

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/>

Złożone pomiary z zastosowaniem systemu akwizycji danych M300 Rigola

W wrześniowym wydaniu EP opisywaliśmy System Akwizycji Danych M300 oferowany przez Rigola. Do pełnej informacji o tym wyrobie zabrakło przykładów praktycznych pomiarów. Uznaliśmy, że system M300 jest na tyle atrakcyjny, by uzupełnić jego opis. Możliwości systemu M300 pokazano na przykładzie opracowanego przez Rigola (na potrzeby własne) zestawu demonstracyjnego. Zestaw ten nie jest wyrobem handlowym.

Zestaw demonstracyjny dla Systemu Akwizycji Danych M300 Rigola składa się z jednej, uniwersalnej płytki, na której umieszczono pięć niezależnych obwodów pomiarowych. Do przeprowadzenia eksperymentów potrzebne są 4 karty funkcyjne uzupełnione o kartę multimetru MC3065, która jest wykorzystywana w większości aplikacji opracowanych dla M300.

Jak wiemy, pomiary mogą być wykonywane autonomicznie przez jednostkę główną M300 zawierającą odpowiednio do potrzeb dobrane karty funkcyjne, mogą być realizowane zdalnie poprzez wydawanie komend za pośrednictwem komputera, np. przy wykorzystaniu standardowej aplikacji Rigola „Ultra Acquire”, największe korzyści praktyczne uzyskuje się natomiast opracowując

własną aplikację pomiarową. Pierwsza metoda jest skuteczna podczas szybkiego rozwiązywania jednorazowych problemów, ponieważ nie wymaga poświęcania czasu na opracowanie i testowanie własnych aplikacji. Wszystkie czynności operatorskie są w tym przypadku wykonywane bez użycia komputera, wykorzystując wyłącznie elementy regulacyjne dostępne na panelu czołowym jednostki M300. Metoda ta może być również stosowana do wstępnego określania konfiguracji docelowego stanowiska pomiarowego, gdyż pozwala na szybką rekonfigurację systemu. Wadą jest konieczność ręcznego wydawania poleceń, co mocno utrudnia lub wręcz uniemożliwia wykonanie złożonych pomiarów. Pewnym ułatwieniem jest korzystanie z oprogramowania „Ultra



Fotografia 1. Płytki demonstracyjnej wykorzystywane do pomiarów opisywanych w artykule

Acquire Pro”, jednak jest to produkt komercyjny, więc należy liczyć się z dodatkowymi kosztami, i to niewiele mniejszymi od ceny samej jednostki głównej M300.

Jakkolwiek korzyści wynikające ze stosowania własnych aplikacji są niewątpliwe, to przeszkodą w ich opracowaniu jest na pewno konieczność bardzo dobrej znajomości budowy poszczególnych kart funkcyjnych oraz biegłe posługiwanie się zestawem uniwersalnych komend programowania SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*). Użytkownicy oczekują w takich przypadkach od producenta udostępnienia odpowiedniej dokumentacji technicznej, najczęściej w postaci plików PDF umieszczanych w Internecie. Rigol w zasadzie spełnia ten wymóg, chociaż często w dokumentach tych przekazywane są suche, dość oczywiste informacje, brakuje natomiast praktycznych wskazówek. Opracowanie tutorialu dla systemu M300 z pewnością przyczyniłoby się do zwiększenia zainteresowania tym urządzeniem.

