

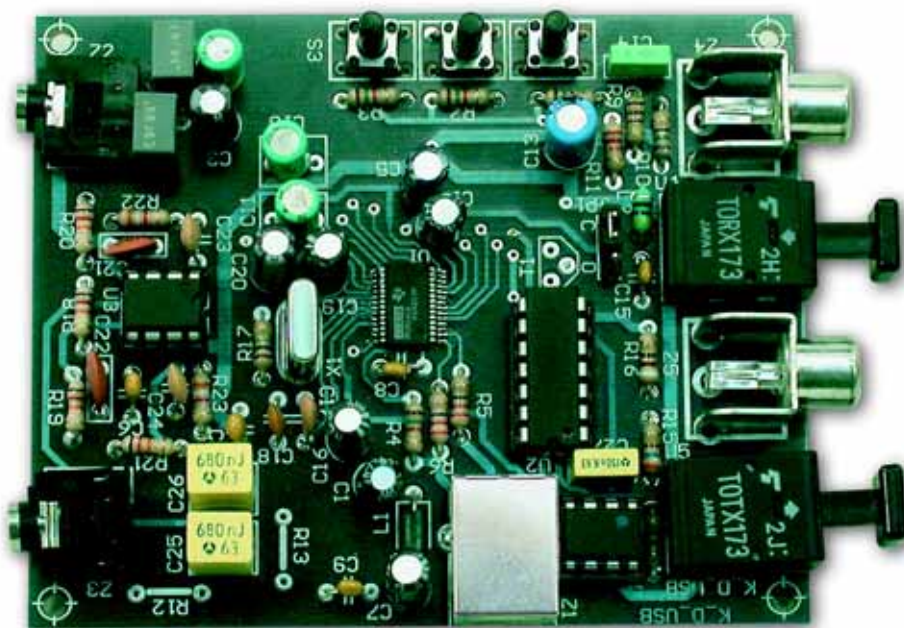
Karta dźwiękowa USB z nagrywaniem i analogowymi oraz cyfrowymi we/wy

PROJEKT
Z OKŁADKI

AVT-509

W interfejs USB wyposażone są wszystkie współczesne komputery. Za pośrednictwem tego interfejsu jest możliwe dołączanie różnorodnych urządzeń, jedno z najbardziej efektywnych opisujemy w artykule. Jest to karta dźwiękowa, która może odtwarzać, jak i nagrywać, zarówno w torze analogowym, jak i cyfrowym (S/PDIF).

Rekomendacje: prezentowana karta dźwiękowa znajdzie zastosowania we wszystkich tych komputerach, które są wyposażone w port USB. Dzięki możliwości nagrywania dźwięku oraz wbudowanym interfejsom cyfrowym może ona w większości przypadków zastąpić wyrafinowane karty instalowane w gniazdach PCI.



Poważnym atutem opisywanej karty dźwiękowej są wejścia/wyjścia cyfrowe S/PDIF. Cyfrowy interfejs umożliwia połączenie karty ze współpracującymi urządzeniami za pomocą światłowodu lub przewodu koaksjalnego 75 Ω. Wygodę użytkownika karty na pewno podniosą dodatkowe przyciski służące do regulacji głośności oraz funkcji MUTE.

