

6-kanalowy wzmacniacz mocy AVT-975

Epokę kina niemego mamy już dawno za sobą. Obecnie już nawet zwykła, 2-kanalowa stereofonia może jedynie wzbudzić uśmiech politowania zagorzałych fanów kina domowego. Nie ma co, pora wziąć się do roboty.

Rekomendacje:

wykonanie wzmacniacza proponujemy miłośnikom filmów oglądanych w kinie domowym, potrafiących też władać lutownicą.



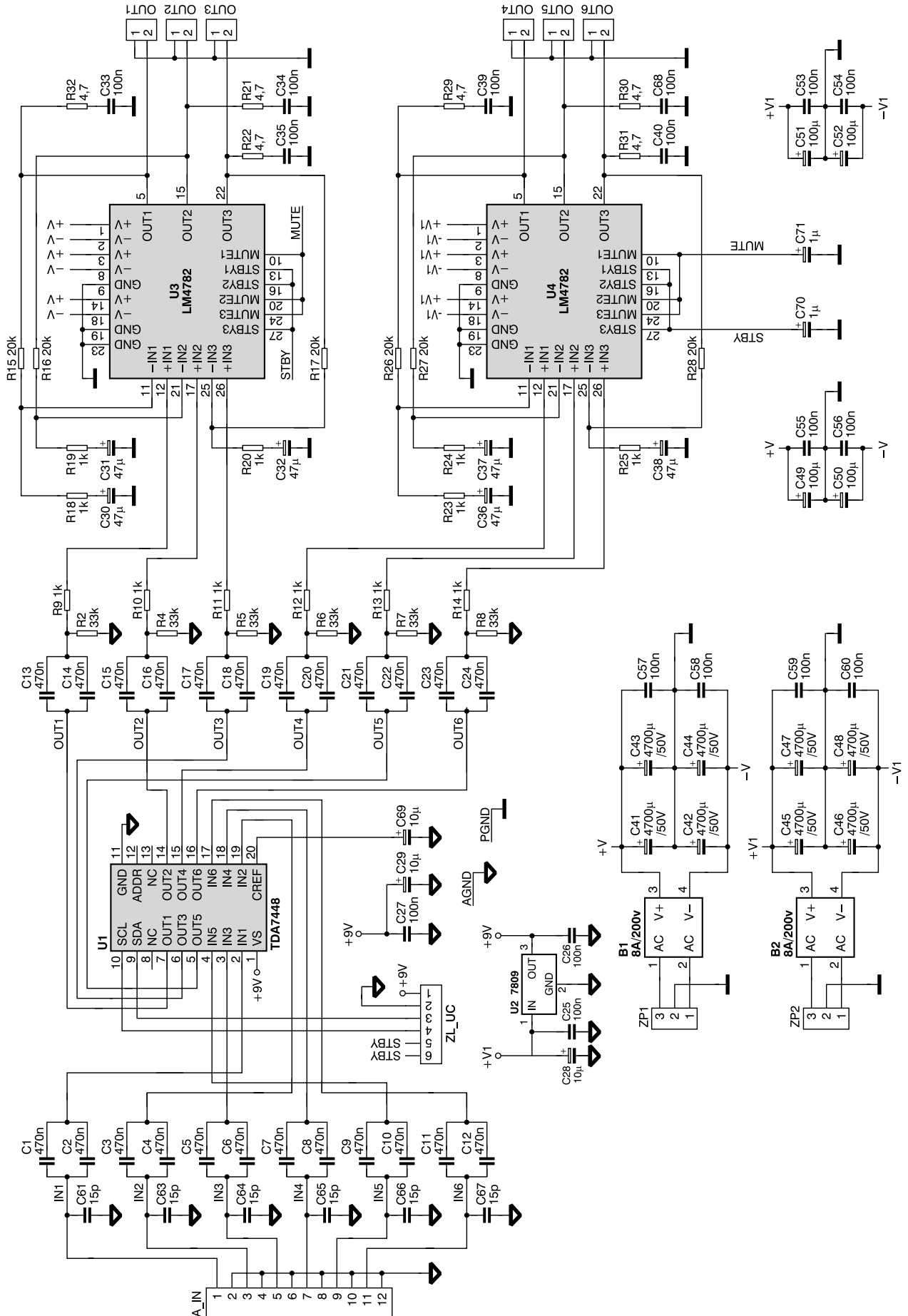
sji AC3 stosowanej w najbardziej popularnym formacie surround Dolby Digital. Uzyskanie wielokanałowego sygnału nie wymaga zazwyczaj nowych inwestycji, bo odpowiednie oprogramowanie jest dostępne bez problemu. Popularność dźwięku wielokanałowego wykorzystali też producenci odtwarzaczy DVD. Żeby sprostać rosnącej konkurencji, niektóre modele są wyposażane we wbudowany dekodery, a sygnały wszystkich kanałów zostały wyprowadzone na złącza cinch z tyłu obudowy. Posiadacze komputerów lub odtwarzaczy DVD z wbudowanym dekodery, w każdym przypadku będą potrzebowali wielokanałowego wzmacniacza i oczywiście zestawu głośników. Takie urządzenia są dostępne, ale wielokanałowy wzmacniacz o dobrych parametrach dalej jest stosunkowo drogi, a tanie zestawy „komputerowe” w opinii wielu odbiorców nie są warte zainteresowania. Wielu elektroników jest w stanie zbudować wzmacniacz stereofoniczny o dobrych lub bardzo dobrych parametrach. Opisów takich konstrukcji można znaleźć bardzo wiele od klasycznych lampowych, po najnowocześniejsze, pracujące w klasie D. Wydawałoby

