

MLAC01
Magnetic Loop Antenna Controller
ver. 01

Autor: Leszek Jędrzejewski (SP6FRE)
<http://lx-net.pl/hr/mlac/>

1 Wstęp

Projekt kontrolera jest naturalną kontynuacją tematu dotyczącego anteny magnetycznej w jakim brałem udział w wątku <http://www.sp-hm.pl/thread-645-page-2.html>. Wówczas zrobiłem antenę magnetyczną za pomocą rur miedzianych o średnicy 20mm (3/4") łączonych za pomocą typowych złączek hydraulicznych. W ten sposób powstała konstrukcja, którą można szybko zmontować lub zdemontować za pomocą klucza francuskiego.

Elementem strojącym był wtedy wykonany samodzielnie kondensator motylkowy <http://www.sp-hm.pl/thread-645-page-5.html> 16/70pF.

Podjąłem również próbę pewnej automatyzacji strojenia anteny za pomocą silnika krokowego oraz doraźnie przystosowanego sterownika z innego projektu. Całość wydawała się na tyle zachęcająca, że decyzja o kontynuacji prac była oczywista ale jak zwykle zabrakło czasu.

Obecnie nadszedł czas aby projekt anteny dociągnąć do jakiejś „kropki”, tym bardziej, że trafił w moje ręce profesjonalnie wykonany kondensator strojeniowy 10/180pF.

Praktyka pokazuje, że antena magnetyczna nie musi być „kłopotliwa” w użyciu, ale przeciwnie, znakomicie nadaje się na skuteczną antenę przenośną a nawet stosowana może być stacjonarnie w mieszkaniu w warunkach kiedy założenie innej anteny nie jest możliwe.

2 Założenia:

- Tani silnik krokowy jako element wykonawczy systemu strojenia anteny
- Kontaktron jako element pozycjonujący punkt odniesienia sterowania.
- Możliwość sterowania za pomocą kabla o 8, o 3 oraz o dwóch przewodach (wspólny kabel coax zasilający antenę w sygnał RF)
- Zasilanie z sieci 230V oraz akumulatora ($\geq 14.4V$)
- Pasywny pomiar dopasowania anteny za pomocą reflektometru SWR
- Wskaźnik położenia (rozwarcia) kondensatora strojeniowego
- Pamięć 9 położenia kondensatora strojeniowego
- Automatyczne dostrojenie anteny do aktualnej częstotliwości pracy

3 Koncepcja rozwiązania

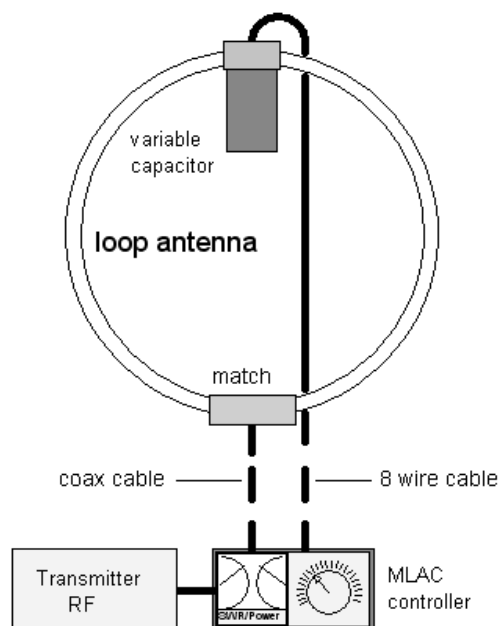
W zależności od wybranego modelu sterowania anteną; za pomocą kabla o 8 przewodów, za pomocą kabla o 3 przewodach lub za pomocą jednego kabla coax, obowiązuje odpowiedni system połączeń sterownika z anteną. Oczywiście, zawsze musi istnieć połączenie RF nadajnika z anteną za pomocą kabla coax ale w zależności od wybranego modelu sterowania niezbędny będzie dodatkowy sterownik antenowy lub nie.

Ze względu na odporność na silne pole elektromagnetyczne, jako czujnik położenia kondensatora strojącego zastosowany został zestaw hermetycznego kontaktronu oraz magnesu neodymowego 10/4/3mm.

3.1 Tryb 1 – pełny kabel sterujący 8(7) przewodów

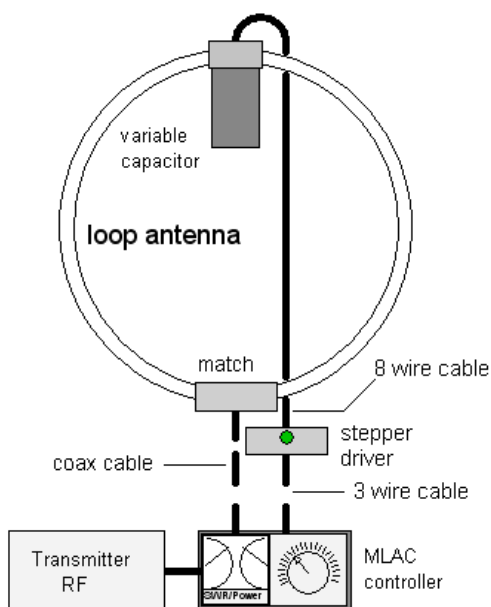
W tym trybie, obok kabla coax RF łączącego nadajnik z anteną, do strojenia anteny stosowany jest dodatkowy kabel o pojemności 7 przewodów. W handlu znajdują się jednak kable o znormalizowanej pojemności 8 przewodów w związku z tym umowna nazwa tego sposobu sterowania to kabel o 8 przewodach.

W takim trybie pracy, do sterowania anteną wystarczy tylko kabel o 8 przewodach bowiem jego pojemność jest wystarczająca do pełnej obsługi sterowania: 5 przewodów do zasilania unipolarnego silnika krokowego oraz 2 przewody do kontaktronowego czujnika położenia kondensatora zmiennego.



Zaletą takiego rozwiązania jest stosunkowo prosta konstrukcja bo należy wykonać jedynie podstawową jednostkę sterującą a poza tym sterowanie jest najbardziej jednoznaczne co pozwala na pełne wykorzystanie zaprogramowanych w sterowniku funkcji. Sterowanie kondensatorem zmiennym umożliwia tani, unipolarny silnik krokowy 28BYJ-48/12V (5.625 stopnia na krok) zawierający również przekładnię zębatą 1:64. Zaznaczony umownie na rysunku kontroler ma wydzieloną część pomiarową (SWR meter) oraz część sterującą zaznaczoną jako regulowane pokrętko. Sygnał RF z nadajnika „przechodzi” przez część pomiarową sterownika i zasila antenę a linie sterujące silnikiem oraz sygnał zwrotny od kontaktrona położenia kondensatora

przewodzone są oddzielnym kablem wieloprzewodowym o przekroju 0.2-0.5mm². Sterownik ma w torze RF gniazda UC a do połączenia z silnikiem krokowym używane jest gniazdo DB9/M. Taki zestaw złączy zastosowany został na etapie prototypu niemniej praktyka pokaże czy niezbędne będzie użycie innych złączy .



