

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.



Projekt
209

Amplituner do kina domowego AMPL-008 (3)



Na wstępie kolejnej części opisu mojego amplitunera chciałbym rozwinąć temat czy tak skomplikowany układ warto budować samodzielnie. Myślę, że są pewne przesłanki do zajęcia się takim tematem. W sklepach RTV można znaleźć różne amplitunery do kina domowego, jednak niektórych cech funkcjonalnych mojej konstrukcji nie znajdziemy u żadnego producenta sprzętu RTV.

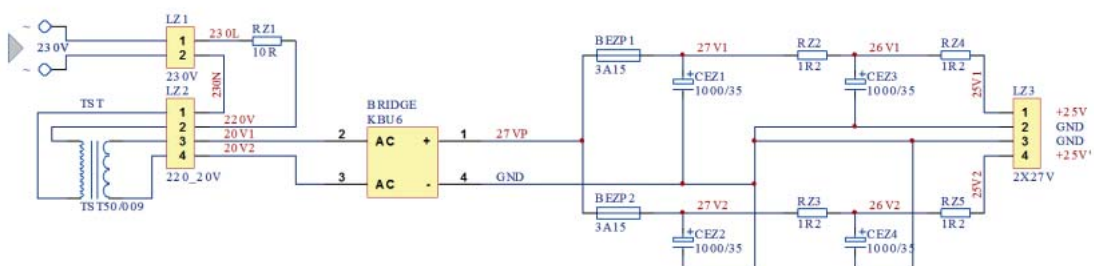
Dodatkowe materiały na CD/FTP:
ftp://ep.com.pl, user: 41650, pass: 742qofb6
• pierwsza i druga część artykułu

Żaden ze znanych mi amplitunerów nie ma funkcji nagrywania plików dźwiękowych na kartach SD/SDHC. Samo nagrywanie, chociaż trudne do zrealizowania, nie byłoby wiele warte, gdyby nie funkcja „time shift” pozwalająca nagrać usłyszany utwór zawsze od początku. Moja konstrukcja amplitunera miała również potwierdzić (lub temu zaprzeczyć) wyższość przetwarzania cyfrowego sygnałów audio nad przetwarzaniem analogowym. Testy odsłuchowe wykazały zdecydowaną przewagę przetwarzania cyfrowego. Zbudowany amplituner, wyposażony w dekodery DD/DTS poradzi sobie praktycznie z każdym dźwiękiem wielokanałowym przesyłanym transmisją SPDIF (formaty dźwię-

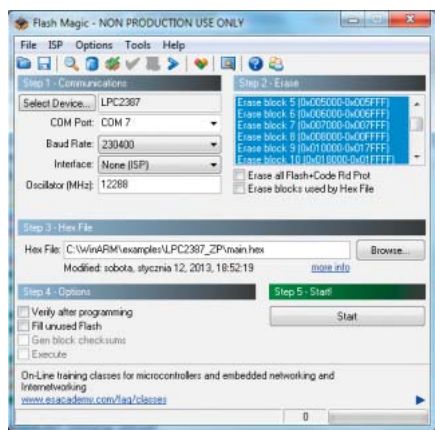
ku 7.1 przesyłane są obecnie interfejsem HDMI). Funkcjonalność mojego amplitunera nieco jest zubożona wskutek braku wejścia HDMI. Sama płytkę drukowaną pozwala także zmontować amplituner z wejściem STEREO SPDIF (z odbiornikiem DIR9001).

Główne elementy elektroniczne amplitunera AMPL-008 zostały umieszczone na dwuwarstwowej płytce drukowanej o wymiarach 262 mm×180 mm. Na płytce tej (głównej) znajdują się zarówno układy analogowe, cyfrowo-analogowe, jak i cyfrowe. Wszystkie typy układów mają wspólną masę (GND). Nie rozdzieliłem masy cyfrowej od analogowej (co być może jest błędem). Na płytce głównej znajdują się także stabilizatory

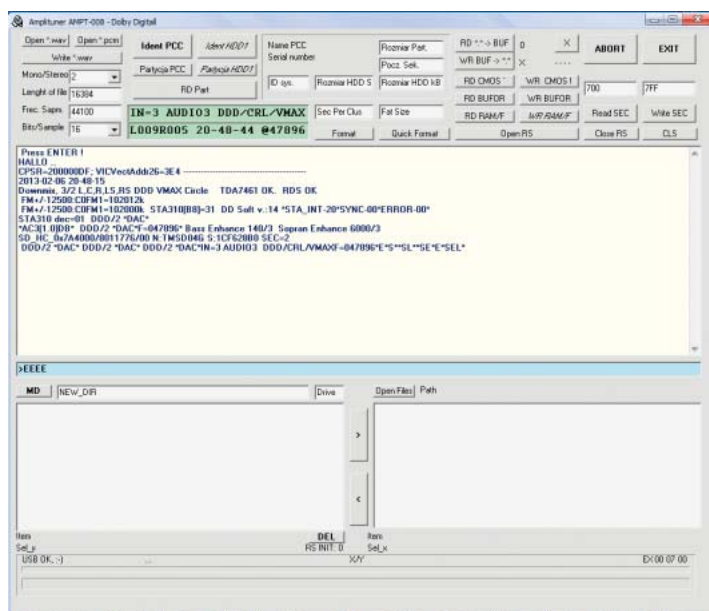
napięcia (+3,3 V, +5 V, +9 V, +12 V). Postanowiłem nie wprowadzać żadnego napięcia ujemnego (zwykle zwarcie sygnałów cyfrowych z napięciem ujemnym uszkadza układy cyfrowe). Wzmacniacze operacyjne zamontowane na płytce głównej są zasilane pojedynczym napięciem +9 V. Takie zasilanie wzmacniaczy operacyjnych wymagało, aby punktem odniesienia dla sygnałów audio było napięcie referencyjne VREF. Napięcie to jest równe składowej stałej (typowo 3,8 V) występującej na wyjściach układu TDA7461 (U2). Napięcie występujące na jego nóżkach 27 i 28 jest filtrowane przez kondensatory CE16 i CE17 i doprowadzone na wejście wzmacniacza operacyjnego U47D. Na jego wyjściu pojawia się stabilne napięcie odniesienia VREF równe około 3,8 V. Napięcie +5 V zasilają zarówno bloki cyfrowe jak i analogowe. Dlatego zostało rozdzielone filtrami LC na napięcia: VP5V, VP5X, VCCA.



