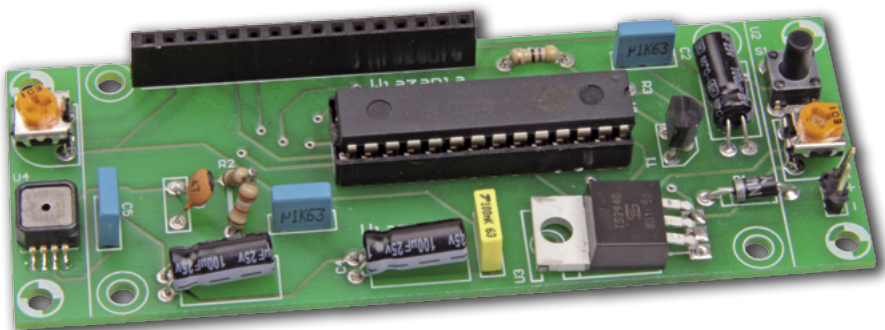
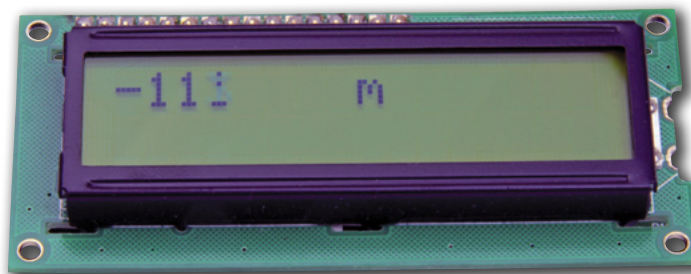


# Wysokościomierz z mikrokontrolerem PSoC


**AVT 5314**

Wysokościomierz może być przydatny podczas wyprawy w góry i jest nieodzowny podczas latania. Do jego konstrukcji zastosowano czujnik ciśnienia i nowoczesny mikrokontroler PSoC firmy Cypress, co znacznie upraszcza konstrukcję, obniża koszt gotowego urządzenia oraz redukuje pobór energii.

**Rekomendacje:** przyrząd przyda się turystom i lotniarzom, może również przydać się modelarzom lotniczym.



W artykule zaprezentowano wysokościomierz działający na zasadzie pomiaru zmiany ciśnienia, polecany w turystyce górskiej czy lotnictwie. Trzeba mieć jednak świadomość, że wszelkie przyrządy stosowane w lotnictwie wymagają uzyskania specjalnych certyfikatów. Bez nich przyrząd może być traktowany jedynie jako orientacyjny.

Nasz wysokościomierz jest czułym barometrem wyskalowanym nie w jednostkach ciśnienia, lecz w metrach. Do przeliczenia ciśnienia na wysokość jest używany wzór:

$$\Delta h = -A \times \ln \frac{Ph}{Po}$$

gdzie:

**A** – stała, która dla temperatury 25°C wynosi 8727 [m].

**Ph** – ciśnienie zmierzone,

**Po** – stała ciśnienia na wysokości 0 m nad poziomem gruntu (w mierniku można ją ustawić potencjometrem).

Ze wzoru wynika, że zależność wysokości od ciśnienia jest logarytmiczna. Wysokość jest mierzona na podstawie różnicy ciśnienia atmosferycznego pomiędzy tym na poziomie ziemi a na pewnej wysokości, na której znajduje się miernik. Miernik ma potencjometr, za pomocą którego można wyzerować wysokościomierz lub ustawić wysokość, na której się znajdujemy. Może to być bardzo pomocne np. podczas ustawiania wysokości lotniska, która dla wysokościomierza powinna być zerowa. Oczywiście, można również ustawić aktualną wysokość przed wyruszeniem np. w góry.

W układzie zastosowano specjalizowany czujnik ciśnienia z wyjściem napięciowym, a do konwersji napięcia na ciśnienie zastosowano mikrokontroler PSoC z programem przygotowanym graficznie. Wartość wysokości jest wskazywana za pomocą wyświetlacza LCD w metrach w postaci liczbowej i bargrafu.

**AVT-5314 w ofercie AVT:**  
AVT-5314A – płytka drukowana

#### Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilania +9 V,
- Wyświetlanie wysokości w postaci cyfrowej oraz bargrafu na wyświetlaczu LCD,
- Potencjometr regulacyjny wysokości odniesienia,
- Podświetlenie wyświetlacza załączane przyciskiem,
- Nieskomplikowana konstrukcja.

