

Bezprzewodowe łącze gitarowe

**AVT
5347**

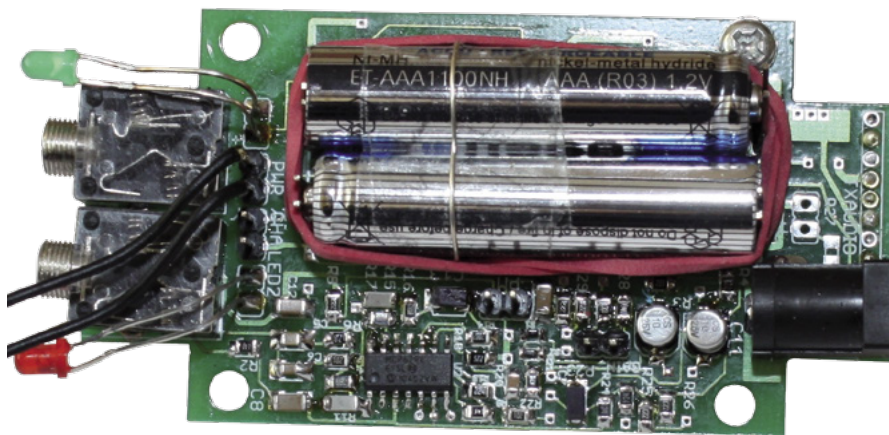

Muzyk z gitarą podpięty grubym kablem do wzmacniacza to nierzadki widok na scenie. Ale coraz częściej od tego kabla udaje się uwolnić zamieniając tradycyjne łącze przewodowe na radiowy tor transmisyjny. Proponujemy wykonanie takiego łącza, za pomocą którego można połączyć ze wzmacniaczem jednocześnie gitarę i mikrofon i uzyskać zasięg na odległość do 10 metrów. Konstrukcja bazuje na fabrycznych modułach radiowych, dzięki czemu jest dosyć prosta i nie sprawia problemów charakterystycznych dla układów radiowych.

Rekomendacje: łącze zastępując kabel do wzmacniacza pozwala muzykowi na większą swobodę na scenie; może się ono przydać nie tylko gitarzystom, ale również np. wokalistom czy przy organizowaniu występów na scenie.

Bezprzewodowe łącze gitarowe składa się z dwóch części: nadajnika zasilanego z akumulatora, który mocuje się w pobliżu instrumentu oraz odbiornika dołączanego do wejścia generatora efektów dźwiękowych lub z jego pominięciem – wprost do wzmacniacza. Obie części mają anteny wbudowane do wnętrza obudowy i nie mają żadnych elementów regulacyjnych. Tor radiowy zestawiany jest automatycznie, dane transmitowane są cyfrowo w dwóch kanałach w paśmie 2,4 GHz.

Nadajnik

Do budowy nadajnika zastosowano moduł radiowy TX-Audio firmy Aurel dostępny w ofercie TME. Zawiera on wszystkie niezbędne elementy: filtr antyaliasingowy, przetwornik analogowo – cyfrowy, kodek, kompletny tor radiowy z anteną oraz mikrokontroler sterujący torem radiowym. Moduł został zmontowany na małej płytce drukowanej o wymiarach 45 mm×16 mm i do pracy wymaga dostarczenia analogowego sygnału audio oraz zasilania.



Zasilanie. W bezprzewodowym torze gitarowym nadajnik musi być zasilany z akumulatora, a współpracujący z nim zasilacz musi dostarczyć stabilizowanego i dobrze odfiltrowanego napięcia wyjściowego. W użytej obudowie o wielkości paczki papierosów nie ma dużo miejsca dla akumulatora, przez co układ zasilacza nie może być zwykłym stabilizatorem liniowym. Moduł nadajnika TX Audio zasilany jest napięciem 5 V i w trybie aktywnym pobiera (niestety) około 100 mA prądu. To dość dużo, więc aby czas pracy bez ładowania był jak najdłuższy, konieczne jest użycie konwertera DC/DC o dużej sprawności. Na **rysunku 1** pokazano schemat nadajnika. Źródłem energii są dwa połączone szeregowo ogniwa NiMH o wielkości R3 (AAA) i pojemności około 600 mAh. Zostały one wybrane, gdyż są tanie, łatwo dostępne i co ważne mieszczą się w proponowanej obudowie.

Napięcie z akumulatora konwertowane jest w górę za pomocą układu MAX1674. To popularny na rynku układ konwertera zasilającego współpracującego z bateriami, o dużej sprawności (94%) i wysokiej wydajności (200 mA), wymagający do działania dosłownie kilku elementów pasywnych, z których najważniejszy jest dławik L1.