3.2 Tryb 2 – uproszczone sterowanie za pomocą kabla o 3 przewodach

W tym trybie oprócz sterującej jednostki centralnej niezbędny jest dodatkowy aktywny element wykonawczy znajdujący się bezpośrednio przy antenie. Poza torem RF, który działa w klasyczny sposób, sygnalizacja sterująca przekazywana jest do wzmacniacza wykonawczego (stepper driver) za pomocą kabla o trzech przewodach z czego poza połączeniem masy, jeden z przewodów prowadzi zasilanie a drugi jest przewodem sterującym. W ten sposób wieloprzewodowy kabel niezbędny do podłączenia silnika krokowego skrócony został do minimalnej odległości od kondensatora do wzmacniacza

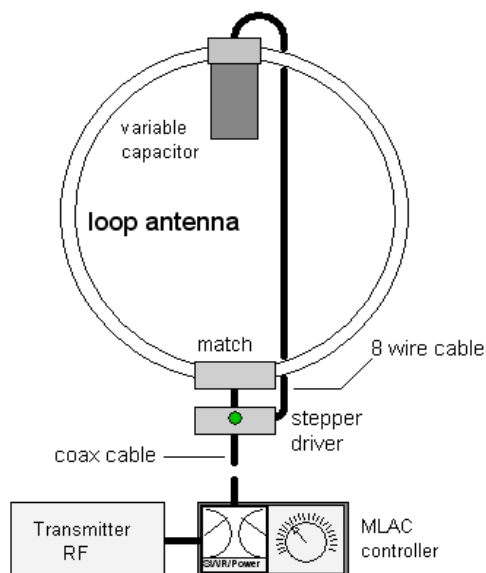
wykonawczego.

Ten tryb pomyślany został jako przejściowy do trybu z jednym kablem sterującym o dwóch przewodach (kabel coax) a jego działanie opiera się w obu przypadkach na podobnej zasadzie wykorzystania jednego przewodu do złożonej sygnalizacji za pomocą

sygnału modulowanego o częstotliwości ok. 5-6kHz. Sygnalizacja jest jednostronna, od modułu głównego do wzmacniacza wykonawczego a elementem zapewniającym sprzężenie zwrotne w systemie jest moduł pomiarowy SWR znajdujący się w jednostce głównej sterowania.

3.3 Tryb 3 – uproszczone sterowanie za pomocą kabla o 2 przewodach (coax)

Ten tryb jest domyślnym trybem uproszczonego sterowania bo do połączenia



systemu antenowego ze sterownikiem głównym wykorzystany jest wyłącznie kabel RF łączący nadajnik z anteną. Podobnie jak w trybie 2 i tu niezbędna jest obecność przy antenie dodatkowego wzmacniacza sygnału sterującego silnikiem krokowym anteny. Na odcinku od sterownika głównego do wzmacniacza w kablu coax działają sygnały zmienne o znacząco różnej częstotliwości pracy. Sygnał RF ma częstotliwość powyżej 7MHz a sygnał sterujący działa w zakresie 5-6kHz. Różnica trzech rzędów wielkości oraz selektywność odbiornika transceivera pozwalają na jednoczesne działanie obu sygnałów w jednym przewodzie kabla a separacja tych sygnałów odbywa się za pomocą prostych układów L i C.

Podobnie jak w trybie 2 informację zwrotną uzyskuje się tylko dzięki pomiarowi

współczynnika SWR ale jest to jednocześnie jedyny parametr na jakim nam zależy podczas pomiarów.

3.4 Logika zastosowanego systemu sterowania silnikiem oraz użytej sygnalizacji

W trybie pełnego kabla (8 przewodów) sterowanie silnikiem zachodzi bezpośrednio z jednostki centralnej sterownika i nie ma potrzeby dodatkowego kodowania sygnalizacji. Również informacja z kontaktrona o położeniu startowym kondensatora przekazywana jest wprost za pomocą kabli do jednostki głównej sterownika. W trybach z uproszczonym połączeniem kablowym (2 i 3), istnieje dodatkowa sygnalizacja za pomocą modulacji częstotliwościowej o wartości 5-6kHz pomiędzy jednostką centralną a dodatkowym wzmacniaczem przy antenie.

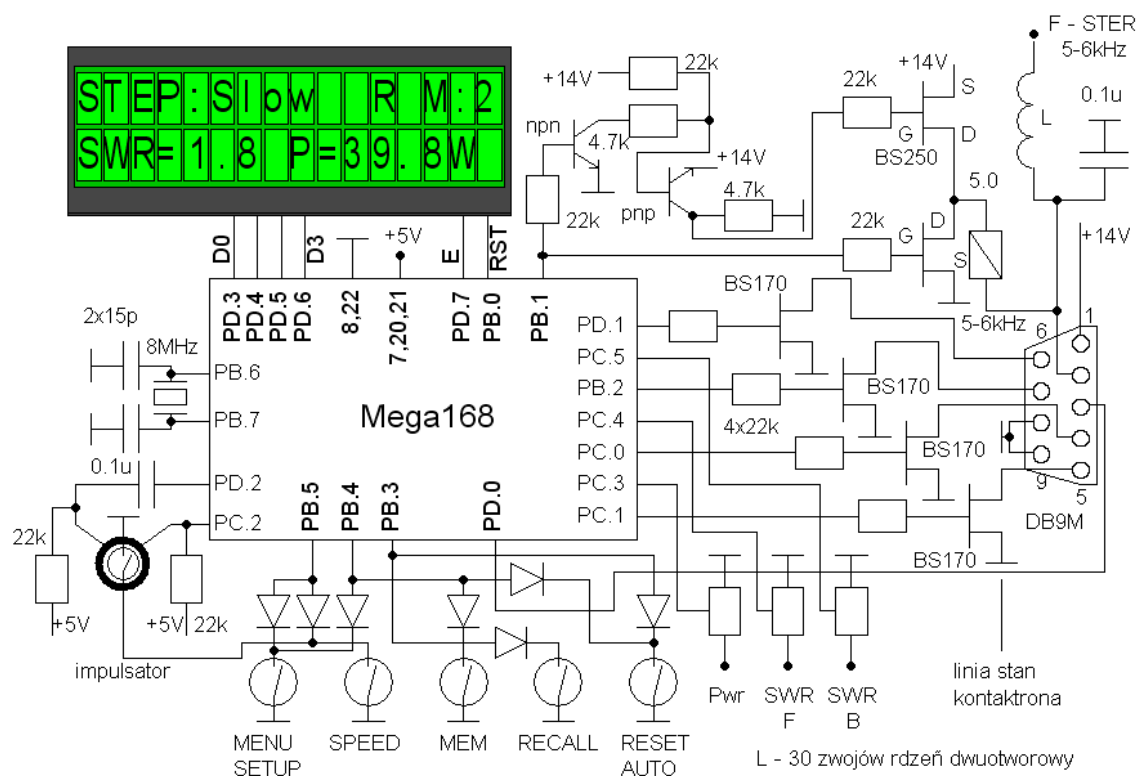
Podstawowa różnica między trybami 2 i 3 polega na tym, że w trybie 3 sygnalizacja sterująca jest wykorzystywana jednocześnie do zasilania wzmacniacza antenowego. Ponieważ sygnał sterujący ma względnie dużą częstotliwość to układy filtrujące po prostowniku mogą mieć względnie małe pojemności. Dzięki temu możliwe jest poprowadzenie zarówno sygnału RF jak i sygnału sterująco-zasilającego jednym przewodem środkowym kabla coax. Ze względu na duże różnice w częstotliwościach, separacja obu sygnałów jest dość łatwa i sprowadza się do zastosowania kondensatorów i indukcyjności o odpowiedniej wartości.

