



Kołnar

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

**Modyfikacja radiotelefonu
MaxCom WT 108**

Robert Budziński

Wrocław, 29 marca 2009

Spis treści

1. Podstawy prawne.....	2
2. Standard PMR.....	3
3. Zasięg.....	3
4. Instalacja złącza BNC.....	4
5. Antena ćwierćfalowa.....	6
6. Blokada szumów.....	9
7. Podsumowanie.....	9

1. Podstawy prawne

Legalność pasma PMR w Polsce określa Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 3 lipca 2007 r. w sprawie urządzeń radiowych nadawczych i nadawczo-odbiorczych, które mogą być używane bez pozwolenia radiowego:

§ 2.1. Nie wymaga pozwolenia używanie urządzeń:

4) typu PMR 446, przeznaczonych do używania wyłącznie w zakresie częstotliwości 446,0-446,1 MHz w ośmiu kanałach radiowych z odstępem 12,5 kHz, gdzie najniższa częstotliwość fali nośnej wynosi 446,00625 MHz, z zastępczą mocą promieniowaną nadajnika w odniesieniu do dipola półfalowego, zwaną dalej „e.r.p.”, nieprzekraczającą 500 mW, wyposażonych tylko w antenę zintegrowaną, spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 296.

Modyfikację radiotelefonu przeprowadziłem w oparciu o Artykuł 6.1 Prawa Telekomunikacyjnego (Dz. U. 2000 nr 73 poz. 852):

Nie wymaga pozwolenia używanie urządzeń radiowych przewidzianych wyłącznie do odbioru, z zastrzeżeniem ust. 2.

2. Przepisu ust. 1 nie stosuje się do urządzeń radiowych, umożliwiających odbiór w zakresach częstotliwości przeznaczonych dla służb radiokomunikacyjnych, które prowadzą przekaz informacji nie przewidzianych do publicznego odbioru.

Zgodnie z powyższym artykułem, modyfikowanego radiotelefonu używać można jedynie w zakresie odbioru sygnału.

Niniejszy raport ma charakter wyłącznie edukacyjny.



Fot. 1. Radiotelefony MaxCom WT 108 w stacji dokującej

2. Standard PMR

PMR (Private Mobile Radio) to pasmo częstotliwości przeznaczone do prowadzenia bezpłatnej fonicznej łączności radiowej. Pasmo PMR podzielone jest na osiem kanałów w przedziale od 446,00625 MHz do 446,09375 MHz co 12,5 kHz. łączność prowadzona jest w trybie simplex – wymiana informacji następuje na przemian (nadawanie/odbiór). Część radiotelefonów PMR obsługuje system tonów CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch System). Układ elektroniczny radiotelefonu generuje niesłyszalny dla ludzkiego ucha ton o częstotliwości od 67 Hz do 250,3 Hz i dołącza go do transmisji fonicznej. Odbiornik otwiera blokadę szumów jeśli ton odebrany jest zgodny z ustawionym. CTCSS są mylnie nazywane podkanałami, jednak bez względu na wybrany ton, wykorzystywany jest cały kanał transmisyjny.

3. Zasięg

Producenci radiotelefonów PMR podają zazwyczaj zasięg rzędu 5-9 km. Nawiązanie łączności fonicznej na takim dystansie możliwe jest jedynie w warunkach bezpośredniej widoczności, np. między szczytami gór, na morzu, czy na polu. W większości przypadków, kiedy radiotelefony używane są w terenie zurbanizowanym, zasięg może spaść nawet do kilkuset metrów. Największe tłumienie wprowadzają metalowe ogrodzenia, wysokie budynki, stacje transformatorowe, linie wysokiego napięcia, parki i lasy.

Główny wpływ na zasięg radiotelefonu ma rodzaj zastosowanej anteny. W większości radiotelefonów producenci montują krótkie anteny helikalne, które nie sprzyjają nawiązywaniu dalekich łączności. Najlepszą metodą poprawienia osiągnięć radiotelefonu jest zastosowanie anteny o lepszym dopasowaniu do długości fali.



Fot. 2. Oryginalna antena helikalna

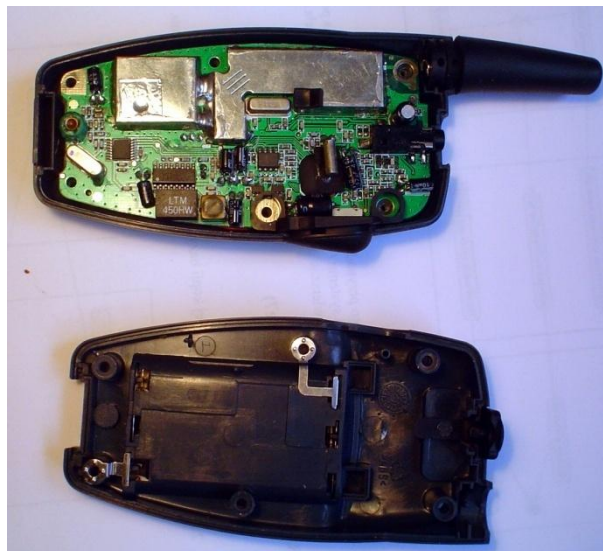
4. Instalacja złącza BNC

Kluczowym punktem modyfikacji radiotelefonu jest instalacja złącza BNC. Jest ono powszechnie stosowane w radiotelekomunikacji.