U1 zawiera także układ komparatora pozwalającego na zbudowanie wskaźnika rozładowanej baterii. Gdy napięcie na wejściu LBI obniży się poniżej progowej wartości 1,3 V, wyjście LBO zostaje wyzerowane. Ustalając za pomocą rezystorów R3 i R4 próg zadziałania dla napięcia na akumulatorze rzędu 2 V ustala się typowe warunki sygnalizacji 1 V na ogniwo. Tranzystor T1 z zieloną diodą LED dołączoną do wyjściowego napię-

W ofercie AVT *
AVT-5347 A
AVT-5347 B
Podstawowe informacje:

- Transmisja sygnału audio w 2 kanałach (np. dla gitary i mikrofonu).
- Zasilanie: odbiornik zasilany z urządzenia stacjonarnego, nadajnik z 2 akumulatorów AA.
- Czas pracy nadajnika: około 3 godzin.
- Zasięg: 8 do 10 m (zależnie od warunków otoczenia).
- Obudowa nadajnika i odbiornika: z tworzywa sztucznego, o wymiarach 90 mm×60 mm×40 mm.
- Łatwa budowa, brak konieczności strojenia toru radiowego.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12927, pass: 632vmew5

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

AVT-5324 Bezprzewodowy link audio (EP 1/2012)

AVT-5323 Piecyk gitarowy (EP 12/2011)

AVT-5227 Bezprzewodowy stereofoniczny link audio (EP 3/2010)

AVT-5215 Cyfrowy efekt gitarowy EP 12/2009)

AVT-2772 Lampowy wzmacniacz gitarowy (EdW 12/2005)

AVT-435 Prosty wzmacniacz do ćwiczeń gry na gitarze (EP 7/2005)

AVT-314 Efekt tremolo - vibrato (EP 12/1996)

AVT-313 Gitarowa kaczka (EP 11/1996)

AVT-306 Chorus gitarowy (EP 10/1996)

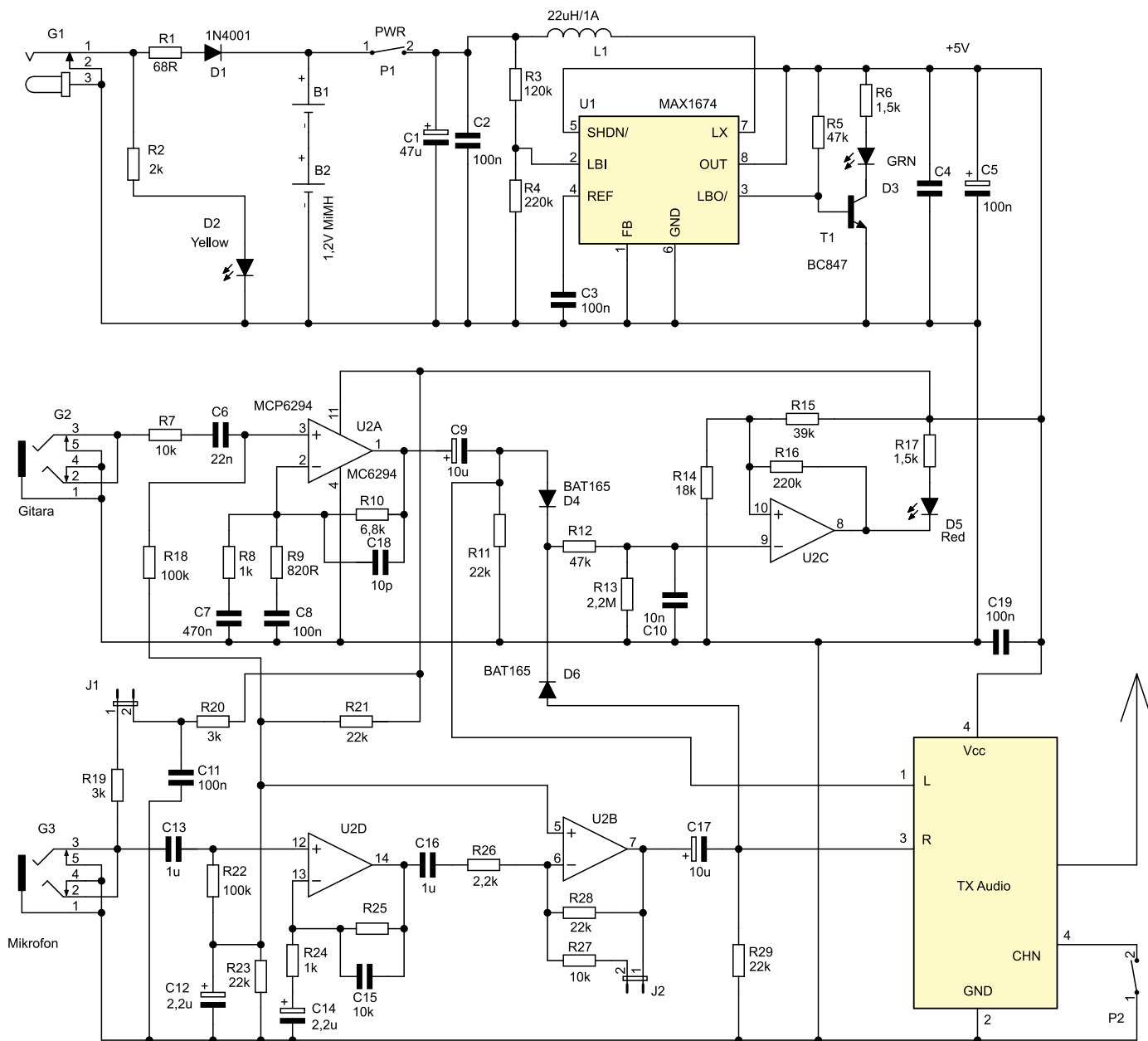
AVT-304 Gitarowa bramka szumów (EP 7/1996)

* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie posiada obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
oprogramowanie (nie często spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć klikając w link umieszczony w opisie kitu)

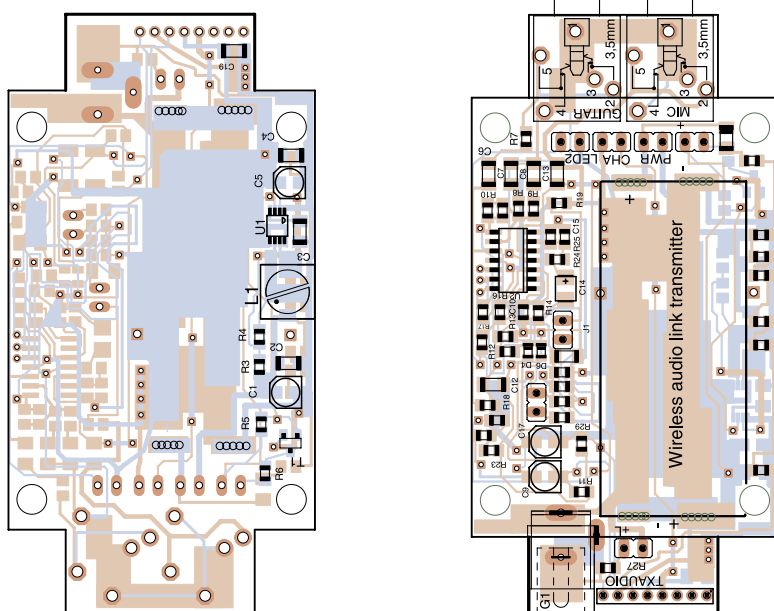
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja posiada załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C)
<http://sklep.avt.pl>

cia 5 V i sterowany z wyjścia LBO zapewnia, że świecenie diody oznacza, iż napięcia na akumulatorze i wyjściowe są prawidłowe.

Na szczęście zgaśnięcie diody nie oznacza, że układ przestaje działać. MAX 1674



Rysunek 1. Schemat ideowy nadajnika



Rysunek 2. Schemat montażowy płytki nadajnika

startuje już przy napięciu wejściowym ok. 1 V, co znaczy, że po zgaszeniu LED układ będzie jeszcze pracował przez pewien czas i konwerter jest w stanie maksymalnie wykorzystać energię zawartą w ogniwach. A więc zgaszona dioda to znak, że akumulator wkrótce się wyczerpie.

Ładowanie akumulatora

Niestety w obudowie nadajnika nie ma dużo miejsca. Dwa akumulatory, płytka nadajnika, płytka bazowa ze złączami i przełącznikami dość ciasno wypełniają dostępną przestrzeń i dodanie ładowarki nie jest zadaniem banalnym. Oparcie jej na zwykłym układzie stabilizatora liniowego jest problematyczne z uwagi na wydzielające się ciepło, którego nie ma jak odprowadzić, bo na radiator miejsca po prostu tam nie ma. Z kolei wydajne, scalone ładowarki impulsowe nie są tanie i łatwe do kupienia oraz najczęściej dopasowane

do ogniw litowo-jonowych. Stąd zaproponowane rozwiązanie ładowania jest bardzo proste. Wykorzystuje ono zasilacz stabilizowany 9 V z minusem na bolcu, a więc taki standardowy element dla efektów gitarowych, jako źródło energii. Prąd ładowania ograniczany jest do wartości poniżej 0,1 C i nie ma żadnych innych układów kontrolnych. Oznacza to, że ładowanie nadzorowane jest przez użytkownika, który powinien je przerwać po ok. 12 godzinach. Mała wartość prądu zapobiega przeładowaniu akumulatorów. Rezystor R1 został wykonany w postaci 7 szeregowo połączonych elementów SMD, co pozwala rozprzyszczyć wymaganą moc bez zajmowania miejsca.

