



### Do czego to służy?

Czasem oglądając telewizję przeszkadza innym. Zwłaszcza, gdy ktoś coś czyta czy wykonuje inne czynności. Oczywiście chodzi tylko o fonie. Zastosowanie słuchawek z długim kablem staje się niewygodne, a ratunkiem mogą być bezprzewodowe słuchawki, których projekt chciałbym przedstawić. W proponowanych słuchawkach jako medium transmisyjne wykorzystywana jest podczerwień, a dzięki zastosowaniu modulacji FM (częstotliwościowej) uzyskuje się dużą odporność na zakłócenia. Częstotliwość nośna nadajnika ustalona została na 100kHz. Choć słuchawki charakteryzują się niezbyt dużym pasmem przenoszenia, to jest ono wystarczające do zrozumienia treści przekazu. Zasięg kilku metrów oraz prosta budowa to zalety proponowanych słuchawek. Pobór prądu odbiornika waha się w okolicach 10mA, wystarczy to na kilka godzin pracy. Opisane niżej słuchawki bez problemu umożliwią monofoniczne przesłanie dźwięku z telewizora, magnetofonu, radia w obrębie jednego pomieszczenia.

### Jak to działa?

Schemat blokowy urządzenia pokazany został na **rysunku 1**. Bezprzewodowe słuchawki składają się z nadajnika, którego schemat widoczny jest na **rysunku 2** oraz odbiornika widocznego na **rysunku 3**.

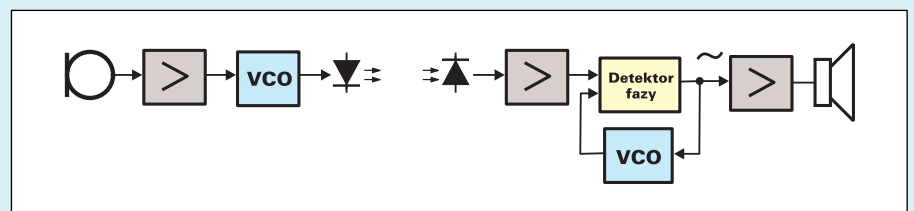
Zaczynając od nadajnika, sygnał wejściowy (może być stereo) jest wstępnie sumowany przez R4, R5. Sygnał z potencjometru regulacji głośności P1 poddawany jest preemfazie w obwodzie C10 i R7. Preemfaza ma na celu podbicie wysokich częstotliwości, dzięki czemu zyskuje się redukcję szumów. Po wzmożeniu sygnału przez tranzystor T3, podawany jest on poprzez C11 na wejście ge-

neratora VCIN, układu 4046. Rezystory R10, R12 ustalają napięcie wejściowe generatora na poziomie połowy napięcia zasilającego nadajnik. Dla tej połowy napięcia, częstotliwość wyjściowa powinna wynosić 100kHz. Elementy C6, R3, R2 i P2 ustalają częstotliwość pracy generatora VCO. Rezystancje generatora tworzą okienko o określonej częstotliwości minimalnej i maksymalnej. Sygnał prostokątny na wyjściu U2 steruje diodami nadawczymi poprzez tranzystory T1, T2 pracujące w układzie Darlingtona. Stabilizator U1 utrzymuje napięcie zasilające na stałym poziomie 12V.

W odbiorniku zmodulowany sygnał z nadajnika odbierany jest przez fotodiode D1. Sygnał z fotodiody D1 wzmacniany jest przez wzmacniacz T1, czyli tak zwany wzmacniacz selektywny. Ma on największe wzmocnienie dla sygnału o częstotliwości równej częstotliwości obwodu rezonansowego C10 i L1. Pozostałe częstotliwości są tłumione. Zastosowanie wzmacniacza selektywnego radykalnie poprawia pracę odbiornika. Odbiornik nie będzie reagował na sygnały zakłócające o innych częstotliwościach. Elementy R17, R18 odpowiednio polaryzują diodę D1, a R11, R19, R6, R4 ustalają punkt pracy wzmacniacza T1. Sygnał ze wzmacniacza selektywnego podawany jest na dwa kolejne stopnie wzmac-

