

Z płyty winylowej na kompaktową

Dziś, przy powszechnej dostępności komputerów osobistych i nagrywarek płyt kompaktowych (CD), przeniesienie czyjejś kolekcji z płyt winylowych na kompaktowe nie jest niczym nadzwyczajnym. Wszystko, co może być potrzebne oprócz wspomnianego już wyposażenia to odpowiedni przedwzmacniacz, taki jak opisany w niniejszym artykule.

Wprowadzenie

Zapis DIY płyt kompaktowych szybko staje się coraz bardziej powszechny. Jednym z jego zastosowań, dla wielu ludzi szczególnie atrakcyjnym, jest digitalizacja kolekcji ich ulubionych nagrań na płytach winylowych. Oprócz oszczędności miejsca (przechowywanie płyt CD wymaga mniej miejsca niż płyt winylowych) ma ono wiele innych zalet: płyta kompaktowa jest trwalsza niż winylowa (aczkolwiek nie jest ona, jak wielu ludziom się wydaje, niezniszczalna) i umożliwia swobodny wybór i kolejności odtwarzanych utworów.

Jeśli ma się dostęp do komputera z nagrywarką CD (a wielu Czytelników ma) i dobrej jakości kartą dźwiękową, kopiowanie płyt winylowych jest bardzo proste. Wszystko, co jeszcze jest potrzebne, to urządzenie łączące wkładkę adapterową z kartą dźwiękową. Jeśli gramofon znajduje się tuż obok komputera, można skorzystać z wyjść jego wzmacniacza. Jeśli nie jest to możliwe, pojawia się kilka trudności. Napięcie wyjściowe wkładki dynamicznej wynosi około 3mV, a wkładki z ruchomą cewką około 0,3mV. Jest oczywiste, że takie napięcia są niewystarczające do wysterowania wejścia linii karty dźwiękowej. Co więcej, należy skorygować charakterystykę częstotliwościową sygnału.

Korekcja RIAA

Płyta winylowa jest nacinana tangencjalnie, to znaczy, że rylce przemierza płytę po linii prostej od krawędzi do środka. Prędkość przemieszczania się rylca jest taka sama dla wszystkich częstotliwości. Dlatego amplituda jego drgań rośnie, gdy częstotliwość sygnału maleje (ze współczynnikiem 6dB na oktawę). I stąd przy 30Hz będzie ona 16 razy większa niż przy 15kHz.

Gwałtownych skoków igły przy odtwarzaniu niskich częstotliwości

ci unika się przez stłumienie basów i podbicie wiolinów dla polepszenia stosunku sygnału do szumów. Kontur charakterystyki zagina się po obydwu stronach płaskiego obszaru, ze środkiem około 1kHz, by utworzyć charakterystykę RIAA (Recording Industry Association of America). Wzmacniacz lub przedwzmacniacz odtwarzania ma charakterystykę częstotliwościową będącą zwierciadlanym odbiciem charakterystyki RIAA (patrz rys. 1).

Projekt

Konstrukcja przedwzmacniacza umożliwia dołączenie do jego wejścia zarówno wyjścia wkładki dynamicznej jak i z ruchomą cewką.

Aczkolwiek przeznaczeniem przedwzmacniacza jest przede wszystkim pośredniczenie pomiędzy gramofonem i komputerem osobistym, to równie dobrze nadaje się on do stosowania ze wzmacniaczem hi-fi bez wejścia gramofonowego.

