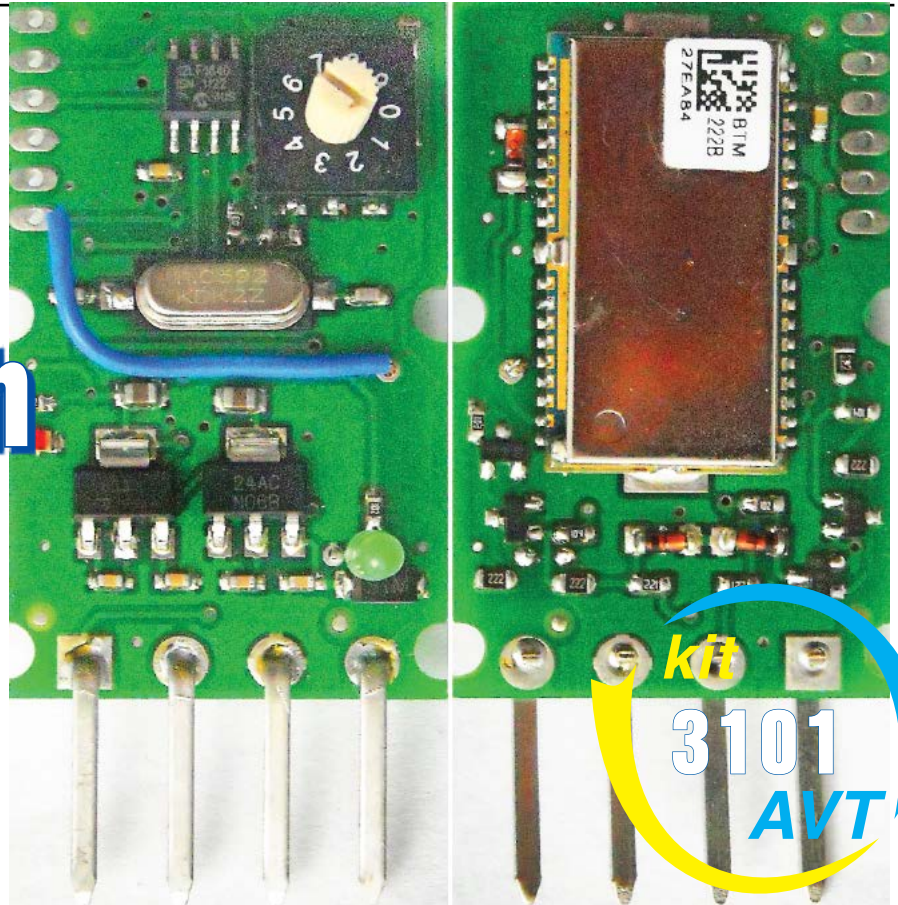




Prosty moduł Bluetooth

Pierwsze urządzenia bezprzewodowej transmisji danych były wykorzystywane do celów wojskowych. Dziś są bardzo popularne w rozwiązaniach konsumenckich. Obecnie większość mobilnych urządzeń powszechnego użytku ma wbudowany interfejs Bluetooth. Również w codziennym życiu konstruktora powstaje dużo projektów, z którymi trzeba się komunikować bezprzewodowo.

Opisywane urządzenie jest prostym w obsłudze modułem, pozwalającym na wykorzystanie łączności Bluetooth z wykorzystaniem interfejsu UART. Układ umożliwia szybką zmianę prędkości transmisji dla modułu BTM-222 bez użycia dodatkowych narzędzi. Pozwala to na uproszczenie i przyspieszenie realizacji połączenia pomiędzy urządzeniami. Można zapomnieć o problemach z konfiguracją i wysyłaniem komend AT. Należy wybrać tylko żądaną prędkość transmisji przez odpowiednie ustawienie mechanicznego obrotowego zadajnika oraz podłączyć zasilanie. **Tabela 1** przedstawia możliwe prędkości transmisji.



Opis układu

Układ składa się z bloku zasilania, bloku komunikacyjnego (transmisyjnego), części logicznej, bloku translatora napięć oraz złączy. Schemat układu przedstawiono na **rysunku 1**.

