

Słuchawki pod USB

AVT-569



Na łamach *Elektroniki Praktycznej* dość często pojawiają się urządzenia podłączane do szybkiego interfejsu USB, który na dobre zadomowił się już w każdym komputerze PC. Podłączenie urządzenia przez USB jest bardzo proste, nie sprawia żadnych problemów przeciętnemu użytkownikowi.

Istotną zaletą jest duża szybkość działania.

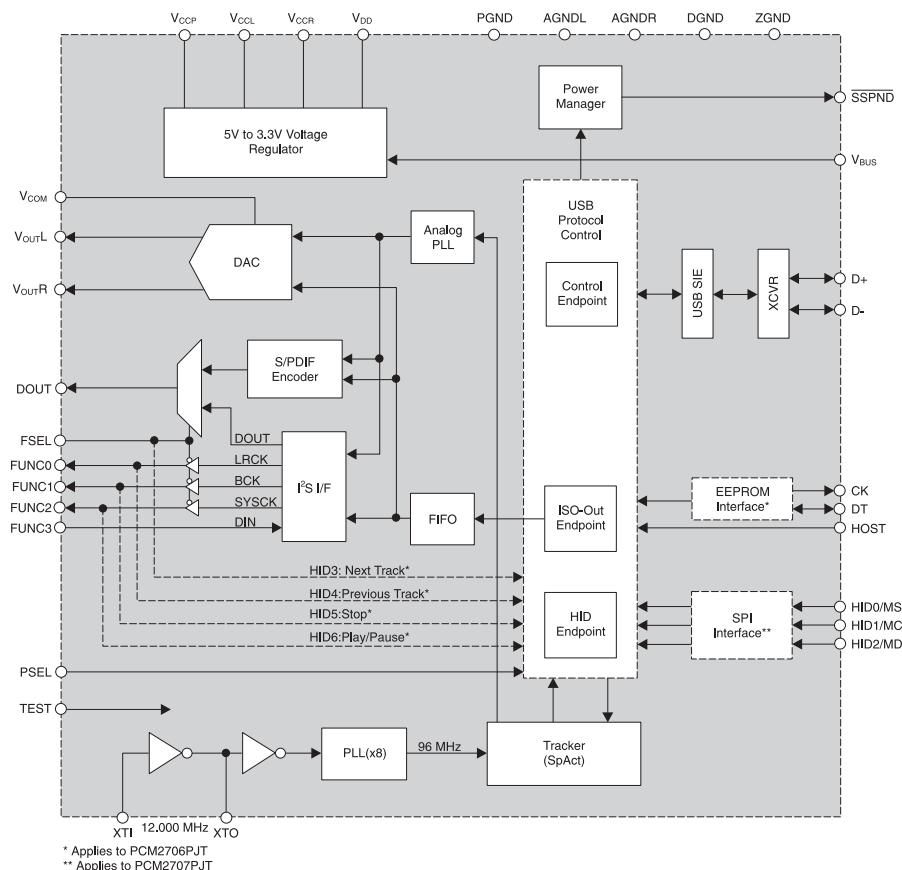
Rekomendacje: artykuł polecamy użytkownikom komputerów, którzy lubią słuchać dobrej muzyki podczas pracy, a nie chcą przy tym zakłócać spokoju innym.

Kolejnym urządzeniem przeznaczonym do podłączenia poprzez interfejs USB okazują się być tym razem... słuchawki. W artykule zostanie opisana właściwie przejściówka pomiędzy słuchawkami z wyjściem jack a gniazdem USB komputera. Można powiedzieć, że jest to uproszczona odmiana karty dźwiękowej USB, którą miałem zaszczyt przedstawić w EP05/03. Dzisiejsze karty dźwiękowe (zazwyczaj zintegrowane z płytą główną komputera) posiadają tylko jedno wyjście audio, do którego podłączone są komputerowe głośniczki lub wzmacniacz z kolumnami głośnikowymi. Podłączenie do komputera słuchawek wymaga odłączenia od karty dźwiękowej głośniczków lub wzmacniacza i włączenia w ich miejsce słuchawek. Może się to stać uciążliwe, zwłaszcza wtedy, gdy nie mamy wygodnego dostępu do gniazd komputera. Dlatego też postanowiłem zbudować

