

Przedstawiony system uczyni życie domowe bardziej wygodnym i atrakcyjnym, zapewniając możliwość:

- stereofonicznego nagłośnienia całego mieszkania;
- sterowania oświetleniem;
- sterowania zasłonami.

Jeśli zdalne sterowanie zasłonami okazałoby się przysłowiowym "kwiatkiem do kożucha", to przecież jest oczywiste, że opisane rozwiązanie można łatwo zastosować do innych, bardziej dla nas użytecznych celów. System ma budowę modułową, a zastosowane podzespoły są niedrogie i łatwo dostępne.

Ten artykuł stanowi pierwszą część opisu systemu. Są w nim przedstawione trzy z sześciu modułów, tj. pilot, czujnik podczerwieni i moduł sterujący dystrybucją sygnału stereo.

# Domowy system sterowania i nagłośnienia



## Opis ogólny

Schemat funkcjonalny zamieszczony na rys. 1 oraz zdjęcie z widokiem przycisków pilota, ułatwiają prezentację systemu.

Klawisze O i F umożliwiają sterowanie zasłonami - od jednej do trzech w jednym pomieszczeniu. Mają one działanie lokalne, tzn. dotyczą tylko tego pomieszczenia, w którym znajduje się pilot. Klawisz G pozwala na wysyłanie poleceń przez szynę (BUS) do wszystkich pomieszczeń. Sterowanie zasłonami znajdującymi się w różnych pomieszczeniach może być łączone, poprzez umieszczenie odpowiednich zwór na karcie dekodującej, która zostanie opisana w dalszej części cyklu.

Połączenie poleceń (G + Ox lub Fx) pozwala na sterowanie wszystkimi zasłonami z grupy x (od jednej do trzech).

Użycie klawisza A powoduje usterowanie wszystkich zasłon znajdujących się w danym pomieszczeniu, natomiast kombinacja poleceń (G + A) wysyła ten sam rozkaz

do wszystkich pomieszczeń. Utrzymanie klawisza A naciśniętego przez czas dłuższy od 1,5 sekundy powoduje zablokowanie możliwości wykonywania w danym pomieszczeniu poleceń globalnych (klawisz G) dotyczących sterowania zasłonami, wysyłanych z innych miejsc.

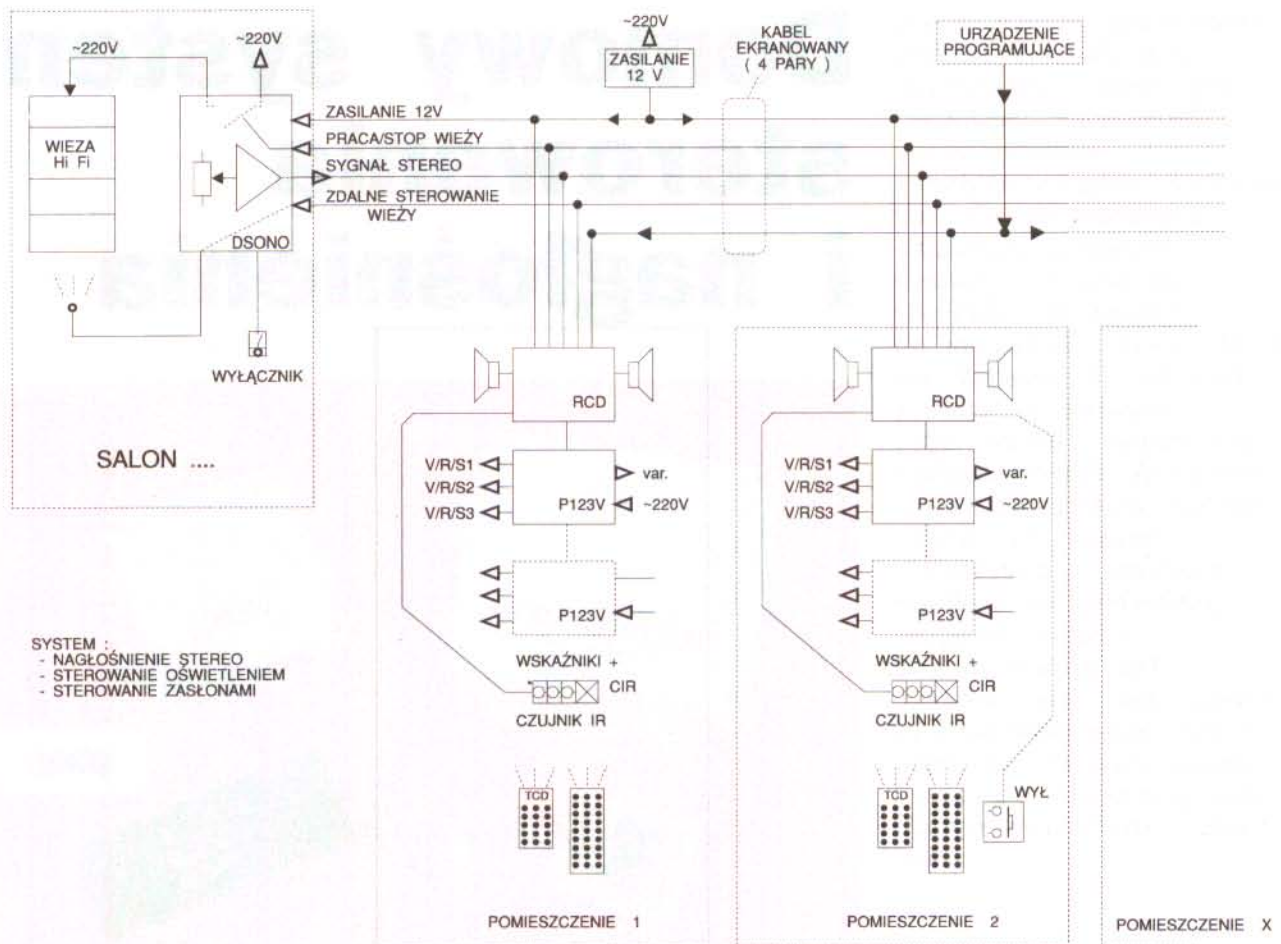
Klawisz R w połączeniu z klawiszem O lub F umożliwia wybór jednej z trzech zasłon znajdujących się w danym pomieszczeniu, np. (R + O1) lub (R + F2).