Wszystkie nowe produkcje filmowe, a na pewno światowe hity mają w wersji przeznaczony do rozpowszechniania domowego na płytach DVD ścieżkę dźwiękową zapisaną w wielokanałowym formacie Dolby Digital lub DTS. Zazwyczaj żeby odtworzyć wielokanałowy dźwięk, odtwarzacz płyt DVD jest połączony łączem cyfrowym z amplitunerem składającym się z dekodera i wielokanałowego wzmacniacza mocy. Urządzenia takie nie są tanie i stanowią obiekt westchnień wielu mniej zamożnych fanów dźwięku przestrzennego. W lepszej sytuacji są posiadacze komputerów. Większość nowszych domowych komputerów klasy PC może odtwarzać filmy zapisane nie tylko w standardzie DVD, ale też w mocno skompresowanych formatach DiviX i XviD, w których zastosowano również wielokanałowy dźwięk. Zintegrowane na płycie głównej standardowe karty dźwiękowe mogą pracować jako analogowe wyjścia z programowego dekodera kompre-

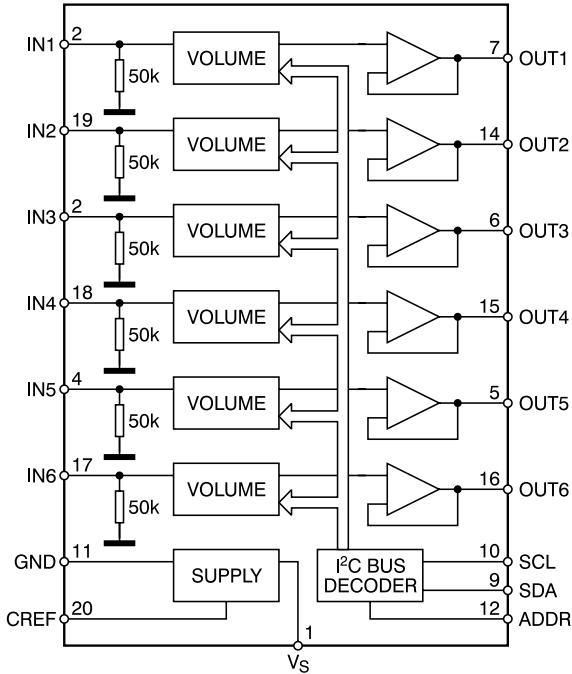


PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 182x91 mm (wzmacniacz), 98x56 mm (sterownik)
- Zasilanie:
 - wzmacniacza 2x20 VAC (transformator z symetrycznym odczepem o mocy 80...100 VA)
 - sterownik 8...10 VAC
- Moc 6x20 W
- Cyfrowa regulacja głośności i balansu w każdym kanale
- Zakres regulacji poziomu sygnału -79...0 dB z krokiem 1 dB
- Sterowanie dowolnym pilotem z kodem RC5
- Funkcja obniżonego poboru mocy standby
- Funkcja całkowitego wyciszenia mute



