

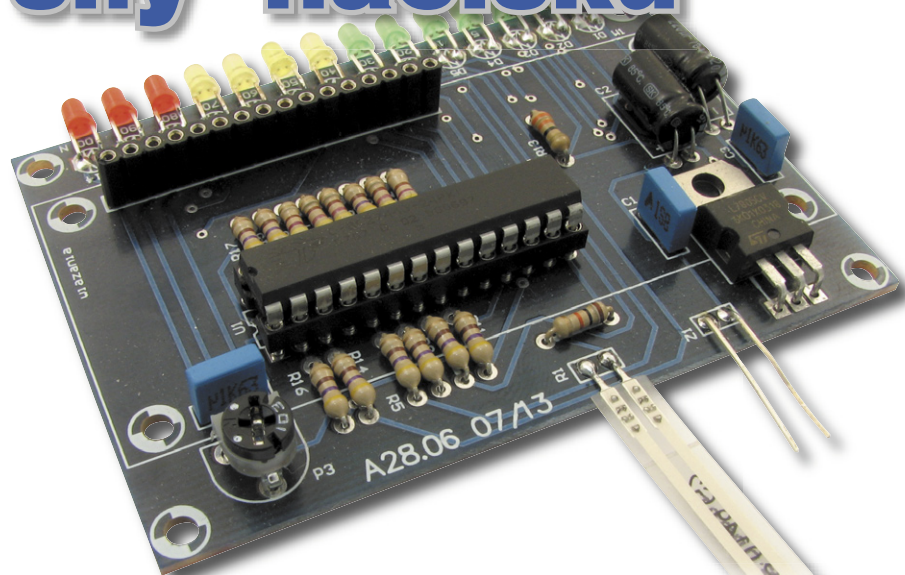
# Miernik siły nacisku

## AVT-5132

Projekty urządzeń do pomiaru siły, ze względu na duży koszt czujników tensometrycznych i wymagane doświadczenie przy ich oklejaniu, właściwie nie pojawiają na łamach EP. Nawet próby zastosowania głośników dynamicznych w roli czujników siły skończyły się, jak widać, „pracą do szuflady”. Przełomem może być względnie tani i łatwy w nabyciu, a przede wszystkim w zastosowaniu czujnik nacisku użyty do poniższego projektu.

### Rekomendacje:

ciekawa aplikacja inspirująca do dalszych prac konstrukcyjnych, możliwości jest tu sporo.



Dzięki specjalnemu czujnikowi opisany niżej miernik mierzy siłę nacisku. Jest ona wyrażona w niutonach (N). Przypomnijmy definicję tej wielkości fizycznej: siła ma wartość jednego niutona, jeżeli masie 1 kg nada się przyspieszenie  $1 \text{ m/s}^2$ . W mierniku do pomiaru siły zastosowano względnie tani, foliowy czujnik nacisku, którego wygląd pokazano na fot. 1. Jego zasada działania jest podobna jak czujników w klawiaturze foliowej. Różnica polega na tym, że zamiast przełączenia następuje spadek rezystancji przycisku zależny od wartości przyłożonej siły. Zastosowany tu czujnik jest łatwiejszy w zastosowaniu niż

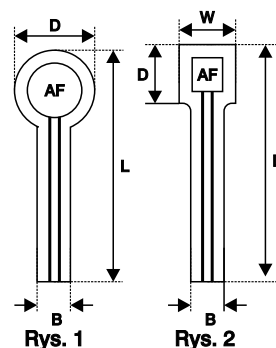
czujniki tensometryczne. Aby zmierzyć siłę nacisku z wykorzystaniem czujnika foliowego, wystarczy zmierzyć jego rezystancję. Równoważną metodą jest pomiar napięcia na czujniku będącym elementem dzielnika napięciowego. Zmiany rezystancji tego typu czujnika nie są liniowe, co widać na rys. 2. W mierniku siły, do przetwarzania sygnału z czujnika zastosowano mikrokontroler PSoC, dla którego program przygotowano w sposób graficzny z wykorzystaniem oprogramowania PSoC Express 3. Miernik umożliwi wyświetlenie na wyświetlaczu LCD siły nacisku podanej w niutonach, można także w sposób graficzny przedstawić ją na linii diod LED. Dzięki zastosowaniu nowoczesnego mikrokontrolera miernik jest bardzo prosty i łatwy w zastosowaniu.

