**Dodatkowe informacje:**

NDN, 02-784 Warszawa, ul. Janowskiego 15,  
tel./fax: 22-641-15-47, tel.: 22-641-61-96,  
e-mail: ndn@ndn.com.pl, [www.ndn.com.pl](http://www.ndn.com.pl)

# Hameg HMO1024

## Oscyloskop edukacyjny

*Sądząc po ilości ofert na oscyloskopy cyfrowe można przypuszczać, że ten sprzęt nie dożywa swojej naturalnej śmierci. Zanim wszystko w nim się zepsuje, ląduje na wysypisku śmieci, a jego miejsce zajmują kolejne, nowocześniejsze i bardziej wydajne modele. Tak szybki postęp nie stwarza użytkownikom komfortowej sytuacji, gdyż już w chwili zakupu nie są pewni czy dokonali odpowiedniego wyboru. Pewną gwarancję daje marka sprzętu. Hameg należy do tych firm, które cieszą się bardzo dobrą opinią użytkowników.*

Dożyliśmy czasów, w których o oscyloskopach z klasyczną lampą obrazową pamiętają już tylko najstarsi elektrycy. Technika analogowa bezpowrotnie odchodzi w zapomnienie, wycofują się z niej najbardziej wytrwali producenci sprzętu. Takim „ostatnim Mohikaniem” jest dobrze u nas znana niemiecka firma Hameg. Wprawdzie nadal w jej ofercie znajdują się analogowe modele oscyloskopów, ale ich dni są już jednak policzone. W czerwcu 2010 roku inny niemiecki

potentat w dziedzinie produkcji aparatury pomiarowej przeznaczonej głównie dla telekomunikacji, informatyki i laboratoriów EMC - firma Rhode&Schwarz, zaanonsowała swój pierwszy oscyloskop cyfrowy. Tak też złożyło się, że nie tak dawno R&S wykupił Hamega. Czy zatem decyzja o rezygnacji z produkcji oscyloskopów analogowych nie jest związana z przemianami własnościowymi? Oscyloskopy cyfrowe Hamega nadal jednak będą ukazywały się pod nazwą „Hameg”,

natomiast te modele, które zostały zaprojektowane w biurach konstrukcyjnych R&S będą produkowane z logo „Rhode&Schwarz”. Zatem nic nie wskazuje na to, że marka Hameg zniknie z rynku, wręcz przeciwnie, ma ona mocne podstawy do dalszego istnienia. Oficjalna nazwa brzmi obecnie: Hameg Instruments A Rhode&Schwarz Company. Można oczekiwać, że połączenie sił znajdzie swoje pozytywne odzwierciedlenie w jakości, cenie i parametrach nowych przyrządów.

### Aby nauka nie poszła w las

Opisywany w artykule oscyloskop ma dość interesującą genezę. Mianowicie kiedyś, w epoce sprzętu analogowego, nauczyciele prowadzący zajęcia praktyczne w pracowniach i laboratoriach szkół o profilu technicznym (elektronicznym), mieli swoje ulubione ćwiczenie, które zadawali biednym uczniom. Polegało ono na całkowitym,

ale przypadkowym rozkręceniu wszystkich możliwych pokręteł oscyloskopu i nakazaniu uczniom sprowadzenia przyrządu do takiego stanu, w którym będzie możliwe obserwowanie przebiegów. Mimo koła ratunkowego w postaci przycisku *Beam Locate* czy *Beam Find*, zadanie to często okazywało się bardzo trudne. W oscyloskopach cyfrowych sprawę ułatwia magiczny *Auto Set*, którego zakres działania jest nawet szerszy, gdyż automatycznie ustawia wszystkie parametry związane ze wzmocnieniem toru pomiarowego, optymalnie ustawia podstawę czasu, wybiera tryb wyzwalania i dogodnie pozycjonuje oscylogram na ekranie. Zamiłowania nauczycieli w zapędzaniu uczniów w kozi róg mimo zmiany generacji sprzętu nadal pozostały. Dlatego powstał nieco szalony pomysł, aby w oscyloskopach przeznaczonych dla edukacji zablokować działanie przycisku *Auto Set*. Eksperyment miał być przeprowadzony w oscyloskopie HMO1024, na szczęście jeszcze go nie zrealizowano. Nie jest jednak wykluczone, że w którymś z następnych modeli przycisk ten będzie w jakiś sposób blokowany.

