

Moduł ISM z CC1100

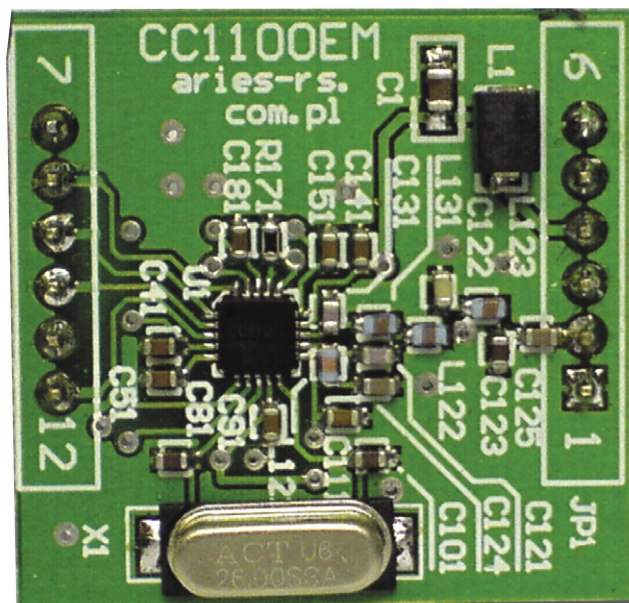
AVT-5116

Projektowanie układów radiowych, np. w systemach telemetrycznych, jest dla specjalistów od techniki cyfrowej i mikroprocesorowej zadaniem trudnym, a często wręcz niewykonalnym. Dość wąska specjalizacja sprawia, że po prostu nie mają odpowiedniej wiedzy, a tym bardziej doświadczenia w tej tematyce.

Najprościej więc zastosować gotowy moduł.

Rekomendacje:

moduł polecamy konstruktorom projektującym aplikacje wykorzystujące cyfrową transmisję radiową.



Układ CC1100 jest zintegrowanym nadajnikiem i odbiornikiem radiowym (transceiverem) produkowanym przez firmę Chipcon będącą obecnie częścią koncernu Texas Instruments. Jest to funkcjonalny następca popularnego CC1000, jednak konstruktorzy poszerzyli jego możliwości w stosunku do poprzednika, ułatwiając jednocześnie sposób jego programowania. Są to jedne z kilku powodów, dla których warto zainteresować się tym układem. Do prób, eksperymentów i zastosowania w gotowym urządzeniu najwygodniej użyć CC1100 zamontowanego na małej płytce wraz z kilkoma niezbędnymi elementami dodatkowymi, czyli w formie modułu, podobnego do modułu CC1000PP. Dalszy opis zostanie poświęcony projektowi takiego właśnie modułu.

Podstawowe parametry

Transceiver CC1100 pozwala na wysyłanie i odbieranie danych cyfrowych przesyłanych drogą radiową. Zgodnie z normami europejskimi i krajowymi pasma wokół częstotliwości 433 MHz i 868 MHz są zakresami, na których można nadawać bez specjalnej licencji z mocą sygnału do 10 mW. Układ jest przystosowany do pracy w obrębie każdego z tych pasm, jednak wartości niektórych elementów w obwodach nadawczym i odbiorczym różnią się, toteż już na początku

należy się zdecydować, którą wersję modułu chce się wykonać. Poza tą jedną różnicą, działanie układu i jego programowanie dla obydwu pasm jest identyczne.