### Opis działania układu

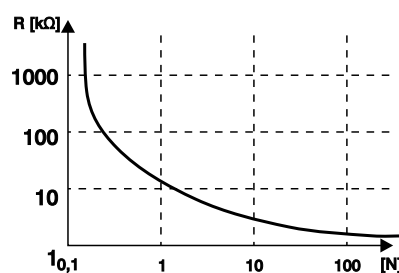
Na rys. 3 przedstawiono schemat ideowy czujnika siły nacisku. Całością steruje mikrokontroler PSoC (U1) typu CY8C27443, którego schemat blokowy przedstawiono na rys. 4. Jest to mikrokontroler posiadający rdzeń M8C, 16 kB pamięci Flash oraz 256 B pamięci RAM. Posiada dość dużą liczbę uniwersalnych bloków cyfrowych oraz analogowych, w których można umieścić wybrane peryferia z możliwością



Fot. 1. Wygląd foliowego czujnika nacisku



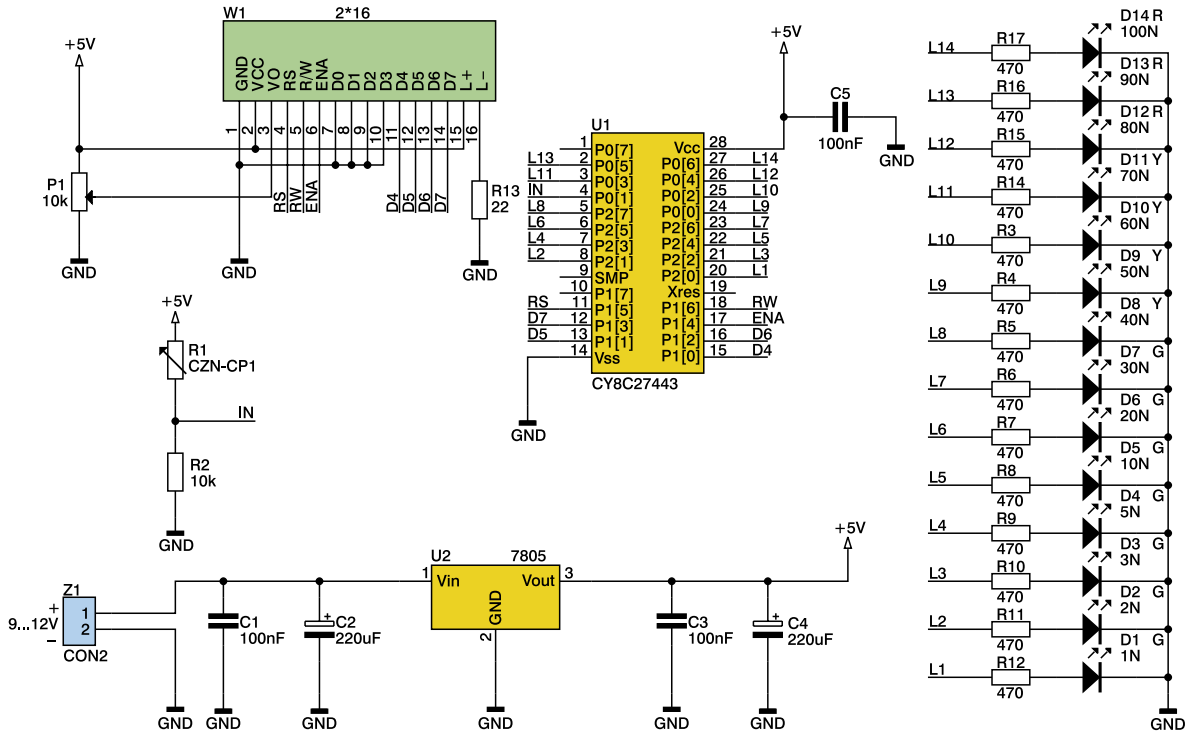
Rys. 2. Zależność rezystancji czujnika od siły nacisku