Edukacyjnym elementem oscyloskopu HMO1024 jest za to niespotykany chyba w przyrządach innych producentów port o nazwie „Component Tester”. Kiedyś podobna funkcjonalność była nazywana charakterografem. Był to zresztą bardzo lubiany temat dla domorosłych konstruktorów, powstawały liczne projekty przystawek charakterograficznych dla oscyloskopów analogowych. Urządzenie to jest wykorzystywane do badania charakterystyk prądowo-napięciowych różnych podzespołów, np. diod, tranzystorów itp. Component Tester oscyloskopu HMO1024 ma jednak znacznie ograniczony zakres pomiarowy, gdyż maksymalne napięcie występujące na gnieździe nie może być większe niż 10 V. O ile diodę Zennera C9V1 da się tym zmierzyć, to już określenie napięcia wstecznego złącza C-E najprostszego tranzystora nie będzie raczej możliwe. Component Tester znalazł się w oscyloskopie przede wszystkim ze względu na przewidywane stosowanie go w szkołach technicznych na zajęciach o elementach półprzewodnikowych.

## Niemiecki sposób myślenia

Wielokrotnie opisując tanie oscyloskopy cyfrowe produkowane na ogół w Chinach podkreślałem, że wyglądają jakby schodziły spod jednej sztancy. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim stosowanego w nich oprogramowania, w mniejszym zaś stopniu mechanicznych elementów regulacyjnych. „Ćwicząc” te przyrządy stałem się mimowolnym niewolnikiem przyjętych w nich zasad. Gdy po takich doświadczeniach bierze się do ręki oscyloskop na przykład taki, jak opisywany w artykule HMO1024, od samego początku odnosi się wrażenie, że coś jest nie tak. Zapewne działa to i w drugą stronę,

tnz. dla użytkowników Hamegów dziwna wydaje się obsługa oscyloskopów azjatyckich. Różnice są subtelne i nawet trudne do werbalnego określenia, ale są... Przykładem może być rozmieszczenie sekcji na panelu przednim. Nie ma tu jakiejś ogólnie obowiązującej reguły, można jedynie zastosować daleko idące skojarzenie z ewolucją genetyczną spotykaną w przyrodzie. Na przykład, żaby są zielone, gdyż żyjąc na łąkach są mniej widoczne niż na przykład czerwone. Żaby czerwone (jeśli kiedykolwiek takie istniały) były łatwiej dostrzegane przez ich wrogów i szybciej ginęły. Ich liczebność w populacji spadała. Tym samym odpowiedzialnego za to genu było coraz mniej na korzyść genu odpowiedzialnego za kolor zielony. I tak dzisiaj możemy podziwiać na ogół żaby właśnie koloru zielonego. Powróćmy do oscyloskopów i ich paneli przednich. Nie ma oczywiście jakiejś ogólnościowej zasady nakazującej rozmieszczanie poszczególnych sekcji w ściśle określonym porządku. Jeśli mimo to obserwujemy w tym zakresie jakąś regułę, to może ona wynikać wyłącznie z ergonomii pracy i swego rodzaju „ewolucji genetycznej” oscyloskopów. I tu okazuje się, że jeśli sekcje „Horizontal” i „Trigger” występują obok siebie (spotykany jest także układ pionowy), to w oscyloskopach np. Tektronixa, Yokogawy, czy tańszych, takich jak: Rigol, GW Instek, Tekway itp. są rozmieszczone w wyżej wymienionej kolejności. W oscyloskopie HMO1024 sekcja „Trigger” znajduje się po lewej stronie sekcji „Horizontal”. Ale właściwie może to tylko detal i pewnie część Czytelników posądzi mnie, że się czepiam. Ostatecznie, jak ktoś pierwszy raz zasiądzie do oscyloskopu i będzie to Hameg, prawdopodobnie w ogóle nie zwróci na ten problem uwagi..., chyba że jednak określony układ panelu wynika z ergonomii pracy.

