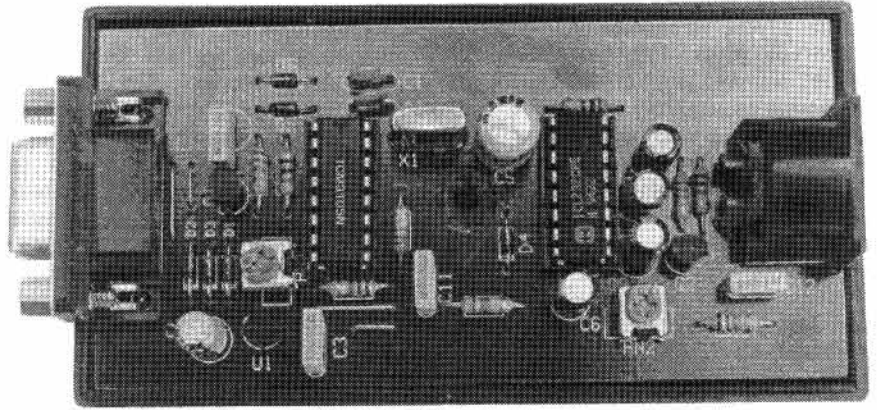


Modem Packet Radio - BayCom

część 1

kit AVT-226



Dzięki ciągle wzrastającej popularności komputerów osobistych wśród krótkofalowców coraz częściej można się spotkać z radiowymi łącznościami cyfrowymi. Najczęściej wykorzystywaną emisją cyfrową jest Packet Radio. Ten system łączności często jest porównywany z siecią Internet, bowiem poza łącznościami z krótkofalowcami całego świata pozwala na przesyłanie programów komputerowych, choć wolniej niż w Internecie, ale za to „za darmo” i bez ograniczeń czasowych, bowiem nie trzeba dysponować telefonem i płacić za połączenia. Zalety te okupione są jednak koniecznością posiadania licencji krótkofalarskiej oraz nieco droższego sprzętu.

Dla tych, którzy stykają się pierwszy raz z określeniem Packet Radio należy przypomnieć, że ta emisja cyfrowa opiera się na protokole AX.25, który jest modyfikacją powszechnie używanego protokołu X.25 (HDLC).

Główną różnicą pomiędzy protokołami jest zastosowanie w AX.25 dłuższego pola adresowego, w którym znajdują się znaki wywoławcze korespondentów bądź stacji przekaźnikowych. W zależności od pasma stosuje się różne rodzaje modulacji oraz szybkości. Na pasmach UKF stosuje się modulację z przesuwem częstotliwości, czyli AFSK, z szybkością 1200 bitów/s (używa się częstotliwości 1200 i 2200Hz). W pasmach KF stosuje się częstotliwości tonów 1600 i 1800Hz, a szybkość transmisji wynosi 300bitów/s.

Packet Radio jest emisją z tak zwaną korekcją błędów. Najkrócej mówiąc polega to na tym, że każda „paczka” informacji ma

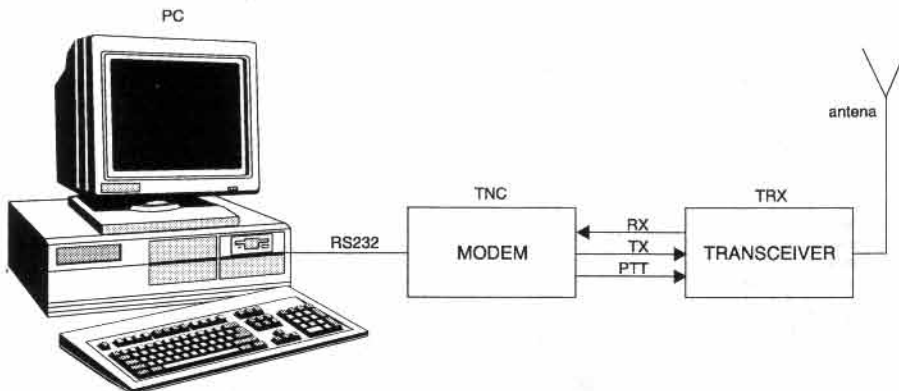
określoną długość (32, 64, 80... bajtów) a komputer zlicza ilość odebranych bajtów i potwierdza, ile z nich ich odebrał. Przy niezgodności informacja jest ponownie wysyłana do momentu, aż nastąpi zgodność danych z tak zwanym pakietem kontrolnym. Ilość powtórzeń ustalana jest programowo. Transmitowany pakiet może być wprowadzony na bieżąco z klawiatury komputera, bądź może być przygotowany wcześniej (np. w zewnętrznym edytorze tekstów).