Klawisze E, -, + służą do włączania i regulacji mocy oświetlenia. Klawisz E działa jako lokalny, a w sekwencji z klawiszem G (G + E) - jako globalny wyłącznik oświetlenia. Każde z pomieszczeń jest wyposażone w wyłącznik i regulator mocy oświetlenia.

Klawisze S, -, + funkcjonują analogicznie jak E, -, +, ale w odniesieniu do sygnału stereofonicznego. Sekwencja (G + S) powoduje wyłączenie nagłośnienia we wszystkich pomieszczeniach.

Istnieje także możliwość sterowania poszczególnymi elementami





Rys. 1. Schemat funkcjonalny systemu sterowania i nagłośnienia

wieży Hi-Fi przy pomocy dodatkowych systemów zdalnego sterowania. Włączenie zasilania wieży dokonywane jest przez moduł dystrybucji nagłośnienia (DSONO), znajdujący się w sąsiedztwie wieży, i jest oczywiście możliwe z dowolnego pomieszczenia objętego systemem. Moduł DSONO zapewnia wzmocnienie sygnałów akustycznych, przesyłanych następnie za pośrednictwem kabla zawierającego cztery pary przewodów ekranowanych, stanowiącego szynę całego systemu (BUS).

Całe urządzenie jest zasilane napięciem 12V za pośrednictwem tego samego kabla. Źródłem napięcia 12V może być akumulator 12V z urządzeniem podtrzymującym ładunek lub zasilacz sieciowy - wówczas instalacja każdego pomieszczenia jest wyposażona dodatkowo w awaryjne zasilanie w postaci baterii lub akumulatora 9V, umożliwiające zapamiętanie nastaw w przypadku awarii sieci 220V. Zasilacz 12V/5A lub akumulator 12V/7Ah wystarczają do zasilania instalacji obejmującej

dziesięć pomieszczeń. Zasilanie akumulatorowe pozwala ponadto - w przypadku awarii sieci - na uruchomienie oświetlenia 12V.

Na schemacie (rys. 1) linią przerywaną zaznaczono urządzenie programujące, znajdujące się aktualnie w fazie opracowania, które umożliwi symulację obecności mieszkańców poprzez sterowanie zasłonami.

Na zakończenie opisu i przeglądu możliwości systemu - kilka informacji dotyczących modułu czujnika podczerwieni (CIR). Jego zadaniem jest - oprócz odbierania sygnałów - także sygnalizacja odbioru poprawnego polecenia (czerwona dioda LED), uruchomienia nagłośnienia (zielona dioda LED) i zablokowania możliwości sterowania z innych pomieszczeń (żółta dioda LED).

### Pilot

#### Schemat ideowy (rys. 2)

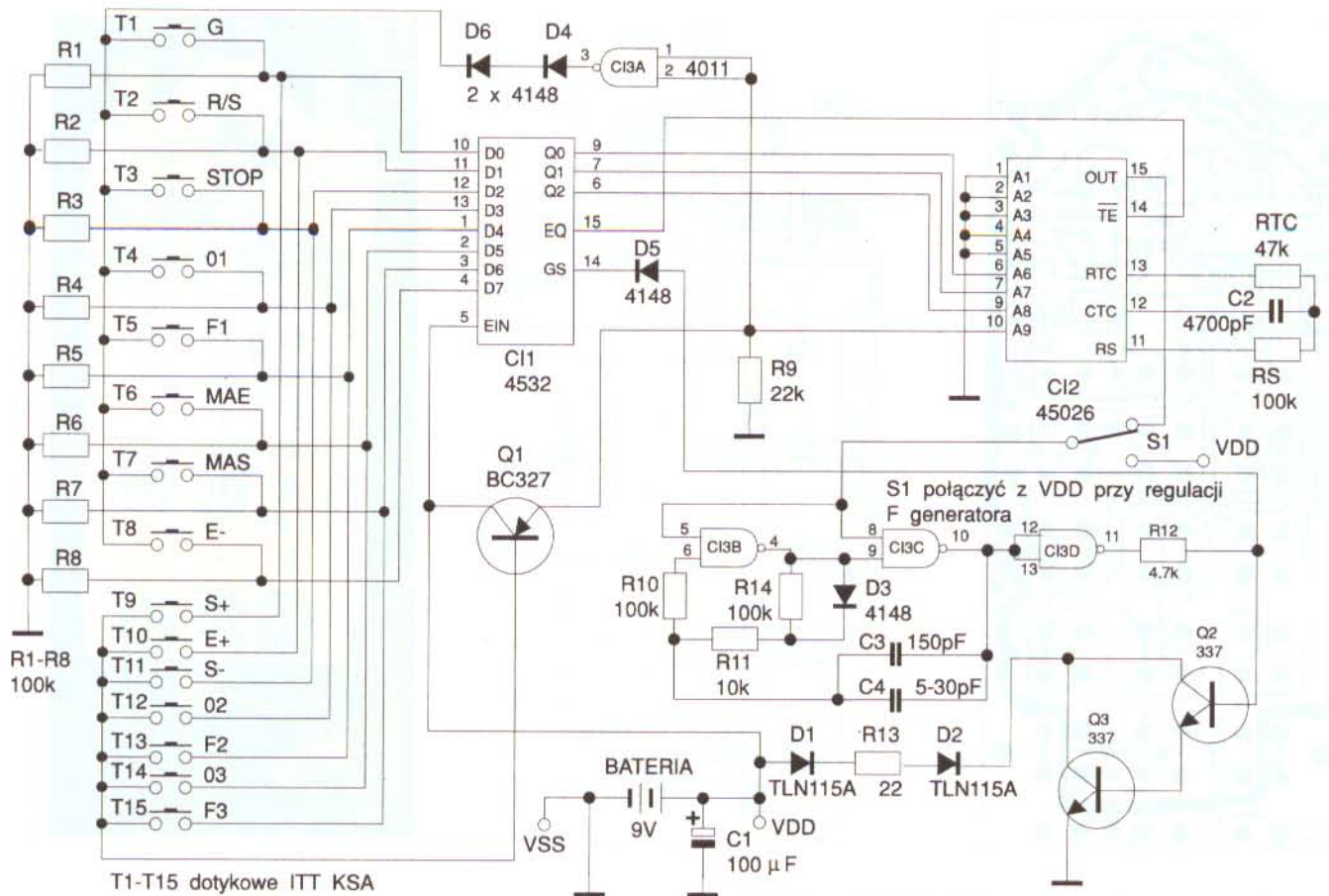
Przy opracowywaniu układu pilota, jak i całości urządzenia, jednym z podstawowych celów było ograniczenie poboru energii, dlatego

