



System akwizycji danych – Rigol M300

W przypadkach, w których konieczne jest monitorowanie dużej liczby sygnałów, nawet wielokanałowe oscyloskopy cyfrowe okazują się przyrządami niewystarczającymi do wykonania pomiarów. Trzeba wówczas sięgać po zupełnie inne urządzenia. Są to systemy akwizycji danych, na przykład takie, jak oferowany przez Rigola przyrząd M300.

Współczesna technika zadziwia oryginalnością rozwiązań, skutecznością działania, precyzją, wielofunkcyjnością. Najbardziej spektakularne osiągnięcia obserwujemy w kosmonautyce, wojskowości, motoryzacji, automatyce. Jako użytkownicy sprzętu zwykle nie zdajemy sobie sprawy z tego, ile wysiłku wymaga skonstruowanie każdego z wykorzystywanych przez nas urządzeń.

Jednym z najważniejszych czynników decydujących o sukcesie konstruktorów jest doświadczenie i wiedza obejmująca

szerokie spektrum zagadnień związanych z realizowanym projektem. Są to czynniki w pewnym sensie skorelowane ze sobą, jednak doświadczenie jest nabywane przede wszystkim wraz upływem czasu, wiedzę natomiast zdobywa się m.in. na podstawie różnorodnych badań. Obejmują one na przykład analizę wielkości fizycznych przekształcanych najczęściej na odpowiadające im sygnały elektryczne. Oprócz tak podstawowego wyposażenia każdego laboratorium naukowego, jakim są oscyloskopy,

Dodatkowe informacje:
NDN-ZBIGNIEW DANILUK
 ul. Janowskiego 15, 02-784 Warszawa
 tel/fax: 22 641 61 96, 22 644 42 50, 22 641 15 47
 e-mail: ndn@ndn.com.pl, <http://ndn.com.pl>

różnego rodzaju analizatory, multimetry itp., laboratorium musi dysponować również odpowiednim system akwizycji danych. System taki pozwala koncentrować w jednym punkcie dane zbierane z wielu czujników zainstalowanych w wielu miejscach badanego obiektu.

Systemy akwizycji danych znajdują się w ofercie większości producentów elektronicznej aparatury pomiarowej. W artykule przedstawiono rozwiązanie proponowane przez Rigola. Jest to urządzenie oznaczone symbolem M300, mające także kilka wersji handlowych rozróżnianych liczbą występującą za literą M (np. M301, M302).

Koncepcja systemu akwizycji danych M300

Patrząc na M300 od strony płyty czołowej można odnieść wrażenie, że ma się do czynienia z oscyloskopem cyfrowym (**fotografia 1**). Uwagę zwraca nieco wydłużona obudowa, która musi pomieścić specjalne karty pomiarowe (funkcyjne). W ofercie Rigola jest ich kilka, różnią się realizowanymi zadaniami. Wszystkie karty wykonano w tym samym standardzie (**fotografia 2**). Na przeciwnych ściankach umieszczono gniazda umożliwiające połączenie kart z urządzeniem M300 oraz doprowadzenie sygnałów pomiarowych. Użytkownik może zastosować własny wtyk zgodny z gniazdem zainstalowanym w karcie, ale zwykle wygodniej jest korzystać z dodatkowych zewnętrznych modułów połączeniowych (**fotografia 3**). Każdy moduł połączeniowy ma gniazdo wykorzystywane do usadzenia go w karcie pomiarowej. Po odsłonięciu górnej pokrywy ukazują się natomiast łączówki śrubowe umożliwiające wygodne wykonanie połączenia zewnętrznego źródła sygnałów pomiarowych z system M300. Karty pomiarowe są instalowane w urządzeniu M300 poprzez specjalne prowadnice dostępne w tylnej części obudowy (**fotografia 4**). Wadą takiego rozwiązania jest to, wystający poza obudowę moduł połączeniowy uniemożliwia pochylenie obudowy do góry, co mogłoby ułatwić odczytywanie informacji wyświetlanych na ekranie urządzenia (wyświetlacz LCD o przekątnej 4,3 cala). Aby zapewnić względny komfort korzystane jest więc umieszczanie urządzenia M300 na półce znajdującej się mniej więcej na wysokości oczu użytkownika.