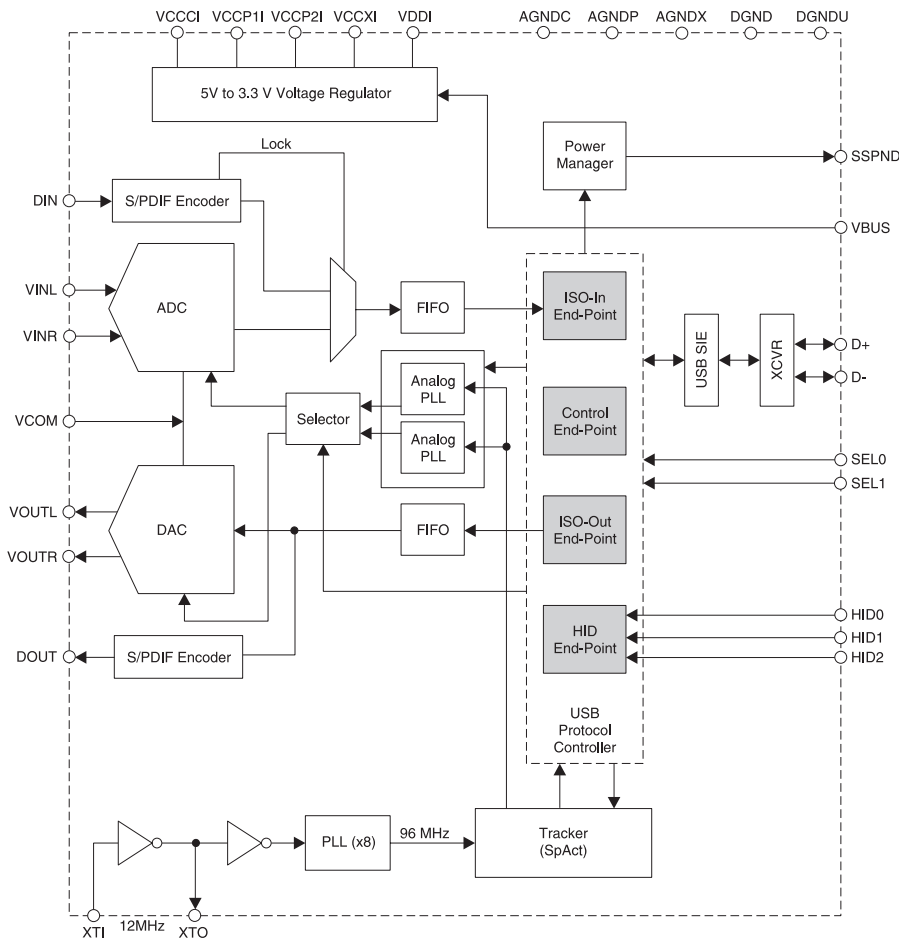
Opisywaną kartę dźwiękową USB polecamy tym wszystkim użytkownikom PC, którzy chcą uzyskać dobrą jakość dźwięku oraz nie mają miejsca lub możliwości zastosowania kart montowanych do odpowiednich gniazd. Karta dźwiękowa USB nie potrzebuje do pracy zewnętrznego zasilania, do pracy wystarczy jej prąd pobierany z portu USB. Jest to niewątpliwa zaleta, zwłaszcza gdy karta będzie pracowała z laptopem.

Zastosowany w karcie układ PCM2906 produkcji TI jest kompletnym, stereofonicznym kode-

rem-dekoderem audio wyposażonym w interfejs USB zgodny ze specyfikacją 1.1 oraz S/PDIF. Schemat blokowy PCM2906 znajduje się na rys. 1. W układzie zintegrowano przetworniki A/C i C/A, pamięci FIFO, dekoder oraz koder S/PDIF, pętle PLL, kontroler pro-

Tab. 1. Podstawowe parametry układu PCM2906

- ✓ Zintegrowany interfejs USB kompatybilny z USB 1.1,
- ✓ we/wy analogowe,
- ✓ we/wy S/PDIF,
- ✓ 16-bitowy przetwornik Delta-Sigma A/C oraz C/A,
- ✓ parametry stereo A/C (przy zasilaniu 5V):
x THD+N: 0,01%,
x SNR: 89dB,
- ✓ parametry stereo C/A (przy zasilaniu 5V):
x THD+N: 0,005%,
x SNR: 96dB,
- ✓ częstotliwości próbkowania:
x A/C: 8, 11,025, 16, 22,05, 32, 44,1, 48 kHz,
x C/A: 32, 44,1, 48 kHz,
- ✓ napięcie zasilania: 5V,
- ✓ dodatkowe funkcje: regulacja głośności, mute.



