



Bezprzewodowy ultradźwiękowy miernik odległości

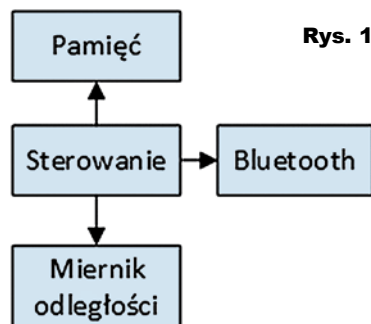
Rozbuduj dowolne urządzenie o dodatkowe możliwości, jakie daje komunikacja bezprzewodowa, pomiar odległości i złącze gotowe do oprogramowania.

Do czego to służy?

W naszym codziennym życiu często chcemy sterować urządzeniem w sposób bezprzewodowy. W EdW były już przedstawiane liczne projekty wykorzystujące Bluetooth i chciałbym zaprezentować swoje rozwiązanie urządzenia sterowanego bezprzewodowo za pomocą Bluetooth. Dzięki pięciu GPIO użytkownik może w dowolny sposób opisać sobie te urządzenia. Służy do pomiaru odległości za pomocą ultradźwięków i przechowywania pomiarów w pamięci EEPROM. Wykorzystany został gotowy, popularny moduł ultradźwiękowy SR-04. Warto zwrócić uwagę na prostotę, interesujące rozwiązanie, niski koszt, użycie popularnych elementów oraz duże możliwości rozwojowe. Wystarczy dołączyć układ do innego urządzenia (np. robota), by uzyskać możliwość sterowania bezprzewodowego.

Jak to działa?

Dla lepszego zrozumienia budowy i działania warto przeanalizować schemat blokowy, pokazany na **rysunku 1**. Jak widać, w skład układu wchodzi takie elementy, jak sterowanie zrealizowane na popularnym mikrokontrolerze ATmega8, pamięć EEPROM 24C08, miernik odległości oparty na układzie SR-04 i Bluetooth wykorzystujący moduł HC-05. Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 2**. Układ zasilany jest napięciem od 5,5V do 14,4V. Dzięki zastosowaniu stabilizacji