#### Dodatkowe materiały na CD/FTP:

- [ftp://ftp.ep.com.pl](http://ftp.ep.com.pl), user: 14464, pass: 87f371o5
- wzory płytek PCB
  - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

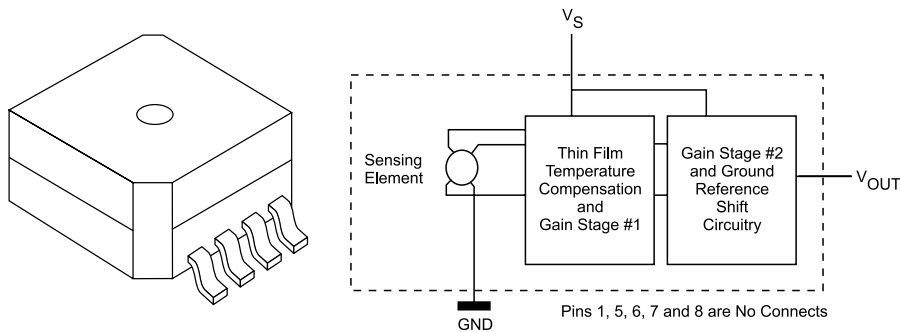
#### Projekty pokrewne na CD/FTP:

- (wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
- AVT-916 Wysokościomierz (EP 2/2006)
  - AVT-5278 Elektroniczny barometr z mikrokontrolerem PSoC (EP 2/2011)

## Czujnik ciśnienia

W mierniku zastosowano czujnik ciśnienia typu MPXAZ6115A (**rysunek 1**) firmy Freescale. Ma on zakres pomiarowy od 15 do 115 kPa, co po przeliczeniu na hPa – jednostkę stosowaną w meteorologii – daje zakres 150–1150 hPa. Na rys. 1 pokazano budowę zastosowanego czujnika na wyjściu którego napięcie odpowiada zmierzonemu ciśnieniu zgodnie z charakterystyką pokazaną na **rysunku 2**. Czujnik zawiera w swojej strukturze elementy niezbędne do pomiaru i za-





Rysunek 1. Wygląd i schemat blokowy czujnika MPXAZ6115A

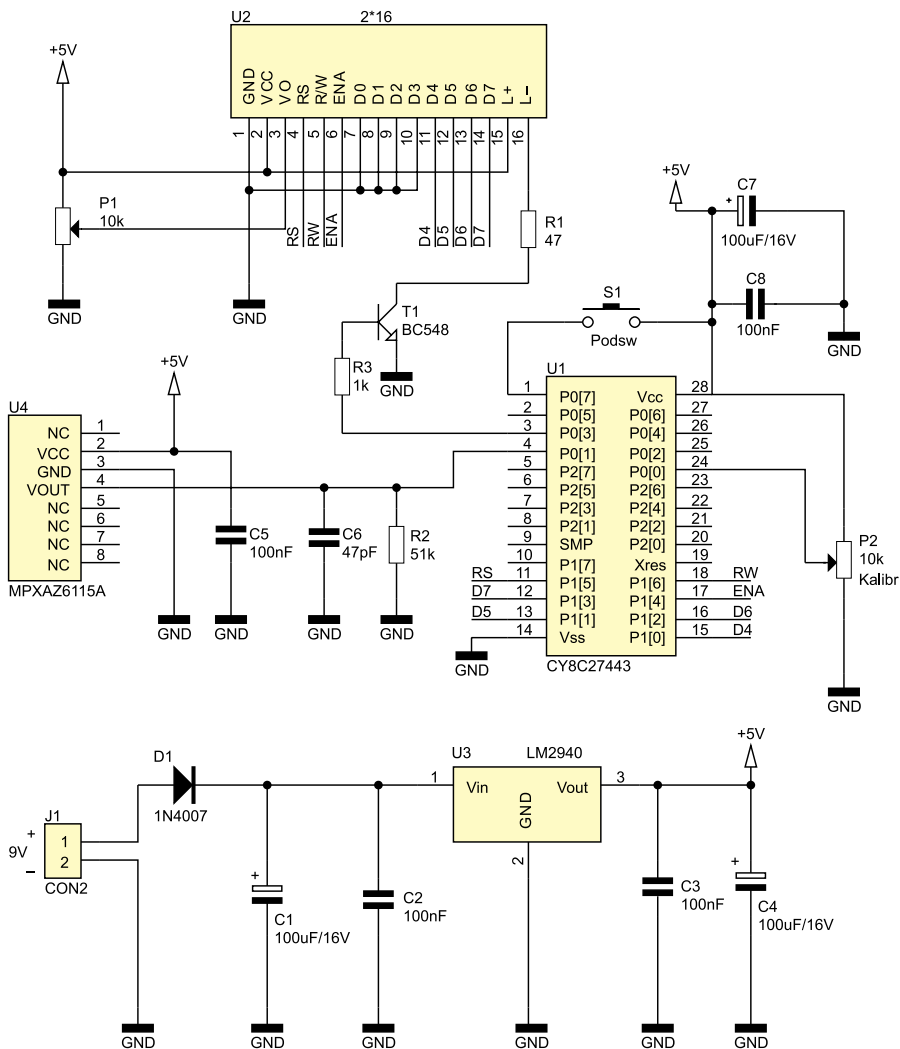
miany zmierzonego ciśnienia napięcie. Do czujnika wystarczy dołączyć napięcie zasilania, a jego wyjście sygnałowe nadaje się do dołączenia wprost do wejścia pomiarowego przetwornika A/C mikrokontrolera.

