

USB Audio DAC, czyli zewnętrzna karta muzyczna

Pierwsze komputery PC miały bardzo ubogie możliwości muzyczne. Ich jedynym urządzeniem dźwiękowym był mały głośniczek zwany PC Speaker, który wydawał z siebie jedynie awaryjne „piknięcia”. Z czasem pojawiły się coraz bardziej zaawansowane muzyczne karty rozszerzające, jak Creative Sound Blaster czy Gravis Ultrasound. Dziś, kiedy komputer również często służy do rozrywki, jak do pracy, nawet nie wyobrażamy sobie, że mógłby nie mieć karty muzycznej na pokładzie. Chipy do obsługi dźwięku są standardowo montowane na płytach głównych komputerów. Niestety bardzo często są to rozwiązania kiepskiej jakości – emitowany dźwięk pozostawia wiele do życzenia (brzmienie jest „płaskie”, mało dynamiczne, zaszumione, a nawet słyszalne są trzaski związane z pracą dysku). Rozwiązaniem jest podłączenie lepszej zewnętrznej karty muzycznej poprzez port USB. Dzięki temu tor audio, wyprowadzony z komputera, jest mniej narażony na zakłócenia.

Firma Texas Instruments ma w ofercie wiele układów scalonych umożliwiających zbudowanie zewnętrznej karty muzycznej. Jednym z nich jest seria PCM2706/PCM2707, która pozwala na uzyskanie znakomych efektów przy sporej prostocie układowej. Zaprezentowane w tym artykule urządzenie to zewnętrzna karta muzyczna z interfejsem USB. Właśnie gniazdo USB typu B (drukarkowe) jest na stałe osadzone na płytce. Pozostałe sygnały, w tym wyjście analogowe audio oraz cyfrowe S/PDIF lub I2S, są wyprowadzone na złączach typu goldpin. W założeniach tak skonstruowana karta służy do wbudowania do dowolnego urządzenia audio (np. fabrycznego lub samodzielnie skonstruowanego wzmacniacza), by znacznie podnieść jego funkcjonalność. Przy czym taka karta może pracować nie tylko z klasycznym komputerem PC. Ja wykorzystuję ją podłączoną do serwera Synology, z którym w duecie tworzy stację muzyczną – sterowaną zdalnie ze

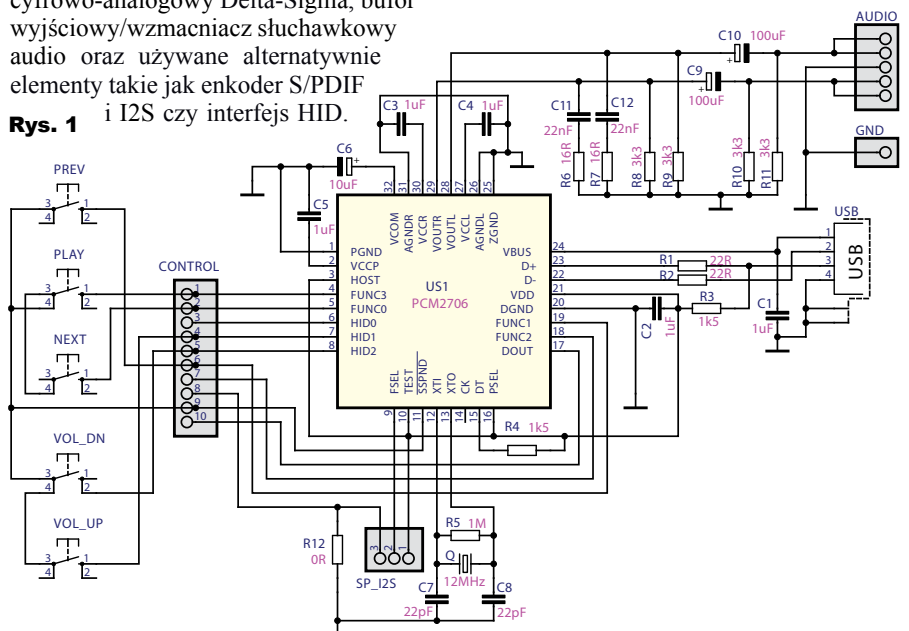
smartfona. Urządzenie również świetnie spisuje się wraz z mini-komputerkiem Raspberry Pi, którego samodzielne możliwości muzyczne są mizerne.

Alternatywnie zamiast złącza audio na płytce można wlotować gniazdo słuchawkowe minijack, dzięki czemu otrzymujemy kompletną kartę muzyczną. Dodatkowo dzięki zaimplementowaniu w układzie PCM2706 interfejsu HID USB (tutaj jako klawiatura multimedialna) może ona służyć także jako prosty pilot do sterowania odtwarzaniem dźwięku. Właśnie takie rozwiązanie jest zaprezentowane na fotografii tytułowej.

