

**Dodatkowe informacje**

Redakcja Elektroniki Praktycznej dziękuje firmie Farnell element14 za wypożyczenie generatora arbitralnego Tenma 72-2500 do testów. Więcej informacji nt. opisywanego urządzenia jest dostępne na stronie internetowej <http://www.farnell.com> (bezpośredni link <https://goo.gl/sjosCC>).



Generator arbitralny Tenma 72-2500

60 MHz, 2 kanały, 250 MSa/s,
14-bitowa rozdzielczość

Generator arbitralny jest specjalnym typem przyrządu, który można by było nazwać generatorem uniwersalnym. Jest szeroko stosowany w wielu dziedzinach, w tym przede wszystkim przy badaniu kompatybilności elektromagnetycznej oraz testowaniu urządzeń. Obok funkcji generowania typowych przebiegów, takich jak są dostępne na wyjściu generatora funkcyjnego, zapamiętuje i generuje również przebieg zdefiniowany przez użytkownika, co umożliwi testowanie zachowania się urządzenia np. na rozciągniętym opadającym lub narastającym zboczu sygnału, przy pobudzaniu impulsami o gwałtownie zmieniającym się kształcie, a także daje inne możliwości.

Generator arbitralny Tenma 72-2500 jest przyrządem wykorzystującym technikę DDS do tworzenia niemal dowolnych przebiegów dostępnych na wyjściach 2 kanałów. Rozdzielczość częstotliwościowa przebiegu sięga 10^{-6} Hz (1 μ Hz), natomiast napięcie wyjściowe jest ustalone z rozdzielczością 14 bitów. Zakres napięcia wyjściowego rozciąga się od 1 mVpp do 10 Vpp na obciążeniu 50 Ω oraz od 2 mVpp do 20 Vpp na obciążeniu 1 M Ω . Częstotliwość przebiegu wyjściowego wynosi do 60 MHz dla napięcia sinusoidalnego i do 25 MHz dla przebiegu prostokątnego. Jak przystało na generator arbitralny, użytkownik ma możliwość ustawiania stromości zboczy i współczynnika wypełnienia przebiegu prostokątnego.

Pamięć generatora arbitralnego mieści maksymalnie 1000 punktów definiowanego przebiegu i pozwala na zapisanie 48 przebiegów. Jeśli jest to mało, to do zapisania definicji przebiegów można również użyć pendrive, o czym będzie mowa dalej. Typowe przebiegi, takie jak: sinusoidalny, piłokształtny, trapezoidalny, prostokątny i impulsowy można załączyć za pomocą pojedynczego naciśnięcia przycisku umieszczonego pod wyświetlaczem. W ten sam sposób można również uruchomić generator szumu i generator arbitralny.

Menu użytkownika jest obsługiwane w sposób dobrze znany z oscyloskopów cyfrowych. Obok wyświetlacza są zamontowane dwa rzędy przycisków – poziomy i pionowy. Producent nazywa je w instrukcji

Tabela 1. Podstawowe parametry generatora arbitralnego Tenma 72-2500

Liczba kanałów	2
Częstotliwość próbkowania	250 MSa/s
Zakres częstotliwości dla przebiegu:	
• sinusoidalnego	10 ⁻⁶ Hz...60 MHz
• prostokątnego	10 ⁻⁶ Hz...25 MHz
• piłokształtnego	10 ⁻⁶ Hz...400 kHz
• impulsowego	0,5×10 ⁻³ Hz...25 MHz
• arbitralnego	10 ⁻⁶ Hz...12 MHz
Rozdzielczość częstotliwościowa	10 ⁻⁶ Hz
Rozdzielczość napięciowa	14 bitów
Maksymalna liczba zapamiętanych punktów przebiegu arbitralnego	1 Mpts
Kształt generowanych przebiegów	Sinusoidalny, prostokątny, trójkątny, trapezowy, impulsowy, szum, składowa stała, arbitralny
Zakres napięcia wyjściowego dla obciążenia:	
• 50 Ω	1 mVpp...10 Vpp
• 1 MΩ	2 mVpp...20 Vpp
Dostępne rodzaje modulacji	AM, FM, PM, ASK, FSK, PWM, SWEEP, BURST
Rodzaje interfejsów	USB Device, USB Host
Napięcie zasilające	100...240 V AC/40...400 Hz
Ciężar	3,2 kg
Wymiary	231 mm×94 mm×283 mm