słuchawki USB, które nie wymagają nawet istnienia karty dźwiękowej w komputerze, natomiast koniecznie musi być w nim działający interfejs USB. Proponowana przejściówka dla słuchawek może służyć także jako swoista karta dźwiękowa umożliwiająca podłączenie do niej głośniczków lub wzmacniacza audio. Całe urządzenie ma niewielkie wymiary i jest zasilane z interfejsu USB, co stanowi także dodatkową zaletę. Do pełnego użytkowania wystarczy tylko podłączyć układ z komputerem za pomocą odpowiedniego przewodu USB. Tak jak w przypadku karty dźwiękowej opisywanej w EP5/03 i tym razem do wykonania przejściówki został wykorzystany układ firmy TI (Texas Instruments). Jest to PCM2706. Dzięki niemu przejściówka jest bardzo prosta, ma niewiele elementów oraz posiada akceptowalne wymiary. Wybrane parametry słuchawek USB zostały przedstawione w **tab. 1**. Proponowana przejściówka posiada dodatkowe funkcje, które podnoszą jej atrakcyjność. Do wysterowania słuchawek niezbędny jest wzmacniacz wyjściowy o odpowiedniej mocy. Moc uzyskiwana z przejściówki jest na poziomie 12 mW, co w przypadku 32-omowych słuchawek jest wartością wystarczającą. Wspomniałem o dodatkowych funkcjach. Przystawka umożliwia np. zdalnie sterowanie programowym odtwarzaczem audio, za pomocą dołączonych przycisków. Dostępnych jest 7 zewnętrznych przycisków, które sterują następującymi funkcjami programowego odtwa-

Tab. 1. Wybrane parametry słuchawek pod USB

poprawnie obsługiwane interfejsy	USB 1.1 oraz 2.0
cyfrowy optyczny interfejs wyjściowy audio	S/PDIF
częstotliwość próbkowania	32, 44,1 oraz 48 kHz
zniekształcenia THD+N	0,025% przy obciążeniu 32Ω
SNR	98 dB
moc wyjściowa	12 mW przy obciążeniu 32Ω
sterowanie	możliwość sterowania 7 ustawieniami programowego odtwarzacza za pośrednictwem zdalnych przycisków (VOLUME, PLAY, STOP itp.)
system operacyjny	Windows 98, ME, 2000, XP



