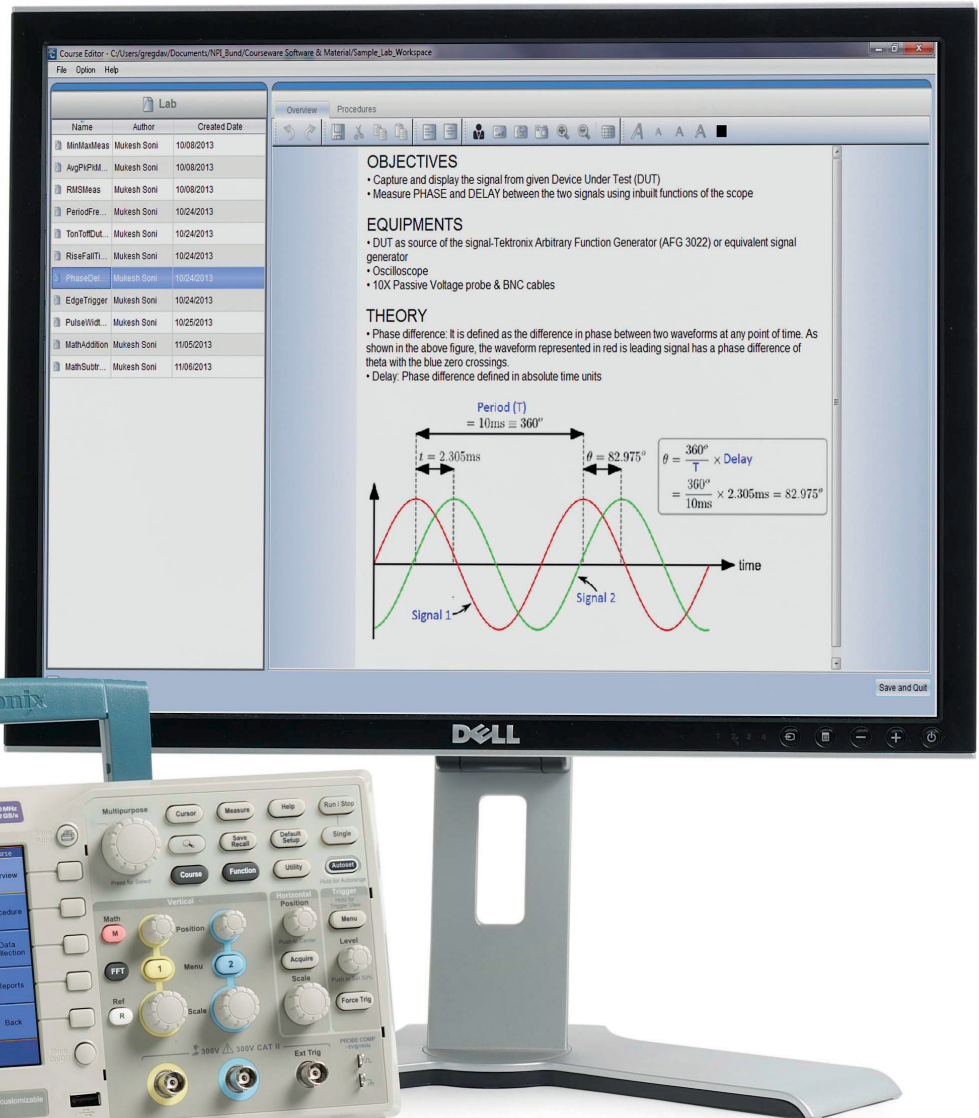


Redakcja Elektroniki Praktycznej dziękuje firmie Tespol z Wrocławia, autoryzowanemu dystrybutorowi firmy Tektronix, za wypożyczenie oscyloskopu TBS1152-EDU do testów.



Tektronix TBS1152B-EDU – oscyloskop dla edukacji

Jedną z ważniejszych pozycji w ofercie firmy Tektronix stanowią oscyloskopy cyfrowe. Znajdujemy w niej rodziny przyrządów o bardzo szerokich zastosowaniach, od najprostszych, takich jak TDS2000 do oscyloskopów 70000 Series charakteryzujących się trudnymi wręcz do wyobrażenia parametrami. Są też urządzenia będące połączeniem oscyloskopu cyfrowego i analizatora widma (np. rodzina MDO4000), a także oscyloskopy przeznaczone dla edukacji, opatrzone symbolem TBSx-EDU.

