

Karta dźwiękowa z interfejsem USB

AVT-5088

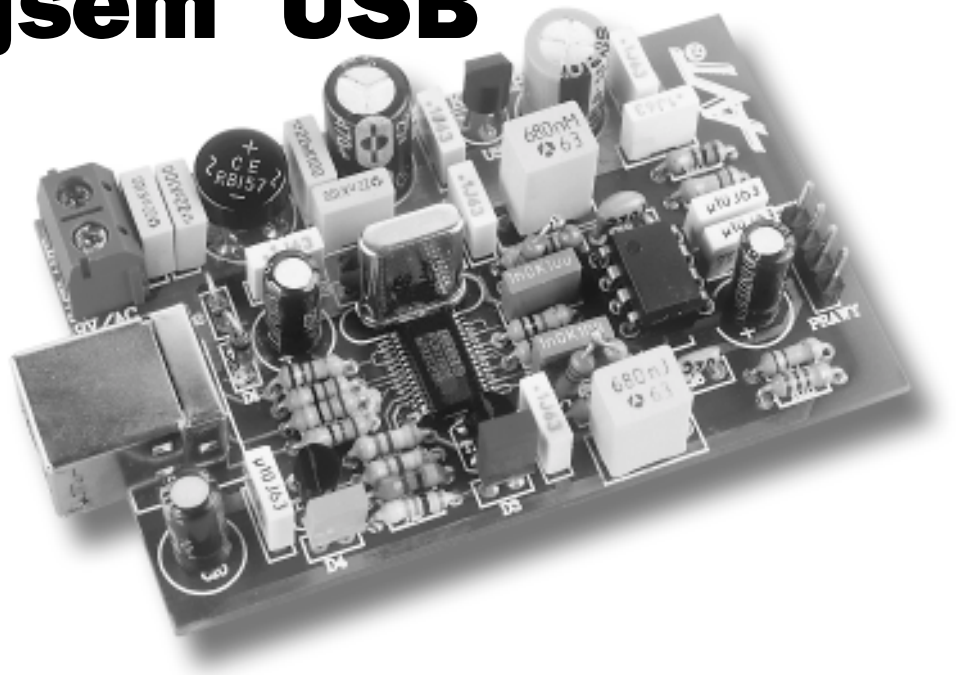
W interfejs USB są wyposażone wszystkie współczesne komputery.

Właśnie ten interfejs zastosowaliśmy w nowoczesnej karcie dźwiękowej do PC-ta.

Po raz pierwszy projekt podobnej karty opisaliśmy w EP3/99, ale niestety

zastosowany w nim fantastyczny układ firmy Dallas nie jest już produkowany.

Rekomendacje: kartę polecamy wszystkim, którzy chcą mieć w swoim komputerze z interfejsem USB odtwarzacz CD porównywalny, pod względem jakości dźwięku, z „klasycznymi“, dobrymi odtwarzaczami.



Układ PCM2702 jest stereofonicznym, 16-bitowym przetwornikiem C/A wyposażonym w interfejs USB zgodny ze specyfikacją 1.0. W układzie zintegrowano także filtr cyfrowy z 8-krotnym nadpróbkowaniem, cyfrowy regulator poziomu sygnału wyjściowego, a także system synchronizacji i stabilizacji sygnału zegarowego - *SpAct* (*Sampling Period Adaptive Controlled Tracking*), który eliminuje *jitter* w sygnale generowanym przez pętlę PLL. *SpAct*, podobnie do kilku innych bloków wewnętrznych układu PCM2702 (m.in. wielopoziomowy modulator Delta-Sigma - **rys. 1**), jest opatentowanym rozwiązaniem firmy Burr-Brown, należącej obecnie do Texas Instruments. Układ PMC2702 akceptuje próbkowanie z częstotliwością 48kHz, 44,1kHz oraz 38kHz dla 16-bitowego cyfrowego sygnału audio - stereo i mono. Cyfrowym regulatorem poziomu sygnału wyjściowego i wyciszaniem sygnału wyjściowego można sterować poprzez interfejs USB.