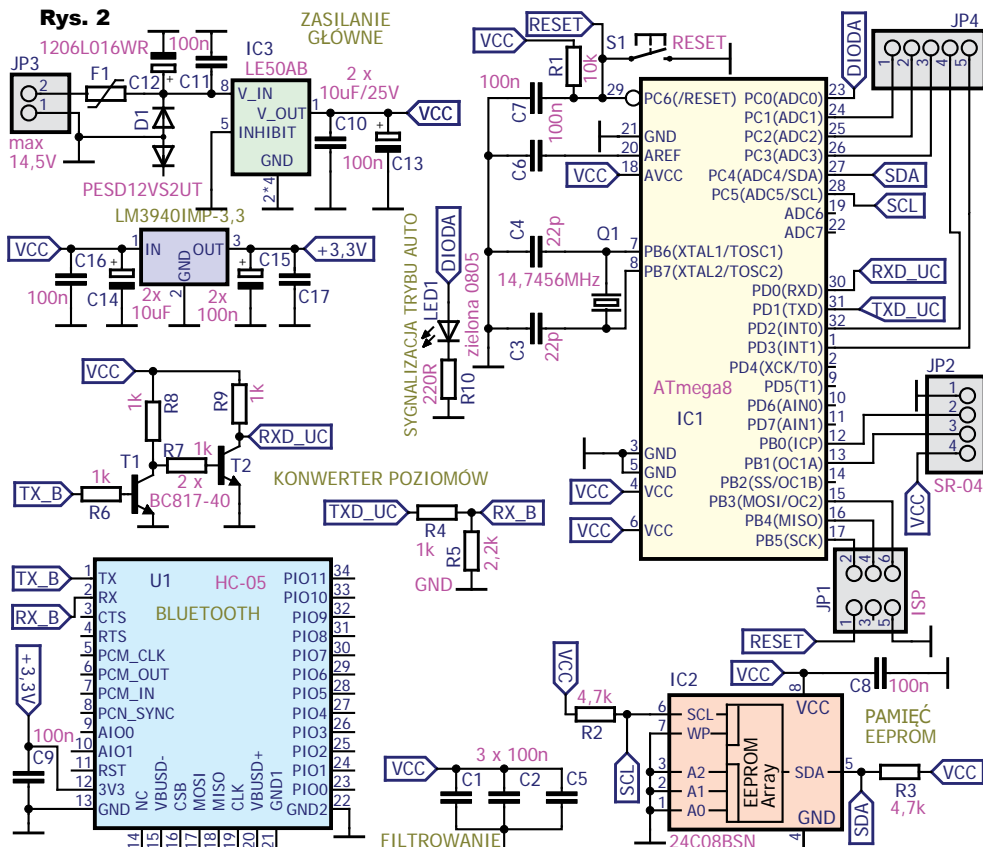


Rys. 1



tora napięcia LE50AB otrzymujemy szeroki zakres stabilizowanego napięcia (od 5,5V do 18V). Na wejściu zastosowano bezpiecznik F1 (max. 160mA) i diodę transil D1, której napięcie wejściowe nie może przekroczyć 14,5V, ponieważ wtedy zaczyna przewodzić dioda, zwiernając zasilanie z masą i tym samym przepalając bezpiecznik. Dzięki zastosowaniu takiego zabezpieczenia zmniejszamy szansę na uszkodzenie układu wynikające ze zbyt dużego napięcia zasilającego. Jest to bardzo pożądane w przypadku stosowania niestabilnych źródeł zasilania. Jeżeli zasilanie

zasilanie z masą i tym samym przepalając bezpiecznik. Dzięki zastosowaniu takiego zabezpieczenia zmniejszamy szansę na uszkodzenie układu wynikające ze zbyt dużego napięcia zasilającego. Jest to bardzo pożądane w przypadku stosowania niestabilnych źródeł zasilania. Jeżeli zasilanie



lamy układ ze stabilnego i stałego źródła napięcia, możemy pominąć montaż diody transil. Wtedy napięcie wejściowe może wynosić maksymalnie 18V. Należy jednak uwzględnić moc wydzielaną na stabilizatorze LE50AB, która wzrasta wraz ze zwiększeniem wejściowego napięcia zasilającego.

Kluczową funkcję pełni mikrokontroler ATmega8, który steruje działaniem czujnika odległości, Bluetooth, jak również zapisuje i odczytuje pomiary z pamięci EEPROM. Dodatkowo zostało wyprowadzonych 5 pinów, które można dowolnie oprogramować np. do sterowania robotem.

Czujnik SR-04 zostaje pobudzony sygnałem na złączu Trig przez czas 10us. Następnie mikrokontroler ATmega8, wykorzystując złącze Echo, odbiera impuls, którego czas trwania po odpowiednich przekształceniach odpowiada odbytej odległości przez dźwięk. Należy zwrócić uwagę, że dźwięk rozchodzi się na kształt stożka, tak jak na **rysunku 3**. Można to z powodzeniem wykorzystać do wykrywania przeszkód. Jeżeli laser trafi w przerwę między dwoma przeszkodami, otrzymamy wynik znacznie różniący się od rzeczywistości. Miernik ultradźwiękowy jest pozbawiony tej niepewności. Niestety miernik taki może wskazać błędną odległość w przypadku wystąpienia przeszkody znajdującej się na bokach stożka, mimo że w środku nie będzie przedmiotu. Można wtedy zastosować dokładniejszy miernik o mniejszym kącie emitowanych ultradźwięków. Miernik SR04 umożliwia pomiar odległości od 2cm do 2m, natomiast miernik US-015 mierzy od 2cm do 4m. Oba mierniki można z powodzeniem stosować zamiennie.

Po dokonaniu pomiaru mikrokontroler zapisuje wynik do pamięci zewnętrznej EEPROM 24C08. Pamięć ta ma rozmiar 8kb, umożliwiając zapisanie wielu pomiarów. Dzięki temu użytkownik może w łatwy sposób sprawdzić pomiary, które zostały wykonane wcześniej. Jest to pamięć EEPROM, więc

nawet po zaniku zasilania dane nadal nie zostają utracone. Komunikacja następuje przez magistralę kompatybilną z I²C. Ponieważ układ ma opcję ustawienia adresu, mamy możliwość dołączenia nawet do 8 takich układów na jednej magistrali. Dzięki temu w bardzo prosty sposób można znacznie zwiększyć liczbę zapamiętanych pomiarów.