Ale jak tu się nie czepiać? Obok wyświetlacza umieszczono przyciski obsługujące opcje wyświetlane na ich wysokości w prawej części ekranu. Można powiedzieć, że „robi tak cały świat”. Nad nimi znajduje się jeszcze jeden przycisk, służący w Hamegu do...? Nie, nie. Nie kasuje się nim wyskakujących menu, ewentualnie podpowiedzi. Przycisk ten, to wyłącznik oscyloskopu (!). Jakie są konsekwencje takiej właśnie lokalizacji tego elementu? Nie trudno sobie wyobrazić. Nawiasem mówiąc, przycisk ten nie wyłącza całkowicie przyrządu, wprowadza go jedynie w stan *Standby*, tak jak wyłącza się telewizor pilotem. Prawdziwy wyłącznik znajduje się na tylnej ścianie oscyloskopu, i z tego względu najczęściej nie będzie łatwo osiągalny.

## MSO – Mixed Signal Oscilloscope

Oscyloskop HMO1024 został wyposażony w gniazdo 8-kanalowej sondy logicznej. Zakup samej sondy jest jednak opcjonalny, i można tego dokonać w dowolnym czasie.

Od strony programowej nie istnieją żadne zabezpieczenia. Wystarczy więc dołączyć sondę, aby korzystać z pomiarów sygnałów mieszanych (analogowych i cyfrowych). Pomiar z użyciem sond cyfrowych przypomina pracę z analizatorem stanów logicznych. Są one wykorzystywane przede wszystkim wtedy, gdy interesują nas zależności logiczne. Niekiedy zachodzi jednak konieczność jednoczesnej obserwacji sygnału cyfrowego i jego postaci analogowej. Powodem może być na przykład podejrzenie, że poziomy sygnał cyfrowego nie mieszczą się w przewidzianych dla nich zakresach, albo że gdzieś występują jakieś zakłócenia analogowe przekłamujące informację przekazywaną sygnałem cyfrowym. Korzystając z opcji sygnałów mieszanych można stosunkowo łatwo takie przypadki wykryć, a nawet dokładnie zlokalizować. Innym przykładem jest cyfrowa generacja sygnału analogowego. Podglądając współzależność analogowego przebiegu wyjściowego od poszczególnych składowych cyfrowych, z których został złożony, można ocenić poprawność pracy urządzenia. Zaletą takiego trybu pracy jest też możliwość wyzwalania podstawy czasu sygnałami cyfrowymi. Warunek wyzwalający może składać się z rozbudowanego wyrażenia logicznego, którego argumentami są poszczególne sygnały cyfrowe. Ponadto dostępne są kryteria czasowe określające na przykład jak długo ma trwać określony stan, aby spowodował wyzwolenie. Oprogramowanie oscyloskopu uwzględnia 3 predefiniowane standardy cyfrowe (TTL, CMOS i ECL) oraz dwa definiowane dowolnie przez użytkownika. Do pracy z analizatorem stanów przewidziano bardzo użyteczne udogodnienie. Zastosowany w oscyloskopie HMO1024 wyświetlacz ma matrycę 640×480 pikseli o przekątnej 16,5 cm. 8 przebiegów cyfrowych zajmując więc sporą część ekranu. Aby zmieścić na nim wszystkie, włącznie z przebiegami analogowymi, należałoby znacznie zmniejszyć ich rozmiary. Tak dzieje się w większości oscyloskopów dysponujących wejściami cyfrowymi. W HMO1024 zastosowano prosty, za to skuteczny zabieg w postaci ekranu wirtualnego, dysponującego aż 20 działkami osi pionowej. Fizyczny ekran oscyloskopu jest tylko rzeczywistym oknem o rozmiarach 12 działek w poziomie i 8 w pionie. Zawartość ekranu wirtualnego jest przewijana paskiem, tak jak jest to praktykowane w komputerach.

