

Analog Discovery 2 w praktyce (1)

Konfiguracja wstępna

W artykule opisano proces instalacji środowiska Digilent Waveforms i konfiguracji Analog Discovery 2. Omówione zostały podstawowe funkcje urządzenia – zasilacz symetryczny, woltomierz oraz generator funkcyjny.

Analog Discovery 2 to urządzenie, które umożliwia wykonanie nieskomplikowanego laboratorium do pracy z układami analogowymi, mikrokontrolerami oraz innymi systemami cyfrowymi. Producent dostarcza szereg funkcji, które znacznie przyspieszają, a niekiedy wręcz umożliwiają zaprojektowanie systemu lub napisanie programu dla mikrokontrolera.

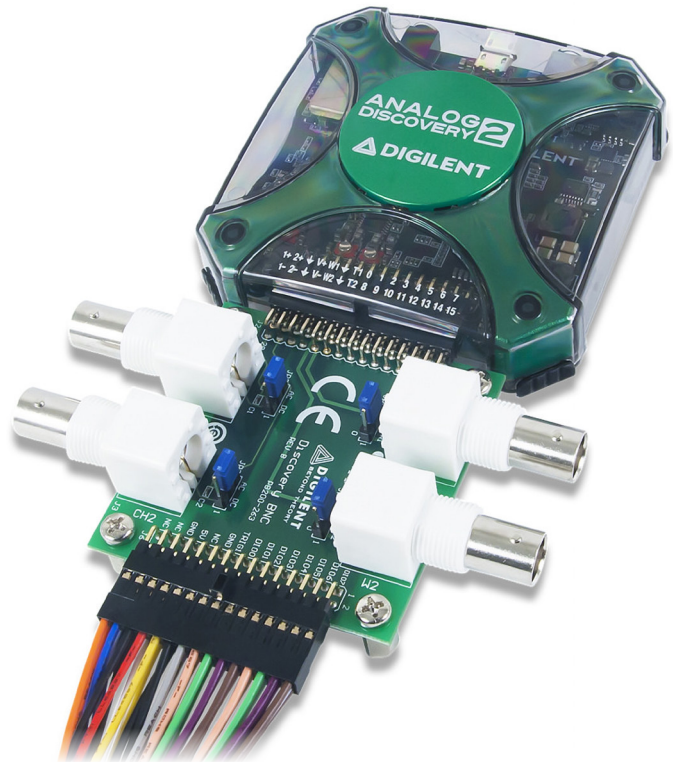
Płytkę Analog Discovery 2 można zastosować między innymi w:

- Analizie interfejsów cyfrowych, na przykład SPI, I²C.
- Debugowaniu pracy mikrokontrolerów, na przykład do obserwowania sygnałów sterujących kodekiem audio, wyświetlaczem graficznym itp.
- Obserwowania sygnałów analogowych (np. z przetwornika C/A) i ich widma.
- Generowania sygnałów analogowych (np. do przetwornika A/C).
- Pomiarze charakterystyk układów punkt po punkcie oraz poprzez analizę widma.
- Projektowaniu układów analogowych opartych o wzmacniacze operacyjne – użycie zasilania symetrycznego, generatora funkcyjnego i oscyloskopu.
- Projektowaniu układów wyższej częstotliwości (np. analiza impedancji ścieżek na płycie drukowanej).

Funkcje płytki Analog Discovery 2 wymieniono w **tabeli 1**. Oprócz wymienionych istnieje też możliwość implementacji innych interfejsów za pomocą skryptów.

