

Zdalne sterowanie do iPod'a

iPody mają 32-pinowe złącze Dock Connector, które pozwala dołączać urządzenia zewnętrzne, a także eksperymentować z rozszerzeniem funkcjonalności iPod'a we własnym zakresie.

Wyprowadzone są w nim, prócz portów USB oraz firewire, wejście i wyjście liniowe audio, wyjście wideo, napięcie 3,3 V do zasilania dołączonych akcesoriów oraz interfejs UART. Zastosujemy to złącze do zdalnego sterowania iPod'em w trybie odtwarzacza audio.

Rekomendacje: *zdalne sterowanie przyda się przy dołączeniu iPod'a do domowego zestawu audio, znacznie poprawiając komfort jego użytkowania.*

Protokół komunikacyjny, iPod Accessories Protocol opisuje komendy, którymi można sposób, sterować iPodem oraz eksplorować zawartość biblioteki utworów, a także wyświetlać obrazy na wyświetlaczu.

W projekcie wykorzystano rozwiązanie, które implementuje pilot radiowy o dość dużym zasięgu, pozwalający w podstawowym zakresie, wygodnie, sterować funkcjami iPod'a pracującego jako odtwarzacz muzyki.

Do komunikacji zostały wykorzystane moduły transceiverów RFM12 firmy Hope. Są one produkowane dla częstotliwości 315, 433, 868 oraz 915 MHz. Ich niska cena, małe wymiary (16 mm×16 mm×2,2 mm), brak konieczności stosowania zewnętrznych elementów oraz interfejs SPI czynią

je idealnymi układami komunikacyjnymi, przy założeniu, że nie jest wymagana duża prędkość transmisji. Zasięg maksymalny uzyskany na antenach w postaci 7 cm odinków przewodu wyniósł 120 m na ulicy w mieście oraz około 30 m w budynku. W układzie docelowym dla zmniejszenia poboru prądu, moc nadawania została programowo zmniejszona, ale zasięg w budynku wynosi nadal ponad 5 m (sygnał przenikał przez 3 ściany).

Interfejs komunikacyjny składa się z pięciu linii. Są to cztery linie interfejsu SPI (SDO, SDI, SCK, nSEL) oraz linia przetrwania nIRQ. Po dołączeniu zasilania moduł nie wymaga restartu i od razu można przystąpić do zapisywania jego rejestrów konfiguracyjnych.

AVT-5293 w ofercie AVT:
AVT-5293A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- sterowanie iPod'em w trybie odtwarzacza muzycznego za pomocą iPod Accessories Protocol
- zasilanie odbiornika z iPod'a
- zasilanie nadajnika: bateria CR2032
- zasięg około 5 m w pomieszczeniu (maks. 120 m w terenie otwartym po zmianie nastaw transceiverów)
- nadajnik i odbiornik oparte o ATmega8 i moduł RFM12 firmy Hope