W artykule opisano pozornie zwyczajny oscyloskop TBS1152B-EDU, który ma jednak pewną unikatową własność - możliwość uruchamiania specjalnie opracowanych kursów wykorzystywanych np. do nauki podstaw elektroniki, miernictwa itp. TBS1152B-EDU jest poza tym w pełni użytecznym oscylosko-

pem cyfrowym, który może być wykorzystywany do typowych zadań pomiarowych.

Charakterystyka oscyloskopu TBS1152B-EDU

TBS1152B-EDU to klasyczny oscyloskop DSO (Digital Storage Oscilloscope), charak-

teryzujący się względnie prostą budową i zasadą działania. Oscyloskop ten umożliwia wykonywanie typowych pomiarów urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Pod względem funkcjonalnym można go porównać np. z cieszącym się dużą popularnością oscyloskopem TDS2022C.

Najważniejsze dane techniczne oscyloskopu TBS1152B-EDU zestawiono w **tabeli 1**. Do wstępnych porównań z innymi przyrządami wybierane są zwykle trzy parametry (w nawiasach podane dane dla TBS1152B-EDU): pasmo analogowe (150 MHz), max. szybkość próbkowania (2 GSa/s) i długość rekordu (2,5 kpróbek). Stosunkowo mała długość rekordu akwizycji wynika z rozwiązań konstrukcyjnych przyjętych przez pro-

Tabela 1. Najważniejsze dane techniczne oscyloskopu TBS1152B-EDU

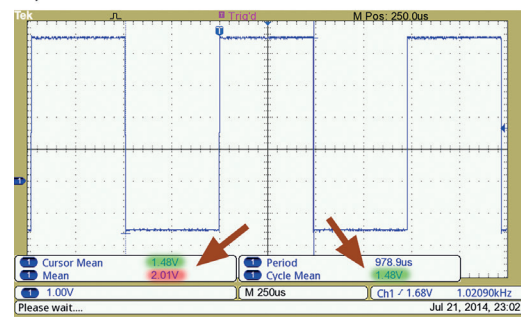
Liczba kanałów pomiarowych	2
Pasma analogowe	150 MHz
Szybkość próbkowania	2 GSa/s
Długość rekordu akwizycji	2,5 kpróbk dla każdej nastawy podstawy czasu
Rozdzielczość pionowa	8 bitów
Zakres czułości wejściowej	2 mV/dz...5 V/dz
Impedancja wejściowa	1 MΩ 30 pF
Max. napięcie wejściowe	300 V _{RMS} CAT II
Ograniczenie pasma pomiarowego	20 MHz
Zakres regulacji podstawy czasu	5 ns/dz...50 s/dz
Maksymalna pojemność pamięci Flash USB	64 GB
Pojemność pamięci przeznaczonej do przechowywania kursów	100 MB
Tryby akwizycji	Sample, Peak Detect, Average
Typy wyzwalania	Edge, Pulse, Video
Pomiary kursorowe	ΔT , $1/\Delta T$, ΔV
Pomiary automatyczne (34 parametry)	Period, Frequency, Pos Width, Neg Width, Rise Time, Fall Time, Maximum, Minimum, Peak-Peak, Mean, RMS, Cycle RMS, Cursor RMS, Phase, Pos Pulse Cnt, Neg Pulse Cnt, Rise Edge Cn, Fall Edge Cn, Pos Duty, Neg Duty, Amplitude, Cycle Mean, Cursor Mean, Burst Width, Pos Overshoot, Neg Overshoot, Area, Cycle Area, High, Low, Delay RR, Delay RF, Delay FR, Delay FF
Obliczenia matematyczne	+, -, *
Analiza FFT	2048 punktów, 3 okna (Hanning, Flat Top, Rectangular)
Częstościomierz	6 cyfr, 51 ppm, 10 Hz...150 MHz
Wyświetlacz	XVGA 1024×768
Wymiary	158×326×124 mm
Waga	ok. 2 kg

ducenta dla przyrządów tej klasy. Głównym powodem stosowania małego rekordu jest dążenie do jak największego skrócenia czasu martwego. Parametr ten w ogólnym przypadku zależy od czasu obróbki danych zapisanych w rekordzie akwizycji zanim zostaną one przepisane do pamięci wyświetlania. Ponieważ jest to zależność proporcjonalna, oczywiście staje się, że im krótszy stosuje się rekord akwizycji, tym krótszy uzyskuje się czas martwy, a to z kolei zwiększa prawdopodobieństwo wykrywania krótkich, pojawiających się przypadkowo zakłóceń. Konsekwencją takiej koncepcji jest jednak niewielka ilość informacji o przebiegu gromadzona w jednym cyklu akwizycji, co utrudnia uzyskiwanie dużych powięk-

