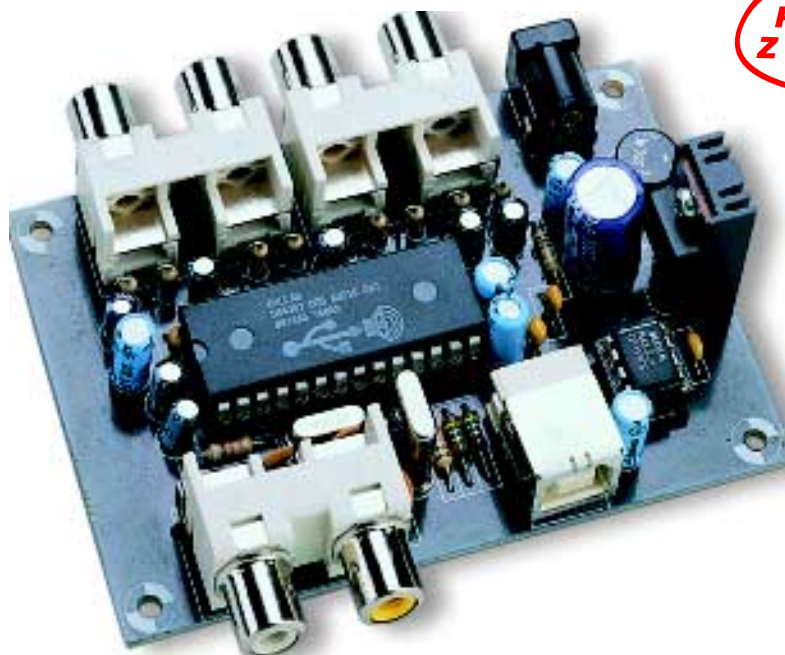


# Cyfrowe głośniki USB

## kit AVT-808

PROJEKT  
Z OKŁADKI



*Tak, tak, Drodzy Czytelnicy, nadeszła era szeregowej magistrali USB.*

*Dotychczas większość użytkowników komputerów traktowała USB jako bardzo oryginalny, ale równie nieużyteczny składnik ich wyposażenia.*

*Ten artykuł jest pierwszym, prowadzącym USB pod „elektroniczne strzechy”. Prezentujemy w nim bowiem bardzo interesujące urządzenie, które - dotychczas w nieco innej formie - stało się już standardowym wyposażeniem współczesnego komputera. Chodzi oczywiście o kartę dźwiękową. Ze względu na wagę tego tematu, do USB będziemy wracali w EP jeszcze wielokrotnie.*

Ponieważ o magistrali USB jest dostępnych niewiele informacji, więc rozpoczniemy od jej krótkiej prezentacji. Dodatkowe materiały zawierające specyfikacje USB możecie znaleźć na naszej stronie WWW: [www.ep.com.pl/ftp](http://www.ep.com.pl/ftp).

### Blaski i cienie USB

Jeden z redakcyjnych współpracowników, przygotowując artykuł o tajnikach USB (znajduje się on na str. 79), w niezwykle trafny sposób zinterpretował akronim USB jako *Uporządkowany Szeregowy Bałagan* (w oryginale Universal Serial Bus). Nie oznacza to jednak, że przyjęta przez twórców USB koncepcja lub jej realizacja są złe. Po prostu zgłębienie zasady działania tego - na pozór prostego - łącza szeregowego wiąże się z radykalnym odzuceniem dotychczasowego sposobu myślenia o transmisji szeregowej, znanej większości Czytelników z opisu złącza RS232.