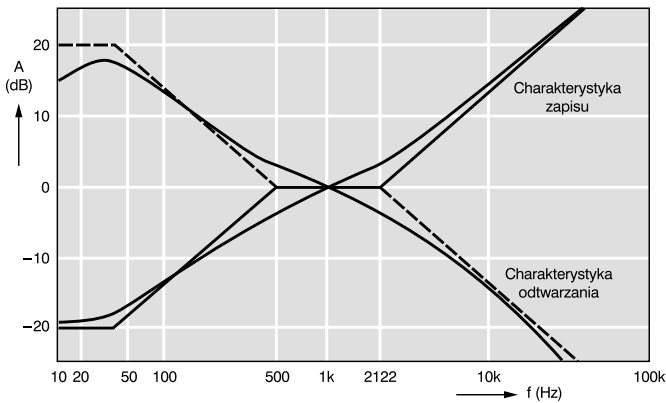
Schemat blokowy przedwzmacniacza przedstawiono na rys. 2. Każdy z dwu kanałów stereo jest dołączony do wejścia wzmacniacza dla wkładek z ruchomą cewką, możliwy do ominięcia zworami drutowymi, a dalej znajduje się standardowy wzmacniacz dla wkładek dynamicznych. Układ korekcji RIAA stanowi część tego ostatniego wzmacniacza.

Zauważmy, że w przypadku, gdy gramofon jest połączony



Parametry w skrócie

Czułość wejściowa (z ruchomą cewką) (dynamiczny)	około 0,2mV
Nominalny sygnał wyjściowy	200mV
Stosunek sygnał/szum (z ruchomą cewką)	78dBa (Rwe =750Ω)
(dynamiczny)	88dBa (wejście zwarte)
	70dBa (Rwe =25Ω)
	71dBa (wejście zwarte)



Rys. 1. Charakterystyki RIAA zapisu i odczytu.

z komputerem, wejście linii jest niedostępne dla innych zastosowań. Aby uniknąć kłopotów związanych z przełączaniem wtyków i gniazd, na wyjściu układu znajduje się przełącznik przełączający, powodujący, że kiedy przedwzmacniacz ruchomej cewki nie jest wykorzystywany, to wejście linii jest połączone bezpośrednio z odpowiednimi końcówkami karty dźwiękowej komputera.

Zasilacz dostarcza napięć $\pm 15V$ dla wzmacniaczy operacyjnych, jak również pojedynczego napięcia $+20V$ dla przełącznika. Poprzedza go filtr eliminujący przydźwięk i zakłócenia sieci.

cewkami K1 i K2, impedancja ma standardową wartość $47k\Omega$ - określoną niemal wyłącznie przez R1 i R8. Kondensatory C1 i C6 określają charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza pomiędzy $10kHz$ i $20kHz$, co oznacza, że ich wartości w pewnym stopniu zależą od typu stosowanej wkładki.

Wzmacniacze operacyjne IC1 i IC2 zostały wybrane ze względu na swoje bardzo małe współczynniki szumów, rozsądnie małe prądy polaryzacji i niskie poziomy nieznaczności wejściowego. Przy poziomie wyjściowym $200mV$ i zwartym wejściu, współczynniki sygnał/szum tych wzmacniaczy wynoszą $88dB$. W praktyce, szumy wzmacniacza powstają przede wszystkim w elemencie wkładki. Zauważmy, że rezystancja i indukcyjność typowego elementu dyna-

micznego wynoszą odpowiednio około 750 i $450mH$.