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

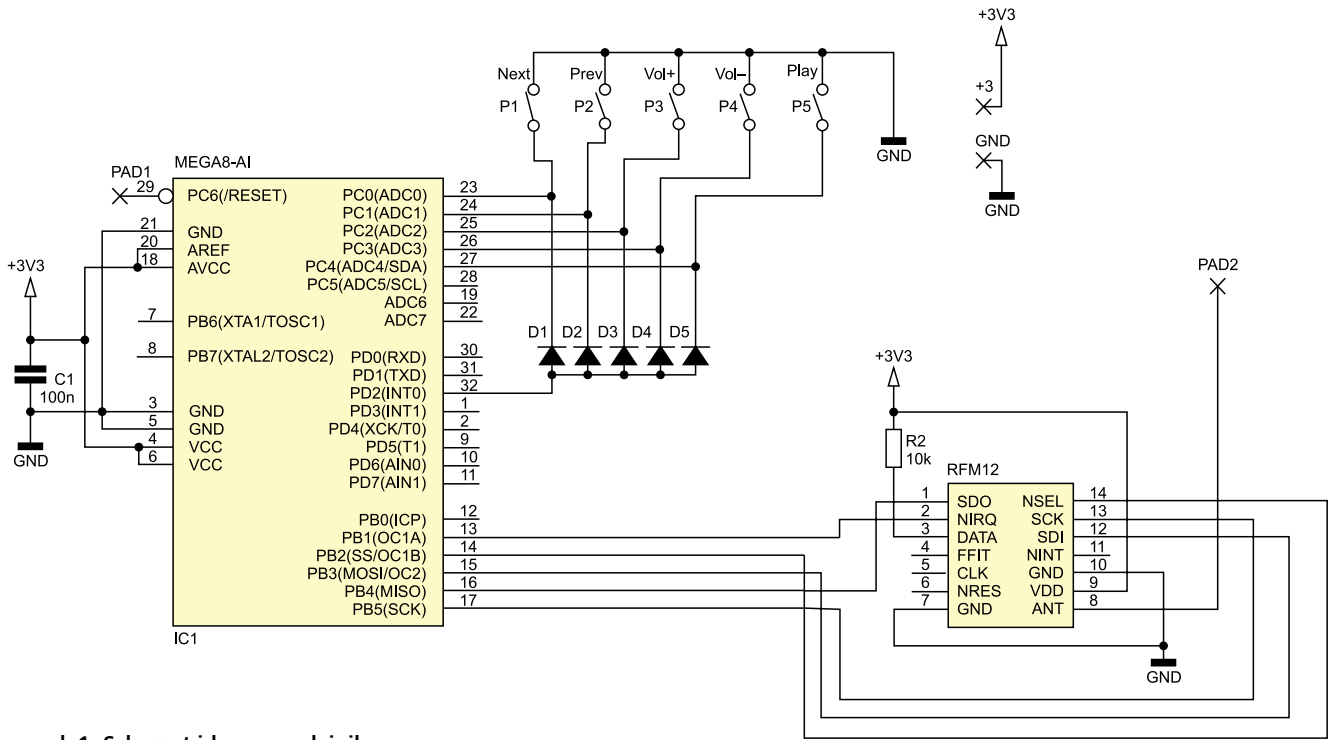
- <ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Opis protokołu

Komunikacja odbywa się z prędkością 19200 bodów. Ramka ma 8 bitów danych, jeden bit stopu i nie ma bitu kontroli parzystości. W tabeli 1 zamieszczono strukturę ramki.

Opis układu

Schemat ideowy nadajnika umieszczono na **rysunku 1**, natomiast odbiornika na **rysunku 2**. Do zasilania nadajnika została wykorzystana bateria CR2032. Układ w stanie czuwania pobiera prąd o natężeniu 0,6 μ A, co przy pojemności baterii wynoszącej 220 mAh pozwala zrezygnować z wyłączni-



Rysunek 1. Schemat ideowy nadajnika

Tabela 1. Struktura ramki protokołu iPod Accessories Protocol		
Pole	Liczba bajtów	Uwagi
Nagłówek	2	255 85
Długość	1	Liczba bajtów (tryb+komenda+parametry)
Tryb	1	Tryb, którego dotyczy komenda
Komenda	2	Komenda
Parametry	0...n	Opcjonalne parametry
Suma kontrolna	1	Suma kontrolna

ka zasilania pilota. Podczas nadawania pobór prądu wynosi ok. 20 mA. By uzyskać tak niskie zapotrzebowanie na energię, ATmega

jest wprowadzana w tryb *Power Down*, a w module radiowym wyłączane są wszystkie podzespoły (nadajnik, odbiornik, rezona-

tor kwarcowy, układ syntezy). Żeby „wybudzić” procesor, należy wywołać przerwanie, podając na wejście INT0 sygnał o zbroczu opadającym. Zastosowany układ diod powoduje, że procesor wybudza naciśnięcie dowolnego przycisku pilota.

Na czas programowania należy zarówno w nadajniku, jak i odbiorniku do pól lutowniczych modułów radiowych i wyprowadzonych na padach linii resetujących procesor dolutować przewody, które połączą układ z programatorem.

