

PC01

Uniwersalny kontroler odbiornika/nadajnika/transceivera ver. 01

Autor: Leszek Jędrzejewski (SP6FRE)

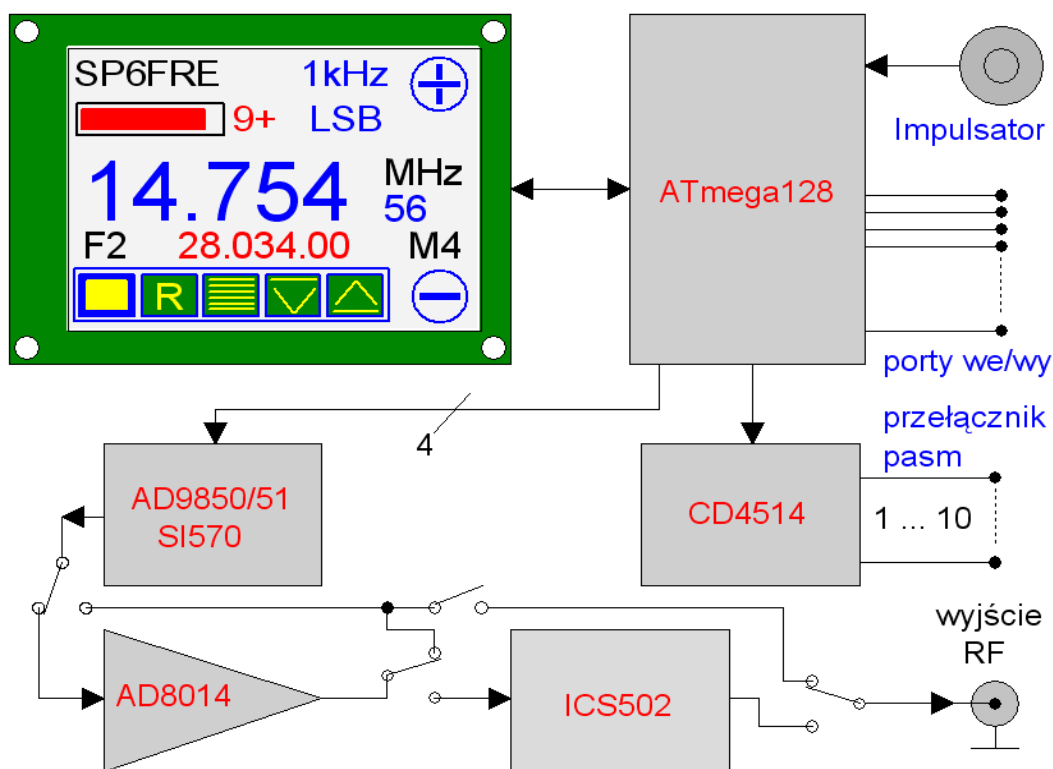
<http://lx-net.pl/hr/pc01/>

Wstęp

PC01 to zespolony sterownik urządzeń radiowych (odbiornik, nadajnik, transceiver), wykorzystujący do sterowania niemal wyłącznie ekran dotykowy kolorowego wyświetlacza 4.3”, pozwalający na wykorzystanie różnych, dostępnych sygnałów heterodyny oraz oferujący pełny zestaw sygnałów sterujących dla pozostałych elementów układu radiowego.

Koncepcja rozwiązania

Podstawą układu jest procesor **AT Mega 128** umieszczony na płytce przejściowej ze złączami szpilkowymi. Płytką główną jest wspornikiem dla **wyświetlacza ILI9325** (kolorowy wyświetlacz 320/240 4.3” z ekranem dotykowym) oraz dla impulsatora i dwóch potencjometrów (w założeniu do regulacji wzmocnienia w.cz. i m.cz.). Układ zastosowany z dodatkową płytką połączeniową może stanowić wygodny zestaw uruchomieniowy niemal każdego typu urządzenia. Układ zaprojektowany został do współpracy z typową obudową metalową o wymiarze płyty czołowej **65/140mm**. Obudowa ta dostępna jest w trzech wymiarach głębokości co pozwala na budowę urządzeń o różnym stopniu skomplikowania. Schemat blokowy urządzenia zawiera najważniejsze jego elementy:



- procesor AT MEGA 128
- kolorowy ekran dotykowy (ILI9325)
- impulsator
- moduł generatora heterodyny
- wzmacniacz sygnału heterodyny (AD8014)
- powielacz sygnału heterodyny (ICS502)

- sterownik obwodów filtrów pasmowych (CD4514 – otwarty kolektor)
- magistralę linii sterujących

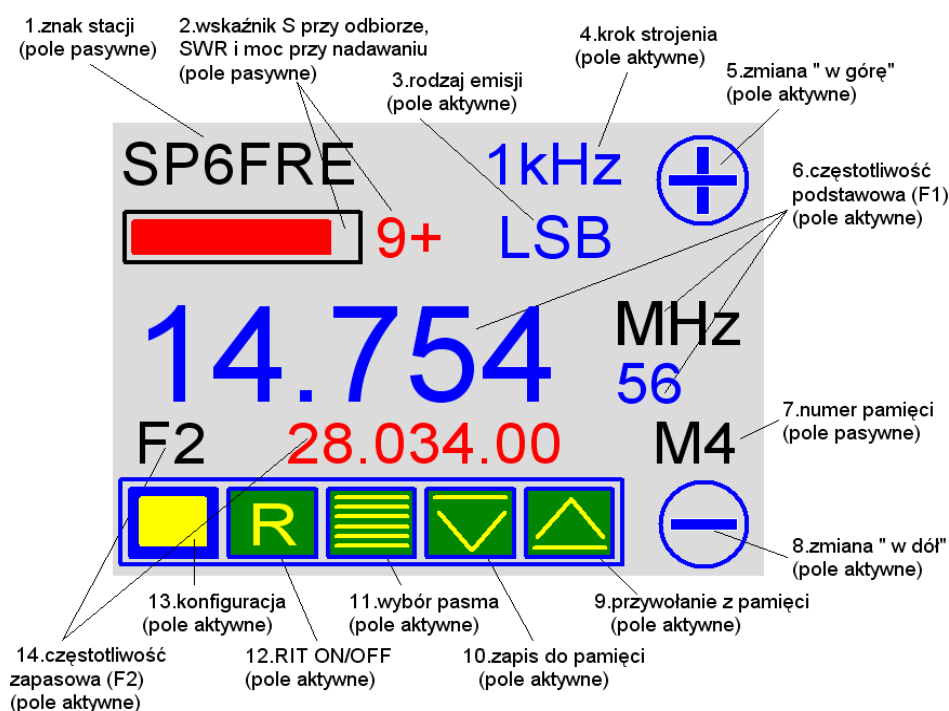
Sygnal z generatora, sterowanego poprzez procesor AT Mega 128, może być skierowany za pomocą zwor **bezpośrednio na wyjście**, może zostać **dotychczasowo wzmocniony** w układzie AD8014 (z regulacją wzmocnienia) albo **może być powielony** za pomocą układu ICS502 (stopień powielenia ustala się za pomocą zwor).