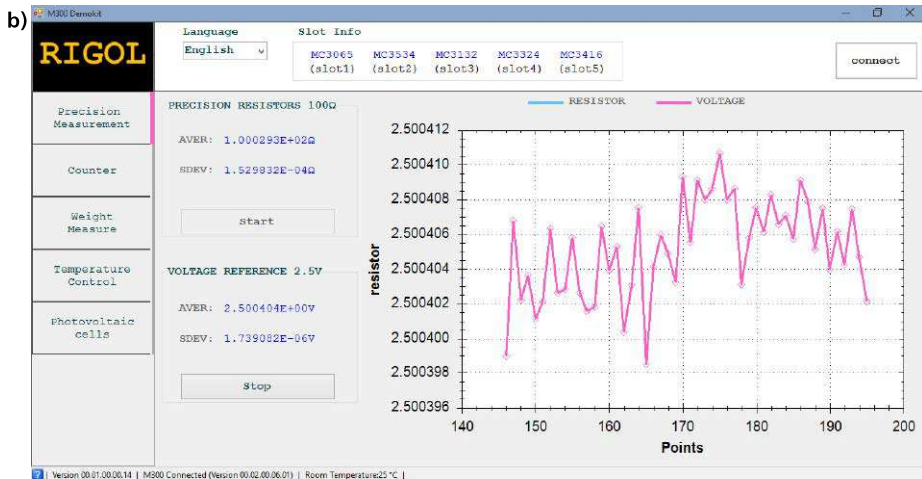
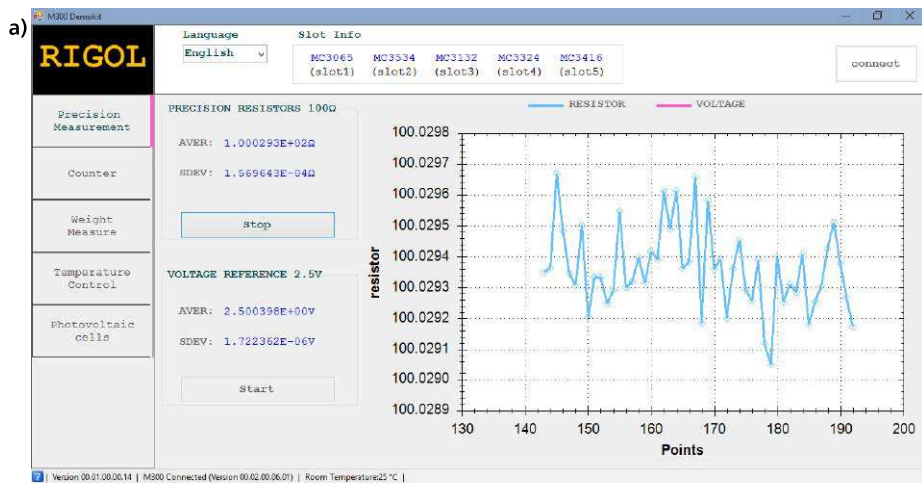
Instalowanie oprogramowania

Rigol przyjął wykorzystywanie sterowników VISA do obsługi jego urządzeń. Do uruchamiania oferowanych przez producenta programów serii „Ultra...” wymagane jest zatem zainstalowanie tych sterowników, a także runtime’u firmy National Instruments. Ważne jest przy tym zapewnienie odpowiedniej wersji oprogramowania, a o powodzeniu może decydować również kolejność instalacji poszczególnych składników oprogramowania. Nie zawsze udaje się tego dokonać z pozytywnym skutkiem już za pierwszym razem. Wszystkie opisywane w artykule funkcje z użyciem zestawu demonstracyjnego dla M300 zawarto w programie „M300 Demokit”, który można traktować jako przykładową aplikację sterująco-pomiarową.

Charakterystyka zestawu demonstracyjnego dla M300

W pomiarach z zastosowaniem płytki demonstracyjnej (fotografia 1) wykorzystywane są 4 karty pomiarowe (funkcyjne), którymi powinien dysponować użytkownik Są to:

- MC3534 – wielofunkcyjna karta zawierająca 8-bitowy port I/O, poczwórny totalizer (układ zliczający) i poczwórny przetwornik cyfrowo-analogowy o zakresie ± 12 V.
- MC3132 – 32-kanałowy multiplekser sygnałów analogowych. Jeden kanał jest złożony z dwóch linii – HI i LO.
- MC3324 – multiplekser zawierający 20 kanałów napięciowych i 4 prądowe wyposażone w bezpieczniki. Karta jest wykorzystywana do realizacji połączeń napięciowych i prądowych pomiędzy urządzeniami badanymi i kartą multimetru systemu M300.



Rysunek 2. Precyzyjne pomiary z zastosowaniem M300 a) rezystancji 100 Ω, b) napięcia 2,5 V

- MC3416 – 16-kanalowy nastawnik (*actuator*). Karta umożliwiająca dołączenie sygnałów sterujących typu NO (*Normally-Open*) lub NC (*Normally-Closed*) do badanych urządzeń, lub zapewniająca dostęp do urządzeń zewnętrznych.

