

# Pięciokanałowy uniwersalny syntezer częstotliwości

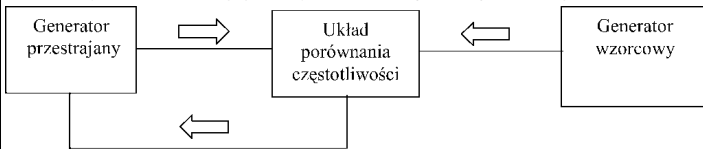
## Nowy Elektronik 133-1-K moduł generatora PLL

Układ jest pięciokanałowym syntezerem częstotliwości sterowanym mikroprocesorem 89C52. Po zastosowaniu go w posiadanym lub budowanym transceiverze nasz komfort pracy ulegnie znacznemu podwyższeniu, a i znajomi krótkofalowcy na pewno pozazdroszą nam nowego nabytku

Sercem każdego odbiornika, jak również nadajnika radiowego jest generator zwany VFO. Od parametrów tego generatora zależy jakość całego urządzenia. Im generator jest stabilniejszy i ma czystsze widmo, tym urządzenie jest lepsze. Każdy kto budował kiedyś nadajnik lub odbiornik stawał przed dylematem jak zbudować generator, który będzie bardzo stabilny, jak go skalibrować, co zrobić aby przestrajanie odbywało się w sposób liniowy itp.

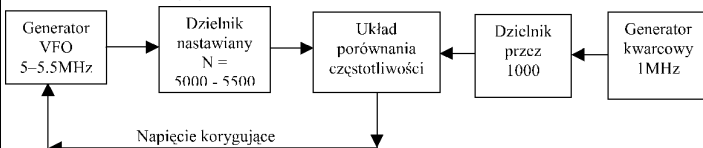
W sprzęcie radiokomunikacyjnym od dłuższego czasu królują syntezery częstotliwości. Są to urządzenia, które w sposób elektroniczny zapewniają stabilizację częstotliwości. Odbywa się to poprzez pętlę sprzężenia zwrotnego pomiędzy generatorem a specjalnym miernikiem częstotliwości. Słowo miernik nie jest w tym kontekście najlepsze, w zasadzie powinno zostać zastąpione słowem porównywacz częstotliwości.

Zasada działania jest bardzo prosta. Wyobraźmy sobie dwa mierniki częstotliwości. Jeden będzie mierzyl częstotliwość generatora przestrajanego, a drugi częstotliwość wzorcową. Oba mierniki częstotliwości połączone są z układem porównującym ich wskazania. Jeżeli nastąpi sytuacja, że generator przestrajany będzie miał częstotliwość wyższą od wzorcowej, to układ porównujący obniży napięcie sterujące doprowadzone do diody pojemnościowej generatora przestrajanego. W przeciwnym przypadku napięcie zostanie podwyższone, co będzie skutkowało podwyższeniem częstotliwości generatora. Poniższy rysunek graficznie obrazuje zasadę działania syntezeru.



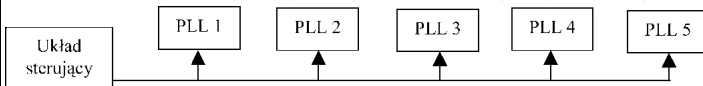
Syntezer w wykonaniu z powyższego rysunku ma poważną wadę. Wada polega na tym, że jest stabilizowana tylko jedna określona częstotliwość. Tego typu syntezery mają zastosowanie bardzo rzadko. Dla naszych potrzeb przydałby się syntezer z możliwością zmiany generowanej częstotliwości. Zmianę częstotliwości generowanej przez syntezer można wymusić dwoma metodami. Pierwsza metoda - rzadko stosowana, to poprzez zmianę częstotliwości wzorcowej. Druga metoda - powszechnie stosowana polega na wprowadzeniu regulowanego dzielnika częstotliwości pomiędzy generatorem przestrajającym, a układem porównującym. Wyobraźmy sobie sytuację, że chcemy wykonać syntezer na częstotliwość od 5 do 5.5 MHz przestrajany krokiem 1kHz. Rozwiązanie tak postawionego problemu jest dosyć proste.

Jako częstotliwość odniesienia musimy zastosować wartość 1kHz. Wartość tę otrzymamy z np. generatora kwarcowego 1MHz podzieloną przez 1000. Pomiedzy generatorem przestrajającym, a układem porównania częstotliwości trzeba zastosować dzielnik częstotliwości o zmiennym podziale. W naszym przypadku dzielnik musi dzielić w zakresie od 5000 do 5500. Poniższy rysunek przedstawia schemat blokowy syntezeru 5 - 5.5MHz.