Taka ładowarka z pewnością nie jest optymalna i ma zły wpływ na trwałość ogniw, ale ceny akumulatorów paluszkowych są dzisiaj tak niewielkie, że pojawiają się wątpliwości, czy jest sens walczyć za każdą cenę o ich długi okres eksploatacji, czy po prostu lepiej je z czasem wymienić na nowe. Ponadto, wiele osób ma w domu jakąś ładowarkę akumulatorów, często też ogniowa zasilającą kupuje się z nią w komplecie. Można zatem próbować te elementy wykorzystać, rezygnując z R1 i wyprowadzając zaciski akumulatora bezpośrednio na gniazdo G1 i podłączać nadajnik nie do zasilacza ale do zewnętrznej ładowarki.

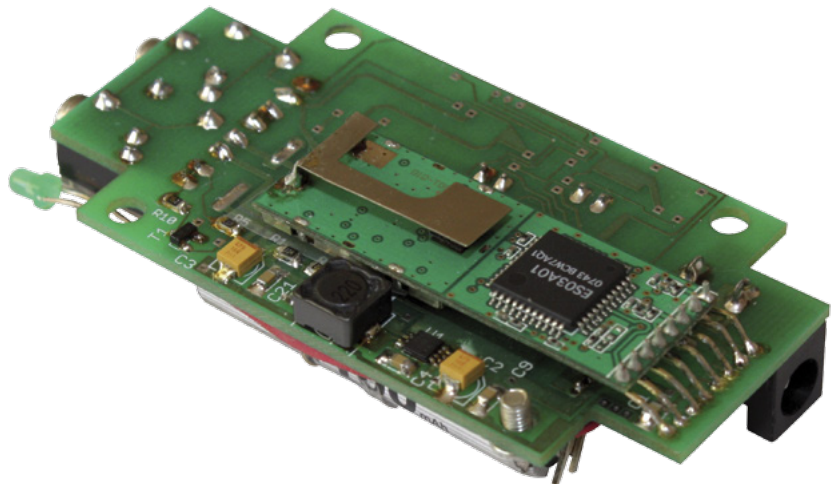
Formowanie sygnału audio

Moduł nadajnika TX Audio wymaga podania na wejście sygnału o wartości szczytowej 2 V. Umożliwia przy tym transmisję sygnału stereofonicznego. Producent nie ma w ofercie wersji monofonicznej, dlatego jest celowe wykorzystanie obu kanałów, skoro są dostępne. Aby jak najlepiej wykorzystać zakres dynamiczny wejściowego przetwornika A/C w nadajniku napięcie ze źródła sygnału musi także zostać poddane kondycjonowaniu. Sygnał nie może być zbyt niski, bo ucierni na tym stosunek sygnału do szumu, a przy zbyt wysokim poziomie pojawi się przesterowanie i wzrosną zniekształcenia.

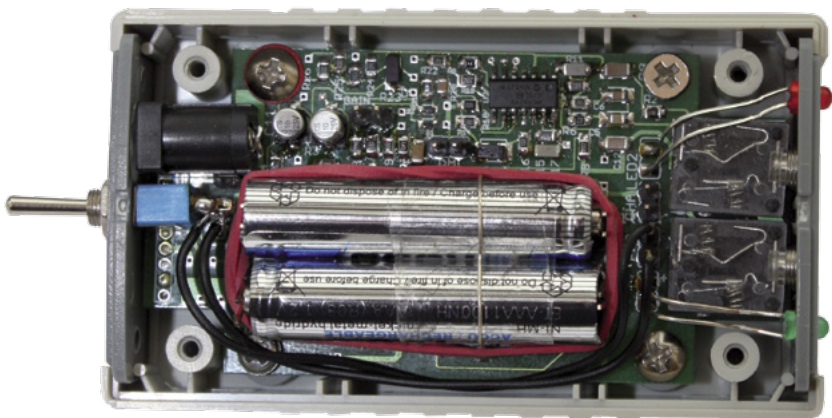
Sygnał wyjściowy z gitary nie ma zdefiniowanego poziomu, ale pomiary czterech różnych instrumentów pokazały, że w zależności od zastosowanych przetworników napięcie z gitary elektrycznej waha się w okolicy 200 mV (wartość szczytowa) lub 300 mV dla instrumentu z przetwornikiem aktywnym. Konieczne jest zatem jego dziesięciokrotne wzmocnienie.