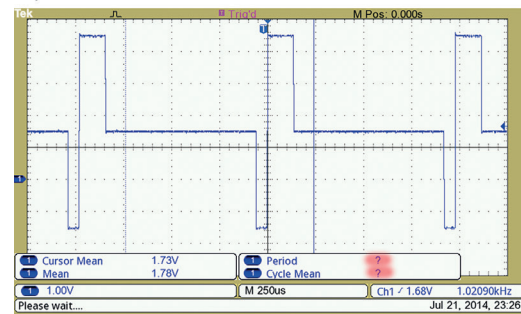
szeń przebiegu za pomocą funkcji *Zoom*. Największe powiększenie oscylogramu w oscyloskopie TBS1152B-EDU jest równe 10 (**rysunek 1**).

Mocną stroną oscyloskopu TBS1152B-EDU są pomiary automatyczne. Lista obejmuje 34 parametry (**rysunek 2**). Wyniki pomiarów niektórych parametrów są zależne od czasu (np. pomiar wartości średniej). Uwzględniono więc trzy warianty pomiarów, w których ograniczenia czasowe wyznaczone są: szerokością ekranu, położeniem kursorów lub wykrytą automatycznie długością okresu badanego przebiegu. Jeśli do obliczeń przyjęty jest czas odpowiadający szerokości ekranu, mogą wystąpić błędy wynikające na przykład z niemożliwości takiego doboru

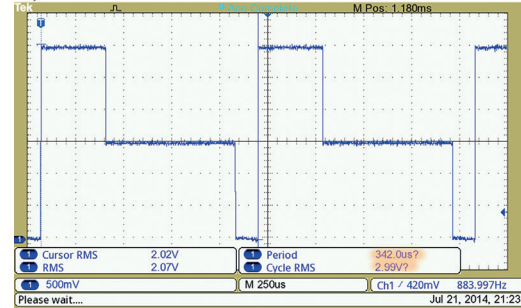
a)



b)

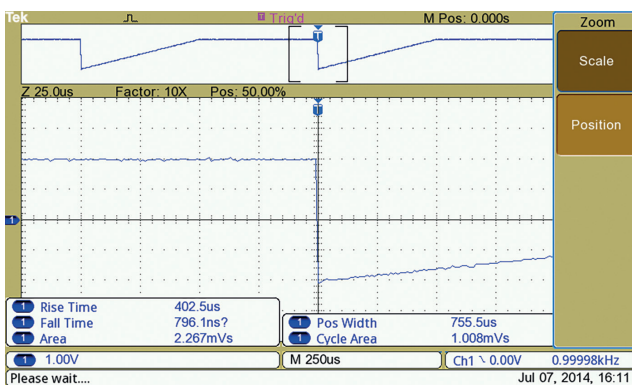


c)

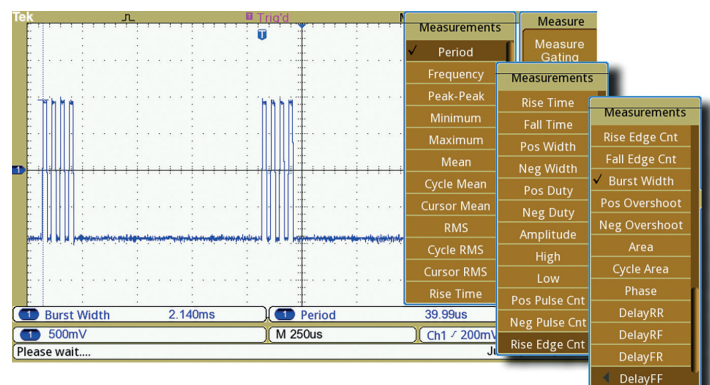


Rysunek 3. Wyniki pomiarów parametrów związanych z czasem: a) różnice wynikające z przyjętych przedziałów czasu wykonywania pomiarów, b) nieokreśloność wyniku wynikająca z niemożliwości wyznaczenia okresu przebiegu, c) sygnalizacja możliwego błędu pomiaru