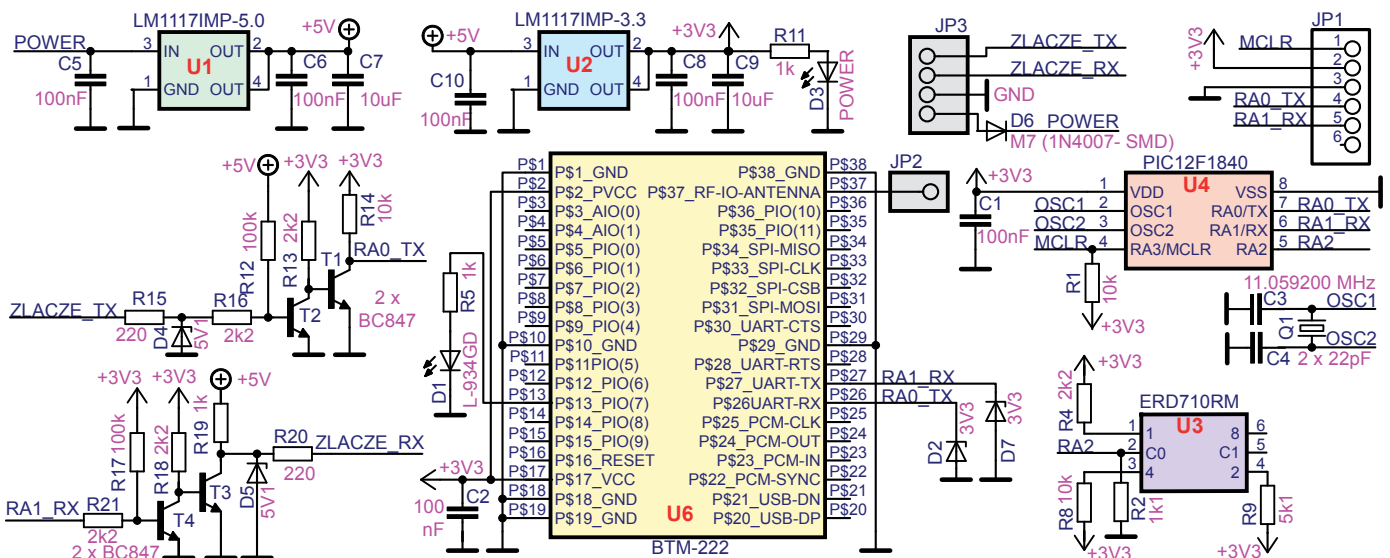
Złącze JP3 służy do podłączenia zasilania DC oraz sygnałów transmisyjnych RX (ang. receive) oraz TX (ang. transmit) wykorzysty-

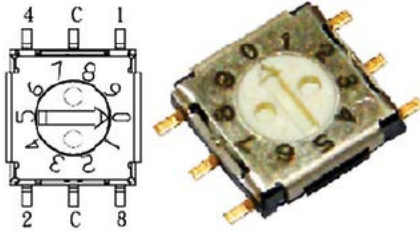
Ustawienie zadajnika	Prędkość transmisji [bps]
1	9600
2	19200
3	38400
4	57600
5	115200
6	230400
7	460800

Tabela 1

wanych podczas transmisji w interfejsie RS-232. Sygnał zasilania trafia do bloku składającego się z dwóch głównych układów U1 oraz U2. Są to stabilizatory napięć LM1117MP-5.0 oraz LM1117MP-3.3. Dodatne napięcie zasilania, który może mieścić się w granicach od 6,5 VDC do 20 VDC, przez diodę D6 (zabezpieczenie przed

Rys. 1





Rys. 2

odwrotnym podłączeniem zasilania) trafia do układu U1, gdzie na wyjściu uzyskuje się napięcie 5V. Następnie napięcie 5V trafia na wejście układu U2 gdzie uzyskuje się napięcie 3,3V. Kondensatory C5–C10 służą do filtracji zakłóceń linii napięć zasilających. Dioda LED D3 służy do informacji, czy zostało podłączone napięcie zasilania do złącza JP3. Zastosowanie złącza JP1 do programowania pamięci mikrokontrolera umożliwia wgranie nowego programu do mikrokontrolera po ewentualnych modyfikacjach obecnego.