Układ kondycjonowania dla gitary zbudowano z użyciem poczwórnego wzmacniacza operacyjnego MCP6294 firmy Microchip. Pozwala on na pracę z niskim napięciem zasilania, ma niskie szumy i pracuje w całym zakresie napięć zasilania (rail-to-rail). Część U2A wzmacnia sygnał z gitary, który następnie jest kierowany do wejścia lewego kanału modułu nadajnika.

Prawy kanał wykorzystano dając możliwość podłączenia mikrofonu i korzystania z niego jednocześnie z instrumentem. Do



Fotografia 3. Widok płytki nadajnika od dołu – widoczne są elementy zasilacza i modułu nadajnika



Fotografia 4. Widok nadajnika zmontowanego w obudowie – widać akumulatory i złącza

togo celu wykorzystane zostały kolejne dwie części U2, z których pierwszy wzmacniacz ma ustalone wzmocnienie na poziomie ok. 10 V/V, a drugi wzmocnienie ok. 10 lub 5 V/V przełączanych jumperem J2. Dodatkowo za pomocą jumpersa J1 można zasilić mikrofon pojemnościowy na zaciskach wejściowych.

Wskaźnik przesterowania. Napięcie podawane do nadajnika jest sumowane za pomocą diod D4 i D6 i podawane na czwarty wzmacniacz operacyjny pełniący funkcję komparatora. Jego wejście nieodwracające jest spolaryzowane napięciem ok. 1,8 V, a rezystor R16 zapewnia niewielką histerezę działania. Gdy napięcie szczytowe w dowolnym kanale osiągnie 1,8 V, zaświeci się czerwona dioda D5 dołączona do wyjścia komparatora sygnalizując możliwość przesterowania nadajnika. Taka sygnalizacja pozwala na precyzyjne wyregulowanie podawanego z instrumentu sygnału potencjometrem w gitarze lub dobrania wzmocnienia przedwzmacniacza mikrofonowego, aby uzyskać optymalne warunki dla działania nadajnika.

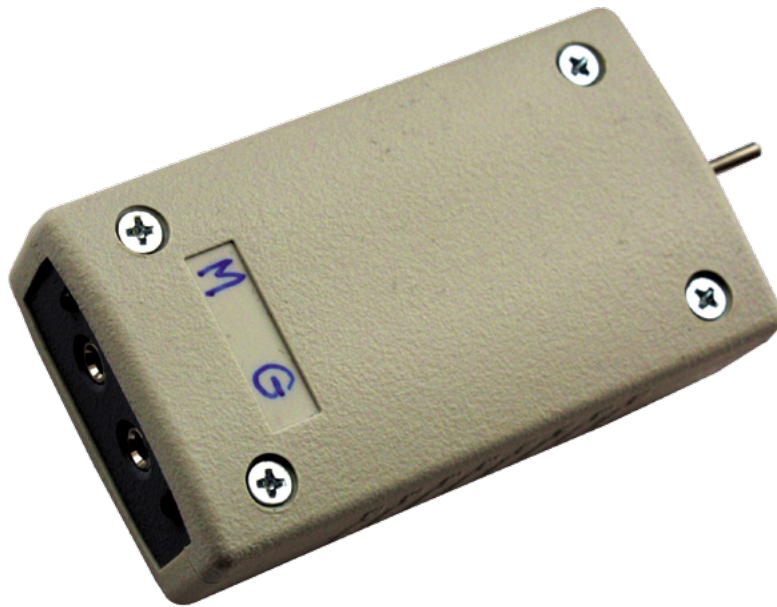
Montaż nadajnika

Schemat montażowy nadajnika pokazano na rysunku 2. Z uwagi na dość duży stopień upakowania elementów na płytce

wykorzystano komponenty montowane powierzchniowo. Nie zawsze opisy udało się umieścić dokładnie w bezpośrednim sąsiedztwie, dlatego podczas montażu trzeba uważać na pomyłki i wspomagać się schematem oraz fotografiami. Kolejność lutowania elementów jest w zasadzie dowolna, ale najwygodniej jest zacząć od najmniejszych na stronie górnej płytki, a następnie wlotować układ U1 i resztę podzespołów od strony dolnej. Na początku nie montujemy płytki z nadajnikiem, gdyż zanim to nastąpi warto podłączyć baterie lub zasilacz warsztatowy (2,5 V), sprawdzić działanie zasilacza – 5 V na wyjściu, napięcie na wyjściach wzmacniaczy A, B i D (2,5 V). Potem można podłączyć gitarę, sprawdzić działanie wskaźnika przesterowania – napięcie na 10. końcówce U2C powinno być ok. 1,8 V.