Skrócony opis działania układu PCM2702

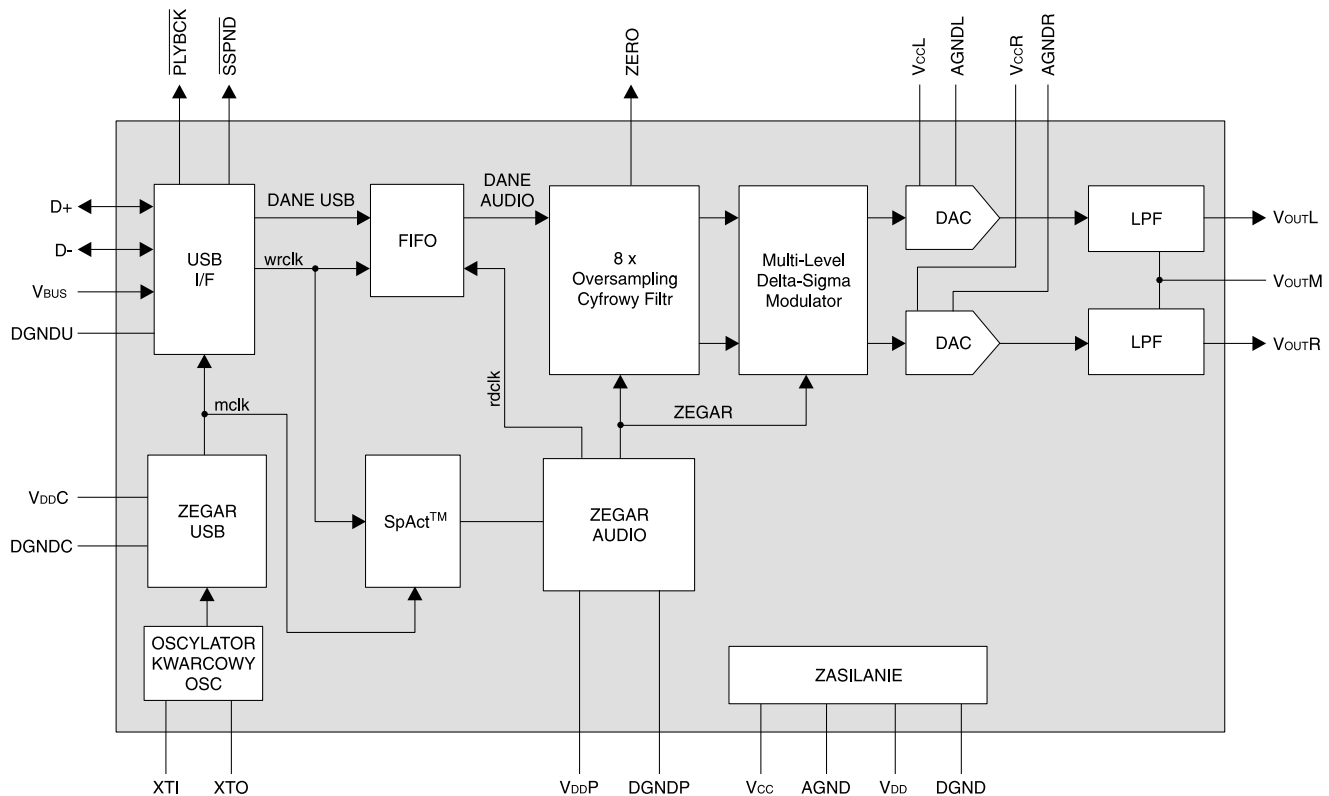
Transmisja danych sterujących oraz danych zawierających próbki sygnału audio odbywa się poprzez wejścia interfejsu analogowego

układu PCM2702: D+ i D-. Dane audio są przekazywane do układu PCM2702 w trybie izochronicznym, który zapewnia wysoką prędkość transmisji. Wyprowadzenia V_{bus} oraz GNDU są również dołączone do magistrali USB. Wejście V_{bus} nie służy do pobierania energii z magistrali, tylko do detekcji połączenia z hostem USB.