Rys. 1. Schemat elektryczny 6-kanalowego wzmacniacza mocy

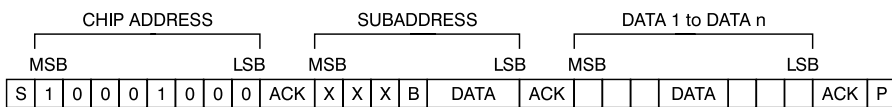


Rys. 2. Schemat blokowy układu TDA7448

się, że zbudowanie wzmacniacza wielokanałowego nie będzie stanowiło żadnego problemu – wystarczy tylko powielić istniejące rozwiązania stereo. Istotnie widywałem takie konstrukcje: piękne, duże wzmacniacze z wieloma transformatorami oferujące parametry hi-fi w każdym kanale. Pomijam, że tego typu droga prowadzi do pewnej nadmiarowości, bo dźwięk wielokanałowy rządzi się innymi prawami niż system stereo hi-fi. Prawie zawsze za to pojawia się problem sterowania końcówek mocy. Konstruktorzy radzą sobie różnie, najczęściej stosując powielone analogowe procesory dźwięku przeznaczone dla systemu stereo. Problemu nie ma, kiedy źródło sygnału ma możliwość sterowania poziomem, ale gdy tak nie jest, to konieczna jest regulacja głośności z możliwością balansu w każdym kanale. Przedstawiony tutaj wzmacniacz powinien zadowolić przynajmniej część potencjalnych fanów dźwięku surround nie dysponujących zbyt dużymi funduszami. Według mojej opinii, wzmacniacz jest łatwy do wykonania, ma wystarczającą dla większości zastosowań moc 6x20 W

realne zakłócenia o częstotliwościach radiowych. Kondensatory C1...C12 separują składową stałą sygnałów podawanych na wejścia IN1...IN6 układu U1 TDA7448 produkowanego przez STM.

Jak widać na schemacie blokowym pokazanym na rys. 2, układ TDA7448 jest sześciokrotnym regulatorem (tłumikiem) poziomu sygnału wejściowego, sterowanym magistralą I²C. Poziom sygnału można ustawiać niezależnie dla każdego z kanałów w zakresie od -79 do 0 dB z krokiem 1 dB. Przesyłanie nastaw po magistrali jest podobne jak w większości tego typu układów. Wyjaśniono to na rys. 3. Jako pierwsza jest wysyłana sekwencja startu, potem adres układu, subadres, dane i na końcu sekwencja stopu. Adres układu ma wartość 0x88, gdy wyprowadzenie ADDR nie jest z niczym połączone i 0x8A, gdy ADDR jest połączone z plusem zasilania. Subadres określa numer regulatora, do którego są wpisywane dane przesyłane po subadresie. Jak widać protokół wymiany nie jest skomplikowany, a format bajtu SUBADRES i DATA można znaleźć w danych technicz-



ACK = Acknowledge, S = Start, P = Stop, A = Address, B = Auto Increment

Rys. 3. Format danych przesyłanych do układu TDA7448

i wbudowane sterowanie poziomem głośności i balansu w każdym z kanałów. Wzmacniacz może być sterowany dowolnym pilotem z kodem RC5, co istotnie podnosi komfort użytkownika. Istnieje możliwość wykonania w dwu wersjach jako:

- 6-kanalowy wzmacniacz z 6-krotnym potencjometrem sterowanym cyfrowo i sterownikiem mikroprocesorowym,
- 6-kanalowa końcówka mocy.

Schemat wzmacniacza został pokazany na rys. 1. Sześć niezależnych sygnałów analogowych podłączono do listwy goldpinów A_IN. Kondensatory C61...C67 zwierają do masy ewentualne zakłócenia o częstotliwościach radiowych.