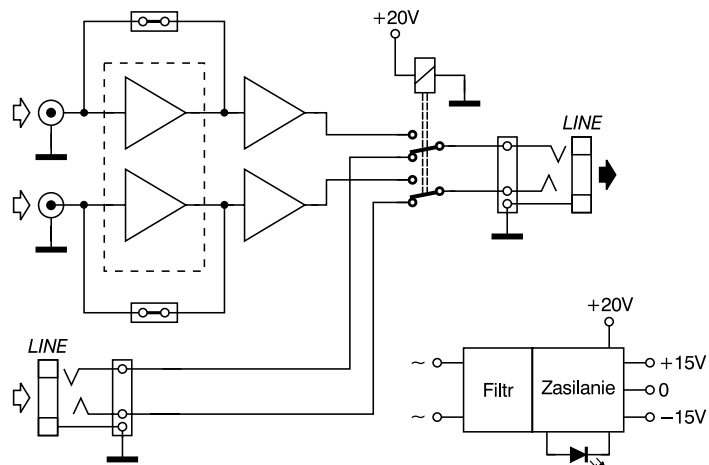
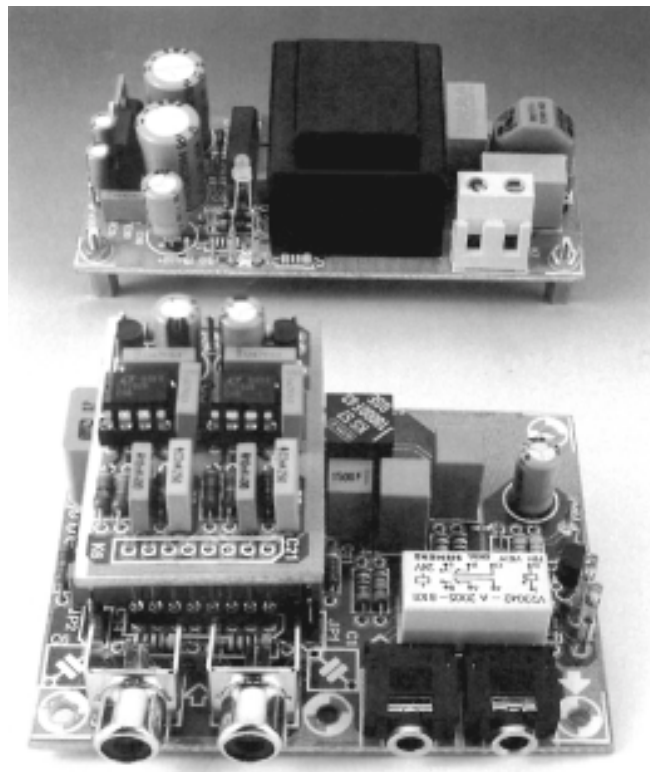
Wzmocnienie IC1 i IC2 przy $1kHz$ wynosi $40dB$. Obwód korekcji RIAA jest włączony w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego pomiędzy wyprowadzeniami 2 i 6. Kondensatory C5 i C10 odcinają składową stałą nierównoważenia, natomiast rezystory R6 i R13 chronią wzmacniacze operacyjne przed obciążeniami pojemnościowymi. Rezystory R7 i R14 zapewniają ładowanie C5 i C10 pod nieobecność obciążenia, co zapobiega nieprzewidzianym efektom przełączania.

Po włączeniu zasilania przełącznik Re1 zostanie pobudzony i połączy wyjścia wzmacniacza z gniazdem K3. Po wyłączeniu zasilania przełącznik wraca do położenia spoczynkowego i dodatkowe wejście (gniazdo K4) łączy się z gniazdem K3.