Rys. 1. Schemat blokowy układu PCM2906

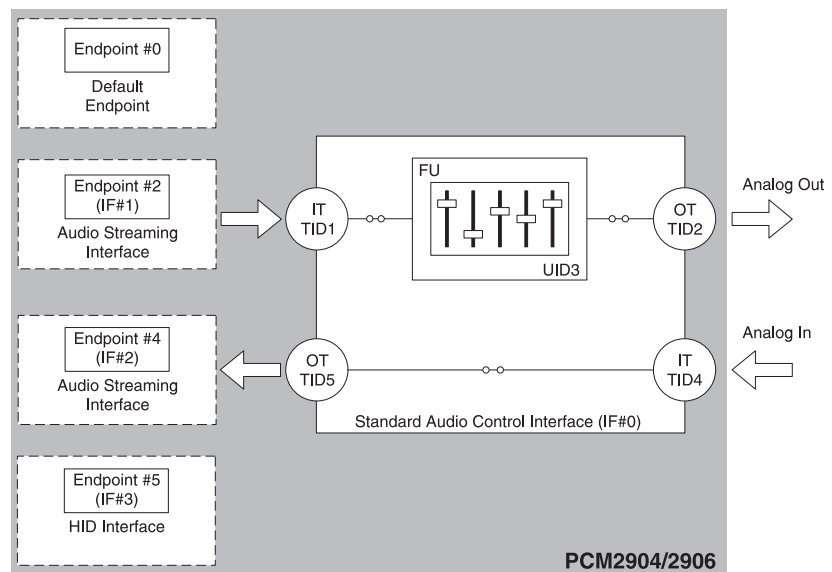
tokołu USB, SpAct oraz kilka innych bloków niezbędnych do poprawnej pracy. SpAct jest systemem synchronizacji oraz stabilizacji sygnału zegarowego, który eliminuje jitter w sygnale generowanym przez pętlę PLL. Dzięki opatentowanemu SpAct uzyskano wysoką jakość odtwarzanego i nagrywanego dźwięku. Dodatkowe pętle PLL współpracujące z SpAct umożliwiają niezależne nagrywanie oraz odtwarzanie sygnału audio. Zewnętrzne sterowanie cyfrowym regulatorem poziomu sygnału wyjściowego i wyciszaniem możliwe jest poprzez wejścia HID (*Human Interface Device*). Cyfrowym regulatorem można sterować także poprzez interfejs USB. Wybrane parametry układu PCM2906 zawarto w **tab. 1**.

Opis działania PCM2906

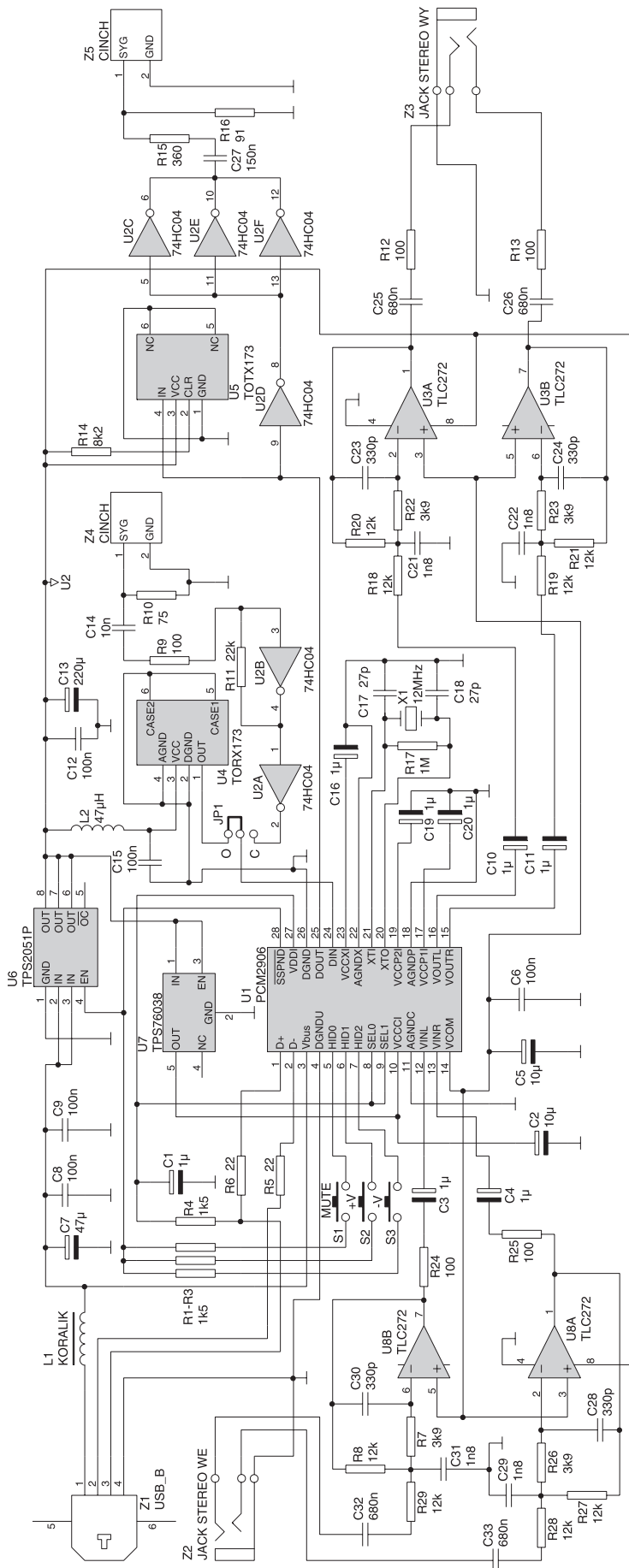
Transmisja danych sterujących oraz audio odbywa się po liniach D+ oraz D-. Dane wysyłane i pobierane z PCM2906 są transmitowane z wysoką prędkością, dochodzącą do 12 Mbd. W konfigu-

