

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie**, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Miernik przyspieszenia

Projekt
132



Prezentowany układ służy do pomiaru czasu przyspieszenia pojazdu do ustalonej prędkości (często jest on nazywany akcelerometrem). Możemy dzięki niemu sprawdzić czy nasz samochód ma takie osiągi jak podaje producent lub porównać osiągi przed i po zmianach jakie wprowadzamy w samochodzie (silniku). Układ nie wymaga podłączenia do licznika prędkości w samochodzie dzięki zastosowaniu czujnika przyspieszenia.

Przyspieszenie jest wielkością fizyczną, która informuje nas, jak i o ile zmienia się prędkość danego ciała w każdej jednostce czasu. Możemy je przedstawić za pomocą wzoru:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

w którym v oznacza prędkość końcową, v_0 prędkość początkową natomiast Δt jest to czas w którym nastąpiła zmiana prędkości od v_0 do v czyli można powiedzieć, że przyspieszenie jest to stosunek przyrostu prędkości do czasu, w którym ten przyrost nastąpił. Z równania określającego przyspieszenie możemy otrzymać równanie prędkości:

$$v = v_0 + a \cdot \Delta t$$

Wzór ten pozwala zatem obliczyć chwilową wartość prędkości v w dowolnym momencie, jeśli znana jest prędkość początkowa i przyspieszenie. W tym przypadku prędkość początkowa v_0 będzie wynosić 0 ponieważ pomiar rozpoczyna się w chwili gdy pojazd rusza z miejsca. Natomiast wartość przyspieszenia a otrzymana jest dzięki zastosowaniu czujnikowi przyspieszenia ADXL 311 produkowanego przez firmę Analog Devices.

Czujnik ten umożliwia pomiar

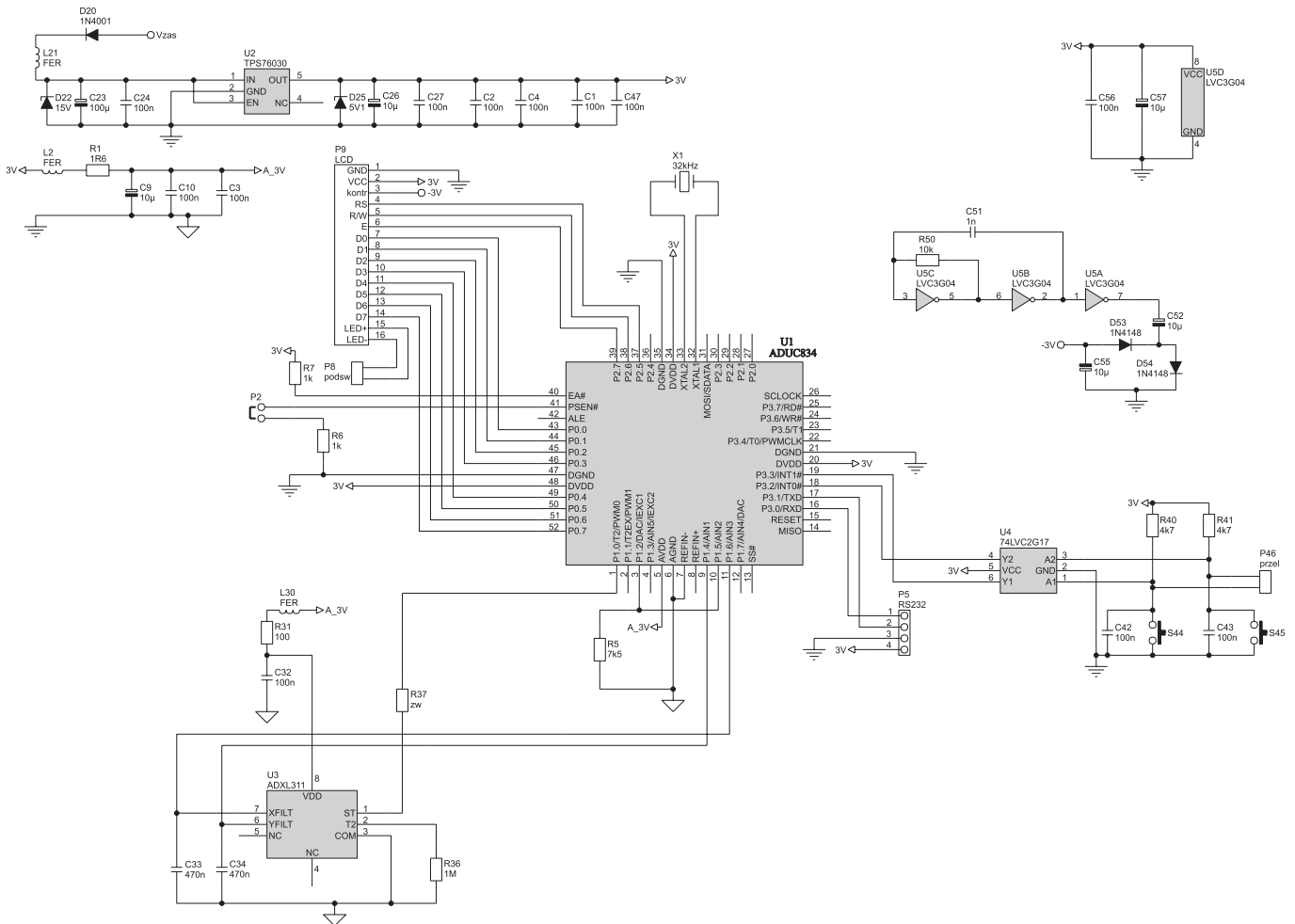
zarówno dynamicznych jak i statycznych przyspieszeń o wartościach dodatnich i ujemnych w zakresie nie przekraczającym wartości 2 g.