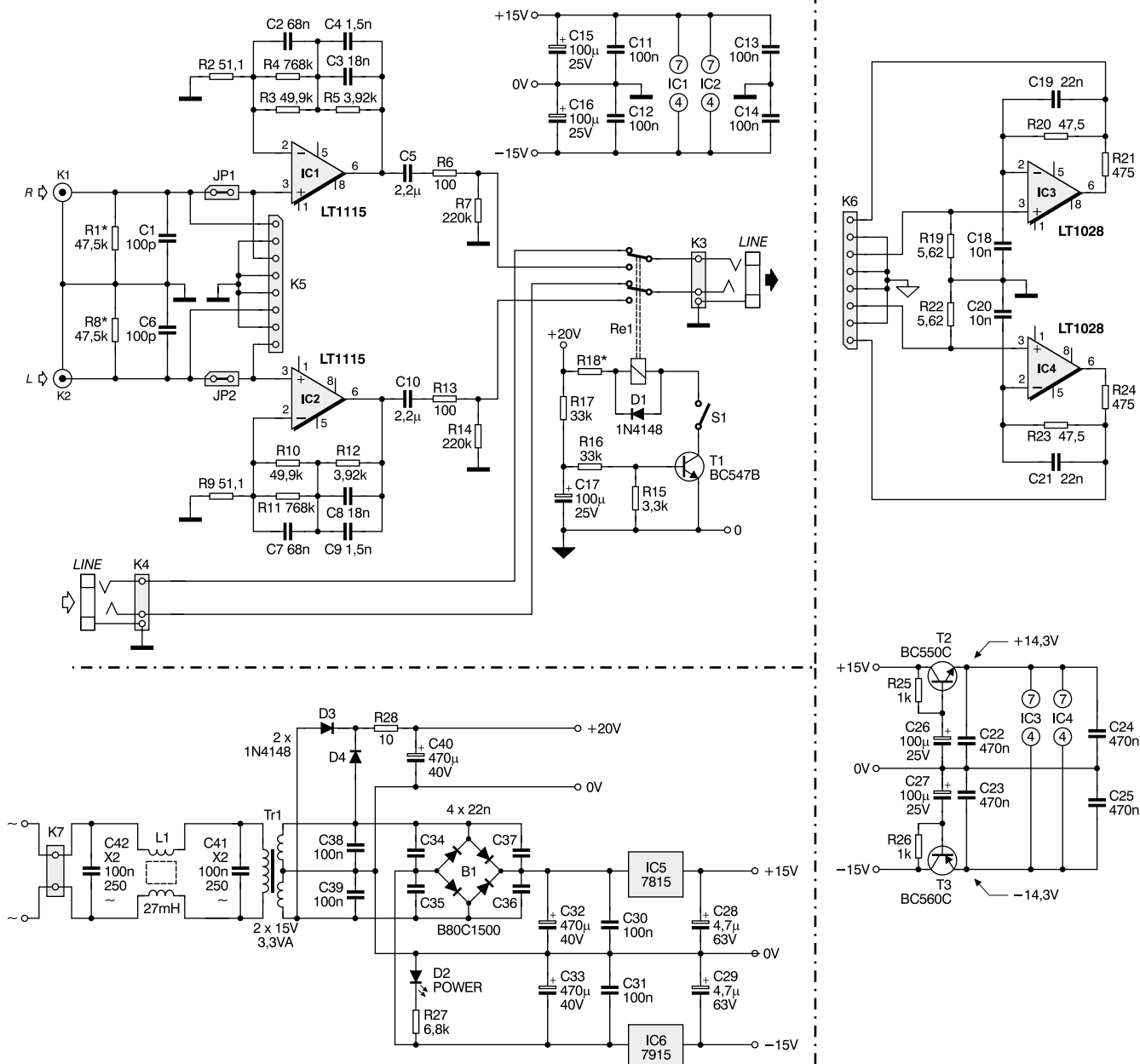
Dla uniknięcia trzasków i stuków włączenia, przełącznik jest pobudzony z pewnym opóźnieniem, które wprowadza kondensator C17 w bazie tranzystora T1. Rezystor R15 zapewnia, że przełącznik bezzwłocznie wraca do stanu spoczynkowego zapewniając, że zasilanie wzmacniaczy wyłączy się natychmiast.

Wyłącznik S1 służy do ręcznego przełączania przełącznika pomiędzy wzmacniaczami a końcówkami gniazda K4 bez potrzeby wyłączenia zasilania.

Korzystając z wkładki dynamicznej należy wstawić zwory JP1 i JP2. Wówczas część układu skupiona wokół IC3 i IC4 nie jest wykorzystywana i nie musi być wmontowywana.



Rys. 2. Schemat blokowy przedwzmacniacza.



Rys. 3. W schemacie ideowym przedwzmacniacza bez trudu można wydzielić trzy części.

Korzystając z wkładki z ruchomą cewką zwory JP1 i JP2 należy usunąć, a rezystory R1 i R8 zastąpić rezystorami 100Ω. Wzmacniacze IC3 i IC4 są włączone w tor sygnału poprzez złącza K5 i K6. Wzmacniacze te mają wzmocnienie około 10x.

Aby zapewnić mały współczynnik szumów, wartości rezystancji R19 i R22 są bardzo małe. Dla zapobieżenia nadmiernemu obciążeniu przez nie wzmacniaczy operacyjnych, w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego wstawiono dodatkowe rezystory (odpowiednio R21 i R24). Wynikającym stąd zawężeniu pasma w du-

żym stopniu zapobiega zastosowanie bardzo szybkich wzmacniaczy operacyjnych.