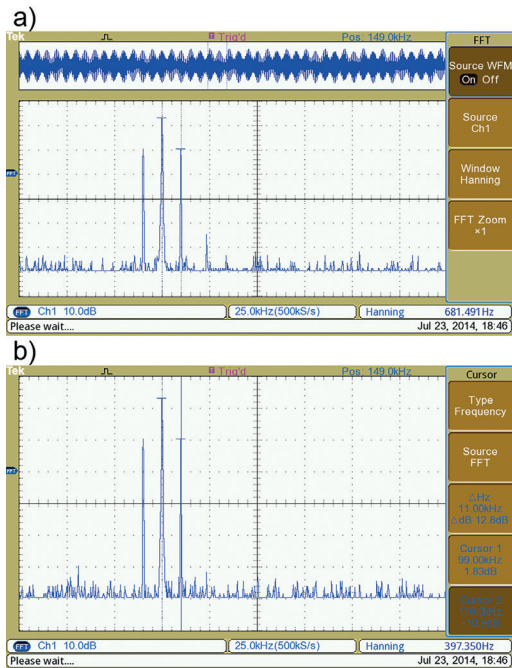
podstawy czasu, aby na ekranie mieściła się dokładnie pełna wielokrotność okresów badanego przebiegu. Przypadek taki przedstawiono na **rysunku 3a**. Wartości *Mean* i *Cycle Mean* różnią się dość znacznie. Powodem tych różnic jest niecałkowita (dwa i pół) liczba okresów wyświetlanych na ekranie.



Rysunek 1. Powiększenie oscylogramu za pomocą funkcji *Zoom*



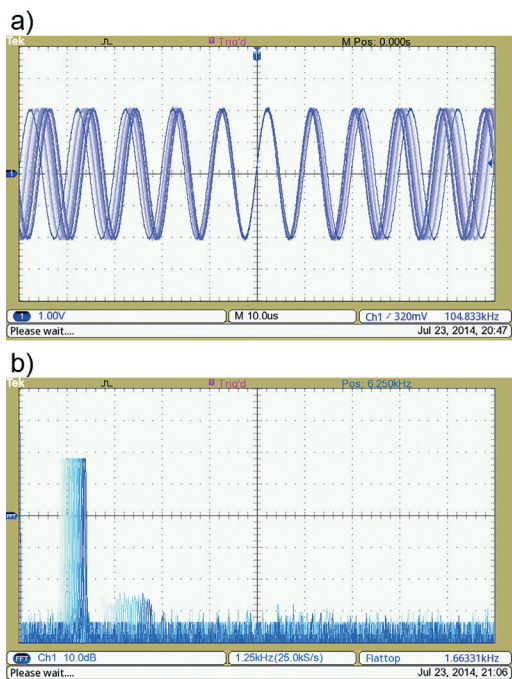
Rysunek 2. Okna menu pomiarów automatycznych (34 parametry)



Rysunek 4. Pomiar widma z zastosowaniem funkcji FFT, a) z podglądem przebiegu, b) wyłączenie podglądu po uruchomieniu pomiarów kursorowych

Problemy występują również czasami z pomiarem *Cycle Mean*, co wynika z trudności wyznaczania długości okresu niektórych przebiegów. W takim przypadku, w okienku wyników *Cycle Mean* pojawia się znak zapytania (rys. 3b). Zdarza się też, że jest on dopisywany do wyniku liczbowego, który jednak prawdopodobnie nie jest wtedy prawidłowy (rys. 3c).

Oscyloskopy DSO zwykle nie mają zaawansowanych obliczeń matematycznych. W TBS1152B-EDU dostępne są 3



Rysunek 6. Zastosowanie persystencji w pomiarach: a) w dziedzinie czasu, b) w dziedzinie częstotliwości