Emisja Packet Radio na stałe zadomowiła się na UKF. Funkcjonują tutaj sieci składające się z połączonych między sobą łączami radiowymi skrzynek pocztowych - BBS, stacji węzłowych oraz stacji indywidualnych (krótkofalowców). BBS-y mają możliwość przełączenia z zakresu UKF na KF, co zdecydowanie powiększa zasięg.

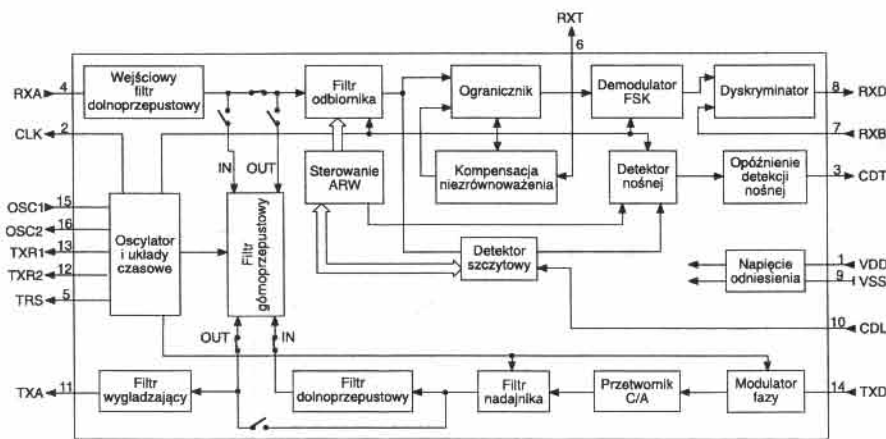
Dokładny wykaz częstotliwości pracy stacji amatorskich wraz z uwzględnieniem emisji Packet Radio był zamieszczony w miesięczniku wydawanym przez AVT „Od Radio do Audio” 5/95.

W celu uruchomienia stacji pakietowej należy dysponować następującymi urządzeniami (rys 1):

- urządzeniem nadawczo-odbiorczym, np. radiotelefon FM/2m umożliwiający pracę przynajmniej na jednej z częstotliwości: 144,625, 144,650, 144,675MHz. Radiotelefon musi być wyposażony w gniazda: słuchawkowe, mikrofonowe, sterowania (PTT),
- komputerem klasy PC 286/386/



Rys.1 Sposób połączenia elementów systemu transmisyjnego



Rys. 2. Schemat struktury wewnętrznej układu TCM 3105.

486 z łączem szeregowym i łatwo dostępnym oprogramowaniem (np. w ofercie handlowej AVT zestaw 1RA004 zawiera między innymi program BayCom w wersji 1.50),

- modemem Packet Radio, czyli dodatkowym urządzeniem pośredniczącym między komputerem a radiotelefonem.

Najprostszym modemem do PC (umożliwiający między innymi odbiór sygnałów Packet Radio za pośrednictwem programu shareware PKTMON), stanowiący modyfikację powszechnie znanych sprzęgów HammComm do RS 232 był opisany rok temu w EP 7/94 (dostępny w ofercie handlowej jako kit AVT-177). Jest on znakomitą przystawką dla Czytelników nie posiadających licencji krótkofalarskiej. Umożliwia nasłuch informacji pakietowych aktualnie nadawanych między indywidualnymi użytkownikami systemu.

Wśród krótkofalowców najpopularniejszymi modemami do dwustronnej łączności emisją Packet Radio są kontrolery TNC2 oraz BayCom. TNC2 zawiera pamięć oraz oprogramowanie umożliwiające wykorzystanie go również jako osobistej skrzynki pocztowej lub jako cyfrowy węzeł przekaźnikowy bez konieczności współpracy z komputerem. Koszt zakupu takiego urządzenia jest jednak dość wysoki.