### Pięciokanałowy syntezer częstotliwości

Przy budowie transceiverów pięciopasmowych najczęściej stosujemy jeden syntezer PLL i kilka przełączalnych generatorów BFO. Problem powstaje wtedy, gdy nie można dostać odpowiednich rezonatorów kwarcowych do BFO. Ratunkiem jest wykonanie oddzielnego syntezeru dla każdego pasma. Tytułowy syntezer będzie się składał z pięciu bloków PLL i jednego bloku sterującego.

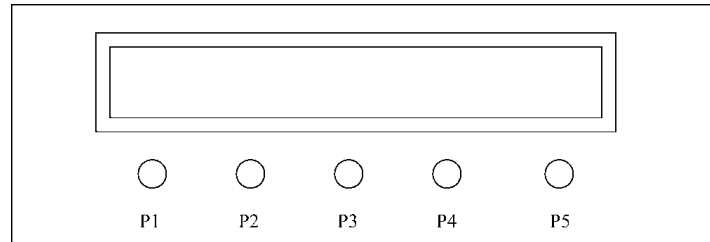


Układ sterujący został wykonany na mikroprocesorze 89C52. Mikroprocesor steruje poszczególnymi syntezerami w zależności od woli użytkownika i jego potrzeb. Do komunikacji z użyt-

kownikiem jest wykorzystywany wyświetlacz LCD i pięć przycisków. Wszystkie ustawienia i konfiguracje skanerów są pamiętane w pamięci eeprom 24C16.

### Opis obsługi

Po włączeniu zasilania na wyświetlaczu ukazuje się napis powitalny. Po powitaniu następuje odczyt ustawień zapisanych w pamięci eeprom. Postęp odczytu jest sygnalizowany na wyświetlaczu za pomocą kropek. Po wczytaniu danych następuje przejście do normalnej pracy. Poniższy rysunek obrazuje rozmieszczenie elementów sterujących.



Przyciskami P1 i P2 wybieramy właściwy syntezer. Jest ich pięć i noszą nazwy "Generator A" .. "Generator E". Przyciskami P3 i P4 zmieniamy częstotliwość pracy aktualnie wybranego syntezeru. Każde naciśnięcie przycisku powoduje przestrojenie syntezeru o 1kHz. Jeśli naciśniemy przycisk i przytrzymamy go, to nastąpi przyspieszone przestrajanie syntezeru. Przycisk P5 służy do programowania syntezeru.

### Programowanie syntezeru

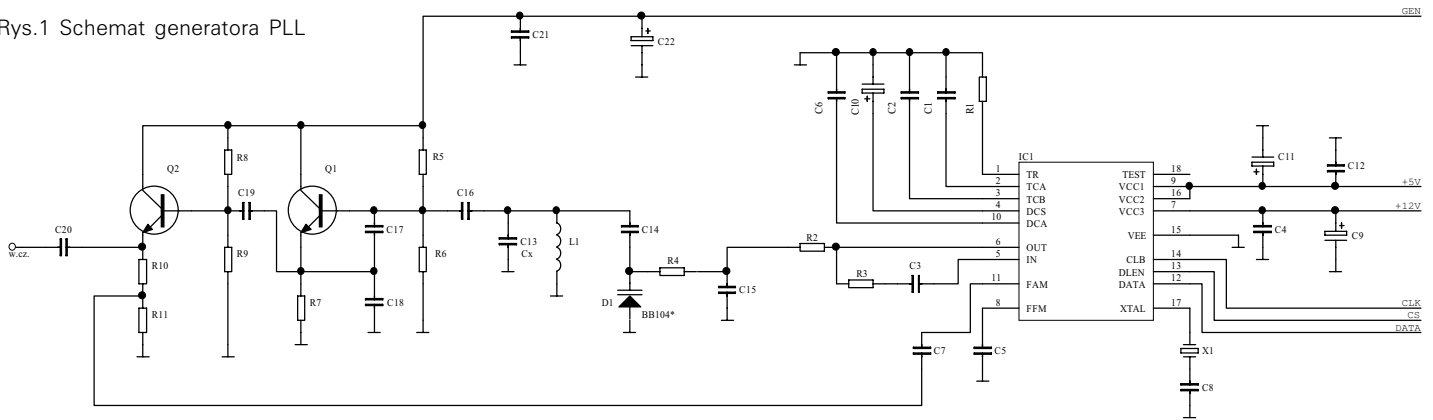
Przyciskami P1 i P2 wybieramy syntezer, który będziemy programować. Naciskamy przycisk P5. Na wyświetlaczu ukaże się napis "wsk. f min GEN x". Przyciskami P3 i P4 ustawiamy dolną granicę wyświetlanej częstotliwości. Wyświetlana częstotliwość nie ma nic wspólnego z częstotliwością pracy generatora PLL. Jest to częstotliwość, która będzie widoczna na wyświetlaczu LCD. Następnie naciskamy przycisk P2. Na wyświetlaczu ukaże się napis "wsk. f max GEN x". Ustawiamy ją analogicznie jak poprzednią. Należy zwrócić uwagę aby  $F_{max} > F_{min}$ . W ten sposób określiliśmy zakres pracy danego syntezeru, a dokładniej mówiąc zakres wyświetlanych częstotliwości. Kolejne przyciśnięcie przycisku P2 spowoduje wejście do ustawiania offsetu dla pracy syntezy podczas odbioru. Naciskając P3 lub P4 możemy wprowadzić odchyłkę częstotliwości w plusie lub w minusie w stosunku do wartości wyświetlanej. Dla przykładu ustawienie offsetu na -2.000MHz będzie skutkowało pracą syntezeru o 2MHz niższą od wyświetlanej. Jeśli offset będzie równy 0 to częstotliwość syntezeru będzie równa wartości wyświetlanej. Umożliwia to pracę z różnymi częstotliwościami pośrednimi.