4 Projekt i realizacja praktyczna sterownika

Opis rozwiązania podzielony został na bloki funkcjonalne: główną jednostkę

sterującą, moduł pomiarowy SWR, który jest z nią związany i wzmacniacz antenowy. Dodatkowo opisany został zastosowany interfejs połączenia kablowego (8 i 3 przewody) a także pokazano budowę sprzęgła pomiędzy silnikiem krokowym a kondensatorem strojeniowym.

4.1 Schemat jednostki centralnej

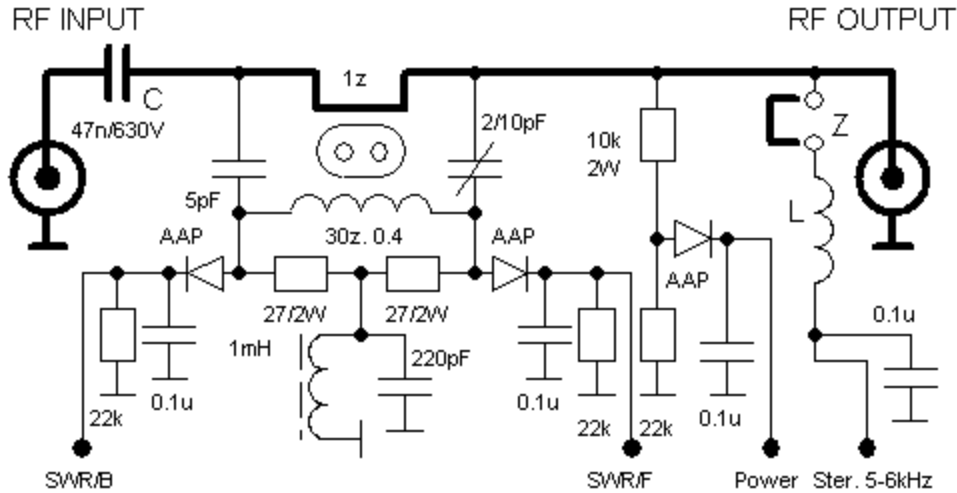


Działanie i stan sterownika obrazowany jest na wyświetlaczu LCD 2x16. Strojenie zapewnia impulsator z przełącznikiem osiowym. Impulsator zmienia w razie potrzeby parametry funkcji (np. numer pamięci) a przełącznik osiowy, równoległe z klawiszem SPEED zatwierdza dokonany wybór. Silnikiem krokowym steruje procesor za pomocą 4 tranzystorów BS170. Sygnał sterowania częstotliwościowego wystawia stopień przeciwsobny BS170/BS250. Ten sam sygnał wyprowadzony jest zarówno na gniazdo wyjściowe DB9F ale także, poprzez indukcyjność L, także na linię RF modułu pomiarowego podczas sterowania w trybie kabla o 2 przewodach (coax). Wejścia Pwr, SWR/F i SWR/B zasilane są z modułu pomiarowego SWR i zapewniają informację zwrotną podczas strojenia. W trybie sterowania za pomocą kabla o 8 przewodach, do gniazda DB9 doprowadzony jest również sygnał zwrotny od kontaktrona z osi silnika krokowego, który wskazuje na miejsce położenia referencyjnego układu strojenia.

4.2 Schemat modułu pomiarowego SWR

Moduł pomiarowy włączony jest w linię RF od nadajnika do anteny magnetycznej. Szeregowy kondensator C pozwala na prowadzenie środkowym kablem zarówno sygnału RF jak i sygnałów sterujących 5-6kHz. Układ pomiarowy to klasyczny miernik SWR zbudowany na sprzęgaczu z rdzeniem dwuotworowym. Strojenie miernika wymaga użycia mocy referencyjnej oraz obciążenia dopasowanego i polega na takiej regulacji trymerem