Kondensatory C18 i C20 tłumią sygnały w zakresie w.cz. Ponieważ impedancja wkładki z ruchomą cewką jest bardzo niska, wartości C1 i C6 są zbyt małe, czego skutkiem jest zbyt szerokie pasmo. Z tego powodu zawężają je kondensatory C19 i C21.

Zakłócenia wprowadzane poprzez linie zasilające do IC3 i IC4 są dodatkowo odsprzęgane przez żyratory T2 i T3.

Stabilizatory IC5 i IC6 dostarczają stabilizowanych napięć ±15V z tradycyjnego zasilacza sie-

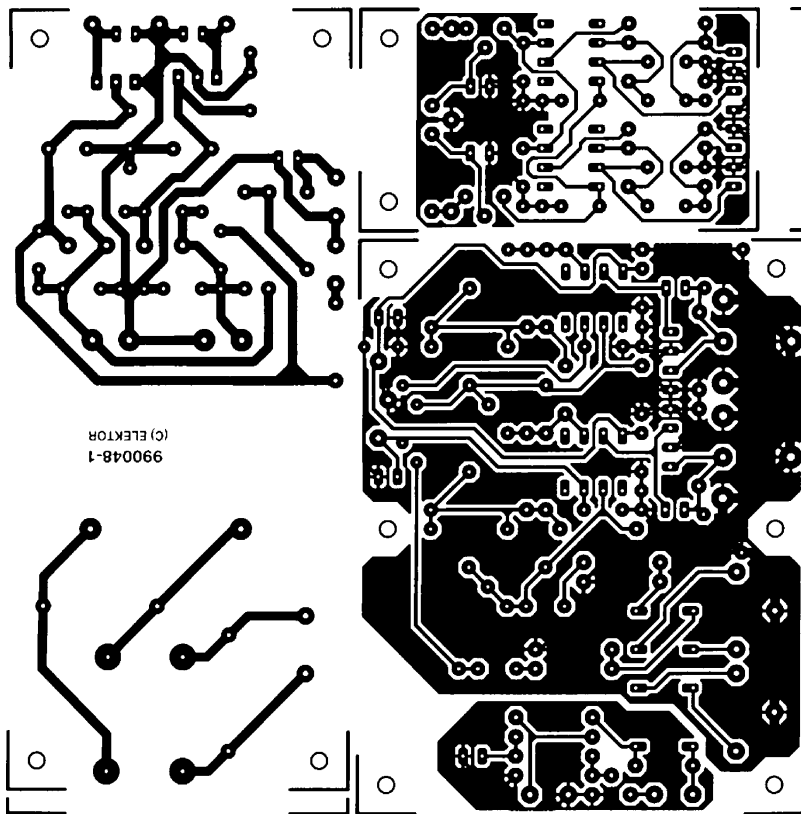
ciowego. Napięcie +20V (zasilanie przekaźnika) jest oddzielnie prostowane i wygładzane. Rezystor R28 z kondensatorem C40 zapewnia pewne filtrowanie tego napięcia.

Zauważmy, że z powodu małych napięć sygnałów, obwody

Tabela 1

Aby obniżyć wzmocnienie do 30dB, należy zmienić wartości następujących elementów na niżej wymienione.

- R2, R9 = 162Ω
- R3, R10 = 49,9kΩ
- R4, R11 = 845kΩ
- R5, R12 = 3,83kΩ
- C3, C8 = 0,02μF
- C4, C9 = 0,0012μF



Rys. 3. Projekt płytki drukowanej.

zasilania zawierają nieco więcej elementów odsprzęgających w.c.z. niż zazwyczaj. Ponieważ napięcie sieci w pobliżu komputera osobistego często nie jest zbyt „czyste“, na uzwojeniu pierwotnym transformatora sieciowego Tr1 przewidziano filtr sieciowy L1-C42.