Rysunek 1. Schemat zasilacza amplitunera AMPL-008



Rysunek 2. Okno programu „Flash Magic”



Rysunek 3. Okno programu AMPL-008 po starciu procesora LPC2387

Napięcie +3.3 V na schemacie występuje pod nazwą VCC. Napięcie +12 V zasila układ scalony TPA6120A2(U81) oraz blok sterujący układu scalonego TAS5611(U29).

Montaż elementów płytki głównej należy rozpocząć od zmontowania stabilizatorów: LM2676T(U24), LM3940(U24), LM7809(U26) oraz LM7812(U27). Stabilizator LM2676T jest stabilizatorem impulsowym. Dławik LX5 powinien mieć indukcyjność 47 lub 68 μ H. Rezystorami RZ1 i RZ2 można „dostroić” poziom napięcia wyjściowego na około +5,25 V. Należy włutować zworzkę ZZ łączącą masę zasilacza GNDZ z masą normalną GND. Zasilanie płytki należy doprowadzić na złącze JZ1. Na skrajne piny (1 i 4) należy podać +24 V (od 20 V do 28 V), a na środkowe piny (2 i 3) potencjał masy. Do zasilania można użyć zasilacz własnej konstrukcji. Na rysunku 1 pokazano schemat zasilacza zastosowanego w prototypie.

Po uruchomieniu stabilizatorów można zamontować układ U12 typu FT232RL oraz elementy bierne bezpośrednio z nim związane. Jest to konwerter USB-RS232. Do gniazda J11 można podłączyć kabel USB

(A-B) z komputera. System Windows przy pierwszym podłączeniu tego układu poprosi o wskazanie sterowników. Sterowniki można pobrać ze strony www.ftdichip.com. Należy zainstalować sterowniki FTDI-D2XX. Najlepiej włutować zieloną diodę LD1 i czerwoną LD2. Wtedy podczas odczytu danych będzie zapalać się zielona dioda LED, a podczas zapisu czerwona. Po uruchomieniu układu FT232RL można włutować procesor LPC2387 (U8) i układ MAX705CSA (U11). Procesor ten występuje w obudowie TQFP100 o rozstawie nóżek równym 0,5 mm. Włutowanie tego typu układów wymaga pewnej wprawy i doświadczenia, ale jest możliwe do wyko-

nięcia w warunkach amatorskich. Procesor potrzebuje sygnału zegara o częstotliwości 12,288 MHz. Należy przed pierwszymi próbami zaprogramowania procesora włutować najpierw układ generatora typu MAX9485 (U18) wraz z jego elementami biernymi (między innymi kwarc 27 MHz). Między zworką Z49 z wejściem XTAL1 procesora należy (przecinając jedną ze ścieżek na druku) włutować dzielnik pojemnościowy złożony z dwóch kondensatorów 100 pF w obudowach 0805. Po włączeniu zasilania układ MAX9485 generuje na wyjściu CLK_OUT1 sygnał o częstotliwości 8,192 MHz. Elementów „wokół” bramek U9A i U9B nie należy montować.

Jeśli stwierdzimy, że układ MAX9485 działa prawidłowo, możemy przystąpić do zaprogramowania procesora LPL2387. Układ FT232RL pozwala na zaprogramowanie mikrokontrolera, jeśli są założone są zworki Z13 i Z20 oraz zworki ZVD1...AVD4 zwiernaj piny 1 i 2. Do programowania procesora LPC2387 należy użyć programu *Flash Magic* (rysunek 2). Można go pobrać ze strony producenta (NXP). Po uruchomieniu programu należy wybrać typ procesora – LPC2387, port COM zgodnie z numerem interfejsu, na którym zainstalował się wirtualny port układu FT232RL (najlepiej ustawić w Menadżerze Urządzeń numer tego portu na 7), ustawić Baud Rate na 230400, interfejs ustawić na None(ISP), oscylator na 12,288 MHz. Należy zaznaczyć bloki do kasowania od 1 do 11. Używając przycisku *Browse...* należy

wczytać plik *.hex (prawdopodobnie na stronach EP będzie on nazywać się *AMPL-008.hex*). Po naciśnięciu przycisku *Start* program *Flash Magic* wykonuje najpierw kasowanie wybranych bloków, następnie przeprowadza programowanie pamięci *Flash* procesora, a następnie przeprowadzana jest weryfikacja zaprogramowanej zawartości. Program *Flash Magic* (wersja 6.50.264), zapamiętuje swoje ustawienia przy kolejnych uruchomieniach. Procesor po zaprogramowaniu komunikuje się przez kanał UART (poprzez USB) z komputerem. Do komunikacji można użyć dowolny terminal obsługujący RS232 (Baud Rate 115200, 8 bitów, no parity, 1 bit stopu). Najlepiej jednak użyć mojego programu *AMPL-008.exe* (rysunek 3). Program ten poza funkcją terminala RS-232 ma wiele innych przydatnych funkcji. Program *AMPL-008.exe* został napisany na stałe do obsługi portu COM7, dlatego w systemie Windows należy w Menadżerze Urządzeń ustawić numer wirtualnego portu (dla układu FT232RL) właśnie na 7. Główne cechy programu AMPL-008 to:

- Obsługa „terminala” RS-232 (znaki z klawiatury komputera są traktowane tak samo jak z przycisków na elewacji tunera lub z pilota RC-5),
- Obsługa wirtualnego wyświetlacza LCD 2×24 znaki,
- Obsługa pamięci SD/SDHC (formatowanie, odczyt partycji, kopiowanie plików, mazanie plików),
- Zapis/Odczyt wybranych sektorów na karcie SD/SDHC,
- Konwersja plików *.pcm (pliki audio bez nagłówka) na format *.wav,
- Możliwość odczytu/zapisu zawartości pamięci CMOS,
- Możliwość odczytu/zapisu zawartości pamięci RAM.