Sercem urządzenia jest układ U4 PIC-12LF1840 – 8-bitowy mikrokontroler firmy Microchip w 8-pinowej obudowie. Kondensator C1 o wartości 100nF służy do filtracji zakłóceń. Rezystor R1 o wartości 10kΩ służy do wymuszenia wysokiego stanu logicznego na linii MCLR (Reset). Największą stabilność oraz dokładność pracy układu mikroprocesorowego uzyskuje się przy użyciu zewnętrznego rezonatora kwarcowego. W urządzeniu zastosowano rezonator kwarcowy 11,059200 MHz ze względu na szeroki zakres prędkości transmisji ustawianych w module Bluetooth BTM-222. Kondensatory C3 i C4 o wartości 22pF dobrano zgodnie z dokumentacją dostarczoną przez producenta.

Do wybrania prędkości transmisji służy miniaturowy przełącznik kodujący do montażu SMD. Układ zaprojektowano pod zadajnik kodu typu ERD710RM [1]. Schemat wyprowadzeń oraz wygląd zadajnika przedstawia rysunek 2.

Zadajnik działa na zasadzie konwersji liczby z systemu dziesiętnego na binarny kod dziesiętny (ang. Binary Coded Decimal). Kod ten stanowi połączenie zalet dwójkowego kodowania z czytelnością liczb dziesiętnych. Zasada działania polega na kodowaniu cyfry dziesiętnej za pomocą czterech bitów. Nóżki układu stanowią odpowiednie wagi. Rysunek 3 przedstawia stany nóżek zadajnika w zależności od wybranej cyfry.

PIN NO.	POSITIONS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	o	•	o	•	o	•	o	•	o	•
2	o	o	•	•	o	o	•	•	o	o
4	o	o	o	o	•	•	•	•	o	o
8	o	o	o	o	o	o	o	o	•	•

Rys. 3

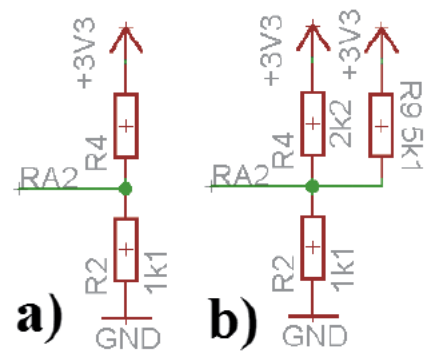
Nóżki C0 oraz C1 są wewnętrznie połączone ze sobą na stałe. Po ustawieniu liczby 1 na zadajniku, wewnątrz zostaje połączone wyprowadzenie 1 oraz C. Gdy wybierzemy liczbę 3, wówczas zostają wewnętrznie połączone wyprowadzenie 1, 2 oraz C, co pokazano na rysunku 3. Aby zminimalizować liczbę pinów, wykorzystano rozwiązanie z dzielnikiem napięcia, co przedstawia rysunek 4. Rysunek 4a odpowiada konfiguracji dzielnika napięcia po wybraniu zadajnikiem liczby 1, natomiast rysunek 4b odpowiada konfiguracji dzielnika napięcia po wybraniu zadajnikiem liczby 3. Dzięki temu powstają różne konfiguracje dzielnika napięciowego. Przy odpowiednim doborze rezystorów możemy za pomocą przetwornika ADC odczytać ustawioną na zadajniku liczbę.

Układ U6 służy do komunikacji bezprzewodowej. Wykorzystano popularny moduł BTM-222 firmy Rayson. Układ jest połączony z mikrokontrolerem za pomocą linii RX oraz TX. Diody D2 oraz D7 zabezpieczają wejście modułu Bluetooth. Dioda LED D1 służy do sygnalizowania nawiązania połączenia z układem nadrzędnym. Kondensator C2 o wartości 100nF filtruje zakłócenia zasilania. Złącze JP2 służy do montażu anteny.

Układ Bluetooth jest zasilany napięciem 3,3V. Założenie projektowe określało komunikację z układami zasilanymi napięciem 5V. Dlatego zbudowano dla linii RX, TX dwa translatory napięć z 3,3V na 5V. Każdy z nich składa się z dwóch tranzystorów BC847. Gdyby został użyty tylko jeden tranzystor, wówczas sygnał byłby zanegowany. Rezystory R15, R20 o wartości 220Ω oraz diody D4, D5 służą do zabezpieczenia urządzenia przed uszkodzeniem.