Opis działania układu

W celu uniknięcia zakłóceń jakie mogą przedostać się z instalacji elektrycznej samochodu układ jest zasilany z baterii 9 V. Napięcie zasilające jest stabilizowane przez stabilizator który daje na wyjściu napięcie o wartości 3 V. Jako stabilizator został zastosowany układ scalonego stabilizatora TPS76030 (U2). Na wejściu stabilizatora zastosowano prosty filtr napięcia L21, C23 i C24. Dioda D20 zabezpiecza układ przed odwrotnym podłączeniem napięcia zasilającego. Na wyjściu stabilizatora znajduje się dioda zenera D25 która w przypadku awarii stabilizatora powinna spowodować zwarcie powodujące uszkodzenie bezpiecznika. Kondensatory C1, C2, C4, C26, C27, C47 są wykorzystywane do filtracji napięcia zasilające układy.

Zasilanie mikrokontrolera zostało podzielone na dwie części: część analogową oraz część cyfrową. Część cyfrowa jest podłączona do wyjścia stabilizatora natomiast część analogowa mikrokontrolera oraz czujnika jest dodatkowo filtrowana





Rys. 1. Schemat elektryczny miernika przyspieszenia

przez filtr dolnoprzepustowy wykonany z dławika L2, rezystora R1, oraz kondensatorów C3, C9, C10.

Ujemne napięcie o wartości - 3 V które jest wykorzystywane do uzyskania odpowiedniego kontrastu na wyświetlaczu LCD jest uzyskane dzięki zastosowaniu przetwornicy kondensatorowej zmieniającej polaryzację napięcia. Zbudowana została ona jako generator (inwertery U5C i U5B) oraz inwerter kluczująca U5A.

Czujnik przyspieszenia zasilany jest poprzez dławik L30 i rezystor R31. Kondensatory C34 i C33 ustalają częstotliwość sygnałów wyjściowych któ-

re są podawane na wejścia P1.4 oraz P1.6 mikrokontrolera. Czujnik przy tych wartościach pojemności posiada pasmo około 10 Hz – do próbkowania jest wykorzystywana w mikrokontrolerze częstotliwość 32 Hz ze względu na uproszczenie programu. Rezystor R5 służy do ustalenia napięcia odniesienia na wejściu przetwornika A/C. Napięcie to jest wytwarzane przy wykorzystaniu wbudowanego w mikrokontroler źródła prądowego 200 µA. Przetwornik posiada różnicowe wejście które stanowią pary P1.4 i P1.5 lub P1.6 i P1.5. Wejście ST (self test) układu ADXL311 służy do testowania ale ze względu na zastosowane ustawianie poziomu i określaniu wartości 0 g przed pomiarem nie jest ono wykorzystywane.