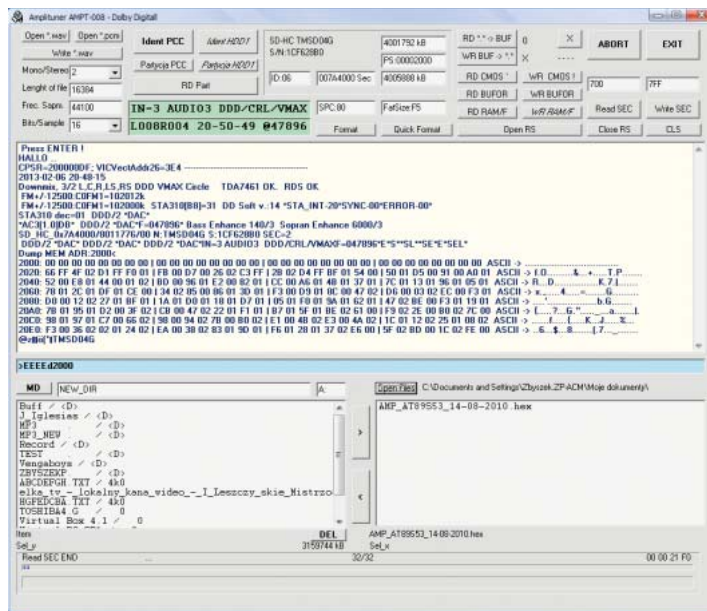
Po zaprogramowaniu procesora programem „Flash Magic” najlepiej uruchomić program „AMPL-008”. Po restarcie płytki AMPL-008 w oknie „terminala” powinien pojawić się napis „HALLO...”. Na tym etapie prawdopodobnie pojawią się jeszcze dwie kolejne linie (CPRS=200000DF...). Procesor będzie

REKLAMA

próbował zaprogramować poprzez magistralę I²C różne układy scalone. Ponieważ niektórych nie znajdzie (nie będą jeszcze wylutowane) program się zawiesi. Po restarcie obsługa wirtualnego wyświetlacza jest zablokowana. Sterowanie wyświetlaniem jest sterowane przez wysyłanie znaku 'E' (ECHO). Kolejne wysyłanie znaków 'E' przełącza wyświetlanie znaków na wyświetlaczu LCD (L), w oknie terminala (E), w oknie wirtualnego wyświetlacza LCD (S). Stan wyświetlania jest widoczny w oknie terminala napisami: *S*, *SL*, *E*, *SEL*. Napis *SEL* oznacza, że znaki będą wyświetlane na wyświetlaczu LCD, w oknie terminala oraz w oknie wirtualnego wyświetlacza LCD.

W następnej kolejności proponuję włutować ekspandery I²C typu PCF8574A (U20 i U30). Warto także włutować tranzystory TC1 i TC2 (BSS123), diody D7 i D8 (BAT254) oraz rezystory R167, R168, R174 i R175. Elementy te tworzą translator poziomów napięć na magistralę I²C z 3,3 V na 5 V i odwrotnie. Następnie proponuję włutować układ TEA-5768HL (U1) spełniający funkcję odbiornika radiowego. Dla prototypu udało mi się kupić dławiki 33 i 120 µH w obudowach 0805. Największym wyzwaniem będzie zdobycie diod pojemnościowych DV1 i DV2 typu BB202. W prototypie zastosowałem diody typu BB134. Rezonator kwarcowy Q2 powinien mieć częstotliwość 13 MHz. Na płytce drukowanej jest miejsce pod rezonator „zegarkowy”. Próby uruchomienia układu radioodbiornika z kwarcem „zegarkowym” nie powiodły się. Dlatego zastosowałem miniaturowy rezonator kwarcowy (stosowany w niektórych telefonach komórkowych) o częstotliwości 13 MHz.

Jako następny układ do wlotowania proponuję wybrać WM8770 (U5). Jest to układ cyfrowo-analogowy. Na początku można włutować tylko elementy związane z wejściami analogowymi AIN1L/R, AIN2L/R oraz AIN8L/R. Układ ten posiada szereg wejść i wyjść cyfrowych doprowadzonych do układu EPM3064ACT100 (U10). Dlatego warto go w tym momencie również włutować. Układ EPM3064ACT100 wymaga zaprogramowania przez dowolny programator podłączony przez gniazdo JTAGEPM(J10). W moim projekcie większość wyjść cyfrowych jest wyprowadzona przez szeregowy rezystor o wartości 33 lub 56 Ω. Eliminuje to nieznacznie poziom generowanych zakłóceń elektromagnetycznych oraz zmniejsza prawdopodobieństwo pojawienia się odbić sygnałów na wejściu układu odbierającego dane. Niektóre wejścia mają szeregowy rezystor 82 Ω – tak na wszelki wypadek (na przykład aby nie uszkodzić wejścia w przypadku zwarcia linii do +5 V lub +9 V). Następnie należy włutować układ TDA7461 (U2). W takim ukończeniu płytki oprogramowanie powinno „chodzić”. Pierwsze eksperymenty z amplitunerem warto rozpocząć do urucho-