Ekran dotykowy zawiera pola aktywne i pasywne (informacyjne). Dotknięcie pola aktywnego wywołuje konkretną funkcję co sygnalizuje zmiana koloru napisu lub ikony tego pola.

Charakterystyka układu:

- Łatwy montaż (poza procesorem najmniejsze elementy to smd 1206)
- Sterowanie niemal wyłącznie za pomocą ekranu dotykowego
- Możliwość użycia jako generatora sygnału modułu AD9850/51 lub SI570
- Architektura otwarta na inne typy generatorów (dostępne 4 linie sterujące)
- Definicja własnego znaku na ekranie wyświetlacza
- Strojenie z krokiem od 10Hz do 1MHz za pomocą impulsatora lub ekranu dotykowego
- Sygnalizacja binarna rodzaju emisji, stanu O/N, sterowanie do 10 pasm pracy
- Wbudowany klucz elektronowy
- Pomiar SWR i mocy na wyjściu z możliwością definiowania punktu odniesienia.
- Pomiar siły odbieranego sygnału z kalibracją dla każdej wartości S1-9 oraz S+ i S++
- Pamięć do 9 częstotliwości pracy
- Rozbudowana konfiguracja wewnętrzna układu

Podstawowy ekran sterownika



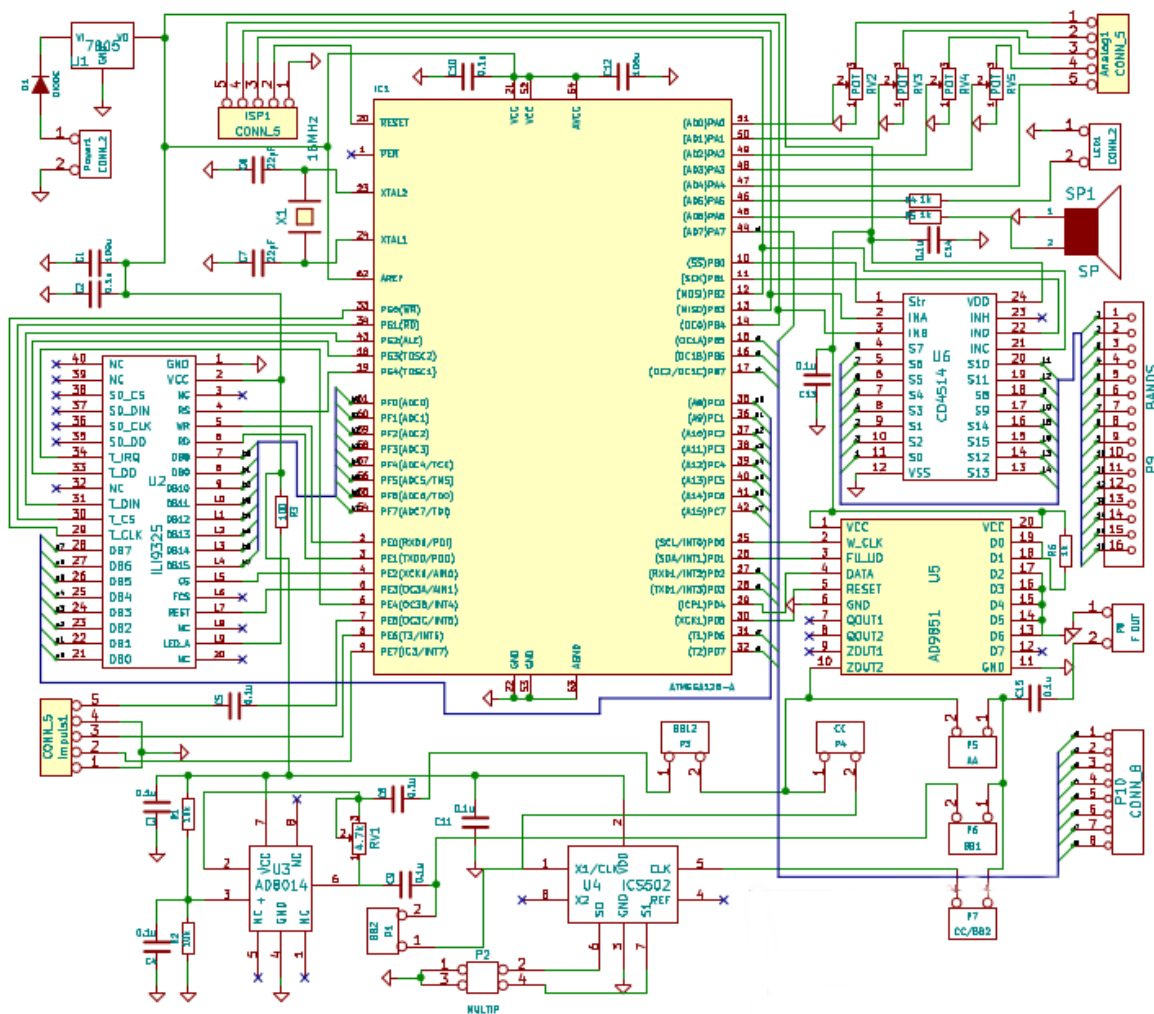
Znaczenie opisanych na rysunku pól jest następujące:

1. Pole **znaku stacji**, jest to pole pasywne (informacyjne) a wartość tego pola ustawiana jest w procedurze konfiguracyjnej (setup).
2. Pole **wskaźnikowe** zawierające **przy odbiorze wskaźnik siły sygnału** o zmiennej barwie i długości (od szarej przez zieloną do czerwonej) wraz z wartością S w zakresie S1-S9 oraz S+ (+10dB) i S++ (ponad +20dB). Podczas **nadawania** pole wskazuje **prędkość pracy klucza elektronowego, moc wyjściową oraz SWR**.
3. Pole **rodzaju emisji**. (CW, CWe, USB, LSB, OPT). Pole to jest polem aktywnym a zmianę rodzaju emisji uzyskuje się przez użycie pól znaku plus i minus lub przez użycie impulsatora.
4. **Krok strojenia** stanowi aktywne pole służące zmianie kroku przestrajania od **10Hz przez 100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz do 1MHz**. Zmianę kroku uzyskuje się przez użycie pól znaku plus i minus lub przez użycie impulsatora
5. Aktywne pole znaku „**plus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **większych wartości**.
6. Pole **częstotliwości podstawowej (F1)** pozwala na powrót do trybu sterowania częstotliwością (do przestrajania) za pomocą pól znaku plus i minus lub przez użycie impulsatora.
7. Pole wskazujące **numer pamięci** związany z operacjami zapamiętania i przywołania z pamięci wcześniej zapisanej częstotliwości. System posiada **9 pamięci** a numer pamięci dla operacji zapisu lub odczytu podlega zmianie za pomocą pól znaku plus i minus lub przez użycie impulsatora.
8. Aktywne pole znaku „**minus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **mniejszych wartości**.
9. Pole **przywołania częstotliwości z pamięci**. Wybranie tego pola wskazywane jest przez zmianę tła tego pola na czerwone co pozwala na zmianę numeru komórki pamięci (od 1 do 9) za pomocą klawiszy plus i minus lub impulsatora. Wraz ze zmianą numeru pamięci zmienia się także wartość pola częstotliwości zapasowej. Ponowne dotknięcie tego pola powoduje wyjście z trybu przywołania częstotliwości z pamięci oraz zmianę tła na zielone. Aktywacja częstotliwości przywołanej z pamięci wymaga dotknięcia pola 14 co spowoduje zamianę miejscami częstotliwości podstawowej (F1) i zapasowej (F2).
10. Pole **zapamiętania częstotliwości do pamięci** o numerze opisany w polu 7. Wybranie tego pola wskazywane jest zmianą tła tego pola na czerwone co pozwala na zmianę numeru komórki pamięci (od 1 do 9) za pomocą klawiszy plus i minus lub impulsatora. Zapamiętanie częstotliwości do komórki o aktualnie wybranym numerze odbywa się w momencie ponownego wybrania pola 10. Tło pola zmienia się na zielone a wybrana pamięć zachowuje wartość częstotliwości podstawowej (F1).
11. Pole **wyboru pasma** w trybie aktywnym zmienia tło na czerwone. Zmiana pasma dokonywana jest za pomocą pól znaku plus i minus lub impulsatora. Zmiana dotyczy jedynie tych pasm, które zostały w procedurze setup określone jako aktywne a ustawiana częstotliwość to wartość początkowa dla wybranego pasma.
12. Aktywne **pole RIT** pozwala na odstrojenie od częstotliwości nadawania podczas odbioru. Wybranie tego pola powoduje zmianę tła tego pola na czerwone. Odstrojenie odbywa się z aktualnie ustawionym krokiem (pole 4) za pomocą pól znaku plus i minus lub impulsatora. Rezygnacja z trybu RIT odbywa się przez

ponowne użycie tego pola co spowoduje zmianę tła tego pola na zielone oraz zrównanie częstotliwości odbioru z częstotliwością podstawową nadawania (F1).

13. Pole procedury **setup** pozwala na konfigurację wewnętrzną urządzenia. Obsługa tej funkcji została opisana w dalszej części dokumentacji.
14. Pole **częstotliwości zapasowej F2** jest polem aktywnym i pozwala na zmianę miejscami częstotliwości F1 i F2 co umożliwi między innymi przywołanie z pamięci zapamiętanej wcześniej częstotliwości.

Schemat kontrolera



Schemat kontrolera w detalach można znaleźć pod adresem:

http://lx-net.pl/hr/pc01/pc01_01.pdf a rysunek montażowy pokazany został pod adresem:

http://lx-net.pl/hr/pc01/pc01_01_druk.pdf

Konfiguracja urządzenia

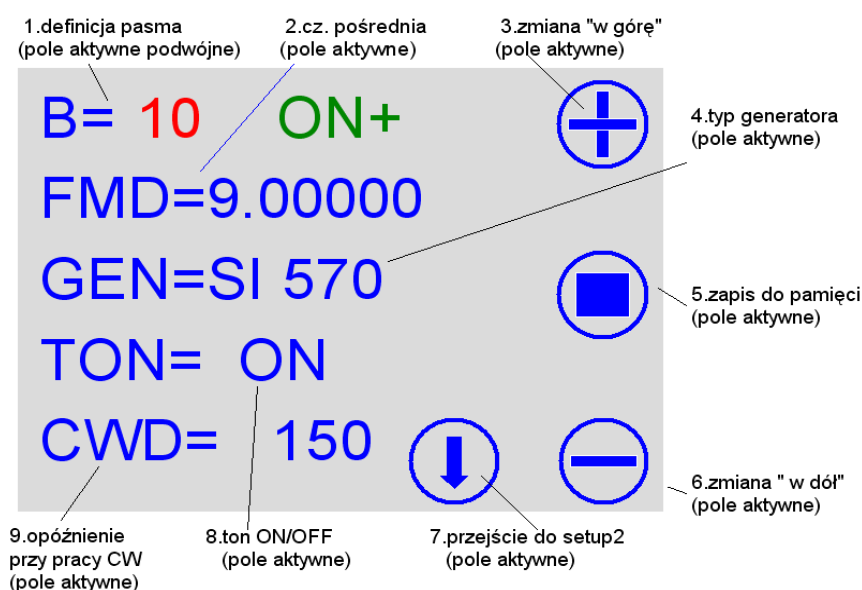
Układ po zaprogramowaniu **wymaga przeprowadzenia wstępnej, jednorazowej procedury konfiguracji** dopasowującej stan sterownika do zastosowanego generatora heterodyny oraz ustawienia preferowanych paramterów sterowania. W tym celu należy