też urządzenie zrealizowano używając układów wykonanych w technice CMOS.

Do kodowania i dekodowania poleceń transmitowanych w podczerwieni użyto układów 45026 i 45027. Jeśli wejście TE kodera 45026 przechodzi w stan niski, na jego wyjściu pojawia się szeregowo sekwencja odpowiadająca stanom wejść A1 - A9. Niski stan logiczny wejścia jest reprezentowany w kodzie przez dwa krótkie impulsy, wysoki stan - przez dwa impulsy długie, natomiast stanowi wejścia otwartego odpowiada para składająca się z długiego i krótkiego impulsu. Casy trwania tych impulsów są związane z okresem T generatora kodera: czas trwania impulsu krótkiego wynosi 0,5T, zaś długiego - 3,5T. Częstotliwość generatora leży w przedziale 1kHz - 400kHz i jest określona przez wartości elementów C2, RTC zgodnie z zależnością:

$$F = 1/2,3 \text{ RTC} (C2 + 12\text{pF} + C_{we} \text{ CI}2)$$





T1-T15 dotykowe ITT KSA

Rys. 2. Schemat elektryczny układu pilota (TCD)

Dla zapewnienia poprawnego działania układu niezbędne jest, by wartości elementów spełniały następujące warunki:  $RS \geq 2RTC$ ,  $RS \geq 20k\Omega$ ,  $RTC \geq 10k\Omega$  i  $400pF \leq C2 \leq 15\mu F$ .

Celem ograniczenia zużycia energii zastosowano modulację sygnału o częstotliwości 40kHz impulsami wyjściowymi kodera. Aby uzyskać odpowiednią głębokość modulacji i zarazem użyć występujących w odpowiednich szeregach wartości elementów biernych współpracujących z koderem, częstotliwość drgań generatora koderu ustalono równą 1960Hz.

Dekoder 45027 uznaje pięć pierwszych bitów odbieranej sekwencji za adres. Kierując się względami energetycznymi wybrano adres 00000, ponieważ 0 odpowiada dwóm impulsom krótkim.

Celem podwyższenia niezawodności transmisji sekwencja kodu stanu wejść jest wysyłana przez koder dwukrotnie. Sekwencja ta moduluje częstotliwość generatora zbudowanego z bramek B i C układu CI3. Dioda D3 obniża współ-

czynnik wypełnienia sygnału, a więc pozwala na dalsze ograniczenie poboru prądu. Stopień końcowy zawiera układ Darlingtona ( tranzystory Q2 i Q3) i dwie diody emitujące w zakresie podczerwieni (D1 i D2), co zapewnia zasięg około 12m, w pełni satysfakcjonujący w warunkach pomieszczeń domowych.