Charakterystyka systemu M300

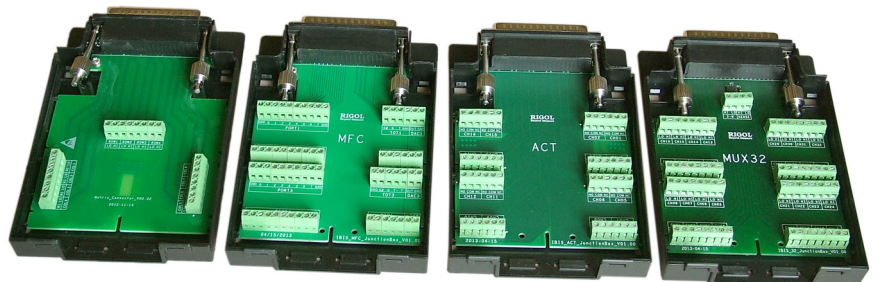
Najważniejszymi parametrami systemów akwizycji danych jest liczba obsługiwanych kanałów pomiarowych, szybkość dokonywania pomiarów, czas rejestracji, a pośrednio także koszt systemu przeliczany na jeden kanał. Jednostka centralna M300 może obsługiwać do 320 kanałów pomiarowych, co po uwzględnieniu całkowitego kosztu urządzenia i wszystkich komponentów systemu stawia Rigola na bardzo dobrej pozycji pod względem kosztów przeliczanych na jeden kanał. W jednym urządzeniu może być zainstalowanych maksymalnie 5 kart pomiarowych wybieranych spośród pięciu typów oferowanych przez producenta. Jeden slot jest zajmowany zwykle przez kartę pełniącą funkcję 6½-cyfrowego miernika uniwersalnego. Pozostałe karty są instalowane w zależności od potrzeb wynikających z charakteru prowadzonych badań. Urządzenie może pracować samodzielnie, bez konieczności dołączania go do komputera, zapisując dane w wewnętrznej pamięci Flash lub w zewnętrznej pamięci USB.



Fotografia 1. Widok płyty czołowej systemu akwizycji danych M300



Fotografia 2. Karta pomiarowa (funkcyjna)



Fotografia 3. Moduły połączeniowe

Możliwe jest zapisanie 100 tysięcy odczytów. Karta multimetru jest ustawiana w jeden z kilku opisanych dalej trybów pracy.

Urządzenie zawiera większość popularnych interfejsów komunikacyjnych stosowanych powszechnie w automatyce i na zaautomatyzowanych stanowiskach pomiarowych. Są to: USB Device, USB Host, GPIB, LAN (LXI Core 2011 Device) i RS232. Do sterowania wykorzystywany jest popularny zestaw komend CSPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*). Rigol udostępnia ponadto aplikację Ultra Acquire przeznaczoną do sterowania systemem M300 za pośrednictwem komputera PC.

Oznaczenie M300 dotyczy czystej jednostki centralnej. Jak wiemy, do jakiegokolwiek pracy niezbędne jest jednak wyposażenie urządzenia co najmniej w jedną kartę

pomiarową (funkcyjną), a jeśli system ma pracować autonomicznie wymagana będzie także karta multimetru. Producent przewidział dwa dodatkowe typowe warianty systemu, i tak: M301 jest oznaczeniem handlowym jednostki centralnej M300 z fabrycznie zainstalowaną kartą multimetru cyfrowego (MC3065), a M302 to M301 dodatkowo rozszerzone o moduł 20-kanałowego multipleksera sygnałów pomiarowych (MC3120).