Naciskając przycisk P2 wejdzemy w opcję ustawiania offsetu dla nadawania. Opcja ta pełni identyczną funkcję jak wyżej opisana z tą tylko różnicą, że jest aktywna gdy wyprowadzenie TX sterownika ma poziom niski.

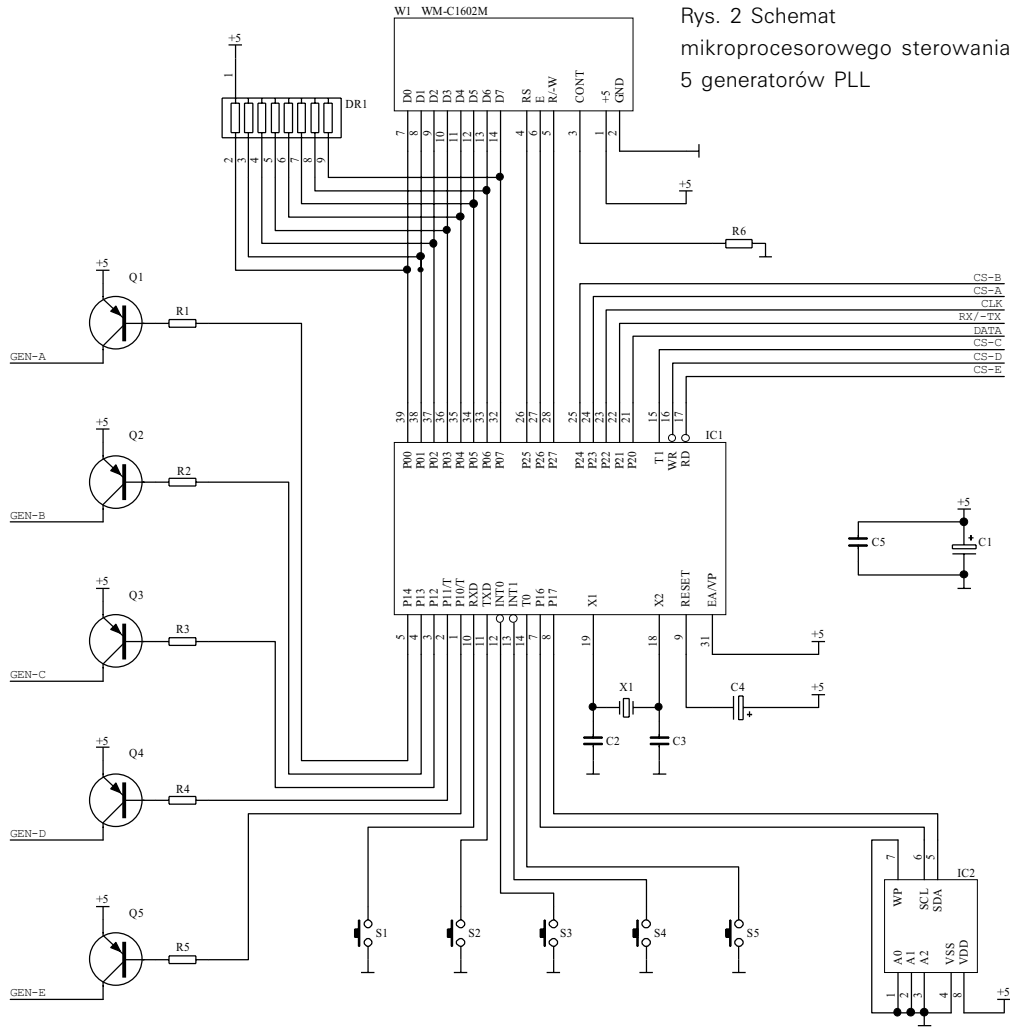
Kolejna funkcja wywoływana poprzez naciśnięcie przycisku P2 umożliwi zadeklarowanie kierunku zmian częstotliwości syntezeru. Napis "INC offset RX" oznacza, że jeżeli wskazania na wyświetlaczu LCD będą rosły, to częstotliwość syntezeru również będzie rosła. Jeśli zamiast INC będzie DEC, to oznacza to, że gdy częstotliwość wyświetlana będzie rosła to częstotliwość syntezeru będzie maleć. Tak rozbudowany system umożliwia współpracę z praktycznie każdym odbiornikiem lub nadajnikiem. Suffix RX oznacza dla odbioru, a Tx dla nadawania. Kolejne naciśnięcie przycisku P2 skutkuje powrotem do normalnej pracy.

