

Fot. 1. Widok kompletnego zestawu umożliwiającego rozmowę dwóm osobom

**AVT
5213**



AVT-5213 w ofercie AVT:
AVT-5213A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Zasilanie 3 V (2×AA lub 2×AAA)
- Zbudowany w oparciu o niewymagające strojenia moduły firmy RFM
- Komunikacja w trybie duplex
- Zasięg około 100 m w terenie otwartym
- Nie wymaga zezwolenia – praca w ogólnie dostępnym paśmie ISM
- Płytko drukowana o wymiarach 52×32 mm

Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- host: ep.com.pl, user: 12235, pass: 60u61csy
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie Elementów kolorem czerwonym



Prosty interkom radiowy

Jak można się domyślić z tytułu, urządzenie służy do dwukierunkowej, bezprzewodowej transmisji głosu (dźwięku). Na rynku można spotkać wiele interkomów radiowych, ale ich cena jest dość wysoka. Również kaski motocyklowe niektórych producentów są wyposażone w interkomy, a transmisja pomiędzy pasażerem oraz kierowcą odbywa się drogą radiową. Na przykład w handlu jest dostępny interkom Midland BT2, oparty już o technologię Bluetooth i mogący współpracować między innymi z telefonem komórkowym jednak kosztuje kilkaset złotych.

Rekomendacje: rowerzyści, motorowerzyści, motocykliści oraz do wszelkiej komunikacji na odległość do 100 m..

Poniższy artykuł zawiera opis prostszego urządzenia, skonstruowanego w AVT na prośbę wielu użytkowników forów internetowych, którzy prosili o opracowanie taniego układu, niewymagającego strojenia czy programowania układu scalonego.

Proponowany układ, z uwagi na brak możliwości zmiany częstotliwości pracy, nie nadaje się do bardziej wymagających zastosowań, jednak z powodzeniem można go wykorzystać do łączności pomiędzy kierowcą i pasażerem czy jako domową zabawkę do komunikowania się na odległość rzędu 100 m.

Atutem przedstawionego rozwiązania jest prostota układowa (brak strojenia), małe wymiary i niezbyt wysoka cena.

Jak widać na zdjęciu (fot. 1) cały system przekazywania dźwięku składa się z dwóch identycznych urządzeń nadawczo-odbiorczych, w których wykorzystano specjalizowane układy nadawczo-odbiorcze małej mocy firmy RFM na pasma niehomologowane. Są to hybrydowe układy scalone, dostępne w kraju

głównie dzięki firmie Gamma (podziękowania za udostępnienie do testów próbek układów).

Układy te pełnią rolę odbiorników i nadajników radiowych przystosowanych do transmisji sygnałów (głównie cyfrowych; są również dostępne transceivery, ale wymagają programowania). Ich niebagatelną zaletą jest niskie napięcie zasilania rzędu 3 V.

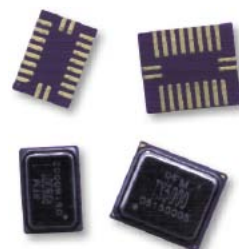
Dostępna jest cała seria takich układów RFM (nadajników – TX; odbiorników – RX) mogących znaleźć zastosowanie w przedstawionym układzie, różniących się częstotliwością pracy: TX5000 (433,92 MHz), TX5001 (315,00 MHz), TX5002 (418,00 MHz), TX5003 (303,83 MHz), TX6000 (916,50 MHz), TX6001 (868,35 MHz), RX5000 (433,92 MHz), RX5001 (315,00 MHz), RX5002 (418,00 MHz), RX5003 (303,83 MHz), RX5500 (433,92 MHz), RX5501 (315,00 MHz), RX6000 (916,50 MHz), RX6001 (868,35 MHz), RX6004 (914,00 MHz), RX6501 (868,35 MHz).