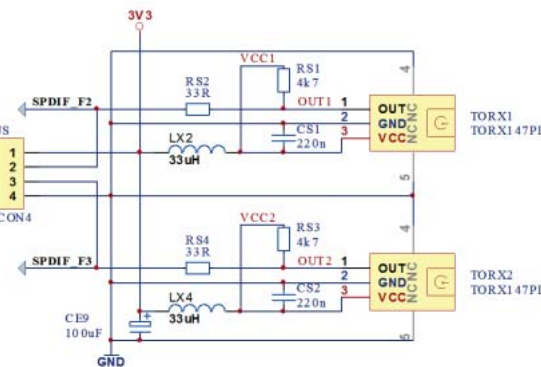


Rysunek 4. Okno programu „AMPL-008” w czasie pracy

mienia obsługi karty SD/SDHC. Należy włutować podstawkę karty (JSD), układ scalony 74LVC86 (U7) oraz pamięć szeregową 23K256 (U14). Na tym etapie nie podłączyliśmy płytki elewacji, dlatego płytkę amplitunera należy podłączyć przewodem USB z komputerem z systemem Windows i uruchomić program „AMPL-008”. Po restarcie procesora w głównym oknie termi-

nała powinno pojawić kilka linii (HALLO .., CPSR=200000DF...) z podstawowymi informacjami. Początkowo zawartość pamięci CMOS (w strukturze procesora) zawiera przypadkowe dane. Program „AMPL-008” pozwala uruchomić różne funkcje. Jak wspominałem wcześniej (przy braku wyświetlacza LCD) najpierw warto nacisnąć 4 razy znak 'E'. Naciśnięcie znaku 'm' wywołuje „MENU”. Na początek możemy ustawić datę i czas. Oto kilka najważniejszych funkcji możliwych do wykorzystania w programie „AMPL-008”:

- 'm' – wywołanie „MENU”,
- 'f' – ustawianie częstotliwości odbieranej stacji (lub jej numer 1..9),
- 'o' – „otwarcie” (odczyt partycji) karty SD/SDHC,
- 'p' – „otwarcie” pendrive'a,
- 'k' – odczyt katalogu głównego na karcie SD/SDHC,
- 'k'numer<Enter> – otwarcie katalogu z pozycji 'numer' lub uruchomienie odtwarzania pliku z takiej pozycji (np. k10) na karcie SD/SDHC,
- 'l'<Enter> – odczyt katalogu głównego/bieżącego na pendrive'ie,



Rysunek 5. Schemat dodatkowej płytki z odbiornikami SPDIF typu TORX147PL

- 'l'numer<Enter> – otwarcie katalogu z pozycji 'numer' lub uruchomienie odtwarzania pliku z takiej pozycji (np. l10) na pendrive'ie,
- 'q' – odczytanie jakości sygnału „FM”,
- 'u' – bezpośrednie sterowanie rejestrkami niektórych układów scalonych (TDA7461, SAA6588, STA310),
- 't' – testy modułu VDIP pilota i inne,
- 'U' – bezpośrednie sterowanie rejestrkami układu EPM3064,
- 'd'adres<Enter> – wyświetlanie zawartości pamięci RAM (0000..FFFF),
- 's'adres<Enter> – modyfikacja komórek pamięci RAM,
- 'i' – odczyt 48 sektorów karty SD/SDHC do pamięci RAM począwszy od adresu 0x2000,
- 'I' – odczyt 48 sektorów karty SD/SDHC w trybie „Multi” do pamięci RAM począwszy od adresu 0x2000,
- 'L' – ustawienie numeru bieżącego sektora,
- '>' – zmiana numeru aktualnego programu FM lub wejścia o 1 w górę,
- '<' – zmiana numeru aktualnego programu FM lub wejścia o 1 w dół,

'+' – głośniej lub przewiń w górę,
'-' – ciszej lub przewiń w dół,
<Enter> – „Play” w zatwierdzenie wy-
boru,

<ESC> – „Stop” lub wycofanie się
z rozpoczętej akcji.

Program „AMPL-008” ma wiele „przyci-
sków” (rysunek 4). Poniżej opiszę niektóre
z nich:

„RD *.* -> BUF” – wczytanie do bufo-
ra w komputerze dowolnego pliku z dysku
komputera,

„WR BUF -> *.*” – zapis zawartości bu-
fora w komputerze do dowolnego pliku na
dysku komputera,

„RD CMOS” – odczyt zawartości pamię-
ci CMOS procesora LPC2387 i umieszczenie
odczytanych danych w buforze komputera,

„WR CMOS !” – zapis danych z bufo-
ra komputera do pamięci CMOS procesora
LPC2387,

„RD BUFOR” – odczyt zawartości pa-
mięci RAM procesora LPC2387 od adresu
0x2000 do 0xFFFF i umieszczenie odczyta-
nych danych w buforze komputera,

„WR BUFOR” – zapis danych z bufo-
ra komputera do pamięci RAM procesora
LPC2387 od adresu 0x2000 do 0xFFFF,

„RD RAM/F” – odczyt zawartości całej
pamięci RAM procesora LPC2387 (od adresu
0 do 0xFFFF) i umieszczenie odczytanych
danych w buforze komputera,

„Read SEC” – odczyt sektorów z karty
SD/SDHC bezpośrednio do wybranego pli-
ku na dysku komputera (numer HEX sektora
początkowego i końcowego należy wpisać
w okienka nad tym przyciskiem),

„Write SEC” – zapis sektorów na karcie
SD/SDHC bezpośrednio z wybranego pliku
z dysku komputera (numer HEX sektora po-
czątkowego należy wpisać w pierwsze okien-
ko nad tym przyciskiem),

„Ident PCC” – odczytanie parametrów
karty SD/SDHC (otwarcie karty),

„MD” – utworzenie nowego katalogu,

„DEL” – zmazanie wybranego/wybranych
plików.

Podczas niektórych modyfikacji pamięci
CMOS w pierwszą komórkę tej pamięci jest
wpisywany ciąg 0x43 0x4D 0x4F 0x53 co przy
listingi zbioru „CMOS.bin” daje na początku
napis „CMOS”. Niektóre wartości przecho-
wywane w pamięci CMOS mają kluczowe
znaczenie dla poprawnego działania ampli
tunera. Na początek proponuję ustawić balans
głośników. Balans jest ustawiany relatywnie
w stosunku do poziomu w lewym przednim
kanale. Zakres nastaw balansu wynosi zwykle
±10 dB, niekiedy ±20 dB. Z „MENU” nale-
ży wybrać opcję „BALANS”. Pojawi się na-
pis „Balans[1..5]R,C,Sw,Rs,LS”. Odpowiedni
głośnik wybieramy odpowiednią cyfrą. Właś-
ciwą wartość balansu ustawiamy znakami
'+' i '-'. Kolejną ważną nastawą jest ustawie-
nie dla poszczególnych wejść wzmocnienia