początkowo zapewnić zapisanie parametrów **wartościami domyślnymi** co odbywa się przez **włączenie zasilania kiedy naciśnięty jest przełącznik osiowy impulsatora**. Ta procedura sygnalizowana jest stosownym komunikatem na ekranie a domyślne wartości jakie zapisane zostają w konfiguracji sterownika są następujące:

- generator :**AD9850**
- prędkość początkowa telegrafii:**12 grup na minutę**
- częstotliwość pośrednia: **0 MHz**
- **włączony ton** podczas operowania na ekranie dotykowym
- opóźnienie N/O przy pracy CW: **300ms**
- mnożnik częstotliwości: **x1**
- znak stacji: **SP0ANY**
- moc odpowiadająca napięciu z detektora 1V: **1W**
- napięcie odpowiadające sile sygnału: **S1-100mV, S2-200mV S9++ -1100mV**
- aktywne wszystkie pasma: **1.8, 3.5, 7.0, 10.1, 14.0, 18.068, 21.0, 24.0, 50.0 MHz**
- Adres układu SI570: **170**
- Częstotliwość wzorca układu SI170: **114.285MHz**

Wszystkie wymienione parametry mogą być **zmienione** w procedurze konfiguracyjnej opisanej w dalszej części dokumentacji. Procedura ta składa się z **trzech ekranów** z możliwością konfiguracji do 5 parametrów na każdym z nich. Zasada konfiguracji **polega na wyborze linii opisującej dany parametr** (co sygnalizowane jest **zmianą koloru** wybranej linii na czerwony) oraz zmianą parametru za pomocą **pól plus i minus lub impulsatora**. Dla parametrów złożonych (np. siła sygnału S) linia podzielona jest na pole numeru parametru (np. S1, S2, itd.) oraz pole przypisanej parametrowi wartości. Po wyborze takiego parametru do zmiany **należy oddzielnie** wybierać **numer parametru** oraz jego **wartość**. Na każdym z ekranów można **zakończyć** konfigurację przez wybór ikony wyjścia z procedury setup lub można przejść do kolejnego ekranu konfiguracyjnego.

Setup ekran 1



Znaczenie opisanych na rysunku pól jest następujące:

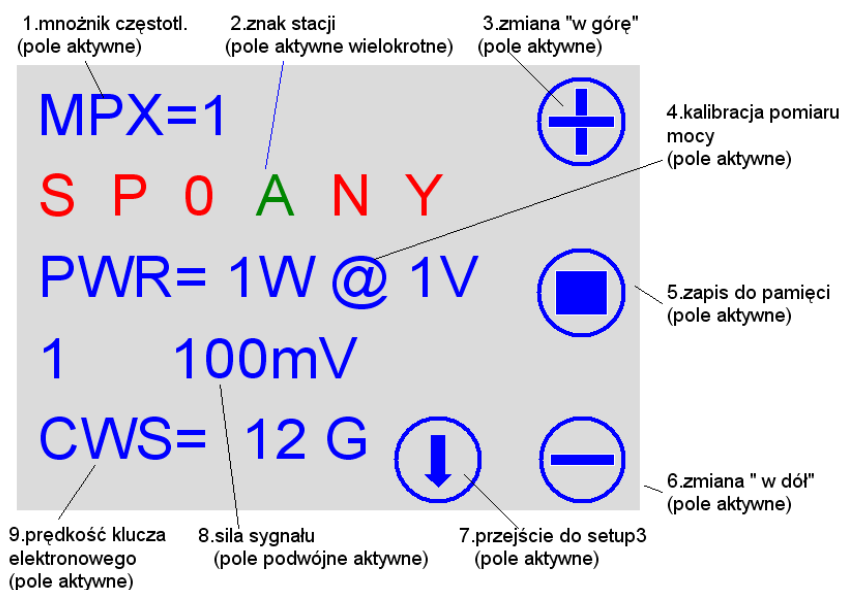
1. Pole aktywne, podwójne **definicji pasma**. Kolorem zielonym oznakowana jest część podlegająca zmianie za pomocą pól wyboru plus i minus lub za pomocą impulsatora. Część pierwsza pola to **nazwa pasma**, część druga to zachowanie **heterodyny** względem częstotliwości **pośredniej**:

OFF	- pasmo nieczynne
ON+	- pasmo czynne, heterodyna sumowana z pośrednią
ON- +	- pasmo czynne, heterodyna odejmowana od pośredniej
ON - -	- pasmo czynne, pośrednia odejmowana od heterodyny

Oznakowanie pasma jako nieczynnego skutkuje brakiem dostępu do niego podczas wyboru pasma (pole 11 ekran podstawowy). Operacja odejmowania „ON - -” oznacza **odwrócenie wstęgi** podczas tworzenia sygnału w mieszaczu.

