

# Aktywny hub USB

## AVT-833



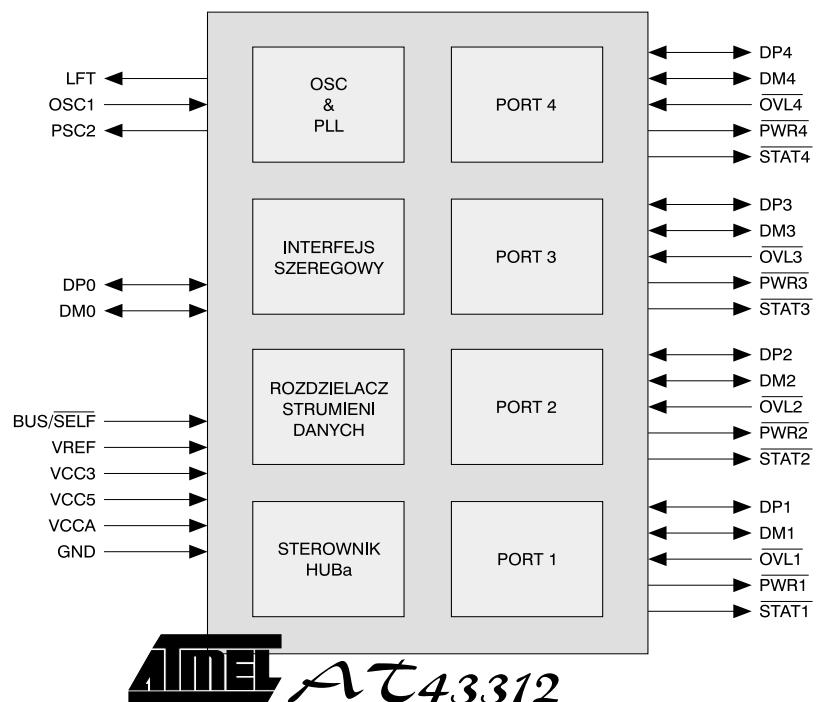
Przedstawiamy drugi projekt związany z nowoczesnym, rekonfigurowalnym interfejsem szeregowym - USB. Pierwszym z opracowanych w naszym laboratorium projektów była „karta” dźwiękowa USB (EP3/99). W tym numerze EP prezentujemy konstrukcję bardzo ważnego dla USB urządzenia - aktywnego huba USB, dzięki któremu można bez trudu rozbudować moduły peryferyjne komputera.

Zazwyczaj współcześnie produkowane komputery wyposażone są w tylko dwa złącza USB. Już teraz ich liczba nie zawsze jest wystarczająca, a w najbliższej przyszłości niezbędnym elementem wyposażenia komputera stanie się kilka dodatkowych portów tego typu. Organizacja transmisji danych w USB przewiduje możliwość stosowania „rozgłęziaczy”, które obsługiwane są przez pojedynczy port wyższego rzędu, dając dostęp do kilku (zazwyczaj 2 lub 4) dodatkowych, niezależnych strumieni danych.

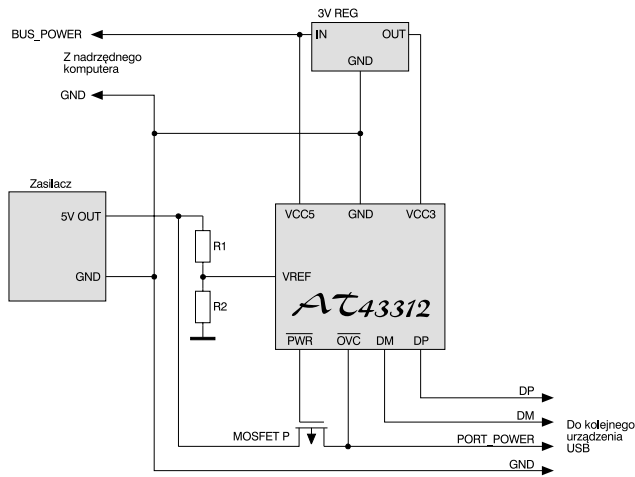
Problem ten został szybko zauważony przez producentów półprzewodników, w związku z czym na rynku pojawiły się wyspecjalizowane układy scalonych hubów USB.