dla przetwornika ADC w układzie WM8770.
Z „MENU” należy wybrać opcję „ADCATT”.
Nastawa „ADCATT” dotyczy zawsze aktual-
nego wejścia analogowego. Wejście analogo-
wego radia ma numer '0'. Wejścia '1', '2' itd.
to kolejne wejścia analogowe. Wejście numer
'7' ma szczególne znaczenie. Jest to wejście
z czwartego przetwornika DAC4. Wzmocnie-
nie dla tego wejścia powinno wynosić 16÷20.
Dla wejść analogowych wzmocnienie zależy
od poziomu sygnału wejściowego. Właściwe
wzmocnienie można ocenić obserwując na
wyświetlaczu poziom wysterowania kanałów
przednich. Należy dla każdego wejścia analo-
gowego tak dobrać wzmocnienie „ADCATT”
aby w najgłośniejszych partiach odtwarza-
nych dźwięków na wyświetlaczu pojawił się
wynik około 70 (L070R070). Dokładniej po-
ziom można ocenić nagrywając najpierw kró-
tkie fragmenty muzyczne na karcie SD/SDHC,
a następnie przejrzeć nagrane pliki *.WAV
w dowolnym edytorze plików muzycznych
(np. Audacity).

**Program „AMPL-008” służy głównie do
testów i podczas normalnego użytkowania
ampli tunera nie jest potrzebny.** Program ten
pozwala kopiować pliki pomiędzy kartą SD/
SDHC ampli tunera a komputerem. Z uwa-
gi na małą szybkość transmisji szeregowej
(115200 bodów co daje około 12 kB/s) kopio-
wanie plików można traktować ekspery-
mentalnie. W głównym oknie pojawiają się róż-
ne komunikaty (bardziej szczegółowe niż na wy-
świetlaczu). Podczas pracy dekodera STA310
pojawiają się komunikaty związane ze zmianą
formatu danych lub pojawieniem się błędów
transmisji SPDIF. Funkcje odczytu i zapisu
pojedynczych sektorów są pomocne głów-
nie podczas uruchamiania programu obsługi
partycji FAT. Zapis sektorów przypadkowymi
danymi może zniszczyć strukturę logiczną
karty SD/SDHC. Program „AMPL-008” pozwa-
la formatować kartę SD/SDHC ale nie zawsze
przebiega to formatowanie poprawnie (niekie-
dy program ten źle oblicza wielkość dostępnej
przeźreni na partycję FAT). Najlepiej kraty
SD lub SDHC sformatować w czytniku kart
podłączonym do komputera. Należy wybrać
typ partycji FAT-16 nawet dla karty SDHC
o pojemności 4 GB. Polecam program „EaseUS
Partition Master”. Ampli tuner obsługuje karty
o maksymalnym rozmiarze partycji równym
4 GB w systemie FAT-16 (Pojemność samej
karty może być większa).

W kolejnym kroku proponuję wlotować
wzmocniacze operacyjne U45 i U46 (po-
czworne wzmocniacze operacyjne AD8664)
i elementy RC wokół nich. Wzmocniacze te
tworzą filtry dolnoprzepustowe i (włączane
opcjonalnie) filtry uwydatniające tony niskie
i wysokie. Po wlotowaniu tych elementów
i gniazda J8 (6× JACK 3,5 mm) możliwe bę-
dzie sprawdzenie działania ampli tunera dla
sygnałów akustycznych. Do szarego gniaz-
da J8D (AUX Out FRONT) należy podłączyć

wzmocniacz mocy (lub wejście 'Line In' kom-
putera) aby mieć możliwość odsłuchu przed-
nich kanałów odtwarzanych dźwięków. Na
tym etapie powinno działać radio i wszystkie
wejścia analogowe. Można także z karty SD/
SDHC odtwarzać (i nagrywać) nieskompreso-
wane pliki *.WAV.

Jeśli tor „STEREO” działa poprawnie
(dla radia i pierwszych trzech wejść analo-
gowych) można zamontować dekodery MP3
STA015(U16). Oprogramowanie przewiduje
częstotliwość rezonatora kwarcowego QSD4
równą dokładnie 14,7456 MHz. Rezonatory
o tej częstotliwości były montowane przez
ostatnie lata prawie na każdej płycie głównej
PC (w okolicach zintegrowanej karty grafic-
znej). Pierwsze próby z odtwarzaniem plików
*.MP3 można przeprowadzić posługując się
kartą SD/SDHC. Na tym etapie montażu ampli
tunera można wlotować moduł VDIP1(JDIP)
wraz z układem 74LVC86(U7). Moduły te
są zaprogramowane przez producenta. Nie
wszystkie pendriv'y są czytane prawidłowo.
Można ewentualnie po odpowiednim przesta-
wieniu zworek ZVD1,2,3,4 wpisać najnowszy
„soft” dla układów VNC1L-1A posługując się
programem „VPROG_COM_2.exe”. Najnowsze
oprogramowanie można znaleźć na stronie
producenta www.vinculum.com. Poprawnie
działający moduł VDIP1 umożliwi odtwarza-
nie plików *.MP3 z pendriv'a.

Zanim zamontujemy końcówki
mocy konieczne jest wlotowanie układu
„Upmix” – układy scalone: U43(AD8664)
i U44(OPA4132), układu „Downmix” – układy
scalone: U19(ADG451BRL), U20(PCF8574AT),
U42(OPA4132) oraz układów U28(OPA2134)
i U47(OPA4132) wraz elementami biernymi
wokół nich. Proponuję wlotować na począ-
tek pierwszy z układów TPA3120D2(UW1).
Należy wlotować wszystkie elementy bierne
związane z tym układem. Nóżki GAIN0(18)
i GAIN1(17) nie mogą pozostać niepodłączo-
ne. Najlepiej połączyć je z masą. Na płycie
prototypu przez pomyłkę nie znalazły się linie
łączące te nożki ze zworkami ZWA1 i ZWB1.
Należy przed pierwszymi próbami związa-
nymi z uruchomieniem końcówek mocy wyko-
nać te połączenia przewodem służącym do