Konfigurowanie Analog Discovery 2

Aby móc używać AD2, należy zainstalować środowisko Digilent Waveforms (do pobrania ze strony <http://bit.ly/2DS2USt>). Konfigurowanie



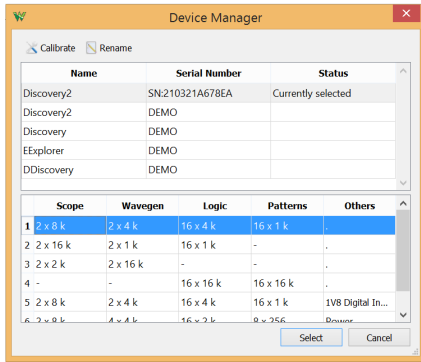
urządzenia (instalowanie sterowników) jest przeprowadzane automatycznie podczas instalowania.

Po uruchomieniu środowiska, ujrzymy okno wyboru urządzenia (**rysunek 1**). Jeżeli instalacja przebiegła poprawnie, wyświetli się urządzenie Discovery 2 i jego numer seryjny (**rysunek 2**). Możliwe jest użycie WaveForms w trybie testowym bez podłączonego AD2. Ewentualne zmiany używanego urządzenia można przeprowadzić klikając w menu *Settings* → *Device manager*.

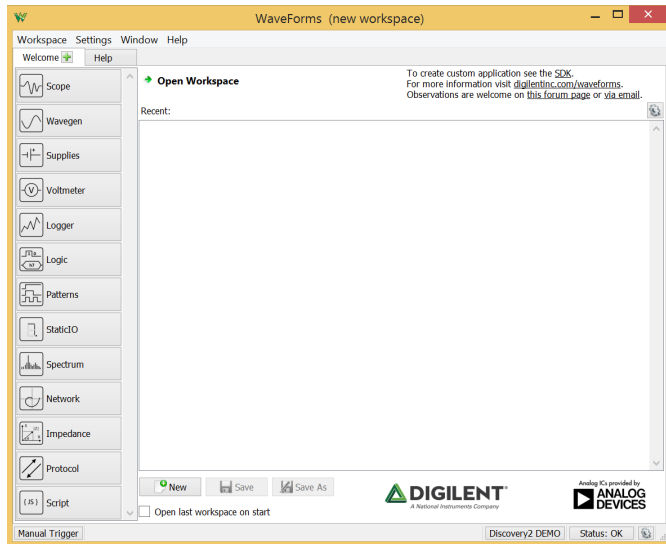
Po wybraniu używanego urządzenia AD2 wyświetli się okno główne środowiska (**workspace**). *Workspace* jest odpowiednikiem „projektu”. Możliwy jest zapis konfiguracji, na przykład, ustawienia oscyloskopu lub generatora. Po lewej stronie ekranu są widoczne przyciski odpowiadające poszczególnym funkcjom AD2:

Tabela 1. Funkcje Analog Discovery 2

Opis funkcji	Parametry	Uwagi
Zasilacz symetryczny	±5 V, rozdzielczość ±0,1 V	Wymagany zasilacz, jeśli moc jest większa niż 500 mW
Generator funkcyjny	2 kanały, 14 bitów, 100 MSa/s	Tworzenie własnych sygnałów za pomocą skryptów, możliwość przemiatania częstotliwości (sweep)
Woltomierz	DC, AC, ±25 V	Możliwość akwizycji danych (automatyczny pomiar charakterystyk)
Oscyloskop	2 kanały, ±25 V, 14 bitów, 100 MSa/s	
Analizator widma		Pomiar SNR, THD, charakterystyk filtrów
Analizator logiczny	16 kanałów, 100 MSa/s	3,3 V CMOS, toleruje także 1,8 V i 5 V
Generator sygnałów cyfrowych	16 kanałów, 100 MSa/s	3,3 V CMOS
Analizator sieci	1 Hz..10 MHz	Wyznaczania charakterystyk Bodego i Nyquista
Analizator impedancji	1 kHz..1 MHz	Pomiar elementów RLC
Analizator interfejsu	UART, SPI, I ² C, CAN	Odczytywanie i wysyłanie danych