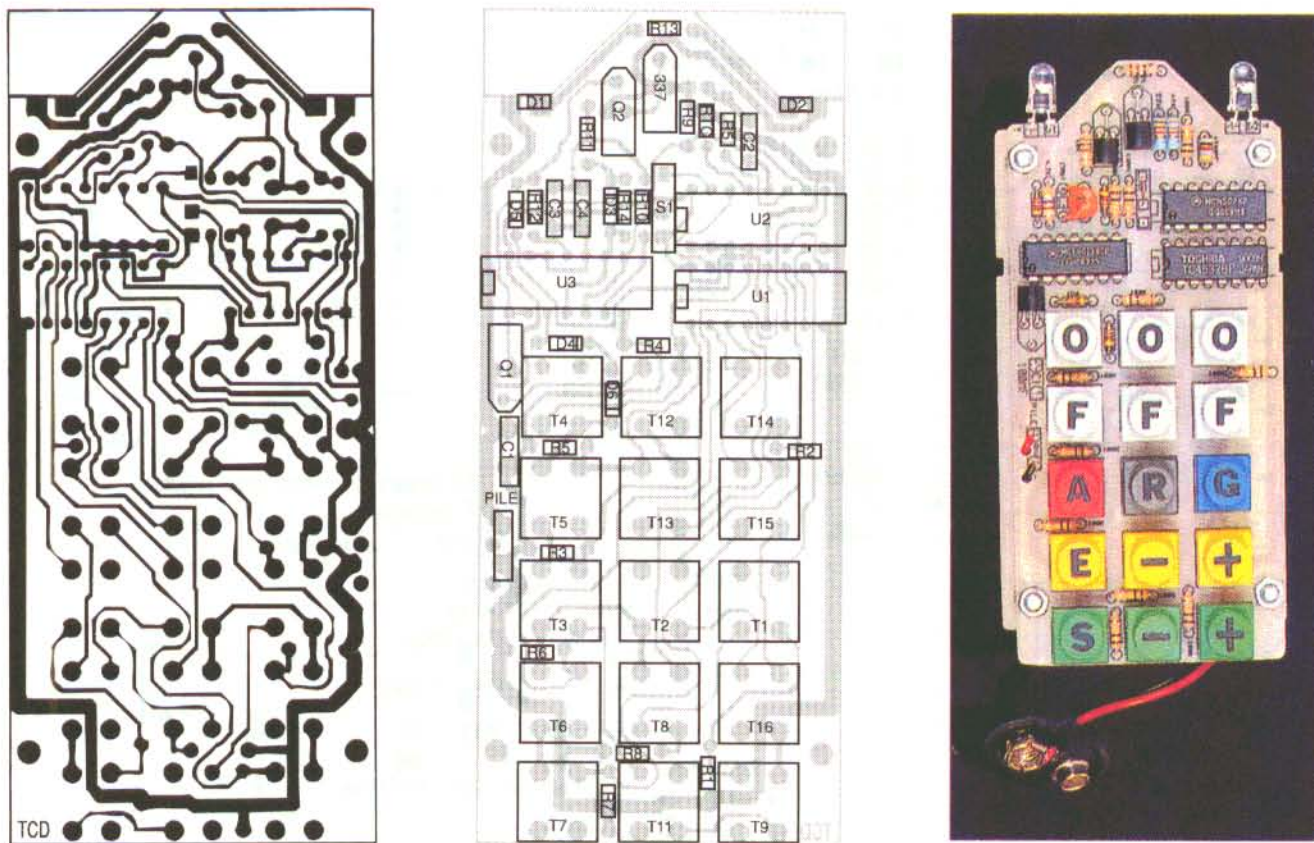
Zasilanie stanowi bateria alkaliczna o napięciu 9V i pojemności około 500mAh. Przybliżone określenie czasu eksploatacji baterii opiera się na ocenie średniego poboru prądu podczas wysyłania jednego polecenia, wynoszącego około 10mA (w rzeczywistości pobór prądu mieści się w granicach od 5 do 15mA, zależnie od rozkazu) i założeniu, że spoczynkowy pobór prądu jest do pominięcia. Przyjmując, że dzienny czas emisji wynosi 3 minuty, bateria powinna wystarczyć na około 1000 dni!

Z 16-tu kombinacji stanów wejść A6 - A9 układu 45026 wykorzystanych jest 15, generowanych przez koder klawiatury 4532 i tranzystor Q1. Tranzystor Q1 generuje najstarszy

bit kodu (wejście A9), a jego zastosowanie zamiast drugiego układu 4532 wynika wyłącznie ze względu na ograniczenia przestrzenne - tranzystor zajmuje mniej miejsca. Naciśnięcie dowolnego z klawiszy T9 - T15 powoduje włączenie tranzystora Q1, pojawienie się wysokiego stanu na wejściu A9 układu 45026 oraz niskiego stanu na wyjściu bramki A układu CI3, co oznacza zdjęcie zasilania klawiszy T1 - T8. Rezystancja R9 powinna być dostatecznie niska, by w przypadku zatkania Q1 stan na wejściu A9 mógł być interpretowany jako niski. Diody D6 i D4 chronią wejście bramki A oraz obniżają napięcie zasilania klawiszy T1 - T8, co w przypadku jednoczesnego naciśnięcia klawisza z tej grupy oraz z grupy T9 - T15 (np. G + O2) pozwala na prawidłowe spolaryzowanie tranzystora Q1. Kwestia priorytetów klawiszy będzie potraktowana szczegółowo przy omawianiu dekodera.

W momencie naciśnięcia dowolnego z klawiszy na odpowiadającym mu wejściu układu 4532 pojawia się stan wysoki, co z kolei





Rys. 3. Mozaika ścieżek (a) i rozmieszczenie elementów (b) na płycie drukowanej pilota

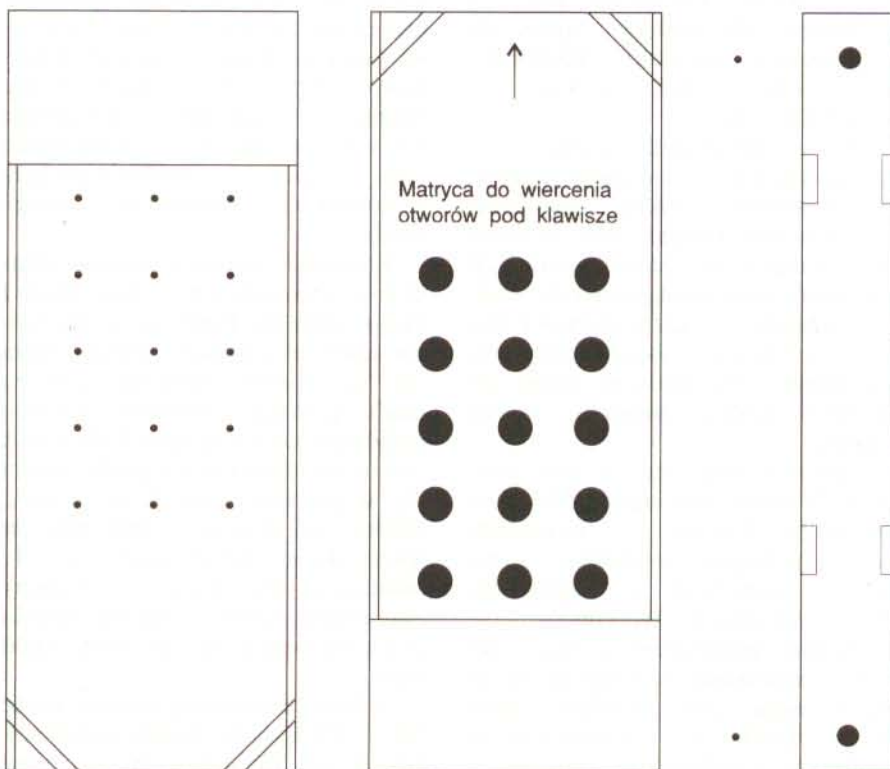
powoduje wystąpienie stanu niskiego na wyjściu E0 tego układu, a to odblokowuje koder 45026. Ponieważ układ 45026 dokonuje dwóch transmisji szeregowych kodu bez względu na stan wejścia TE\, w przypadku gdy klawisze już nie są naciśnięte emisja polecenia zostanie zablokowana - przez diodę D5 - niskim stanem wyjścia GS układu 4532.