Tabela 2

Funkcja	Opis realizowanych zadań
<code>init_adc()</code>	Funkcja odpowiedzialna za inicjalizację przetwornika analogowo-cyfrowego
<code>void init_rs232(unsigned int wart)</code>	Funkcja odpowiedzialna za inicjalizację transmisji szeregowej. Jako parametr przyjmuje wartość odpowiadającą prędkości transmisji
<code>unsigned int read_adc()</code>	Funkcja uruchamia pomiar napięcia i zwraca wartość cyfrową
<code>void putch(unsigned char data)</code>	Funkcja wysyła znak za pomocą interfejsu RS-232 do modułu BTM-222
<code>unsigned char odpytaj()</code>	Funkcja realizuje wysyłanie komend AT do modułu bluetooth z zapytaniem o aktualną prędkość



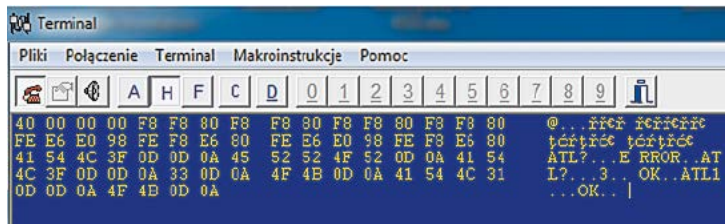
Rys. 4

Program

Cały kod programu został napisany w języku C przy użyciu nowego środowiska programistycznego firmy Microchip o nazwie MPLABX. Do kompilacji wykorzystano kompilator HI-TECH. Kod źródłowy (do pobrania z Elportalu) jest bardzo prosty i składa się tylko z kilku funkcji, dlatego wszystko zostało zawarte w pliku `main.c` oraz pliku nagłówkowym `harddef.h`. Tabela 2 przedstawia opis funkcji występujących w programie.

Po podłączeniu zasilania jest uruchamiany mikrokontroler, który zaczyna realizację zadań od ustawiania bitów konfiguracyjnych za pomocą makra `_CONFIG` i przejścia do funkcji `main.c`. W pierwszej kolejności są konfigurowane wszystkie porty I/O zgodnie z ich funkcjami. Następnie jest inicjalizowany przetwornik analogowo-cyfrowy. Następnie jest dokonany pomiar napięcia (`read_adc()`). Wartość liczbowa otrzymana z pomiaru jest porównywana ze zdefiniowanymi stałymi w pliku `harddef.h`. Przy porównywaniu zastosowano niewielką histerezę na wypadek drobnych odchyleń zmierzonego napięcia. Dzięki temu znamy aktualną liczbę wybraną na zadajniku. W kolejnym kroku jest sprawdzana prędkość transmisji, z którą aktualnie pracuje moduł BTM-222. Zaczynając od inicjalizacji interfejsu RS-232 w mikrokontrolerze na najniższą prędkość 9600bps i następnie jest realizowane wywołanie funkcji `odpytaj()`, dzięki czemu otrzymujemy informację o prędkości modułu Bluetooth. Jeżeli moduł został wcześniej ustawiony na tę prędkość, wówczas poprawnie nam „odpowie”. Wyśle nam określoną liczbę dla tej prędkości.

W innym przypadku otrzymana odpowiedź z modułu będzie nieinterpretowana. Jeżeli odpowiedź modułu nie zgadza się z tym, co było spodziewane, wówczas interfejs RS-232 w mikrokontrolerze jest inicjalizowany na kolejną prędkość 19200. Sytuacja się powtarza do momentu, aż otrzymana z modułu odpowiedź odnośnie do prędkości

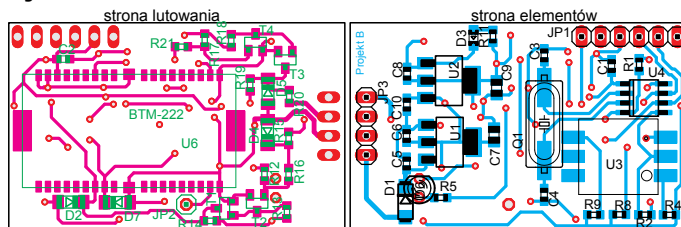


Rys. 5

Tabela 3

Komenda	Opis
ATB?	Zapytanie o adres interfejsu
ATP	Zmiana hasła modułu
ATZ0	Przywrócenie ustawień domyślnych
ATRO	Przejsie do trybu Master