Jak to działa?

Sercem urządzenia jest układ scalony US1 – PCM2706 (lub kompatybilny z nim PCM2707). Jest to jeden z następców legendarnych już układów PCM2702 firmy Burr-Brown rozwijanych już po przejęciu tej firmy przez Texas Instruments. W jednej obudowie jest tu zawarty układ interfejsu USB, przetwornik cyfrowo-analogowy Delta-Sigma, bufor wyjściowy/wzmacniacz słuchawkowy audio oraz używane alternatywnie elementy takie jak enkoder S/PDIF i I2S czy interfejs HID.

Rys. 1



Sygnal cyfrowy z komputera jest przesyłany poprzez interfejs USB w specjalnym trybie – izochronicznym (układ akceptuje dane stereo z rozdzielczością 16 bitów i częstotliwością próbkowania 48, 44,1 lub 32kHz). Przedstawiony na rysunku 1 schemat urządzenia to niemal standardowa aplikacja z noty katalogowej. Elementy R1–R4 stanowią o prawidłowej współpracy z interfejsem USB komputera podłączonego kablem typu A-B (drukarkowym) do gniazda USB płytki. Układ jest zasilany również z portu USB, a elementy C1–C6 są wykorzystywane w wewnętrznych obwodach zasilania US1. Układ scalony do swej pracy wymaga rezonatora kwarcowego Q – 12MHz. Kwarc ten wraz z elementami towarzyszącymi R5,

Numer pinu	PCM2706		PCM2707	
	układu US1	FSEL=1 (1-2)	FSEL=0 (2-3)	FSEL=1 (1-2)
CONTROL				
1	4	play/pause	digital IN	digital IN
2	5	next	I2S LR CK	I2S LR CK
3	6	mute	mute	SPI MS
4	7	volume up	volume up	SPI MC
5	8	volume down	volume down	SPI MD
6	19	prev	I2S BIT CK	I2S BIT CK
7	18	stop	I2S SYS CK	I2S SYS CK
8	20	GND	GND	GND
9	11	SSPND	SSPND	SSPND
10	17	S/P DIF	I2S SDATA	I2S SDATA

C7 i C8 stanowi elementy wewnętrzne generatora. Jego sygnał jest mnożony przez 8 i używany zarówno do taktowania interfejsu USB jak i przetwornika C/A. Jak już wcześniej wspomniałem, układy serii PCM2706/PCM2707 mają wbudowany wyjściowy bufor/wzmacniacz audio. Zatem można podłączyć do niego słuchawki o impedancji 32 omów lub większej. Niezbędne są tu jednak kondensatory separujące C9, C10 wraz z rezystorami zapewniającymi polaryzację R8–R11 oraz elementy C11–R6 i C12–R7 stanowiące wyjściowy filtr górnozaporowy obcinający szum kwantyzacji. Wyjście audio dostępne jest na złączu AUDIO. Na płytce znalazło się jeszcze miejsce na opcjonalnie stosowanych kilka przycisków oraz stanowiące zespół wyjść cyfrowych złącze CONTROL, które wymaga osobnego omówienia.

Do poprawnej pracy układu niezbędna jest konfiguracja wejścia FSEL układu US1, dokonywana jumperem na złączu konfiguracyjnym SP_I2S. Standardowo wejście FSEL powinno być spolaryzowane dodatkowo (zwórka pomiędzy 1–2) – wówczas działają równolegle wyjścia analogowe audio i cyfrowe S/P DIF. W przypadku zwarcia wejścia FSEL układu US1 do masy (zwórka pomiędzy 2–3) zamiast cyfrowego wyjścia S/PDIF, uaktywniane jest cyfrowe wyjście I2S którego sygnały są dostępne właśnie na złączu CONTROL. Dzięki temu możliwe jest użycie zewnętrznego przetwornika o jeszcze lepszych parametrach niż ten wbudowany w układ. Aby w trybie I2S dostępne było wyjście audio, należy połączyć wyjście DOUT z wejściem DIN (zwrócić piny 1 i 10 złącza CONTROL). W zwykłym trybie (FSEL=1) złącze to może być użyte do sterowania odtwarzaczem, przy czym w układzie PCM2706 wystarczy prosta klawiatura, której kilka przycisków może być zamontowanych bezpośrednio na płytce. Układ PCM2707 może być sterowany poprzez interfejs SPI np. z mikroprocesora. Opis złącza CONTROL zawiera rysunek 2.