Działanie „silnika“ USB w tym układzie jest dość skomplikowane i nie w pełni wyjaśnione w doku-

Podstawowe dane układu PCM2702:

- ◆ zintegrowany interfejs USB,
- ◆ pełna prędkość transmisji danych 12Mbps,
- ◆ kompatybilny z USB 1.0 (HID),
- ◆ akceptuje 16-bitowy strumień USB audio: stereo lub mono,
- ◆ parametry analogowe (przy zasilaniu +5V):
 - ✓ zakres dynamiki 100dB (przy próbkach 16-bitowych),
 - ✓ SRN: 105dB,
 - ✓ THD+N: 0,002% (przy próbkach 16-bitowych),
 - ✓ maksymalna amplituda napięcia wyjściowego: $3,1V_{pp}$,
- ◆ parametry cyfrowego filtra dolnoprzepustowego:
 - ✓ pasmo przenoszenia: $0,454f_s$,
 - ✓ częstotliwość odcięcia: $0,546f_s$,
 - ✓ tłumienie w pasmie zaporowym: -82dB,
- ◆ częstotliwość próbkowania (f_s): 48 kHz, 44,1 kHz, 38 kHz,
- ◆ funkcje dodatkowe: cyfrowy tłumik 0...-64dB z krokiem 1dB, płynne wyciszanie, wskaźnik pracy audio USB,
- ◆ napięcie zasilania części analogowej: +5V,
- ◆ napięcie zasilania części cyfrowej: +3,3V.



Rys. 1. Schemat blokowy układu PCM2702

mentacji, w związku z czym zrezygnujemy ze snucia przypuszczeń - ważne jest to, że układ po podłączeniu do PC jest wykrywany jako klasyczne urządzenie klasy HID (*Human Interface Device*), w związku z czym w systemach operacyjnych obsługujących USB PnP nie jest konieczne instalowanie specjalnych sterowników.

Do prawidłowej pracy układu PCM2702 jest potrzebny oscylator o częstotliwości rezonansowej 12

MHz, dołączony do wewnętrznego generatora przebiegu zegarowego. Rezonator ten dołączony jest do wyprowadzeń XTI i XTO. Równoległe z nim włączono rezystor o rezystancji 1M Ω , a pomiędzy masę i wyprowadzenia XTI i XTO włączono kondensatory o małej pojemności (schemat elektryczny pokazany na rys. 2). Układ PCM2702 ma w swej strukturze blok zerowania, wytwarzający sygnał zerowania przy napięciu V_{DD}

mieszczącym się w przedziale od 1,6V do 2,4V.