Krzywa działania

### PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 84x58 mm
- Zasilanie +9...15 VDC
- Pomiar siły w niutonach
- Zakres mierzonych sił: od 1 do 100 N
- Wyświetlanie wyniku na wyświetlaczu LCD lub na linii diod LED



Rys. 3. Schemat ideowy czujnika siły nacisku

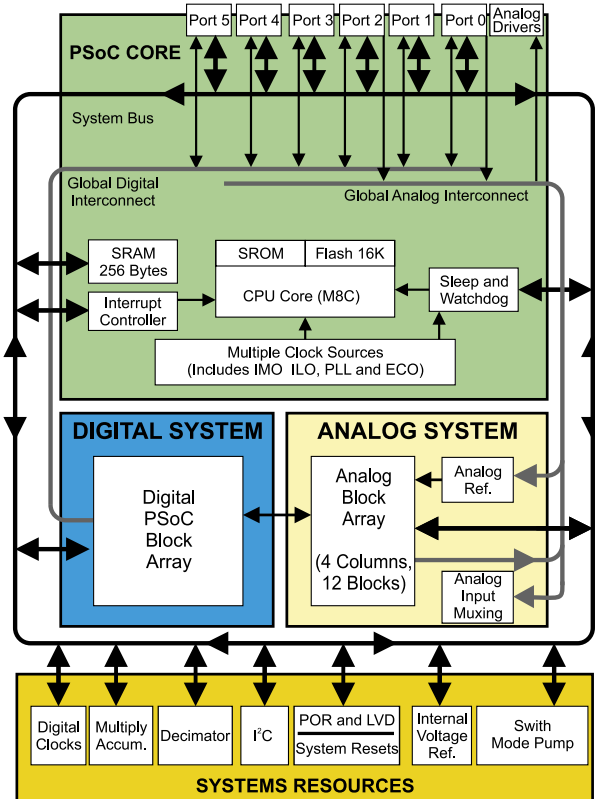
ich zmiany podczas pracy. Czujnik nacisku R1 wraz z rezystorem R2 tworzą dzielnik napięcia mierzonego następnie przez przetwornik ADC mikrokontrolera. Mikrokontroler zajmuje się również linearyzacją zmian rezystancji czujnika w zależności od

siły nacisku, zgodnie z charakterystyką z rys. 2. Do pozostałych linii mikrokontrolera dołączony został wyświetlacz LCD oraz linijka diod LED. Potencjometr P1 umożliwia regulację kontrastu wyświetlacza LCD, natomiast rezystor R13 ogranicza prąd jego podświetlenia. Rezystory R3...R12 i R14...R17 ograniczają prąd diod linijki LED, która składa się z diod D1...D14. Napięcie zasilające miernik jest stabilizowane poprzez stabilizator U2 na poziomie +5 V i filtrowane za pośrednictwem konden-

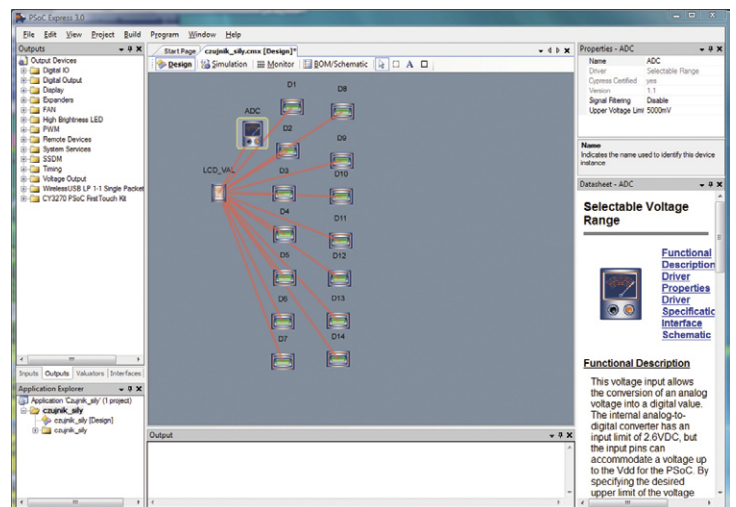
satorów C1...C4. Jak można zauważyć, dzięki zastosowaniu mikrokontrolera PSoC miernik posiada bardzo prostą konstrukcję końcową i niewielką liczbę elementów dodatkowych.