Charakterystyka kart pomiarowych (funkcyjnych)

MC3065 – multimetr cyfrowy. Karta multimetru dokonuje pomiarów sygnałów doprowadzonych do niej na przykład za pośrednictwem modułów połączeniowych i multipleksów. Należy zadbać, aby napięcia

doprowadzone do karty nie przekraczały 300 Vdc lub 300 Vrms. Karta umożliwia pomiary napięć stałych i zmiennych, prądów stałych i zmiennych, częstotliwości, okresu i temperatury za pośrednictwem czujników RTD, termistorów i termopar, a także dwu- i czteropółprzewodnikowych pomiarów rezystancji. Ponadto mogą być mierzone sygnały z różnego rodzaju czujników wielkości nieelektrycznych.

MC3120 – multiplexer 20-kanalowy.

Karta umożliwia przełączanie 20 kanałów składających się z dwóch linii (HI i LO). Zapewniono pełną izolację pomiędzy poszczególnymi liniami. Sygnały są zgrupowane w dwóch bankach A i B zawierających po dziesięć 2-przewodowych kanałów. Podczas pomiarów z zastosowaniem połączeń 4-przewodowych odpowiednie kanały z banku A i banku B są ze sobą parowane. Karta współpracuje z modulem połączeniowym M3TB20. Przykładowe okno konfiguracji karty przedstawiono na rysunku 5, a schemat połączeń na rysunku 6.

MC3132 – multiplexer 32-kanalowy.

Karta pełni analogiczne funkcje jak MC3120, z tym, że obsługuje 32 kanały 2-przewodowe (HI, LO). Współpracuje z modulem połączeniowym M3TB32.

MC3164 – multiplexer 64-kanalowy.

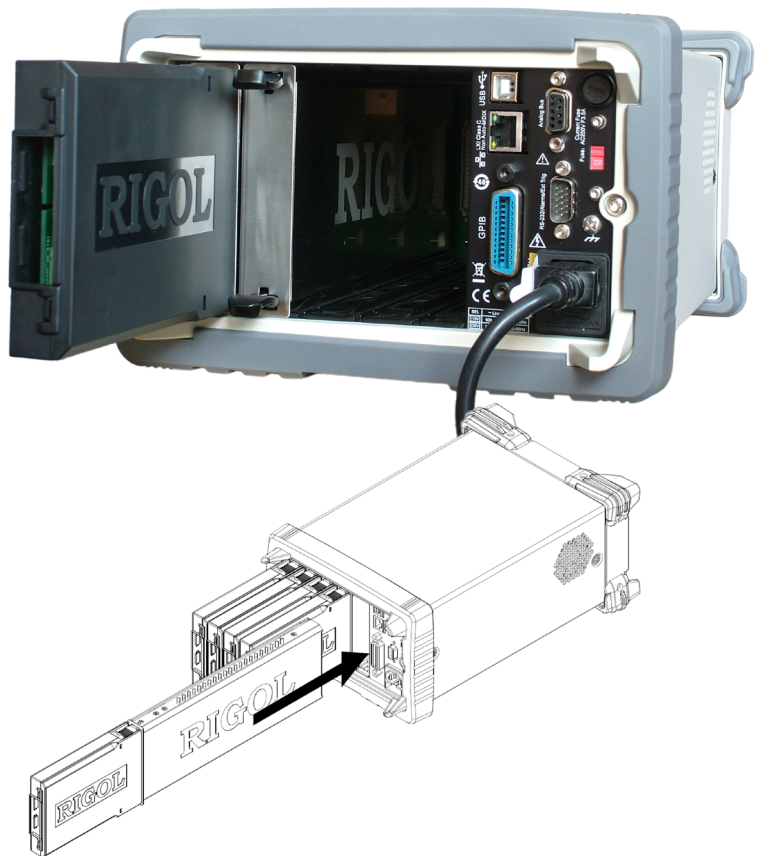
Karta pełni analogiczne funkcje jak MC3120, z tym, że obsługuje 64 kanały 2-przewodowe (HI, LO). Współpracuje z modulem połączeniowym M3TB64.