Idea twórców USB było stworzenie uniwersalnego sposobu komunikowania się pomiędzy komputerem a różnorodnymi urządzeniami zewnętrznymi. W standardzie zdefiniowano szereg klas typowych urządzeń peryferyjnych, dzięki którym dołączenie np. kamery wideo, klawiatury, myszki, skanera, cyfrowych głośników,

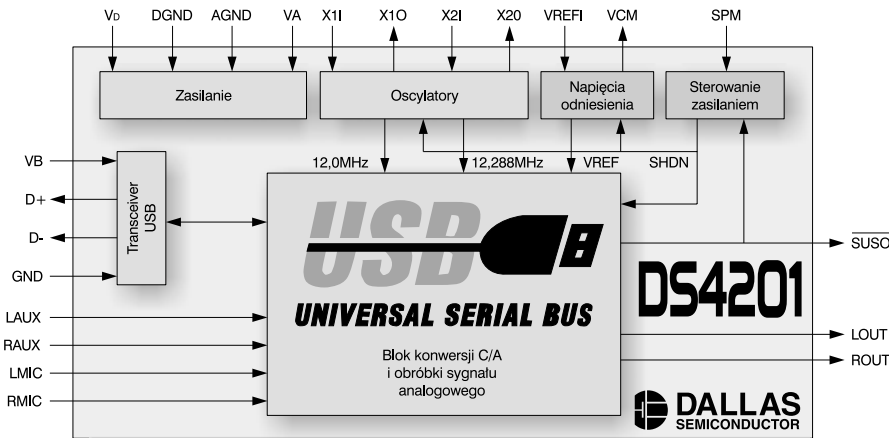
modemów itp. jest (czasami... powinno być) nadzwyczaj proste. Co więcej - urządzenia USB można dołączać i odłączać w dowolnym momencie i to bez konieczności wyłączania lub restartowania komputera! Mechanizmy sterowania pracą magistrali USB zapewniają zautomatyzowanie procesu instalacji niezbędnych driverów w systemie operacyjnym komputera - hosta oraz pełne bezpieczeństwo elektryczne wszystkich urządzeń dołączonych do magistrali. W skrócie rzecz ujmując, USB zapewnia prawdziwe *Plug&Play*, którego wersje „prototypowe” znajdują się we wnętrzach większości współczesnych komputerów PC. Znamy je prawda?

Powyższe zalety przyćmiewa kilka, co prawda drobnych, kłopotów, z którymi trzeba się liczyć podczas korzystania z USB.

Pierwszy z kłopotów, to konieczność wyposażenia komputera w system operacyjny, dla którego USB jest tak samo standardowym interfejsem, jak Centronics lub RS232. Kryterium to spełnia na pewno „makowy” system operacyjny MacOS w wersji od 8.1 (może niższe także, tego nie wiem) oraz Windows 98. Niestety, łatanie Windows 95 udostępnionym przez Microsoft patchem z USB nie ma żadnego sensu, ponieważ

#### Podstawowe parametry i cechy charakterystyczne cyfrowych głośników USB z układem DS4201:

- ✓ napięcie zasilania: 8..25VDC;
- ✓ pobór prądu z linii 5V: 90mA;
- ✓ pobór prądu z linii 3,3V: 40mA;
- ✓ możliwość odtwarzania wszystkich dźwięków „naturalnych” dla Windows, w tym także z płyt DVD;
- ✓ współpracuje ze wszystkimi komputerami wyposażonymi w interfejs USB zgodny z zaleceniami v 1.0 (MAC/PC);
- ✓ interfejs USB urządzenia zgodny jest ze specyfikacją HID Audio USB;
- ✓ częstotliwość próbkowania: 44,1/48kHz;
- ✓ rozdzielczość przetwornika: 8/16 bitów;
- ✓ pasmo przenoszenia części audio (po filtrze): 0,4 x częstotliwość próbkowania;
- ✓ napięcie wyjściowe: 2,5Vpp.



Rys. 1. Schemat blokowy układu DS4201.

jest to twór sztuczny dla systemu operacyjnego, nie uwzględniający przyjętej w USB klasyfikacji urządzeń peryferyjnych. Tak więc posiadacze PC-tów są skazani na zakup Windows 98, co jest o tyle mało bolesne, że jest to system znacznie bardziej stabilny od Windows 95.

Drugi kłopot, na który natknąłem się kilkakrotnie, to niepoprawna praca interfejsów USB wbudowywanych w płyty główne. Kłopoty występowały zarówno w płytach wielu producentów, w tym także Intela, jednego z inicjatorów powstania USB. Najczęściej powtarzającym się objawem tych kłopotów było zawieszanie się inicjowania pracy komputera przez BIOS-y *Plug&Play*, kiedy do portu USB było podłączone opisane dalej urządzenie.