Warto wiedzieć, że na bazie tych układów są budowane systemy radiosterowania

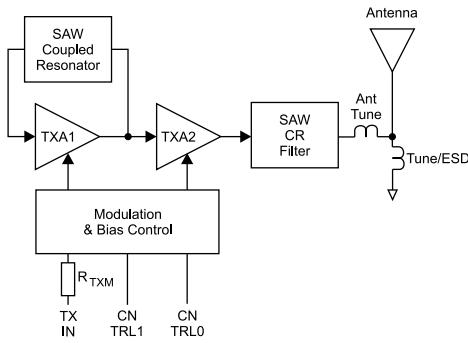
czy bezprzewodowe łącza. Konstruowane są także różnego rodzaju systemy alarmowe, automatyczne otwieranie drzwi i bram czy urządzenia kontroli dostępu, wykorzystujące ogólnodostępne pasma częstotliwości radiowych. Firma RFM co jakiś czas wypuszcza na rynek wciąż doskonalsze układy nadajników i odbiorników radiowych oraz gotowych transceiverów przystosowanych do transmisji sygnałów cyfrowych.

Dzięki znakomitym parametrom (stabilność częstotliwości pracy, duże wzmocnienie, czułość, selektywność) i wytrzymałej konstrukcji obudowy, układy te są bardzo chętnie wykorzystywane przez konstruktorów, ponieważ znacznie upraszczają budowę wielu układów, a przy tym mają powtarzalne parametry.

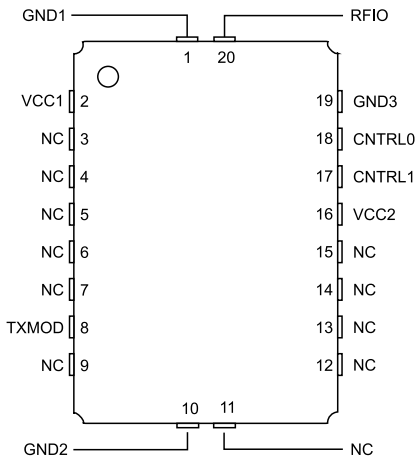
W danych aplikacyjnych, publikowanych m.in. w katalogach firmowych czy na stronach internetowych, można znaleźć zalecane sposoby wykorzystania tych układów, jednak w żadnym z dostępnych materiałów nie pojawia się nawet wzmianka o możliwości wykorzystania tych układów do transmisji głosu. Nie oznacza to jednak, że nie moż-



Fot. 2. Moduły RFM zastosowane do konstrukcji interkomu



Rys. 3. Schemat blokowy struktury nadajnika



Rys. 4. Topografia wyprowadzeń układów TXxxxx

na tych układów zmusić do nietypowego wykorzystania, w tym do transmisji głosu na niewielkie odległości.

Zanim jednak zapoznamy się ze schematem, warto poznać struktury tych układów i ich sposób działania.

Wygląd zewnętrzny układów nadawczo-odbiorczych, montowanych w obudowach SM-20L PCB, są pokazane na fot. 2.

Schemat blokowy struktury nadajnika przedstawiono na rys. 3.

Nadajnik TXxxxx został zaprojektowany w taki sposób, aby spełniał wymagania dla emisji sygnału o małej zawartości harmonicznych oraz pod kątem łatwego użycia przez konstruktorów.

Sercem układu jest oscylator, który został wykonany na wzmacniaczu operacyjnym z filtrem SAW w sprzężeniu zwrotnym (drugi identyczny filtr SAW służy do tłumienia sygnałów harmonicznych na wyjściu). Zastosowanie filtra z przesunięciem

fazy o 180° zapewnia 3 dB szerokość pasma i eliminuje – potrzebne w układach tradycyjnych – dodatkowe elementy pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego oscylatora.

Nadajnik ma moc wyjściową 0 dBm (napięcie zasilania 3 V) i pracuje na częstotliwości z zakresu od 315 MHz do 916,5 MHz oraz charakteryzuje się maksymalną szybkością transmisji do 115,2 kb/s z modulacją ASK lub 10 kbd z modulacją OOK (On-Off key).