## Pomiary kursorowe i automatyczne

Markery ekranowe były stosowane już w oscyloskopach analogowych, znacznie ułatwiając ocenę ilościową badanego sygnału. Oscyloskopy cyfrowe stworzyły zupełnie nowe możliwości tego typu pomiarów, skrupulatnie zresztą wykorzystywane nawet w najprostszych przyrządach. Na ogół stosowane są dwa kursory

umożliwiający ocenę wartości chwilowej, albo przedziału napięciowego lub czasowego (**rysunek 1**). Konstruktorzy Hamega poszli jeszcze dalej. W pomiarach kursorowych mogą być wykorzystywane trzy kursory, dzięki czemu można na przykład określać (mierzyć) parametry fazy przebiegu dla trybu *Ratio X* lub wszelkiego rodzaju przerosty i przepięcia dla trybu *Ratio Y*. W trybie *Ratio X* określany jest stosunek różnicy czasu między kursorem pierwszym i drugim do różnicy czasu między kursorem pierwszym i trzecim. Jak widać istotną jest kolejność ustawiania kursorów. Wynik jest podawany w postaci liczby zmiennoprzecinkowej, wartości procentowej, w stopniach lub w radianach. Analogicznie przebiega pomiar w trybie *Ratio Y*, inna jest tylko interpretacja wyników.

Udogodnieniem jest możliwość przesuwania kursorów z dwoma prędkościami. Zgrubne dosunięcie kursora do wybranego punktu przebiega w trybie *Coarse*, a do precyzyjnego ustawienia korzystniejsza jest opcja *Fine*.

Na tym nie kończy się rola kursorów w oscyloskopie HMO1024. Są one również połączone w pewnym sensie z pomiarami automatycznymi. Na panelu przednim znajduje się przycisk *Cursor Measure*, którym są inicjowane dużo bardziej złożone pomiary, niż w klasycznym ich wydaniu. Są to: wspomniane już *Ratio X* i *Ratio Y*, a także  $\Delta V$ ,  $\Delta t$ ,  $1/\Delta t$  (f),  $V$  to  $Gnd$ ,  $V_t$  related to Trigger point, pulse count, peak to peak, peak+, peak-, mean value, RMS value, standard deviation. Wybranie opcji *RMS value* powoduje na przykład wyświetleniem wartości skutecznej przebiegu, obliczonej za okres wyznaczany kursorami (**rysunek 2**). Na podobnej zasadzie działają pozostałe opcje.

Pomiary automatyczne to obowiązkowy element narzędzi pomiarowych oscyloskopów cyfrowych. Niemal każdy producent stosuje tu własne rozwiązania. W Hamegu przyjęto zasadę, że są one wywoływane po naciśnięciu przycisku *Auto Measure* zlokalizowanego w sekcji „*Analyze*” na panelu czołowym. Możliwe jest po tym zdefiniowanie dwóch parametrów, które będą następnie na bieżąco mierzone i wyświetlane w dolnej części ekranu. Dostępne są wszystkie najpotrzebniejsze parametry, trochę jednak szkoda, że tylko dwa z nich mogą być jednocześnie wyświetlane. Niedogodność tę rekompensuje w pewnym stopniu opcja „*Quick View*”, aktywowana po naciśnięciu takiego przycisku. Powoduje ona wyświetlenie 5 najważniejszych parametrów. Na **rysunku 3** przedstawiono oscylogram uzyskany w tym trybie. Oscyloskop ustawił na ekranie kursory w punktach wyznaczających maksimum i minimum przebiegu. W ten sposób można łatwo lokalizować zniekształcenia typu *overshoot*.

## Nie tylko FFT

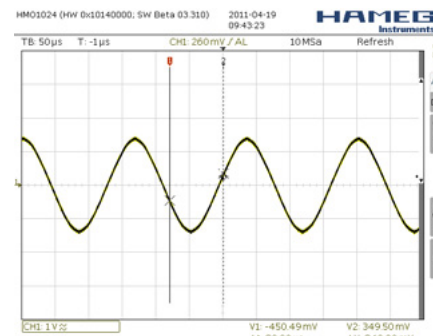
Jeszcze nie tak dawno oscyloskopy cyfrowe można było podzielić na takie, w których została zaimplementowana analiza widmo-