Podobne zjawisko występowało także po dołączeniu klawiatury USB firmy Cherry oraz termometru USB opracowanego przez firmę Cypress (zestaw opisany w EP12/98). Po wyłączeniu w BIOS-ie funkcji *Plug&Play* kłopoty zazwyczaj ustępowały.

### Opis urządzenia

Ponieważ jestem zagorzałym fanem nowoczesnych rozwiązań, prezentowane w artykule urządzenie składa się w zasadzie z jednego układu scalonego - DS4201. Jest on po pierwsze bardzo „młody”, a po drugie dobrze zrobiony. Powstał w laboratoriach firmy Dallas. Schemat blokowy tego układu znajduje się na rys. 1.

W strukturze DS4201 znajduje się wszystko, co jest niezbędne do:

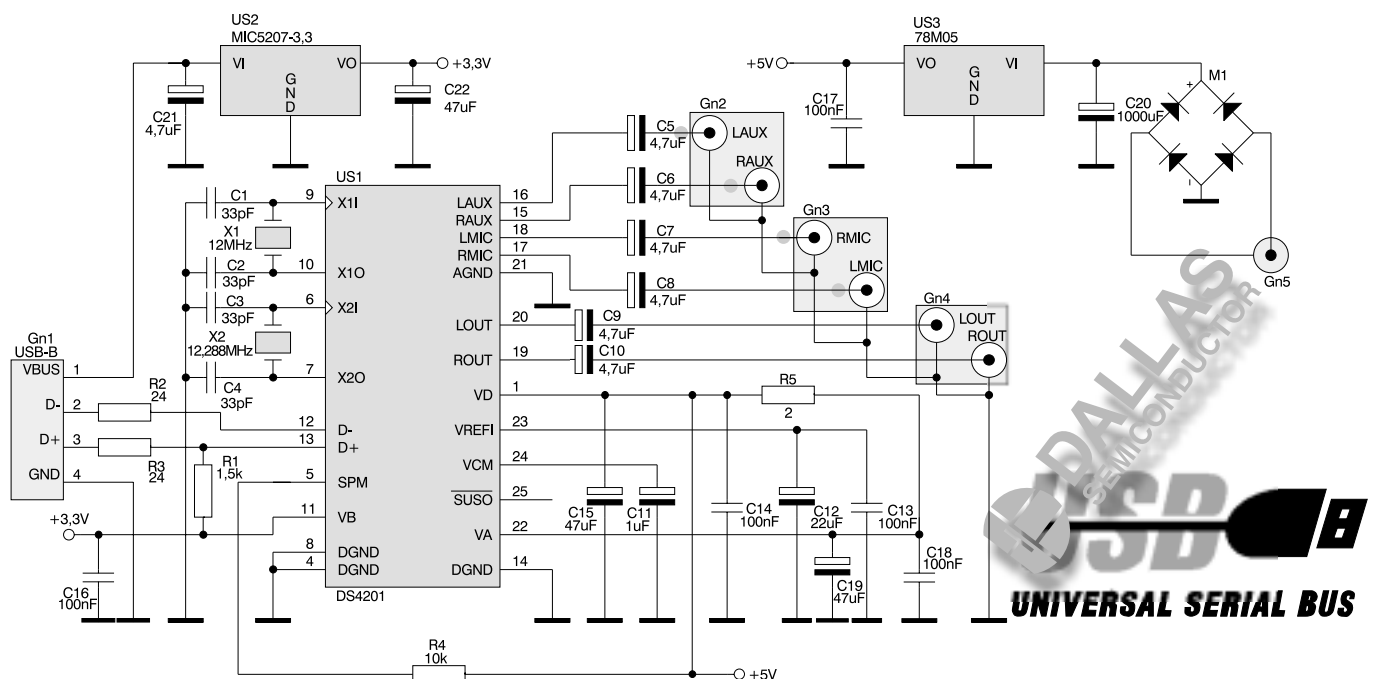
- zapewnienia poprawnej wymiany informacji z hostem USB;
- przetworzenia stereofonicznego sygnału audio przesyłanego poprzez USB do postaci analogowej (wraz z precyzyjną filtracją);
- zmiksowania przetworzonego do postaci analogowej sygnału cyfrowego z sygnałami z dwóch zewnętrznych źródeł analogowych (np. mikrofonu i CD).