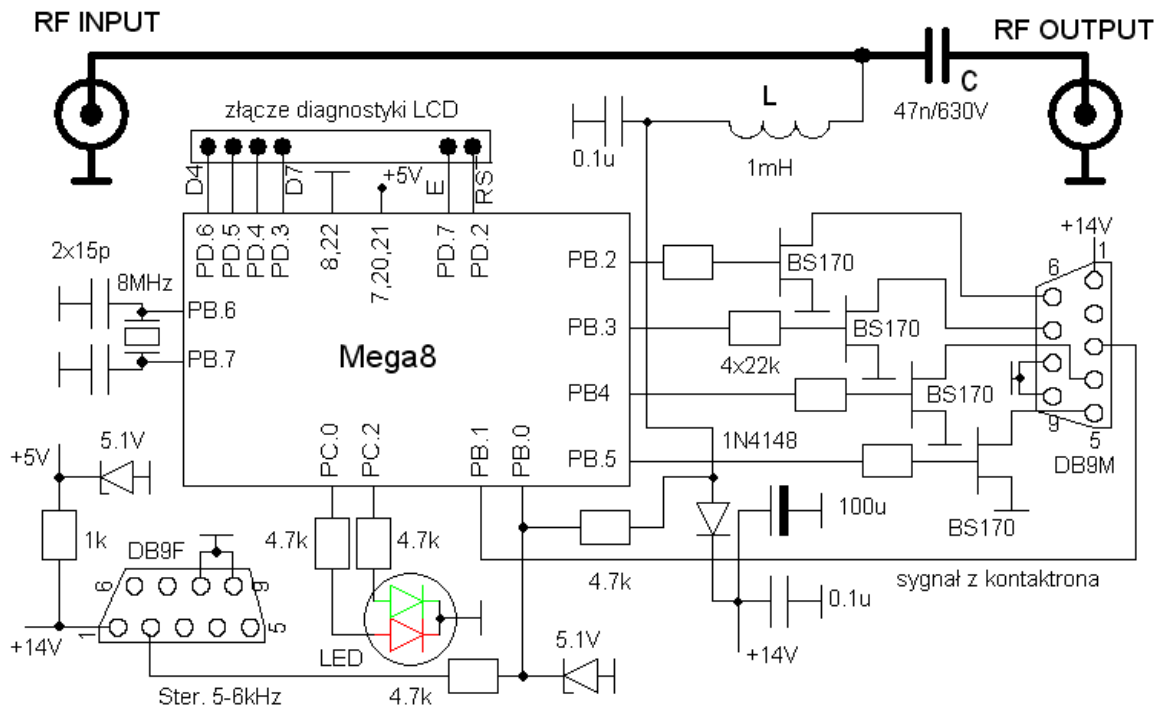
2/10pF aby uzyskać minimalną wartość SWR (powinna ona być bardzo bliska wartości 1.0). Moduł pomiarowy jest bezpośrednio połączony z jednostką centralną za pomocą sygnalizacji SWR/F, SWR/B oraz Pwr. W detektorach zastosowano diody germanowe AAP, przy czym w reflektometrze diody powinny być parowane.



Pomiar mocy odbywa się na zasadzie pomiaru napięcia szczytowego w torze RF i jest zbliżony do rzeczywistego podczas dopasowania dlatego należy ten pomiar traktować orientacyjnie.

Uwaga: zworę Z należy zakładać wyłącznie w trybie pracy z kablem dwuprzewodowym (coax) ze względu na możliwość przeciążenia wzmacniacza wyjściowego sygnalizacji 5-6kHz w module głównym. Separację sygnalizacji sterującej zapewniają kondensator C oraz indukcyjność L (około 1mH → 30 zwojów DNE0.4 na rdzeniu dwuotworowym).

4.3 Schemat wzmacniacza antenowego

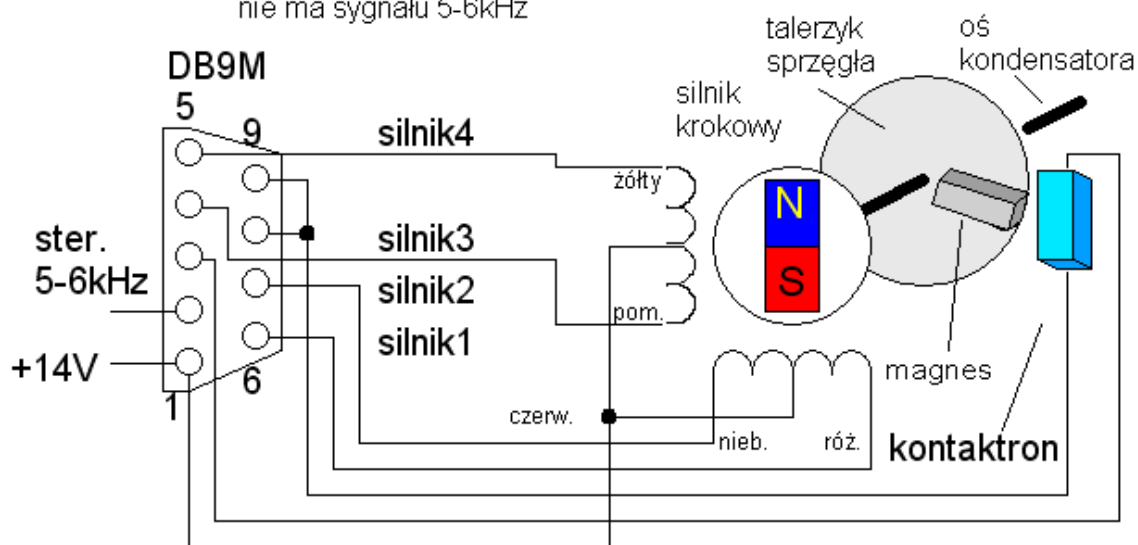


Wzmacniacz antenowy musi być stosowany w przypadku zastosowania trybu połączeń kablowych o dwóch lub trzech przewodach. Sterowanie do wzmacniacza przekazywane jest za pomocą sygnału o częstotliwości 5-6kHz za pomocą przewodu (tryb trzech przewodów) lub za pomocą środkowej żyły kabla coax (tryb dwóch przewodów). Wzmacniacz zawiera stopnie wyjściowe dla silnika krokowego na tranzystorach BS170, wejście sygnalizacji od kontaktrona, złącze wyświetlacza LCD 2x16 pomocne podczas programowania i diagnostyki a także wskaźnik stanu w postaci dwubarwnej diody LED. Wzmacniacz pracować może zarówno w trybie z 3 przewodami – wtedy działa złącze DB9F lub w trybie z 2 przewodami (coax). W trybie z 3 przewodami zarówno zasilanie jak i sygnalizacja prowadzone są z jednostki centralnej do gniazda wejściowego DB9F. W trybie dwóch przewodów gniazdo to jest zbędne bo sterownie prowadzone jest środkowym przewodem kabla coax RF a napięcie zasilania wzmacniacza uzyskiwane jest przez wyprostowanie tego samego sygnału sterującego za pomocą diody 1N4148 z filtrem z pojemnościami 0.1u i 100uF.