REKLAMA

Projekty na STM32

www.stm32.eu

ST life.augmented

KAMAMI

naprawy płytek drukowanych. Zastosowałem dławiki firmy FERDYSTER z rdzeniem ferromagnetycznym o indukcyjności 10 μH i prądzie maksymalnym 7 A. Rdzenie dławików lekko się rozgrzewają (nawet przy braku wystereowania). Wydaje mi się, że przy tej indukcyjności można by spróbować zastosować dławiki powietrzne. Końcówki mocy są programowo wprowadzane w stan „shutdown”. Przed ich uruchomieniem należy w ‘MENU’ wybrać ustawienie ‘Power’. Poszczególne końcówki mocy mają przypisany odpowiedni ‘bit’. Aby uaktywnić tylko końcówkę mocy UW1 należy podać (jako parametr w menu ‘Power’) wartość ‘4’. Odpowiednio wprowadzenie wartości ‘2’ uaktywnia końcówkę mocy UW2, a wartość ‘1’ – końcówkę mocy U29(TAS5615). Oczywiście wprowadzenie wartości ‘7’ uaktywni wszystkie trzy końcówki mocy. Układy TPA3120D2 (lub TPA3123D2) nie mają radiatorów, posiadają tylko ‘Thermal pad’ odprowadzający ciepło wprost na płytkę drukowaną. Należy odpowiednio ustawić zworki na polach krosowych Z35, Z36, Z37, Z38, Z39, Z47 i Z48. Układy TPA3120D2 mogą być zasilane napięciem nie większym od 30 V (typowo 27 V). W prototypie ustawiłem najniższy poziom wzmocnienia tych układów (20 dB – linie GAN10 i GAN11 połączone z masą). Po uruchomieniu pierwszej końcówki mocy możemy włutować (jeśli przewidujemy jego wykorzystanie) drugi układ scalony TPA3120D2(UW2).

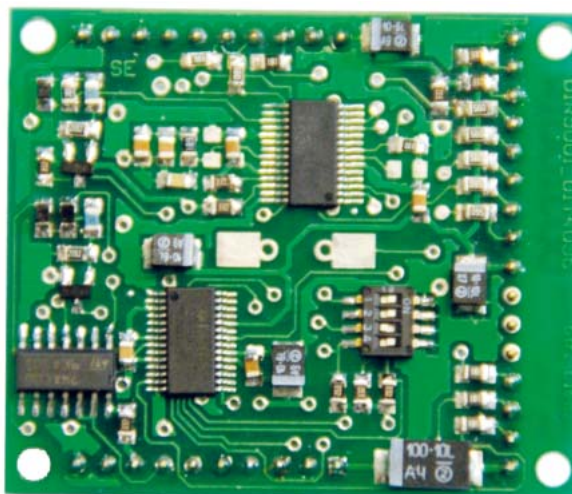
Układ scalony TAS5615(U29) (lub TAS5611, TAS5613) jest bardziej rozbudowany. Jego obudowa posiada ‘Thermal pad’ na górnej powierzchni obudowy przeznaczony do odprowadzania ciepła przez zewnętrzny radiator. Zastosowałem popularny radiator stosowany od chłodzenia chipów na płytach głównych PC. Sam schemat aplikacyjny tego układu jest dość rozbudowany. Układ ten jest sterowany przez układ ekspandera PCF8574AT(U30). Wraz z układem TAS5615(U29) należy włutować wszystkie elementy biernie wokół niego i układ PCF8574AT(U30). Należy również połączyć na polu krosowym PK4 punkty 1 z 2. W prototypie zastosowałem dławiki takie same jak dla układów TPA3120D2. Układ TAS5615 jest skonfigurowany do pracy w układzie BTL. Pierwsze krótkie próby można wykonać bez montowania radiatora. Pod radiatorem znajdują się elementy w obudowach 0805. Przy montażu radiatora należy uważać aby elementy te nie dotykały radiatora. Podczas pracy układu TAS5615 radiator ten jest ciepły. Przy braku wystereowania (sygnałem akustycznym) pewna część pobieranej energii przez układ TAS5615 zużywana jest na pokrycie strat w rdzeniach ferrytowych zastosowanych dławików. Wydaje mi się, że we wzmacniaczach pracujących w klasie D dobór dobrej jakości dławików jest bardzo istotny. Na płytce drukowanej przewidziałem niewiele miejsca na dławiki LDA1, LDB1, LDC1, LDD1. W przyszłości

spróbuję wymienić te dławiki na lepsze (o podobnych gabarytach, ale zapewniające mniejsze straty w rdzeniu dla 400 kHz).

Po uruchomieniu końcówek mocy proponuję włutować układ scalony TPA6120A2(U81) wraz z elementami towarzyszącymi. Układ ten jest wysokiej klasy wzmacniaczem słuchawkowym. Układ ten posiada również ‘Thermal pad’ odprowadzający ciepło na warstwę miedzi płytki drukowanej.

Na tym etapie płyta główna powinna zawierać prawie wszystkie elementy. Pozostały jeszcze do włutowania: odbiorniki i nadajniki transmisji SPDIF, odbiornik podczerwieni i reszta złącz. Na płytce drukowanej prototypu przez pomyłkę wyprowadzenia 1,2,3 i 4 odbiornika TORX173(TO1) zostały umieszczone w odwrotnej kolejności: 4,3,2,1. Przed zamontowaniem tego elementu zmuszony byłem odciąć na druku wszystkie połączenia i wykonać krótkimi przewodami nowe. Odbiorniki światłowodowe SPDIF_F2 i SPDIF_F4 typu TORX-147PL (rysunek 5) umieściłem na dodatkowej płytce drukowanej i podłączyłem do złącza S12 (piny 2 i 3 tego złącza oraz masa i +3,3 V).