2. Pole aktywne, **częstotliwość pośrednia** ustawiana za pomocą pól wyboru plus i minus lub impulsatora z dokładnością do 10Hz z krokiem ustalonym na ekranie podstawowym (pole 4).
3. Aktywne pole znaku „**plus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **większych wartości**.
4. Pole aktywne wyboru typu generatora. W chwili obecnej dostępne wartości to **AD9850, AD9851 oraz SI570**.
5. **Zapis do pamięci** ustawień z zakresu **Setup1** oraz wyjście z procedury konfiguracji.
6. Aktywne pole znaku „**minus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **mniejszych wartości**.
7. Pole wyboru **kolejnego ekranu** konfiguracyjnego Setup 2.
8. Włączenie lub wyłączenie **tonu** podczas pracy z ekranem dotykowym.
9. Ustawienie **opóźnienia** (w ms) podczas pracy **CW** i przejścia z nadawania na odbiór

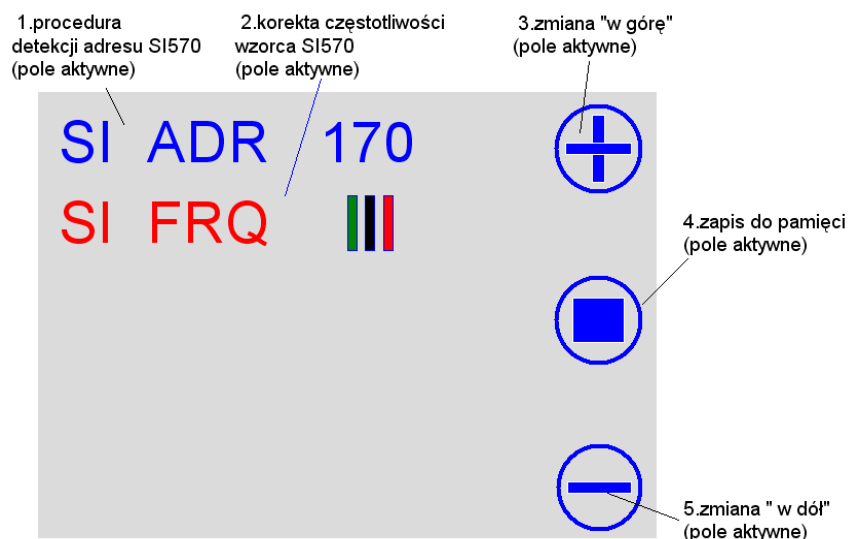
Setup ekran 2



Znaczenie opisanych na rysunku pól jest następujące:

1. Pole aktywne, **mnożnik częstotliwości**
2. Pole wielokrotne, aktywne, **definicja znaku stacji**. Aktualnie korygowana litera znaku ma kolor zielony.
3. Aktywne pole znaku „**plus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **większych wartości**.
4. Aktywne pole definicji **punktu odniesienia pomiaru mocy**. Przyjęto **kwadratową charakterystykę** zależności mocy od mierzonego napięcia oraz bazowe napięcie odniesienia 1V. W tym przykładzie, ustalono, że na wejściu pomiarowym napięcie 1V odpowiada mocy na wyjściu urządzenia 1W. Zakres pomiarowy kontrolera to 5V co dla tego przykładu oznacza, że maksymalna mierzona moc będzie wynosić $(5/1)^2=25$ W.
5. **Zapis do pamięci** ustawień z zakresu **Setup1 oraz Setup2** i wyjście z procedury konfiguracji.
6. Aktywne pole znaku „**minus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **mniejszych wartości**.
7. Pole wyboru **kolejnego ekranu** konfiguracyjnego Setup 3
8. Pole podwójne aktywne **definiujące siłę sygnału od S1 do S9++**. Lewa strona pola to siła sygnału w zakresie od 1 do 9++ a prawa strona pola to odpowiadająca tej sile wartość napięcia w **mV** na wejściu pomiarowym. Oba pola można zmieniać podobnie jak inne używając pól znaków „plus” i „minus” lub impulsatora. Prawidłowa konfiguracja wymaga aby poszczególne napięcia spełniały zależność: $U(S1) < U(S2) < \dots < U(S9+) < U(9++) < 5V$.
9. Aktywne pole definiujące **domyślną prędkość kłucza elektronowego** po włączeniu urządzenia. Prędkość regulować można, w trybie nadawania za pomocą kłucza elektronowego, w zakresie **od 6 do 25 grup** (PARIS) na minutę używając pól znaków „plus” i „minus” lub impulsatora.

Setup ekran 3



Znaczenie opisanych na rysunku pól jest następujące:

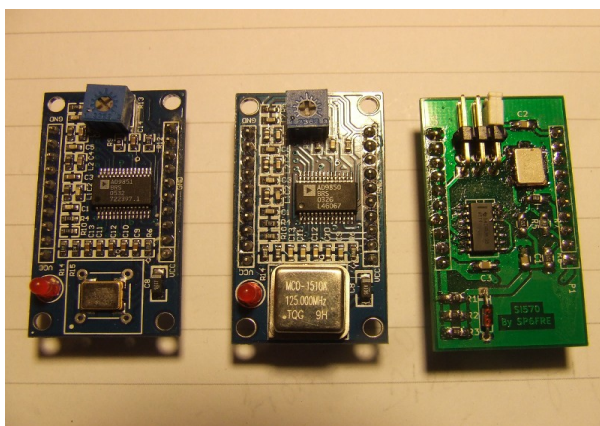
1. Pole aktywne modułu **detekcji adresu układu SI570**. Wybranie tego pola uruchamia procedurę połączenia z układem SI570 i sprawdzenie pod jakim adresem daje się z tym układem połączyć. Procedura sygnalizuje postęp detekcji za pomocą czerwonego paska postępu, który po detekcji adresu zmienia kolor na zielony. W wyniku pozytywnej detekcji

adresu system zapisuje tą wartość do pamięci i używa jej później na stałe do połączenia i sterowania układem SI570 o ile wybrano ten typ generatora.

2. Aktywne pole **korekty częstotliwości** wewnętrznego **wzorca generatora SI570**. Domyślnie wynosi ona **114.850MHz** i może być zmieniona za pomocą pól znaków „plus” i „minus” lub impulsatora z krokiem zdefiniowanym na podstawowym ekranie kontrolera (pole 4). Podczas tej procedury, generator SI570 ustawiany jest na częstotliwość 10MHz a korekta wzorca SI570 polega właśnie na tym aby tak go zmienić na plus lub minus aby sygnał wyjściowy był możliwie dokładnie równy 10MHz. Korektę należy wykonywać po wstępnym nagraniu układu Si570 (ok. 3-5 minut po włączeniu zasilania) stosując zewnętrzny miernik częstotliwości lub kalibrowany odbiornik..
3. Aktywne pole znaku „**plus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **większych wartości**.
4. Pole **zapisu do pamięci** ustawień z zakresu **Setup1, Setup 2 oraz Setup 3** i wyjście z procedury konfiguracji.
5. Aktywne pole znaku „**minus**” służy do zmiany regulowanego parametru w kierunku **mniejszych wartości**.