4.4 Złącze DB9F jednostki głównej i wzmacniacza antenowego

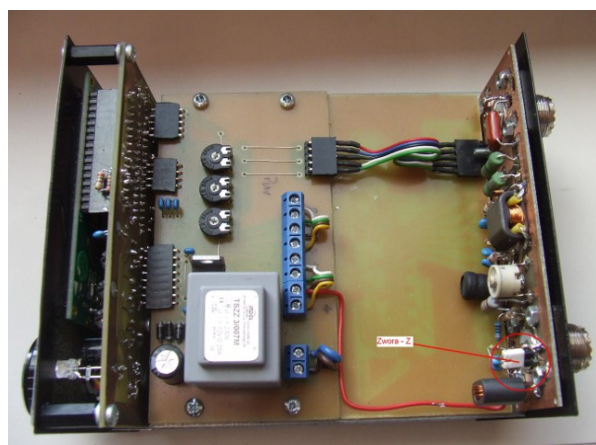
W zależności od wybranego sposobu sterowania silnik krokowy oraz kontaktron stanu kondensatora dołączone są do gniazda DB9 na zasadzie pokazanej na poniższym rysunku:

Uwaga: na gnieździe wzm. antenowego nie ma sygnału 5-6kHz



Na rysunku pokazano również do jakich pinów gniazda DB9 należy dołączyć konkretne (kolor) przewody silnika krokowego. W trybie pracy z 3 przewodami, na gnieździe DB9 wzmacniacza antenowego nie występuje sygnał sterowania 5-6kHz. Zastosowany silnik to popularny i tani silnik unipolarny 28BYJ-48/12V.

4.5 Praktyczna realizacja jednostki centralnej

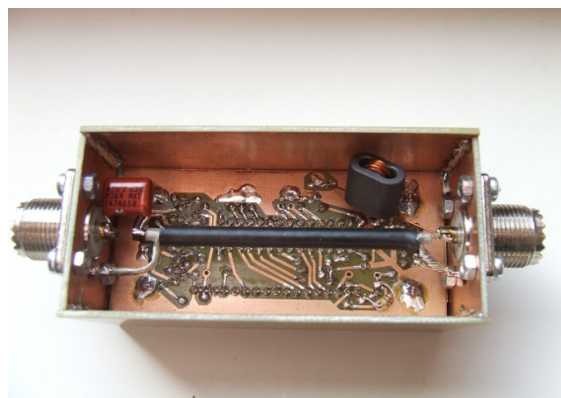
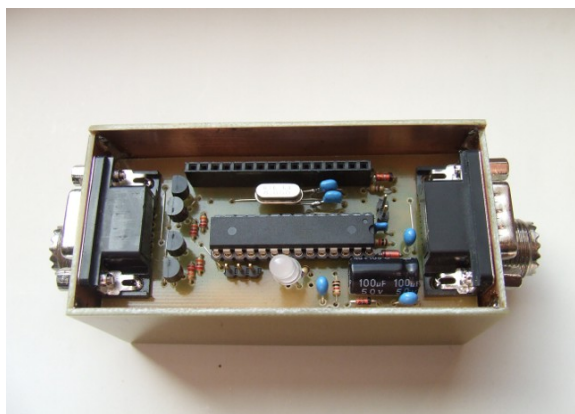


Centralna jednostka sterująca zamontowana została w posiadanej obudowie metalowej typu T23 o wymiarach 120/85/145mm. Wydaje się jednak, że można złożyć sterownik w mniejszej obudowie ponieważ główne elementy znajdują się na ścianie przedniej i tylnej urządzenia. Na rysunkach zaznaczono miejsce gdzie znajduje się zwora Z, której zdjęcie jest niezbędne podczas sterowania pełnym i 3 przewodowym kablem a założenie jest potrzebne dla pracy z kablem o 2 przewodach (coax).

4.6 Praktyczna realizacja wzmacniacza antenowego

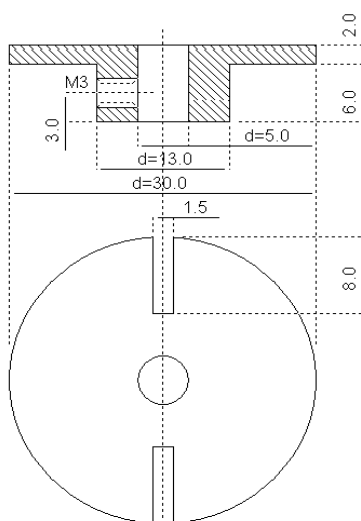
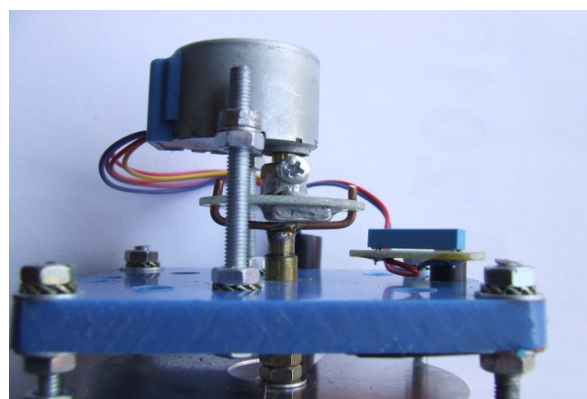
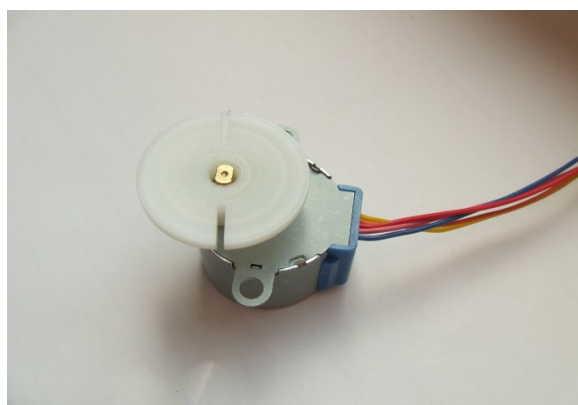


Wzmacniacz antenowy zbudowany został w obudowie z laminatu mieszczącej gniazda DB9 do połączenia z jednostką sterującą i anteną oraz gniazd RF - UC1. Wskaźnikiem poprawnego działania układu jest dwukolorowa dioda LED



Na zdjęciu z prawej strony widoczne jest, powyżej procesora, gniazdo diagnostyczne wyświetlacza LCD 2x16 a na zdjęciu po prawej stronie widać kondensator izolujący tor RF od toru sterującego 47nF/630V oraz z prawej strony indukcyjność separującą na rdzeniu dwuotworowym.