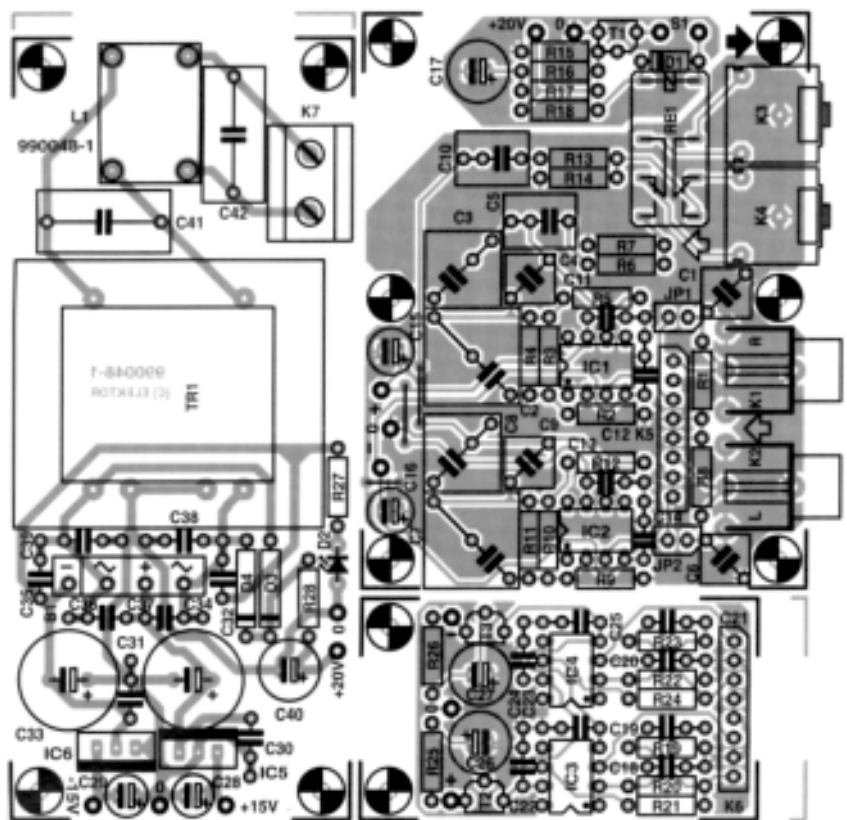
Dioda D2 jest wskaźnikiem włączenia/wyłączenia napięcia sieci.

Montaż

Przedwzmacniacz najlepiej zmontować na płytce drukowanej przedstawionej na **rysunku 4**. Płytkę tę składa się z trzech części, na które może być rozcięta. Jest to szczególnie zalecane w odniesieniu do zasilacza sieciowego, ponieważ ze względu na pola rozproszone wokół transformatorów sieciowych najlepiej umieszczać go możliwie jak najdalej od sekcji wzmacniacza.

Montaż nie powinien przedstawiać problemów przy założeniu, że będzie przebiegał w stałym i uważnym powiązaniu ze schematem i listą elementów. Tym niemniej, kilka punktów wymaga specjalnej wzmianki.

Wyjście elementu wkładki jest połączone z przedwzmacniaczem



Rys. 4. Płytkę drukowaną przedwzmacniacza została zaprojektowana tak, by umożliwić rozcięcie na dwie lub trzy części.

poprzez gniazda audio K1 i K2. Aby uzyskać najlepsze efekty należy zastosować gniazdo platerowane złotem.

Końcówki wejścia i wyjścia linii K3 i K4 są standardowymi gniazdami audio 3mm.

Zauważmy, że zastosowano przełącznik 24V, ponieważ pobiera mniejszy prąd niż typ 12-woltowy, co oznacza, że niepożądany wpływ tętnień tego prądu na przedwzmacniacz jest mniejszy.

Przełącznik wymaga napięcia wzbudzenia nie mniejszego niż 18V, a więc napięcie 20V przewidziane w tym projekcie jest wystarczające. Zastosowanie przełącznika innego typu niż wymieniony, może wymagać zmniejszenia pobieranego przez niego prądu poprzez zmianę wartości rezystancji rezystora R18. Zauważmy, że rezystor ten jest zbędny, jeśli zostanie użyty wymieniony już przełącznik (20-stykowy).