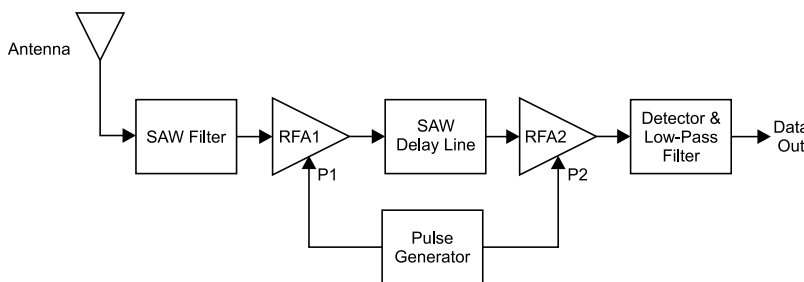
Podstawową właściwością układu jest bardzo niski poziom sygnału zakłóceń przy mocy wyjściowej około 0,75 mW i wyjściu obciążonym impedancją 50 Ω.

Topografia wyprowadzeń układów TXxxxx jest pokazana na rys. 4.

Z kolei odbiornik RXxxxx jest zbudowany w oparciu o dwa sekwencyjne wzmacniacze RFA i architekturę odbioru ASH (Amplifier-Sequenced Hybrid technology), wykorzystującą technologię SAW, a jego uproszczony schemat blokowy struktury wewnętrznej jest przedstawiony na rys. 5. Stabilność układu oraz wzmocnienie może mieć podobne jak w odbiorniku superheterodynowym.

W pokazanym układzie sygnał z anteny jest najpierw selekcjonowany w wąskopasmowym filtrze SAW, a następnie wzmacniany w pierwszym wzmacniaczu w.cz. Wzmacniacz ten jest połączony z generatorem, a jego wyjście jest doprowadzone do wejścia linii opóźniającej SAW. Kolejny wzmacniacz w.cz. jest również podłączony do generatora, ale w przeciwfazie, oraz do wyjścia linii opóźniającej. W efekcie, kiedy pojawia się sygnał z linii długiej, pierwszy wzmacniacz jest wyłączony, a drugi włączony. Na wyjściu drugiego wzmacniacza znajduje się układ detektora. Obydwa wzmacniacze nie pracują jednocześnie w tym samym czasie i dlatego wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego między nimi mogłoby czynić obwód niestabilnym. Aby tego uniknąć, zastosowano linię opóźniającą. Charakterystyzuje się ona szerokością pasma około 1,5 MHz przy stratach około 7 dB.

Wyjście drugiego wzmacniacza jest połączone poprzez detektor AM z filtrem o paśmie 2...150 kHz (wyjście filtru jest połączone przez zewnętrzne pojemności do komparatora o stałym progu komparacji). Wyjście odbiornika jest kompatybilne z układami CMOS, a kompletna aplikacja wymaga uzupełnienia układu tylko o trzy zewnętrzne kondensatory.



Rys. 5. Uproszczony schemat blokowy struktury wewnętrznej odbiornika

Wykaz elementów

Rezystory:
R1, R2, R3, R9: 4,7 kΩ
R4: 470 kΩ
R5: 270 kΩ
R6: 330 kΩ
R7, R8: 22 kΩ (potencjometry montażowe)

Kondensatory:
C1, C3, C4: 10 μF/10 V
C2, C5, C10: 4,7 nF
C6, C12: 22 nF
C7, C9: 100 nF
C8, C11: 47 μF/10 V

Półprzewodniki:
US1: TX5000 (TX6001)
US2: RX5000 (RX6001)
US3: TDA7050

Inne:
Me + SŁ: mikrofon elektretowy + słuchawki (multimedialny zestaw słuchawkowo-mikrofonowy)
Gniazda jack stereo (2 szt.)