niaczy zbudowanych na T2 oraz T3. Amplituda sygnału z kolektora tranzystora T3 jest ograniczana przez obwód D2, D3 i C12, po czym sygnał poprzez C3 podawany jest na wejście jednego z komparatorów fazowych, a dokładnie na jedno z wejść bramki EX-OR. Wejście to dodatkowo poprzedzone jest wzmacniaczem. Jako demodulator zastosowana została ta sama kostka pracująca jako modulator w układzie nadajnika. Kostka ta zawiera w sobie dwa komparatory fazy, generator VCO oraz diodę Zenera. Ponieważ odbiornik jest zasilany z baterii, jej napięcie będzie zazwyczaj spadać podczas rozładowania. Dlatego też, aby poprawić stałość parametrów demodulatora, wykorzystana została dioda Zenera jako stabilizator napięcia, z którego zasilany jest układ U1. Dioda Zenera współpracuje dodatkowo z R9 oraz C7 i C17. Układ U1 ma dwa komparatory fazy, z których wykorzystany został najprostszy w postaci bramki EX-OR. Charakteryzuje się on głównie tym, że przy braku sygnału na wejściu AIN VCO dostraja się do częstotliwości spoczynkowej, oraz ma dużą odporność na zakłócenia. Pętla stanowi układ ze sprzężeniem zwrotnym. Jej zadaniem jest wytworzenie w generatorze VCO przebiegu, którego częstotliwość będzie równa częstotliwości sygnału wejściowego, ale jego faza będzie przesunięta o kąt  $\pi/2$ .

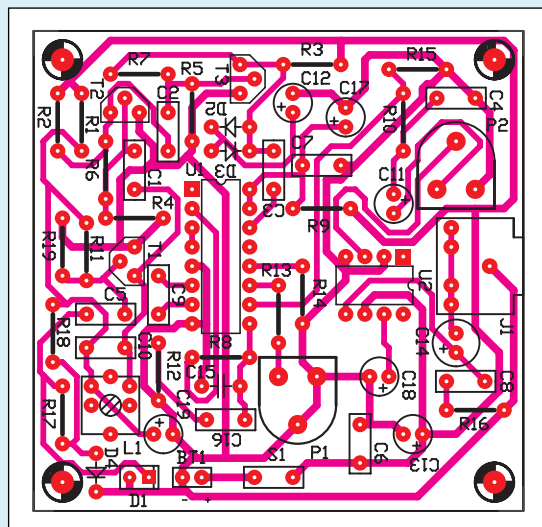
**Rys. 1 Schemat blokowy**



Na drugie wejście komparatora fazy BIN podawany jest sygnał z generatora VCO. Sygnał wyjściowy z komparatora fazy jest poddawany całkowaniu w obwodzie R8, C16, R12 i C15. Napięcie uzyskane z tego filtru steruje częstotliwością generatora VCO. Napięcie na wyjściu filtru jednocześnie odwzorowuje sygnał wejściowy nadajnika. Sygnał z filtru we wnętrzu U1 podawany jest na wtórnik źródłowy, którego wyjściem jest pin SF. Na wyjściu tym pojawia się już zdemodulowany sygnał wyjściowy. Sygnał ten poddawany jest deemfazi przez R10 i C4, a następnie wzmacniany przez wzmacniacz U2. Potencjometr P2 umożliwia regulację głośności. Wyjście wzmacniacza poprzez C14 steruje słuchawkami, które zostały połączone równolegle. Elementy C9, C13, P1 i R14 ustalają zakres częstotliwości wejściowej, w której nastąpi synchronizacja U1. Potencjometr montażowy P1 umożliwia dokładną regulację zakresu częstotliwości wejściowej. Pozostałe elementy odbiornika głównie służą do filtracji napięć zasilających. Przełącznik S1 umożliwia wyłączenie odbiornika ze względu na znaczny pobór prądu odbiornika.