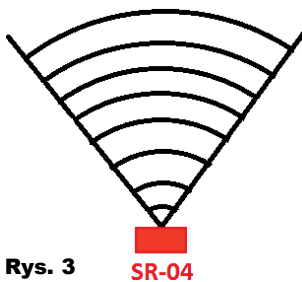
Mikrokontroler ATmega8 otrzymuje polecenia pomiaru lub odczytu za pomocą magistrali UART, na której znajduje się układ Bluetooth HC05. Bluetooth musi być zasilany napięciem z przedziału od 3V do 4,2V. Najczęściej spotykanym napięciem w układach cyfrowych zaraz obok 5V jest 3,3V, więc z tego napięcia skorzystano. Stabilizację napięcia zapewnia nam układ LM3940IMP-3,3, który pracuje w typowej, katalogowej aplikacji. Należy wtedy pamiętać o konwersji poziomów napięć na liniach magistrali. Realizowane jest to dla linii TxD z mikrokontrolera za pomocą dwóch rezystorów tworzących dzielnik napięcia. Dla linii RxD realizowane to jest za pomocą czterech rezystorów i dwóch tranzystorów NPN. Należy również pamiętać o skrosowaniu linii magistrali między mikrokontrolerem a układem HC05.

W celu komunikacji z modułem Bluetooth została stworzona aplikacja na telefon z systemem Android. Należy najpierw uruchomić Bluetooth w urządzeniu (telefon, tablet, itd.). Następnie można uruchomić aplikację. Ekran startowy przedstawiono na **fotografii 1**. Naciskając w przycisk „Lista dostępnych urządzeń Bluetooth”, otrzymujemy całą listę znalezionych i sparowanych urządzeń. Należy wybrać wtedy

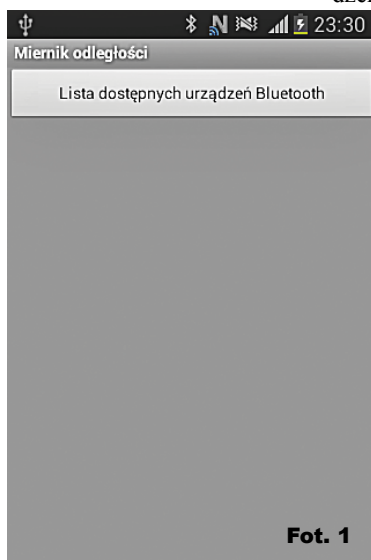
HC05. Nastąpi wówczas próba połączenia z układem. Po połączeniu otrzymujemy ekran z **fotografii 2**. Jak widać, można zmienić urządzenie, z którym się komunikujemy, ponieważ nadal został przycisk listy dostępnych urządzeń. Przycisk „Pomiar” służy do wykonania pojedynczego pomiaru. Układ HC05 odbiera odpowiednią komendę, następnie przekazuje ją do mikrokontrolera, który wykonuje pomiar. Zostaje on wykonany aż dziesięć razy, a następnie wynik jest uśredniany i tę wartość mikrokontroler przekazuje za pomocą HC05 do aplikacji. Użytkownik otrzymuje wtedy odpowiedni komunikat na wyświetlaczu pod przyciskami. Przycisk „Reset pamięci” służy do wykasowania całej zawartości pamięci EEPROM. Użytkownik otrzymuje najpierw komunikat „czekaj, trwa czyszczenie pamięci” a po wykonaniu operacji zostaje wyświetlony napis „pamięć czysta”. Kolejny przycisk „Odczyt pamięci” służy do odczytywania następnych zapisanych pomiarów z pamięci EEPROM. Odbywa się to w analogiczny sposób jak pojedynczy pomiar, tylko tym razem mikrokontroler, zamiast komunikować się z miernikiem SR04, komunikuje się z pamięcią 24C08. Każdorazowe wciśnięcie przycisku powoduje odczytanie kolejnego zapisanego pomiaru. Przycisk „Autopomiar” powoduje, że mikrokontroler zaczyna wykonywać pomiar w sposób automatyczny co 2 sekundy. Czas ten można w bardzo prosty sposób zmienić w kodzie programu. W momencie wydania polecenia automatycznego pomiaru dioda LED1 zaczyna mrugać z częstotliwością wykonywanych pomiarów. Gdy nie są wykonywane automatyczne pomiary, dioda LED świeci w sposób ciągły, informując o pracy urządzenia. Jeżeli użytkownik będzie chciał wydać dowolne inne polecenie mikrokontrolerowi, może skorzystać z pola tekstowego znajdującego się na dole aplikacji. Następnie naciskając „Wyślij tekst” powoduje wysłanie wiadomości do mikrokontrolera. Można skorzystać z dowolnej innej aplikacji działającej w trybie SPP. Należy wtedy wysłać odpowiednie znaki w celu wykonania konkretnych zadań. Zostało to przedstawione w **tabeli 1**.