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

Filtrowanie sygnału w tym odbiorniku odbywa się w wąskopasmowym filtrze SAW oraz w linii opóźniającej SAW. Selektywność każdego z wąskopasmowych filtrów wynosi około 50 dB. Normalnie dwa filtry tej samej częstotliwości miałyby tłumienie dużo mniejsze w połączeniu kaskadowym niż 100 dB i byłyby bardzo czułe na przesłuch wynikające z ich rozmieszczenia w układzie. Przesłuch wprowadzany przez linię opóźniającą jest efektywnie ograniczony przez przełączanie wzmacniaczy. Przesłuch między wejściem antenowym a różnicowym wejściem wzmacniacza jest skutecznie eliminowany przez wąskopasmowy filtr SAW. Rezultatem tego jest odbiornik o czułości podobnej, jaką mają odbiorniki superheterodynowe ze 100 dB tłumieniem sygnałów niepożądanych.

Nominalna częstotliwość pracy RXxxxx mieści się w zakresie od 315 MHz do 916,5 MHz (identycznie jak nadajnika), czułość około -100 dBm, impedancja wejścia 50 Ω.

W przypadku odbioru sygnału modulowanego ASK, maksymalna szybkość transmisji wynosi 115,2 kb/s (w przypadku odbioru modulacji OOK – 19,2 kbd). Schemat wyprowadzeń układu TXxxxx pokazano na rys. 6.

R E K L A M A

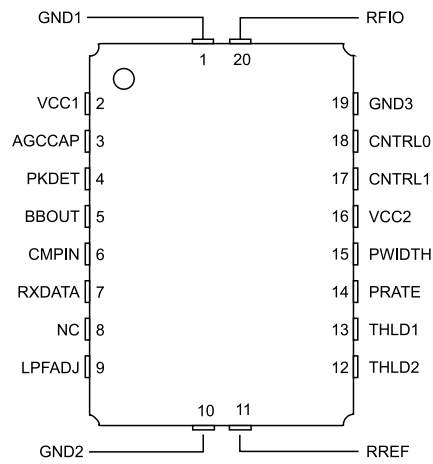
STM32 FanClub

32-bitowe mikrokontrolery z rdzeniem Cortex-M0
Krzysztof Paprocki
Mikrokontrolery STM32
na przykładzie

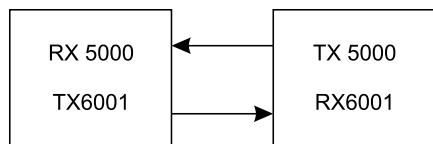
Pierwsza na świecie książka o STM32

Dostępna m.in. w **KAMAMI**
www.kamami.pl

ST STM32



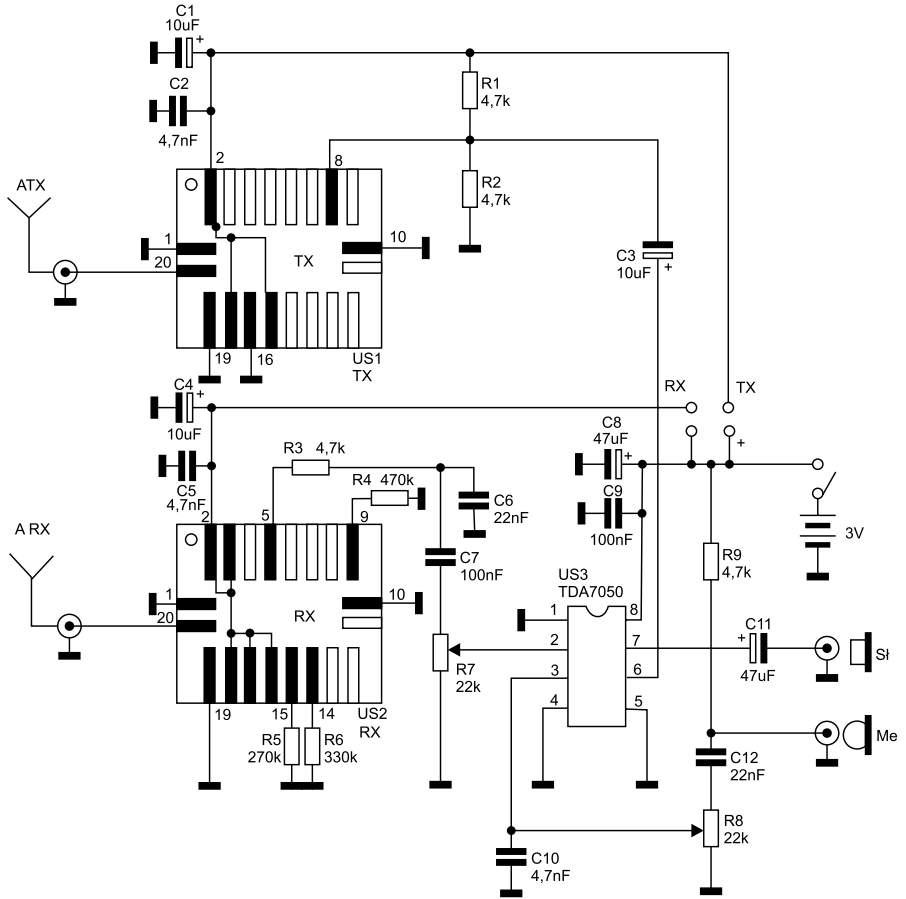
Rys. 6. Schemat wyprowadzeń układu TXxxxx