racji deskryptora, domyślnie maksymalny dopuszczalny prąd zasilania został określony na poziomie 500 mA, co dla zbudowanej karty jest wielką zaletą, gdyż pobiera ona podczas pracy sporo prądu. Na **rys. 2** przedstawiono topologię funkcjonowania

PCM2906. Ma on cztery interfejsy sterowania blokiem audio, przy czym każdy może mieć określone ustawienia. *interfejs #0* jest interfejsem kontrolnym, który można powiedzieć, że jest terminalem z pięcioma „zakończeniami“ USB. IT1 jest wejściem dla cyfrowego strumienia, a OT2 wyjściem już dla sygnału analogowego. Blok oznaczony FU (UID3) służy do regulacji parametrów sygnału wyjściowego. Umożliwia ona regulację głośności sygnału wyjściowego oraz sterowanie funkcją *MUTE*. Poziom sygnału może być regulowany od 0dB do -64dB z krokiem 1dB. Zakończenie IT4 jest wejściem dla analogowego sygnału audio, a OT5 wyjściem cyfrowego strumienia danych przetworzonego sygnału audio. *Interfejs #1* jest wyjściowym interfejsem strumienia danych audio. Interfejs #2 jest wejściowym interfejsem strumienia danych audio. Interfejs #3 spełnia rolę standardowego urządzenia HID. Umożliwia on kontrolę nad głośnością oraz funkcją *MUTE* poprzez zewnętrzne wyprowadzenia układu PCM2906. Ma on cztery punkty końcowe: domyślny (EP#0), strumienia danych wejściowych (EP#4) oraz interfejsu HID. Punkt domyślny jest wykorzystywany do kontrolowania wszystkich podstawowych funkcji układu PCM2906 przez USB. Poprzez punkty EP#2 oraz EP#4 odbywa się przyjmowanie oraz wysyłanie danych w stan-