**Wykonanie**

Mozaika ścieżek płytki drukowanej jest przedstawiona w skali 1:1 na rys. 3. Możliwość poziomego montażu diod emitujących w podczerwieni zapewniają widoczne na rysunku nacięcia.

Średnice otworów wynoszą: 3mm w przypadku zamocowań, 2mm w przypadku przepustu kabla zasilania bateryjnego, 1mm w przypadku złączki baterii i klawiszy oraz 0,6mm w pozostałych przypadkach.

Ze względu na ograniczoną przestrzeń (5mm odstepu między powierzchnią płytki a obudową) nie mogą być użyte podstawki pod układy scalone. Tranzystory



Rys. 4. Elementy obudowy pilota



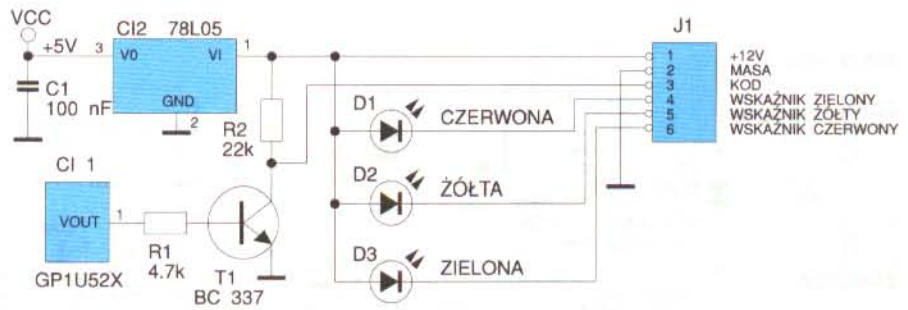
Q1, Q2 i Q3 należy zamontować położone na płytce, a kondensator C1 umieścić po stronie druku. Po zakończeniu montażu elementów należy zwrócić S1 przylutować do punktu oznaczonego Vdd, zasilic napięciem 9V (Vdd), dokonać regulacji częstotliwości dobierając pojemność kondensatora C4, wlotowanego od strony druku, po czym przylutować S1 do punktu połączony z wyjściem układu 45026 (wyprowadzenie 15).

Klawiatura jest wykonana z okrągłych klawiszy typu KSA (RS COMPOSANTS lub ITT MULTI-COMPOSANTS).

Całość jest umieszczona w czarnej obudowie HE 222-IR, przepuszczającej w 95% promieniowanie podczerwone. **Rysunek 4** przedstawia niezbędne elementy mechaniczne, które należy wykonać ze szkła epoksydowego. Wywiercenie otworów o średnicy 8,5mm pod klawisze wymaga użycia matrycy.

**Czujnik podczerwieni (CIR)**  
**Schemat elektryczny (rys. 5)**

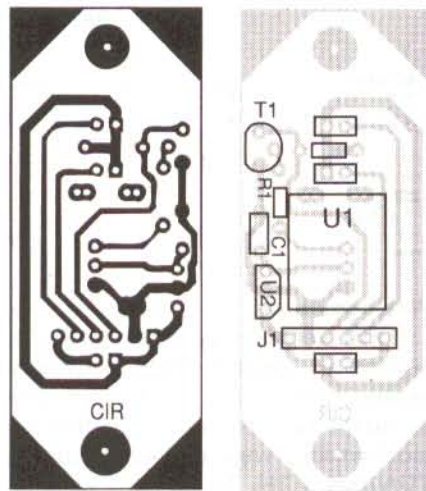
Do odbioru i demodulacji sygnałów emitowanych w podczerwieni zastosowano układ hybrydowy SHARP GP1U52X (CI1). Bardzo istotnymi zaletami tego układu są niewielkie rozmiary oraz ekranowanie zabezpieczające przed zakłóceniami. **Rysunek 6** przedstawia schemat blokowy tego układu, zawierającego fotodiodę (długość fali 980nm) z filtrem, wzmacniacz z ogranicznikiem,



Rys. 5. Schemat elektryczny czujnika podczerwieni



Rys. 6. Schemat blokowy układu GP1U52X



Rys. 7. Mozaika ścieżek (a) i rozmieszczenie elementów (b) na płytce drukowanej czujnika IR

filtr pasmowo-przepustowy o częstotliwości środkowej 40kHz i pasmie 8kHz, demodulator, układ całkujący i komparator, odtwarzające impulsy kodu polecenia.

Pewną niedogodność stanowi konieczność zasilania układu GP1U52X napięciem +5V (pobór prądu wynosi 5mA), które zapewnia miniaturowy stabilizator 78L05 (CI2). Inwerter na tranzystorze T1 jest niezbędny ze względu na konieczność dostosowania poziomu sygnałów wyjściowych GP1U52X do standardu karty dekodera poleceń.

Diody elektroluminescencyjne sygnalizujące stany są sterowane przez moduł dekodera (RCD), zaś ich obecność na schemacie wynika wyłącznie z faktu ich umieszczenia w obudowie odbiornika.