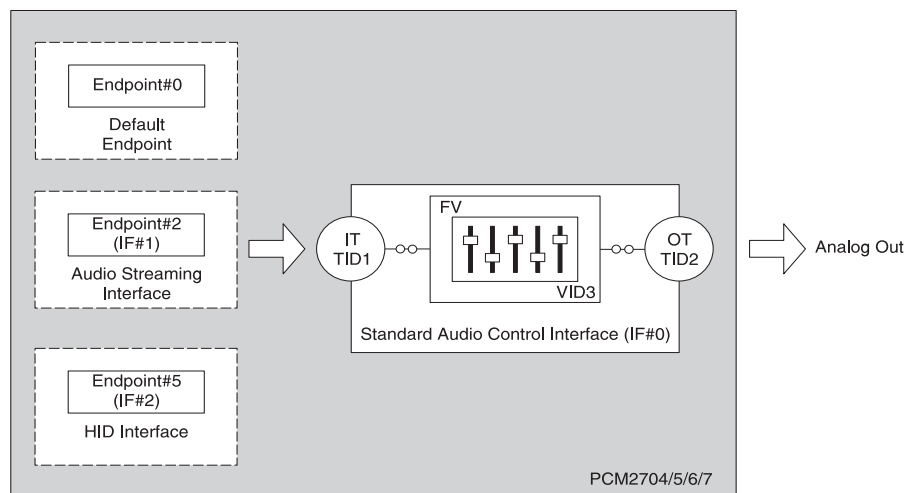
Rys. 1. Schemat blokowy układu PCM2706

rzacza audio: VOL+, VOL-, MUTE, PreV Track, Next Track, Play/Pause oraz Stop. Wydaje mi się, że dodatkowe przyciski spełniają swoje zadanie, podnosząc komfort słuchania muzyki przez dołączone słuchawki. Przejściówka posiada także cyfrowe wyjście interfejsu S/PDIF, w którym wykorzystano opcję optyczną, ale po zastosowaniu dodatkowego konwertera można otrzymać wyjście typu coaxial. Wyjście to można z powodzeniem wykorzystać do podłączenia cyfrowego wejścia wszelkiego rodzaju wzmacniaczy lub przedwzmacniaczy. W wejścia takie wspomniane urządzenia są wyposażane coraz częściej. Uzyskujemy przez to możliwość bezpośredniego cyfrowego przesyłania dźwięku, bez wpływu jakichkolwiek zakłóceń, co ma miejsce szczególnie w przypadku analogowego przesyłania sygnału. Przejściówka po podłączeniu do komputera z zainstalowanym systemem Windows działa od razu poprawnie, a wymagane sterowniki są instalowane automatycznie i wchodzą w skład systemu Windows.