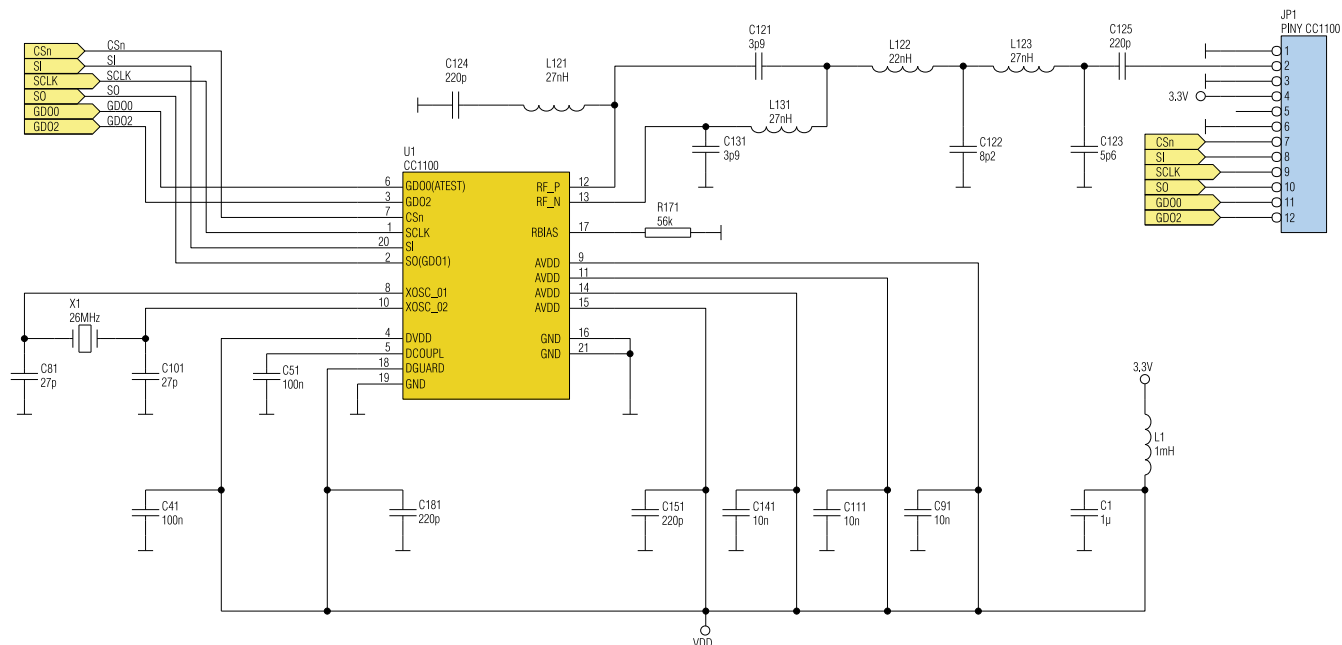
Olbrzymią zaletą CC1100 jest możliwość szybkiej zmiany częstotliwości pracy. Zmiana jednego tylko parametru powoduje zmianę kanału i automatyczne przestrojenie na nową częstotliwość.

Chociaż CC1100 nie pozwala na jednoczesne nadawanie i odbiór, to został wyposażony w dwa rozdzielone, 64-bajtowe, wewnętrzne bufory danych. Wysyłanie danych sprowadza się do ich zapisania w buforze i podania jednej komendy. Układ sam zatroszczy się o zainicjowanie swojej części radiowej, wysłanie synchronizujących bajtów preambuły i bajtów startu, a nawet obliczy i doda bajty sumy kontrolnej! Po stronie odbiorczej układ samodzielnie zdekoduje transmisję, umieści odebrane dane w buforze odbiorczym, obliczy i porówna sumy kontrolne i poinformuje użytkownika czy odebrana transmisja była bezbłędna.

Układ pozwala w szerokim zakresie ustawić szybkość transmisji torem radiowym. Przy niższych szybkościach transmisji maksymalny dystans pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem może być większy, a pobór prądu mniejszy. Podobna zależność istnieje przy ustawianej, także w szerokim zakresie,

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 30x31 mm
- Zasilanie 1,8...3,6 V
- Pasmo pracy: 433 MHz, 868 MHz
- Szybkość transmisji 1,2...500 kbps
- Moc wyjściowa -30...+10 dBm, odbiornika -110...-88 dBm zależnie od ustawionych parametrów kanału
- Pobór prądu (odbior) ok. 15 mA
- Pobór prądu (nadawanie) 14 mA -10 dBm) do 29 mA (+10 dBm)
- Pobór prądu (uspianienie) poniżej 1 μ A
- Bufory nadawcze i odbiorcze 64 bajty
- Automatyczna obsługa sumy kontrolnej
- Automatyczne formowanie i dekodowanie ramki transmisji radiowej
- Tryb automatycznego wybudzenia po odebraniu transmisji



Rys. 1. Schemat elektryczny modułu

mocy części nadawczej CC1100. Im większa ustawiona moc, tym większy zasięg, ale też i większy pobór prądu. Właściwe dobranie odpowiedniej kombinacji parametrów pozwala zasilać układ zarówno z sieci, jak i z baterii, gdzie oszczędność zużywanej energii jest sprawą pierwszoplanową. Także niebagatelną zaletą układu są jego małe wymiary, choć ma to swoją cenę w postaci kłopotów przy montażu ręcznym.