MC3324 – multiplexer kanałów napięciowych i prądowych. Karta jest wykorzystywana do realizacji połączeń napięciowych i prądowych pomiędzy urządzeniami badanymi i kartą multimetru systemu M300. Zawiera 20 kanałów napięciowych i 4 prądowe wyposażone w bezpieczniki. Karta współpracuje z modulem połączeniowym M3TB24

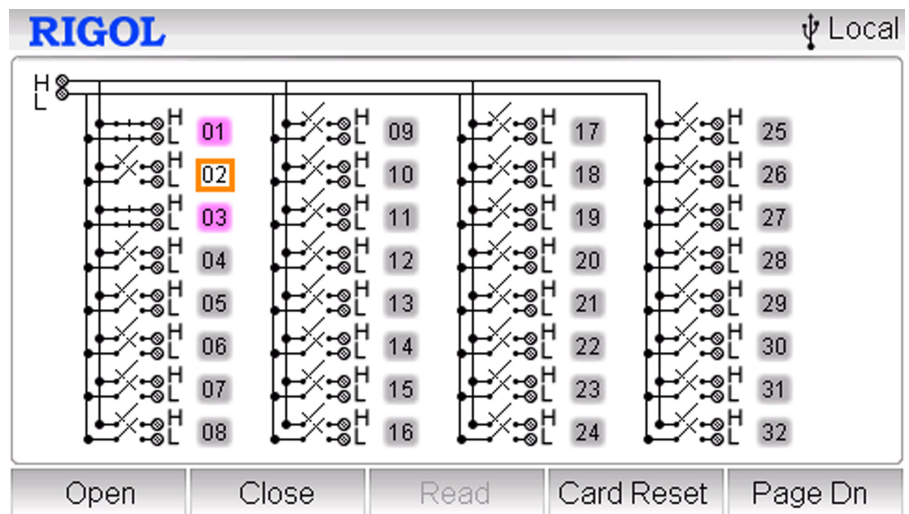
MC3416 – 16-kanalowy nastawnik (actuator). Karta umożliwia dołączenie sygnałów sterujących typu NO (Normally-Open) lub NC (Normally-Closed) do badanych urządzeń lub zapewniającymi dostęp do urządzeń zewnętrznych. Karta współpracuje z modulem połączeniowym M3TB16.

MC3534 – karta wielofunkcyjna. Karta realizuje jedną z 3 funkcji: 8-bitowy port I/O, poczwórny totalizer (układ zliczający), poczwórny przetwornik cyfrowo-analogowy o zakresie +12 V. Karta współpracuje z modulem połączeniowym M3TB34.

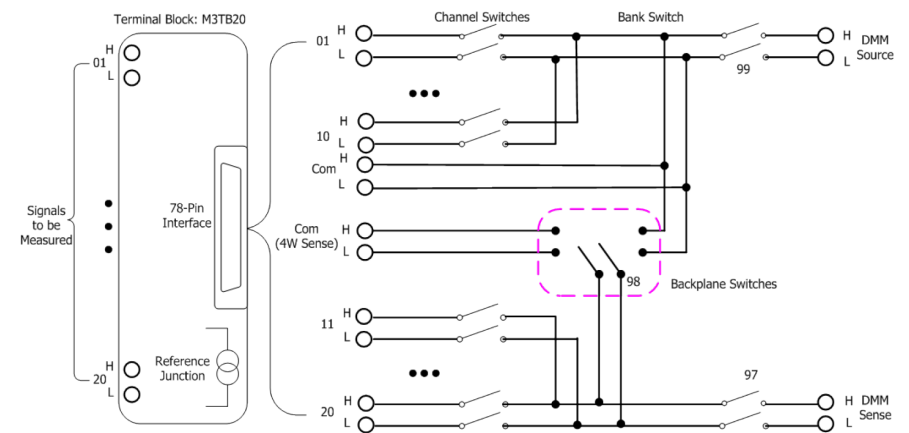
MC3648 – przełącznik matrycowy 4x8. Karta umożliwia dokonywanie dowolnej kombinacji połączeń pomiędzy czterema 2-przewodowymi liniami stanowiącymi wiersze i ośmioma 2-przewodowymi liniami stanowiącymi kolumny matrycy. Karta nadaje się więc do łączenia wielu urządzeń z wieloma punktami badanego urządzenia. Stosując kilka kart tego typu można