Tabela 1

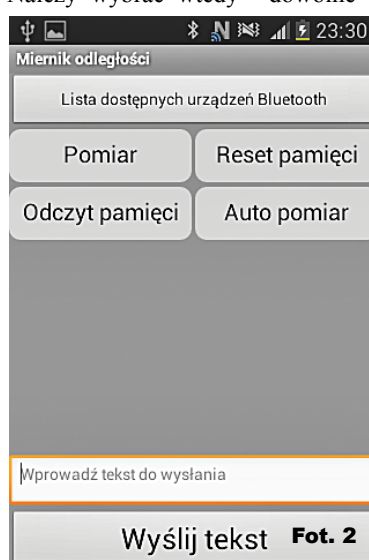
Znak	Funkcja
a	Pomiar
b	Reset pamięci
c	Odczyt pamięci
d	Autopomiar



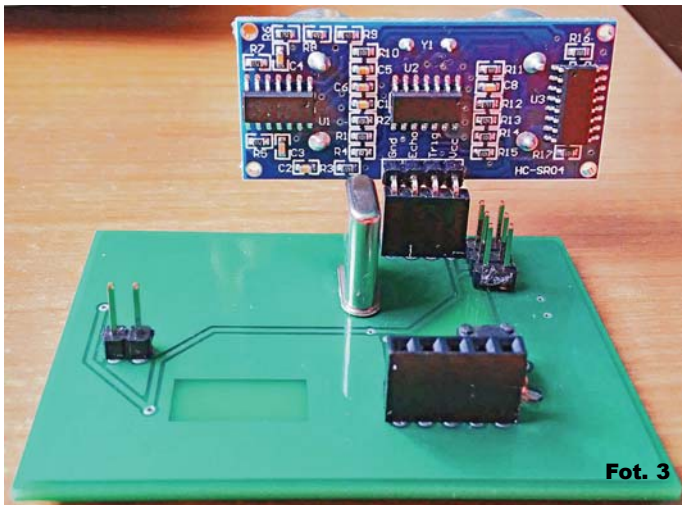
Rys. 3 SR-04



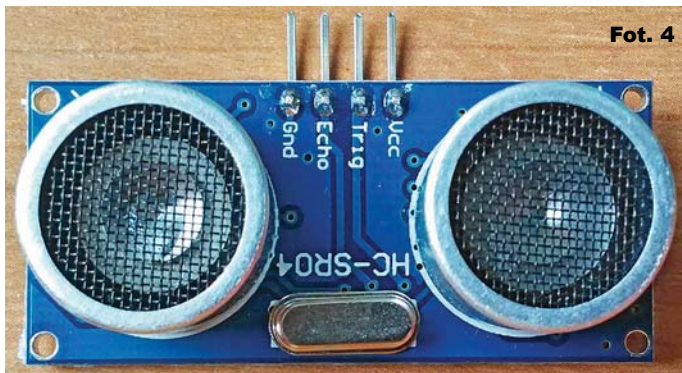
Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4

Mikrokontroler ma złącze JP1, które umożliwia proste wgranie kodu. Złącze JP4 nie ma żadnych funkcji, dzięki czemu użytkownik sam może zdefiniować w dowolny sposób działanie tych wyprowadzeń. Na tym złączu

znajdują się trzy porty ADC i dwa porty z przewodnikami zewnętrznymi dla mikrokontrolera. Dzięki temu możemy np. sterować robotem w sposób bezprzewodowy, kodując, jakie stany mamy mieć na pinach w zależności od wydanego polecenia. Można również z powodzeniem wykorzystać wyprowadzenia ADC do pomiaru stanu baterii w układzie. Wyprowadzenia od przerwań mogą być również bardzo przydatne, ponieważ dzięki nim układ może szybko zareagować na sytuację niebezpieczną dla urządzenia, do którego dołączono ten projekt.