Rysunek 1. Okno wyboru urządzenia



Rysunek 2. Okno główne programu WaveForms

- **Scope** – oscyloskop.
- **Wavegen** – generator funkcyjny.
- **Supplies** – zasilacz symetryczny.
- **Voltmeter** – woltomierz.
- **Logger** – akwizycja danych z woltomierza.
- **Logic** – analizator logiczny.
- **Patterns** – generator sygnałów cyfrowych.
- **StaticIO** – wskaźniki stanów sygnałów cyfrowych (w formie pseudo LED).
- **Spectrum** – analizator widma.
- **Network** – charakterystyki Bodego, Nyquista.
- **Impedance** – analizator impedancji.
- **Protocol** – analizator interfejsów cyfrowych.
- **Script** – umożliwia stworzenie skryptów do AD2.

Tabela 2. Opis sygnałów złącza Analog Discovery 2

Nazwa sygnału	Opis funkcji
1+, 1-	Różnicowe wejście pierwszego kanału oscyloskopu
2+, 2-	Różnicowe wejście drugiego kanału oscyloskopu
V+	Dodatnie napięcie zasilacza symetrycznego
V-	Ujemne napięcie zasilacza symetrycznego
W1	Pierwszy kanał generatora funkcyjnego
W2	Drugi kanał generatora funkcyjnego
T1	Pierwszy sygnał wyzwalania (trigger), który można dołączyć do innego urządzenia (np. oscyloskopu)
T2	Drugi sygnał wyzwalania (trigger)
0..15	Wejścia/wyjścia cyfrowe

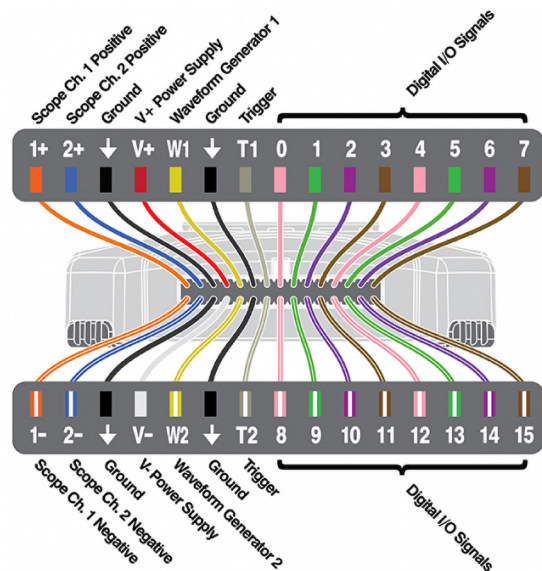


Autor artykułu zdobył jedną z czterech głównych nagród w międzynarodowym konkursie inżynierskim Digilent Design Contest 2018, który odbył się w Rumunii. Przedmiotem konkursu było zaprojektowanie i skonstruowanie urządzenia na bazie sprzętu dostarczonego przez organizatora, w tym przypadku przyrządu Analog Discovery 2. Projekt Jakuba Wiczyńskiego o nazwie Additive Synthesizer otrzymał nagrodę specjalną Digilent Instrumentation Prize, przyznawaną za najlepsze wykorzystanie zasobów sprzętowych.

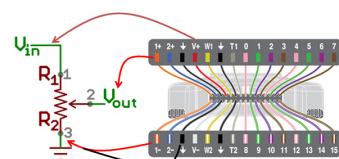
Na rysunku 3 pokazano złącze płytki Analog Discovery 2, natomiast w tabeli 2 umieszczono opisy poszczególnych sygnałów.