Modem BayCom służy również do dwustronnej pracy emisją Packet Radio. Posiada prostą konstrukcję dzięki temu, że niezbędne operacje realizowane są nie środkami technicznymi, lecz programowo. Wszystkim użytkownikom

PC, których nie stać na nabycie kontrolera fabrycznego TNC, polecamy wykonanie opisanego modemu, gdyż zachowuje się on podobnie jak samodzielnie pracujący kontroler TNC, a jest dużo tańszy. Cechą charakterystyczną rozwiązania jest bardzo prosta konstrukcja, instalacja i łatwa obsługa. Zaletą programu jest możliwość równoległego prowadzenia szeregu łączności (łącznie z transmisją zbiorów) a także obsługa tak zwanej poczty elektronicznej (pod warunkiem pozostawienia włączonego komputera).

System BayCom został opracowany w 1990 r. przez niemieckich krótkofalowców DL8MBT i DG3RBU i od tego czasu robi zawrotną karierę. W wielu pismach krótkofalarskich na świecie są opisywane modemy BayCom konstruowane z zastosowaniem specjalizowanych układów scalonych (AM7910, AM7911, TCM3105, XR2211, XR2206).

Opisywany układ umożliwia odbiór i nadawanie emisją Packet Radio przy współpracy ze wszystkimi komputerami PC oraz programami BayCom, SP, GP bez konieczności stosowania dodatkowego zasilania (do zasilania wykorzystuje się przetworzone sygnały złącza RS 232). W urządzeniu zastosowano dwa specjalizowane układy scalone TCM 3105 (wykorzystywane do modulacji/demodulacji między innymi w niektórych modemach telefonicznych) oraz MAX 232 (podwójny nadajnik/odbiornik interfejsu RS232). W większości spotykanych układów zamiast MAX 232 spotyka się popularne inwer-

tery 74HC14, które są co prawda nieco tańsze od układu MAX 232, ale nie gwarantują prawidłowej pracy ze wszystkimi komputerami PC.

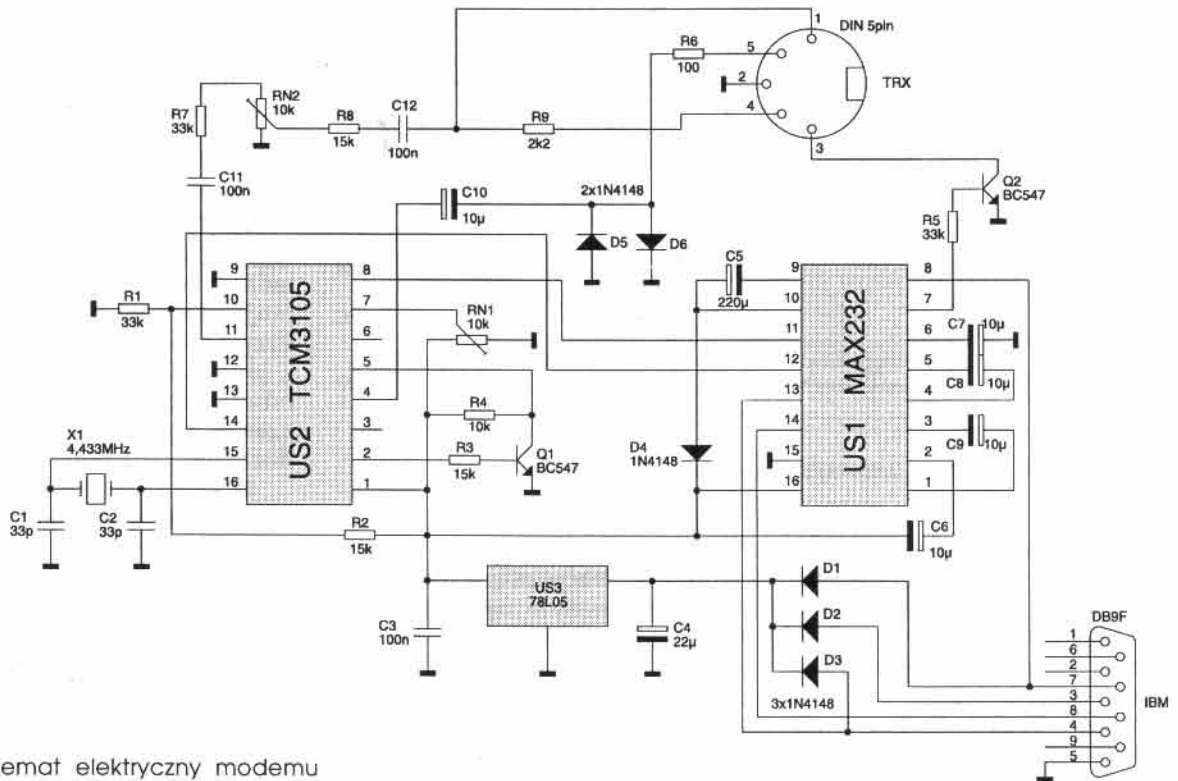
Opis układu TCM3105

TCM3105 wykonany w technologii CMOS jest uniwersalnym jednoukładowym modemem FSK (ang. Frequency Shift Keying). Przystosowany jest on do pracy z protokołem V.23 i jest w pełni odwracalny, co umożliwia jednoczesne wykorzystywanie kanałów docelowego i powrotnego.