Rysunek 5. Przykład pracy układu akwizycji w trybie XY

podstawowe operacje: dodawanie, odejmowanie i mnożenie kanałów oraz funkcja FFT. Widmo jest obliczane na podstawie 2048 próbek sygnału przy użyciu jednego z 3 okien: Hanning, Flat Top, Rectangular. Wykres widma zajmuje cały ekran, ale możliwe jest też włączenie podglądu sygnału w dziedzinie czasu. Przebieg jest wyświetlany w górnej części ekranu (rysunek 4a). W tym trybie nie można jednak wykonywać pomiarów kursorowych. Jeśli były one wcześniej włączone, są widoczne, ale nie jest wyświetlane menu zawierające ich parametry. Włączenie tego menu powoduje zamknięcie okna podglądu przebiegu (rys. 4b). Położenie widma na ekranie wynika z wybranej podstawy czasu, powiększenia i przesunięcia wykresu. Analiza FFT jest inicjowana naciśnięciem dedykowanego przycisku *FFT*. Oprócz niego, w sekcji „Vertical” znajdują się jeszcze przyciski: *Math* – wywołujący obliczenia matematyczne i *Ref* – wyświetlający przebiegi referencyjne zapisane w pamięci Flash oscyloskopu.

W zależności od charakteru wykonywanych pomiarów użytkownik wybiera najbardziej odpowiedni do potrzeb tryb akwizycji i wyzwania. W oscyloskopie TBS1152B-EDU zaimplementowano trzy tryby akwizycji: Sample, Peak Detect i Average oraz trzy typy wyzwania: Edge, Video i Pulse. Możliwa jest ponadto praca w trybie XY (rysunek 5). Persystencja (sztuczna poświata) o czasach 1, 2, 5 sekund i nieskończona działa w obu trybach: XT i XY (rysunek 6).

Interesującym dla użytkownika dodatkami do oscyloskopu jest wbudowana funkcja licznika (częstościomierza). Ten wirtualny przyrząd współpracuje z obydwoma kanałami pomiarowymi, wyświetlając wynik na 6-cyfrowym polu numerycznym (rysunek 7). Podczas pomiarów okazało się, że wewnętrzny prostokątny

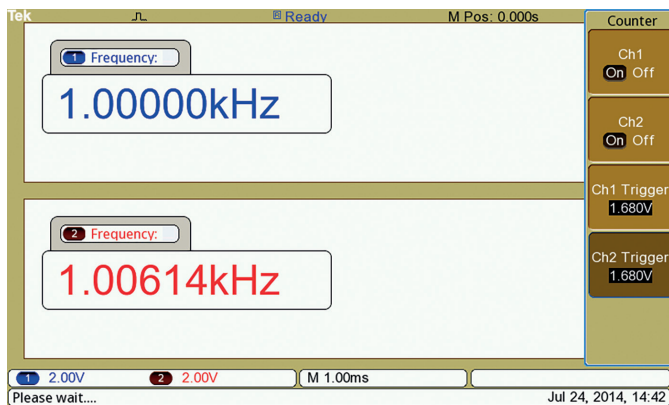
przebieg kalibracyjny ma częstotliwość 1,00637 kHz.

Zastosowania edukacyjne

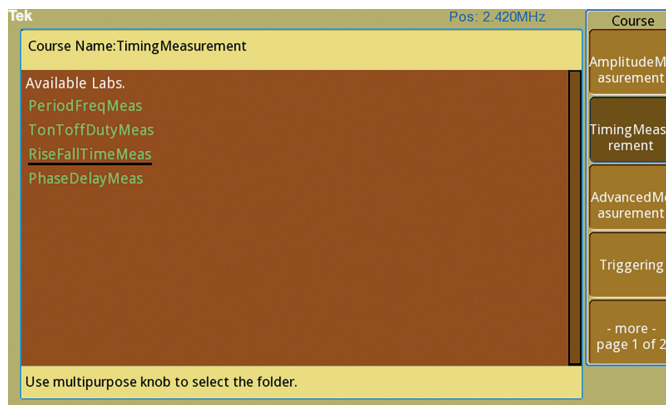
Oscyloskop TBS1152B w wersji EDU może być wprawdzie wykorzystywany jako zwykły przyrząd pomiarowy, do typowych pomiarów laboratoryjnych, ale jego zasadniczym przeznaczeniem jest pomoc edukacyjna. Oprogramowanie firmowe zawiera specjalną procedurę obsługującą funkcje edukacyjne, czyli kursy. Jest ona uruchamiana przyciskiem *Course*, znajdującym się na płycie czołowej obok uniwersalnego pokrętkła regulacyjnego. Producent udostępnia kilka ćwiczeń zawierających najważniejsze zagadnienia metrologiczne, ale zajęcia mogą być opracowywane również samodzielnie przez nauczyciela. Wykorzystywane jest do tego specjalne, darmowe oprogramowanie „PC Courseware Editor”. W wyniku jego działania generowane są pliki z kursami wpisywane następnie do pamięci oscyloskopu. Zobaczymy jak to działa.