Przykład 1 – pomiar napięcia na suwaku potencjometru

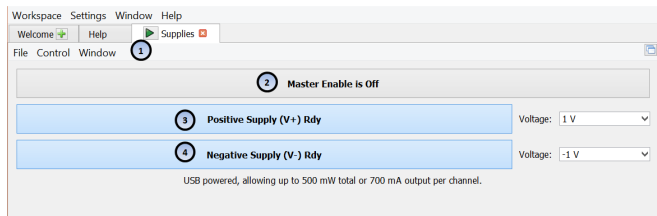
Najprostszym pomiarem, który można wykonać korzystając z Analog Discovery 2 jest pomiar napięcia. W tym przykładzie posłużymy się potencjometrem, który pozwoli na regulowanie mierzonego napięcia. Schemat połączeń obwodu testowego pokazano na rysunku 4. Złącza zasilacza doprowadzono do pinów 1 (V+) i 3 (GND) potencjometru. Pomiar napięcia odbywa się poprzez sygnały oscyloskopu:



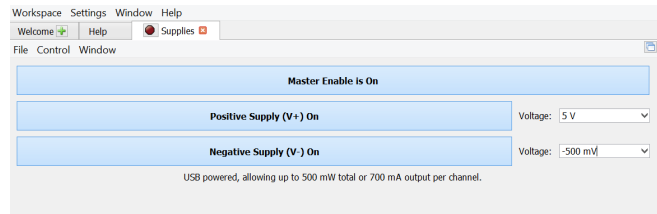
Rysunek 3. Złącze Analog Discovery 2 (<http://bit.ly/2t4YTUL>)



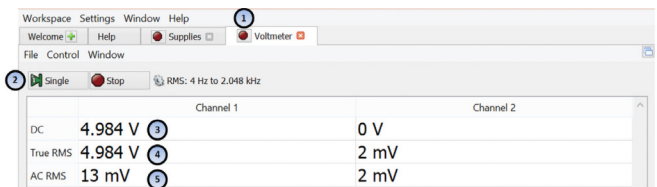
Rysunek 4. Schemat dołączenia płytki AD2 do potencjometru



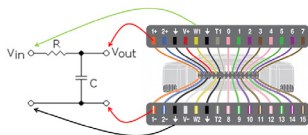
Rysunek 5. Okno służące do konfiguracji zasilacza



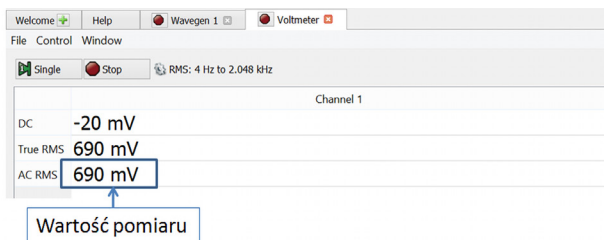
Rysunek 6. Poprawnie skonfigurowany zasilacz



Rysunek 7. Przykładowy pomiar napięcia



Rysunek 8. Schemat dołączenie filtra do płytki AD2



Rysunek 9. Przykładowy pomiar charakterystyki filtra punkt po punkcie

1+ i 1-. Różnicowe wejście dodatnie dołączono do pinu 2 potencjometru, a ujemne do GND. Nie ma znaczenia, do którego GND w AD2 dołączymy masę układu.

Po wykonaniu połączeń trzeba skonfigurować zasilacz. Po kliknięciu na przycisk *Supplies* w *WaveForms* zostanie wyświetlone okno przedstawione na **rysunku 5**. Obok nazwy *Supplies* (1) znajduje się symbol strzałki w prawo „▶”, który można kliknąć, aby włączyć zasilacz. Jeżeli zasilacz jest włączony, to w tym miejscu jest wyświetlany symbol kropki „●”. Jeśli zasilacz zostanie przeciążony, to zostanie wyłączony, a stan urządzenia ponownie wróci do znaku „▶”.

W polu *Master Enable* (2) można włączyć/wyłączyć zasilacz (oba napięcia – V+ i V-). Pola 3 i 4 służą do włączenia, odpowiednio, napięcia dodatniego i ujemnego. Po prawej stronie jest widoczne pole *Voltage*, do którego jest wpisywana wartość napięcia zasilającego. Aby skonfigurować dodatnie zasilanie o wartości +5 V, należy w polu *Voltage* przy (2) wpisać wartość „5V” i kliknąć pole *Supplies* (1). Na **rysunku 6** pokazano okno poprawnie skonfigurowanego zasilacza.