wa FFT i takie, które jej nie mają. Ale postęp jest dość szybki, i dzisiaj nieco zmieniły się jego wyznaczniki. Obecnie zaczynają się pojawiać oscyloskopy klasy średniej, w których obliczenia matematyczne wybiegają znacznie poza proste dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie przebiegów z kanałów pomiarowych, a funkcja FFT już właściwie nikogo nie dziwi. Wręcz przeciwnie, oscyloskopy bez niej mają coraz mniejsze szanse na sukces marketingowy, a mówiąc bardziej dosadnie, nie mają jej w ogóle. Oscyloskop HMO1024 umożliwia dokonywanie bardzo zaawansowanych obliczeń matematycznych, do których można zaliczyć m.in.: obliczanie odwrotności, wartości całkowitej, pierwiastka, kwadratu, różniczki, całki, wartości minimalnej i maksymalnej. Użytkownik może zdefiniować maksymalnie pięć takich formuł. Do każdego wyniku jest dodawane miano wartości fizycznej z odpowiednim prefiksem jednostki (mili, mikro, nano itp.), jeśli tylko może ono ułatwić analizę pomiarów.

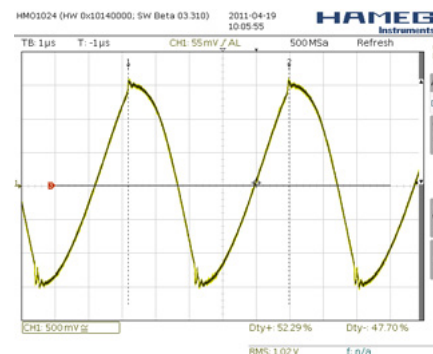
O funkcji FFT nie można jednak nie wspomnieć. Bo w badanym egzemplarzu oscyloskopu HMO1024 była to całkowita porażka, chociaż nie chcę definitywnie przesądzać sprawy. Porównywałem jej działanie w innych modelach Hamega i oscyloskopach innych marek, gdzie wszystko odbywało się co najmniej w granicach przyzwoitości. W testowanym HMO1024 świat jakby zatrzymał się w miejscu. Tak wolno działającej analizy FFT nie spodziewałem się. I to nie wszystko. Dokładna, można nawet rzec drobiazgowo analiza widma przebiegu kalibracyjnego dostępnego w oscyloskopie wykazała drobne nieścisłości. Zakładając, że jest to przebieg prostokątny zbliżony do ideału, jego widmo powinno mieć charakterystyczne, stopniowo malejące prążki na nieparzystych harmonicznych. Tymczasem okazało się, że w HMO1024 7. harmoniczna miała poziom mniejszy niż 9., a 11. była mniejsza niż 13. (**rysunek 4**). Może to wynikać albo z nieidealności przebiegu wzorcowego, albo z błędów w procedurach obliczających FFT. Dla porównania, na **rysunku 5** przedstawiono analogiczny test przeprowadzony w oscyloskopie DS1202CA Rigola. Być może wytłumaczeniem tego faktu jest prawdopodobnie przedprodukcyjna wersja oprogramowania (beta patrz rysunek 4), jaką dysponował badany egzemplarz HMO1024.

## Inne cechy oscyloskopu

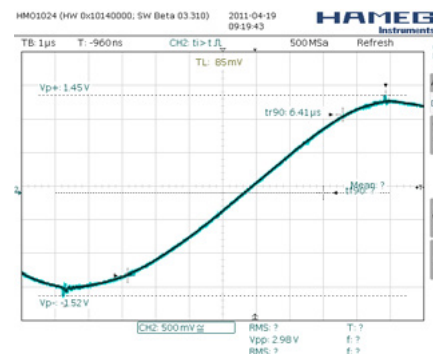
W rekordzie oscyloskopu HMO1024 można zapisać 2 Mpróbek, co jest parametrem pozwalającym realizować programowy zoom o powiększeniu 50000:1 (**rysunek 6**). Jest to niezły parametr, dzięki któremu można oglądać przebiegi z dużą precyzją. Funkcja Zoom nie działa przy włączonej analizie FFT, ale możliwość tę zachowują na razie chyba tylko oscyloskopy najwyższej klasy. Dostępna



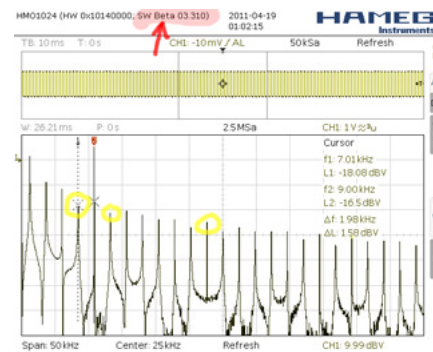
Rysunek 1. Pomiary przy użyciu 2 kursorów