W skład układu wchodzi cztery zasadnicze bloki:

1. Nadajnik - w jego skład wchodzi modulator FSK, filtr nadajnika i wzmacniacz nadajnika. Modulator jest programowalnym syntezorem częstotliwości, dostarczającym częstotliwości wyjściowych w wyniku zmiennego podziału częstotliwości wzorcowej 4,4336MHz. Współczynnik podziału jest określony stanami wyprowadzeń standardu nadawania, szybkości transmisji i wejścia danych. Pasma przenoszenia nadajnika zależy od trybu pracy oraz charakterystyki filtru. Układ wytwarza dwie częstotliwości wyjściowe (na wyprowadzeniu TXA), reprezentujące „znaki” i „spacje” sygnału cyfrowego na wejściu TXD.

2. Odbiornik - służy do demodulacji sygnału analogowego doprowadzonego do wejścia RXA na zasadzie zamiany częstotliwości na napięcie. W jego skład wchodzi wzmacniacz odbiornika, korektor opóźnień grupowych, filtr odbiornika, ogranicznik, demodulator, filtr wyjściowy demodulatora i dyskryminator. Standard odbiornika określają stany na jego wejściach (TRS, TXR1 i TXR2). Wzmocnienie wzmacniacza odbiornika jest zmienne dla zapewnienia odpowiedniego poziomu sygnału wyjściowego filtru odbiornika w całym zakresie dynamiki sygnału wejściowego RXA. Filtr odbiornika ma za zadanie ograniczenie pasma sygnału doprowadzonego do demodulatora i zredukowania pasma zakłóceń, jak również zwiększenie tłumienia częstotliwości kanału powrotnego (zwykle obecnych na poziomach dużo wyższych, niż sygnał



Rys. 3. Schemat elektryczny modemu

odbierany). Ogranicznik zamienia następnie uformowany sygnał analogowy na przebieg prostokątny z modulacją FSK, podawany na wejście demodulatora. Demodulator, którym jest multiwibrator wyzwalany zboczem, dokonuje zamiany częstotliwości na napięcie, co umożliwi wydzielenie przesyłanych danych ze zmodulowanego sygnału. Składowa stała tego sygnału jest odwrotnie proporcjonalna do odbieranej częstotliwości i jest wydzielana przez przełączany kondensator dolnoprzepustowego filtra po demodulatorze.

Analogowy sygnał wyjściowy filtra po demodulatorze musi być zamieniony na cyfrowy przez dyskryminator. Operacji tej dokonuje komparator, którego poziom odniesienia i tym samym próg decyzyjny jest ustawiany zewnętrznie poprzez wejście RXB w środku sygnału analogowego. Sygnał wyjściowy komparatora jest wyprowadzony na zewnątrz poprzez wyjście RXD.

3. Detektor nośnej.

4. Układ czasowy i sterujący: dodatkowe układy korygujące zniekształcenia fazowe.

Ponadto w skład odbiornika wchodzi jeszcze trzy dodatkowe układy znacznie poprawiające jego parametry:

- automatycznej regulacji wzmocnienia,
- regulacji poziomu detekcji nośnej,
- regulacji poziomu zniekształceń dla optymalizacji przetwarzania. TCM 3105 może być wykorzystany w systemie duplex przy nadawaniu oraz odbiorze w dwóch układach zgodnych ze standardem:

- CCITT V23 (kanał docelowy o szybkości 600/1200 bodów zaś kanał powrotny 75 bodów),
 - Bell 202 (kanał docelowy o szybkości 1200 bodów zaś kanał powrotny 5/150 bodów).
- Dokładny opis zasady działania układu TCM 3105 wraz z parametrami, tablicami stanów logicznych niezbędnych do uzyskania wymaganego standardu zawiera [3]. Również w jednym z kolejnych zeszytów USKA ten układ scalony zostanie szczegółowo opisany.