### Scalony Hub Atmela

Jednym z pierwszych producentów oferującym układy scalone do hubów USB był Atmel. W ofercie handlowej firmy znajduje się kilka układów tego typu, ale najbardziej



Rys. 1. Schemat blokowy układu AT43312.



Rys. 2. Konfiguracja huba USB z lokalnym zasilaniem.

interesującym w naszym przypadku okazał się układ AT43312. Integruje on w swoim wnętrzu (rys. 1) cztery porty *downstream* do podłączenia dowolnych urządzeń USB, sterownik zarządzający ich zasilaniem oraz ustaleniem trybu pracy huba, syntezer częstotliwości PLL oraz - co oczywiste - jeden interfejs *upstream*, służący do połączenia huba z nadrzędnym komputerem. Wewnętrzna konstrukcja układu AT43312 jest zgodna z zaleceniami USB 1.0 i kolejnymi, w związku z czym - podobnie jak to było w przypadku cyfrowych głośników z układem DS4201 (EP3/99) - dołączenie huba do komputera z zainstalowanym Windows 98 powoduje automatyczne ładowanie niezbędnych sterowników.

Układ AT43312 może pracować w trybie zasilania z linii USB lub z własnym zasilaniem z zewnętrznego zasilacza. Ponieważ cztery urządzenia USB mogą pobierać prąd rzędu nawet kilku amper lepszym rozwiązaniem jest zbudowanie samodzielnego huba z własnym zasilaniem. Konfiguracja układu AT43312 w tym trybie pracy widoczna jest na rys. 2.

**Opis układu**

Schemat elektryczny huba przedstawiono na rys. 3. „Móz-

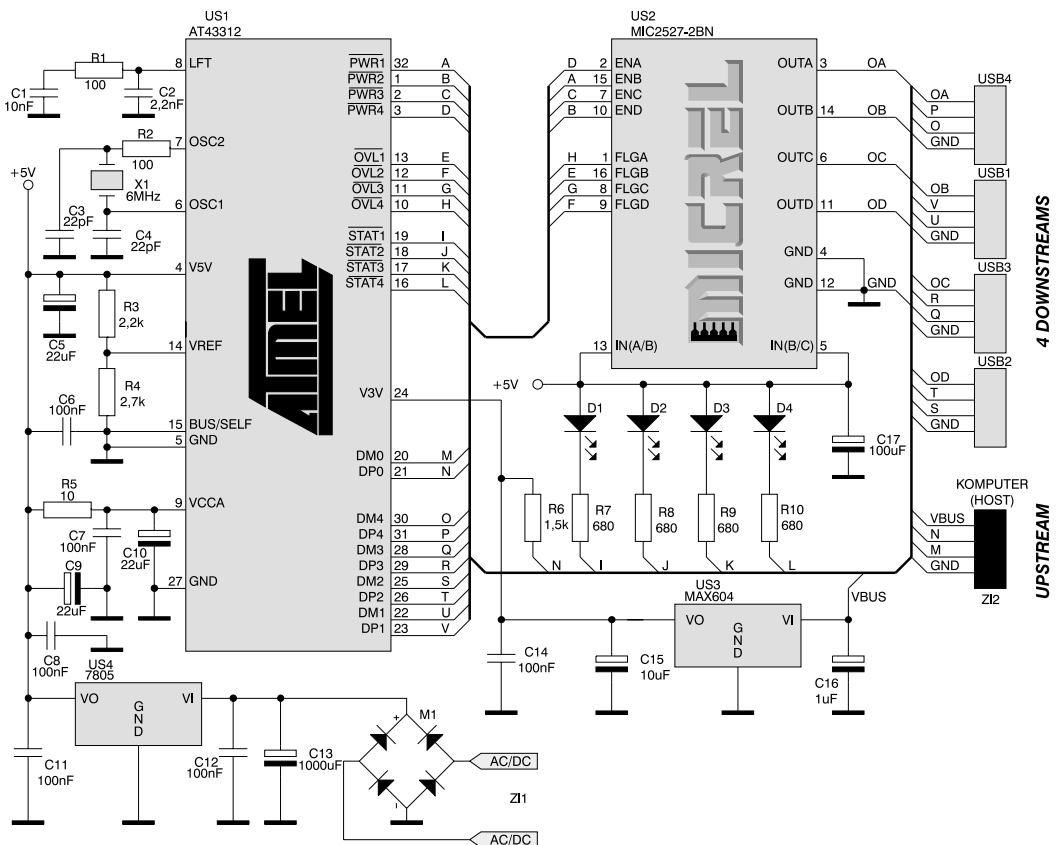
giem“ huba jest układ US1. Wyprowadzenia wszystkich transceiverów DPx (ang. Data Plus) i DMx (ang. Data Minus) dołączono bezpośrednio do złącz USB1..4 oraz Z12. Wyjścia sterujące włączenie zasilania w poszczególnych kanałach !PWRx połączone są z wejściami ENA..D układu US2.