Generator sygnału heterodyny

Do chwili obecnej sterownik może współpracować z **gotowymi modułami** generatorów typu **AD9850 oraz AD9851** a także z generatorem na układzie **SI570** wykonanym na **dedykowanej płytce** o identycznych rozmiarach jak płytki AD9850/51. Istnieje możliwość włączenia do systemu innych generatorów pod warunkiem zachowania wymiarów fizycznych płytki drukowanej generatora oraz sygnalizacji styku (20 pinów w dwóch rzędach). Do dyspozycji są 4 sygnały sterujące z procesora oraz zasilanie +5V.



Na zdjęciu, kolejno od lewej: generatory AD9851, Ad9850 oraz SI570 na dedykowanej płytce drukowanej. Schemat generatora na układzie SI570 oraz projekt płytki drukowanej można znaleźć pod adresami:

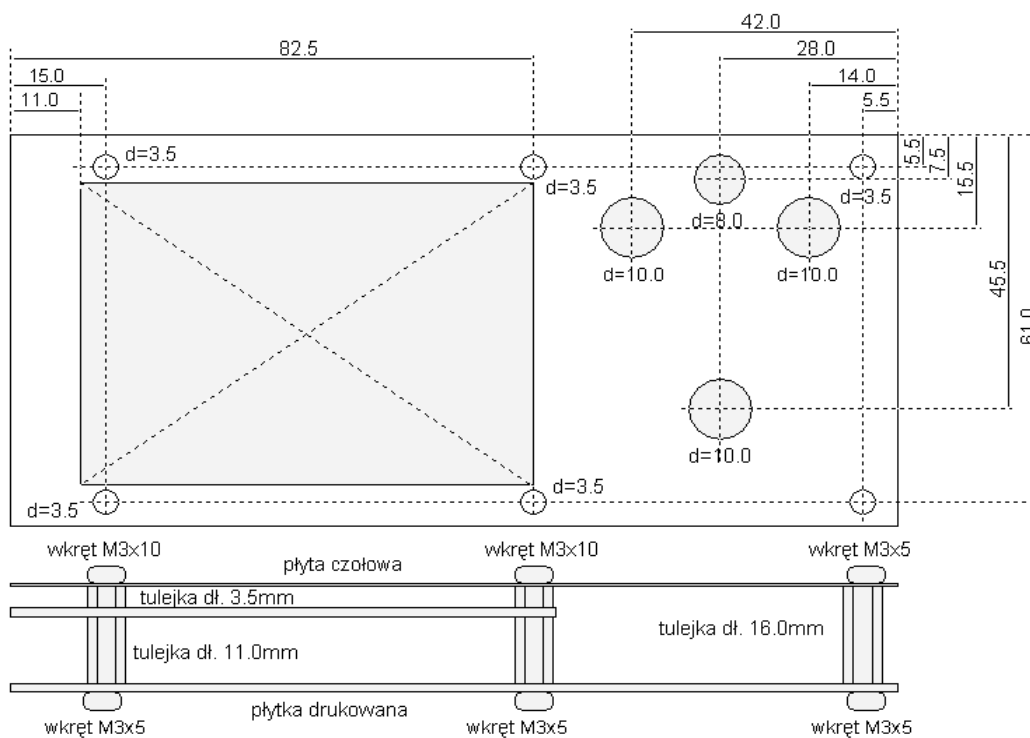
http://lx-net.pl/hr/pc01/si570_01.png

http://lx-net.pl/hr/pc01/si570_02.png

Na płytce generatora SI570 zastosowany został dodatkowy podział sygnału przez 2 lub przez 4 za pomocą dzielnika 74AC74 a wybór podziału (x1, x1/2, x1/4) dokonywany jest zworą na płytce generatora.

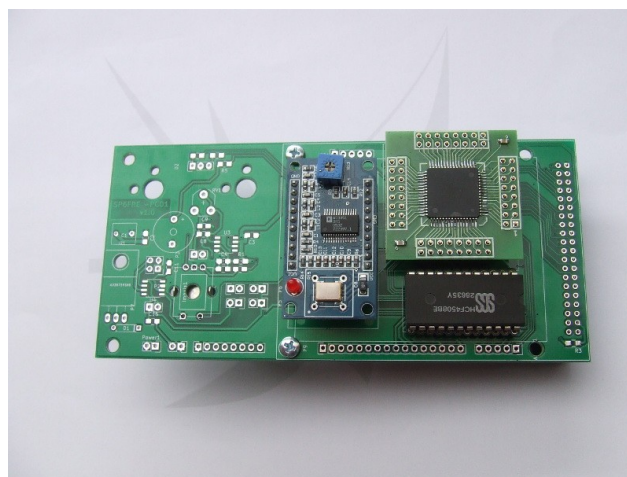
Konstrukcja mechaniczna sterownika

Sterownik zmontowany został na bazie płyty czołowej typowej obudowy metalowej 65/140mm produkowanej w trzech wersjach głębokości. Poniższy rysunek pokazuje jak dopasować płytę czołową obudowy do sterownika.



tulejka dł. 3.5mm przelotowe - 4 szt.
tulejka dł. 11.0mm gwint M3 - 4 szt.
tulejka dł. 16.0mm gwint M3 - 2 szt.