Gdy wszystko działa poprawnie, można wlotować moduł nadajnika, akumulatory i po włączeniu skontrolować czy zasilanie 5 V dalej jest, a prąd pobierany z akumulatora wynosi około 200 mA. Całość konstrukcji przypomina „kanapkę” taką jak widać na zdjęciach.

Nadajnik można wlotować w płytkę bezpośrednio wyginając jego złącze goldpin w kształcie litery L, co jest wygodne i zalecane lub użyć złącza pośredniego (fotogra-

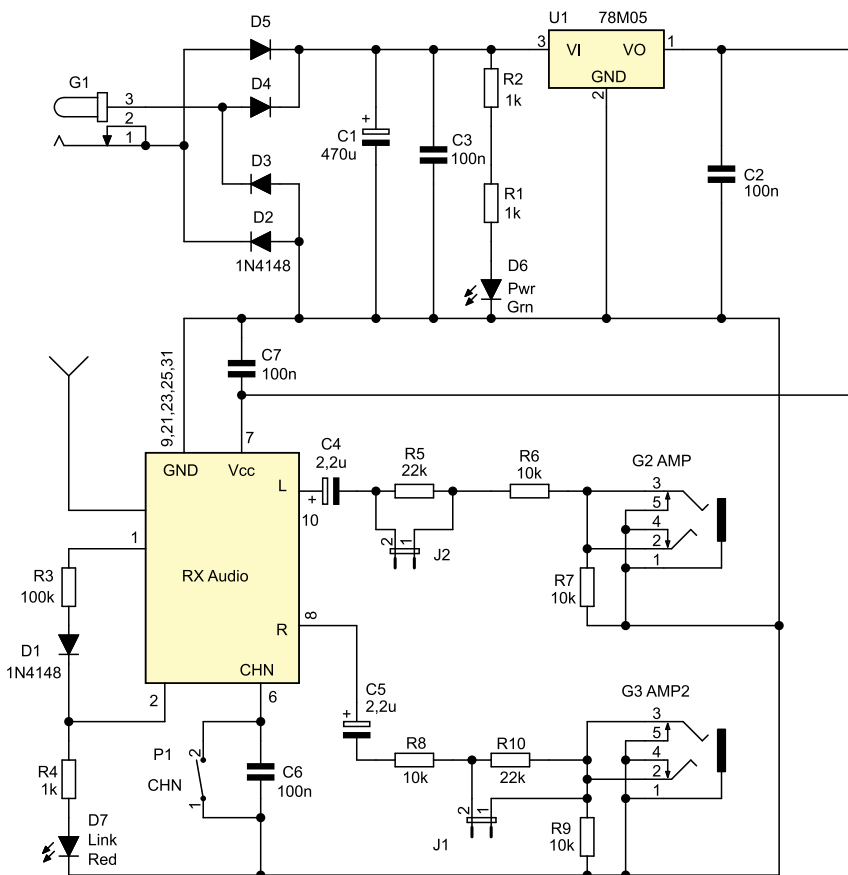


Fotografia 5. Widok nadajnika zamkniętego w obudowie

fia 3). Ale miejsca nie ma wiele i jeśli nadajnik będzie za bardzo odstawał od płytki bazowej, obudowa nie da się zamknąć.

Drobna uwaga dotyczy jeszcze montażu akumulatorów, które montuje się bez użycia koszyka. Nie ma na niego miejsca i dlatego ogniwa leżą bezpośrednio na płytce i są przytrzymywane opaską z przewodu i owinięte taśmą izolacyjną. Niemniej kontakty jakos trzeba zrealizować i to najlepiej bez lutowania przewodów do ogniw. W modelowym

układzie w płytkę wlutowano pionowe druciki z goldpinów, które ciasno dotykają do biegunów akumulatorów i całość ściągnięto gumką recepturką (fotografia 4). We wcześniejszym modelu akumulatory dociśnięte były rurą termokurczliwą z zamiast goldpinów wykorzystano blaszki ze starej baterii „płaskiej”. To rozwiązanie też się sprawdziło. Na fotografii 5 pokazano kompletny, zmontowany nadajnik zamknięty w obudowie z tworzywa sztucznego.