Kursy uruchamiane na oscyloskopie

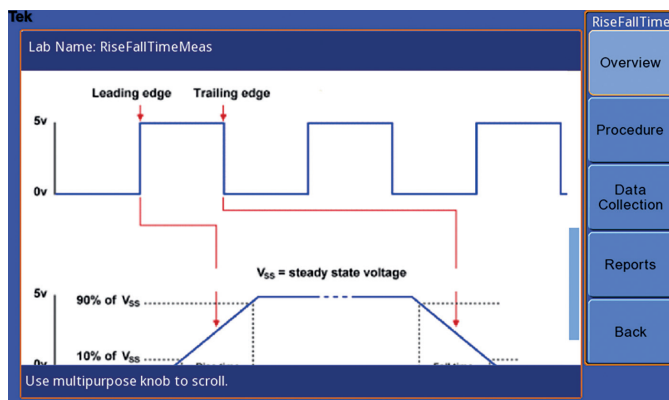
Naciśnięcie przycisku *Course* powoduje wyświetlenie ekranu z listą zawierającą tematy ćwiczeń zapisanych w pamięci oscyloskopu. Są one widoczne w prawej części ekranu w wielostronicowym menu obsługiwanym przyciskami przypisanymi do poszczególnych opcji (rysunek 8). Podświetlenie dowolnej opcji przez naciśnięcie odpowiedniego przycisku menu powoduje wyświetlenie w głównym oknie zestawu pomiarów wykonywanych w ramach danej tematyki. Pomiaru te są natomiast wybierane uniwersalnym pokrętkłem regulacyjnym. Jego naciśnięcie powoduje przejście do ćwiczenia. W przykładzie pokazanym na rysunku 8 wybrano ćwiczenie z pomiarów czasowych („Timing measurement”) dotyczące określania czasu narastania i opadania zbroca



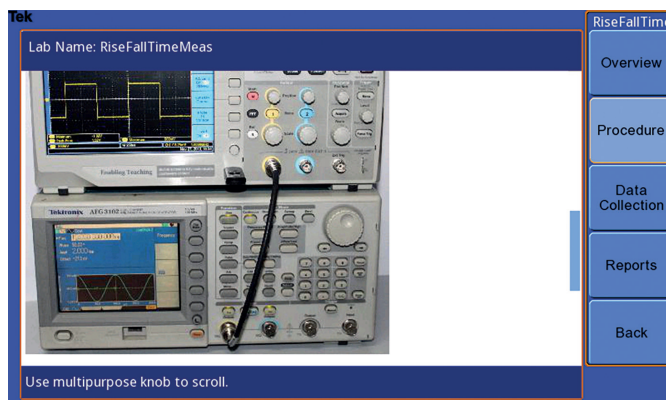
Rysunek 7. Pomiary z użyciem wirtualnego częstotściomierza



Rysunek 8. Okno wyboru kursu i ćwiczenia




Rysunek 9. Fragment opisu ćwiczenia z wyświetloną na ekranie oscyloskopu grafiką



Rysunek 10. Fragment opisu czynności wykonywanych podczas ćwiczenia z wyświetlonym zdjęciem stanowiska pomiarowego

REKLAMA




Tektronix®

PA4000

Power Analyzer

Od 1 do 4 modułów pomiarowych w zależności od konfiguracji (od 1 do 4 kanałów analogowych dla prądu i napięcia, maksymalnie osiem kanałów) ▶ Pasmo kanałów analogowych 1MHz ▶ Maksymalne napięcie wejściowe 1000 V RMS ▶ Maksymalna wartość prądu 30 A RMS ▶ Podstawowa dokładność 0.01% odczytu + 0.04% zakresu ▶ Możliwość pomiarów wielkości mocy czynnej, bierniej i pozornej ▶ Obserwacja harmonicznych do 100 harmonicznej ▶ Możliwość zdalnej obsługi przez USB, RS-232, Ethernet przy użyciu oprogramowania PWRView ▶ Kolorowy wyświetlacz TFT umożliwiający graficzną prezentację sygnałów napięciowych i prądowych, zawartości harmonicznych, wektorów prądów i napięć w układzie biegunowym ▶ Predefiniowane ustawienia umożliwiające bezpośrednie dopasowanie przyrządu do danej aplikacji