Rysunek 2. Pomiary przy użyciu 3 kursorów

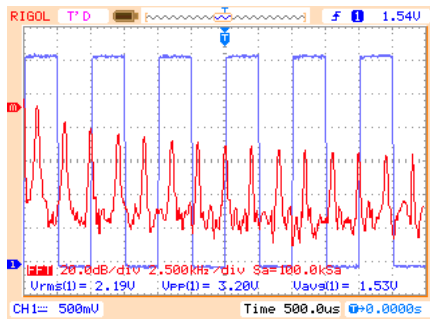


Rysunek 3. Oscylogram uzyskany w trybie „Quick View”

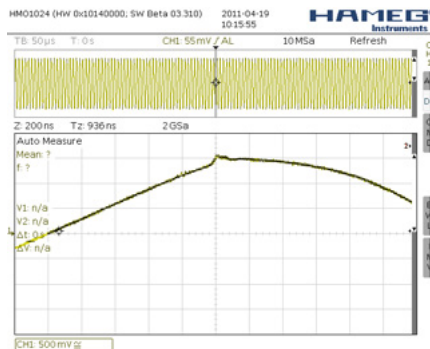


Rysunek 4. Wynik analizy FFT przebiegu kalibracyjnego oscyloskopu HMO1024

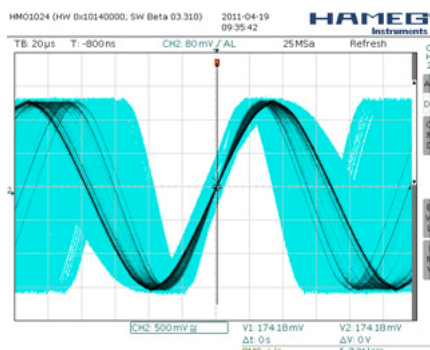
w oscyloskopie persystencja jest idealnym narzędziem służącym do badania wszelkich wahań i fluktuacji przebiegu (**rysunek 7**). Nastawy przyrządu, zrzuty ekranowe, formuły matematyczne, przebiegi wejściowe i odniesienia



Rysunek 5. Wynik analizy FFT przebiegu kalibracyjnego oscyloskopu Rigol DS1202CA



Rysunek 6. Okno Zoom



Rysunek 7. Pomiar modulowanego częstotliwościowo sygnału sinusoidalnego z włączoną persystencją

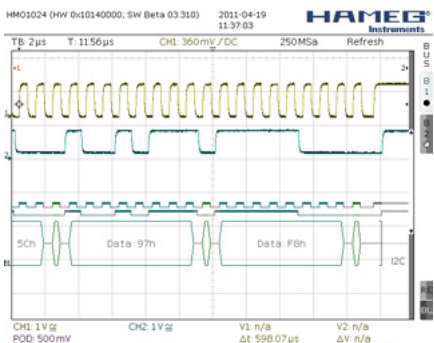
mogą być zapisywane w pamięci wewnętrznej i w pamięciach masowych typu pendrive. Zapisowi nie towarzyszy jednak pasek postępu, co przy stosunkowo długim niekiedy czasie trwania tej operacji może wprowadzać użytkownika w lekki stan niepewności. Nie ma też możliwości wycofania się z podjętej akcji przed jej zakończeniem.

Kolejnym standardem, który od pewnego czasu obowiązuje nawet w klasie średniej oscyloskopów, jest możliwość analizowania danych na liniach najczęściej stosowanych interfejsów komunikacyjnych. Oscyloskop HMO1024 jest z tą zasadą kompatybilny. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowy oscylogram zdjęty podczas pomiarów interfejsu I<sup>2</sup>C. W górnej części ekranu widoczne są sygnały na poszczególnych liniach, w analogowej postaci. W dolnej części ekranu umieszczono ich interpretację wykonaną przez oscyloskop.