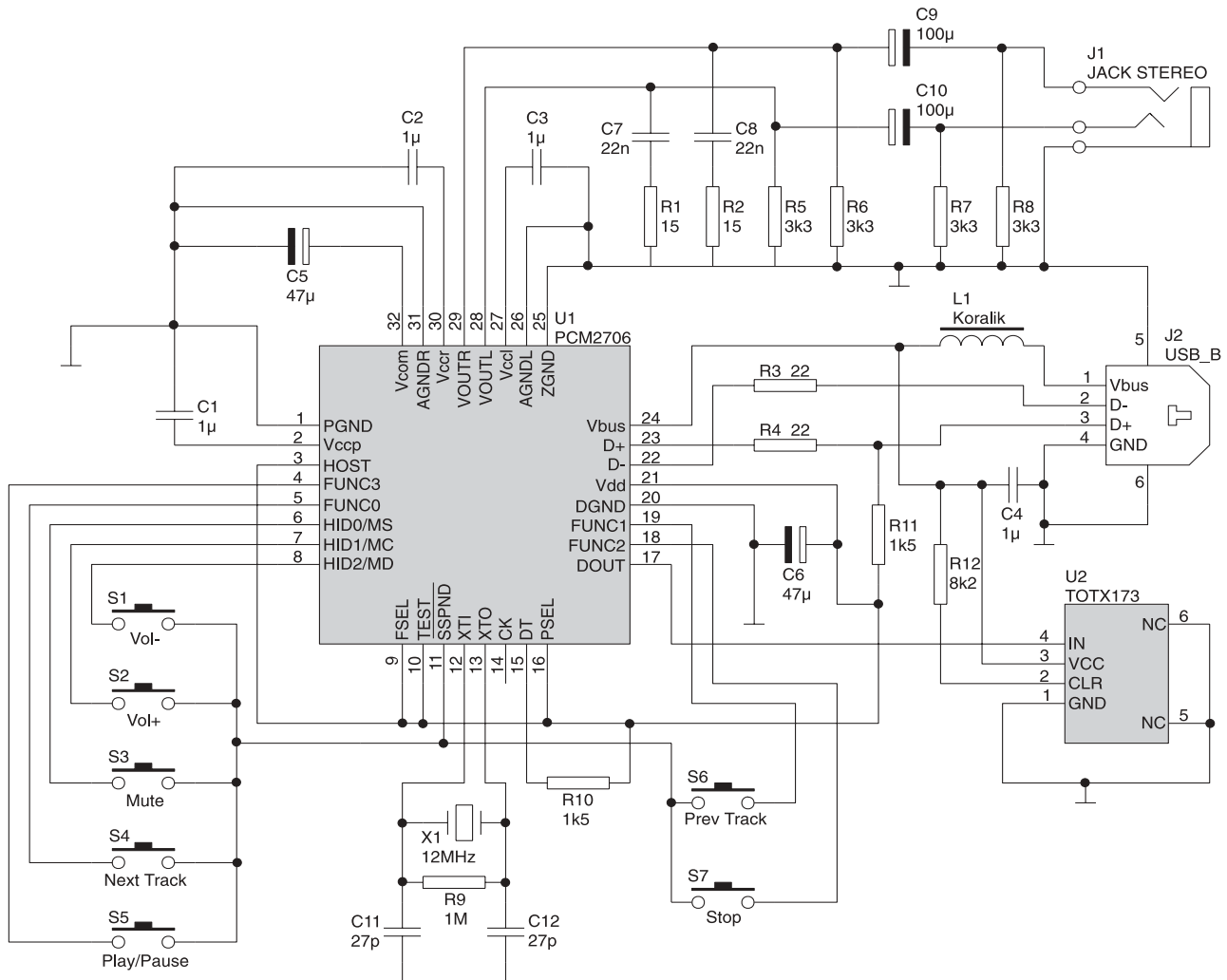
Działanie układu PCM2706

Można powiedzieć, że układ PCM2706 produkowany przez firmę TI jest uproszczoną wersją układu PCM2906, jaki został zastosowany w karcie dźwiękowej z EP05/03. W rzeczywistości PCM2706 jest stereofonicznym przetwornikiem DAC z interfejsem USB 1.1. Na rys. 1 został przedstawiony schemat blokowy tego układu, przy czym bloki dla

PCM2706 zostały oznaczone jedynym znakiem „+”. Także i ten układ został wyposażony w pętlę PLL, która mnoży częstotliwość oscylatora 8 razy, enkoder S/PDIF, pamięć FIFO i inne niezbędne bloki. Siedem zewnętrznych przycisków zostało dołączonych do wewnętrznego „HID Endpoint”. Dane kontrolne oraz audio są transmitowane do układu poprzez linie „D+” oraz „D-”, przy czym wszystkie dane są przesyłane w trybie „Full speed”. Na rys. 2 została przedstawiona topologia USB audio układu PCM2706, który posiada trzy interfejsy. Każdy z nich może korzystać z alternatywnych ustawień. Interfejs oznaczony jako „0” jest domyślnym interfejsem kontrolnym. Składa się on z trzech terminali, z których „IT” jest wejściem dla strumienia audio, „OT” jest wyjściem strumienia audio, a „FU” określa parametry tłumienia sygnału dla przetwornika DAC. Kontrola głośności i funkcji MUTE przez „FU” nie dotyczy interfejsu S/PDIF. Interfejs „1” jest interfejsem dla wyjściowego strumienia audio, który jest podawany na interfejs „0”. Interfejs ten posiada trzy ustawienia: brak strumienia audio, strumień mono lub strumień stereo. Interfejs „2” spełnia rolę standardowego urządzenia HID, który odpowiada za obsługę zewnętrznych przycisków. Na HID dla tego układu składają się operacje podstawowe oraz rozszerzone. Do operacji podstawowych zaliczają się funkcję MUTE, VOLUME UP oraz VOLUME DOWN. Do operacji rozszerzonych można zaliczyć pozostałe funkcje przycis-



Rys. 2. Topologia USB audio układu PCM2706



Rys. 3. Schemat elektryczny przystawki

ków dołączonych do układu PCM2706 jak: Play/Pause, Stop, Previous oraz Next. Każdy z wymienionych trzech interfejsów posiada punkty końcowe (endpoint), które są używane do kontrolowania wszystkich funkcji układu PCM2706 przez USB. Dalszych dokładnych informacji o budowie i działaniu PCM2706 należy szukać w aplikacji układu dostępnej na stronach internetowych firmy TI: www.ti.com.