przyciskami „soft”, ponieważ ich funkcje zmieniają się zależnie od kontekstu, a odpowiednie etykiety są pokazywane na ekranie LCD. Oprócz przycisków generator wyposażono również w klawiaturę numeryczną, co bardzo przyspiesza wprowadzanie wartości oraz pokrętko z przyciskiem i klawisze kursora lewo/prawo. Przycisków jest sporo jak na niewielki panel czołowy, ale dzięki temu można sprawnie poruszać się po menu i wprowadzać parametry.

Złącza wyjściowe dwóch niezależnych kanałów oraz przebiegu synchronizującego są typowe – 50-omowe gniazda BNC. Nad nimi umieszczono przyciski umożliwiające ich włączanie/wyłączanie oraz przycisk wyzwalania ręcznego. Dodatkowo, stan odpowiedniego wyjścia lub status wyzwalania są sygnalizowany za pomocą podświetlania odpowiedniego przycisku.

Ważną funkcję pełni gniazdo interfejsu USB umieszczone po lewej stronie panelu czołowego. Można w nim umieścić pendrive z partycją FAT16 lub FAT32, na którym przyrząd może zapisywać dane lub pobierać z niego parametry predefiniowanych przebiegów.

Generator jest wyposażony w kolorowy wyświetlacz graficzny o przekątnej 4,3 cala. Służy on do obsługi menu użytkownika, prezentuje status urządzenia, wyświetla generowane przebiegi oraz inne informacje, rozróżniając oba kanały przyrządu za pomocą kolorów.

Przebieg wyjściowy z generatora może być nie tylko generowany za pomocą techniki DDS, ale również modulowany wewnętrznie za pomocą dowolnego, tworzego przez instrument przebiegu oraz przy użyciu zewnętrznych źródeł sygnału. Te źródła dołącza się do gniazd BNC zamontowanych na tylnej ścianie generatora. Przebieg wyjściowy można modulować sygnałem analogowym (rodzaje modulacji analogowej: AM, FM, PM, PWM) lub cyfrowym (ASK, PSK, FSK). W wypadku zewnętrznej modulacji analogowej, jej głębokość lub dewiację ustawia się za pomocą poziomu sygnału wejściowego (dopuszczalna amplituda ±5 V). W ten sam sposób kontroluje się amplitudę, częstotliwość i fazę sygnału wyjściowego w wypadku zewnętrznej modulacji cyfrowej. W trybach *Burst* i *Sweep* na wejście generatora doprowadza się impuls wyzwalający o amplitudzie TTL, który może być bramkowany.

Na tylnej ścianie znajdziemy też wejście i wyjście oznaczone „10 MHz”. Wejście służy do doprowadzenia zewnętrznego przebiegu referencyjnego o częstotliwości 10 MHz, natomiast wyjście

umożliwia generatorowi Tenmy jego dostarczanie do innych urządzeń, na przykład – kolejnych generatorów arbitralnych pracujących synchronicznie.

Producenci nowoczesnych przyrządów pomiarowych „rozpieścili” użytkowników umożliwiając ich kontrolowanie za pomocą komputera PC. Nie inaczej jest w generatorze arbitralnym Tenmy, który można dołączyć do nadzorującego jego pracę komputera za pomocą interfejsu USB. Gniazdo interfejsu jest zamontowane na tylnej ścianie, co moim zdaniem jest bardzo dobrym pomysłem, ponieważ kabel interfejsowy nie będzie nam przeszkadzał na stole. Zaletą jest też fakt, że producent wyposażył generator w dwa złącza USB – oddzielne dla pamięci masowej i interfejsu kontrolnego. W niektórych przyrządach służy do tego pojedyncze gniazdo, co nie jest zbyt wygodne.