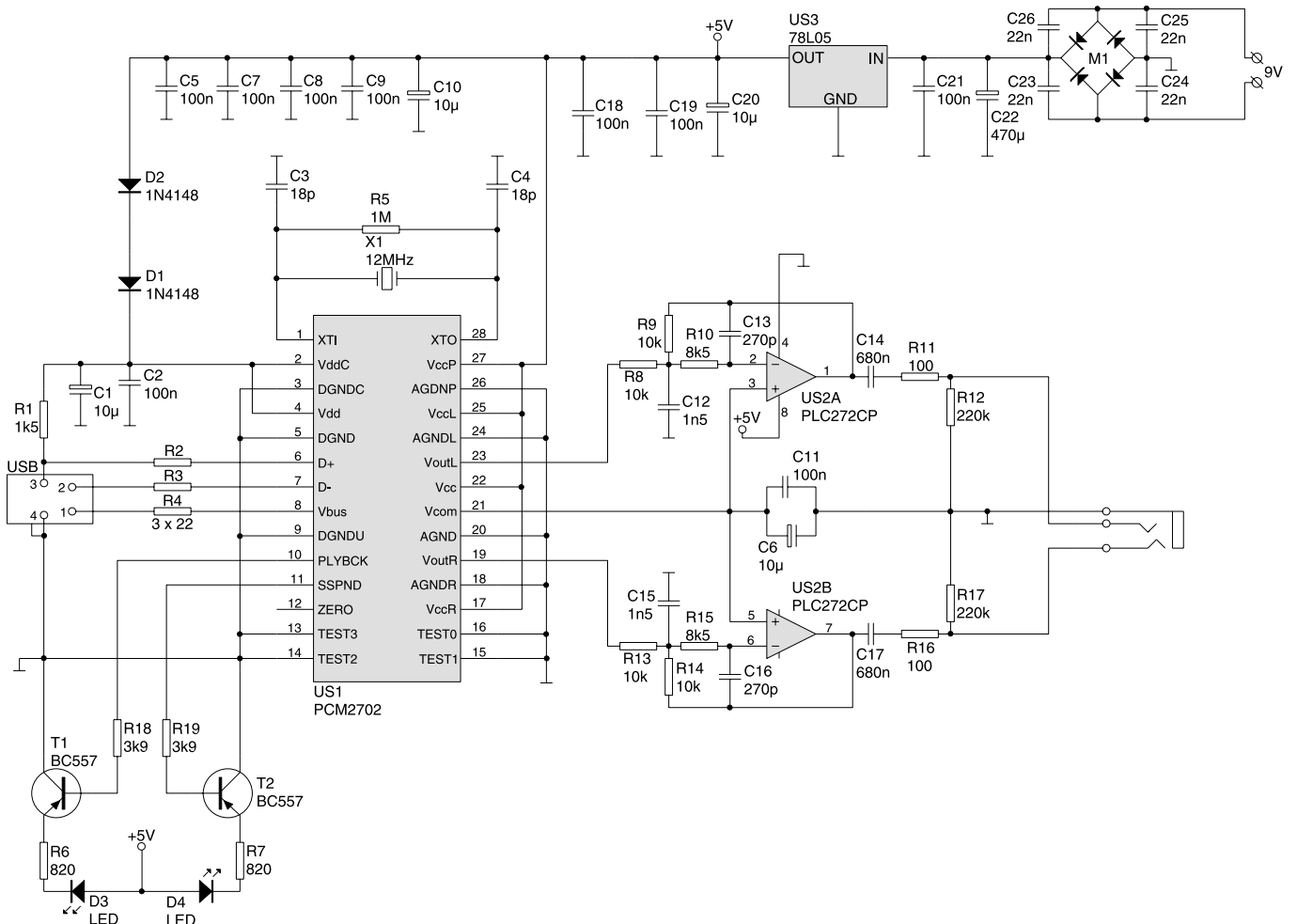
Po połączeniu z magistralą układ gotowy jest do przyjęcia danych. W oczekiwaniu na dane audio (stan beczynności), na wyjściach analogowych występuje zero, a na wyjściu ZERO poziom wysoki. Podczas odbioru cyfrowych danych audio, PCM2702 pierwszy pakiet danych zapisuje w swej wewnętrznej pamięci (buforze) zawierającej 1 ms dźwięku audio. Odtwarzanie da-