Rysunek 6. Schemat ideowy odbiornika

Wykaz elementów

Nadajnik

Rezystory: (SMD 0805)

- R1: 70 Ω (7 rezystorów 10 Ω połączonych szeregowo)
- R2: 2 kΩ
- R3: 120 kΩ
- R4: 220 kΩ
- R5, R12L 47 kΩ
- R6: 1,5 kΩ
- R7, R25, R27: 10 kΩ
- R8, R24: 1 kΩ
- R9: 820 Ω
- R10: 6,8 kΩ
- R11, R21, R23, R28, R29: 22 kΩ
- R13: 2,2 MΩ
- R14: 18 kΩ
- R15: 39 kΩ
- R16: 220 kΩ
- R17: 1,5 kΩ
- R18: 100 kΩ
- R19, R20: 3 kΩ
- R26L 2,2 kΩ

Kondensatory: (SMD 0805)

- C1, C5: 47 μF/16 V (elektrolit., SMD)
- C2...C4, C8, C11, C19: 100 nF
- C6: 22 nF
- C7: 470 nF
- C9, C17: 10 μF/16 V (elektrolit., SMD)
- C10: 10 nF
- C12, C14: 2,2 μF (tantalowy obudowa „A”)
- C13, C16: 1 μF
- C15, C18: 10 pF

Półprzewodniki:

- D1: 1N4001
- D2: LED 3 mm żółta
- D3: LED 3 mm zielona
- D5: LED 3 mm czerwona
- D4, D6 –BAT165 (lub podobna Schottky)
- U1: MAX1674
- U2: MCP 6294
- T1: BC847

Inne:

- G2, G3: złącza Jack stereo 3,5 mm do druku
- G1: gniazdo zasilające 1,5 mm
- L1: dławik 7×7 mm 22 μH/1 A
- J1, J2: jumper
- TX Audio: moduł nadajnika TX Audio Aurel
- P2: TACT Switch
- P1: przełącznik dźwigniowy
- Obudowa plastikowa ABS o wymiarach 90 mm×60 mm×40 mm

Odbiornik

Rezystory: (SMD 0805)

- R1, R2: 1 kΩ
- R3: 100 kΩ
- R4: 1 kΩ
- R5, R10: 22 kΩ
- R6...R9: 10 kΩ

Kondensatory: (SMD 0805)

- C1 – 470 μF/16 V
- C2, C3, C6, C7: 100 nF
- C4, C5: 2,2 μF (tantalowy obudowa „A”)

Półprzewodniki:

- D1... D5 – LL4148 (MINI MELF)
- D7: LED 3mm czerwona
- D6: LED 3mm zielona
- U1: 78M05

Inne:

- G1: gniazdo zasilające 1,5 mm
- G2, G3: złącza Jack stereo 3,5 mm do druku
- J1, J2: jumper
- P1: TACT Switch
- RX Audio – moduł odbiornika RX Audio Aurel
- Złącze kątowe 32 pinów, raster 2 mm
- Obudowa plastikowa ABS o wymiarze 90 mm×60 mm×40 mm



Po szczęśliwym opanowaniu budowy nadajnika tym można przejść do odbiornika, który jest znacznie łatwiejszy do wykonania.

Odbiornik

Układ odbiornika RX Audio firmy Aurel zawiera wszystkie niezbędne obwody konieczne do dekodowania sygnału i tym samym zadanie konstruktora sprowadza się w tym przypadku do dostarczenia zasilania i wyprowadzenia sygnałów wyjściowych na gniazda wyjściowe. Na płycie odbiornika jest też antena w postaci linii paskowej. Widać to wyraźnie na schemacie pokazanym na **rysunku 6**. Elementy współpracujące z modułem to wskaźnik synchronizacji toru radiowego dołączony do końcówek 1 i 2 z czerwoną diodą LED, przycisk opcjonalnej zmiany kanału, gdyby na wybranym automatycznie były zakłócenia oraz wyjście liniowe na pinach 8 i 10.

Ponieważ sygnał wyjściowy z modułu odbiornika ma dość duży poziom w porównaniu do sygnału z gitary i może dla współpracującego wzmacniacza okazać się zbyt wysoki, podawany jest on na gniazda wyjściowe poprzez dzielnik rezystorowy. Dodatkowo ma on możliwość zmiany stopnia podziału jumperami. Założenie zwory zwiększa oczywiście wartość sygnału na wyjściu i podczas prób z gotowym urządzeniem należy po prostu dopasować poziom do najbardziej optymalnej wartości wysterowania.

Moduł odbiornika zasilany jest stabilizowanym napięciem +5 V dostarczanym przez trójkońcówkowy stabilizator. Napięcie wejściowe przechodzi przez mostek Graetza, dzięki czemu nie ma problemu z dopasowaniem biegunowości. Trudno rozstrzygnąć, z jakiego zasilacza układ będzie zasilany, być może ktoś z wykonujących ten tor zdecyduje się na wyprowadzenie zasilania bezpośrednio ze wzmacniacza, inna osoba może chcieć spaść odbiornik z *pedal boardem*. Niestety, ogromna większość przystawek gitarowych jest zasilana napięciem ujemnym. To znaczy, na bolec gniazda podawany jest minus, sprzęt konsumencki raczej ma na w tym miejscu plus, stąd dodanie mostka prostowniczego jest sporym krokiem w kierunku uniwersalności.