Tak więc w jednej obudowie DIP28 znajduje się wszystko, co jest niezbędne do zbudowania doskonałej jakości "cyfrowych głośników", co w nomenklaturze USB oznacza coś w rodzaju karty dźwiękowej.

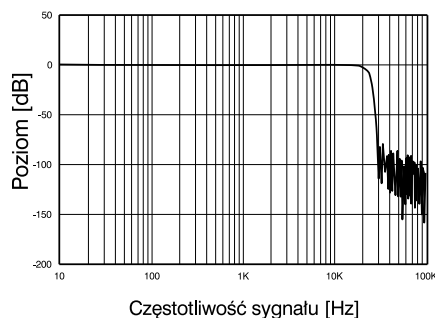
Oprócz modułów bezpośrednio związanych z obróbką sygnałów audio, we wnętrzu DS4201 znajduje się rozbudowany (wymagany przez standard) system zarządzania zasilaniem, dwa generatory współpracujące z oscylatorami kwarcowymi, moduł polaryzacji wzmacniaczy audio oraz bufora dla sygnału wyjściowego.

Dzięki zintegrowaniu tak wielu funkcji w układzie DS4201, kompletne cyfrowe głośniki można zbudować tak prosto, jak widać to na rys. 2.

Sygnał z magistrali USB jest podawany na wejście transceivera USB, który znajduje się we wnętrzu US1 (linie D+ i D-). Moduł transceivera jest zasilany napięciem 3,3V z wyjścia stabilizatora.



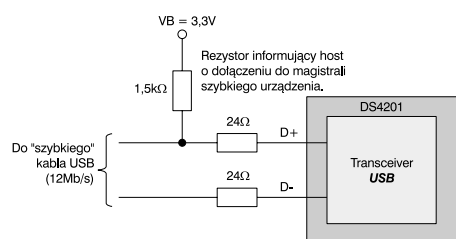
Rys. 2. Schemat elektryczny urządzenia.



Rys. 3. Charakterystyka częstotliwościowa wyjściowego filtra dolnoprzepustowego w układzie DS4201.

zatora US2. Napięcie wejściowe tego stabilizatora jest pobierane z linii USB. Jest to możliwe, ponieważ w 4-żyłowym kablu USB, oprócz dwóch linii danych (transfer różnicowy), znajdują się także: linia zasilania (napięcie 5V) oraz masy. W egzemplarzu modelowym jako US2 zastosowano układ MAX604 firmy Maxim, lecz w oferowanych przez AVT zestawach dostarczane będą nieco inne (tańsze!) układy - MIC5207-3,3 - produkowane przez firmę Micrel. Można oczywiście zastosować dowolny inny stabilizator o napięciu wyjściowym 3,3V, należy jednak pamiętać, aby dobrać taki, który ma możliwość mały prąd spoczynkowy oraz pracuje poprawnie przy stosunkowo małej różnicy pomiędzy napięciem wejściowym i wyjściowym (tylko 1,7V!).

Stabilizator US3 spełnia rolę pomocniczą i zasila część układu DS4201 odpowiadającą za obróbkę sygnałów analogowych podawanych na wejścia LMC/RMC (wejście mikrofonowe) oraz LAUX/RAUX (wejścia uniwersalne). Możliwa jest inna konfiguracja DS4201, w której jest on zasilany tylko z linii USB, ale wtedy nie jest możliwe miksowanie sygnału przetwarzanego z sygnałami



Rys. 4. Zewnętrzna konfiguracja szybkiego portu USB.

### Cyfrowe głośniki - co to oznacza?

Nie, nie nastąpił przełom w technologii produkcji głośników! "Cyfrowe głośniki" jest nazwą wywodzącą się z nomenklatury zawartej w opisie standardu USB, skwapliwie podchwyconą przez specjalistów od marketingu.