Jak łatwo zauważyć, drugim bardzo istotnym elementem urządzenia jest układ MIC2527 firmy Micrel. Jest to specjalizowany, czterokanałowy klucz prądowy ze zintegrowanym czujnikiem przeciążenia prądowego, bezpiecznikiem termicznym i systemem zabezpieczenia przed zbyt niskim napięciem zasilania. Oprócz elementów związanych z zabezpieczeniem struktury układu przed przegrzaniem i uszkodzeniem, we wnętrze MIC2527 wbudowane są także

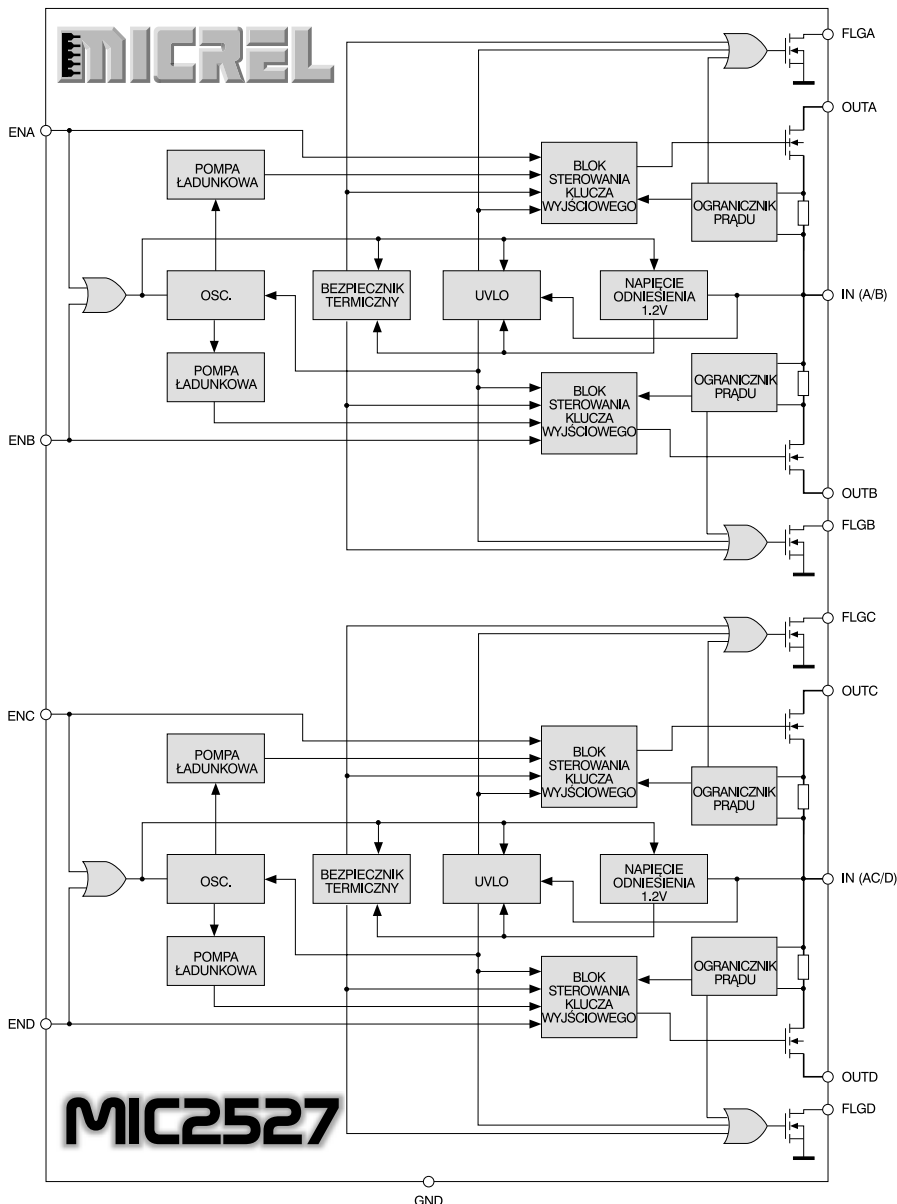
cztery pompy ładunkowe, które wytwarzają wysokie napięcie do zasilania bramek tranzystorów wyjściowych.