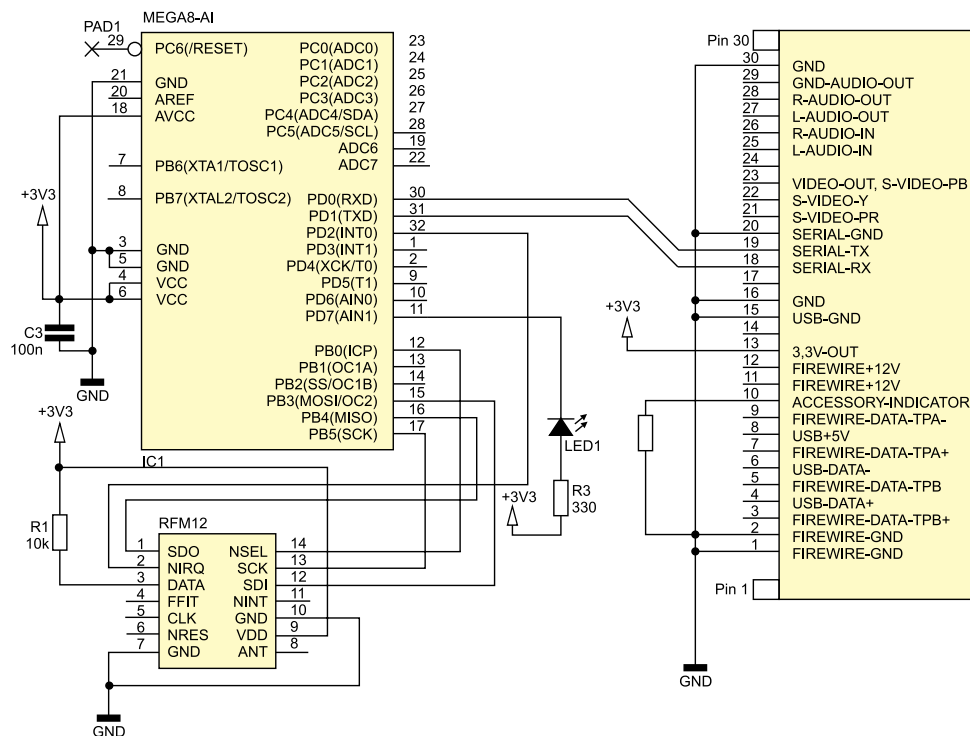
Należy również pamiętać o przylutowaniu anten do transceiverów, ponieważ bez nich nie jest możliwe nawiązanie komunikacji, nawet przy kilkucentymetrowej odległości między modułami.

Opis programu

Na początku programu następuje inicjalizacja modułów nadawczych. Wartości rejestrów, oprócz *Power Management Command*, nie różnią się dla nadajnika i odbiornika.

Configuration setting command = 80E7h. Powoduje ona włączenie wewnętrznego rejestru danych (zgodnie z notą aplikacyjną w takim przypadku pin FSK/DATA musi być podciągnięty do stanu wysokiego), bufora odbiorczego FIFO, wybór pasma 868 MHz oraz ustalenie wartości kondensatorów generatora kwarcowego na 12 pF.

Układ ma dwa 8-bitowe rejestry danych do transmisji. Po umieszczeniu w nich danych do wysłania, nadajnik rozpoczyna transmisję pierwszego bajtu, gdy zostanie ustawiony bit *ET* w rejestrze *Power Management Command*.



Rysunek 2. Schemat ideowy odbiornika

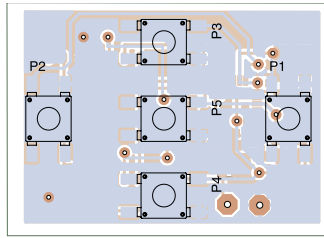
Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym

**Wykaz elementów
Nadajnik**

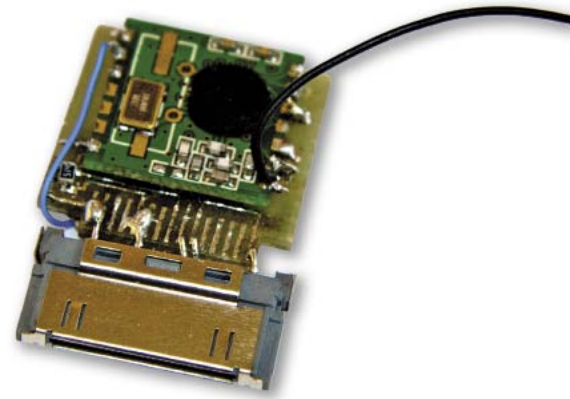
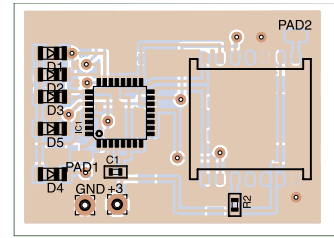
- R1: 10 kΩ
- C1: 100 nF
- D1...D5: diody krzemowe małej mocy
- U1: ATmega8-AI
- Moduł RFM12 firmy Hope
- P1...P5: mikroprzetworniki
- Gniazdo baterii

Odbiornik

- R1: 10 kΩ
- R2: 500 kΩ
- R3: 330 Ω
- C1...C3: 100 nF
- LED1: dioda LED
- U1: ATmega8-AI
- Moduł RFM12 firmy Hope
- Złącze iPod



Rysunek 3. Schemat montażowy nadajnika



Power Management Command = 8201h.