Fotografia 4. Widok jednostki centralnej M300 od tyłu – ilustracja zasady instalowania kart



Rysunek 5. Okno konfiguracji karty MC3120



Rysunek 6. Schemat połączeń realizowanych przez kartę MC3120

rozbudowywać matrycę do rozmiarów np. 8×8 lub 4×16. Liczba punktów przecięć nie może jednak przekraczać 160. Karta współpracuje z modulem połączeniowym M3TB48.

Metodyka pomiarów

Praca z systemem akwizycji danych M300 rozpoczyna się od instalacji kart pomiarowych/funkcyjnych w slotach urządzenia. Karty są automatycznie wykrywane po ich osadzeniu w gniazdach, w każdej chwili można jednak wywołać ręcznie funkcję *Detect* naciskając jeden z przycisków widocznych na panelu czołowym przyrządu. Do kart należy doprowadzić sygnały pomiarowe lub sterujące. Połączenia mogą być wykonane bezpośrednio przez gniazdo zainstalowane na karcie pomiarowej, albo za pośrednictwem modułu połączeniowego, na którym są zainstalowane wygodne w użyciu łączówki śrubowe. W kolejnym kroku definiuje się listę skanowania (**rysunek 7**) określającą, które kanały i w jakiej kolejności będą odczytywane. Lista taka może być zapisana np. w pamięci USB, co pozwala unikać etapu ponownego definiowania jej podczas kolejnych wznowień pomiarów. Na liście skanowania zawarte są informacje o konfiguracji poszczególnych kanałów pomiarowych, a więc ich tryb pracy, zakres, interwały odczytu, źródło wyzwalania, ewentualne alarmy generowane po przekroczeniu zadanych wartości mierzonych parametrów. Odczyty kanałów są dokonywane z określonymi odstępami czasu odmierzanymi przez wewnętrzny timer, lub w określonych momentach czasu astronomicznego wyznaczanych przez zegar systemowy. Możliwe jest również wyzwalanie impulsami doprowadzonymi z zewnątrz. Zarówno sygnały wyzwalające, jak i alarmowe (w postaci impulsów elektrycznych) dostępne są na jednym z gniazd umieszczonych z tyłu obudowy.

Poszczególne kanały systemu M300 powinny pracować w trybach odpowiednich do charakteru pomiaru. Ważnym etapem jest zatem konfiguracja kanałów pomiarowych. Na **rysunku 8** przedstawiono przykładowe nastawy dla kanału o numerze 101 mierzącego napięcie stałe. W praktyce często do pomiarów wielkości fizycznych stosowane są sensory charakteryzujące się nieliniowością charakterystyk. Przed obliczeniem końcowego wyniku konieczne jest w takich przypadkach przeprowadzenie stosownych obliczeń skalujących. W systemie M300 dopuszczalne jest wykorzystanie do tego celu 3 parametrów. Przykładową konfigurację skalującą przedstawiono na **rysunku 9**.