Układ CC1100 jest przeznaczony do cyfrowej transmisji danych krótkiego zasięgu. Dodatkowo wpływ na zasięg mają przeszkody pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem, takie jak budynki, gęste drzewa, ukształtowanie terenu, zakłócenia zewnętrzne np. ze strony linii energetycznych. Dla uzyskania maksymalnych zasięgów niebagatel-

ne znaczenie ma także dobrze wykonana instalacja antenowa.

Na podstawie przeprowadzonych testów przy użyciu zwykłych anten 1/4 fali, przy szybkości transmisji 1,2 kbps i mocy nadajnika +10 dBm, uzyskano zasięgi nie gorsze niż 300 m w terenie otwartym. Przy tych samych parametrach w budynku o konstrukcji żelbetowej transmisja była możliwa w obrębie 10 pięter. Z kolei zwiększenie szybkości transmisji do 250 kbps drastycznie zmniejszało zasięg w terenie otwartym do 50...60 metrów.

Opis budowy

Schemat ideowy modułu został oparty na materiałach aplikacyjnych udostępnianych przez firmę Chipcon. Modyfikacje w obrębie której programuje się układ oraz wysyła i odbiera dane sprowadzają się do takiego ustawienia sygnałów w złączach modułu, aby były one maksymalnie kompatybilne ze złączami modułu CC1000PP.

Jeżeli chodzi o udostępnione materiały aplikacyjne dla wersji pracującej w paśmie 868 MHz, to firma Chipcon z wpływem czasu wprowadziła pewne zmiany. Pierwotnie wersja ta różniła się od wersji dla pasma 433 MHz tylko wartościami niektórych elementów. Po pewnym czasie firma opublikowała nową notę aplikacyjną, w której dla wersji 868 MHz zmieniono nie tylko wartości elementów, ale

także zmodyfikowano pewne szczegóły obwodów wejściowych.

Przeprowadzone próby wykazały, że od strony funkcjonalnej stare rozwiązanie działa poprawnie, więc dla ułatwienia przedstawione opracowanie modułu dla pasma 868 MHz opiera się na pierwotnej notce aplikacyjnej Chipcon.

Rys. 1 przedstawia schemat elektryczny modułu. Jest on bardzo prosty i składa się z układu CC1100, elementów odsprzęgających linie zasilania, elementów rezonatora kwarcowego X1, C81, C101, elementów obwodów wejściowych C121...C125, C131, L121...123, L131 oraz złącza wyprowadzeń JP1. Złącze przedstawione na schemacie jako jeden element w istocie jest zamontowane po obu stronach płytki modułu jako oddzielne styki 1...6 i 7...12.

Wersje 433 MHz i 868 MHz modułu różnią się wartościami elementów obwodów wejściowych. W tab. 1 zostały zestawione wszystkie różnice. Na rys. 1 elementy mają podane wartości dla wersji 433 MHz.

Częstotliwość zastosowanego kwarcu nie jest krytyczna, powinna się tylko mieścić w przedziale 26...27 MHz. Zastosowanie dowolnego kwarcu spowoduje tylko konieczność wpisania jego częstotliwości w odpowiednim okienku programu SmartRF Studio, który automatycznie wyliczy wszystkie wartości, które trzeba wpisać do

Tab. 1. Zestawienie różnic pomiędzy modułami w wersjach 433 MHz i 868 MHz

oznaczenie elementu	wersja 433MHz	wersja 868MHz
L121	27 nH	12 nH
L122	22 nH	5,6 nH
L123	27 nH	12 nH
L131	27 nH	12 nH
C121	3,9 pF	2,2 pF
C122	8,2 pF	3,9 pF
C123	5,6 pF	3,3 pF
C124	220 pF	100 pF
C125	220 pF	100 pF
C131	3,9 pF	2,2 pF

rejestrów CC1100. Nie ma więc przeszkód, aby współpracowały ze sobą dwa moduły z zamontowanymi różnymi kwarcami, wystarczy tylko właściwie zaprogramować każdy z układów CC1100. Ważniejszym od częstotliwości parametrem jest stabilność rezonatorów, zarówno temperaturowa, jak i w funkcji czasu. Dla prawidłowego działania układu tolerancja maksymalnej zmiany częstotliwości rezonatora powinna być nie większa niż ± 40 ppm. Pokazany na schemacie układ filtru L1, C1 służy do usu-

wania z napięcia zasilającego pasożytniczych zakłóceń wysokiej częstotliwości. Układ będzie działał także bez tych elementów (zamiast L1 trzeba zamontować zworę), jednak ich obecność polepszy działanie samego modułu, jak i współpracujących z nim obwodów.