Rys. 2. Topologia funkcjonowania układów PCM2904/06



Rys. 3. Schemat elektryczny karty dźwiękowej

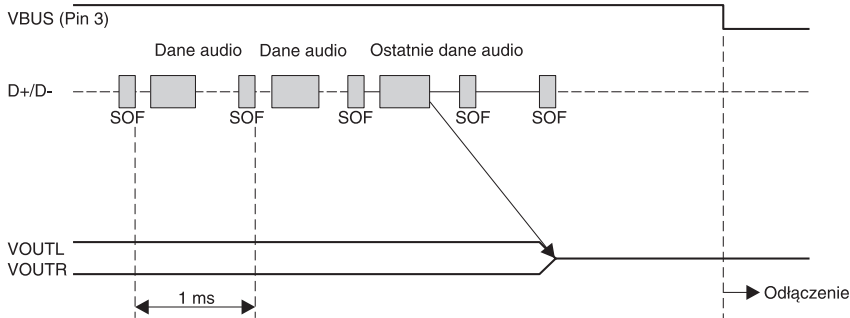
dardzie PCM przez USB. Punkt EP#5 jest wykorzystywany do odczytu linii sterujących HID0, HID1 oraz HID2 układu PCM2906. Układ prócz wejść oraz wyjść analogowych ma wejścia cyfrowe (zgodne ze standardem S/PDIF). Strumień danych wyjściowych jest jednocześnie kodowany do S/PDIF jak i zamieniany na sygnał analogowy w przetworniku C/A. W przypadku sygnału wejściowego wybierane jest wejście analogowe lub cyfrowe przez wewnętrzny multiplexer. Kiedy układ otrzymuje dane na wejście S/PDIF, automatycznie odłącza kanał przetwornika A/C. W przeciwnym wypadku dane wejściowe będą pochodzić z przetwornika A/C. Wyjście oraz wejście S/PDF może przyjmować następujące formaty danych:

- 48 kHz 16-bit stereo,
- 44,1 kHz 16-bit stereo,
- 32 kHz 16-bit stereo.

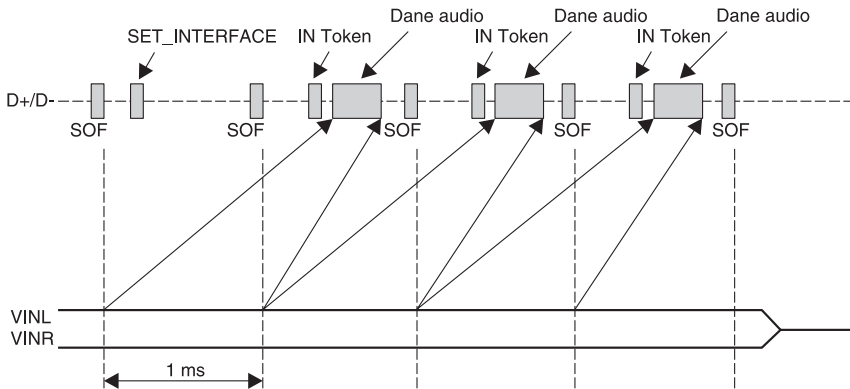
Podobny w działaniu jest układ PCM2904, w którym brak jest jedynie interfejsu S/PDIF.

Opis działania karty dźwiękowej

Schemat ideowy karty dźwiękowej pokazano na rys. 3. Głównym układem karty jest wcześniej opisany PCM2906. Do poprawnej pracy układu U1 wymagany jest oscylator o częstotliwości 12 MHz. Elementy R17, C17 oraz C18 potrzebne są do prawidłowego działania oscylatora. Do wejść oraz wyjść analogowych dołączono aktywne filtry dolnoprzepustowe. Zbudowane zostały w oparciu o wzmacniacz TLC272, a ich zadaniem jest wyeliminowanie zakłóceń, które mogłyby powstać przy przetwarzaniu przez DAC oraz być przetworzone przez ADC. Podczas enumeracji oraz w trybie *suspend*, kiedy host przestaje wysyłać pakiety SOF, wyjście !SSPND przechodzi w stan niski. Hub w tym trybie może dostarczyć prąd o natężeniu do 0,5 mA. Podczas pracy występuje na tym wyjściu stan wysoki. Wyjście to wykorzystywane jest do załączania zasilania przez U6 do układów U4, U5, U2, U7 oraz U3 i U8 oraz służy do sterowania parametrami sygnału wyjściowego poprzez S1...S3. Układ U6 jest przełącznikiem zasilania, który załą-



Rys. 4. Przebiegi USB charakterystyczne dla sekwencji Start, Stop i Odlączenie



Rys. 5. Przebiegi USB podczas nagrywania

czany jest przy stanie wysokim na wejściu EN, a wyłączany przy stanie niskim. Wyjściowe napięcie z U6 jest obniżane przez stabilizator U7 do poziomu 3,8 V. Napięcie o tej wartości służy do zasilania układu kodująco-dekodującego. Na wyjściu VCOM występuje napięcie równe $V_{CCI}/2$, które zostało wykorzystane do polaryzacji wzmacniaczy pracujących jako dolnoprzepustowe filtry. Sygnał z cyfrowego wyjścia