Montaż i uruchomienie

Złącze J3 jest miejscem do podłączenia zasilania zewnętrznego. Program dla mikrokontrolera, zarówno w postaci źródłowej z komentarzami, jak i pliki wynikowe, jest umieszczony w Elpor-talu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na rysunku 4 i 5. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. W przypadku niewykorzystywania dodatkowych wyprowadzeń mikrokontrolera można pominąć montaż złącza JP4. Wszystkie złącza, kwarc i przycisk można zamontować po dowolnej stronie, należy jednak pamiętać o prawidłowym podłączeniu programatora, czujnika odległości i zasilania.

Fotografia wstępna oraz fotografia 3 pokazują model. Fotografia 4 przedstawia wygląd czujnika odległości SR04.

Podczas montażu należy zwrócić uwagę na prawidłowe zamontowanie układów scalonych i elementów mających polaryzację (kondensatory tantalowe, diody, itd.), ponieważ błędne podłączenie może nieodwracalnie uszkodzić element.

Wykaz elementów

Rezystory:

- R1 10kΩ/0603
- R2, R3 4,7kΩ/0603
- R4, R6, R7, R8, R9 1kΩ/0603
- R5 2,2kΩ/0603
- R10 220Ω/0805

Kondensatory:

- C1, C2, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C16, C17 100nF/0603/ceramiczny
- C3, C4 22pF/0402
- C12, C13 10uF/TAJB/20V/tantalowy
- C14, C15 10uF/TAJA/6,3V/tantalowy

Półprzewodniki:

- T1, T2 BC817-40/SOT23
- IC1 ATmega8/TQFP32
- IC2 24C08BSN/SO8
- IC3 LE50AB / SO8
- IC4 LN3940IMP-3.3/SOT223
- D1 PESD12VS2UT/SOT23
- LED1 LTST C170KGKT lub inna zielona/0805

Inne:

- Q1 14,7456MHz
- U1 HC-05
- U2 SR-04 lub US-015
- S1 przycisk
- F1 1206L016WR/1206
- JP1 goldpin 2x3
- JP2 goldpin 1x4
- JP3 goldpin 1x2
- JP4 goldpin 1x5

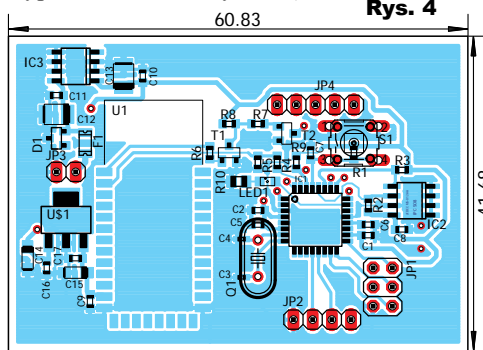
Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3152.

Po zmontowaniu układu należy zaprogramować. W tym celu podłączamy programator (np. USBASP) do złącza JP1. Należy również doprowadzić zasilanie do układu poprzez złącze J3. Trzeba pamiętać, by podłączyć masę programatora do złącza JP1, w przeciwnym razie układ nie zaprogramuje się poprawnie. Osoby niedoświadczone powinny poprosić kogoś o pomoc w zaprogramowaniu mikrokontrolera.

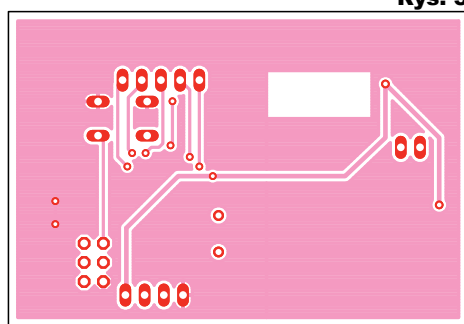
Po zaprogramowaniu układu należy sparować urządzenie sterujące (tablet, smartfon, itd.). Polega to na uruchomieniu Bluetooth w urządzeniu sterującym, znalezieniu urządzenia HC05, a następnie wpisaniu hasła: 1234, gdy o to zostaniemy zapytani. Wystarczy to wykonać jednorazowo dla każdego urządzenia sterującego. Następnie należy uruchomić aplikację umieszczoną wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW bądź dowolną inną aplikację obsługującą SPP.



Mateusz Kuc
kucmateusz92@gmail.com



Rys. 4



Rys. 5