Rys. 7



zgodzi się z zakładaną. Np. odpowiedź modułu wysłana na prędkości 19200 powinna wynosić 2 [2]. Jeżeli to się zgadza, wówczas jest realizowany ostatni krok: Porównanie liczby ustawionej na zadajniku, która odpowiada nowej prędkości wybranej przez użytkownika, z aktualną ustawioną prędkością pracy modułu. Jeżeli prędkość żądana zgadza się z aktualną, wówczas konfiguracja zostaje zakończona. W innym przypadku moduł jest konfigurowany na nową prędkość przez wysłanie odpowiedniego ciągu komend AT. Rysunek 5 przedstawia proces konfiguracji. Widzimy, że moduł poprzednio pracował na prędkości 38400bps (na zapytanie o prędkość komendą *ATL?* zwrócił 3) i następnie został skonfigurowany na prędkość 9600bps (wysłanie komendy *ATLI*).

W programie jest zdefiniowana stała symboliczna *NAZWA*. Pozwala ona na zmianę aktualnej nazwy modułu na nową. Należy zmienić wartość z 0 na 1 tej stałej oraz zmienić aktualną nazwę modułu na nową. Wówczas trzeba ponownie zaprogramować mikrokontroler, co spowoduje wysłanie odpowiedniego ciągu komend AT do modułu. Ostatni krok to ponowna zmiana stałej symbolicznej *NAZWA* z 1 na 0 i zaprogramowanie mikrokontrolera jeszcze raz. Dzięki temu nazwa nie będzie

wysyłana do modułu za każdym razem, gdy podłączymy zasilanie.

Zmiany, modyfikacje

Jeżeli wystąpi konieczność większych zmian w konfiguracji modułu, wówczas do złącza JP3 podłączamy konwerter USB/UART (np. kit AVT-1775) i używając np. terminalu *Putty*, ustawiamy odpowiednio parametry komendami AT. Tabela 3 przedstawia najważniejsze komendy AT modułu BTM-222.

Montaż i uruchomienie

Rysunek 6 przedstawia obie strony płytki. W Elportalu, wśród materiałów dodatkowych do tego numeru, została umieszczona dokumentacja płytki (EAGLE) oraz oprogramowanie.

Montaż nie jest trudny, ale wymaga dokładności i staranności. Wykonanie takiej dwustronnej płytki PCB w domu może być kłopotem, ponieważ przelotki są także pod modułem Bluetooth. To stanowi problem do połączenia obu warstw metodą lutowania drucika z każdej strony. Przy montażu i lutowaniu układów trzeba zastosować metodę od najmniejszego do największego. Istnieje możliwość zamontowania zadajnika przewlekane. Należy w pierwszej kolejności zagiąć nóżki pod spód układu, a następnie przylutować. Są

Wykaz elementów

R1, R8	10kΩ
R2	1,1kΩ
R4, R13, R16, R18, R21	2,2kΩ
R5, R11, R19	1kΩ
R7	330
R9	5,1kΩ
R12, R17	100k
R14	10kΩ
R15, R20	220
C1, C2, C5, C6, C8, C10	100nF
C3, C4	22pF
C7, C9	10uF
D1, D3	LED
D2, D7	3,3V
D4, D5	5V1
D6	M7=1N4007SMD lub podobna
T1, T2, T3, T4	BC847
Q1	11.059200MHz
JP1, JP2, JP3	Pinhead
U1	LM1117IMP-5.0
U2	LM1117IMP-3.3
U3	ERD710RM
U4	PIC12F1840
U6	BTM-222

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3101.

różne wersje wyprowadzeń zadajników. Należy zwrócić uwagę, aby były takie same. Po zmontowaniu całego układu należy zaprogramować mikrokontroler, pamiętając o możliwości zaprogramowania nowej nazwy. Po tej operacji układ jest gotowy do pracy. Należy pamiętać, że do pinu 1 w złączu JP3 podłączamy sygnał TX, a do pinu 2 sygnał RX. Jeżeli urządzenie, do którego podłączymy układ, wysyła dane zaraz po włączeniu zasilania, wówczas może to spowodować błąd przy zmianie prędkości transmisji modułu. Wówczas należy odłączyć linie RX, TX przed włączeniem zasilania. Po chwili można linie ponownie podłączyć. Pamiętaj, że domyślnie hasło modułu to 1234.

Tomasz Gilewski
tomaszgilewski@interia.pl

Literatura:

- [1] <http://download.maritex.com.pl/pdfs/re/ERD710RMZ.pdf>
- [2] dokumentacja BTM-222

R E K L A M A