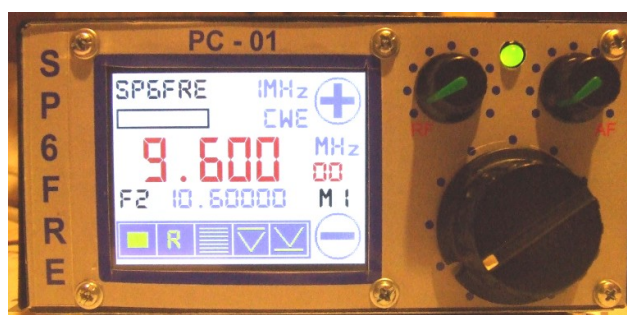
wkręt M3x5 - 8 szt.
wkręt M3x10 - 4 szt.



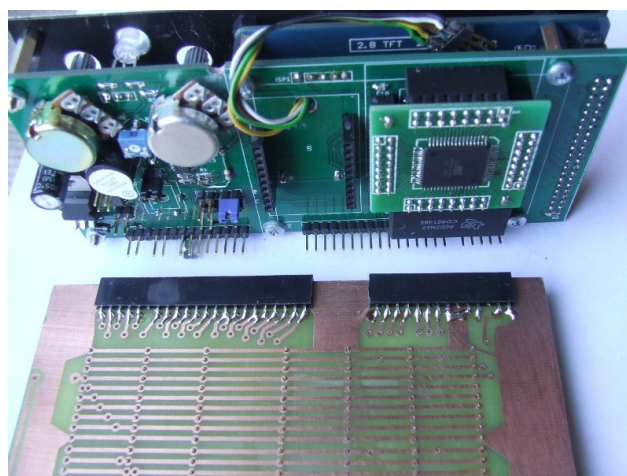
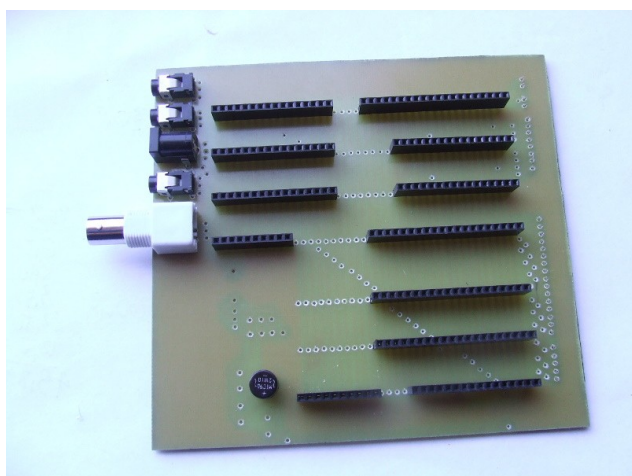
Sterownik zbudowany jest metodą „na kanapkę”. Z jednej strony płyty głównej znajduje się wyświetlacz, impulsator, osie potencjometrów, dioda LED, a z drugiej strony elementy dyskretnie i gniazda na procesor, generator heterodyny i dekodery sterownika pasm.

Praktyczna realizacja sterownika

Sterownik został umieszczony w obudowie 65/140/165mm po adaptacji płyty czołowej zgodnie z pokazanym wyżej rysunkiem.

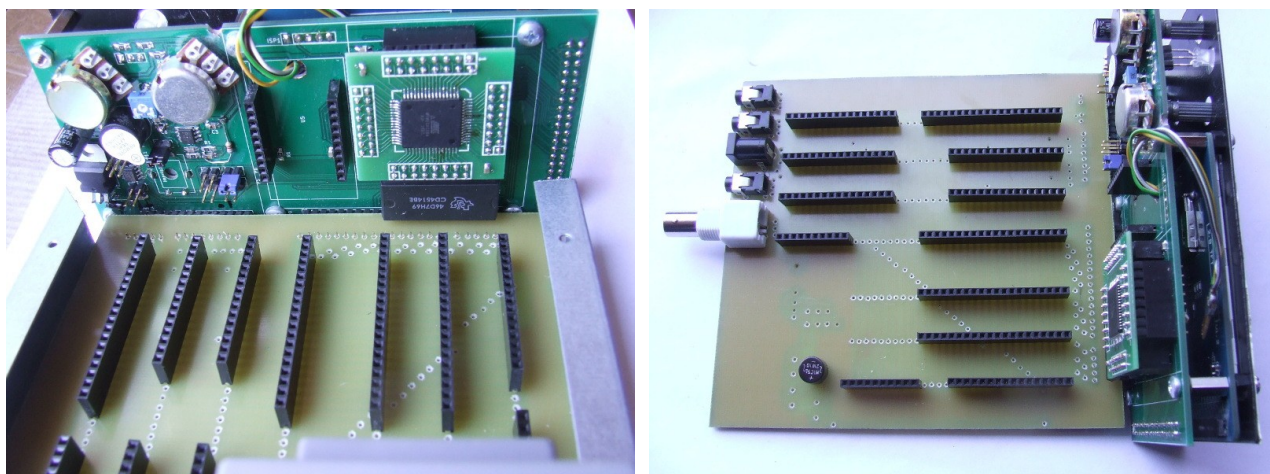


Na płytę przednią naklejona została prosta atrapa maskująca.