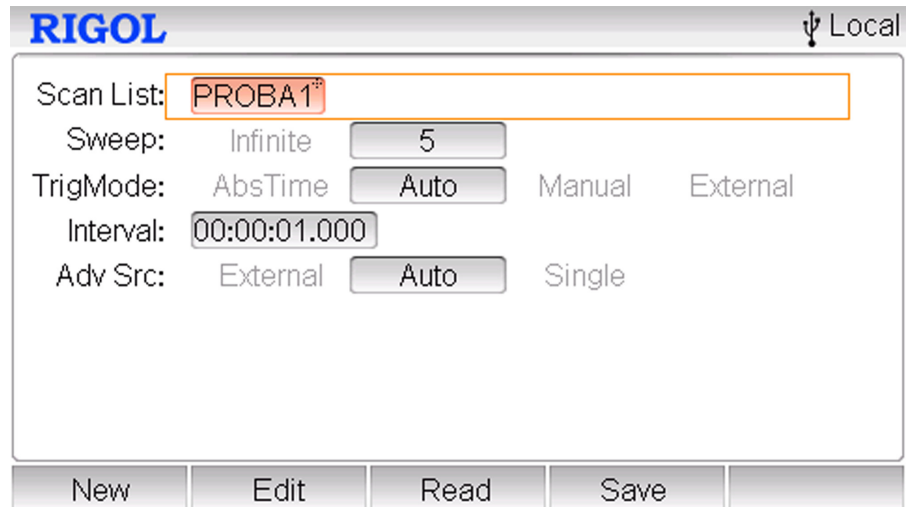
Konfiguracja kanałów pomiarowych systemu akwizycji danych M300 może uwzględniać szereg dodatkowych parametrów, takich jak: czas całkowania, impedancja

wejściowa, kompensacja offsetu, filtrowanie sygnału, czas bramkowania, opóźnienie między pomiarami kanałów uwzględnianych w jednym cyklu skanowania, automatyczne zerowanie.

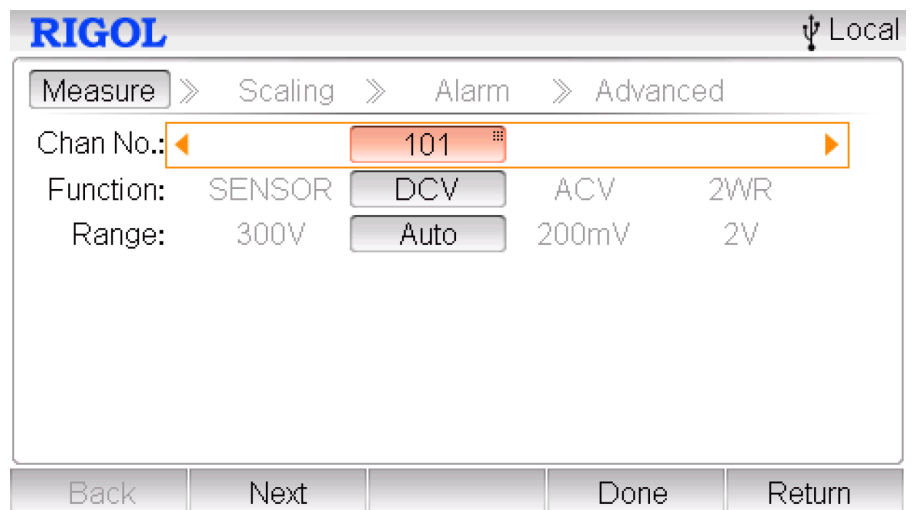
O karcie multimetru cyfrowego MC3065 była już mowa. Jak wiemy, jest to podstawa kartą pomiarową. W większości przypadków

będzie ona wykorzystywana podczas pracy z systemem M300, gdyż taka konfiguracja jest najwygodniejsza dla użytkownika. Karta ta nie jest jednak niezbędna, gdyż ostateczny pomiar może być realizowany również przez urządzenie zewnętrzne.