Aby wykonać pomiar napięcia, należy w oknie głównym programu *WaveForms* kliknąć pole *Voltmeter*. Pomiar nie wymaga konfiguracji, wystarczy tylko uruchomić woltmierz (1). Przycisk *Single* (2)

umożliwia wykonanie pojedynczego pomiaru. Pomiar wykonany w trybie:

- DC (3, składowa stała napięcia).
- AC RMS (4, wartość skuteczna składowej zmiennej napięcia).
- true RMS (5, wartość skuteczna całego przebiegu napięciowego).

Przy pomiarze napięcia występującego na suwaku potencjometru wykorzystujemy pomiar DC. Przykładowy pomiar pokazano na **rysunku 7**.

Przykład 2 – pomiar charakterystyki filtra analogowego

Płytką *Analog Discovery 2* może służyć także do pomiaru charakterystyk układów analogowych. W tym przykładzie zostanie przedstawiony sposób pomiaru charakterystyki punkt po punkcie. Do pomiaru zostanie wykorzystany filtr dolnoprzepustowy RC pierwszego rzędu. Na **rysunku 8** zilustrowano schemat dołączenia płytki AD2 do filtra. Zastosowano w nim $R=1\text{ k}\Omega$ i $C=1\text{ }\mu\text{F}$, co daje częstotliwość odcięcia rzędu 160 Hz.

Do pomiaru charakterystyki filtra jest wymagany sygnał sinusoidalny o zadanej częstotliwości i amplitudzie 1 V. Taki sygnał można uzyskać korzystając z generatora funkcyjnego w AD2 (*wavegen*). Pomiar charakterystyki zostanie wykonany pośrednio poprzez pomiar napięcia AC RMS (**rysunek 9**). Aby uruchomić generator funkcyjny, należy kliknąć pole *Wavegen* w oknie głównym programu *WaveForms*.

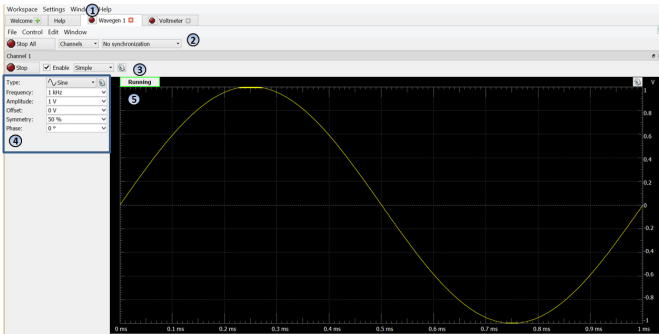
Okno konfiguracji generatora przedstawiono na **rysunku 10**. W polu zakładki (1) jest wyświetlana nazwa generatora i przycisk „▶/●”, którym włączamy lub wyłączamy moduł. W wypadku zwarcia lub zbyt dużego obciążenia, generator wyłącza się automatycznie. W polu (2) znajdują się ustawienia globalne – włączenie/wyłączenie wszystkich kanałów, wybór kanałów (*channel*) oraz ustawienia synchronizacji (np. generowanie dwóch przebiegów sinusoidalnych o różnej częstotliwości, ale zsynchronizowanych fazowo). Kolejne pole (3) to ustawienia ogólne konkretnego kanału – włączenie/wyłączenie i tryb działania : dla potrzeb przykładu wykorzystywany będzie jedynie tryb *simple*: możliwe jest generowanie podstawowych kształtów sygnałów i zmiana ich podstawowych parametrów. Parametry ustawiane są w polu (4) :

- *Type* – kształt sygnału (np. sinus, prostokąt, trójkąt).
- *Frequency* – częstotliwość.
- *Amplitude* – amplituda sygnału.
- *Offset* – składowa stała DC.
- *Symmetry* – symetryczne przekształcenie sygnału wokół „środkła układu współrzędnych (5)”.
- *Phase* – przesunięcie fazowe.