Fot. 3. Gniazdo i wtyk BNC

Modyfikację radiotelefonu należy rozpocząć od usunięcia oryginalnej anteny helikalnej. Po zdjęciu obudowy należy ją wysunąć spod płytki drukowanej.



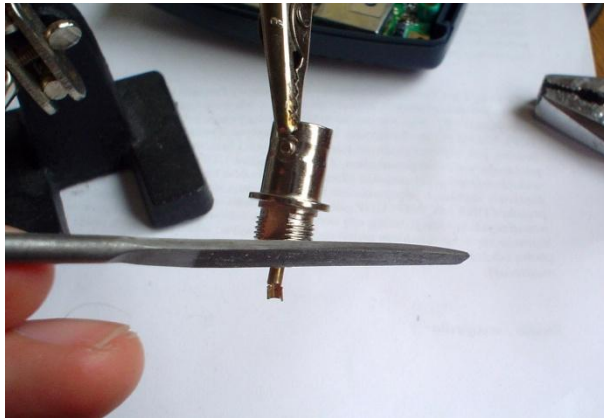
Fot. 4. Rozebrany radiotelefon MaxCom WT 108

Następnie należy przygotować miejsce pod złącze BNC. W tym celu usuwamy elementy uniemożliwiające swobodne umiejscowienie gniazda.



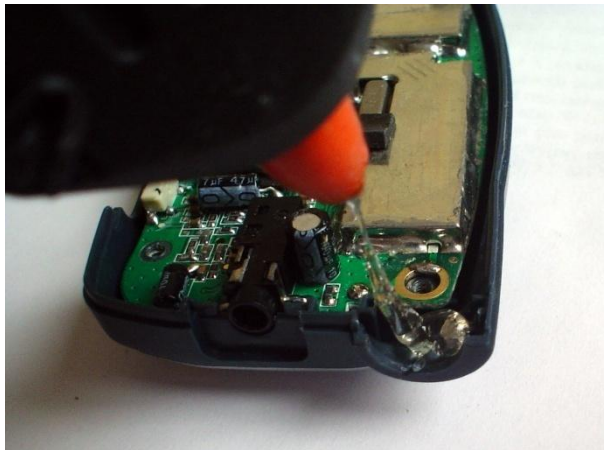
Fot. 5. Usunięcie zbędnych elementów

Gniazdo BNC warto podszlifować pilnikiem. Ułatwi to późniejsze lutowanie.



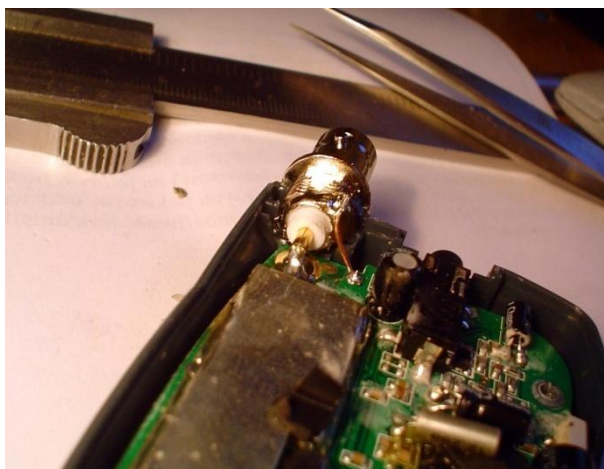
Fot. 6. Szlifowanie gniazda BNC

Gniazdo BNC unieruchamiamy za pomocą „kleju na gorąco”.



Fot.7. Montaż gniazda BNC

Obudowę gniazda łączymy z masą radia za pomocą kawałka drutu. Miejsce podłączenia anteny łączymy z „gorącą żyłą” BNC.



Fot. 8. Połączenie gniazda BNC z płytką drukowaną radiotelefonu

Pozostaje nanieść warstwę kleju na drugą część obudowy i złożyć radiotelefon.



Fot. 9. Zainstalowane gniazdo

5. Antena ćwierćfalowa

Antena ćwierćfalowa ma postać przewodu o długości równej $\frac{1}{4}$ długości fali. Ma dookólną charakterystykę promieniowania. Wykonana została z ocynkowanej linki stalowej o średnicy 2mm. Przed obcięciem linki warto nanieść na nią warstwę cyny, dzięki czemu nie będzie się ona rozplatać. Końcówkę linki również pokrywamy cyną i przy pomocy szlifierki nadajemy jej kształt stożka, co ułatwi jej połączenie z pinem.



Fot. 10. Cyna zabezpieczy linkę przed rozplataniem się w miejscu przycięcia



Fot. 11. Nadanie końcówce linki kształtu stożka ułatwi jej połączenie z pinem

Linkę należy przylutować do pinu wtyczki.