4.7 Silnik i sprzęgło silnik-kondensator



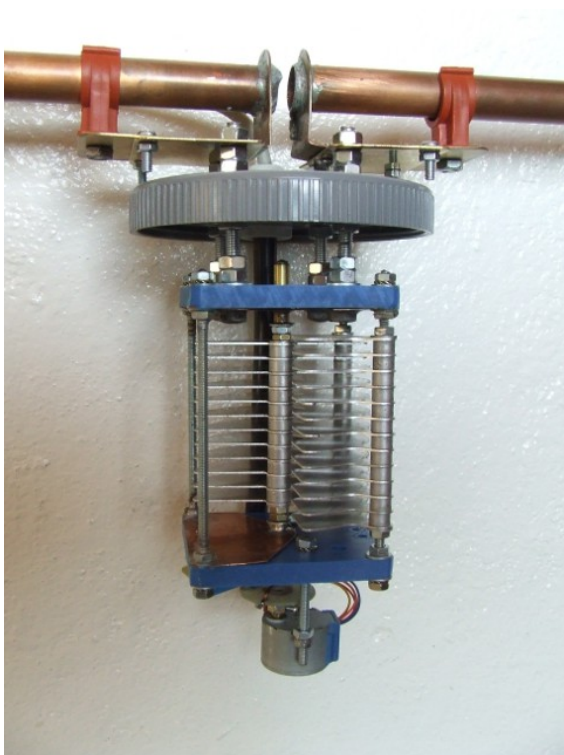
Talerzyk sprzęgła
mat: bakelit, tarmamid lub podobny
(izolacyjny)

W prototypie zastosowane zostało doraźnie wykonane sprzęgło z laminatu i mosiężnych nakrętek M6. Zalecane jest wykonanie sprzęgła według załączonego rysunku. Zasprzęglenie talerzyka sprzęgła następuje przez włożenie w wycięcia talerzyka drutu miedzianego $d=1.5\text{mm}$ wygiętego w literę C. Drut ten wlotowany jest na oś kondensatora zmiennego zapewniając zarówno izolację elektryczną jak i tolerancję na nieosiowość silnika i kondensatora. Z prawej strony górnego prawego zdjęcia widać niebieski kontaktron w obudowie hermetycznej a pod talerzykiem sprzęgła widać podklejony (poxipol 10 minut) magnes neodymowy. Pokazany silnik to popularny i tani silnik unipolarny 28BYJ-48/12V.

4.8 Antena użyta do testów



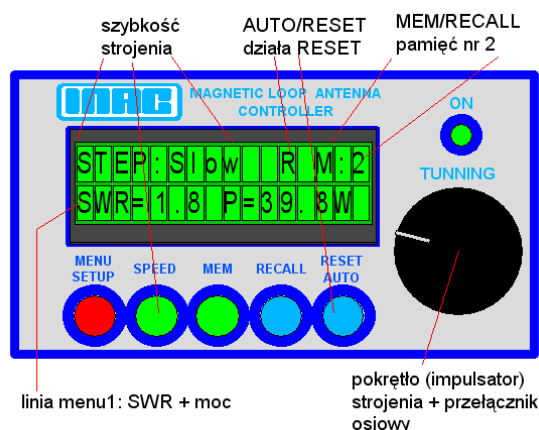
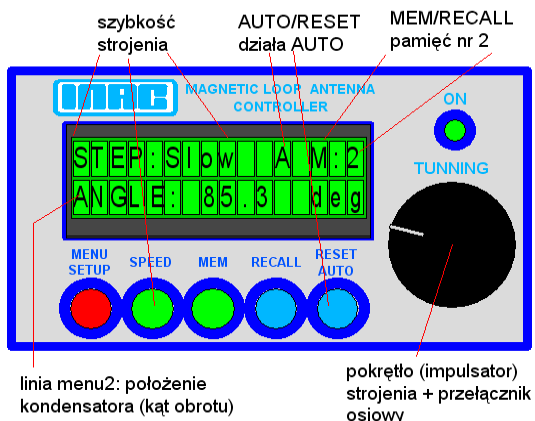
Pokazana na zdjęciach antena użytkowana była w mieszkaniu bez ekspozowania jej w wolnej przestrzeni! Z tego wynika, że antena ta z powodzeniem może być użyta kiedy zastosowanie innych anten nie jest możliwe a także podczas wszystkich działań w terenie.



Na zdjęciach pokazano zbliżenie użytego kondensatora zmiennego o pojemności prawie 200pF. Z prawej strony zespół strojeniowy anteny w hermetycznej obudowie.

5 Funkcjonalność sterownika

Jednostka główna sterownika ma 5 klawiszy funkcyjnych, których działanie może zależeć od stanu kontrolera. Komunikację z kontrolerem zapewnia wyświetlacz LCD 2x15 a dostrojenie do rezonansu oraz zmiany poszczególnych parametrów umożliwia pokrętko impulsatora.



5.1 Interface i funkcje klawiszy sterownika

Wyświetlacz może pracować w dwóch trybach przełączanych za pomocą klawisza MENU/SETUP:

- tryb 1- w drugiej linii wyświetlacza pokazane jest położenie kondensatora (kął obrotu)
- tryb 2 - w drugiej linii wyświetlacza pokazany jest wynik pomiaru SWR/mocy

Poszczególne klawisze mają następujące funkcje:

- MENU/SETUP – przełącza wyświetlacz podczas normalnej pracy pokazując w dolnej linii położenie (kął) kondensatora lub SWR/moc. Naciśnięcie i przytrzymanie tego klawisza podczas włączenia zasilania uruchamia procedurę SETUP.
- SPEED – klawisz połączony jest

elektrycznie z przełącznikiem osiowym impulsatora. Podczas normalnej pracy zmienia prędkość obrotu silnika, możliwe są prędkości Slow oraz Fast różniące się mniej więcej w proporcji 1:4. Aktualna prędkość pokazana jest w górnej linii wyświetlacza. W kontekstach zmiany ustawień lub parametrów klawisz służy do zatwierdzania wyboru. Klawisz połączony jest elektrycznie z przełącznikiem osiowym impulsatora.

- MEM – wywołuje funkcję zapamiętania położenia kondensatora w komórce M:x (x od 1 do 9) widocznej w górnym wierszu z prawej strony. Numer pamięci można zmienić za pomocą impulsatora a zatwierdzenie wyboru odbywa się za pomocą klawisza SPEED lub wyłącznika na osi impulsatora.
- RECALL – przywołuje z pamięci M:x (x od 1 do 9) zapamiętane ustawienie. Numer pamięci można zmienić za pomocą impulsatora a zatwierdzenie funkcji odbywa się za pomocą klawisza SPEED lub wyłącznika na osi impulsatora.
- RESET/AUTO – klawisz działa w zależności od tego jaka litera znajduje się w górnej linii wyświetlacza (rodzaj użytego menu). Jeśli aktywna jest litera R to klawisz wywołuje funkcję RESET ustawiającą kondensator w położeniu referencyjnym. Jeśli aktywna jest litera A to wywołana jest funkcja strojenia automatycznego – wtedy w torze RF powinien istnieć sygnał CW lub AM.