Jak wspomniano, do pomiaru charakterystyki jest potrzebna fala sinusoidalna o amplitudzie 1 V i zakresie częstotliwości np. 20 Hz...20 kHz. Wystarczy dobrać odpowiednie parametry i kliknąć „▶” (1). Pomiar wartości napięcia odbywa się za pomocą modułu *Voltmeter*. Należy pamiętać, że wartość zmierzonego napięcia to napięcie skuteczne. Sinusoidea o amplitudzie 1 V ma napięcie skuteczne około 0,7 V. Przykładowy widok okna pomiarów napięcia przedstawiono na **rysunku 10**.

Taki pomiar może być żmudny i pracochłonny. Na szczęście, AD2 udostępnia także moduł akwizycji danych (*logger*). Można więc w krótkim czasie zmierzyć charakterystykę filtra korzystając z funkcji przemieszczania częstotliwości (*sweep*). Na początek wróćmy do generatora funkcyjnego. W polu (3) należy zmienić tryb działania generatora z *simple* na *sweep*. Widok konfiguracji przedstawiono na **rysunku 11**. Oprócz pól z trybu *simple* są wyświetlane dwie nowe opcje :

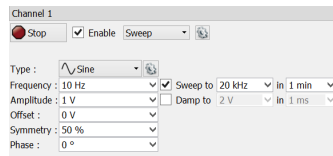
- *Przemieszczanie częstotliwości* – „*sweep from 10 Hz to 20 kHz in 1 min*” oznacza, że częstotliwość generowanego przebiegu sinusoidalnego będzie zmieniała się od 10 Hz do 20 kHz w czasie 1 minuty. Ta zmiana jest wykonywana w pętli nieskończonej.



Rysunek 10. Okno konfiguracji generatora funkcyjnego

- Tłumienie amplitudy – „damp to 2 V in 1 ms” (nieaktywne) oznacza, że amplituda zmniejszy się do 2 V w czasie 1 ms.

Po skonfigurowaniu generatora wystarczy kliknąć „▶” (1). Można także zresetować przebieg klikając „●”, a później ponownie „▶”.



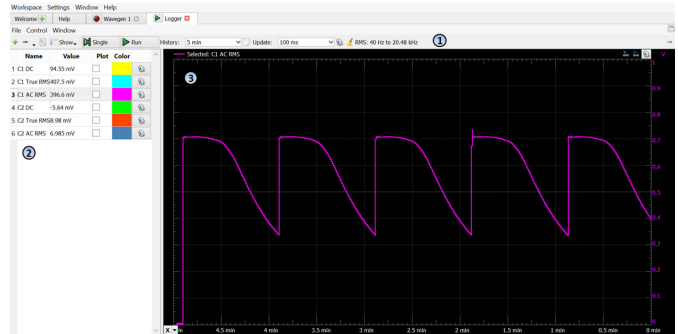
Rysunek 11. Konfiguracja przebiegu sweep

Aby rozpocząć akwizycję danych, należy kliknąć pole **logger** w głównym oknie programu WaveForms. Okno modułu logger z już zmierzoną charakterystyką filtra przedstawiono na **rysunku 12**. W polu (1) można skonfigurować parametry ogólne akwizycji danych:

- **Run** (pomiar ciągły), single (pojedynczy pomiar).
- **History** – czas akwizycji danych, które są wyświetlane na ekranie, np. 1 minuta akwizycji danych widoczna na ekranie.
- **Update** – czas trwania jednej próbki (odwrotność częstotliwości próbkowania).

W polu 2 mamy możliwość konfiguracji obserwowanych sygnałów:

- **C1 lub C2** – wybór kanału.
- **DC, True RMS, AC RMS** – tryb pomiaru.