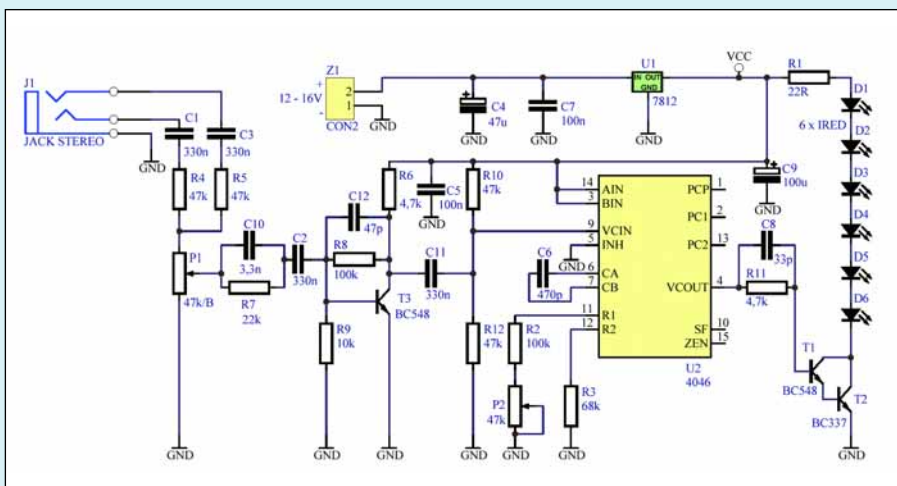
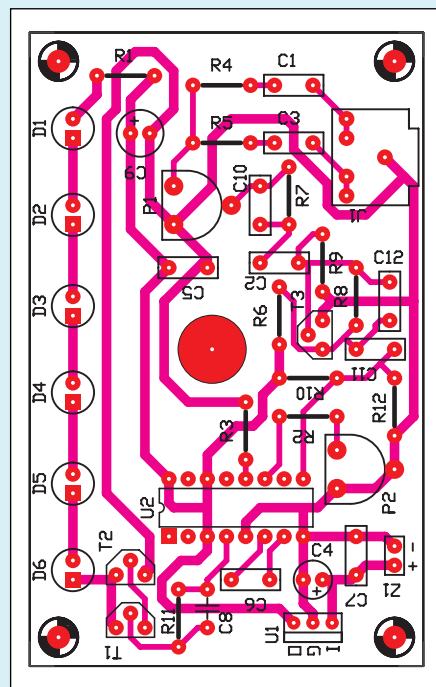
## Montaż i uruchomienie

Nadajnik oraz odbiornik należy zmontować na płytkach drukowanych, które są widoczne na rysunkach 4 i 5. Montaż należy rozpocząć od elementów najmniejszych, kończąc na włożeniu układów scalonych do podstawek. Diody nadawcze nadajnika od razu można wyprofilować i przylutować, by pasowały do obudowy KM-35. Na diody nadawcze można wywiercić otwory w przedniej ścianie obudowy lub można zastosować czerwony filtr. Na zewnątrz obudowy należy zamontować wszystkie gniazda oraz potencjometr P1. W przypadku odbiornika jako cewkę zastosowano filtr 7x7 o numerze 102, którego rdzeń umożliwił dokładną regulację częstotliwości rezonansowej. Jako L1 można zastosować inne filtry, pamiętając o zmianie wartości kondensatora C10. Dla odbiornika zalecana jest obudowa KM-33B, która posiada dodatkowo pojemnik na baterię 9V. Umieszczając



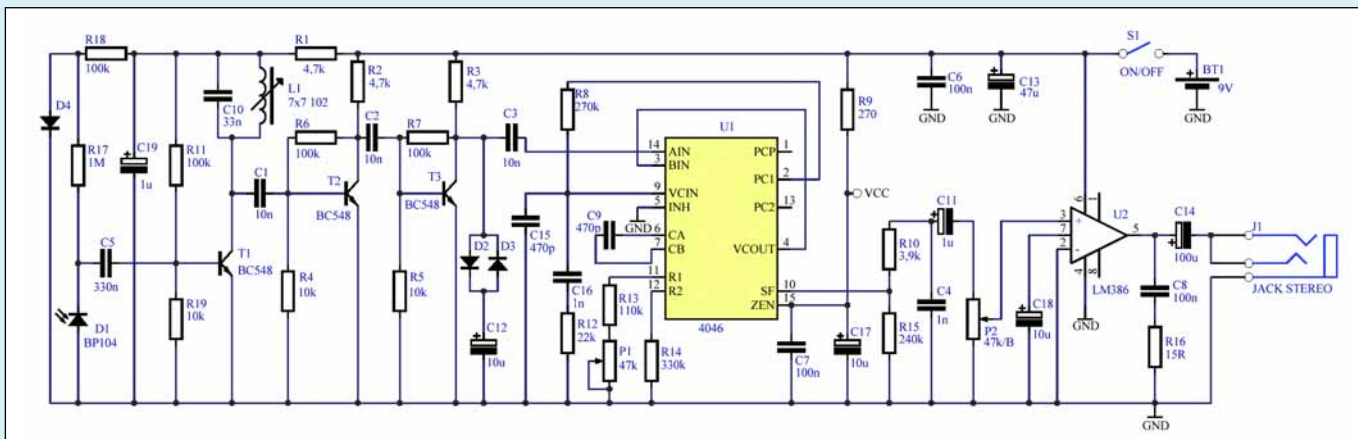
Rys. 4 Schemat montażowy odbiornika

Rys. 5 Schemat montażowy nadajnika



Rys. 2 Schemat nadajnika

Rys. 3 Schemat odbiornika



odbiornik w tej obudowie, należy odpowiednio zamontować fotodiode. Można ją przylutować do kawałka przewodu. Otwór na fotodiode nie powinien być zbyt mały. Powinien on mieć wielkość 1 – 2 cm, przy czym może to być otwór okrągły lub prostokątny. Otwór można dodatkowo przesłonić kawałkiem wywołanej kliszy fotograficznej. Fotodiode można przykleić klejem silikonowym. Inspiracją do montażu w obudowach może być układ modelowy.