Chcąc zapisać ustawione nastawy należy jednocześnie nacisnąć przycisk P1 i P2. Istnieje możliwość sprawdzenia jaka jest różnica pomiędzy częstotliwością wyświetlaną, a częstotliwością faktycznie generowaną przez syntezer. Aby uaktywnić tą funkcję, należy przycisnąć przycisk P4 i trzymając go włączyć syntezer. Na górnej linii jest wyświetlona częstotliwość ustawiona, a na dolnej częstotliwość zadana do wykonania przez syntezer. Aby wstępnie zaprogramować wszystkie syntezery lub przywrócić ustawienia fabryczne, należy nacisnąć

Rys.1 Schemat generatora PLL



Rys. 2 Schemat mikroprocesorowego sterowania 5 generatorów PLL



duł generatora PLL jest zasilany trzema napięciami stałymi. Napięcie +5V zasilą układ IC1. Napięcie +12V doprowadzane do IC1 służy do zasilania diody pojemnościowej D1. Napięcie o wartości +5V oznaczone jako GEN zasilą generator i wtórnik emiterowy. Uruchomienie należy rozpocząć od ustalenia zakresu przestrajania generatora. W tym celu należy wyjąć z podstawki układ IC1. Do 6 wyprowadzenia podstawki należy doprowadzić napięcie o wartości 6V. Do wyjścia bloku należy podłączyć częstotściomierz cyfrowy. Regulując rdzeniem cewki L1 i wartościami kondensatorów C14, C13, C16 doprowadzić do następującej sytuacji: Przy napięciu sterującym 4V częstotliwość generatora powinna być częstotliwością środkową zakresu w jakim ma pracować PLL. Zmieniając wartość tego napięcia pomiędzy 1 - 11V należy sprawdzić, czy generator pokrywa cały zakres częstotliwości. Drobnej korekty można dokonać zmieniając wartość indukcyjności L1. Elementy odpowiedzialne za zakres przestrajania to D1, C14, C13, L1 i wypadkowa pojemność pozostałych elementów biorących udział w generowaniu sygnału, w tym również pojemności montażowych. Jeżeli generator generuje już to co powinien, to wkładamy układ IC1 do podstawki. Do wyprowadzenia 11 podłączamy oscyloskop i wartością rezystorów R10 i R11 ustalamy wartość napięcia w.cz pomiędzy 100, a 300mV. W specyficznych przypadkach może okazać się potrzebne dobranie elementów stałej czasowej pętli czyli R1,C1,i C2. Odpowiedź wzmacniacza wyjściowego zasilającego diodę D1 jest uzależniona jest od wartości R3 i C3. Należy dbać o to, aby wzmacniacz ten nie był przekompensowany, gdyż wzrosną szumy i niestabilność całego układu. Poprawność generacji częstotliwości kwarcu 4MHz można oglądać oscyloskopem z sondą 1:10 na kondensatorze C8.

przycisk P1 i trzymając go włączyć zasilanie syntezera.