Bezpłatne próbki z Texas Instruments

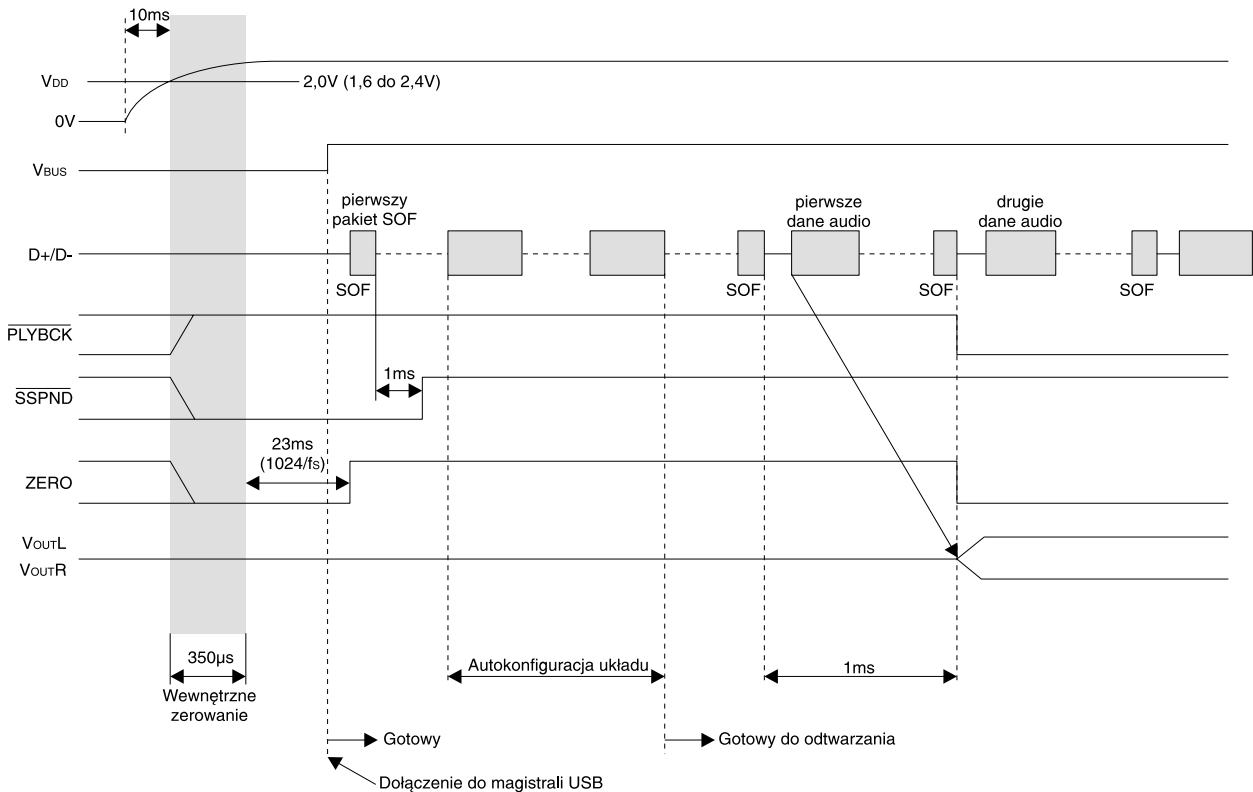
Zachęcamy wszystkich Czytelników EP zainteresowanych wykonaniem urządzenia prezentowanego w artykule do zamówienia bezpłatnych próbek układów PCM2702 w firmie Texas Instruments. Wymaga to uprzedniego zarejestrowania się, ale - według naszych, także prywatnych eksperymentów - firma jest niezawodna i dostarcza próbki w ciągu kilku dni. Aby zamówić próbki, należy wejść na stronę o adresie: <http://focus.ti.com/docs/prod/productfolder.jhtml?genericPartNumber=PCM2702> (lub - zamiast przepisywać ten przydługi adres, wystarczy wpisać w okienko wyszukiwania "PCM2702", wcisnąć "Go" i w wyświetlonym oknie wybrać: **Product Folder: PCM2702, 16-Bit Stereo Digital-To-Analog Converter with USB Interface.**

Na wyświetlonej stronie, w lewej części okna wybieramy **Samples** (na rysunku poniżej) i przechodzimy kolejne kroki zamówienia.

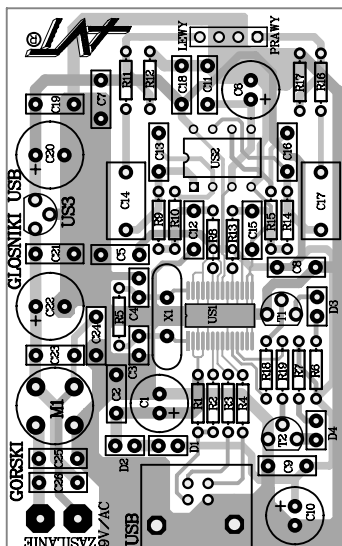




Rys. 2. Schemat elektryczny karty dźwiękowej



Rys. 3. Przebiegi ilustrujące działanie układu po dołączeniu do hosta



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

nych audio rozpocznie się po wykryciu ramki SOF (*Start of Frame*). Przebiegi ilustrujące działanie układu po dołączeniu do hosta przedstawiono na rys. 3.