Schemat wnętrza układu MIC2527 znajduje się na rys. 4. Jest to konstrukcja wykonana całkowicie w oparciu o tranzystory unipolarne, co umożliwiło ograniczenie wartości prądu pobieranego przez układ do zaledwie 220µA. Na rys. 5 znajduje się uproszczony schemat funkcjonalny układu MIC2527.

Zgodnie z zaleceniami specyfikacji standardu USB każdy kanał wyjściowy huba powinien być przystosowany do dostarczenia do urządzenia współpracującego prądu o natężeniu do 500mA. Klucze prądowe wbudowane w MIC2527 mogą być jednocześnie obciążane w czterech kanałach prądem o natężeniu po 500mA, a ich maksymalna rezystancja szeregową nie przekracza 200mΩ. Bezpieczniki nadprądowe mają histerezę, dzięki której ograniczają prąd wyjściowy dopiero po przekroczeniu natężenia 1,6..2,2A (patrz rys. 6). Po zadziałaniu ogranicznika maksymalny prąd zwarcioowy nie prze-



Rys. 3. Schemat elektryczny urządzenia.



Rys. 4. Schemat blokowy układu MIC2527.

kracza 1,25A (rys. 6), dzięki czemu moc wydzielana w strukturze układu nie jest zbyt duża.

Fakt przeciążenia obwodu wyjściowego układu US2 sygnalizuje on niskim stanem na jednym z wyjść FLGA..D. Wyjścia te dołączone są do wejść czujników przeciążeniowych US1 (!OVL1..4), dzięki czemu układ US1 jest informowany o zwarceniu na linii wyjściowej. Informacja ta jest istotna dla poprawnej pracy systemu operacyjnego Windows 98.

Stan poprawnego działania każdej linii *downstream* sygnalizowany jest zapaleniem odpowiadającej mu diody LED (D1..4). W przypadku wystąpienia zwarcia lub braku możliwości poprawnego skonfigurowania (zalogowania się

w systemie) dołączonego urządzenia diody przestają się świecić, pomimo wtyczki włączonej w gniazdo USB.

Układ US3 jest specjalizowanym stabilizatorem, mogącym pracować przy niewielkiej różnicy napięć pomiędzy wejściem i wyjściem. Z wyjścia tego układu zasilany jest transceiver *upstream* US1 (wyprowadzenia oznaczone DP0, DM0). Dołączony do wyprowadzenia DP0 rezystor R6 „podciąga” napięcie tej linii do ok. 3V, co stanowi informację dla interfejsu - hosta znajdującego się w PC, że hub jest w stanie obsługiwać szybkie transmisje USB. Układ AT43312 samoczynnie dostosowuje swoje nastawy do szybkości interfejsów dołączanych do