Po zamontowaniu układów w obudowach nadajnik należy zasilic dowolnym napięciem rzędu 12-16V. Najlepiej do tego celu będzie się nadawał odpowiedni zasilacz wtyczkowy. Jeżeli będziemy w posiadaniu stabilizowanego zasilacza 12V, to stabilizatora U1 można nie montować.

Regulację zarówno toru nadawczego, jak i odbiorczego można dokonać bez żadnych przyrządów pomiarowych. Zaczynając od nadajnika, potencjometr P2 należy ustawić w pozycji środkowej, natomiast gdy mamy miernik częstotliwości, można na wyjściu

VCOOUT ustawić przebieg o częstotliwości 100kHz. Do nadajnika można dołączyć źródło sygnału audio, przy czym potencjometr głośności P1 także można ustawić w środkowe położenie. Do zestrojenia pozostaje jedynie odbiornik. Strojenie odbiornika proponuję rozpocząć od niewielkich odległości od nadajnika. Przy dołączonych słuchawkach należy, posługując się P1 oraz rdzeniem cewki L1, uzyskać zadowalający odbiór sygnału w słuchawkach. Regulację odbiornika należy ponowić dla coraz to większych odległości od nadajnika. Potencjometr P2 umożliwia regulację głośności w słuchawkach.

Zamiast diod podczerwonych można wykorzystać laser. Jeżeli zastosujemy jako medium transmisyjne wiązkę laserową, to laser powinien bezpośrednio oświetlać fotodiode.

Nie pozostało mi nic innego, jak życzyć miłego słuchania audycji czy muzyki, nie przeszkadzając innym.

Marcin Wiązania

## Wykaz elementów

### Nadajnik:

#### Rezystory

R1	.....	.22Ω
R2,R8	.....	100kΩ
R3	.....	.68kΩ
R4,R5,R10,R12	.....	.47kΩ
R6,R11	.....	4.7kΩ
R7	.....	.22kΩ
R9	.....	.10kΩ
P1	.....	.potencjometr obrotowy 47kΩ/B
P2	.....	.potencjometr montażowy leżący 47kΩ

#### Kondensatory

C1,C2,C3,C11	.....	.330nF
C4	.....	.47μF/16V
C5,C7	.....	100nF ceramiczny
C6	.....	.470pF
C8	.....	.33pF
C9	.....	100μF/16V
C10	.....	.3.3nF
C12	.....	.47pF

#### Półprzewodniki

U1	.....	.7812
U2	.....	.4046
T1,T3	.....	.BC548
T2	.....	.BC337
D1-D6	.....	.diody podczerwieni LD271

#### Inne

J1	.....	.gniazdo JACK STEREO 3mm do druku lub przykręcane do obudowy
Obudowa	.....	.KM-35

### Odbiornik:

#### Rezystory

R1,R2,R3	.....	4.7kΩ
R4,R5,R19	.....	10kΩ
R6,R7,R11,R18	.....	100kΩ

R8	.....	.270kΩ
R9	.....	.270Ω
R10	.....	.3.9kΩ
R12	.....	.22kΩ
R13	.....	.110kΩ
R14	.....	.330kΩ
R15	.....	.240kΩ
R16	.....	.15Ω
R17	.....	.1MΩ
P1	.....	.potencjometr montażowy leżący 47kΩ
P2	.....	.potencjometr obrotowy 47kΩ/B

#### Kondensatory

C1,C2,C3	.....	.10nF
C4,C16	.....	.1nF
C5	.....	.330nF
C6,C7,C8	.....	100nF ceramiczny
C9,C15	.....	.470pF
C10	.....	.33nF
C11,C19	.....	.1μF/16V
C12,C17,C18	.....	.10μF/16V
C13	.....	.47μF/16V
C14	.....	.100μF/16V

#### Półprzewodniki

U1	.....	.4046
U2	.....	.LM386
T1,T2,T3	.....	.BC548
D1	.....	.BP104 lub BPW34
D2,D3,D4	.....	.1N4148

#### Inne

J1	.....	.gn. jack stereo 3mm do druku lub przykręcane do obudowy
L1	.....	.Filtr 7x7 o numerze 102
BT1	.....	.złączka do baterii 9V
S1	.....	.przełącznik hebelkowy
Obudowa	.....	.KM-33B

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2677