Siedziba Firmy: 54-413 Wrocław, ul. Klecińska 125, tel. 71 783 63 60, tel. 22 675 75 42

Biura Handlowe: 02-672 Warszawa, ul. Domaniewska 37, 81-451 Gdynia, Aleja Zwycięstwa 96/98

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

(„RiseFallTimesMeas”). Uczniowie lub studenci zapoznają się na wstępie z ogólnymi informacjami dotyczącymi ćwiczenia. Są one wyświetlane po naciśnięciu przycisku *Overview*. Na ekranie ukazuje się ogólne przedstawienie zagadnienia („Objectives”), wymagane wyposażenie stanowiska pomiarowego („Equipments”) oraz skondensowana teoria związana z pomiarem, ilustrowana zdjęciami, rysunkami, tabelami, wykresami itp. (rysunek 9). Po zapoznaniu się z tymi informacjami uczniowie przystępują do ćwiczenia. Opis czynności jest wyświetlany po naciśnięciu przycisku *Procedure*. I w tym przypadku może być on ilustrowany grafiką, np. schematem połączeń lub zdjęciem stanowiska pomiarowego pokazującym połączenia przyrządów (rysunek 10). Uczniowie/studenti dokumentują realizację kolejnych kroków ćwiczenia wykonując zrzuty ekranowe, ale wykorzystują do tego opcję menu „Data Collection”. Dzięki temu pliki są zapisywane w specjalnie utworzonym dla danego kursu katalogu w pamięci Flash USB. Przy każdym zapisie trzeba określać ręcznie numer kroku, dla którego wykonywany jest zrzut ekranowy.

Ostatnim etapem ćwiczenia jest generowanie raportu z pomiarów, uruchamianego komendą „Reports”. Tworzony jest wówczas specjalny dokument html, który może być przeglądany, np. przez nauczyciela, w przeglądarce internetowej (rysunek 11).

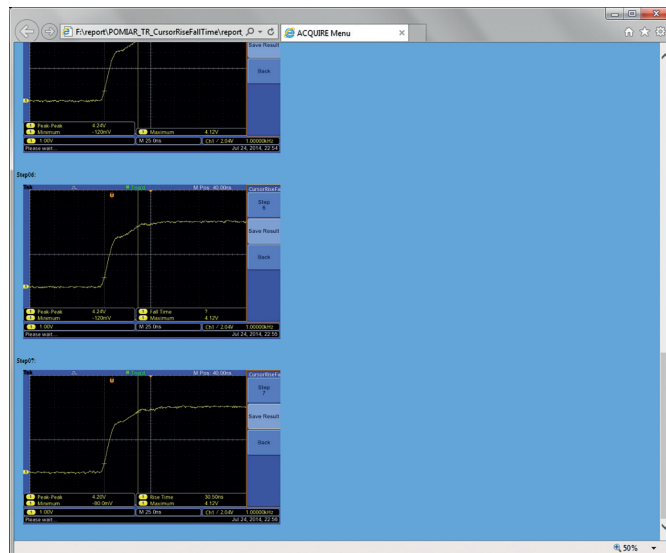
Edycja kursów

Tektronix opracował kilka gotowych do użycia kursów obejmujących najważniejsze zagadnienia związane z techniką pomiarów oscyloskopowych. Proponowane są ćwiczenia z zastosowaniem modułu Arduino, timera 555, wzmacniaczy operacyjnych, układów wykorzystujących mikrokontrolery MSP430 itp. Jak widać, oscyloskop TBS1152B-EDU z pewnością okaże się przydatny w procesie nauczania takich przedmiotów, jak: podstawy elektroniki, miernictwo elektroniczne, teoria obwodów, technika mikroprocesorowa itp. Tematyka ćwiczeń może być dowolnie rozszerzana przez nauczyciela. Do przygotowywania kursów Tektronix udostępnia specjalny, darmowy program „Course Editor” (rysunek 12). Użytkownicy przygotowują w nim wszystkie informacje, które później wyświetlane są na ekranie oscyloskopu po naciśnięciu przycisku *Course*. Automatycznie tworzone są mechanizmy zbierania kolekcji danych i generowania raportu. Prace edycyjne kończone są utworzeniem przestrzeni roboczej na dysku komputera, w której są zapisywane wszystkie pliki związane z danym kursem. Najważniejszym z nich jest plik kursu, który za pośrednictwem