Rys. 7. Schemat blokowy interkomu

Kiedy już zostały omówione kostki RFM, z których jest zbudowany nasz interkom, nasuwa się pytanie, jakie z nich wybrać, bo wiąże się to głównie z rodzajem pracy, a także z komfortem obsługi urządzenia. **Otóż interkom skonstruowany według bardzo uproszczonego schematu blokowego, pokazanego na rys. 7, realizuje rodzaj dwukierowej rozmowy pomiędzy pasażerem a kierowcą.**

Dupleksem nazywamy taki rodzaj pracy, w którym przesyłanie sygnału odbywa się jednocześnie w obydwie strony, czyli możemy słuchać rozmówcy i jednocześnie prowadzić z nim rozmowę. Przykładem urządzenia pracującego w dupleksie jest telefon komórkowy (także zwykły telefon przewodowy). Ten rodzaj pracy wymaga dwóch oddalonych od siebie częstotliwości (kanałów radiowych), ale nie wymaga przełączania urządzenia z nadawania na odbiór (nie wymaga angażowania rąk) i ma większy



Rys. 8. Schemat ideowy interkomu

komfort łączności. W naszym przypadku zostały wykorzystane dwie częstotliwości 433,92 MHz oraz 868,35 MHz, realizowane przez współpracujące pary TX5000 i RX 5000 oraz TX6001 i RX6001.

Oprócz rozmowy dwukierowej istnieje jeszcze jednokierowa, charakteryzująca się tym, że przesyłanie sygnału odbywa się na przemian (jeden rozmówca mówi, drugi słucha i na przemian). W taki sposób najczęściej pracują urządzenia radiowe: radiotelefony i transceivery różnego rodzaju. W tym rodzaju pracy, realizowanym na jednej częstotliwości kanału radiowego, wymagane

jest przełączanie urządzenia z nadawania na odbiór za pomocą ręcznego przycisku PTT, ew. automatycznego układu VOX (załączającego nadajnik z chwilą rozpoczęcia rozmowy i przełączenia na odbiór po jej zakończeniu). Jak z tego wynika, układ jednokierowy zapewnia mniejszy komfort łączności. Do jej realizacji można wykorzystać dwie pary układów RFM TX5000 i RX 5000, ew. inne, podane na początku opisu.

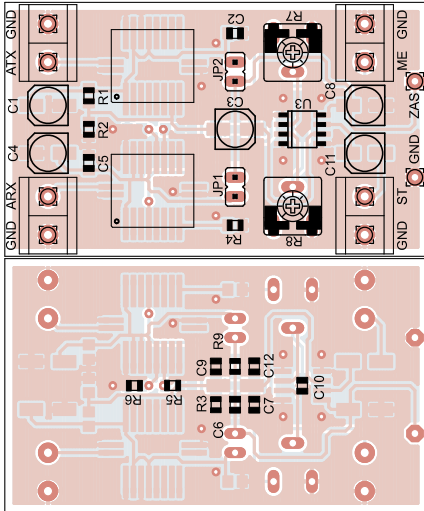
Kompletny schemat ideowy interkomu przedstawiono na rys. 8. W jednej parze urządzenia w nadajniku US1 pracuje układ TX5000, zaś w odbiorniku US2 RX6001.