DOUT steruje nadajnikiem optycznym U5 oraz poprzez inwerty U2D, U2C, U2E, U2F i elementy C27, R15, R16 jest zamieniany do poziomów akceptowanych przez połączenie typu *Coaxial*. Połączenie tego typu jest często spotykane w domowym sprzęcie audio. Dane są przesyłane koncentrycznym przewodem, w którym zero reprezentowane jest przez napięcie $-0,5$ V, a jedynka przez $+0,5$ V. Cyfrowe dane mogą

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1...R4: 1,5k Ω
- R5, R6: 22 Ω
- R7, R22, R23, R26: 3,9k Ω
- R8, R18...R21, R27...R29: 12k Ω
- R9, R12, R13, R24, R25: 100 Ω
- R10: 75 Ω
- R11: 22k Ω
- R14: 8,2k Ω
- R15: 360 Ω
- R16: 91 Ω
- R17: 1M Ω

Kondensatory

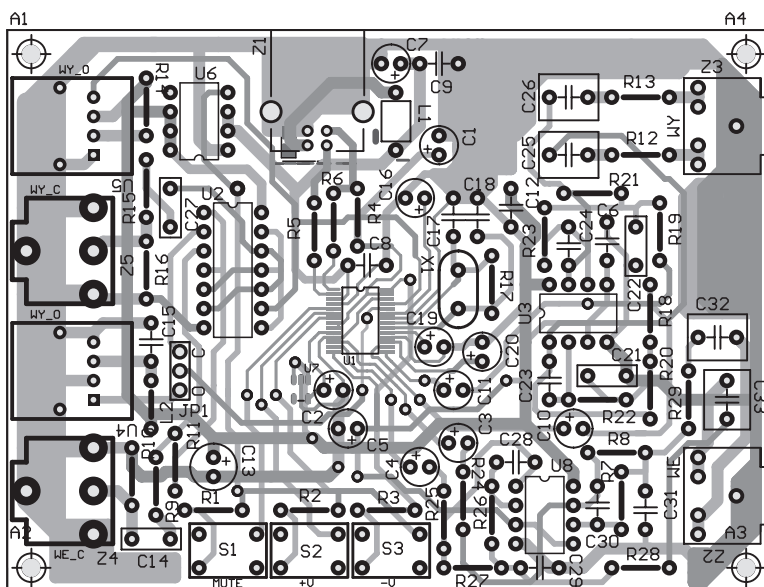
- C1, C3, C4, C10, C11, C16, C19, C20: 1 μ F/16V
- C2, C5: 10 μ F/16V
- C6, C8, C9, C12, C15: 100nF
- C7: 47 μ F/16V
- C13: 220 μ F/16V
- C14: 10nF
- C17, C18: 27pF
- C21, C22, C29, C31: 1,8nF
- C23, C24, C28, C30: 330pF
- C25, C26, C32, C33: 680nF
- C27: 150nF

Półprzewodniki

- U1: PCM2906
- U2: 74HC04
- U3, U8: TLC272
- U4: TORX173
- U5: TOTX173
- U6: TPS2051P
- U7: TPS76038

Różne

- L1: koralik ferrytowy przewlekany
- L2: dławik 47 μ H
- X1: Kwarc 12MHz
- Z1: gniazdo USB typu B
- Z2, Z3: gniazdo JACK STEREO 3mm do druku
- Z4, Z5: gniazdo CINCH do druku



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

być odbierane przez odbiornik optyczny U4 oraz z przewodu koncentrycznego (połączenie *coaxial*). Sygnał z wejścia *coaxial* (Z4) zamieniany jest przez C14, R10, R11 oraz U2A i U2B na poziomy akceptowane przez PCM2906. Jumper JP1 umożliwia wybór sygnału z wejścia optycznego lub *coaxial*. Przyciski S1...S3 umożliwiają regulację głośności (\pm) oraz sterowanie funkcją *MUTE*.

Na rys. 4 pokazano przebiegi ilustrujące sekwencje *Start*, *Stop* oraz odłączenia od magistrali. Z kolei na rys. 5 zilustrowano przebiegi sekwencji nagrywania.