Tab. 1 przedstawia wartości elementów, które powinny być zmienione, jeśli wejście linii karty dźwiękowej komputera wymaga niższego poziomu.

Płytkę wkładki z ruchomą cew-

ką jest połączona z płytką głównego wzmacniacza poprzez 8-stykowe jednorzędowe (SIL) złącze K%, które w istocie jest połową gniazda układu scalonego. Może ono również, tak jak odpowiedni wtyk K6, składać się z 8 segmentów listwy końcówek stykowych. Obydwa złącza lub listwy są połączone ośmioma odcinkami izolowanego przewodu o średnicy 0,8mm o długości 15mm.

Aby uniknąć oddziaływania pomiędzy liniami sygnału i liniami zasilania płytki ruchomej cewki, te ostatnie wchodzi nie przez K6, a przez trzy dodatkowe końcówki lutownicze z tyłu płytki.

Jak już wspomniano wcześniej, wewnątrz komputera osobistego i obszar bezpośrednio go otaczający nie są całkiem wolne od zakłóceń. Dlatego zaleca się zamknąć przedwzmacniacz w metalowej, dobrze ekranowanej obudowie.

**Projektował T. Giesberts
EE [990048]**

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Elektor Electronics".

Editorial items appearing on pages 11..19 are the copyright property of (C) Segment B.V., the Netherlands, 1998 which reserves all rights.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R6: 47,5k Ω lub 100 Ω (patrz opis w tekście)
R2, R9: 51,1 Ω
R3, R10: 49,9k Ω
R4, R11: 768 Ω
R5, R12: 3,92k Ω
R6, R13: 100 Ω
R7, R14: 220k Ω
R15: 3,3k Ω
R16, R17: 33k Ω
R18: patrz opis w tekście
R19, R22: 5,62k Ω
R20, R23: 47,5 Ω
R21, R24: 475 Ω
R25, R26: 1k Ω
R27: 6,8k Ω
R28: 10 Ω

Kondensatory

C1, C6: 100pF/63V, 1%
C2, C7: 0,068 μ F/63V, 1%
C3, C8: 0,018 μ F/63V, 1%
C4, C9: 0,0015 μ F/63V, 1%
C5, C10: 2,2 μ F, poliestrowe metalizowane, rozstaw 5mm lub 7,5mm
C11..C14, C30, C31, C36, C38: 0,1 μ F
C15..C17, C26, C27: 100 μ F/25V, stojące
C18, C20: 0,01 μ F
C19, C21: 0,022 μ F
C22..C25: 0,47 μ F
C28, C29: 4,7 μ F/63V, stojące

C32, C35: 470 μ F/40V, stojące
C34..C37: 0,022 μ F, ceramiczne
C40: 100 μ F/40V, stojący
C41, C42: 0,1 μ F/250VAC, klasy X₂

Półprzewodniki

B1: B80C1500 (prosty)
D1: 1N4148
D2: LED, zielona, wysokosprawna
D3, D4: 1N4002
IC1, IC2: LT1115CN6 (Linear Technology)
IC3, IC4: LT1028CN8 (Linear Technology)
IC5: 7815
IC6: 7915
T1: BC547B
T2: BC550C
T3: BC560C

Różne

JP1, JP2: 2-stykowe bloki końcówek izwory
K1, K2: gniazda audio, do druku
K3, K4: gniazda audio 3,5mm, do druku (w tekście - 3mm)
K5, K6: 8-stykowe złącze jednorzędowe (SIL, patrz opis w tekście)
K7: 2-stykowy blok końcówek, do druku, rozstaw 7,5mm
L1: 2x27mH, 400mA, 250VAC
Re1: przekaźnik 24V, 2,2k Ω
S1: wyłącznik jednobiegunowy
Tr1: transformator sieciowy, 2 x 15V po stronie wtórnej, 3,3VA