Przez "cyfrowe głośniki" należy rozumieć zestaw audio z wejściem cyfrowym, składający się ze zwykłych (lepszyc lub gorszych) głośników ze standardową membraną, zasilanych przez wzmacniacz audio, na którego wejście podawany jest sygnał analogowy będący wynikiem konwersji C/A wykonanej przez konwerter dołączony (oczywiście poprzez specjalny interfejs) do szyny USB.

z wejść analogowych, co nieco ogranicza uniwersalność całego urządzenia.

Na wejściu tego stabilizatora zastosowano mostek Graetza oraz kondensator filtrujący C20. Pomimo tego nie zalecam stosowania zasilania napięciem zmiennym, ponieważ grozi to wprowadzeniem zakłóceń z sieci energetycznej. Mostek M1 zapobiegnie natomiast możliwości uszkodzenia urządzenia w przypadku odwrócenia polaryzacji zasilania.

O aplikacji DS4201 najważniejsze już powiedziano, ale należy jeszcze pochwalić konstruktorów firmy Dallas.

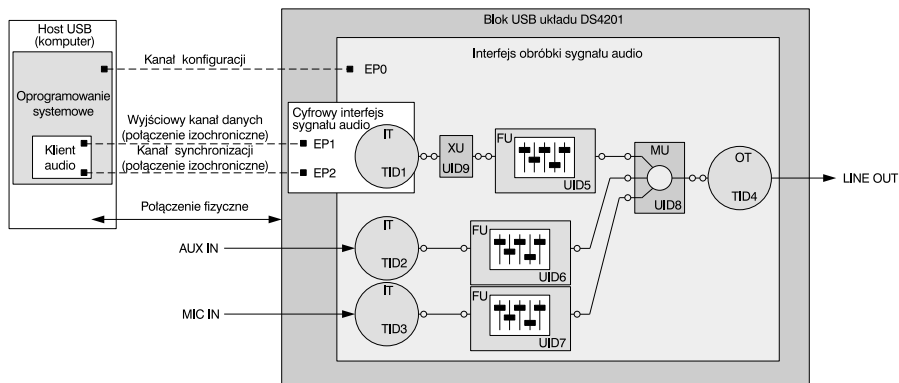
Jak już wcześniej wspomniałem, we wnętrzu DS4201 znajdują się filtry dolnoprzepustowe, które zapobiegają przedostawaniu się do odtwarzanego sygnału zakłóceń będących wynikiem przetwarzania C/A. Ponieważ ważnym kryterium przyjętym przez projektantów układu, było ograniczenie liczby zewnętrznych elementów i maksymalne ułatwienie pracy producentom gotowych urządzeń, zrezygnowano z typowych filtrów analogowych na rzecz łatwych do upakowania w krzemie filtrów z kluczowanymi pojemnościami. Nie mają one samych zalet, ale obiecana przez firmę Dallas cha-

rakterystyka transmisyjna takiego filtra (rys. 3) wygląda nad wyraz obiecująco. Prawda?

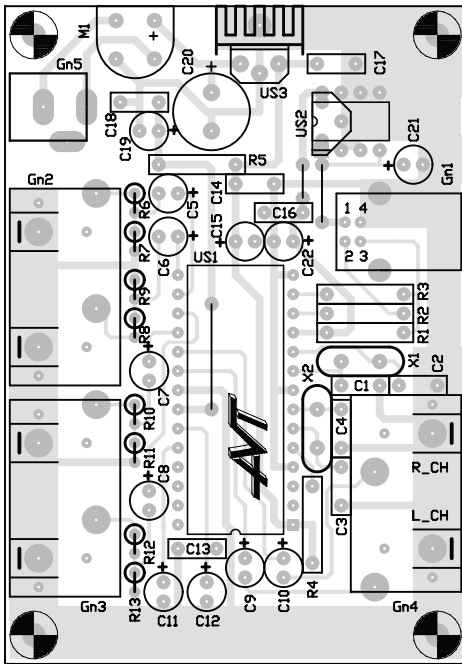
### Przekazywanie danych audio

Uważni Czytelnicy EP wiedzą już z pewnością, że specyfikacja USB przewiduje dwie szybkości pracy interfejsów urządzeń peryferyjnych: 1,5Mb/s (wolne) lub 12Mb/s (szybkie). W zależności od szybkości interfejsu urządzenia peryferyjnego odpowiednio są polaryzowane linie D+/D-. Na rys. 4 jest pokazany sposób polaryzacji linii dla 12Mb/s.