O zaletach generatora arbitralnego Tenmy w porównaniu z generatorem funkcyjnym w dużej mierze decyduje nie tylko możliwość generowania przebiegów o różnym kształcie, ale też dostępne opcje modulacji. Jak wspomniano, jako przebiegi modulujące i modulowane mogą być użyte wszystkie sygnały tworzone przez generator i w dowolnej kombinacji. Można też przy tym modulować przebieg wyjściowy za pomocą źródła zewnętrznego, co daje dodatkowe możliwości. Dostępne rodzaje modulacji powinny zadowolić nawet wybrednych użytkowników. Oprócz modulacji analogowej AM (amplitudowa), FM (częstotliwościowa), PM (fazowa) mamy do dyspozycji ASK (kluczowanie amplitudy), FSK (kluczowanie częstotliwości), PSK (kluczowanie fazy) oraz PWM (modulację szerokości impulsu). Wszystkie parametry modulacji za pomocą wewnętrznych sygnałów ustawia się z menu użytkownika, a odpowiednie informacje są wyświetlane na ekranie. Jak wspomniano wcześniej, w razie konieczności mogą być wykorzystane wejścia zewnętrznych źródeł modulujących i synchronizujących.

Generator jest dostarczany z kablami BNC, USB oraz oprogramowaniem na płycie CD. Umożliwia ono kontrolowanie funkcji przyrządu za pomocą „peceta” i zdaniem autora stanowi atrakcyjny dodatek, jednak w warsztacie elektronika ten typ generatora raczej będzie obsługiwany ręcznie, za pomocą menu. Komputer przydałby się w zautomatyzowanym systemie pomiarowym, do czego taki program po prostu jest niewystarczający – tu jest potrzebny „kombajn” w rodzaju LabView, ponieważ wtedy jest wymagane nie tylko generowanie pobudzenia, ale również akwizycja wyników pomiarów uzyskanych w jego wyniku. Jedyne, w czym pomoże nam program to sprawne zarządzanie zapamiętanymi przebiegami oraz łatwe ich definiowanie.

Menu przyrządu oraz oprogramowania posługuje się językiem angielskim. Jest przy tym dostępna opcja zmiany języka, ale wśród języków do wyboru nie ma polskiego. Warto wspomnieć, że w menu przyrządu jest dostępna skrócona instrukcja obsługi, która może stanowić podręczną wskazówkę i rozwiać wątpliwości odnośnie do sposobu wprowadzania nastaw lub użytkownika.

Komu może przydać się generator arbitralny? Tak naprawdę uniwersalność generatora oraz szerokie możliwości są powodami, dla których można mnożyć jego zastosowania. Na pewno przyda się on konstruktorowi elektronikowi, który będzie mógł testować urządzenia za pomocą różnych pobudzeń, sprawdzać zachowanie się na zboczu sygnału, tworzyć sygnały testowe zmodulowane cyfrowo lub analogowo. Przyda się też w serwisie urządzeń elektronicznych, zwłaszcza tych bardziej zaawansowanych technicznie. Przyda się osobom zajmującym się automatyką przemysłową i inteligentnymi budynkami oraz wielu innym. Przydałby się też i w warsztacie elektronika hobbyisty, ale dla niego zaporowa może być cena.

Generatory arbitralne nie należą do tanich instrumentów. Zależnie od parametrów oraz liczby wbudowanych funkcji (przeważnie związanych z rodzajami dostępnych modulacji) ich ceny wahają się od kilku do kilkunastu tysięcy złotych. W momencie tworzenia artykułu generator arbitralny Tenma 72-6500 kosztował 2 833,53 złote netto, co plasuje go raczej w dolnym zakresie przedziału cenowego.

Jacek Bogusz, EP