Opis działania układu

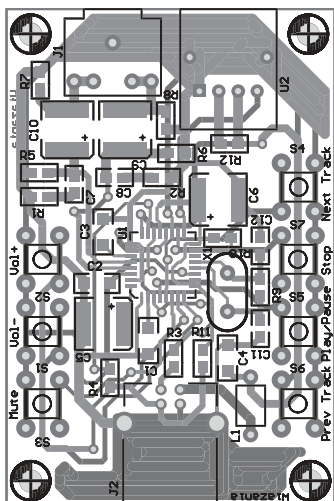
Schemat ideowy słuchawek USB został przedstawiony na rys. 3. Jest on bardzo prosty, gdyż wszystkie potrzebne elementy zostały umieszczone w układzie PCM2706. Przyciski umożliwiające zdalne sterowanie funkcjami programowego odtwarzacza oraz głośnością. Układ PCM2706 jest taktowany częstotliwością 12 MHz mnożoną 8 razy przez wewnętrzną pętlę PLL. Daje to częstotliwość

pracy równą 96 MHz. Cyfrowy sygnał audio jest podawany bezpośrednio na nadajnik optyczny U2. Także sygnały analogowe poprzez C9 i C10 wędrują bezpośrednio na gniazdo J1, do którego można podłączyć dowolne słuchawki stereofoniczne. Wejście PSEL układu PCM2706 zostało ustawione w stan wysoki, co oznacza, że będzie wykorzystywane zasilanie z portu USB. Połączenie tego wejścia z masą będzie informowało układ, że zasilanie będzie pochodzić z zewnętrznego źródła. Także stan wysoki istniejący na wejściu HOST informuje układ, że pobierany prąd z hosta USB będzie miał wartość maks. 500 mA (oczywiście, gdy wykorzystywane jest zasilanie z portu USB). Dołączenie tego wejścia do masy będzie informacją, że pobierany prąd z portu USB nie będzie przekraczał 100 mA. Stan wysoki na wejściu FSEL informuje układ, że będzie wykorzystywane wyjście S/

PDIF oraz będą wykorzystywane funkcje związane z przyciskami NEXT, PREVIOUS, STOP oraz PLAY/PAUSE. Koralik L1 dodatkowo filtruje napięcie pobierane z portu USB komputera lub huba. Pozostałe elementy współpracujące z PCM2706 są wymagane do jego poprawnej pracy. Jako zakończenie łącza cyfrowego audio został wykorzystany nadajnik optyczny TOTX173. Gdy zajdzie potrzeba posiadania wyjścia cyfrowego audio typu coaxial, można zastosować odpowiedni konwerter optical->coaxial (taki projekt był prezentowany w EP6/03) lub można we własnym zakresie (nie montując U2) dodać odpowiedni konwerter sygnałów TTL na coaxial.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 4 został przedstawiony schemat montażowy słuchawek USB. Do konstrukcji użyto w większości elementów SMD, co zminimalizowało wymiary całego urzą-



Rys. 4. Schemat montażowy płytki drukowanej

dzenia. Z wlutowaniem układu U1 (PCM2706) nie powinno być problemów, jeśli użyje się cienkiej cyny (najlepiej o średnicy 0,25mm), cienkiego grota i zachowa się trochę staranności. Do prawidłowego wlutowania układu U1 proponuję zastosować sprawdzony sposób. Polega on na wcześniejszym, delikatnym ocynowaniu punktów lutowniczych płytki, do których będzie lutowany. Następnie należy przykleić układ U1, zwracając baczną uwagę na polaryzację oraz dopasowanie nóżek do punktów lutowniczych. Do przyklejenia można wykorzystać kleje, których czas schnięcia jest dłuższy niż

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 15Ω (SMD 0805)
 R3, R4: 22Ω (SMD 0805)
 R5...R8: 3,3kΩ (SMD 0805)
 R9: 1MΩ (SMD 0805)
 R10, R11: 1,5kΩ (SMD 0805)
 R12: 8,2kΩ (SMD 0805)

Kondensatory

C1...C4: 1μF stały (SMD 1206)
 C5, C6: 47μF (SMD)
 C7, C8: 22nF (SMD 0805)
 C9, C10: 100μF (SMD)
 C11, C12: 27pF (SMD 0805)