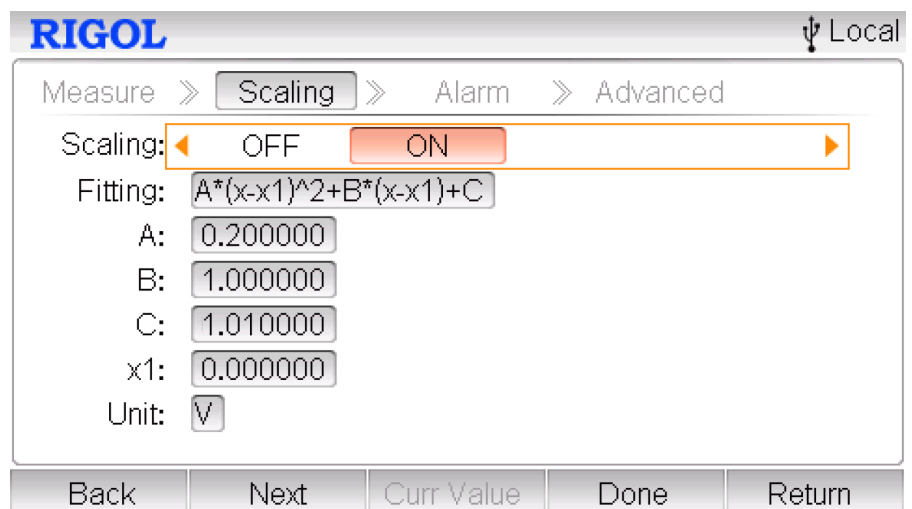
Jak wiemy, liczba sygnałów uwzględnianych podczas pomiarów może być dość



Rysunek 7. Okno funkcji definiującej listę skanowania



Rysunek 8. Okno konfiguracji kanałów pomiarowych



Rysunek 9. Okno skalowania kanału wykorzystującego nieliniowy sensor

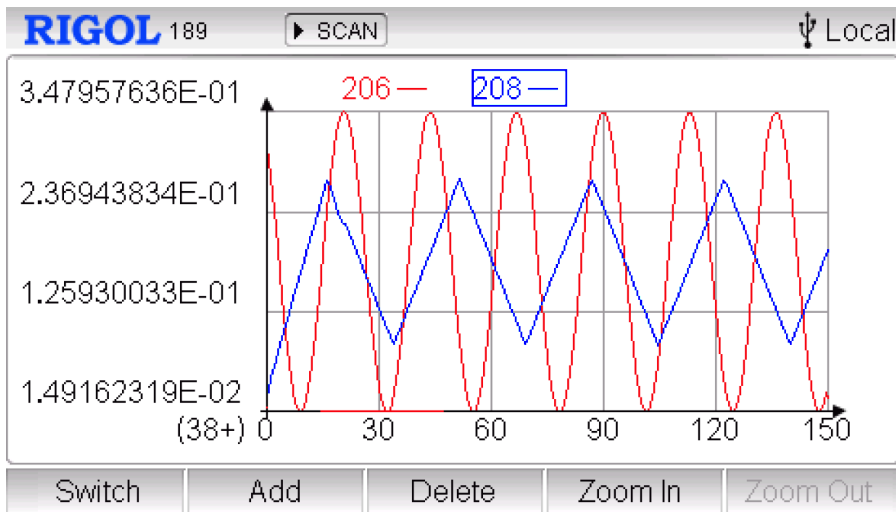
duża, nie wszystkie muszą być jednak monitorowane. Konfiguracji dokonuje się po naciśnięciu przycisku *Monitor* uruchamiającego odpowiednią procedurę. Uwzględniono w niej trzy opcje o oczywistym działaniu: „Single-channel Monitor”, „Multi-channel Monitor” i „All Channel Monitor”. Kanały są monitorowane w czasie rzeczywistym, nawet podczas skanowania. Mogą to być kanały z karty multiplexera (jeśli zostały uwzględnione na liście skanowania oraz cyfrowe) linie I/O i sygnały totalizera z kart wielofunkcyjnych (karta multimetru nie jest wówczas wymagana, a kanały te nie muszą być wpisane na listę skanowania). Monitorowane parametry są przedstawiane w postaci liczbowej lub w postaci prostych wykresów czasowych (rysunek 10). Dane te uzupełnione ewentualnie o parametry konfiguracyjne są zapisywane na wewnętrznym dysku jednostki centralnej M300 o pojemności 256 MB. Możliwy jest także bezpośredni zapis na dysku zewnętrznym widzianym jako pamięć USB. Dodatkowe możliwości pomiarów oraz analizy danych otwierają się po połączeniu jednostki M300 z komputerem.