Tabela 1. Wybrane parametry oscyloskopu Hameg – HMO1024	
Liczba kanałów	4
Pasma analogowe	100 MHz (5 mV..10 V)/dz 20 MHz (1 mV, 2 mV)/dz
Częstotliwość próbkowania	4×1 GSa/s, 2×2 GSa/s Kanały logiczne: 8×1 GSa/s
Rekord	4×1 Mpts, 2×2 Mpts
Impedancja wejściowa	1 MΩ, 15 pF ±2 pF
Maksymalne napięcie wejściowe	200 V (DC+peak AC)
Czas narastania	<3,5 ns
Wyzwalanie	Slope/Video/Logic/Pulses/Busses (opcja) I <sup>2</sup> C/SPI/UART/RS-232 (opcja H0010) Źródła: CH 1...CH 4, Ext., LCH 0...7 I <sup>2</sup> C/SPI/UART/RS-232 (opcja H0011) Źródła: CH 1...CH 4, Ext. Format: hexadecimal, binary
I <sup>2</sup> C	Trigger on Start, Stop, Restart, NACK, Adress (7- lub 10-bitowy), Data, Address and Data, do 5 Mb/s
SPI	Dana do 32 bitów, Chip select (CS) pos. or neg., bez CS, do 12,5 Mb/s
UART/RS-232	Dana do 8 bitów, do 30 Mb/s
Tryby akwizycji	Refresh, Average, Envelope, Peak-Detect Roll: free run/triggered, Filter
Rozdzielczość przetwornika	8 bitów
Interpolacja	sin(x)/x, linear, Sample-hold
Pomiary automatyczne	Frequency, Period, pulse count, Vpp, Vp+, Vp-, Vrms, Vavg, Vtop, Vbase, twidth+, twidth-, tdutycycle+, tdutycycle-, trise, tfall, pos. edge count, neg. Edge count, pos. pulse count, neg. pulse count
Pomiary kursorowe	ΔV, Δt, 1/Δt (f), V to Gnd, Vt related to Trigger point, ratio X and Y, pulse count, peak to peak, peak+, peak-
Funkcje matematyczne	ADD, SUB, 1/ X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV, INTG, DIFF, SQR, MIN, MAX, LOG, LN, Low-, High-pass filter
Napięcie zasilania	90...235 VAC, 50/60 Hz CAT II
Pobór mocy	Max. 50 W (230 V, 50 Hz)
Wymiary	285×175×140 mm
Waga	<2,5 kg

Po wybraniu trybu XY, na ekranie jest wyświetlane główne okno przedstawiające zależność pomiędzy sygnałami doprowadzonymi do dwóch kanałów oscyloskopu, w mniejszych oknach są natomiast widoczne oba przebiegi wykreślone w funkcji czasu (rysunek 9). W trzecim okienku jest umieszczana charakterystyka prądowo-napięciowa wbudowanego charakterografu.

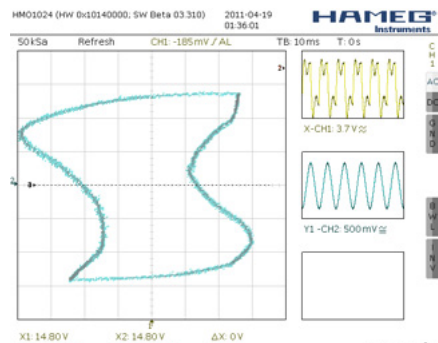
Do innych zalet oscyloskopu HMO1024 należy zaliczyć: cichą pracę, niskie szумы kanałów pomiarowych i stosunkowo krótki czas osiągnięcia gotowości pomiarowej, równy ok. 10 sekund. Najważniejsze dane techniczne oscyloskopu HMO1024 przedstawiono w tabeli 1.



Rysunek 8. Automatyka interpretacja danych na liniach interfejsu I<sup>2</sup>C

Oscyloskop HMO1024 należy do klasy średniej. Często padają prośby o porównanie go z innymi, podobnymi przyrządami. Ogólnie można powiedzieć, że chyba najbliższe są analogiczne modele oscyloskopów np. Agilent DSOX2014/3014 i Tektronix MSO2014, ale jest to pewne uproszczenie, gdyż z różnych względów bezpośredniego porównania nie da się przeprowadzić. Mam nadzieję, że wypunktowane w artykule niedociągnięcia wynikają głównie z nie do końca dopracowanej wersji oprogramowania, jakim dysponował badany egzemplarz. Warto na to zwracać uwagę przy zakupie.

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



Rysunek 9. Ekran wyświetlany w trybie XY