Jednostka główna M300 ma oczywiście zainstalowaną także kartę multimetru cyfrowego MC3065, za której pomocą wykonywane są wszystkie pomiary.

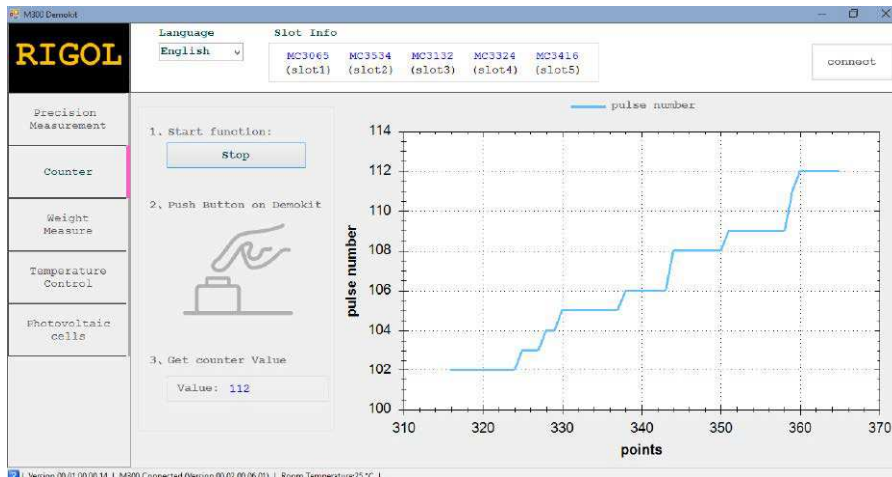
Ze względu na dość dużą liczbę połączeń pomiędzy badanymi obwodami a jednostką główną M300, które należałoby wykonywać zawsze przed rozpoczęciem pomiarów, zrezygnowano z modułów połączeniowych M3BTxx. Zamiast nich, na płytce demonstracyjnej umieszczono 4 gniazda 78-pinowe umożliwiające szybkie dołączenie płytki do systemu M300 za pomocą specjalnych kabli. Jak pamiętamy karty funkcyjne mają kompatybilne gniazda wykorzystywane także do dołączania modułów połączeniowych M3BTxx. Wadą przyjętej koncepcji jest dość duża grubość i sztywność kabli, przez co płytka demonstracyjna zajmuje sporo miejsca na stole i jest dość niewygodna przy przestawianiu. Zaletą jest natomiast błyskawiczne przygotowanie stanowiska pomiarowego do pracy. Rozwiązaniem z połączeniami kablowymi będzie prawdopodobnie często stosowane w aplikacjach użytkowych.

Eksperymenty opracowane dla zestawu demonstracyjnego przedstawiają w uproszczeniu możliwości Systemu Akwizycji Danych M300. Uwzględniono w nich zarówno funkcje pomiarowe, jak i sterujące. Zebrano je w jednej aplikacji.

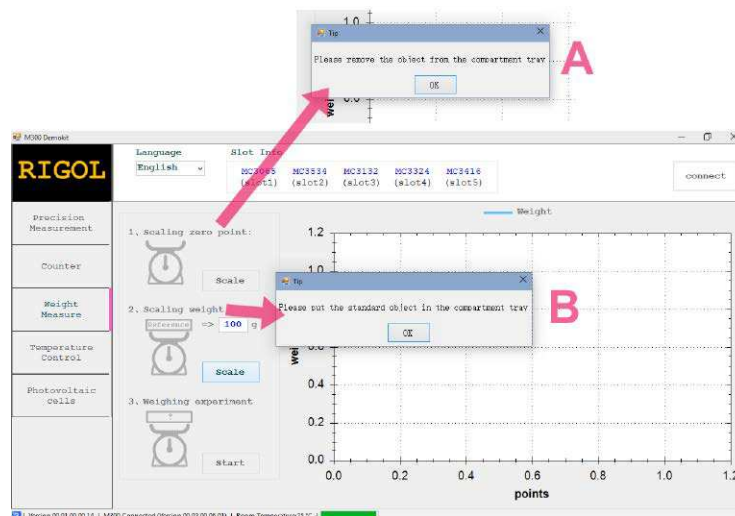
Przykładowe pomiary z użyciem Systemu Akwizycji Danych M300