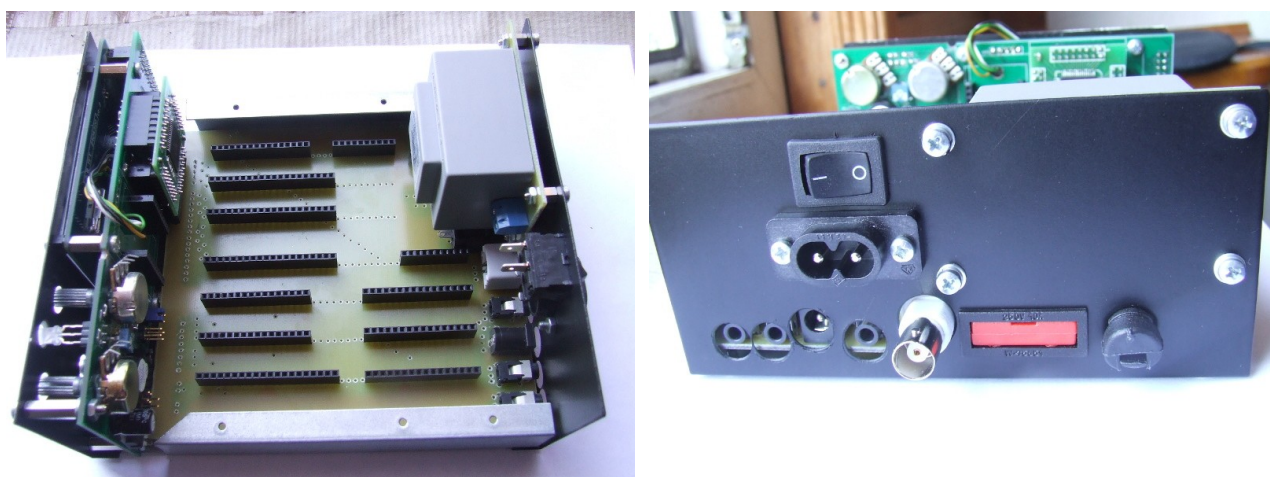


Do rozprowadzenia sygnalizacji wewnątrz urządzenia zastosowana została płyta przejściowa ze złączem pinowym dołączanym do sterownika PC01. Na płycie przejściowej zamontowane zostały gniazda pinowe pozwalające na dołączenie modułów odbiornika/nadajnika z szybkim rozprowadzeniem pełnej sygnalizacji od układu PC01.

Z tyłu płyty znajdują się gniazda przyłączeniowe: gniazdo BNC, 3 gniazda mini jack (klucz lub klucz elektronowy, mikrofon, głośnik) oraz gniazdo zasilania.



Płyta przejściowa wypełnia dno obudowy a wysokość pinów łączących pozwala na zamontowanie tej płyty na wysokości ok. 5mm ponad podstawą obudowy.

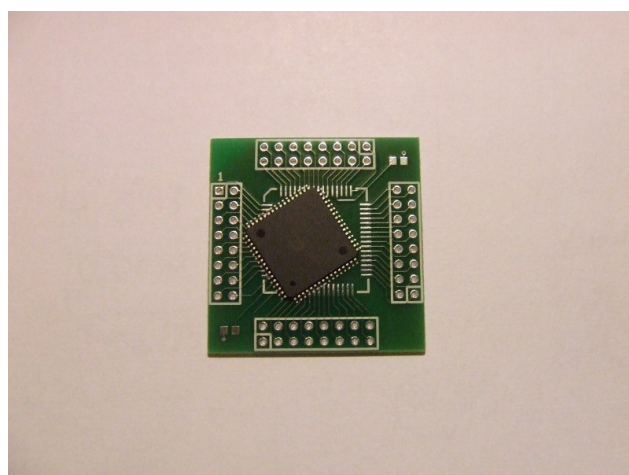
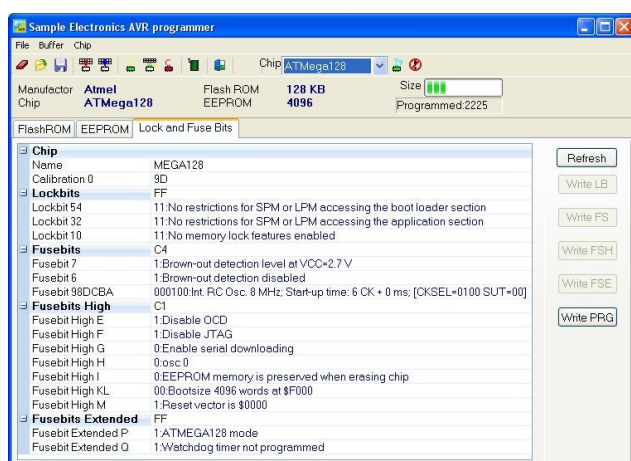


Na tylnej ścianie obudowy zamontowany został mały transformator (15W) pozwalający na ewentualne zasilanie stopnia o niewielkiej mocy (1-2W). Na zdjęciu widać otwory w tylnej ścianie obudowy zapewniające dostęp do gniazd we/wy budowanego urządzenia.

Programowanie układu AT Mega 128

Na stronie domowej projektu znajduje się link do bieżącej, udostępnionej wersji oprogramowania: http://lx-net.pl/hr/pc01/pc01_01.hex

Układ należy programować zachowując podane w poniższej tabeli ustawienia bitów Fuse. Dodatkowo, należy pamiętać, że dla tego układu „nie obowiązuje” w pełni sygnalizacja ISP podana w dokumentacji i służąca do programowania układu. W szczególności sygnalizacja MOSI i MISO wyprowadzona jest na innych portach niż w dokumentacji. MOSI to port PE0 (pin 2) a MISO to port PE1 (pin 3). Sygnalizacja Reset oraz SCK znajduje się w miejscach opisanych w dookumentacji.



Prawe zdjęcie pokazuje procesor AT Mega 128 na tle płytki przejściowej jakiej użyłem w projekcie. Lutowanie tego procesora do płytki przejściowej to najtrudniejsza z prac montażowych koniecznych do wykonania a zastosowanie płytki przejściowej ułatwia tą procedurę i pozwala na zachowanie płytki podstawowej przy ewentualnym uszkodzeniu procesora.

Źródła, linki

- Strona z niniejszą dokumentacją

http://lx-net.pl/hr/pc01/pc01_doc.pdf

- Strona sp-hm gdzie znajduje się większość informacji na temat PC01:

<http://www.sp-hm.pl/thread-2999.html>

- Strona domowa z rysunkami, zdjęciami i innymi informacjami:

<http://lx-net.pl/hr/pc01/>

- Strona z dokumentacją układu AT MEGA 128:

<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega128>

- Strona z dokumentacją układu SI570:

<https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/si570.pdf>

- Strona z dokumentacją układu CD4514:

<http://www.ti.com/general/docs/lit/getliterature.tsp?genericPartNumber=cd4514b&fileType=pdf>

- Dokumentacja generatora AD9851

www.analog.com/en/products/rf-microwave/direct-digital-synthesis/ad9851.html

- Dokumentacja generatora AD9850

www.analog.com/en/products/rf-microwave/direct-digital-synthesis/ad9850.html