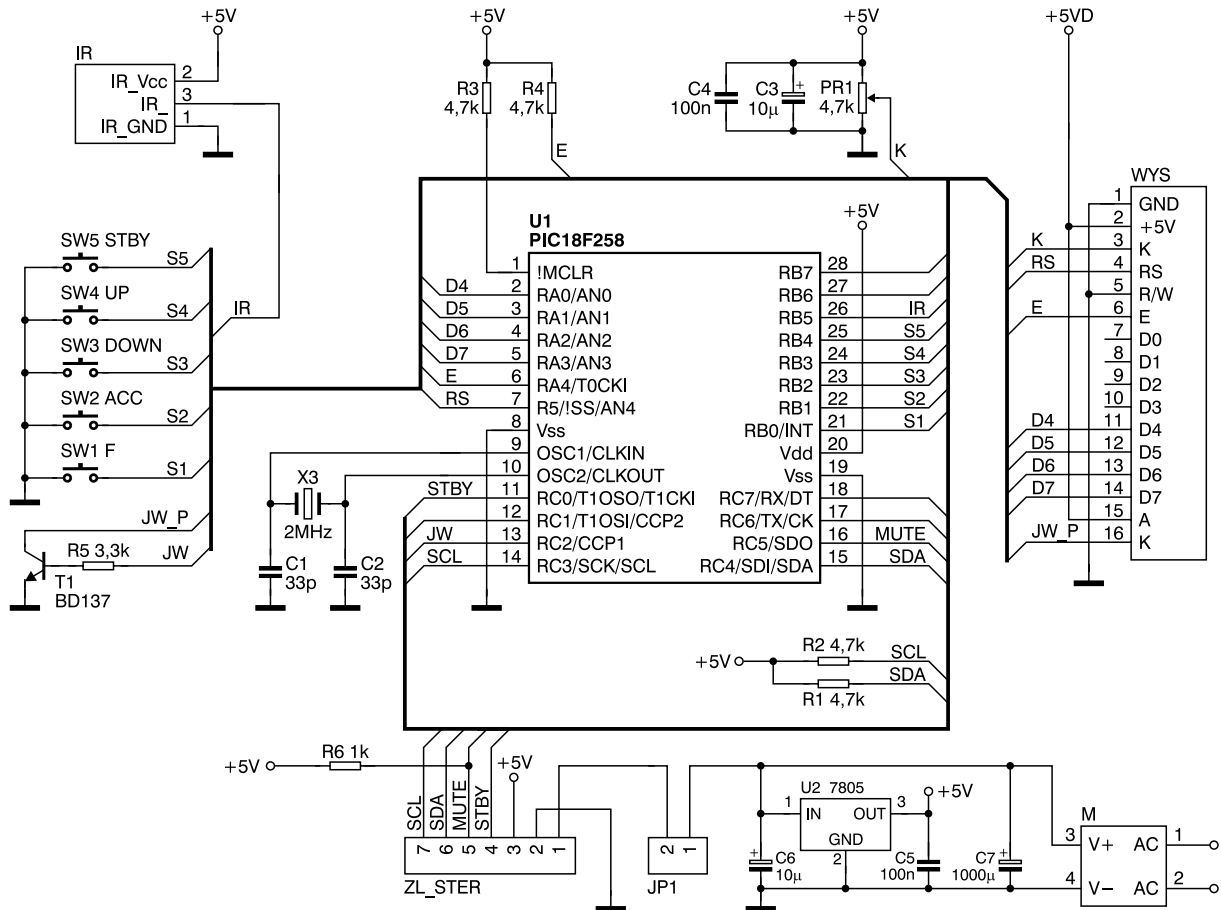


Rys. 4. Obudowa układu LM4872

nym układu, udostępnianych na stronach producenta. Układ jest zasilany stabilizowanym napięciem +9 V ze stabilizatora 7809 (układ U2). Napięcie referencyjne dla wewnętrznych obwodów U1 filtruje kondensator C69 dołączony do wyprowadzenia CREF. Sygnały SDA i SCL magistrali I²C sterującej pracą układu U1, napięcia zasilające +9 V, masa i wyprowadzenia standby i mute układów scalonych wzmacniaczy mocy zostały doprowadzone do złącza ZL_UC wykorzystywanego do połączenia ze sterownikiem mikroprocesorowym wzmacniacza. Składowe stałe analogowych sygnałów z wyjść OUT1...OUT6 układu TDA7446 są separowane kondensatorami C13...C24.