Pomiary precyzyjne. Pierwszy pomiar pokazuje przede wszystkim dokładność karty multimetru MC3065. Na płytce demonstracyjnej umieszczono rezystor o oporności dokładnie 100 Ω oraz precyzyjne źródło napięcia 2,5 V. Naciskając jeden z dwóch przycisków ekranowych użytkownik wybiera przypisany do niego pomiar – rezystancji lub napięcia. Do karty multimetru jest wówczas dołączany przez multiplexer odpowiedni kanał pomiarowy. Aplikacja dokonuje następnie cyklicznych pomiarów wybranego parametru i oblicza wartość średnią oraz odchylenie standardowe. Jednocześnie kreślony jest wykres stanowiący interpretację graficzną kolejnych pomiarów (**rysunek 2**). O precyzji przyrządu świadczą wyniki. I tak, dla pomiaru rezystancji uzyskano odchylenie standardowe rzędu 0,15 mΩ, zaś dla napięcia 1,74 μV.

Licznik. Drugi eksperyment jest nieskomplikowany. Polega na zliczaniu naciśnięć przełącznika chwilowego zamontowanego na płytce demonstracyjnej. Stan licznika jest wyświetlany w oknie aplikacji



Rysunek 3. Zliczanie impulsów generowanych przyciskiem chwilowym



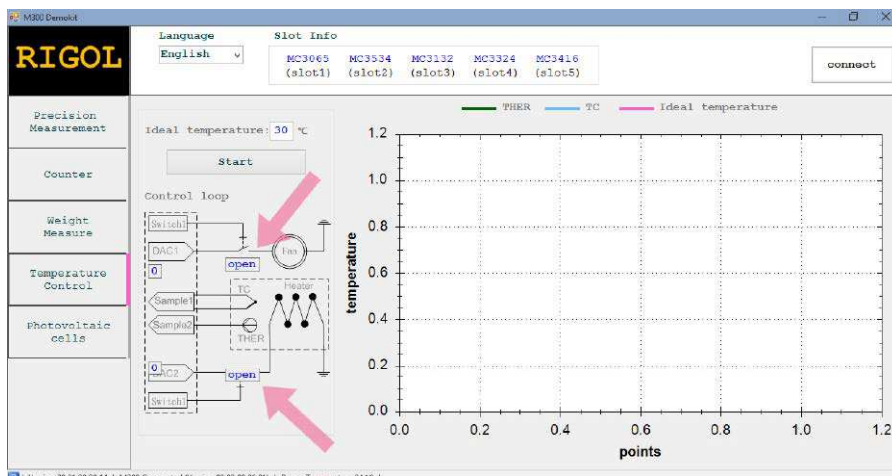
Rysunek 4. Zastosowanie M300 do pomiaru ciężaru a) zerowanie wagi, b) kalibrowanie wagi

w postaci liczbowej i graficznej (**rysunek 3**). Pomiar został zaprojektowany tak, aby wyeliminować zjawisko *bouncingu* (drgania styków). W aplikacjach użytkowników przycisk może być zastąpiony np. przełącznikiem sygnalizującym stany określonych procesów technologicznych.

Waga. Tym razem system M300 i płytka demonstracyjna zamieniają się

w miniaturową wagę. Do pomiaru wykorzystano tensometr pracujący w układzie mostkowym. Do jednej pary gałęzi mostka jest doprowadzane stałe napięcie zasilające, zaś sygnał wyjściowy z układu tensometrycznego jest dołączany do karty multimetru.

Przed rozpoczęciem pomiarów waga musi być skalibrowana i wytarowana.