Do przesłania danych z komputera do układu DS4201 nie wystarczy niestety sam interfejs USB wbudowany w płytę główną. Wynika to z faktu, że transfer danych w tym standardzie składa się z wielu faz i jest dość skomplikowany. W PC-cie „pilnuje” Uporządkowanego Szeregowego Balażanu zestaw driverów systemowych. Standard USB jest silnie zhierarchizowany i - podobnie jak wszystkie systemy sieciowe - składa się z wielu, wzajemnie ze sobą współpracujących warstw, spośród których każda odpowiada za realizację pewnego fragmentu całego zadania. Sposób sterowania układu DS4201 prezentuje rys. 5, na któ-



Rys. 5. Uproszczony sposób komunikowania się warstw funkcjonalnych w przetworniku audio.



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

rym wyraźnie widać (uproszczone!) podział na warstwy, natomiast poziome linie przedstawiają wirtualny przepływ danych.

Ze względu na złożoność sposobu przekazywania danych nie będę go tutaj omawiał, przybliżyć tylko bardzo ważne (dla USB) punkty oznaczone na rys. 5 symbolami EP0, EP1 itd.

Łatwo jest sobie wyobrazić, że dane muszą mieć skąd i dokąd płynąć. Punkty EPx w urządzeniu peryferyjnym oznaczają wirtualne cele przesyłanej informacji. Każde urządzenie USB jest wyposażone

w EP0 (EP od ang. End Point, a nie od Elektroniki Praktycznej), który jest miejscem zawierającym komplet informacji o tym urządzeniu. Właśnie do EP0 zwraca się host po dołączeniu nowego urządzenia do USB i po „odpytaniu” go o wymagania znajduje i instaluje w systemie operacyjnym odpowiednie drivery, umożliwiające obsługę dołączonego sprzętu przez oprogramowanie. Kolejne EPx są końcówkami dla innych kanałów (w nomenklaturze USB zwanych rurami) informacyjnych i każde urządzenie USB może mieć ich wiele.

Po dołączeniu do komputera PC prezentowanego urządzenia, Windows 98 wykorzystuje dwa wirtualne kanały transmisji danych: do EP0 (musi! - tędy „przebiega” inicjalizacja) i do EP1 (dane audio oraz nastawy głośności dla miksera audio). Kanał do EP2 jest wykorzystywany w przypadku, kiedy magistrala USB z przyczyn niezależnych nie jest w stanie zapewnić połączenia izochronicznego, czyli gwarantującego stałą szybkość transferu danych do odtwarzania.

Całe szczęście, że nie jest to nasz problem...

## Montaż

Ponieważ aplikacja układu DS4201 jest niezwykle prosta, płytka drukowana jest jednostronna i stosunkowo niewielka. Widok mozaiki ścieżek znajduje się na wkładce wewnątrz numeru, a rozmieszczenie elementów na płytce widać na **rys. 6**.

Montaż elementów jest na tyle prosty, że nie powinien sprawić żadnych kłopotów, także mniej wprawnym wykonawcom. Pod układ US1 warto zastosować podstawkę. W przypadku wykorzystania jako US2 układu MAX604, także dla niego warto postarać się o podstawkę, co ułatwi ewentualne naprawy. Stabilizator US3 jest przykręcony do niewielkiego radiatora, który jest niezbędny w przypadku zasilania urządzenia napięciem o wartości większej niż 12V.