### Opis działania układu

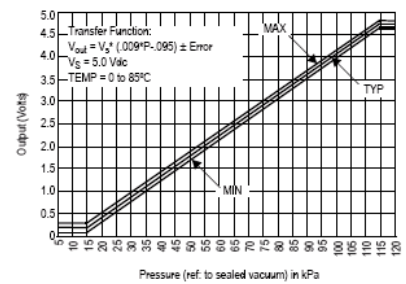
Schemat ideowy miernika pokazano na rysunku 3. W mierniku ciśnienia zastosowano mikrokontroler PSoc typu CY8C27443, do którego bezpośrednio dołączono wyświetlacz LCD (U2) oraz czujnik ciśnienia MPXAZ6115A (U4). Potencjometr P1 służy do regulacji kontrastu wyświetlacza LCD, natomiast potencjometr P2 do ustawiania wysokości odniesienia mierni-

ka. Kondensator C6 filtruje sygnał napięciowy z czujnika ciśnienia. Rezystor R1 ogranicza prąd podświetlenia wyświetlacza LCD, które jest załączane przyciskiem S1 poprzez tranzystor T1. Rezystor R3 ogranicza prąd bazy tranzystora.

Miernik ma zasilacz +5 V składający się ze stabilizatora U3 oraz kondensatorów filtrujących napięcie zasilania C1...C5. Dioda D1 zabezpiecza układ przed odwrotnym dołączeniem napięcia zasilającego. Program sterujący wysokościomierzem utworzono graficznie, a jego wygląd pokazano na rysunku 4. Dzięki unikatowym cechom mikrokontrolera PSoc urządzenie składa się tylko z kilku elementów, a jego program z kilku bloków funkcjonalnych.

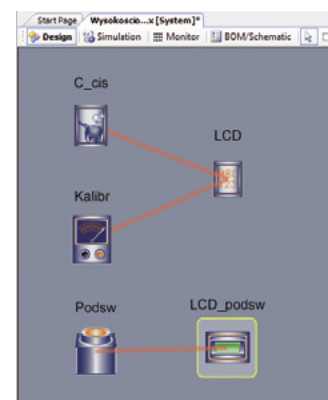


Rysunek 3. Schemat ideowy wysokościomierza

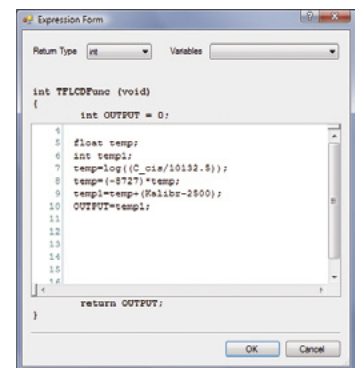


Rysunek 2. Zależność napięcia wyjściowego od ciśnienia dla czujnika MPXAZ6115A

Element C\_Cis to wejście czujnika ciśnienia, a ściślej przetwornika A/C skonfigurowanego do pracy z czujnikiem MPXAZ6115A. Element LCD jest blokiem wyświetlacza LCD. Blok Kalibr mierzy napięcie z potencjometru P2, za pomocą którego można wyzerować