System akwizycji danych jest wykorzystywany w pomiarach urządzeń, które mogą znacznie różnić się między sobą, więc w codziennym użytku będzie często rekonfigurowany. W zależności od charakteru prowadzonych badań należy przewidywać wielokrotną wymianę kart pomiarowych/funkcyjnych. Jak wykazuje praktyka, użytkownicy nagminnie wykonują tę operację pod napięciem, bez wyłączenia przyrządu. System M300 dopuszcza jednak taki sposób postępowania. Zastosowane zabezpieczenia *hot-swap* skutecznie chroni karty przed uszkodzeniem, ponadto każda sprzętowa zmiana konfiguracji jest wykrywana automatycznie powodując natychmiastowy restart systemu.

Podsumowanie

System akwizycji danych M300 charakteryzuje się dobrymi parametrami elektrycznymi. Najważniejsze z nich zestawiono w **tabeli 1**. Jedną z większych zalet urządzenia jest bardzo korzystny stosunek ceny przeliczonej na jeden kanał pomiarowy. Oferując urządzenie tego typu Rigol udowadnia, że należy do liczących się producentów sprzętu pomiarowego.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 10. Przykładowa wizualizacja wyników pomiarowych na ekranie jednostki M300

Tabela 1. Najważniejsze parametry techniczne systemu akwizycji danych M300		
Zakresy pomiarów napięcia	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 300 V	
Zakresy pomiarów prądu	200 μA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 1 A	
Zakresy pomiarów rezystancji	200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, 200 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ, 100 MΩ	
Impedancja wejściowa	10 MΩ lub >10 GΩ	
Zabezpieczenie napięciowe	300 V	
CMRR	Pomiary DC	140 dB dla rezystancji niezrównoważenia 1 kΩ na linii LO
	Pomiary AC	70 dB dla rezystancji niezrównoważenia 1 kΩ na linii LO
Pasma sygnałów mierzonych	300 kHz (napięcie) 10 kHz (prąd)	
Zakresy pomiarów częstotliwości	3 Hz...5 Hz, 5 Hz...10 Hz, 10 Hz...40 Hz, 40 Hz...100 Hz, 100 Hz...300 Hz, 300 Hz...1 kHz, >1 kHz	
Pomiar temperatury	RTD	R0=49 Ω...2,1 kΩ
	Termistor	2,2 kΩ, 3 kΩ, 5 kΩ, 10 kΩ, 30 kΩ
	Termopara	B, E, J, K, N, R, S, T
Szybkość skanowania	60 kan/s	
Szybkość przełączania	200 kan/s	
Liczba przełączeń bez sygnału	100 M	
Liczba przełączeń z sygnałem	100 k	
Parametry ogólne		
Wyświetlacz	LCD 4,3 cala	
Zasilanie	AC 100...120 V, 45...440 Hz AC 200...240 V, 45...66 Hz	
Pobór mocy	Max 25 VA	
Klasa bezpieczeństwa	IEC 61010-1; EN 61010-1; UL 61010-1; CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 Measurement CAT I 1000V/CAT II 300V Pollution Degree 2	
EMC	EN 61326-1	
Waga	ok. 5,7 kg	
Wymiary	159 mm × 239 mm × 373 mm	
Interfejsy zdalnego sterowania	GPIB, 10/100Mbit LAN, USB 2.0 Full Speed Device & Host (obsługa pamięci USB), RS232	
Język programowania	CSPI	
Kompatybilność LXI	LXI Core 2011 Device, Version 1.4	
Czas rozgrzewania	90 minut	