Opis działania karty dźwiękowej

Układ PCM2702 jest „sercem” karty dźwiękowej, odpowiadającym za przetwarzanie napływających danych audio oraz za poprawną komunikację z komputerem poprzez interfejs USB. Gniazdo oznaczone jako USB zapewnia fizyczne połączenie pomiędzy komputerem a układem PCM2702. Dolnoprzepustowy filtr wyjściowy zbudowano w oparciu o popularny wzmacniacz operacyjny typu TLC272CP (US2). Zadaniem tego filtra jest wyeliminowanie zakłóceń mogących powstać przy przetwarzaniu C/A. W bloku sygnalizacji zastosowano dwie diody LED sygnalizujące podłączenie do magistrali USB oraz odtwarzanie sygnału audio. Zasilacz dostarcza napięcie: +5V i +3,3V, które są niezbędne do prawidłowej pracy układów PCM2702, TLC272CP i magistrali USB.

Montaż układu

Jakkolwiek układ jest łatwy w wykonaniu, to mogą wystąpić pewne kłopoty związane z obudo-

wą, w jakiej są oferowane układy PCM2702 - przystosowana do montażu powierzchniowego SSOP28. Dlatego płytkę drukowaną została zaprojektowana jako dwustronna. Schemat montażowy płytki zamieszczono na rys. 4. Przy wymaganiach jakościowych stawianych płytkom pod układy o tak niewielkim rastrze wyprowadzeń, jak w przypadku obudów SSOP28, samodzielne wykonanie dobrej płytki jest raczej niemożliwe.

Montaż elementów musimy rozpocząć od wlotowania układu przetwornika US1, a to ze względu na jego powierzchniowy sposób montażu. Zdaję sobie sprawę z tego, że dla wielu Czytelników montaż tak niewielkiego elementu może być trudny do wykonania, ale nie jest niemożliwy. Przed lutowaniem warto układ przykleić do płytki za pomocą niewielkiej ilości kleju położonego na spodnią część obudowy. Następnie, używając kalafonii i dobrze rozgrzanej lutownicy o suchym grocie (bez kropli cyny), przygrzewamy wyprowadzenia układu do punktów lutowniczych. Cyna, która znajduje się na punktach lutowniczych, wystarcza na połączenie wyprowadzeń ze ścieżkami, a jest jej na tyle mało, że ryzyko powstania zwarcia pomiędzy punktami jest minimalne.

Po zamontowaniu układu US1 możemy przystąpić do montowania kolejnych elementów, z którymi nie powinniśmy mieć już żadnych problemów.

Uruchamianie układu

Uruchomienie układu sprawdza się do dołączenia karty do gniazda USB komputera i - w przypadku Windows 98 - zainstalowania sterowników. Systemy Win2K/XP/Me mają te sterowniki zainstalowane domyślnie.

Po podłączeniu karty do wolnego gniazda USB w komputerze, system samoczynnie rozpoczyna procedurę instalacyjną urządzenia. Powoduje to wyświetlenie okna sygnalizującego wykrycie urządzenia USB, z poziomu któ-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 1,5k Ω
R2, R3, R4: 22 Ω
R5: 1M Ω
R6, R7: 820 Ω
R8, R9, R13, R14: 10k Ω
R10, R15: 8,5k Ω
R11, R16: 100 Ω
R12, R17: 220k Ω
R18, R19: 3,9k Ω

Kondensatory

C1, C6, C10, C20: 10 μ F/16V
C2, C5, C7...C9, C11, C18, C19, C21: 0,1 μ F
C3, C4: 18pF
C12, C15: 1,5nF
C13, C16: 270pF
C14, C17: 680nF
C22: 470 μ F/16V
C23...C26: 22nF

Półprzewodniki

D1, D2: 1N4148
D3, D4: LED dowolne
M1: mostek 1,5A
T1, T2: BC557
US1: PCM2702
US2: TLC272CP
US3: 78L05

Różne

X1: 12MHz
USB: gniazdo USB-B do druku

rego można uruchomić kreator dodawania nowego sprzętu. Następnie system zażąda włożenia do napędu CD-ROM płyty instalacyjnej Windows 98 i samoczynnie skopiuje odpowiednie sterowniki. Na tym kończy się instalacja i można zacząć zabawę z PC-to-wym dźwiękiem.

Dodajmy, że instalacja karty na komputerach z nowszymi systemami operacyjnymi jest jeszcze prostsza i praktycznie niezauważalna dla użytkownika.

Krzysztof Górski, AVT
krzysztof.gorski@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/listopad02.htm> oraz na płycie CD-EP11/2002B w katalogu PCB.