### Opis graficzny działania programu

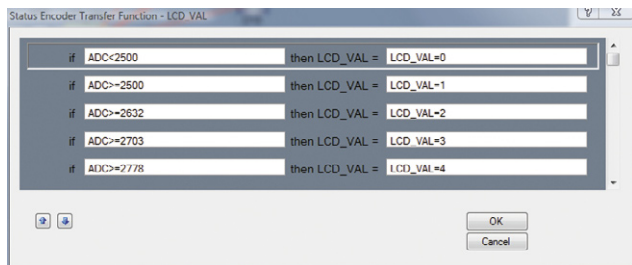
Program działania miernika siły został przygotowany z wykorzystaniem oprogramowania *PSoC Express*, dzięki czemu nie jest potrzebna znajomość jakichkolwiek języków programowania. Na **rys. 5** pokazano wygląd graficzny programu miernika. Składa się on z przetwornika *ADC* mierzącego napięcie z czujnika, bloku obsługi wyświetlacza *LCD\_VAL* oraz bloków 14



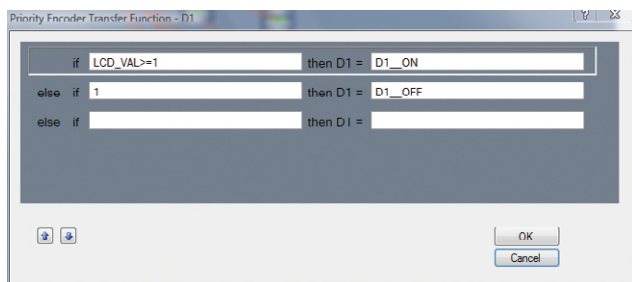
Rys. 4. Schemat blokowy mikrokontrolera CY8C27443



Rys. 5. Graficzna postać programu miernika



Rys. 6. Okna definicji warunków programu



Rys. 7. Przykładowy warunek działania diody LED D1

diod LED nazwanych D1...D14. Funkcją bloku LCD\_VAL oprócz realizacji wyświetlania danych na wyświetlaczu LCD jest przeliczanie odczytanej wartości z czujnika na wartość podaną w niutonach. Do przeliczania jest wykorzystywana charakterystyka z rys. 2. Część warunków działania bloku LCD\_VAL przedstawiono na rys. 6. Działanie jest bardzo proste. Jeśli wartość z przetwornika (ADC) jest większa lub równa 2500, to na wyświetlaczu zostanie wyświetlona wartość 1 N itd. Moduł obsługi wyświetlacza LCD oprócz wyświetlenia wartości nacisku, umożliwia przypisanie nazwy parametru oraz jednostki. W tym przypadku wyświetlacz wyświetla nazwę Nacisk i jednostkę N. Wyświetlany tekst, jak i jednostkę można skonfigurować w parametrach modułu LCD\_VAL. W za-

leżności od wartości siły, jaka jest wyświetlana na wyświetlaczu LCD, zapalają się odpowiednie diody LED. Dla przykładu, na rys. 7 został pokazany warunek działania diody LED D1. Jeśli na wyświetlaczu LCD zostanie wyświetlona wartość równa lub większa od 1 N, to dioda jest zapalana. W przeciwnym przypadku jest gaszona. Dla pozostałych diod warunek działania jest podobny i różni się tylko wartością siły. W oprogramowaniu PSoC Express istnieje również możliwość symulacji przygotowanego programu (rys. 8), co bardzo ułatwia sprawdzenie poprawności jego działania. Oprogramowanie PSoC Express umożliwia również automatyczną generację schematu wraz z wartościami elementów. Jest to świetne narzędzie, które warto polecić nie tylko dla początkujących.