Ponieważ amplituda sygnału na wejściach AUX i MIC nie powinna przekraczać wartości 2,55Vpp, producent zaleca stoso-

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 1,5kΩ  
R2, R3: 24Ω  
R4: 10kΩ  
R5: 2Ω  
R6..R13: 10kΩ (R6, R8, R10, R12 montowane opcjonalnie, wchodzą w skład kitu)

### Konensatory

C1, C2, C3, C4: 33pF  
C5, C6, C7, C8, C9, C10, C21: 4,7μF/16V  
C11: 1μF/16V  
C12: 22μF/16V  
C13, C14, C16, C17, C18: 100nF  
C15, C19, C22: 47μF/16V  
C20: 1000μF/35V

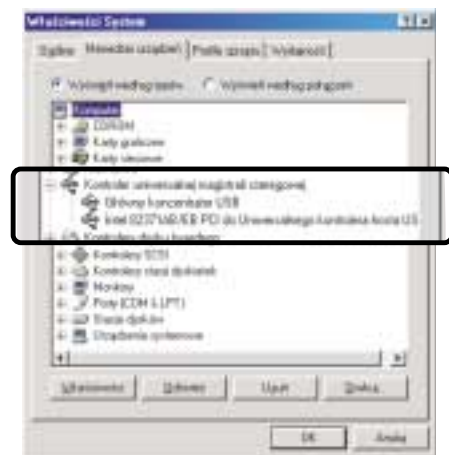
### Półprzewodniki

US1: DS4201  
US2: MIC5207-3,3  
US3: 78M05 lub podobny  
M1: 1A/50V mostek prostowniczy

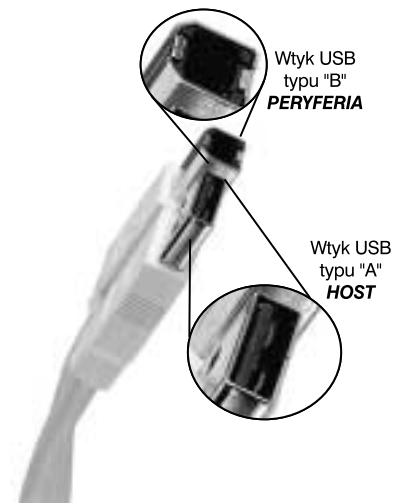
### Różne

X1: 12MHz  
X2: 12,288MHz  
Gn1: złącze USB typu B do druku  
Gn2, Gn3, Gn4: podwójny cinch do druku  
Gn5: gniazdo zasilania do druku radiator

wanie dzielników napięcia (np. 1/2 jak w opisywanym układzie). Na schemacie elektrycznym (rys. 2) ich lokalizację zaznaczono szarymi kropkami. Jeżeli nie będą wykorzystywane, to w miejsce rezystorów R6, R8, R10 i R12 należy wlutować zwory.



Rys. 7. Widok okna menedżera urządzeń po włączeniu interfejsu USB.



Rys. 8. Typowy kabel USB ze złączami "A" i "B".



Rys. 9. Widok okna sygnalizującego wykrycie urządzenia USB.

Uruchomienie - jeżeli dokładnie zmontujecie całość - sprowadza się do zainstalowania driverów w komputerze!

**Na koniec - jak to zrobić w Windows 98?**

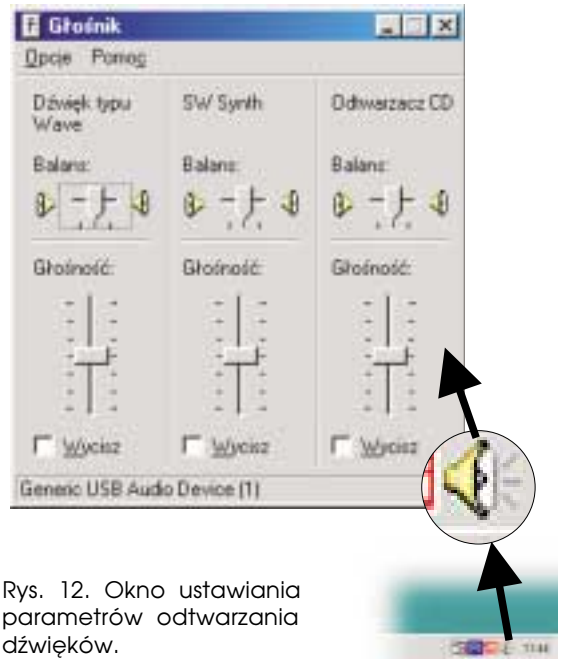
Teoretycznie instalacja driverów jest bardzo prosta. Przecież Windows 98 rozwiąże wszystkie Twoje problemy...