5.2 Funkcja Slow/Fast

Klawisz opisany jako Slow/Fast jest elektrycznie połączony z przełącznikiem osiowym pokrętła strojenowego dlatego wszystkie działania związane z tym klawiszem mogą być realizowane przez wciśnięcie pokrętła i odwrotnie. Podstawową funkcją tego klawisza jest zmiana prędkości strojenia np. dla szybszego ustalenia rezonansu anteny „na słuch” za pomocą odbiornika. Funkcja dodatkowa tego klawisza wynika z kontekstu w jakim znajduje się kontroler i z reguły służy do zatwierdzania dokonanego wyboru (np. podczas procedur SAVE I RECALL a także w czasie działania SETUP).

5.3 Procedura SETUP

Procedura powinna być wykonana przed rozpoczęciem eksploatacji urządzenia po ustaleniu wartości zmiennych sterujących. Do tej procedury wchodzi się podczas załączenia napięcia zasilania kiedy jednocześnie naciśnięty jest klawisz MENU/SETUP. Zmianę parametru uzyskuje się za pomocą pokrętła impulsatora a zatwierdzenie wartości za pomocą klawisza SPEED lub przełącznika na osi impulsatora. Jeśli wartość któregoś z parametrów nie musi być zmieniona to wystarczy zatwierdzić ją klawiszem SPEED. Nastawom podlegają następujące parametry:



Tryb pracy sterownika: dostępne wartości to „Full – 8 wire”, „3 wire cable” i „1 wire cable”



Backlash – to luz mechaniczny dotyczący przekładni silnika i sprzęgła objawiający się podczas zmiany kierunku ruchu. W praktyce ma wartość w zakresie 25-40 kroków silnika.



En delay, inaczej engine delay to wyrażona w ms przerwa pomiędzy krokami silnika. Im

większa wartość tym wolniej działa strojenie. Zalecana wartość to 2-5.



SWRmax to dopuszczalna wartość minimalnego SWR podczas strojenia automatycznego.



PWR ref to wyrażona w watach wartość mocy referencyjnej RF jaka będzie podstawą do pomiaru mocy podczas dalszej pracy. Wartość tą należy ustawić znając moc doprowadzoną do obciążenia dopasowanego a ustawienie tego parametru wymaga działania nadajnika z mocą ciągłą emisją CW lub AM.

5.4 Procedura RESET – ustalenie położenia odniesienia kondensatora strojeniowego

Klawisz Reset/Auto ma podwójną funkcję zależną od wybranego interfejsu za pomocą klawisza Menu/Setup. Aktywność funkcji RESET symbolizuje litera „R” z prawej strony górnej linii wyświetlacza, Litera „A” oznacza, że klawisz wywoła procedurę strojenia automatycznego AUTO. Użycie tej procedury powoduje obrót kondensatora do miejsca zadziałania kontaktrona pod wpływem magnesu znajdującego się na sprzeczce silnika. Pozwala to na jednoznaczne ustalenie położenia osi kondensatora w przypadku utraty synchronizacji i jest zalecane w trakcie zapamiętywania optymalnych położenia dla konkretnego pasma.

5.5 Procedura SAVE – zapamiętanie wybranego położenia w pamięci M:1-M:9

Znalezione za pomocą procedury AUTO lub przez strojenie ręczne miejsce o najmniejszym SWR może być zapamiętane pod jedną z 9 pozycji przez naciśnięcie klawisza MEM oraz wybór numeru pamięci (M:1-9 z prawej strony górnej linii wyświetlacza LCD) za pomocą pokrętła strojenia (numery pamięci zmieniają się cyklicznie: M:1->M:2.. M:8->M:9->M:1->M:2... lub M:1->M:9->M:8.. ..M:2->M:1->M:9->M:8->... w zależności od kierunku strojenia). Zapamiętanie położenia pod wybranym numerem pamięci M:x daje naciśnięcie przełącznika osiowego pokrętła strojenia lub użycie klawisza Slow/Fast

5.6 Procedura RECALL – przywołanie położenia z pamięci M:1-M:9

Zapamiętane położenia kondensatora strojeniowego mogą być przywołane z pamięci

za pomocą klawisza REST oraz wybór odpowiedniego numeru pamięci za pomocą pokrętła strojeniowego podobnie jak to się dzieje w procedurze SAVE. Zatwierdzenie wyboru odbywa się przez użycie przełącznika osiowego pokrętła lub użycie klawisza Slow/Fast. Procedura RECALL wywołuje początkowo procedurę RESET dla jednoznacznego ustalenia położenia kondensatora a następnie ustawia go w wywołanej z pamięci pozycji.

5.7 Procedura AUTO – dostrojenie automatyczne

Procedurę tą należy wykonywać z włączonym sygnałem nadawania, w trybie CW, w trybie AM bez modulacji lub w trybie SSB z modulacją za pomocą generatora tonu o niezmiennym w trakcie strojenia poziomie. Emisja sygnału powinna trwać do zakończenia procedury strojenia co jest sygnalizowane kolejno komunikatami: „Resetting”, „Searching”, „Setting” i może trwać do kilkunastu sekund. Strojenie automatyczne ustawia kondensator w pozycji najmniejszego SWR w całym zakresie strojenia anteny. Brak mocy w torze RF podczas procedury AUTO sygnalizowany jest stosownym komunikatem.

Klawisz Reset/Auto ma podwójną funkcję zależną od wybranego interfejsu za pomocą klawisza Menu/Setup. Aktywność funkcji RESET symbolizuje litera „R” z prawej strony górnej linii wyświetlacza, Litera „A” oznacza, że klawisz wywoła procedurę strojenia automatycznego AUTO. Wywołanie tej procedury powoduje, że wywołana jest początkowo funkcja RESET dla jednoznacznego ustalenia położenia po czym system szuka położenia z najmniejszym SWR w całym zakresie strojenia a w końcowej fazie ustawia kondensator właśnie dla znalezionej minimum SWR.