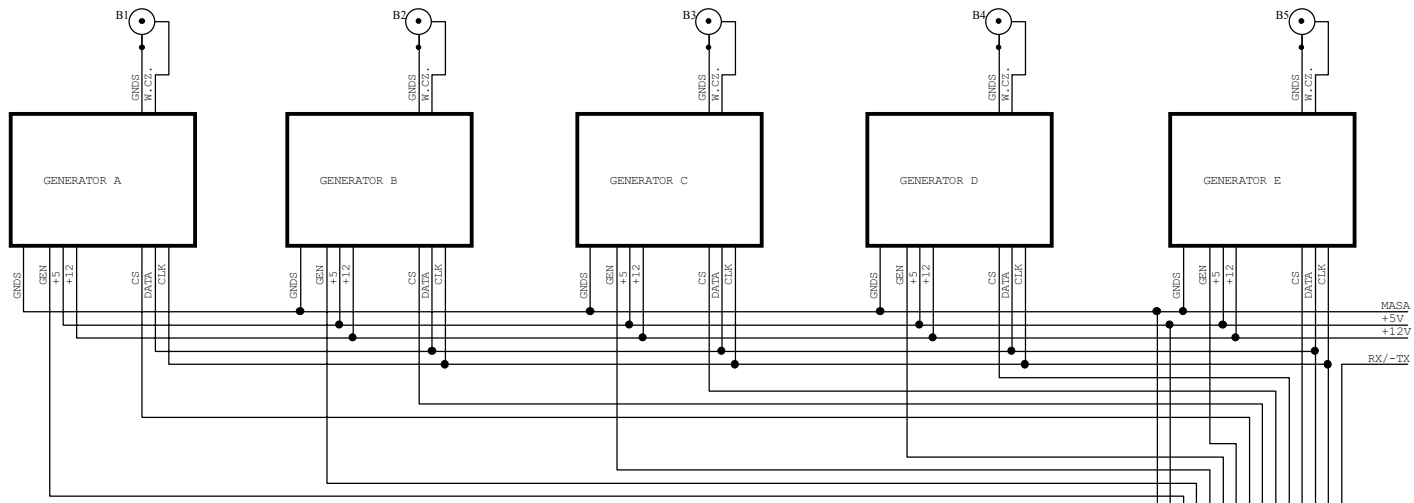
### Działanie i uruchomienie bloku generatora PLL

Do uruchomienia bloku potrzebny jest częstotściomierz cyfrowy, zasilacz regulowany, oscyloskop i woltomierz napięcia stałego. Generator VCO zbudowany jest na tranzystorze Q1. Jest to typowy układ generatora wykonanego w układzie Seillera. W zależności od częstotliwości pracy, zmianie mogą ulec wartości kondensatorów C17, C18, C16, C13, C14 i typ diody D1. Prawidłowo dobrane wartości kondensatorów powinny zapewnić amplitudę sygnału w.cz. około 500mVp-p mierzoną na emiterze Q1. Jeżeli amplituda jest za mała, konieczne może być zmniejszenie wartości rezystora emiterowego tranzystora Q1. Zakres przestrajania generatora zależy od wartości kondensatorów C14, C13, C16, a przede wszystkim od typu zastosowanej diody pojemnościowej. Generalnie należy dobrać diodę D1 i kondensator C14 w taki sposób, aby zapewniony był właściwy zakres przestrajania. Tranzystor Q2 pełni rolę wtórnik emiterowego obniżającego rezystancję wyjściową bloku generatora. Układ IC1 jest właściwym syntezerem PLL. Komunikuje się z blokiem sterownika za pośrednictwem magistrali trzyprzewodowej. Transmisja jest synchroniczna z niską prędkością. Mo-