**Montaż i uruchomienie**

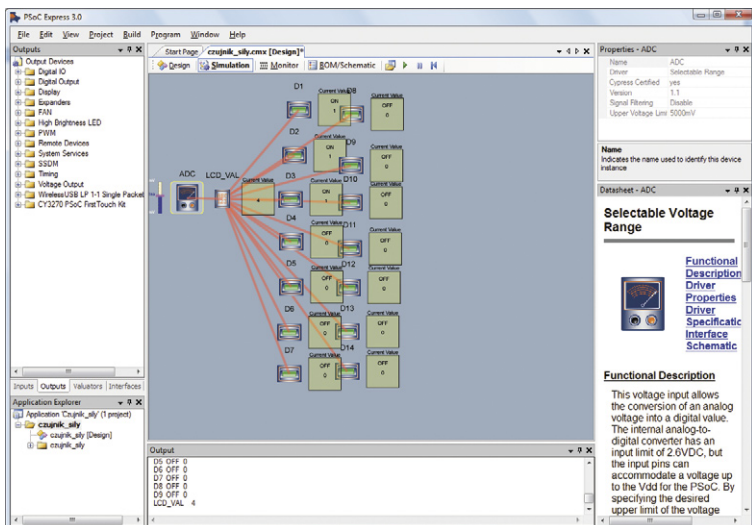
Schemat montażowy miernika przedstawiono na rys. 9. Montaż jest typowy, należy go rozpocząć od elementów najmniejszych. Jeśli będzie wykorzystywany tylko wyświetlacz LCD, diod LED D1...D14 można nie montować. Jeśli będzie zamontowany wyświetlacz LCD, to po zmontowaniu miernika potencjometrem P1 należy wyregulować kontrast. Jeśli będzie

**WYKAZ ELEMENTÓW**  
**Rezystory**  
 R1: Czujnik nacisku typu CZN-CP1  
 R2: 10 kΩ  
 R3...R12, R14...R17: 470 Ω  
 R13: 22 Ω  
 P1: Potencjometr łączący mały 10 kΩ  
**Kondensatory**  
 C1, C3, C5: 100 nF  
 C2, C4: 220 μF/16 V  
**Półprzewodniki**  
 U1: CY8C27443 (DIP28)  
 U2: 7805  
 D1...D7: LED 3 mm zielona  
 D8...D11: LED 3 mm żółta  
 D12...D14: LED 3 mm czerwona  
 W1: LCD 2x16 znaków

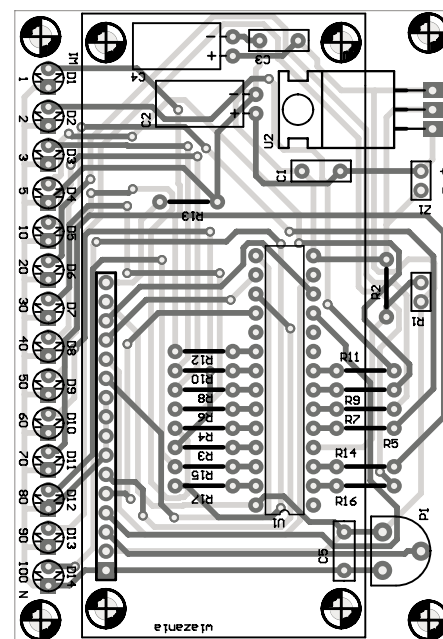
wykorzystywana tylko linijka diod LED, wyświetlacz LCD może nie być montowany, natomiast kolory diod linijki mogą być dowolne. Poziom siły wskazywany przez diody LED może być zmodyfikowany do własnych potrzeb z wykorzystaniem oprogramowania PSoC Express 3. Miernik jest przystosowany do zasilania napięciem +9...15 V. Sygnały z diod LED można wykorzystać również jako źródło sygnałów alarmowych dla innych układów np. alarmowych, które zareagują po przekroczeniu wybranego poziomu nacisku.

Dodatkowe informacje na temat mikrokontrolerów PSoC, narzędzi i programatorów można znaleźć na stronach: [www.cypress.com](http://www.cypress.com), [www.psoc.pl](http://www.psoc.pl).

**Marcin Wiazania, EP**  
**marcin.wiazania@ep.com.pl**



Rys. 8. Okno symulacji programu mikrokontrolera



Rys. 9. Schemat montażowy