Rysunek 5. Regulacja temperatury – stan początkowy tuż przed rozpoczęciem pomiaru

W związku z tym przewidziano dwie funkcje specjalne: „Scaling zero point” i „Scaling weight”. Pierwsza wymaga zdjęcia wszystkich przedmiotów z szalki (rysunek 4a), natomiast przed wywołaniem drugiej na szalce należy położyć przedmiot o znanej wadze (rysunek 4b). Po wykonaniu tych procedur przyrząd jest już gotowy do pracy. Umieszczenie przedmiotu na szalce i naciśnięcie przycisku *Start* powoduje

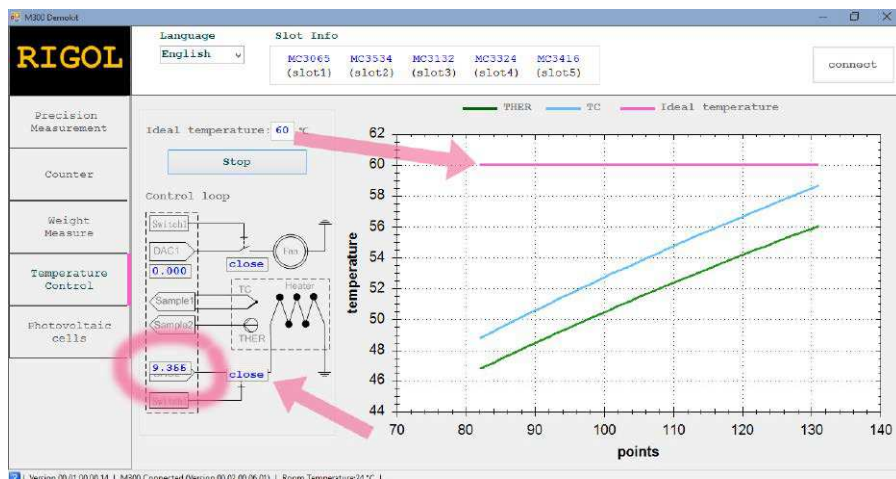
wyświetlenie wagi tego przedmiotu w oknie wyników. Tradycyjnie też w trakcie pomiaru tworzony jest wykres stanowiący interpretację graficzną wyników.

Regulowanie temperatury. Kolejny eksperyment demonstruje zastosowanie Systemu Akwizycji Danych M300 w aplikacjach sterująco-pomiarowych. Wykorzystano w nim grzałkę, wentylator, termistor i termoparę. Zadaniem urządzenia

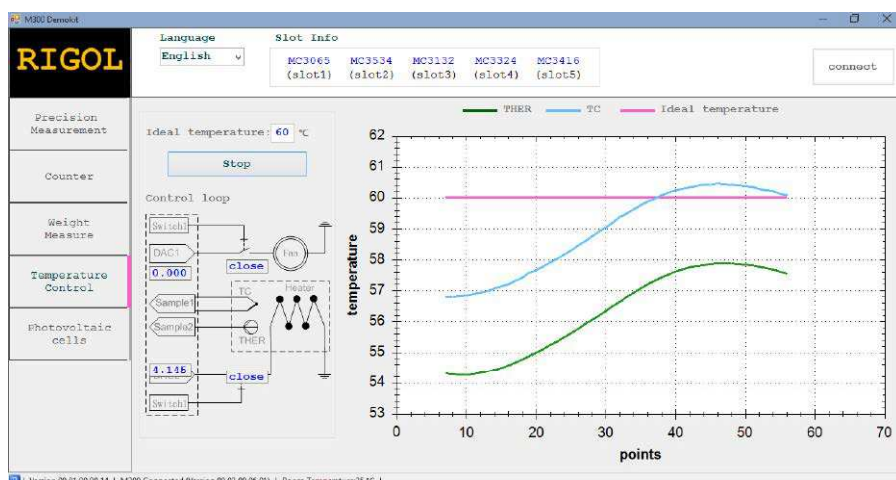
jest utrzymywanie określonej temperatury w punkcie pomiarowym. Umieszczono w nim dwa czujniki mierzące temperaturę - termistor i termoparę. Punkt ten znajduje się w zasięgu działania grzałki i wentylatora. Przed uruchomieniem układu regulacji zarówno grzałka, jak i wentylator są wyłączone (rysunek 5). Użytkownik wprowadza temperaturę docelową i uruchamia pomiar naciskając przycisk *Start*. Program mierzy temperaturę i w zależności od tego czy jest ona niższa czy wyższa od zadanej uruchamia odpowiednio grzałkę lub wentylator. Oba elementy są zasilane napięciem o regulowanej wartości. Jeśli program wykryje dużą różnicę między temperaturą zmierzoną a zadaną załącza maksymalne napięcie zasilające (12 V) do grzałki lub wentylatora. Dzięki temu minimalizowany jest czas dochodzenia dożądanego stanu. W miarę zmniejszania się różnicy temperatury napięcie to jest również sukcesywnie zmniejszane (rysunek 6). Należy pamiętać, że precyzyjne pomiary temperatury z zastosowaniem termopar wymagają temperatury odniesienia. Najczęściej źródłem takiej informacji jest woda z lodem. W większości kart multiplekserów systemu M300 zastosowano specjalne rozwiązanie, tzw. CJC (*Cold Junction Compensation*) pozwalające mierzyć temperaturę bezwzględną dowolnym typem termopary bez konieczności stosowania niewygodnego źródła referencyjnego. Dokładność pomiarów nie jest w tym przypadku tak duża jak dla odniesienia do wody z lodem, ale w większości zastosowań jest ona wystarczająca. Nie jest również problemem nieliniowość termopar, której można się pozbyć stosując odpowiednie wyrażenie matematyczne obliczające wynik końcowy.