By zminimalizować pobór prądu, w przypadku nadajnika są wyłączane wszystkie układy w transceiverze (nadajnik, odbiornik, układ syntezy, oscylator, generator zewnętrznego sygnału zegarowego, Wake-up timer oraz układ wykrywający niski stan baterii). W układzie odbiornika ten rejestr ma wartość 8281h. W tym przypadku wyłączone zostały wszystkie układy poza odbiornikiem.

Frequency Setting Command = A640h.

Częstotliwość nośna zostaje ustawiona na 868 MHz.

Data Rate Command = C687h. Prędkość transmisji wynosi 4,8 kbps

Receiver Control Command = 94A0h. Pin 1 skonfigurowany jako wyjście VDI (Valid Data Indicator), szybka odpowiedź na wykrycie przychodzących danych, szerokość pasma odbiornika ustawiona na 134 kHz, wzmacnienie LNA na 0 dB oraz próg detekcji siły przychodzącego sygnału RSSI na -103 dB.

Istnieje możliwość sprawdzenia za pomocą Status Read Command, czy przychodzący sygnał ma wartość powyżej zaprogramowanego progu.

Data Filter Command = C2Ach. Układ Clock Recovery dostarcza sygnał zegarowy, zsynchronizowany z odbieranymi danymi, co umożliwia umieszczenie ich w buforze odbiorczym FIFO. Układ może pracować w trzech trybach. Wolnym, szybkim oraz au-

tomatycznym. W trybie wolnym odporność na zakłócenia jest większa, ale czas ustalania się zegara jest dłuższy oraz wymagania odnośnie do ustawienia prędkości transmisji w odbiorniku i nadajniku są większe niż w trybie szybkim. W trybie automatycznym układ Clock Recovery rozpoczyna pracę w trybie szybkim a po zsynchronizowaniu przechodzi to trybu wolnego. Poprzez ustawienie bitu al układ będzie pracował w trybie automatycznym. Ustawiamy zostaje cyfrowy filtr danych (tylko on umożliwia późniejsze korzystanie z bufora FIFO). Próg układu wykrywającego jakość przychodzących danych (Data Quality Detector) ustawiony jest na wartość 4.

FIFO and Reset Mode Command = CA81. Odbiornik wygeneruje przerwanie, gdy w buforze odbiorczym znajdzie się 8 bitów danych. Bufor odbiorczy będzie się zapełniał dopiero po odebraniu ramki synchronizacyjnej. Ramka synchronizacyjna o długości 2 bajtów 2Dh D4h, wyłączony czuły reset i dzięki wyzerowaniu bitu FF jest wyłączone zapełnianie bufora odbiorczego przychodzącymi danymi.

Synchron pattern Command = CED4h. Drugi bajt ramki synchronizacyjnej ustawiony na D4h.

AFC Command = C483h. Układ będzie korygował sygnał z generatora kwarcowego za każdym razem, kiedy wykryje nadchodzące dane (Valid Data Indicator będzie w stanie wysokim), brak ograniczeń na maksymalne wartości korekty częstotliwości, włączamy rejestr korekty częstotliwości oraz włączamy obliczanie korekty przez układ automatycznej kontroli częstotliwości AFC. Układ ko-

rekty częstotliwości umożliwia zastosowanie mniej stabilnego rezonatora kwarcowego.

TX Configuration Control Command = 9856h. Szerokość pasma 90 kHz, moc układu nadawczego -18 dB.

PLL Setting Command = CC77h. Częstotliwość na linii CLK mniejsza niż 2,5 MHz, czas startu oscylatora 2 ms.

Wake-Up Timer Command = E000h - timer wyłączony.

Low Duty-Cycle Command = C800h. Ta komenda umożliwia cykliczne włączanie odbiornika w celu zmniejszenia poboru prądu. Opcja jest wyłączona poprzez wyzerowanie bitu EN.

Na stronie <http://www.technofun.org/blog/2009/01/24/rfm12-rfm12b-calculator/> znajduje się program obliczający wartości komend konfiguracyjnych modułów RFM12 dla konkretnych ustawień.