**Wykonanie**

Ponieważ odbiornik jest najbardziej wyeksponowanym modułem systemu, należy zadbać o jego estetyczny wygląd. Zaproponowano zastosowanie obudowy 76490 firmy LEGRAND.

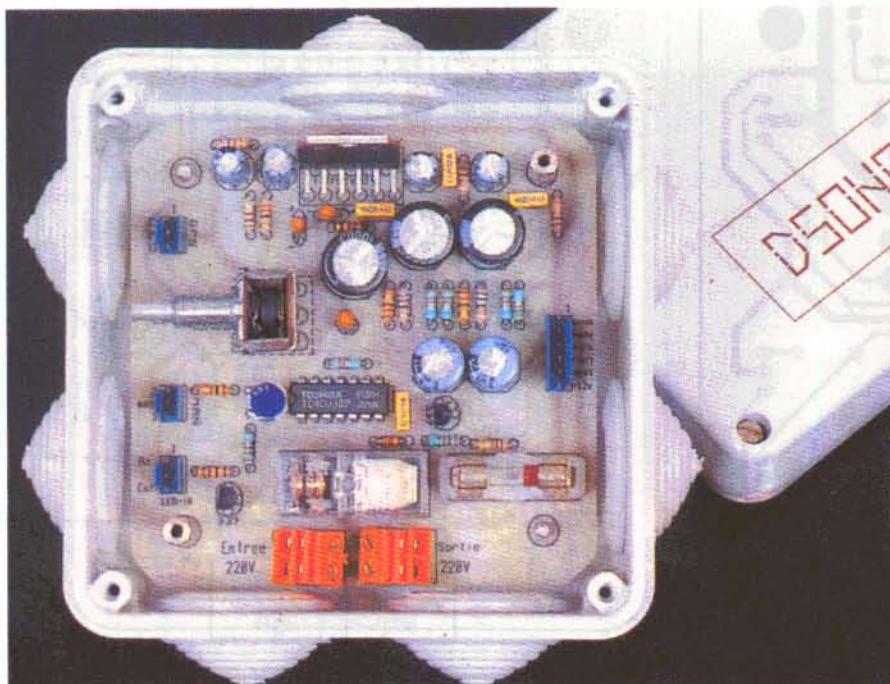
Rozkład ścieżek druku i rozmieszczenie elementów przedstawia **rys. 7**.

Połączenie z kartą dekodera poleceń jest zrealizowane przy pomocy sześciopinowego kabla, podłączonego do złącza J1, umieszczonego od strony druku.

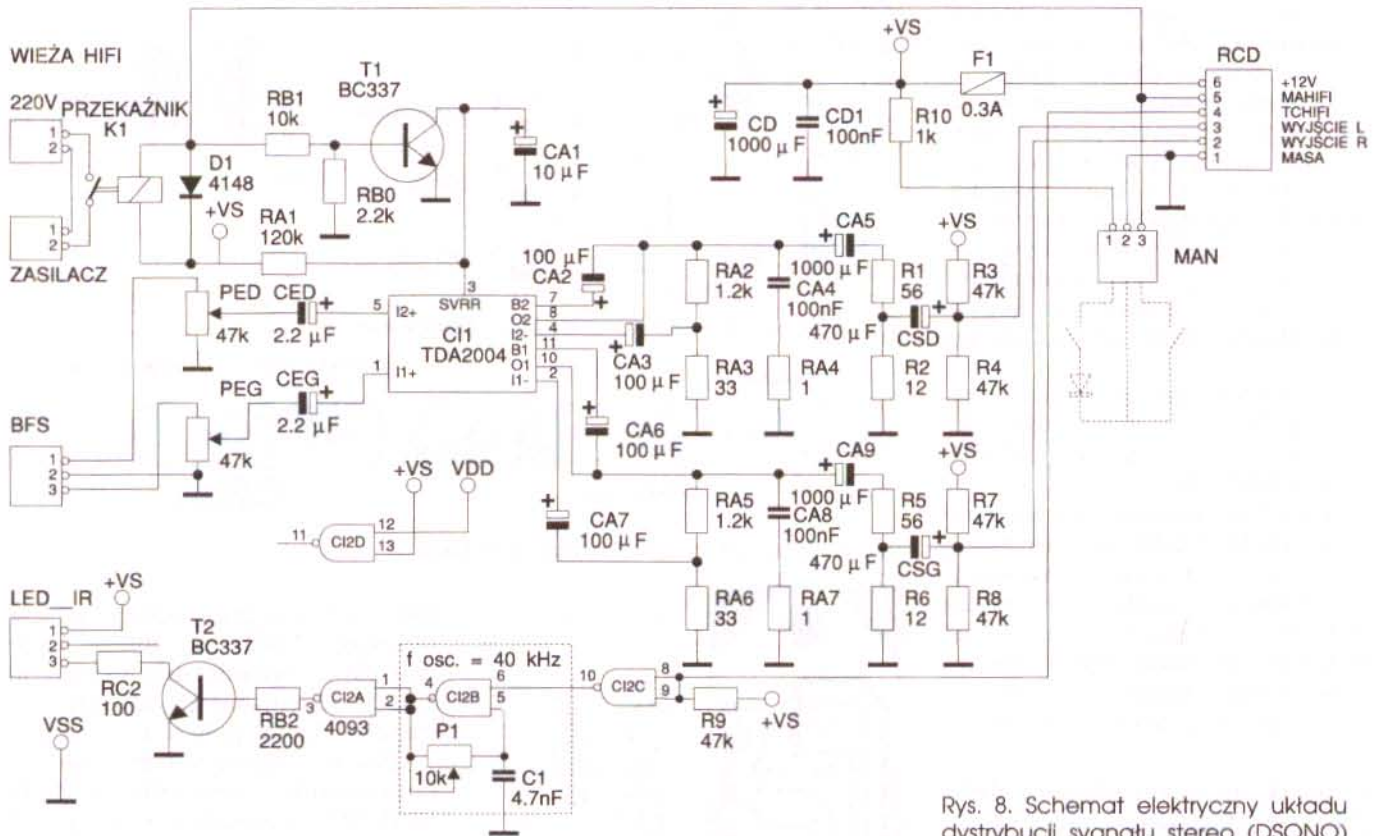
Średnice otworów: mocowania - 3mm, ekran CI1 - 1,3mm, J1 i CI1 - 0,9mm, pozostałe - 0,7mm.