Montaż i uruchomienie

Dla prawidłowego działania modułu sposób wykonania płytki drukowanej ma spore znaczenie. Przy tak dużych częstotliwościach ważna jest wielkość i jakość użytych elementów, ich rozłożenie na druku, a także sposób prowadzenia ścieżek. To wszystko wpływa na dopasowanie sygnałów wielkiej częstotliwości, a w konsekwencji na czułość układu i moc sygnału wypromieniowywanego przez antenę. Zakładając jednak, że chodzi nam o układ, który ma poprawnie działać na stosunkowo niewielkich odległościach, można sobie pozwolić na pewne kompromisy. W układzie modułu zmieniono wielkość elementów SMD z 402 na 603, co ułatwia ich ręczny montaż oraz nabycie. Zachowano natomiast układ ścieżek sugerowany w aplikacji Chipcona, starając się, aby były one jak najkrótsze. Ścieżki magistrali danych są poprowadzone w sposób narzucony przez lokalizację złączy modułu.

Najtrudniejszym zadaniem jest przyłutowanie układu scalonego. Problemem są zarówno rozmiary obudowy QLP20 wynoszące 4x4 mm, jak i położenie pół lutowniczych na dolnej płaszczyźnie obudowy w odstępach 0,5 mm. Układ można przyłutować do płytki drukowanej stosując jedną z dwu metod.

Pierwsza – tradycyjna – polega na zastosowaniu bardzo cienkiej cyny i lutownicy z ostro zakończonym grotem. W obudowie QLP pola na spodniej części obudowy są wyprowadzone aż do bocznej krawędzi obudowy. Tam są widoczne jako małe paski o grubości 0,2 mm. Lutując układ można mieć nadzieję, że nawet jeśli roztopiona cyna nie wpłynie pod obudowę układu to przynajmniej spoi punkty lutownicze płytki drukowanej z widocznymi na bokach obudowy zakończeniami styków obudowy.

Drugą metodą jest użycie do lutowania pasty takiej samej jaką

się używa podczas montażu automatycznych elementów SMD. Pastę można kupić w niewielkich tubkach podobnych do lekarskich strzykawek, podobieństwo jest tym większe, że do jej nakładania stosuje się metalowe lub plastikowe tępe igły. Pasta lutownicza ma szary kolor, a po wyciśnięciu półpłynną konsystencję i jest na tyle lepka, że przywiera do miejsca na które została wyciśnięta.

W warunkach profesjonalnych pastę na płytkę drukowaną rozprowadza się przy pomocy metalowych szablonów z otworami odpowiadającymi polom lutowniczym. Po usunięciu szablonu na płytce drukowanej pasta pokrywa pola warstwą o grubości równej grubości szablonu czyli kilku dziesiątych milimetra. W warunkach amatorskich pastę na pola lutownicze należy nałożyć korzystając właśnie z igieł. W przypadku tak małej obudowy trudno nałożyć pastę tak, aby nie pokryła sąsiednich pól, na szczęście nie musi to prowadzić do zwarcia, ponieważ pasta ma pewne ciekawe właściwości. Zanim zostanie stopiona, zawiesina cząstek pasty nie przewodzi prądu i nawet jeśli pozostanie pomiędzy stykami, nie spowoduje zwarcia. Z kolei po stopieniu, napięcie powierzchniowe cząsteczek cyny oraz topnika powoduje, że zlewają się one w większe krople. Dzięki temu cyna gromadzi się wokół pola lutowniczego płytki i wyprowadzenia lutowanego układu i jeśli nie jest jej zbyt dużo nie zwiera sąsiednich styków.

Po ułożeniu układu na płytce drukowanej i dokładnym spójkowaniu można odczekać, aż pasta zgęstnieje. Dzięki temu układ będzie przytrzymywany i nie przesunie się na skutek niewielkich drgań płytki drukowanej.