Schemat struktury wewnętrznej układu TCM 3105 jest przedstawiony na **rysunku 2**.

Poniżej zamieszczamy opis poszczególnych sygnałów występujących na wyprowadzeniach układu scalonego, które pozwolą na zrozumienie zasady działania modemu, jak również będą pomocne przy lokalizacji przyczyny ewen-

tualnego złego działania układu:

CLK - wyjście sygnału zegara. Na wyjściu tym jest dostępny ciągły sygnał zegarowy o częstotliwości 16-krotnie wyższej niż ustawiona szybkość transmisji nadawania lub odbioru. Sygnał jest przeznaczony do współpracy z układami zewnętrznymi, jak np. sterownik UART i, po odpowiednim podzieleniu, do sterowania wejściem TRS.

CDT - wyjście detektora nośnej. Na tym wyjściu układ wystawia wskaźnik detektora nośnej dla systemu. Wysoki poziom logiczny sygnału oznacza obecność emisji na pasmie przez czas dłuższy niż ustawiony czas minimalny, a poziom niski - brak emisji w pasmie przez czas dłuższy niż ustawione minimum. Poziom niski oznacza błąd nośnej.

RXA - wejście analogowe odbiornika. Na to wejście podawany jest zmodulowany sygnał analogowy. Ponieważ układ TCM 3105 jest zasilany pojedynczym napięciem asymetrycznym, wejście ma wewnętrzną polaryzację i musi być sprzęgane zmiennoprądowo. Optymalny poziom wejściowy powinien wynosić 0,78V.

TRS - wybór standardu nadawania/odbioru. Stan tego wyprowadzenia oraz stany TXR1 i TXR2

określają szybkość transmisji i częstotliwości znaków i spacji.

RXT - wyjście testu odbiornika. Na wyprowadzeniu pojawia się sygnał wyjściowy ogranicznika.

RXB - wyprowadzenie do regulacji poziomu odbioru. Dzięki temu jest możliwa korekta progu zadziałania końcowego komparatora dla minimalizacji poziomu zniekształceń i tym sposobem poziom zakłóceń danych wyjściowych. Regulacja jest niezależna od trybu pracy odbiornika.

RXD - cyfrowe wyjście odbiornika. Na wyprowadzeniu pojawiają się odebrane dane po demodulacji w logice dodatniej: logicznej „1” odpowiada znak, a logicznemu „0” - spacja.

CDL - wyprowadzenie regulacji detekcji nośnej. Umożliwia zewnętrzną regulację progu detekcji nośnej za pośrednictwem zewnętrznego potencjometru.

TXA - analogowe wyjście nadajnika. Na wyprowadzeniu tym pojawia się sygnał zmodulowany FSK. Amplituda sygnału analogowego zależy od napięcia zasilania. Poziomym odniesieniem jest wewnętrzne źródło i stąd wyprowadzenie TXA musi być sprzęgane zmiennoprądowo. Impedancja wyjściowa wynosi około 50kΩ.

TXR2 - wyprowadzenie wyboru szybkości transmisji bitów. Wraz z TXR1 i TRS określa szybkość transmisji i częstotliwości znaków i spacji. Stan logiczny wejść TXR1, TXR2, TRS jest dekodowany wewnątrz układu dla wybrania wymaganego trybu pracy modemu. Możliwe jest również wyłączenie nadajnika. Wyprowadzenie TRS jest w istocie trójstanowe, ponieważ rozróżnia trzy rodzaje sygnałów: poziom wysoki (1), niski (0) i sygnał wyjściowy zegara (CLK).

TXD - cyfrowe wejście nadajnika. Na to wyprowadzenie są podawane dane, które mają być wysyłane w logice dodatniej: logicznej „1” odpowiada znak, a logicznemu „0” - spacja. Dane są przyjmowane z dowolną szybkością od zera do zadanej i mogą być całkowicie asynchroniczne.

OSC1 - wejście oscylatora (typowa wartość 4,436MHz).

OSC2 - wyjście oscylatora. Jeśli układ pracuje z zewnętrznym sygnałem zegarowym, wyprowa-

dzenie OSC2 pozostaje niepodłączone, a zegar jest dołączony do OSC1.

Schemat ideowy modemu przedstawiono na rysunku 3.