Montaż i uruchomienie

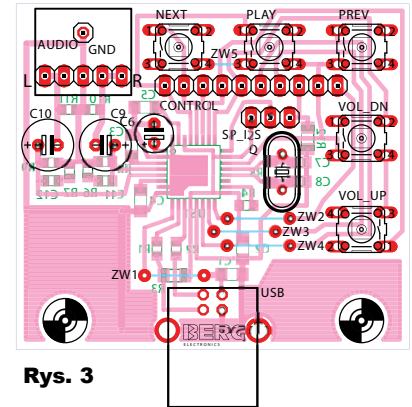
Płytki karty dźwiękowej została zaprojektowana jako jednostronna, ale elementy

znajdować się będą po obu stronach płytki – te do montażu powierzchniowego od spodu, a z wierzchu klasyczne elementy przewlekane. Widok płytki jest przedstawiony na rysunku 3.

Montaż układu należy rozpocząć

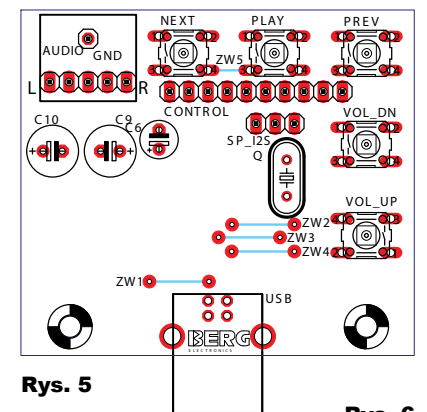
od wlotowania układu US1. Układy serii PCM2706-07 są łatwiejsze do wlotowania od wcześniejszych modeli PCM2702-05. Mimo że obudowa TQFP32 ma 4 krawędzie wyprowadzeń, to ich raster jest szerszy niż w starszych układach. Lutowanie należy rozpocząć od jednego wyprowadzenia w narożu, a następnie sprawdzić, czy wszystkie piny znajdują się na swoich padach. Jeśli nie, to położenie trzeba skorygować. Następnie należy przylutować wyprowadzenie układu naprzeciwko do uprzednio wlotowanego, po czym można przylutować już wszystkie pozostałe. W następnej kolejności trzeba wlotować resztę elementów montowanych powierzchniowo – rezystory i kondensatory. W trakcie lutowania płytka może leżeć gładko na stole, co na pewno ułatwia zadanie. Dopiero po zakończeniu montażu elementów SMD zabieramy się za części przewlekane, zaczynając od tych najmniejszych. Zatem na początek zworki ZW1–ZW4. Jeśli nie planujemy wykorzystywać złącza CONTROL ani przycisków, to można nie lutować zworek ZW2–ZW4. Zworkę ZW1 można zastąpić koralikiem filtrującym zasilanie. Jeśli nie planujemy używać interfejsu I2S, to można zastąpić złącze SP_I2S zworką pomiędzy pinami 1–2. Kondensatory elektrolityczne C6, C9, C10 można wlotować na leżaco – zwłaszcza jeśli planujemy użycie płaskiej obudowy. W takiej sytuacji należy też zastosować kwarc w niskiej obudowie. Wyjście audio można zrealizować dwójako; albo przez wlotowanie potrójnego złącza goldpin w środkowe piny złącza AUDIO, albo stosując gniazdko mini jack stereo.

Wlotowanie listwy goldpinów CONTROL czy przycisków również jest opcjonalne. Oczywiście przyciski mają sens jedynie w przypadku użycia układu PCM2706. Przy zastosowaniu przycisków należy pamiętać o wlotowaniu nietypowo montowanej zworki ZW5, którą stosujemy na wyprowadzeniach przycisków NEXT i PLAY. Pomoc w lutowaniu mogą stanowić fotografia 4 oraz rysunki 5 i 6 prezentujące położenie elementów po obu stronach płytek. Ostatnim elementem do zamontowania jest przewlekane gniazdko USB typu B. Na fotografii 7 zaprezentowano dwie zmontowane płytki wzmac-