Stosując pastę lutowniczą najlepiej doprowadzić do jednoczesnego jej stopienia pod wszystkimi wyprowadzeniami obudowy układu scalonego. Podgrzewanie grotem lutownicy poszczególnych wyprowadzeń może spowodować przekrzywienie się układu, przypadkowe zwarcia lub niezalutowanie niektórych końcówek. Dobrą metodą jest położenie płytki drukowanej z lutowanym układem na wierzchu na równomiernie rozgrzanej powierzchni np. kuchni i usunięcie jej stam-

WYKAZ ELEMENTÓW

elementy dla wersji 433 MHz

Rezystory

R171: R56 k Ω (0603)

Kondensatory

C1: 1 μ F (0805)

C121, C131: 3,9 pF (0603)

C123: 5,6 pF 0603

C122: 8,2 pF (0603)

C91, C111, C141: 10 nF 0603

C81, C101: 27 pF (0603)

C41, C51: 100 nF (0603)

C124, C125, C151, C181: 220 pF (0603)

Półprzewodniki

U1: CC1100 (QLP20)

Inne

L1: 1 mH (0805)

L122: 22 nH (0603)

X1: rezonator kwarcowy 26 MHz

L121, L123, L131: 27 nH (0603)

elementy dla wersji 868 MHz

Rezystory

R171: 56 k Ω (0603)

Kondensatory

C1: 1 μ F (0805)

C121, C131: 2,2 pF (0603)

C123: 3,3 pF (0603)

C122: 3,9 pF (0603)

C91, C111, C141: 10 nF (0603)

Półprzewodniki

U1: CC1100 (QLP20)

Inne

L1: 1 mH (0805)

L122: 5,6 nH (0603)

X1: rezonator kwarcowy 26 MHz

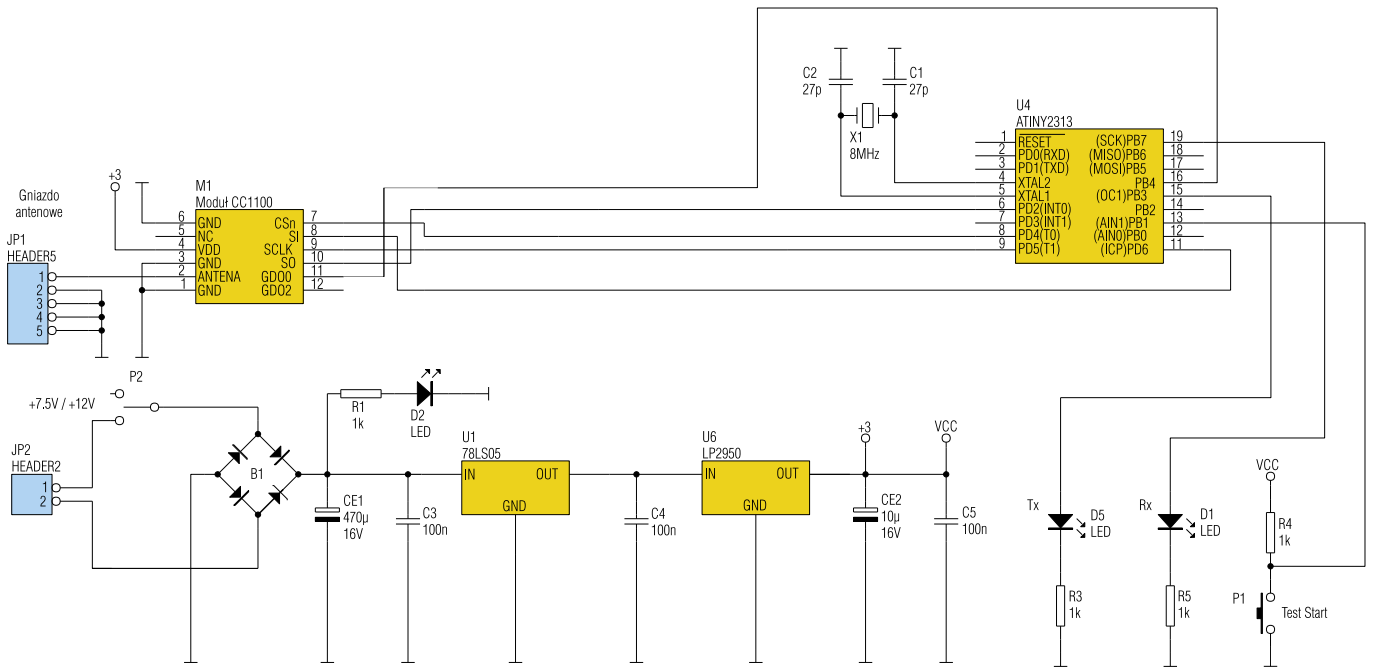
L121, L123, L131: 12 nH (0603)

C81, C101: 27 pF (0603)