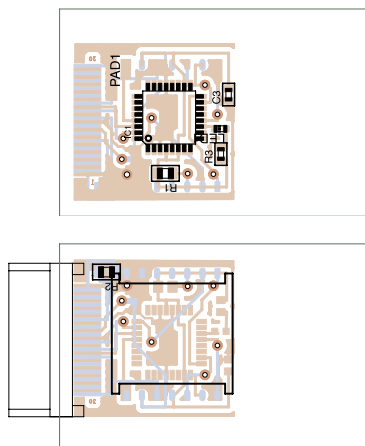
Ponieważ komunikacja odbywa się za pomocą 16-bitowych komend, wygodniej było zaimplementować programowy interfejs SPI.

Program odbiornika

Po inicjalizacji transceivera do pracy w trybie odbiornika następuje dalsza konfiguracja. Wysłanie komendy 0h syczytuje status odbiornika, a następnie wysyłając CA83h, włączamy bufor odbiorczy FIFO.

Do wejścia int0 podłączona jest linia INQ transceivera, która generuje zbocze opadające w momencie, gdy w buforze odbiorczym znajdzie się pewne liczba bitów określona w FIFO and Reset Mode Command. W celu zminimalizowania poboru prądu procesor zostaje wprowadzony w tryb Power Down, a wyjście z tego trybu następuje w momencie pojawienia się przerwania.

Zasadnicza część programu znajduje się w procedurze obsługi przerwania. Po zabło-



Rysunek 4. Schemat montażowy odbiornika



kowaniu przerwania int0 następuje odebranie 3 bajtów i wyzerowanie bufora FIFO poprzez jego wyłączenie i włączenie komendami CA81h i CA83h. Po porównaniu bajtów adresu, które należy zdefiniować na początku kodów programów, aby sparować nadajnik i odbiornik, następuje wysłanie do iPoda informacji o wciśnięciu odpowiedniego przycisku. Na koniec następuje wysłanie komendy oznaczającej zwolnienie przycisku, a następnie odblokowanie przerwania.

Opisu wymaga jeszcze funkcja odpowiedzialna za odbieranie danych. Po odczekaniu, aż linia *INQ* zostanie wyzerowana, co oznacza, że w buforze odbiorczym znajdują się dane do odebrania, odczytujemy status, po czym za pomocą komendy B000h pobieramy dane z FIFO. Odczytany bajt jest młodszą połówką odebranego 16-bitowego słowa i jest zwracany jako wartość funkcji.

Program nadajnika

Po inicjalizacji transceivera i wyłączeniu wszystkich jego układów (by zminimalizować pobór prądu) program przechodzi do pętli głównej, w której sprawdza, który przycisk został naciśnięty, a na końcu pętli wprowadza układ w tryb *Power Down*. Wyjście z niego następuje w momencie naciśnięcia któregoś przycisku, co spowoduje powstanie zbocza opadającego na wejściu INT0 i rozpoczęcie pracy od początku pętli głównej.

Po stwierdzeniu, który przycisk został naciśnięty, zostaje wysłana odpowiednia komenda do odbiornika. Wysyłanie zaczynamy od sczytania statusu i włączenia toru nadawczego komendą 8238h. Pierwsze 3 bajty preambuły AAh służą zsynchronizowaniu odbiornika, następnie wysyłane są 2 bajty synchronizacyjne 2Dh D4h. Następujące po nich dane trafią do bufora FIFO odbiornika. Transmitowane są 2 bajty adresu, bajt komendy oraz 3 nieznaczące bajty AAh.

Funkcja odpowiedzialna za wysyłanie danych na początku sprawdza, czy linia *INQ* jest w stanie niskim (została zakończona transmisja poprzedniego bajtu), a następnie wysyła żądany bajt jako mniej znaczące 8 bitów komendy *Transmitter Register Write Command* B800h.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy nadajnika pokazano na **rysunku 3**, a odbiornika na **rysunku 4**. Po ich zmontowaniu, w celu zaprogramowania procesora, należy do wyprowadzeń transceiverów (linie SDI, SDO, SCK, GND) przyłutować przewody. Wyprowadzenie *Reset* mikrokontrolera zarówno w przypadku nadajnika, jak i odbiornika, jest wyprowadzone w postaci punktu lutowniczego SMD. Przed zaprogramowaniem układów należy ustawić wewnętrzny generator 8 MHz jako źródło sygnału taktującego mikrokontroler.

Przed skompilowaniem programu należy sparować nadajnik i odbiornik, wpisując w obu kodach programów takie same wartości zmiennych adres1 i adres2.

Jan Jaczewski
dzej89@o2.pl

REKLAMA