Ze względu na to, że przewidziano możliwość pracy jako 6-kanalowy wzmacniacz bez regulacji poziomu sygnału wejściowego, to konieczne stało się zapewnienie możliwości połączenia sygnałów wejściowych ze złącza A_IN wprost na wejścia wzmacniaczy mocy z pominięciem układu U1. Dlatego wszystkie sygnały z wejścia A_IN oznaczone jako IN1...IN6 na rys. 1 zostały doprowadzone do jednego rzędu złącza BYPASS (dwurzędowy goldpin typu IDC). Drugi rząd styków oznaczony jako OUT1...OUT6 jest bezpośrednio połączony z kondensatorami C13...C24 (rys. 1). Dla uzyskania takiej konfiguracji należy montować układ U1 i kondensatorów C1...C12, a wszystkie pary styków złącza BYPASS powinny być zwarte zworkami (jumperami). Sygnału z wejścia A_IN trafiają wtedy bezpośrednio na wejścia wzmacniaczy mocy.

Jako wzmacniacze mocy wykorzystałem układy LM4872 firmy National Semiconductor. Są to układy z rodziny Overture, znanej z bardzo dobrych parametrów i rozbudowanego systemu zabezpieczeń przeciwzwarciowych i termicznych. Ponieważ miałem bardzo dobre do-



Rys. 5. Schemat sterownika

świadczenia z układami tej rodziny (z niej pochodzi między innymi doskonale znany fanom audio układ LM3886) postanowiłem je tutaj wykorzystać. LM4782 zawiera w swojej strukturze trzy identyczne wzmacniacze o mocy 25 W każdy wydzielanej na impedancji 8 Ω przy zniekształceniach THD+N=0,5%. Układ został umieszczony w plastikowej obudowie z 27 wprowadzeniami w 2 rzędach (rys. 4).

Każdy ze wzmacniaczy pracuje w identycznej konfiguracji. Rezystor R9 włączony w szereg z wejściem +IN zabezpiecza przed przepływem zbyt dużego prądu przez to wejście w czasie wyłączenia wzmacniacza. Rezystor R2 ustala stałoprądowy punkt pracy wejścia +IN i razem z wejściowymi kondensatorami tworzy wejściowy filtr górnoprzepustowy. Brak tego rezystora może skutkować pojawieniem się oscylacji na wyjściu wzmacniacza, kiedy wejście +IN nie jest z niczym połączone. Rezystory sprzężenia zwrotnego R15 i R9 łącznie z kondensatorem C30 ustalają wzmocnienie układu. Rezystor R32 z kondensatorem C33

ograniczają pasmo przenoszenia dla wysokich częstotliwości minimalizując możliwość wzbudzenia się wzmacniacza.

Każdy z trzech wzmacniaczy może być indywidualnie wprowadzany w stan obniżonego poboru mocy (*standby*) i całkowitego wyciszenia (*mute*) przez podanie na wejścia sterujące STBY i MUTE logicznego stanu wysokiego o poziomie TTL. Kiedy wejścia te mają potencjał masy lub nie są połączone, to wzmacniacz pracuje normalnie. W układzie z rys. 1 wejścia sterujące STBY i MUTE wszystkich sześciu wzmacniaczy zostały ze sobą połączone i doprowadzone do złącza ZL_UC. Dokładnie tak samo jest w przypadku wejść MUTE. W konfiguracji ze sterownikiem mikroprocesorowym w czasie włączania zasilania oba wejścia są w stanie wysokim TTL przez ok. 0,7 sekundy. Zapobiega to nieprzyjemnym stukom w czasie włączania zasilania. Po tym czasie oba wejścia przechodzą w stan niski i wzmacniacz zaczyna pracować normalnie. Kiedy nie ma sterownika, to można dobudować

prosty układ zewnętrzny wymuszający stan wysoki przez czas ok. 1 sekundy.