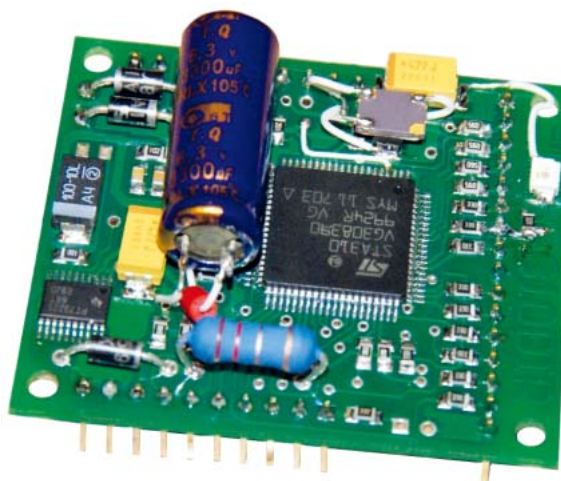
Odbiornik podczerwieni pracuje w standardzie RC-5 (modulacja 36 kHz). Tuner reaguje na kody dla urządzeń: 0, 16, 18 i 20. Po uruchomieniu wszystkich bloków na płycie głównej można przystąpić do montażu płytki elewacji. W pierwszej kolejności proponuję zamontować wyświetlacz LCD-HY2402A wraz z kilkoma elementami biernymi bezpośrednio z nim związanymi (również przyciski). Potencjometrem PR1 można wyregulować kontrast świecenia wyświetlacza. Płytkę elewacji łączy się 20-żyłowym przewodem taśmowym z płytą główną amplitunera. Po uruchomieniu wyświetlacza i klawiatury proponuję włutować układ AD8662 (U1) i elementy bezpośrednio z nim związane. Układ ten jest związany ze sterowaniem diod LED pokazujących poziom sygnału audio na wyjściach REC przedwzmacniacza. Średni prąd wystereowania diod LED przednich kanałów jest mierzony przez przetworniki ADC procesora i wyświetlany w lewym dolnym rogu wyświetlacza. Aby wykorzystać wejścia i wyjścia SPDIF należy umieścić w złączach J1, J2, J3 płytkę-nakładkę dekodera STA310 lub odbiornika/nadajnika SPDIF.



Fotografia 6. Płytkę-nakładkę SPDIF z dekoderni STA310

Dekoder DD/DTS

Dekoder DD/DTS został zbudowany na bazie układu scalonego typu STA310 (U2). Został umieszczony na małej płytce drukowanej z wyprowadzeniami w postaci gold-pinów pasujących w złącza J1, J2, J3 na płycie głównej (fotografia 6). Na tej samej płytce znajduje się również liniowy stabilizator napięcia +2,5 V typu TPS75225 (U1). Płytkę dekodera pobiera podczas pracy prąd dochodzący do 700 mA. Na płytce dekodera pojawiło się błędne połączenie nóżki 4 z napięciem zasilania +3,3 V. Powinno tam być doprowadzone napięcie +2,5 V. Przed montażem układu scalonego STA310 to połączenie zostało przecięte, a nóżkę 4 połączyłem kawałkiem przewodu z jedną z przelotek połączoną z napięciem zasilania +2,5 V. Dodatkowo, w linii SPDIF_IN szeregowo włutowałem rezystor 390 Ω . Również równolegle do kondensatora 100 μF (CE2) dolutowałem kondensator elektrolityczny 3300 μF . Zmontowaną płytkę – nakładkę dekodera należy, przy odłączonym zasilaniu płyty głównej, odpowiednio umieścić w złączach J1...J3. Po włączeniu zasilania płyty głównej można sprawdzić wartość napięcia +2,5 V występującą na wyprowadzeniach kondensatora CE1.



Fotografia 7. Płytkę-nakładkę SPDIF z układami DIR9001 i DIT4096

Można również sprawdzić napięcie występujące na wyprowadzeniach kondensatora CE2. Wartość tego napięcia zmienia się w zależności od trybu pracy dekodera. Powinno się zawierać w granicach 4,2...4,8 V. Dekoder powinien zostać wykryty przez oprogramowanie i powinny pojawić się odpowiednie komunikaty w oknie głównym programu *AMPL-008.exe* – „STA310[B8]=31 Soft v.:14”.

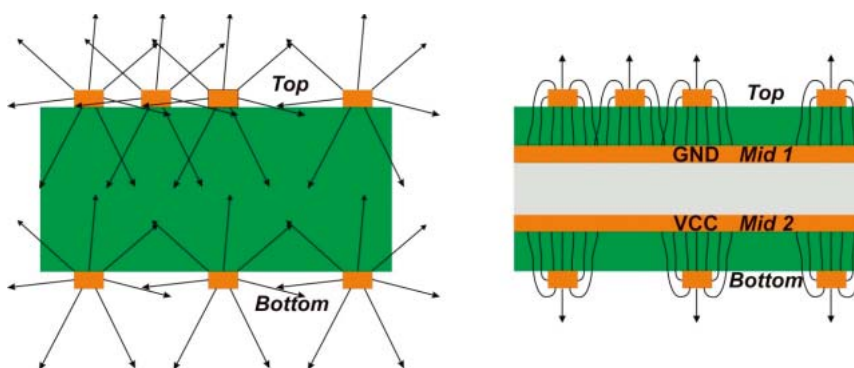
Odbiornik SPDIF PCM

Ponieważ zdobycie dekodera Dolby Digital typu STA310 jest bardzo trudne, przewidywaliśmy uproszczoną wersję amplitunera z cyfrowym interfejsem SPDIF. W miejsce płytki – nakładki dekodera STA310 można zamontować płytkę – nakładkę „DIR9001_DIT4096” z odbiornikiem SPDIF typu DIR9001, oraz nadajnikiem SPDIF typu DIT4096 (fotografia 7). Obydwa te układy scalone są produkowane przez firmę Texas Instruments. Można je łatwo kupić lub zamówić próbki tych układów. Najważniejszy jest montaż układu DIR9001 (U3) – schemat *AMPT-DIR-DIT.sch*. Odbiornik DIR9001 ma bardzo dobre parametry. Jeśli nie przewidujemy wykorzystywania cyfrowych wyjść SPDIF nie jest konieczne włączanie układów scalonych U1(DIT4096) i U2(74LVC00).