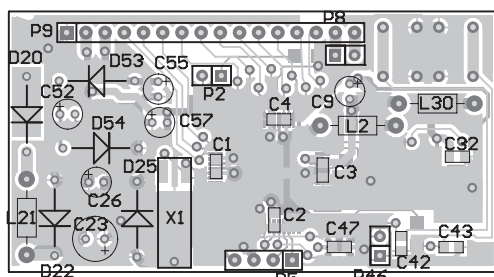
Do obsługi miernika służą przyciski S1 oraz S2 do których równolegle podłączone są kondensatory filtrujące C42, C45. Sygnały z przycisków są podawane do wejść mikrokontrolera P3.2 oraz P3.3 poprzez układ inwertera z przerzutnikiem Schmitta U4. Rezystor R7 słu-

ży do podawane stanu wysokiego na wejście EA mikrokontrolera co powoduje jego pracę z wewnętrzną pamięcią.

Programowanie układu możliwe jest po zwarceniu zwory P2 co powoduje połączenie wejścia PSEN z masą poprzez rezystor R6, dane do mikrokontrolera przesyłane są poprzez port szeregowy.

Opis programu sterującego

Odczytywanie wartości napięcia z układu ADXL 311 odbywa się przez wbudowany w mikrokontroler przetwornik A/C. Aby odczyty były prawidłowe układ należy najpierw wykalibrować. Dokonuje się tego poprzez ustawienie czujnika tak aby na jego oś działało przyspieszenie równe +1 g (ustawiając układ do góry i przyciskając przycisk 1) oraz -1 g (ustawiając układ w dół i przyciskając przycisk 0), następnie na podstawie tych danych mikroprocesor wylicza jaka wartość podawana przez czujnik odpowiada przyspieszeniu równemu 0 g. Na wyświetlaczu są podane kolejno wartości odpowiadające warto-



Rys. 2. Schemat montażowy miernika przyspieszenia. Widok od strony lutowania

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 1,6 Ω
- R5: 7,5 $k\Omega$
- R6, R7: 1 $k\Omega$
- R31: 100 Ω
- R37: zwora
- R36: 1 $M\Omega$
- R40, R41: 4,7 $k\Omega$
- R50: 10 $k\Omega$
- L2, L21, L30: dławik

Kondensatory

- C51: 1 nF
- C1...C4, C10, C24, C27, C32, C42, C43, C47, C56: 100 nF
- C33, C34: 470 nF
- C9, C23, C26, C57: 10 μF

Półprzewodniki

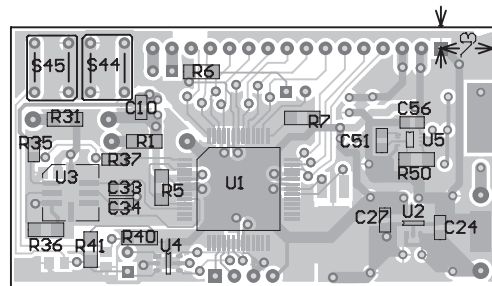
- D20: 1N4001
- D22: 15V
- D25: 5V1
- D53: 1N4148
- D54: 1N4148
- X1: kwarc 32 kHz
- U1: ADuC834
- U2: TPS76030
- U3: ADXL 311
- U4: 74LVC2G17
- U5: LVC3G04