Każdy ze wzmacniaczy LM4782 ma osobny układ zasilania. Żeby zasilić układ U3, trzeba do zacisków złącza ZP1 podłączyć z transformatora symetryczne napięcie przemienne o wartości ok. 2x20 V. Środkowy odczep transformatora podłączany jest do środkowego zacisku złącza połączonego z masą. Wyprostowane w mostku B1 napięcie jest wygładzane kondensatorami C41...C44 o pojemności 4700 μF /35 V i dodatkowo blokowane kondensatorami 100 nF (C55...C58). Blisko wyprowadzeń zasilających układu zostały umieszczone dodatkowe kondensatory elektrolityczne 100 μF (C49...C50). Układ U4 jest zasilany identycznym zasilaczem. Do zasilania potrzebne będą 2 identyczne transformatory o mocy ok. 80...100 VA i symetrycznym napięciu wtórnym 2x20 V. Układ U1 jest zasilany napięciem +9 V uzyskiwanym ze stabilizatora U2 (7809).

WYKAZ ELEMENTÓW*(wzmacniacz mocy)***Rezystory**

R21, R22, R29...R32: 4,7 Ω
 R9...R14, R18...R20, R23...R25: 1 k Ω
 R15...R17, R26...R28: 20 k Ω
 R2 R4 R5 R6 R7 R8: 33 k Ω

Kondensatory

C61 C63...C67: 15 pF
 C25...C27, C33...C35, C39, C40,
 C53...C60, C68: 100 nF/63 V MKSE
 C1...C24: 470 nF/63 V MKSE
 C70, C71: 1 μ F/35 V
 C28, C29, C69: 10 μ F/16 V
 C49...C52: 100 μ F/35 V
 C30...C32, C36...C38: 47 μ F/16 V
 C41...C48: 4700 μ F/35 V

Półprzewodniki

B1, B2: mostek prostowniczy 10 A/200 V
 U2: 7809
 U3, U4: LM4782
 U1: TDA7448

Inne

Radiator
 Przekładki mikowe

*(płytką sterownika)***Rezystory**

R6: 1 k Ω
 R5: 3,3 k Ω
 R1...R4: 4,7 k Ω
 PR1: 4,7 k Ω potencjometr

Kondensatory

C1 C2: 33 pF
 C4 C5: 100 nF ceramiczne
 C3 C6: 10 μ F/16 V
 C7: 1000 μ F/16 V

Półprzewodniki

M: mostek prostowniczy 1 A/200 V
 T1: BD137
 U1: PIC18F258 zaprogramowany
 U2: 7805
 odbiornik IR TSOP1736

Inne

X3: rezonator kwarcowy 2 MHz
 5 mikroprzycisków
 wyświetlacz LCD 2x16 znaków

Sterownik układu TDA7448

Sterowanie układem U2 przez magistralę I²C nie jest trudne i sterownik można wykonać stosując dowolny mikrokontroler. Ja przygotowałem swoją wersję opartą na mikrokontrolerze PIC18F258. Schemat sterownika został pokazany na rys. 5.

Standardowy wyświetlacz alfanumeryczny o organizacji 2x16 znaków ze sterownikiem zgodnym z HD44780 pracuje z 4-bitową magistralą danych. Wszystkie linie sterujące są połączone z liniami portu PORTA. Do sterowania układem U1 został wykorzystany wewnętrzny moduł sprzętowy I²C. Zgodnie ze specyfikacją standardu I²C linie SDA i SCL połączono do plusa zasilania przez rezystory R1 i R2. Wszystkie klawisze sterujące i odbiornik kodu RC5 są połączone z liniami portu PORTB. Układ z tranzystorem T1 steruje jasnością podświetlania wyświetlacza LCD. Baza tranzystora jest sterowana przebiegiem PWM przez rezystor ograniczający R5 z wewnętrznego modułu CCP.

Źródłem napięcia wejściowego stabilizatora +5 V zasilającego mikrokontroler, wyświetlacz i odbiornik IR może być napięcie +9 V zasilające układ TDA7448 (dołączane ze złącza ZL_STER przez zwoinę JP1). Jednak w takim przypadku nie można użyć sterowania jasnością podświetlania wyświetlacza, bo impulsowy pobór prądu przez sterownik jest przyczyną wyraźnych słyszalnych zakłóceń w torze sterowania głośnością. Jeżeli zdecydujemy się na taki sposób zasilania sterownika, to nie trzeba montować na płytce mostka M i kondensatora C7. Lepszym rozwiązaniem jest zasilanie sterownika z oddzielnego transformatora lub oddzielnego uzwojenia transformatora zasilającego końcówki mocy. Napięcie przemienne zasilające sterownik powinno mieć wartość 8...10 V.