**Moduł dystrybucji sygnału stereo**

Moduł ten, którego schemat elektryczny przedstawia **rys. 8**, spełnia trzy następujące funkcje:







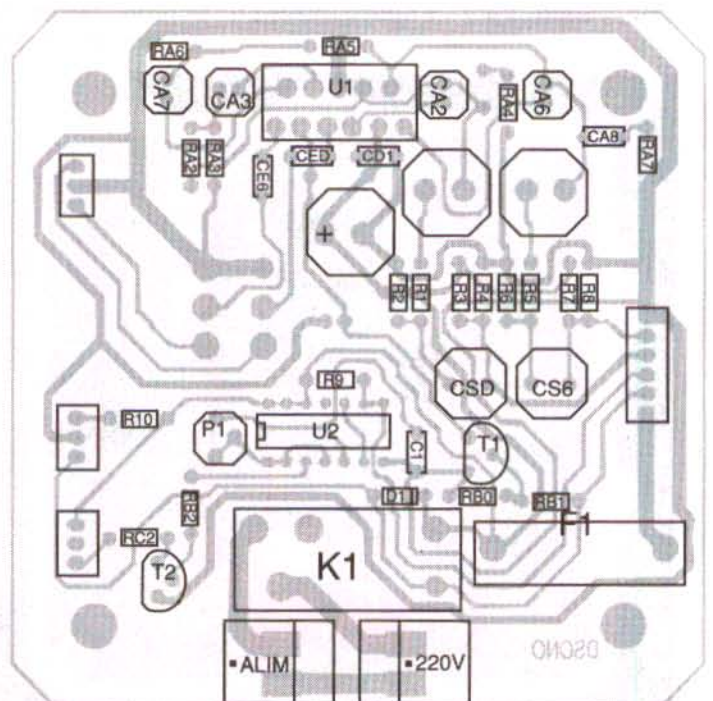
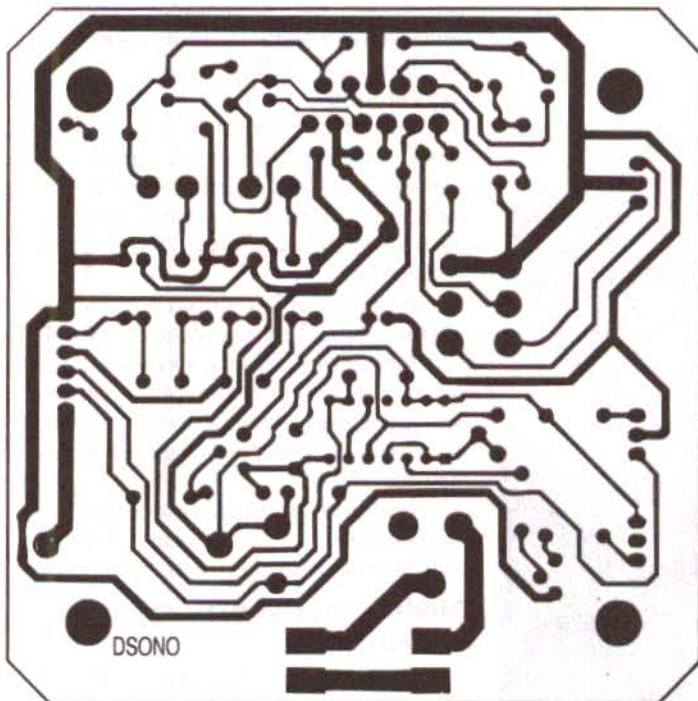
Rys. 8. Schemat elektryczny układu dystrybucji sygnału stereo (DSONO)

- wzmacnianie sygnałów akustycznych;
- włączanie i wyłączanie zasilania źródła sygnałów akustycznych;
- przekazywanie do wieży Hi-Fi sygnałów sterujących wysyłanych z różnych pomieszczeń.

**Wzmacnianie**

Oba kanały sygnału stereo są podane na gniazdo BFS. Podwójny potencjometr (PED i PEG) pozwala na adaptację poziomu sygnałów do możliwości wejścia wzmacniacza TDA2004 (CI1). Układ ten, zastosowany także we wzmacniaczach znaj-

dujących się we wszystkich pomieszczeniach, to stereofoniczny wzmacniacz klasy B, o niskich szumach i zniekształceniach, wyposażony w zabezpieczenie przed zwarcieniem wyjścia i błędną polaryzacją zasilania. Interesująca - ze względu na znaczne obniżenie poboru prądu (z 65 do



Rys. 9. Mozaika ścieżek (a) i rozmieszczenie elementów (b) na płycie drukowanej modułu DSONO



5mA) - jest możliwość wprowadzenia układu TDA2004 w stan oczekiwania (standby), przez zwarcie do masy wyprowadzenia 3 tego układu. Wzmacniacz wymaga zastosowania zewnętrznych elementów ustalających wzmocnienie (RA2, RA3 i CA3 w kanale prawym oraz RA5, RA6 i CA6 w kanale lewym) oraz elementów zapobiegających powstawaniu niepożądanych oscylacji (CA4 i RA4 w kanale prawym oraz RA7 i CA8 w lewym). CA5 i CA9 to kondensatory sprzęgające. Kolejne elementy bierne to dzielniki R1/R2 i R5/R6 zapewniające niską impedancję wyjściową przy niewielkich stratach. Sygnał stereo może już być skierowany w szynę systemu (BUS) przez złącze RCD. Ponieważ w każdym z pomieszczeń, do których sygnały te mogą być wysłane, na wejściach znajdują się przełączniki analogowe CMOS, do sygnałów tych należy dodać składową stałą, co jest realizowane przez dzielniki R3/R4 i R7/R8. Kondensatory CSD i CSG separują zasilacz od układów wyjściowych wzmacniacza TDA2004.