Ponieważ urządzenie jest przewidziane do pracy w zakresie UKF dokonano wyboru standardu BELL 202 poprzez zapewnienie niezbędnych poziomów sygnałów na CLK i TRS oraz TXR1 i TXR2 na wyprowadzeniach omówionego wyżej układu scalonego US2 - TCM3105. Częstotliwość zegarowa układu stabilizowana jest przy pomocy rezonatora kwarcowego 4,43361MHz (częstotliwość podnośnej koloru w PAL). Minimalna wartość częstotliwości tego rezonatora nie powinna być mniejsza jak 4,433MHz, zaś maksymalna nie większa jak 4,434MHz. Pozostałe elementy - dwa popularne tranzystory małej mocy i układ scalony US1 MAX232 - służą do dopasowania poziomów napięć na wejściach i wyjściach. MAX 232 jest podwójnym nadajnikiem/odbiornikiem interfejsu RS232, który zamienia standard łącza RS 232 (IBM) na poziom TTL.

Dla wtyku 9-nóżkowego, zastosowanego w modelu, na poszczególnych nóżkach występują następujące sygnały:

- 3 - TXD, wyjście taktu do zasilania (2)
- 4 - DTR, dane nadawane ±10V (20)
- 5 - GND, masa (7)
- 7 - RTS, przełączenie na nadawanie (PTT): -10V dla RX, +10V dla TX (4)
- 8 - CTS, dane odbierane (5)

W nawiasach podane są numery odpowiadające wtykowi złącza 25-nóżkowego.

MAX 232 wymaga pojedynczego napięcia zasilania +5V i zawiera dwie przetwornice (konwertery) dostarczające napięcia +10V i -10V.

Układ scalony US3 (78L05) służy do stabilizacji napięcia zasilającego modem. Pobór prądu przez układy może zawierać się w zakresie 5...10mA i z tego względu zasilanie odbywa się bezpośrednio z komputera sygnałami TXD, DTR, RTS poprzez sumator diodowy D1...3. Dane nadawane są podawane poprzez odbiornik układu MAX 232 na wejście TXD układu TCM 3105. Z wyjścia RXD

(nóżka 8) dane odbierane są podawane na łącze RS232 poprzez nadajnik układu MAX 232.

Przełączanie nadawanie/odbiór (PTT) jest dokonywane automatycznie - sygnałem RTS za pomocą jednej pary (odbiornik/nadajnik) interfejsu MAX 232 oraz tranzystora Q2. Elementy C6, D4 stanowią układ zabezpieczający na wypadek zawieszania się programu. Ich zadaniem jest wyłączenie nadajnika po upływie około pół minuty. Zmianę tego czasu można dokonać poprzez dobranie wartości kondensatora C6 (1s/10μF). Kondensatory C8 C10 wchodzi w skład podwójacza napięcia (konwertera napięcia), zaś C9 C11 to kondensatory wygładzające. Wyjście odbiornika MAX232 jest w stanie niskim wówczas, gdy napięcie wejściowe jest większe od 2,4V. Przeciwny stan logiczny (wyjście w stanie wysokim) wystąpi wtedy, kiedy na wejściu pojawi się poziom -10V...+0,8V (lub wejście nie będzie podłączone).

W trybie nadajnika jedynie logicznej na wyjściu TXD odpowiada 1200Hz (mark) zaś zeru logicznemu 2200Hz (space). Uformowany sygnał m.cz. podawany jest poprzez potencjometr RN2 na wejście mikrofonowe nadajnika. Potencjometr ten służy do ustawiania poziomu dewiacji sygnału wyjściowego FM. Dodatkowy rezystor R9 (typowa wartość 2,2kΩ) jest wykorzystywany do sterowania PTT w przypadku dysponowania radiotelefonem nie wyposażonym w gniazdo PTT. Dzielnik R1, R2 ustala próg reakcji na odebraną podnośną. Wartości rezystorów zostały dobrane tak, aby przy napięciu zasilania 5V na CDL uzyskać napięcie około 3,5V (0,7V_{dd}). Prawidłowe rozpoznanie poziomów zależy od ustawienia potencjometru RN1. Sygnał m.cz. z wyjścia słuchawkowego (głośnikowego) radiotelefonu podawany jest na wejście RXA układu US1 poprzez rezystor R6. Optymalny poziom sygnału wejściowego na nóżce 4 TCM 3105 powinien wynosić około 280mV (minimalnie 100mV).

Andrzej Janeczek SP5AHT

Dokończenie artykułu w EP 10/95.