Rysunek 4. Wygląd programu wysokościomierza



Rysunek 5. Blok obsługi wyświetlacza LCD



Rysunek 6. Konfiguracja bloku wyświetlania

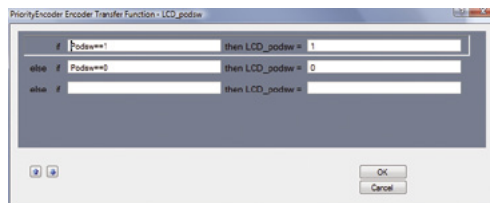


Rysunek 7. Konfiguracja bloku kalibracji z potencjometrem P2

miernik lub ustawiać wysokość odniesienia. Przeliczenie odczytanej wartości ciśnienia z przetwornika oraz potencjometru P2 odbywa się w bloku funkcji obsługi wyświetlacza LCD, co pokazano na **rysunku 5**. W bloku funkcji LCD zaimplementowano wzór przeliczeniowy oraz uwzględniono korektę wysokości na podstawie wartości napięcia odczytawanego z potencjometru kalibracyjnego P2.

Konfigurację bloku wyświetlacza pokazano na **rysunku 6**. W pierwszej linii LCD wyświetlana jest cyfrowa wartość wysokości w metrach, natomiast w drugiej linii wyświetlana jest wysokość w postaci paska bargrafu o zakresie od 0 do 10000 metrów. Na **rysunku 7** pokazano konfigurację bloku obsługującego potencjometr P2. Mierzy on napięcie z potencjometru w zakresie od 0 do 5 V, a więc w zakresie napięcia zasilającego układu miernika. Blok *Podsw* jest przyciskiem S1, którego przyciśnięcie włącza tranzystor T1 załączający podświetlenie wyświetlacza LCD. Funkcje realizowane przez blok *LCD\_podsw* pokazano na **rysunku 8**.

Program opracowany graficznie można poddać symulacji działania (**rysunek 9**). Po stwierdzeniu prawidłowego działania, należy skompilować program

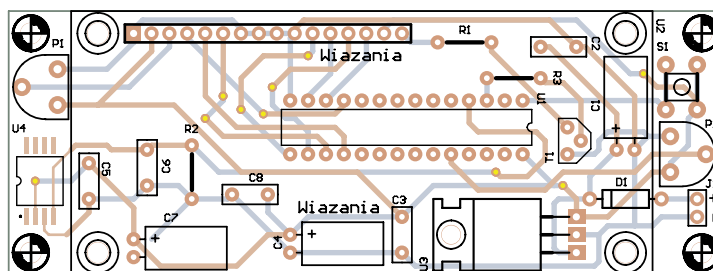


**Rysunek 8. Funkcje bloku załączania podświetlenia LCD\_podsw**

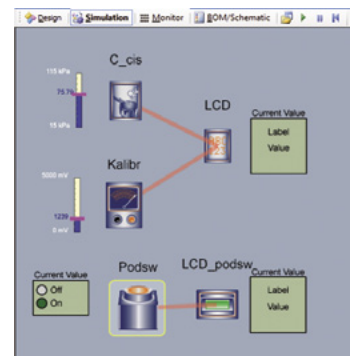
i zaprogramować mikrokontroler. Oprogramowanie również umożliwia przypisanie elementów współpracujących do wyprowadzeń wybranego mikrokontrolera PSoc i wygenerowanie wykazu elementów oraz schematu.

### Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy wysokościomierza pokazano na **rysunku 10**. Montaż miernika jest typowy i należy go rozpocząć



**Rysunek 10. Schemat montażowy wysokościomierza**



**Rysunek 9. Symulacja działania programu wysokościomierza**

od elementów najmniejszych. Najlepiej w pierwszej kolejności wlotować czujnik ciśnienia, który jest umieszczony w miniaturowej obudowie SMD. Po zmontowaniu miernik należy zasilić stałym napięciem o wartości 9 V np. z baterii lub akumulatora. Wysokościomierz w zależności od wysokości miejsca, w którym się znajdujemy trzeba skalibrować za pomocą potencjometru P2.

**Marcin Wiązania**  
marcin.wiazania@ep.com.pl