Odbiornik DIR9001 ma bardzo dobre parametry:

- Zakres częstotliwości wejściowego sygnału SPDIF (Biphase Input Signal SR): 28...108 kHz.
- Niski błąd odtworzonego sygnału zegarowego (*Low-Jitter Recovered System Clock*): maksymalnie 50 ps.
- Wewnętrzna pętla PLL niewymagająca zewnętrznego sygnału zegarowego.
- Obsługiwane standardy transmisji SPDIF: EIAJ CP-1201, IEC60958, AES/EBU.
- Wymagane pojedyncze napięcie zasilania 3,3 V.

Format danych wyjściowych z odbiornika DIR9001 jest określony przez stany logiczne na wejściach: PSCCK0, PSCCK1, FMT0 oraz FMT1. Tryb pracy układu DIR9001 zależy od stanu logicznego występującego na wejściu CKSEL. Nóżka CKSEL (28) jest na stałe dołączona do masy, co ustawia pętlę PLL (VCO) jako źródło zegara systemu. Układ DIT9001 ma kilka sygnałów wyjściowych. Sygnał wyjściowy AUDIO#(1) jest wyzerowany, jeśli odbierane bity reprezentują dane AUDIO PCM. Dla danych skompresowanych (np. AC-3) na wyprowadzeniu AUDIO# pojawia się poziom wysoki. Sygnał wyjściowy ERROR zostaje ustawiony, jeśli w odbieranych danych wykryto błąd parzystości lub jeśli pętla PLL nie jest w stanie synchronizacji. Podczas odbioru nieskompresowanych danych „AUDIO PCM” w stanie synchronizacji pętli PLL, przy braku błędów w transmisji obydwie te sygnały zostają wyzerowane. Na diodach D3 i D4 (BAT254) jest tworzona suma logiczna tych sygnałów,



Rysunek 8. Pole elektryczne wokół ścieżek na płytkach 2- i 4-warstwowych

która po zanegowaniu przez tranzystor T2 (BC847) jest czytana przez procesor LPC2387 jako sygnał AUDIO_OK.

Płytkę odbiornika SPDIF powinna zostać wykryta przez oprogramowanie i powinien pojawić się w oknie głównym programu *AMPL-008.exe* komunikat: „DIR/DIT OK”. Procesor sprawdza cyklicznie poziom sygnału AUDIO_OK, i jeśli jego poziom jest wysoki, to odblokowany jest cyfrowy tor AUDIO. Dla niskiego poziomu sygnału AUDIO następuje wyciszenie wyjść z układu WM8770. Wyjścia FSOUT0 i FSOUT1 nie są używane – częstotliwość wyjściowa magistrali I²S jest mierzona przez procesor LPC2387. Płytkę – nakładkę „DIR9001_DIT4096” nie pozwala na dekodowanie przebiegów Dolby Digital (AC3) lub DTS. Trzeba to mieć na uwadze i w urządzeniu dostarczającym sygnał SPDIF (np. Blu-ray) należy dla wyjścia cyfrowego ustawić „Downmix” na „STEREO PCM”. Niektóre funkcje amplitunera przy pracy z nakładką „DIR9001_DIT4096” są niedostępne. Są to takie funkcje jak: SRS, VMAX, Dolby Pro Logic, Circle Surround. Możliwe jest użycie układu analogowego „Upmix” pozwalającego na uzyskanie 6 kanałów ze źródeł STEREO. Struktura połączeń tego analogowego układu odpowiada pracy cyfrowych układów „Dolby Pro Logic II” w trybie „Music”.

Podsumowanie

Udało mi się zbudować całkowicie samodzielnie kompletne i funkcjonalne urządzenie – amplituner kina domowego. Najwięcej przyjemności (i jednocześnie pracy) miałem podczas programowania dekodera STA310. Cyfrowy dźwięk w formacie 5.1 można przetwarzać na wiele sposobów. Mogłem przetwarzać różne transformacje cyfrowe dźwięku wielokanałowego na stereofoniczny lub odwrotnie dźwięku stereofonicznego na wielokanałowy. Szkoda, że nie powstał nigdy prosty cyfrowy format przesyłania dźwięku wielokanałowego bez kompresji i kodowania. Zawsze, gdy jest przesyłany cyfrowo dźwięk z większą liczbą kanałów jest on kompresowany lub kodowany. W przypadku interfejsu SPDIF dźwięk wielokanałowy jest kompresowany w formacie AC-3 lub DTS. Podczas przesyłania cyfrowo dźwięku przez interfejs

HDMI jest on kodowany lub kompresowany i kodowany. Z powyższego wynika, że do obróbki dźwięku wielokanałowego zawsze jest potrzebny specjalny układ scalony raczej niemożliwy do kupienia przez indywidualnego konstruktora.

Moja wersja amplitunera została wykonana na pojedynczej (pomijając płytkę elewacji), dwuwarstwowej płycie drukowanej. Występują na niej zarówno bloki analogowe, jak i cyfrowe. Druk dwuwarstwowy jest odpowiedni dla bloków analogowych. Dla bloków cyfrowych lepszym rozwiązaniem byłby druk czterowarstwowy. Dla płytek czterowarstwowych ścieżki sygnałowe najlepiej umieścić na zewnętrznych warstwach (Top i Bottom), a warstwy wewnętrzne przeznaczyć na rozprowadzenie masy (na warstwie Mid 1) i zasilania (na warstwie Mid 2) w postaci „poligonów”. Szybkozmiennne sygnały cyfrowe generują pola elektromagnetyczne. Na płytkach dwuwarstwowych pole elektryczne każdej ścieżki jest rozproszone we wszystkich kierunkach. Na płytkach czterowarstwowych z wypełnionymi obszarami masy i zasilania pole elektryczne większości ścieżek może się „pozamykać” do tych obszarów.

Najlepszym rozwiązaniem przy projektowaniu tego typu układów elektronicznych jest umieszczenie bloków cyfrowych na płycie czterowarstwowej, a bloków analogowych na płycie dwuwarstwowej.

Zbyszko Przybył
zbyszekp@mikronika.pl

REKLAMA