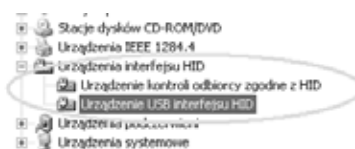
Rys. 7. Po dołączeniu karty do komputera w *Menadżerze urządzeń* pojawia się nowe urządzenie

Montaż i uruchomienie

Kartę dźwiękową USB należy zmontować na płytce drukowanej, której schemat montażowy pokazano na **rys. 6**. Układ modelowy różni się trochę od płytki drukowanej, gdyż dodatkowo zastosowany został filtr na wejściach analogowych. Największym problemem przy montażu tego urządzenia będzie poprawne wlutowanie elementów SMD (U1 oraz U7). Montaż tak niewielkich elementów może odstraszyć, ale jak pokazały moje doświadczenia - nie ma się czego bać. Mając cienki grot oraz przy odrobinie staranności i ostrożności wlutowanie tych elementów powinno się udać. Po wlutowania SMD proponuję sprawdzić, czy nie ma pomiędzy końcówkami zwarć. Montaż pozostałych elementów nie powinien sprawić problemów. Pozostałe układy scalone proponuję umieścić w podstawkach, które ułatwią późniejszą wymianę, gdyby z jakichś powodów nastąpiło ich uszkodzenie. Płytką została zaprojektowana jako dwustronna, tak więc ciężko byłoby wylutować układ prostymi narzędziami bez zniszczenia przelotek. Jeżeli wlutowane zostały wszystkie elementy zgonie z polaryzacją, karta powinna od razu działać poprawnie po zainstalowaniu sterowników.

Instalacja sterowników oraz obsługa karty

Karta po dołączeniu do PC jest wykrywana jako klasyczne urządzenie HID. Sterowniki są instalowane automatycznie lub w przypadku Win 98 wymagane będzie przejście przez kreatora dodawania nowego sprzętu. Na **rys. 7** oraz **rys. 8** pokazano okno menedżera sprzętu systemu Windows po dołączeniu karty do komputera. Dzięki pełnej zgod-



Rys. 8. Karta funkcjonuje jako urządzenie HID

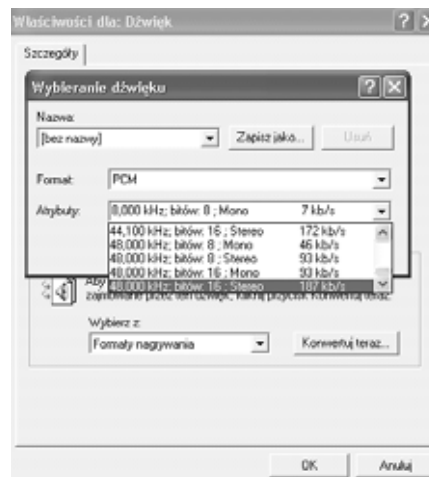
ności karty ze standardowymi urządzeniami HID, jej prawidłową pracę zapewnią standardowe sterowniki dostarczane wraz z Windows 98/Me/2000/XP.

Wcześniej wspomniałem, że karta umożliwiła jednocześnie odtwarzanie i nagrywanie dźwięku. Do nagrywania konieczny będzie dodatkowy program - jednym z najprostszyc i dostępnych we wszystkich wersjach Windows jest *Rejestrator dźwięku*. Przed nagraniem sygnału należy wybrać format oraz atrybuty zapisywanego sygnału. Przykład dostępnych formatów nagrywania jest widoczny na **rys. 9**. Wybranie nieodpowiedniego formatu będzie skutkowało brakiem rejestracji sygnału. Chcąc nagrywać sygnał z mikrofonu, należy wejście liniowe poprzedzić przedwzmacniaczem mikrofonowym. Dobry mikrofon oraz przedwzmacniacz zapewnią dobrą jakość nagranych dźwięków.

Marcin Wiązania
mwiazani@poczta.fm

Korzystałem z materiałów zawartych na stronie www.ti.com.

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/maj03.htm> oraz na płycie CD-EP5/2003B w katalogu PCB.



Rys. 9. Widok okna *Właściwości* z możliwością ustalenia szybkości próbkowania sygnału audio