R E K L A M A

Bezprzewodowy regulator temperatury

AVT5094

www.sklep.avt.pl



Rys. 9. Schemat montażowy interkomu

W drugiej parze współpracującego urządzenia w nadajniku US1 pracuje układ TX6001, zaś w odbiorniku US2 układ RX 5000. W ten sposób transmisja odbywa się w duplekcie na częstotliwościach 433,92 MHz oraz 868,35 MHz i w układzie doprowadzone jest zasilanie na stałe do TX i RX za pomocą zworek JP1 oraz JP2.

Trzeci układ scalony US3 realizuje funkcję wzmacniacza słuchawkowo-mikrofonowego.

Wybór wzmacniacza TDA7050 firmy Philips został podyktowany myślą użycia podwójnego wzmacniacza małej częstotliwości o niskim źródle zasilania 3 V z użyciem dwóch baterii typu AA. Układy te, poza faktem, że do działania nie potrzebują żadnych elementów zewnętrznych, charakteryzują się bardzo małym poborem prądu, wzmocnieniem 26 dB (przy typowym napięciu 3 V) i mocy oddawanej do obciążenia 35 mW (przy napięciu 3 V i słuchawkach o oporności 32 Ω), co wystarcza zarówno do słuchania, jak i nadawania.

Podczas nadawania sygnał z mikrofonu elektretowego, poprzez regulatorysterowania w postaci potencjometru R8, jest skierowany na jedną połowę wzmacniacza TDA7050. Wzmocniony sygnał m.c.z., poprzez kondensator C3 – w celu realizacji modulacji amplitudy fali nośnej, jest podany na wejście 8 US1, przystosowane do regulacji mocy wyjściowej nadajnika. Wejście to, przez dzielnik rezystancyjny R1–R2, jest spolaryzowane połową napięcia zasilania i przychodzące sygnały ze wzmacniacza mikrofonowego wywołują modulację amplitudy sygnału wyjściowego 433,92 MHz lub 868,35 MHz.

Podczas odbioru demodulowany sygnał m.c.z. z wyjścia US2 przez dolnoprzepustowy filtr R3-C6 i regulator siły głosu w postaci potencjometru R7 jest skierowany na drugą połowę wzmacniacza TDA7050.

Do wyjścia wzmacniacza odbiornika zostały podłączone (przez kondensator C1) słu-

chawki multimedialne. Jeżeli na przewodzie słuchawek znajduje się zespolony regulator głośności, to w układzie można pominąć rezystor R7 (niezbędna jest wtedy zwora z drutu pomiędzy C7 a wejściem).

Oczywiście do regulacjiysterowania czy siły głosu można wykorzystać zewnętrzne potencjometry (w układzie modelowym użyto potencjometrów montażowych 22 k Ω).

Wartości niezbędnych trzech zewnętrznych kondensatorów odbiornika (R4, R5 i R6) zostały dobrane z aplikacji fabrycznej układu.

Jeżeli interkom będzie pracował w układzie simpleksowym z wykorzystaniem dwóch par układów RFM, np. TX5000 i RX 5000, to wtedy niezbędne jest wypięcie zworek JP1 i JP2 oraz zasilanie układów US1 i US2 przez przycisk PTT, podający zasilanie TX podczas nadawania i RX podczas słuchania.

Cały układ elektroniczny interkomu został zmontowany na płytce drukarskiej o wymiarach 52×32 mm według rys. 9.

Widok zmontowanej płytki SMD pokazuje fot. 10. Po przeciwnej stronie płytki, oprócz masy, znajdują się niezbędne elementy RC.

Przed przystąpieniem do montażu można najpierw pobielić cyną ścieżki wyprowadzeń układów RFM, aby ułatwić sobie ich wlutowanie (układy są przystosowane do lutowania piecowego i trzeba mieć nieco wprawy, aby właściwie je wmontować tradycyjną lutownicą).