Rozpoczynamy od uruchomienia interfejsu USB, co wymaga zajrzenia do setupu BIOS-a. Ponieważ nie istnieje standard opisujący te programy od strony interfejsu użytkownika, musicie poradzić sobie sami. Zazwyczaj USB włącza się w menu związanym z innymi portami I/O, noszącym nazwę np. *Peripherals*.

Następnie musicie zainstalować Windows 98. Program instalacyjny rzeczywiście prowadzi użytkownika komputera „za rękę“ i nie zadaje zbyt wielu pytań. Po instalacji Windows 98 warto sprawdzić, czy host USB jest widoczny dla systemu operacyjnego - najłatwiej to zrobić wybierając *Mój Komputer/Panel Sterowania/System* (rys. 7).

Jeżeli poradziliście sobie z instalacją, przechodzimy do sedna sprawy, czyli dołączenia do złącza USB naszych cyfrowych głośników. Do połączenia komputera z dowolnymi peryferiami niezbędny będzie specjalny kabel zakończony z jednej strony wtykiem typu „A“, z drugiej „B“ (rys. 8). Przed podłączeniem urządzenia do komputera należy do gniazda Gn1 dołączyć zasilacz, a do gniazd LOUT i ROUT (Gn4) głośniki z wbudowanym wzmacniaczem m.cz. (np. zintegrowanym z „komputerowymi“ głośnikami).

Teraz dopiero należy połączyć kablem USB przetwornik z komputerem. Windowsy samoczynnie wykryją fakt pojawienia się nowego urządzenia, co spowoduje wyświetlenie okna jak na rys. 9. W dalszej kolejności system zażąda włożenia do napędu CD-ROM instalacyjnej płyty Windows 98 i samoczynnie skopiuje drivery dostosowane do rodzaju dołączonego urządzenia.



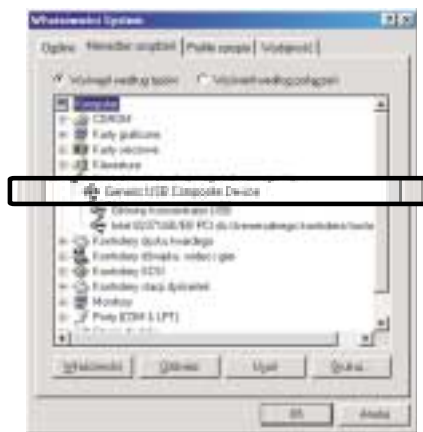
Rys. 12. Okno ustawiania parametrów odtwarzania dźwięków.

Po skopiowaniu driverów warto sprawdzić, czy system naprawdę widzi cyfrowe głośniki (rys. 10 oraz rys. 11).

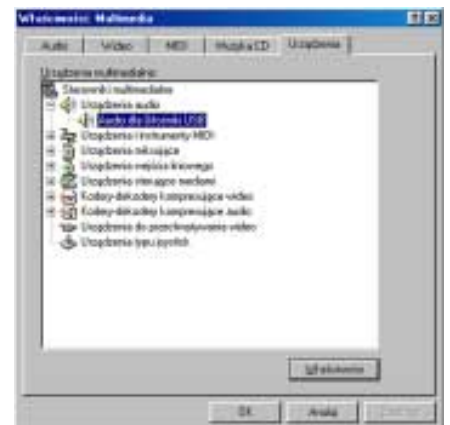
Po poprawnej instalacji, w lewej części paska zadań pojawia się ikonka symbolizująca głośnik, która udostępnia regulację głośności i balansu odtwarzanego sygnału (rys. 12). Pozostaje jeszcze tylko przypisać (*Panel Sterowania/Dźwięki*) wybrane pliki dźwiękowe różnym zdarzeniom w Windows i koniec...

**Piotr Zbysiński, AVT**

*Testy cyfrowych głośników USB przeprowadziliśmy na komputerze zbudowanym w oparciu o płytę NMC, udostępnioną przez firmę SEI-Elbatex.*



Rys. 10. Okno menedżera urządzeń po zainstalowaniu driverów dla wyjścia audio.



Rys. 11. Okno "Multimedia" z widocznymi głośnikami USB.