6 Uwagi praktyczne i plany rozwoju projektu

- Użyty silnik połączony jest z kondensatorem za pomocą izolacyjnego sprzęgła wykonanego z tarnamidu. Sprzęgło pozwala na odsunięcie od siebie elementów z dużą różnicą potencjałów (silnik i rotor kondensatora) oraz pozwala na tolerancję połączeń wzajemnych łączonych elementów. Jednocześnie, procedura SETUP przewiduje uwzględnianie w ruchu kondensatora luzów występujących zarówno w przekładni silnika jak i w sprzęgle. Praktyka pokazuje, że średnia wartość tych luzów wynosi ok. 30-35 kroków silnika i jest uwzględniana przy zmianie kierunku ruchu silnika podczas strojenia ręcznego. Strojenie automatyczne oraz przywołanie położenia z pamięci za pomocą procedury RECALL odbywa się zawsze z początkowym wykonaniem procedury RESET i prowadzone jest zawsze w jednym kierunku co pozwala na eliminację większości błędów dotyczących luzów mechaniki. Podczas strojenia ręcznego, szczególnie w celu zapamiętania położenia optymalnego w miejscu pracy, zaleca się wstępne wykonanie procedury RESET oraz ustalanie optymalnego położenia przez dojście zawsze w kierunku wzrostu kąta położenia kondensatora.
- Wszystkie testy urządzenia odbywały się z pomocą transceivera TS140S z mocą nie przekraczającą 50W. W takich warunkach zastosowane sposoby ekranowania urządzeń okazały się wystarczające a promieniowanie RF nie wpływało na prace kontrolera. Jednocześnie udawało się z tą mocą i anteną nawiązać łączności od pasma 7MHz do 21MHz z raportami od 559 do 599 (pomimo tego, że dla pasma 7MHz antena jest za mała i jej skuteczność jest niewielka). Niemniej, promieniowanie jakie generuje w rezonansie antena jest na tyle duże, że powodowało zawieszanie się klawiatury komputera PC stojącego w odległości ok. 2m od anteny (PC działał bez zakłóceń) a stojący ok. 5m od anteny telefon bezprzewodowy Panasoni wzbudzał się na niektórych częstotliwościach pracy fałszywym sygnałem dzwonienia.

- Oprogramowanie zmodyfikowane będzie pod kątem możliwości użycia kondensatorów strojeniowych o skończonym zakresie obrotowym definiowanym w procedurze SETUP.
- Używając asterownika w różnych trybach należy kategorycznie rozłączać zworę Z w module pomiarowym kiedy stosowanym trybem będzie tryb pełnego kabla. W takim wypadku zwykle dochodzi do zwarcia sygnału sterowania na elemencie dopasowującym anteny magnetycznej (mostek gamma lub pętla sprzęgająca). Wada ta będzie poprawiona w kolejnej wersji sterownika.

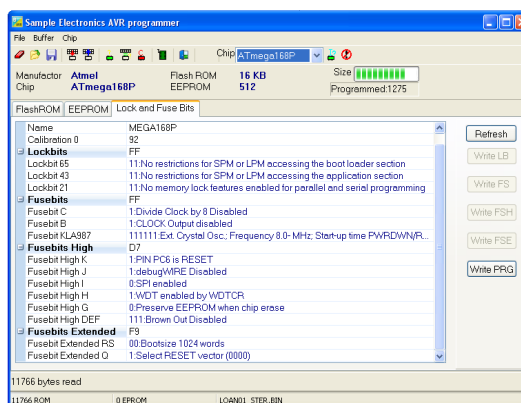
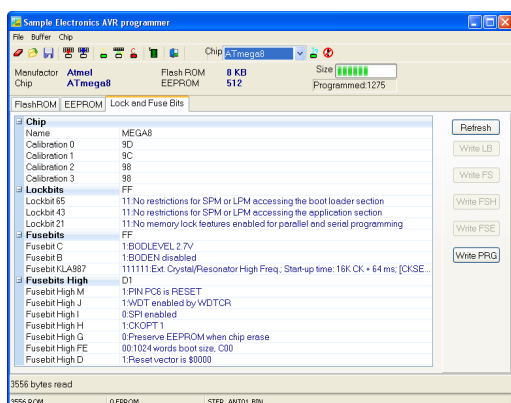
7 Tabela częstotliwości sterujących

Lp.	Częstotliwość [Hz]	Compare1A	Capture	Funkcja	Stan diod LED
1	4900	816	1634	Save M:9	Impuls czerwony 300ms
2	4950	808	1618	Save M:8	Impuls czerwony 300ms
3	5000	800	1602	Save M:7	Impuls czerwony 300ms
4	5050	792	1586	Save M:6	Impuls czerwony 300ms
5	5100	784	1570	Save M:5	Impuls czerwony 300ms
6	5150	777	1558	Save M:4	Impuls czerwony 300ms
7	5200	769	1540	Save M:3	Impuls czerwony 300ms
8	5250	762	1528	Save M:2	Impuls czerwony 300ms
9	5300	755	1512	Save M:1	Impuls czerwony 300ms
10	5350	748	1498		
11	5400	741	1483	Reset	Pulsowanie d. czerwonej
12	5450	734	1470	Krok w kierunku (-)	Impuls czerwony 6x50ms
13	5500	727	1456	Sygnal neutralny	Żółty ciągły
14	5550	721	1444	Krok w kierunku (+)	impuls zielony
15	5600	714	1430	Optimum strojenia	impuls zielony 6x50ms
16	5650	708	1417		
17	5700	702	1406	Recall M:1	Pulsowanie d. czerwonej
18	5750	696	1394	Recall M:2	Pulsowanie d. czerwonej
19	5800	690	1383	Recall M:3	Pulsowanie d. czerwonej
20	5850	684	1370	Recall M:4	Pulsowanie d. czerwonej
21	5900	678	1359	Recall M:5	Pulsowanie d. czerwonej
22	5950	672	1346	Recall M:6	Pulsowanie d. czerwonej
23	6000	667	1336	Recall M:7	Pulsowanie d. czerwonej
24	6050	661	1324	Recall M:8	Pulsowanie d. czerwonej
25	6100	656	1314	Recall M:9	Pulsowanie d. czerwonej

8 Dodatki, linki

- 8.1 Niniejsza dokumentacja może być osiągnięta zdalnie pod adresem:
<http://lx-net.pl/hr/inac/manual1.pdf>
- 8.2 Wszystkie zamieszczone w dokumentacji zdjęcia i rysunki a także grafika, która nie „zmieściła się w dokumentacji” znajduje się pod adresem <http://lx-net.pl/hr/inac/foto>
- 8.3 Oprogramowanie procesorów jednostki centralnej i wzmacniacza antenowego (pliki .hex) znaleźć można pod adresem <http://lx-net.pl/hr/inac/soft>

8.4 Ustawienia bitów fuse znajdujące się pod adresem <http://lx-net.pl/hr/inac/soft>



8.5 Rysunki druku oraz atrapy modułu głównego i wzmacniacza antenowego znajdują się w plikach: http://lx-net.pl/hr/inac/druk_negatyw.pdf i <http://lx-net.pl/hr/inac/atrapa.pdf>