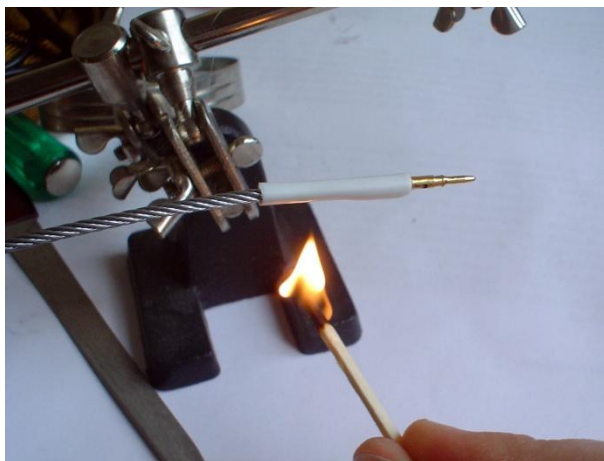


Fot. 12. Przylutowanie linki do pinu



Fot. 13. Połączenie linki z pinem

Nałożenie izolacji termokurczliwej na linkę umożliwi ciasne osadzenie pinu we wtyku.



Fot. 14. Izolacja termokurczliwa na lince



Fot. 15. Linka osadzona we wtyku

Aby linka pełniła rolę anteny ćwierćfalowej, musi mieć ona odpowiednią długość. Do jej wyliczenia zastosowałem poniższy wzór:

$$d = \frac{c}{f \cdot 4} - \emptyset$$

gdzie:

- d – długość linki
- c – prędkość światła w próżni
- f – częstotliwość radiotelefonu
- \emptyset – średnica linki

Obliczenia:

$$d = \frac{300\,000 \text{ [km/s]}}{446 \text{ [MHz]} \cdot 4} - 2 \text{ [mm]} \approx 166 \text{ [mm]}$$

Należy pamiętać, że długość linki mierzymy od punktu jej wyjścia poza obudowę wtyku BNC. Dla lepszego efektu wizualnego linkę można umieścić w izolacji termokurczliwej.

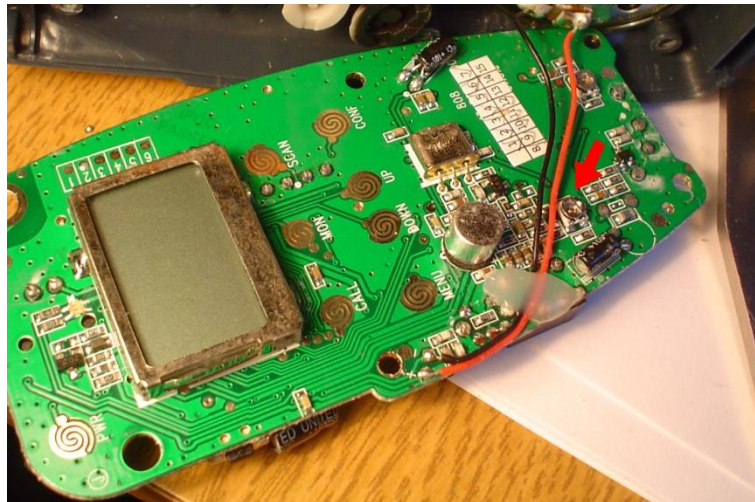


Fot. 16. Radiotelefon z zainstalowaną anteną ćwierćfalową

6. Blokada szumów

Funkcja blokady szumów (squelch) powoduje wyciszenie radiotelefonu w momencie, kiedy nie jest odbierany żaden sygnał. Blokada otwiera się przy określonym poziomie sygnału. Zbyt wysoko ustawiona granica blokady szumów sprawi, że łączność prowadzona przy słabym sygnale będzie przerywana, z kolei zbyt niska granica blokady szumów spowoduje, że radiotelefon będzie odbierał szereg zakłóceń, np. pochodzących z instalacji elektrycznej samochodu czy z pracującego komputera.

Regulację granicy blokady szumów przeprowadzamy kręcąc potencjometrem: obrót w lewo obniża granicę, obrót w prawo zwiększa. Fabrycznie ustawiono około 70% pełnego zakresu. Metodą prób i błędów zdecydowałem się zmniejszyć tę wartość do ok. 40%.



Fot. 17. Potencjometr odpowiadający za regulację granicy blokady szumów

Regulacji blokady szumów najlepiej dokonać przed instalacją złącza BNC (ze względu na użycie kleju).

7. Podsumowanie

Szacuję, że niniejsza modyfikacja umożliwiła osiągnięcie co najmniej dwukrotnie lepszego zasięgu. Przy pomocy modyfikowanego radiotelefonu MaxCom WT 108 udało mi się nawiązać łączność na dystansie 28km.

Pragnę zaznaczyć, że po opisanej przeróbce radiotelefon nie spełnia norm określających legalność PMR. Używanie tak przerobionego radiotelefonu dopuszczalne jest jedynie w trybie odbioru (patrz punkt 1).