W układach regulacji temperatury może zdarzać się, że zadany próg będzie przekraczany (rysunek 7). Po stwierdzeniu takiego stanu program sterujący opisywaną płytka demonstracyjną odpowiednio reaguje włączając lub wyłączając grzałkę/wentylator lub zmieniając napięcie sterujące tymi elementami.

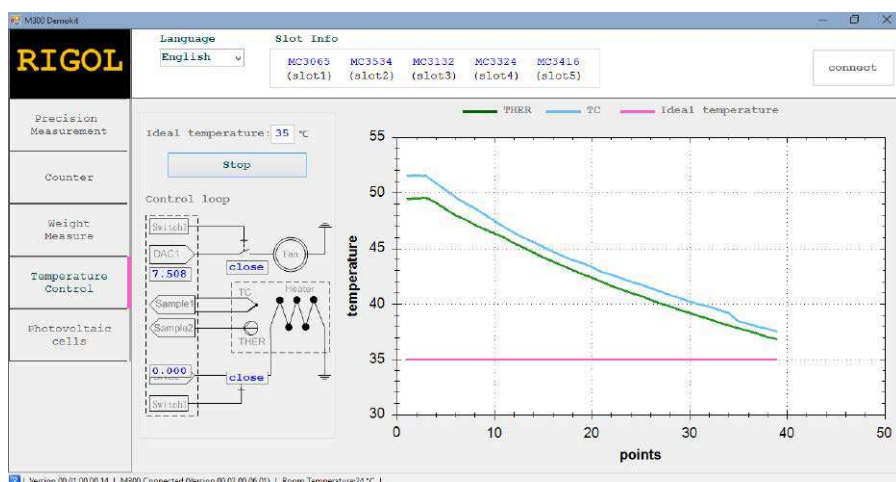
Badanie fotoogniwa. W ostatnim opisywanym przykładzie badane jest zainstalowane na płytce demonstracyjnej fotoogniwo. Pomiar polega na określaniu chwilowych mocy i napięcia uzyskiwanych z fotoogniwa w zależności od padającego na nie strumienia światła. Pomiar trwa 2,5 minuty. Po tym czasie układ jest automatycznie rozłączany, natomiast w trakcie pomiaru rysowany jest wykres mocy uzyskiwanej z fotoogniwa w funkcji występującego na nim napięcia. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów fotoogniwa oświetlanego słabym światłem zielonym i znacznie silniejszym światłem białym.