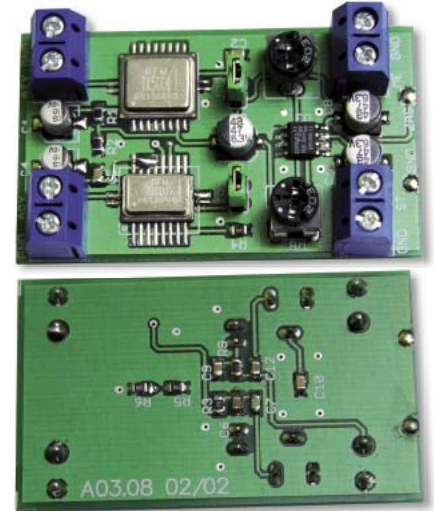
Do uruchomienia prawidłowo wlutowane wszystkie układy scalone i niezbędne elementy RC wymagają jeszcze podłączenia zestawu słuchawkowo-mikrofonowego i oczywiście zasilania oraz anten nadawczo-odbiorczych.

Do zasilania układu eksperymentalnego wykorzystano po dwa ogniwa baterii AA, dające w sumie napięcie 3 V, zaś w miejsce anten przylutowano najpierw odcinki przewodów o długościach odpowiednio około 16 cm (antena na 433 MHz) i około 8 cm (antena na 868 MHz). Anteny zostały ustawione pod kątem prostym, aby zmniejszyć wpływ oddziaływania na siebie.

Sądzić należy, że najmniejszy wpływ pracującego nadajnika na wejście odbiornika będzie po zastosowaniu pomiędzy wejściami antenowymi układów RX filtrów LC (dolnoprzepustowy dla RX5000 i górnoprzepustowy dla RX6001).

Z braku odpowiedniego przyrządu pomiarowego autor nie testował takich filtrów w układzie prototypowym. Jeżeli ktoś potwierdzi, że zastosowanie filtrów wpływa korzystnie na jakość działania układu, prosimy o powiadomienie redakcji.

Czytelnicy mogą również wstawić gotowe anteny heliakalne, dostrojone do wymaganych zakresów (są dostępne m.in. w firmie Gamma).



Fot. 10. Kompletna, zmontowana płytka w widoku od góry (a) i od spodu (b)

Z nieco gorszym skutkiem spisywały się drutowe anteny helikalne pokazane na zdjęciu 1. Na pasmo 433 MHz zawierały one 24 zwoje drutu posrebrzonego 0,5 mm nawiniętego na średnicy 3,2 mm, zaś na pasmo 868 MHz – 12 zwojów takiego samego przewodu. Po zestrojeniu na maksimum siły sygnału odbieranego na cewki anten zostały nałożone koszulki termokurczliwe.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymagał jakiegokolwiek uruchamiania ani regulacji i działał poprawnie natychmiast po włączeniu zasilania.

Jedyną regulacją, jaką można wykonać we własnym zakresie, jest dobór wzmocnienia za pomocą potencjometrów R7 (odbiornika) i R8 (nadajnika; również w zależności od mikrofonu może zająć potrzeba dobrania R9), a także pasma akustycznego – przez dobranie kondensatorów w torze wzmacniacza m.c.z.

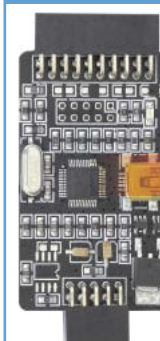
Zasięg prototypowego układu wynosił w otwartej przestrzeni ponad 100 metrów.

Opisany układ może być z powodzeniem wykorzystany nie tylko w interkomie, ale również w bezprzewodowym domofonie. Doysterowania głośnika niezbędne będzie użycie dodatkowego wzmacniacza m.c.z. dołączonego w miejsce słuchawek.

WJ

R E K L A M A

STM32 FanClub



Pierwszy na świecie programator debugger dla STM32 w cenie 97 PLN

ZL30PRG

Dostępny m.in. w

KAMAMI

www.kamami.pl



STM32