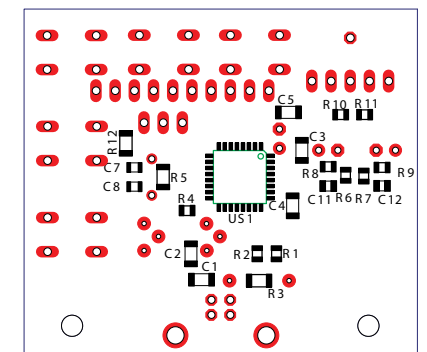
Rys. 3

Fot. 4

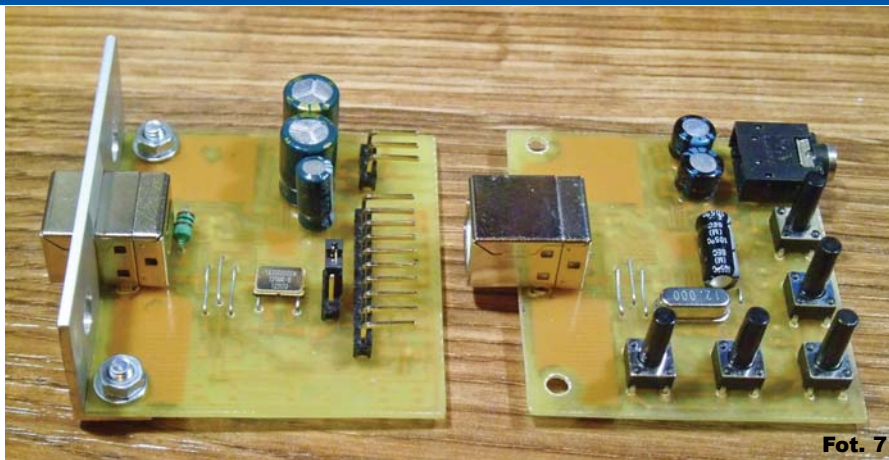


Rys. 5

Rys. 6



niacza w obu konfiguracjach – po prawej jako zewnętrzna karta muzyczna oraz po lewej jako interfejs USB do wbudowania wewnątrz wzmacniacza.



Fot. 7



Fot. 8

Wykaz elementów

R1,R2	22Ω smd0805
R3,R4	1,5kΩ smd0805
R5	1MΩ smd1206
R6,R7	16Ω smd0805
R8-R11	3,3kΩ smd0805
R12	000Ω smd1206
C1-C5	1uF smd1206
C6	10uF 6V elektrolit przewlekany
C7,C8	27pF lub 10–33pF smd0805
C9,C10	100uF 5V elektrolit przewlekany
C11,C12	22nF smd0805
US1	PCM2706 lub PCM2707 (bez obsługi przycisków)

Q..... kwarc 12 MHz przewlekany
 USB..... gniazdo USB typu B przewlekane

Elementy opcjonalne (opis w tekście):

SP_I2S..... goldpin 1x3 + jumper
 – wersja do wbudowania:
 AUDIO..... goldpin 1x3 kątowy
 CONTROL..... goldpin 1x10 kątowy
 – wersja słuchawkowa:
 AUDIO..... gniazdo minijack stereo
 VOL_UP,VOL_DN,PREV,PLAY,NEXT..... przyciski
 tact-switch 6x6x12mm

Płytkę drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3151.

Prawidłowo zmontowana karta powinna działać od razu po podłączeniu do komputera (oczywiście należy wcześniej założyć zwórkę na złącze SP_I2S we właściwym położeniu – patrz rysunek 2).

Karta poprawnie współpracuje z systemami Windows, Linux i OS X – wykrywana jest jako *USB Audio DAC*. Niekiedy potrzebne może być ustawienie jej jako głównego urządzenia odtwarzającego

dźwięk w ustawieniach systemu lub w programie używanym do odtwarzania muzyki.

Zastosowany w urządzeniu układ scalony gwarantuje bardzo przyzwoite parametry – dynamikę na poziomie 98 dB i zniekształcenia poniżej 0,025%. Dla obciążenia o większej impedancji – powyżej 10 kiloomów – charakterystycznej dla wejść wzmacniaczy, zniekształcenia będą jeszcze mniejsze – poniżej 0,006%.

Przy takim rozwiązaniu można zmniejszyć wartość kondensatorów wyjściowych C9, C10 do wartości kilku-kilkunastu uF. Układ PCM2706 umożliwia podłączenie prostej klawiatury sterującej poprzez interfejs HID głośnością i funkcjami odtwarzacza. Dostępnych jest 7 przycisków – na płytce znalazło się miejsce dla 5 z nich, realizujących najczęściej używane operacje.

Na koniec jeszcze o obudowie urządzenia zaprezentowanej na **fotografii 8** i fotografii tytułowej. Jest ona wykonana z odpowiednio przyciętego i wygiętego aluminiowego kątownika 15x15x1 który tworzy ścianki boczne. Dół stanowi cienka stalowa blaszka, a górę przezroczyste plexi, pod którym umieszczono wydruk z etykietami przycisków. W tak przygotowanej obudowie urządzenie jest estetyczne i funkcjonalne, ale oczywiście można zastosować dowolną inną obudowę.

Sławomir Węgrzyn
 bsw@poczta.onet.pl
 www.bsw.republika.pl