bez dysponowania fizycznymi źródłami sygnałów. Na **rysunku 5** przedstawiono na przykład wyniki pomiarów uzyskanych na stanowisku składającym się z wirtualnego generatora wytwarzającego przebieg prostokątny oraz oscyloskopu Handyprobe HP3, do którego dołączono przebieg sinusoidalny z generatora zewnętrznego. Przebiegi te następnie zsumowano i zbadano widmo tak uzyskanego sygnału. Przebiegi wyjściowe każdego z modułów biorących udział w tym eksperymencie zostały zawarte w oddzielnych oknach wyświetlanych jednocześnie na monitorze. Jak widać, do każdego z nich przypisano odpowiedni komentarz stanowiący przydatny dodatek w dokumentacji pomiaru.

Rekord danych

Jednym z ważniejszych parametrów oscyloskopu cyfrowego jest długość rekordu. Określa on maksymalną liczbę próbek, jaka może być zapisana w pamięci oscyloskopu w jednym cyklu akwizycji. Producent oscyloskopu HP3 podają ten parametr z iście aptekarską dokładnością, według specyfikacji rekord ma długość 1048576 próbek, czyli 1 M. Należy jednak wiedzieć, że w przypadku oscyloskopu HP3 długość rekordu nie ma zupełnie znaczenia, jeśli przyrząd pracuje w trybie *streaming*. Wówczas dane uzyskane przez układ akwizycji nie są nigdzie buforowane, tylko bezpośrednio przesyłane do komputera. Można uznać, że długość rekordu jest ograniczona

w tym przypadku jedynie pojemnością dysku twardego. *Streaming* jest wykorzystywany podczas pracy przystawki jako rejestrator danych. Tym trybie znaczenie traci częstotliwość próbkowania, bardziej istotna staje się szybkość przesyłania danych z przystawki do komputera. Jest ona równa 10 MSa/s (dla wersji HP3-100). Oscylogramy uzyskiwane z rejestratora danych są tworzone ze wszystkich zmierzonych próbek, dlatego szybkość pracy układu akwizycji spada. W trybie *block*, wykorzystywanym w innych rodzajach pomiarów, układ akwizycji pracujący z maksymalną szybkością zapełnia rekord dostępny w przystawce, a następnie wysyła go do komputera. W czasie transmisji mogą więc być gubione pewne partie danych. Zjawisko to można zaobserwować, jeśli strumień danych zostanie skierowany np. do karty dźwiękowej. Zarejestrowany przez oscyloskop sygnał akustyczny, ewentualnie poddany jakimś operacjom matematycznym, po przesłaniu do komputera może być słyszany z głośników jako lekko „poszarpany”.

Akcesoria

Oscyloskopy firmy TiePie, m.in. opisywany HP3 znajdują zastosowanie przede wszystkim w pracowniach konstrukcyjnych aparatury elektronicznej, laboratoriach badawczych, serwisach motoryzacyjnych, w przemyśle. Sprzyja temu bogata oferta wyposażenia dodatkowego oferowanego przez producenta. Są to m.in.: specjalny czujnik stosowany do diagnostyki układów wtrysku silników wysokoprężnych, czujnik przyspieszenia, głowica wysokonapięciowa, tłumik różnicowy, prądowe cęgi pomiarowe. Oprócz nich oferowane są różne typy przewodów i końcówek pomiarowych.

Cęgi prądowe umożliwiają pomiary bardzo dużych natężeń prądu stałego lub przemiennego bez konieczności przerywania obwodu i zrywania izolacji. Niezbędny jest natomiast dostęp do pojedynczego przewodu, wokół którego jest zakładana specjalna końcówka wykonana w postaci obejmy. Cęgi CC-80 mają zakres pomiarowy 0,01...20 A i 0,1...80 A (**fotografia 6**), co jest konsekwencją przełączania czułości jego przetwornika, równej 10 mV/A lub 100 mV/A. Cęgi mierzą w zakresie częstotliwości od 0 do 20 kHz. Średnica przewodu, na który jest zakładana obejma nie może być większa niż 12,5 mm. Dokładność pomiaru tą metodą zależy od zakresu pomiarowego, rodzaju mierzonego prądu oraz jego częstotliwości, i wynosi od ± 3 do 8% + czynnik stały rzędu 5 mA...0,3 A. Cęgi wyposażono w wygodne etui ułatwiające transport na stanowisko pomiarowe.

Drugi typ cęgów, CC-600 (**fotografia 7**), jest przeznaczony do pomiarów natężeń prądu w dwóch zakresach: 200 A i 600 A. Częstotliwość prądu na zakresach AC powinna zawierać się w przedziale od 50 do 400 Hz. Przetwornik tej sondy ma czułość 1 mV/A lub 0,1 mV/A. Błąd pomiaru w zależności od zakresu, jest rzędu $\pm 3...4\%$ + czynnik stały od 0,4 do 3 A.

Oba typy cęgów są zasilane baterią 9 V. Doda LED, umieszczona na obudowie, sygnalizuje zbyt niski poziom napięcia. Układ pomiarowy jest zerowany ręcznie. Jest to operacja zalecana przed każdym pomiarem. Cęgi CC-80 i CC-600 są przeznaczone wyłącznie do współpracy z innymi urządzeniami, nie mają własnego wyświetlacza, na którym można by było odczytać wynik pomiaru.

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