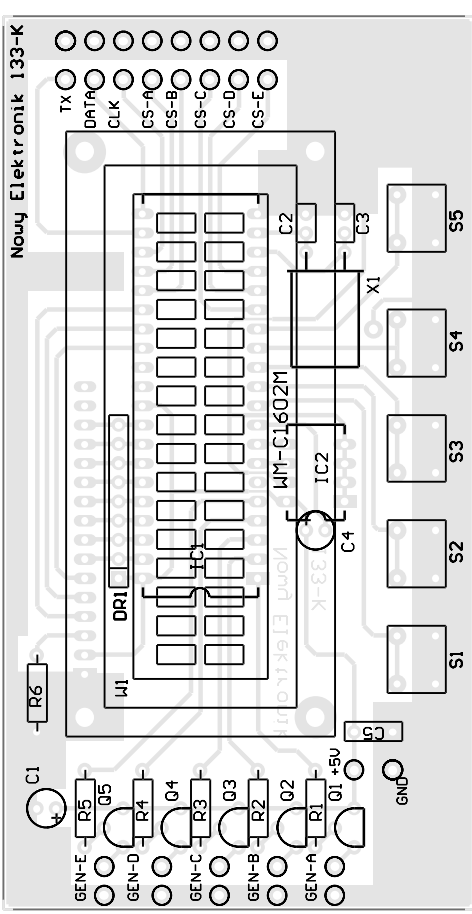
Generator może pracować w zakresie częstotliwości 500kHz-32MHz. Oczywiście dla wybranej częstotliwości należy zmienić wartość wyżej opisanych elementów. Wartość elementów z rys. 1 została podana dla częstotliwości 3,5-3,8MHz. Odwód rezonansowy L1, C13 należy obliczyć ze wzoru  $2T\sqrt{LC}$

### Uruchomienie sterownika PLL

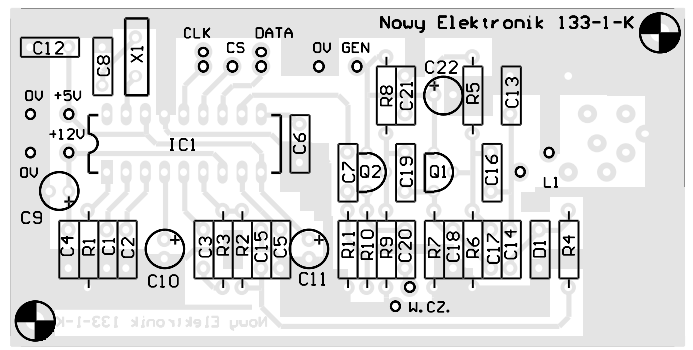
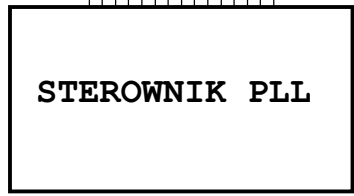
Uruchomienie sprowadza się do ustawienia właściwego poziomu kontrastu wyświetlacza LCD za pomocą rezystora R6. Prawidłowo zmontowany układ powinien działać od razu. Należy skontrolować czy na wyprowadzeniach GEN - A .. GEN - E zmienia się napięcie przy przełączaniu zakresów za pomocą przycisków P1 i P2. Również należy sprawdzić czy występują przebiegi zezwalające na transmisje danych na wyprowadzeniach CS-A .. CS-E w zależności od włączonego zakresu. Cały układ syntezera należy zasilac napięciami stabilizowanymi. Krok przestrajania 1kHz jest trochę za duży jak dla emisji J3E. Dokładne dostrajanie do odbieranego sygnału można wykonać zamieniając kondensator szeregowy kwarcu 4MHz na diodę pojemnościową lub trymer.



Rys. 3 Schemat połączenia sterownika z generatorami PLL



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej sterownika



Rys.5 Rozmieszczenie elementów na płycie generatora PLL

Spis elementów		
Rezystory:		
R1 - 180R	C2 - 10nF	C18 - 470pF
R2 - 10k	C3 - 330nF	C19 - 220pF
R3 - 18k	C4 - 100nF	C20 - 470pF
R4 - 100k	C5 - 1nF	
R5 - 33k	C6 - 10nF	Półprzewodniki:
R6 - 33k	C7 - 22nF	Q1 - BC547B
R7 - 220 - 470R	C8 - 27pF	Q2 - BC547B
R8 - 33k	C9 - 100µF/25V	D1 - BB104G-BB105G
R9 - 33k	C10 - 47µF/25V	
R10 - 220R	C11 - 100µF/25V	Układy scalone:
R11 - 220R	C12 - 100nF	IC1 - SAA1057
	C13 - patrz tekst	
	C14 - 100pF	Inne:
	C15 - 100nF	X1 - 4MHz
	C16 - 100pF	L1 - patrz tekst
Kondensatory:	C17 - 470pF	Płytką 133-1-K
C1 - 2.2nF		