Po włączeniu zasilania linie STBY i RES są ustawiane w stan wysoki przez ok. 0,7 sek. Porty mikrokontrolerów PIC po włączeniu zasilania ustawiają się jako wejściowe (stan wysokiej impedancji), więc rezystor R6 wymusza na linii STBY stan wysoki kiedy port nie jest jeszcze przeprogramowany jako wyjściowy. Takie rozwiązanie dodatkowo zapobiega powstawaniu nieprzyjemnych stuków w czasie włączania zasilania wzmacniacza. Kiedy wszystkie procedury początkowe (inicjalizacja wyświetlacza, odczytanie ustawień początkowych z pamięci EEPROM itp.) są zakończone, to na wyświetlaczu jest wyświetlany komunikat „SURROUND AUDIO 6-CHANNEL POWER”. Li-

nie STBY i MUTE powinny być w stanie niskim i wzmacniacz pracuje normalnie. Naciśnięcie klawisza STBY powoduje, że linia STBY przechodzi w stan wysoki, a na ekranie pojawia się napis „SURROUND AUDIO STANDBY MODE”. Układy wzmacniaczy przechodzą w stan obniżonego poboru mocy i ich wyjścia są wyciszone.

Poziom sygnał jest regulowany przyciskaniem klawiszy DOWN (ciszej) i UP (głośniej). Na ekranie wyświetlany jest napis „MASTER VOLUME Channel1 -40dB”. Ustawienie poziomu niższego niż -66 dB powoduje wyświetlenie komunikatu „Channel1 MUTE” i ustawienie linii MUTE sterownika w stan wysoki. Regulacja poziomu sygnału jest ściśle związana z ustawieniami balansu. Może się okazać, że ustawienie głośników wymuszone możliwościami pomieszczenia będzie wymagało na przykład ustawienia niższego poziomu w tylnych głośnikach efektów. Każdy z kanałów może mieć ustawiane „przesunięcie” poziomu sygnału względem kanału pierwszego. Balans ustawia się w funkcji BALNCE. Dostęp do niej jest możliwy z menu funkcyjnego wybieranego po przyśnięciu klawisza F. W menu wybieramy funkcję BALANCE przyciskając klawisz UP lub DOWN i akceptujemy do wykonania naciśnięciem klawisza ACC. W górnym wierszu wyświetlacza jest wyświetlany poziom odniesienia kanału 1, a w dolnym kolejno regulowane poziomy (klawisze UP lub DOWN) kanałów od 2 do 6. Ustawione wartości są akceptowane po przyśnięciu klawisza ACC. W czasie regulacji MASTER VOLUME wyświetlana jest zawsze wartość poziomu kanału 1, ale pozostałe kanały są regulowane z przesunięciem ustawionym w funkcji BALANCE. Wartości poziomów sygnałów wszystkich kanałów są zapamiętywane w pamięci EEPROM mikrokontrolera i po włączeniu zasilania ponownie wpisywane do rejestrów TDA7448.

Sterowanie wielokanałowego wzmacniacza z przycisków jest bardzo niewygodne. Szczególnie ustawienie balansu wymagałoby ustawienie wzmacniacza w miejscu odsłuchu, co nie zawsze jest możliwe. Z tego powodu sterownik został wyposażony w możliwość sterowania pilotem z kodem RC5.

radiatora pamiętając o tym, że muszą być izolowane przekładkami mikowymi. Przekładki można wyciąć nożyczkami z przekładek przeznaczonych do obudowy TO3. Nie polecam stosowania przekładek silikonowych. Dopiero teraz, kiedy jest przykręcony radiator do płytki i układy LM4782, do radiatora można je przylutować.