Rysunek 6. Regulacja temperatury – stan po wykryciu małej różnicy między temperaturą zadaną a mierzoną



Rysunek 7. Regulacja temperatury – stan po przekroczeniu temperatury zadanej



Rysunek 8. Regulacja temperatury – stan po włączeniu wentylatora

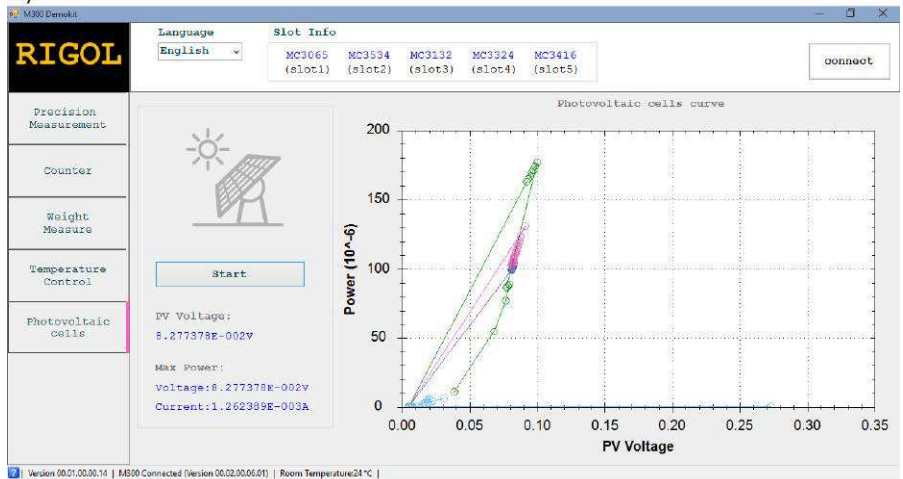
Wnioski

Opisane przykłady pokazują zaledwie fragment możliwości Systemu Akwizycji Danych M300. Pomiary z użyciem płytki demonstracyjnej podkreślają wszechstronność systemu (sterowanie i pomiary) oraz precyzję działania i pomiarów. W rozwiązaniach praktycznych mogą być stosowane znacznie bardziej rozbudowane układy pomiarowe, a aplikacje mogą bazować na dużo bardziej złożonych algorytmach.

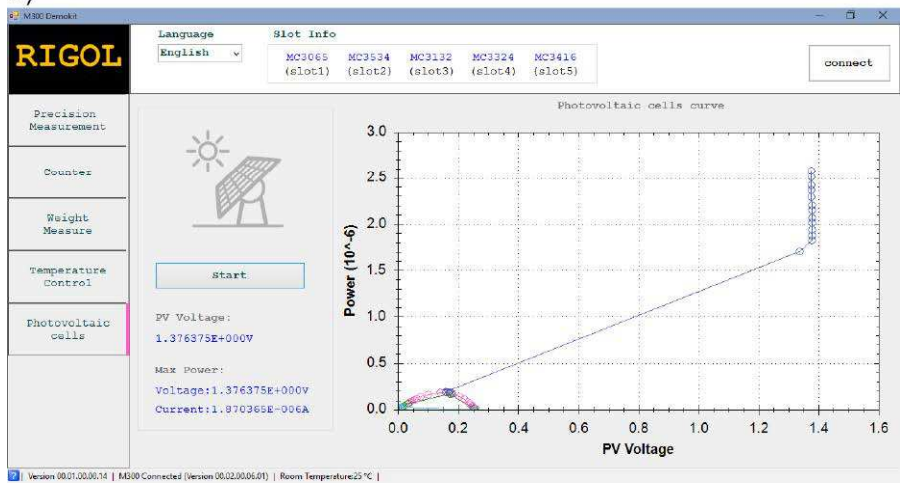
System Akwizycji Danych M300 jest doskonałym narzędziem do realizacji badań środowiskowych urządzeń wprowadzanych do produkcji. Są to tzw. testy HALT (Highly Accelerated Life Test). Ich celem jest określanie wpływu zmian warunków pracy urządzenia takich jak temperatura, ciśnienie, wstrząsy mechaniczne, wibracje itp. na jego parametry i cechy użytkowe. Łatwość przeprowadzania takich badań na każdym etapie montażu urządzeń może przyczynić się do wczesnego wykrywania ewentualnych usterek, a to z kolei może obniżyć koszty produkcji, a także zwiększać żywotność wyrobu końcowego. Wykorzystywanie w takich pomiarach systemu M300 wydaje się bardzo korzystne m.in. ze względu na relatywnie niski koszt zestawienia odpowiedniego stanowiska pomiarowego.

Jarosław Doliński, EP

a)



b)



Rysunek 9. Pomiar fotoogniwa