#### Włączanie i wyłączanie

W tym miejscu niezbędne staje się podanie niektórych informacji dotyczących modułu dekodera (RCD). Otóż linia MAHIFI (Praca/stop wieży Hi-Fi, kontakt 5 gniazda RCD) szyny systemu jest podłączona do wyjść z otwartym kolektorem, znajdujących się w modułach dekodera. W momencie wysłania z dowolnego pomieszczenia polecenia włączenia nagłośnienia, linia MAHIFI jest zwierana do masy, co powoduje zadziałanie przekaźnika K1, włączenie zasilania wieży, zatkanie tranzystora T1 i uruchomienie wzmacniacza CI1. W przypadku gdy na linii MAHIFI występuje stan wysoki, tranzystor T1 jest nasycony, zaś wzmacniacz TDA2004 znajduje się w stanie standby. Istnieje także możliwość ręcznego uruchamiania nagłośnienia. Połączenie z przełącznikiem zewnętrznym, wyposażonym w sygnalizację stanu (dioda LED), jest zrealizowane przez złącze MAN.

#### Przekazywanie poleceń

Jedną z linii szyny systemu jest TCHIFI (Sterowanie wieży - kontakt 4 złącza RCD), po której są przesyłane sygnały poleceń zdemodulowane przez poszczególne odbiorniki podczerwieni. Nadajniki tych sygnałów to także układy z otwartym kolektorem, a rolę rezystora kolek-

torowego pełni R9. Impulsy kodu są odwracane przez bramkę C układu CI2, a następnie sterują pracą generatora 40kHz (bramka B układu CI2), którego sygnał poprzez bramkę Aysterowuje tranzystor T2, w obwodzie kolektorowym którego znajduje się dioda emitująca w zakresie podczerwieni. Dioda ta powinna znajdować się przed wieżą Hi-Fi, a łączący z nią kabel jest doprowadzony do złącza LED-IR.

#### Wykonanie

Mozaika ścieżek płytki (druk jednostronny) i rozmieszczenie ele-

mentów są przedstawione na rys. 9a i 9b. Obudowa tego modułu winna mieć wymiary 100x100mm.

Jedyną częścią układu wymagającą regulacji jest generator 40kHz, której dokonuje się potencjometrem P1, po zwarcie do masy kontaktu 4 złącza RCD.

Średnice otworów: mocowania - 3mm; podstawka bezpiecznika, potencjometr, styki K1 - 1,2mm; CI1, złączki przewodowe, cewka K1 - 0,9mm; złącza - 0,8mm; pozostałe - 0,7mm.

#### ERP

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### PILOT

##### Rezystory 0,125W

R1 - R8, R10, R14, R5: 100kΩ

R9: 22kΩ

R11: 10kΩ

R12: 4,7kΩ

R13: 22Ω

RTC: 47kΩ

##### Kondensatory

C1: 100μF

C2: 4700pF

C3: 150pF

C4: 5..30pF

##### Elementy półprzewodnikowe dyskretne

D1, D2: TLN115A

D3 - D6: 1N4148

Q1: BC327

Q2, Q3: BC337

##### Układy scalone

CI1: 4532

CI2: 45026

CI3: 4011

##### Różne

Bateria alkaliczna 9V

S1: zwora

T1 - T15: klawisze KSA

### ODBIORNIK PODCZERWIENI

##### Rezystory 0,125W

R1: 4,7kΩ

R2: 22kΩ

##### Kondensatory

C1: 100nF

##### Elementy półprzewodnikowe dyskretne

D1: LED 3mm, czerwona

D2: LED 3mm, żółta

D3: LED 3mm, zielona

T1: BC337

##### Układy scalone

CI1: GP1U52X (SHARP)

CI2: 78L05

#### Różne

J1: złącze 6-kontaktowe, 90 stopni

### MODUŁ DYSTRYBUCJI SYGNAŁU STEREO

##### Rezystory 0,125W

R1, R5: 56Ω

R2, R6: 12Ω

R3, R4, R7 - R9: 47kΩ

R10: 1kΩ

RA1: 120kΩ

RA2, RA5: 1,2kΩ

RA3, RA6: 33Ω

RA4, RA7: 1Ω

RB0: 2,2kΩ

RB1: 10kΩ

RB2: 2,2kΩ

RC2: 100Ω

##### Potencjometry

P1: 10kΩ

PEG + PED: 2x47kΩ

##### Kondensatory

C1: 4,7nF

CA1: 10μF, tantalowy

CA2, CA3, CA6, CA7: 100μF

CD1, CA4, CA8: 100nF

CA5, CA9, CD: 100μF

CED, CEG: 2,2μF, tantalowy

CSG, CSD: 470μF

##### Elementy półprzewodnikowe dyskretne

D1: 1N4148

T1, T2: BC337

##### Układy scalone

CI1: TDA2004

CI2: 4093

##### Różne

Złączki przewodowe lutowane podwójne (220V, ALIM na rys. 8) BFS, MAN, LED-IR: złącza HE14 3-kontaktowe

RCD: złącze HE14 6-kontaktowe

F1: bezpiecznik 0,3A

K1: przekaźnik 12V-1RT