Rysunek 12. Akwizycja danych za pomocą modułu logger

- **Plot** – wykreślenie pomiarów na ekranie; wykreślenie pomiaru na ekranie także możliwe poprzez zaznaczenie wiersza odpowiadającego konkretnemu trybowi pomiaru
- **Color** – wybór koloru wykresu.

Pole (3) to ekran prezentujący dane pomiarowe. Na rysunku 12 jest pokazana zmierzona charakterystyka filtra pierwszego rzędu. Charakterystyka jest powielana, ponieważ przemiatanie częstotliwości jest zapętlone. Interpretacja charakterystyki:

- Przemiatanie częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz w 1 minutę.
- Rozdzielczość częstotliwości
$$= \frac{20\text{kHz}}{1\text{min}} = \frac{20000\text{Hz}}{60\text{s} \cdot 10 \frac{\text{próbkę}}{\text{próbke}}} \approx 30 \frac{\text{Hz}}{\text{próbke}}$$
- Częstotliwość $3\text{dB} \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \approx 0,7 \rightarrow V_{\text{out}} \approx 0,5\text{V}$.
- Należy zmierzyć czas pomiędzy pierwszym punktem charakterystyki a punktem, dla którego napięcie $V=0,5\text{V}$.
- Na podstawie czasu obliczamy liczbę próbek i bezpośrednio odczytujemy częstotliwość (charakterystyka na rysunku nie odzwierciedla charakterystyki filtra w przykładzie 2).

Jakub Wiczyński

REKLAMA

Klub Aplikantów Próbek

to inicjatywa redakcji „Elektroniki Praktycznej”. W kontaktach z firmami redakcja często otrzymuje do przetestowania próbki podzespołów, modułów, a nawet całych urządzeń elektronicznych. Są to zwykle najnowsze typy/modeli produktów na rynku. Z chęci podzielenia się z Czytelnikami tymi próbkami zrodziła się inicjatywa pod nazwą Klub Aplikantów Próbek.

Członkiem KAP staje się każdy, kto zgłosi chęć przetestowania próbki. Wykaz i krótki opis próbek, którymi dysponuje redakcja EP, można znaleźć na stronie www.ep.com.pl/KAP. Wystarczy wybrać rodzaj próbek i zwrócić się majłem (na adres: Szefer Pracowni Konstruktoryjnej grzegorz.becker@ep.com.pl) z prośbą o przesłanie bezpłatnych próbek, podając ich nazwę i adres wysyłki. Warto dopisać jaki jest plan zastosowania tych próbek. Nie jest to konieczne, ale może mieć znaczenie przy podziale próbek w przypadku większej liczby zgłoszeń. Mile widziane, choć nieobowiązkowe, jest też przesłanie do redakcji EP opisu wykonanej aplikacji próbek, oczywiście po jej wykonaniu z zastosowaniem otrzymanej próbki. Autorom przysłanych opisów przyznamy punkty, które będą im dawały pierwszeństwo przy ubieganiu się o kolejne próbki. Najciekawsze opisy aplikacji opublikujemy na forum ep.com.pl lub na łamach „Elektroniki Praktycznej”.

Dla pełnej jasności jeszcze raz podkreślamy, że próbki przekazujemy bezpłatnie i nie trzeba ich zwracać do redakcji.

Z uwagi na ograniczoną liczbę dostępnych próbek i niemałe zainteresowanie nimi, prosimy o opisanie swojego pomysłu na projekt na naszym forum internetowym, w dziale poświęconym Klubowi Aplikantów Próbek <https://forum.ep.com.pl/viewforum.php?f=80>.

Ponadto, by zwiększyć swoje szanse na bycie wybranym do realizacji projektu w oparciu o nasze próbki, należy polubić fanpage Elektroniki Praktycznej na Facebooku (<https://web.facebook.com/ElektronikaPraktyczna>) oraz udostępnić post, w którym opisujemy rozdawane próbki. W przypadku podobnie interesujących pomysłów na projekty, będziemy uwzględniać to jako dodatkowe kryterium wyboru.



www.ep.com.pl/kap