pendriva jest zapisywany do specjalnego obszaru pamięci oscyloskopu przeznaczanej na przechowywanie kursów (polecenie *Utility>Update Course*). Poszczególne ćwiczenia mogą być wykorzystywane wielokrotnie w różnych kursach. Korzystnym jest ponadto utworzenie pliku PDF zawierającego te same informacje, które są wyświetlane na ekranie oscyloskopu w trakcie ćwiczeń. Dysponując nim uczniowie mogą w domu przygotować się do zajęć.

Czy warto kształcić elektroników?

Tektronix wypuszcza na rynek oscyloskop o unikatowych cechach wykorzystywanych w edukacji młodych adeptów elektroniki. Dzieje się to w czasach, w których paradoksalnie, mimo burzliwego rozwoju tej dziedziny, odnotowuje się na świecie zmniejszanie się liczby inżynierów i konstruktorów uprawiających swój zawód w klasycznej formie. Elektronika oscyluje w kierunku stosowania specjalizowanych układów scalonych, produkowanych w bardzo zaawansowanych technologiach, wymagających skomplikowanych linii montażowych. Coraz rzadziej urządzenia elektroniczne składane są z podstawowych układów elektronicznych (wzmacniaczy operacyjnych, bramek, przerzutników). Inaczej trzeba podchodzić do pomiarów urządzeń budowanych z gotowych bloków

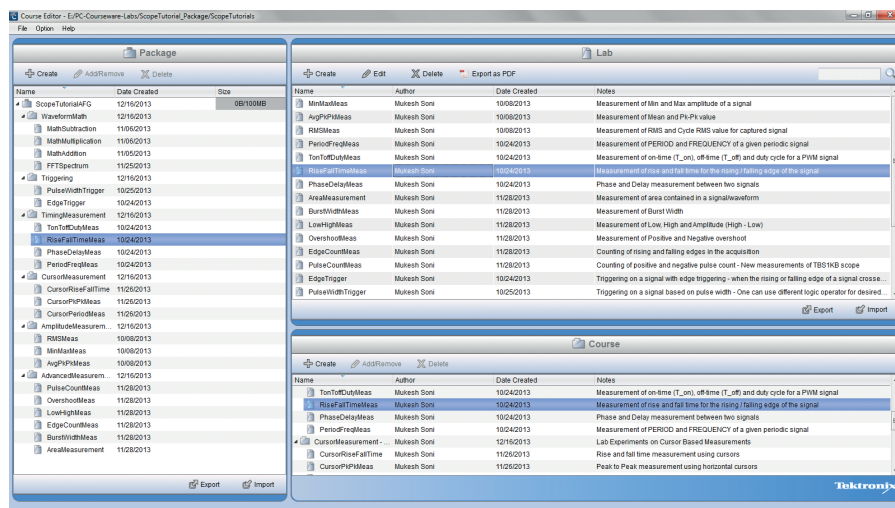


Rysunek 11. Przeglądanie raportu z pomiarów w przeglądarce internetowej

funkcjonalnych, inaczej do urządzeń składanych „na piechotę”.

Skoro jednak pomysł opracowania wersji edukacyjnej dla zwykłego oscyloskopu został zrealizowany w praktyce, i to przez takiego potentata, jakim jest Tektronix, należy sądzić, że jednak istnieje zapotrzebowanie na tego rodzaju urządzenia. Mimo wszystko specjaliści znający elektronikę od podstaw będą potrzebni zawsze, nawet wtedy, gdy wszyscy już zapomną, jak wygląda dyskretny tranzystor. Można natomiast zastanawiać się czy oscyloskop w wersji EDU będzie konkurencją dla typowych zestawów edukacyjnych. Trudno jednak wyobrazić sobie, aby laboratorium, w którym odbywają się zajęcia edukacyjne związane z elektroniką nie było wyposażone w oscyloskop. Jeśli więc tego rodzaju sprzęt ma być wykorzystywany w laboratorium, to na pewno wersja edukacyjna może uatrakcyjnić zajęcia prowadzone z uczniami/studentami.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 12. Okno programu „Course Editor”