Półprzewodniki

U1: PCM2706
 U2: TOTX173

Różne

L1: koralik ferrytowy
 S1...S7: mikrostryki
 X1: kwarc 12MHz
 J1: gniazdo jack stereo 3,5 mm
 J2: gniazdo USB typu B

wszelkiego rodzaju „kropelek“. Dłuższy czas schnięcia umożliwi ewentualny manewr lutowanym układem i optymalne dopasowanie do punktów lutowniczych. Po wyschnięciu kleju można przystąpić do lutowania. Oczyszczonym z cyny grotem lutownicy należy przynieść kolejno końcówki układu do punktów lutowniczych. W przypadku powstania zwarcia można posłużyć się taśmą rozlutowującą. Podczas lutowania procesora audio pomocna jest pasta lutownicza, ale można sobie bez problemów poradzić, używając tylko cienkiej cyny 0,25 mm. Przy cieńszej cynie mamy większą kontrolę nad dawką spoiwa lutowniczego umieszczonego w danym miejscu. Podczas lutowania U1 należy pamiętać także, by go nie przegrzać. Może to spowodować nieodwracalne uszkodzenie układu. Z wlutowaniem pozostałych elementów SMD, takich jak rezystory czy kondensatory, nie powinno być żadnych problemów. Przy kondensatorach elektrolitycznych, należy zwrócić baczną uwagę na prawidłową biegunowość. Po poprawnym zmontowaniu i sprawdzeniu, czy nie ma jakichkolwiek zwarc lub przerw w obwodach płytki drukowanej, można przejść do uruchomienia przejściówki, podłączając ją do komputera przewodem USB typu A-B. Długość przewodu USB łączącego słuchawki (przejściówkę) z komputerem lub hubem nie powinna przekraczać 5 metrów. Maksymalna długość przewodu USB wynosząca 5 metrów, to wcale nie tak mało i powinno w zupełności wystarczyć.

Użytkowanie

W przypadku podłączenia słuchawek USB do komputera z systemem Windows XP, sterowniki zostaną zainstalowane automatycznie. Dla Windows 98 wymagana będzie płytka instalacyjna Windows, na której znajdują się potrzebne dla przejściówki sterowniki. Przejściówka będzie gotowa do pracy dopiero po zainstalowaniu niezbędnych sterowników. Po podłączeniu do niej słuchawek, możliwe będzie usłyszenie w nich każdego dźwięku wydawanego przez system Windows. Na **rys. 5** zostały zaznaczone sterowniki, które zostają zainstalowane dla



Rys. 5. Sterowniki wymagane do poprawnej pracy przystawki

opisanej przejściówki. Prócz głównego sterownika audio, dodatkowo zainstalowane zostają sterowniki do obsługi HID. Działanie przejściówki było sprawdzane z systemami win98 oraz winXP i sprawowała się bez jakichkolwiek problemów. Po prostu podłącza się ją do portu USB i to wszystko. Jakość sygnałów audio docierających do słuchawek jest na wysokim poziomie, z niewielkimi zniekształceniami nieliniowymi. Działanie dodatkowych przycisków jest uzależnione od wykorzystywanego systemu operacyjnego. Z systemem win98 mogą działać poprawnie jedynie przyciski MUTE, VOL- i VOL+. Pozostałe mogą nie działać prawidłowo. Ale z systemem winXP na pewno nie będzie żadnych problemów, co zostało sprawdzone z windosowskim odtwarzaczem Media Player. Przyciski przy sterowaniu funkcjami tegoż Playera spisywały się bardzo dobrze. Słuchawki USB zostały sprawdzone z interfejsem USB w wersji 1.1 oraz 2.0. W obu przypadkach nie zauważono żadnych nieprawidłowości. Tak więc wystarczy przejściówkę włączyć do gniazda USB i rozkoszować się ulubioną muzyką w słuchawkach. A kiedy zajdzie potrzeba zmiany słuchanego utworu czy zatrzymania odtwarzania, wystarczy nacisnąć odpowiedni przycisk bez potrzeby podłączenia do komputera.

Marcin Wiązania
marcin.wiazania@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: pcb.ep.com.pl oraz na płycie CD-EP4/2004B w katalogu PCB.