Montaż odbiornika

Schemat montażowy płytki odbiornika zamieszczono na **rysunku 7**. Zamontowano go w takiej samej obudowie jak nadajnik. Niemniej, w tym przypadku elementów jest znacznie mniej i tym samym problemy z upakowaniem całości w małym pudełeczku nie są dotkliwie.

Konstrukcja składa się z płytki bazowej, na której zamontowane są gniazda zasilające, wyjściowe oraz zasilacz. Równoległe do niej montuje się płytkę odbiornika w taki sposób, że antena skierowana jest na zewnątrz (patrz **fotografia 8**). Dostęp do jumperów i podłą-

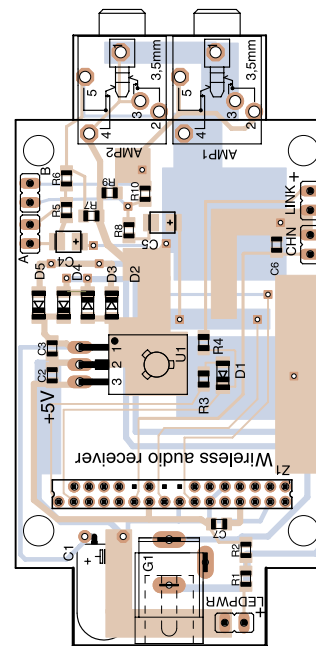
czenie dla przycisku zmiany kanału i diody sygnalizującej synchronizację wykonuje się za pomocą przewodu, gdyż moduł odbiornika ma dość dużą szerokość i miejsca nie ma wiele. Poza tym takie rozwiązanie odsuwa od anteny niepotrzebne elementy metalowe.

Montaż elementów na płytce bazowej nie jest problemem. Ważne jest tylko, aby wszystko co tam zamontujemy było płasko położone bo miejsca pomiędzy bazą, a płytką odbiornika nie ma wiele (ma on wymiary 47 mm×32 mm). Uwagi wymaga tylko montaż modułu odbiornika, gdyż korzysta on z nietypowego złącza o rastrze 2 mm i wymaga kąтового gniazda do montażu przewlekłego, które niełatwo kupić. W wersji modelowej wykorzystane zostało takie gniazdo w wersji SMD, dla którego górny rząd pinów został połączony z płytką bazową drucikami.

Uruchomienie odbiornika należy wykonać przed włożeniem modułu odbiornika w złącze. Wystarczy sprawdzić czy napięcie zasilania jest poprawne, bo poza tym nie ma żadnych potencjalnych problemów poza pomyłkami.

Uruchomienie

Po włączeniu zasilania dla nadajnika i odbiornika tor radiowy powinien się automatycznie zsynchronizować, czerwona LED w odbiorniku będzie się wtedy świecić. Można wówczas podłączyć gitarę, wyregulować poziom sygnału potencjometrem w instrumencie czerwona LED sygnalizująca przesterowanie zaświecała się incydentalnie. Poza tym układ powinien działać bez dodatkowych zabiegów i nie wymaga regulacji. Zasięg układu modelowego, a więc dystans, przy którym synchronizacja toru radiowego była 100-procentowa, nawet podczas szybkich ruchów gitarzysty wynosił 8...10 metrów w zależności, jak dobrze „widziały się” anteny. W bardziej stacjonarnych warunkach zasięg był oczywiście nieco lepszy. Stąd warto umocować odbiornik rzepem do obudowy



Rysunek 7. Schemat montażowy płytki odbiornika

wzmacniacza a nie położyć go na podłodze w płątanie kabli.

Zapewne po podłączeniu anteny zewnętrznej np. od sieci WLAN do płytki odbiornika zasięg znacznie by wzrósł. Taka możliwość jest, bo na module odbiornika widoczne są wszystkie piny i samo podłączenie anteny do wejścia kablem koncentrycznym dałoby się zrobić, ale to już wyższa szkoła jazdy polecana osobom, które coś wiedzą o układach radiowych.

Zastosowane akumulatory pozwalają na użytkowanie nadajnika przez około 3 godziny przy pełnym naładowaniu. Nie jest to długo, ale w praktyce wystarcza. Niestety moduł nadajnika pobiera sporą moc (100 mA przy 5 V) i jeśli komuś zależy na wydłużeniu czasu pracy, powinien pomyśleć o ogniwach większej pojemności i niestety, także o większej obudowie.

Robert Magdziak



Fotografia 8. Płytkę odbiornika zamontowaną w obudowie. Moduł odbiornika zamontowany jest równoległo do płyty bazowej