Kompletnie zmontowany układ trzeba zasilić i do wyjść podłączyć obciążenie 8 Ω/20 W. Jeżeli wzmacniacz ma pracować w konfiguracji bez regulacji siły głosu za pomocą układu TDA7448, to do uruchomienia będzie potrzebny tylko generator częstotliwości akustycznych (20...20000 Hz) z regulowanym poziomem wyjściowym oraz oscyloskop. Sygnał z generatora jest podawany na kolejne wejścia, a na ekranie oscyloskopu obserwowany jest wzmocniony sygnał wyjściowy. Prawidłowo zmontowany wzmacniacz nie sprawia żadnych problemów przy uruchamianiu.

W konfiguracji z regulacją siły głosu uruchomienie można zacząć jeszcze przed wlutowaniem koń-

cówek mocy, ale po sprawdzeniu układów zasilania. Do złącza ZL_UC trzeba podłączyć sterownik, a do pierwszego z wejść IN1 (złącze A_IN) sygnał z generatora o amplitudzie ok. 0,5 V. Przyciskając klawisze UP i DOWN sprawdzamy na wyjściu OUT1 zakres regulacji układu U1. Sygnał powinien się zmieniać od 0 V (MUTE) do 0,5 V (0 dB). Potem trzeba tak samo sprawdzić pozostałe wejścia IN2...IN6. Kiedy po przytrzymaniu klawisza DOWN na ekranie pojawi się poziom MUTE, to na wyprowadzeniu 5 złącza ZL_UC ma być stan wysoki TTL. Po przyśnięciu klawisza UP stan ten zmienia się ponownie na niski. Naciśnięcie klawisza PWR wymusza stan wysoki na wyprowadzeniu 6 złącza ZL_UC, powodując wejście wzmacniaczy U3 i U4 w stan obniżonego poboru mocy STANDBY. Testowanie regulacji siły głosu, wyciszania i stanu STANDBY można powtórzyć z użyciem pilota RC5. Trzeba tylko wcześniej zaprogramować wszystkie niezbędne kody w pamięci sterownika.

Po sprawdzeniu działania współpracy sterownika z układem TDA7448 można dokończyć montaż i przetestować kompletny, zasilony wzmacniacz, obciążony rezystorami.

Oczywiście nic nie zastąpi końcowych testów odsłuchowych. Przy podłączaniu głośników trzeba zwrócić baczną uwagę na ich polaryzację. Głośniki połączone w niewłaściwych fazach nie odtworzą prawidłowo efektu przestrzennego.

Opisany tutaj wzmacniacz charakteryzuje się dobrymi parametrami elektrycznymi. Po testach odsłuchowych można tylko potwierdzić dobrą opinię o rodzinie Overture. Dla niektórych użytkowników problemem może być zbyt mała moc dla kanału basowego, ale to można rozwiązać stosując aktywny subwoofer. Stosując zestaw głośników średniej jakości dla kina domowego, można uzyskać dużo lepszą jakość dźwięku niż w przypadku zestawów „komputerowych”.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl



zasilacze impulsowe
 przetwornice DC/AC, DC/DC
 systemy zasilające
 liczniki impulsów dla przemysłu
 sterowniki przemysłowe

Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo-Handlowe
ELPLAST Sp. z o.o.
 ul. Armii Krajowej 9, 56-100 ŚWIDNICA
 tel./fax 074*852 38 20, 853 34 72, tel. 074*856 93 30
 e-mail: info@elplast.pl http://www.elplast.pl



LEMI-BIS
 ul. Grabiszyńska 240
 53-235 Wrocław
 tel. (0-71) 339 00 29
 339 00 30
 faks (0-71) 339 05 01
 lemi-bis@lemi.pl

złącza HDC
 złączki listwowe
 przyciski sterownicze
 przekaźniki elektromagnetyczne
 SSR
 przekaźniki czasowe
 czujniki indukcyjne i pojemnościowe
 czujniki fotoelektryczne
 regulatory temperatury PID
 impulsowe zasilacze przemysłowe

www.lemi.pl
 SKLEP INTERNETOWY 24h
 POSZUKUJEMY DYSTRYBUTORÓW LOKALNYCH
 DOSKONAŁE WARUNKI HANDLOWE
 DUŻE RABATY
 SPRZEDAŻ PEŁNEGO ASORTYMENTU Z MAGAZYNU ◀ NAJLEPSZE CENY NA RYNKU