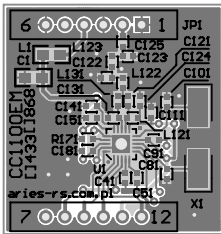
C41, C51: 100 nF (0603)

C124, C125: 100 pF (0603)

C151, C181: 220 pF (0603)



Rys. 2. Schemat ideowy testera



Rys. 3. Schemat montażowy drukowanej modułu

ąd, gdy pasta się stopi. Moment jest to dobrze widoczny, bo pasta zmienia swą barwę z szarej na srebrzystą. Proces nagrzewania płytki należy przerwać po kilku sekundach, gdy mamy pewność, że pasta stopiła się także pod układem. Dla past ołowiowych temperatura topnienia wynosi 230...260°C, dla stopów bezołowiowych jest nieco wyższa i wynosi ok. 300°C.

Ważną sprawą przy montowaniu układu jest połączenie jego centralnego pola na dole obudowy z masą modułu. Ponieważ jest to miejsce trudno dostępne, w projekcie druku przewidziano w tym miejscu otwór, dzięki któremu można to pole w sposób pewny zalutować.

Po przylutowaniu układu, zamocowanie pozostałych elementów na płytce będzie już pewnie dużo łatwiejsze. Najlepiej zacząć od tych położonych w sąsiedztwie układu scalonego, żeby móc wygodniej operować lutownicą. Najlepiej najpierw przylutować jedną końcówkę elementu SMD, co pozwoli na ewentualną korektę jego położenia, a potem, gdy wszystko

dobrze wygląda, można zalutować drugą.

Zwracam uwagę na dławiki zastosowane w projekcie modułu. Mogą one być dostępne zarówno w wykonaniu tradycyjnym z uzwojeniem z cienkiego drutu, jak również mogą przypominać kondensatory. Wykonanie nie jest istotne natomiast ważne, aby w czasie montażu nie pomieszać ze sobą elementów, ponieważ dławiki o różnych indukcyjnościach wyglądają bardzo podobnie. Montaż pomyłonego elementu może radykalnie pogorszyć jakość wykonanego modułu.

Na zakończenie montażu czy to przy pomocy cyny w drucie, czy w paście, warto wykonany moduł oczyścić używając typowych preparatów do czyszczenia obwodów drukowanych. Zastosowanie spoiwa bezołowiowego spowoduje, że oczyszczenie płytki będzie wymagało trochę więcej czasu.

Test modułu

Po zakończeniu montażu należy oczywiście sprawdzić czy moduł działa prawidłowo. Jeżeli nie ma gotowego układu do którego można podłączyć moduł, można skorzystać z testera, którego schemat jest pokazany na rys. 2. Jeżeli użyty do budowy testera mikrokontroler jest fabrycznie nowy, nie należy zapomnieć o przestawieniu bitów FUSE na zewnętrzny oscylator kwarcowy i wyłączenie wstępnego podziału zegara przez 8. Jeżeli tego nie zro-

bimy, układ będzie działał bardzo wolno.

Tester nie robi niczego szczególnego, jednak można dzięki niemu stwierdzić czy moduł funkcjonuje prawidłowo. Pewne wnioski można wyciągnąć już po włączeniu zasilania z modułem dołączonym do testera. Jeżeli obie diody zapalą się na moment i zgasną, świadczyć to będzie że rejestry wewnętrzne układu CC1100 zostały zaprogramowane i magistrala danych działa prawidłowo. Diody zapalone oznaczają, że mikrokontrolerowi nie udało się nawiązać prawidłowego połączenia z układem zamontowanym na module. Przyczyną może być zarówno brak zasilania na którymś z wyprowadzeń układu połączonym z napięciem VDD (patrz schemat modułu), jak i zwarcia lub przerwy na samej magistrali. Należy wtedy przede wszystkim sprawdzić połączenia z wyprowadzeniami układu oznaczonymi jako CSn, SCLK, SI, SO(GDO1).

Jeżeli wszystko jest w porządku, należy do wyjścia antenowego modułu JP1-2 dołączyć krótki kawałek przewodu. Po naciśnięciu przycisku zacznie wysyłać transmisję testową, co sygnalizuje zapalenie się jednej z diod. Jeżeli w pobliżu znajduje się drugi tester ze sprawnym modułem, po odebraniu transmisji automatycznie wyśle on potwierdzenie. Odebranie potwierdzenia spowoduje zapalenie drugiej diody modułu.

Ryszard Szymaniak