ści 1 g, -1 g oraz wyliczoną wartość 0 g a w dolnym rzędzie wartość jaka była do tej pory zapisana w pamięci. Wciskając przycisk 1 a następnie potwierdzając przyciskiem 0 zapisujemy nową wartość. Odczyty wartości zmierzonych przez przetwornik oraz włączenie następnego cyklu przetwarzania odbywają się podczas przerwanian z układu licznika czasu rzeczywistego które występuje 32 razy na sekundę. Odczytana wartość zostaje zapisana w pamięci i zostaje ustawiony bit który informuje program o odczytaniu wartości. Przed rozpoczęciem pomiaru układ należy wyzerować poprzez wypoziomowanie aby wyeliminować wpływ przyspieszenia ziemskiego. Układ wyświetla na wy-

świetlaczu wartość odpowiadającą położeniu poziomemu (wyliczoną podczas kalibracji) oraz wartość aktualnie mierzoną. Należy ustawić układ w takim położeniu aby te dwie wartości były równe lub zbliżone do siebie a następnie potwierdzić wciskając przycisk 1. Następnie układ dokonuje odczytu 16 wartości otrzymanych z przetwornika a potem sumuje je i wylicza z nich średnią i tą wartość przyjmuje jako wartość odpowiadającą 0 g (pojazd stoi w miejscu). Po wyzerowaniu układ oczekuje na ruszenie pojazdu. Ruch pojazdu jest wykryty w chwili gdy zostanie przekroczona progowa wartość przyspieszenia. Układ wylicza średnią wartość z 4 próbek i sprawdza czy jest większa od progowej wartości zapisanej w programie. Gdy progowa wartość zostanie przekroczona w układzie włączają się liczniki liczące czas od startu oraz rozpoczyna się pomiar przyspieszenia który odbywa się 32 razy na sekundę. Zmierzona wartość służy do wyliczenia aktualnej prędkości – jest przemnażana przez stałą oraz niezbędne jest jeszcze dzielenie przez wartość odpowiadającą 1 g – dzięki czemu otrzymujemy wartość zmiany prędkości w km/godzinę. Tak otrzymane przyrosty prędkości są sumowane i otrzymana aktualna prędkość która jest porównywana z założoną wartością. Jeśli ją przekroczy to pomiar zostaje zatrzymany i licznika czasu wskazuje czas przy którym został zatrzymany pomiar. Program mierzy czas przy którym osiągnana jest prędkość 70 i 100 km/godzinę. Aby powtórzyć pomiar należy wcisnąć przycisk 0 a żeby przejść do menu głównego przycisk 1.

Montaż i uruchomienie

W układzie zostały wykorzystane elementy typu SMD dlatego też ich lutowanie należy przeprowadzić bardzo dokładnie. Ponieważ



Rys. 3. Schemat montażowy miernika przyspieszenia. Widok od strony elementów

plytka jest dwu stronna i była wykonywana bez metalizacji otworów ,montaż należy rozpoczynamy od wlotowania wszystkich zwór które łączą obydwie strony płytki. Następnie montujemy elementy z których składa się część stabilizująca napięcie zasilające układ, po czym należy zmierzyć czy na wyjściu stabilizatora jest napięcie równe 3 V jeśli tak to możemy przystąpić do dalszego montażu. Pozostałe elementy należy lutować zaczynając od najmniejszych, a kończąc na największych. Wyświetlacz LCD montujemy do płytki na końcu pod kątem 90°. Gdy wszystkie części będą wlotowane przystępujemy do programowania mikrokontrolera, w tym celu należy zewrzeć zworę P2 i poprzez złącze P5 połączyć układ z programatorem. Po rozwarciu zwory P2 i ponownym włączeniu zasilania na wyświetlaczu powinien pojawić się napis informujący o poprawnym działaniu układu. Podłączenie mikrokontrolera do komputera należy wykonać poprzez translator poziomów z RS232 na napięcia z zakresu 0...3 V np. ADUM3202. W układnie zostały zastosowane elementy SMD ze względu na ich wielkość, zdobycie elementów nie jest trudne ponieważ producenci często oferują darmowe próbki.

Paweł Szechowski



**PRENUMERATĘ ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ
NAJWYGODNIEJ ZAMAWIAĆ SMS-EM!**
Wyślij SMS o treści PREN na numer 0663889884,
my oddzwonimy do Ciebie
i przyjmujemy Twoje zamówienie.

(koszt SMS-a według Twojej taryfy)