**Charakterystyka huba USB:**

- ✓ od strony komputera (hosta) widoczny jest jako urządzenie USB 12MHz (szybkie),
- ✓ obsługuje do czterech, niezależnych urządzeń USB 1,5MHz/12MHz (w dowolnej kombinacji),
- ✓ prąd wyjściowy każdego kanału zasilania: do 1,0A,
- ✓ całkowity prąd wyjściowy wszystkich czterech kanałów: 1,0A,
- ✓ automatyczne wykrywanie zwarcia obwodu zasilającego,
- ✓ optyczna sygnalizacja stanu każdej linii,
- ✓ zasilanie: 10..15VDC/100mA (bez dołączonych odbiorników)

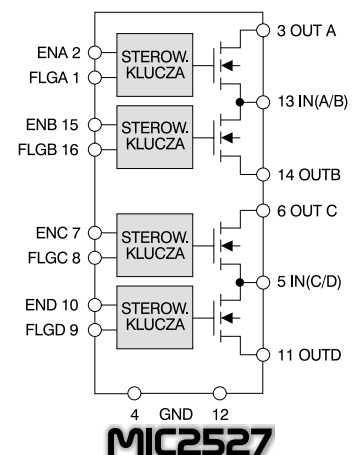
wejść USB1..4, w związku z czym można do niego dołączać zarówno urządzenia szybkie, jak i wolne w dowolnych kombinacjach.

Układ US4 wraz z elementami towarzyszącymi (M1, C11..13, Z11) spełnia rolę zasilacza huba, który zasilą także urządzenia zewnętrzne.

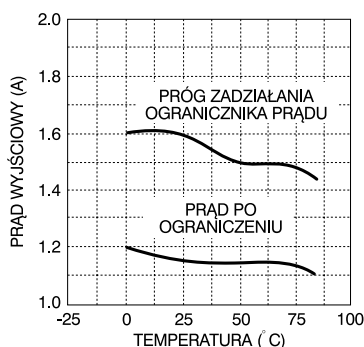
**Montaż i uruchomienie**

Modelowe urządzenie zmontowałem na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat montażowy znajduje się na rys. 7. Widok mozaiki ścieżek obydwu warstw płytki znajdziecie na wkładce wewnątrz numeru.

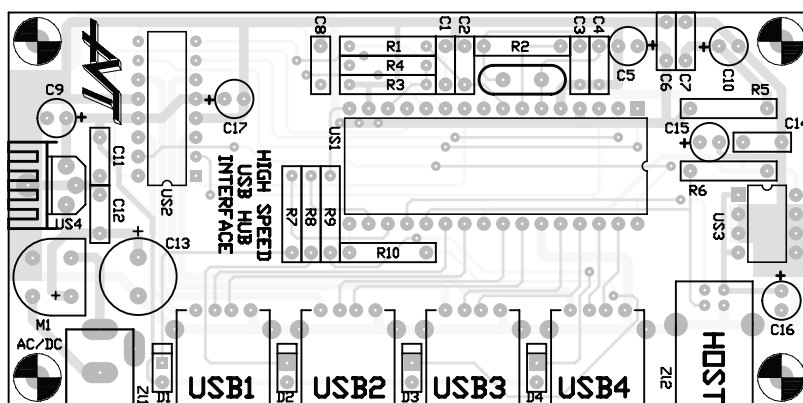
Ze względu na stosunkowo słabe upakowanie elementów montaż można przeprowadzić w sposób całkowicie dowolny, przy czym należy zwrócić uwagę na jakość lutowania - zalecam, aby cyna przepłynęła przez lutowane otwory na drugą stronę płytki. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że obudowa układu US1 (AT43312) ma 32 wyprowadzenia, w związku z czym mogą wystąpić trudności z zakupem dla niego podstawek.



Rys. 5. Schemat funkcjonalny układu MIC2527.



Rys. 6. Charakterystyki prądowe wyjść układu MIC2527.



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

- R1, R2: 100Ω
- R3: 2,2kΩ
- R4: 2,7kΩ
- R5: 10Ω
- R6: 1,5kΩ
- R7, R8, R9, R10: 680Ω

### Kondensatory

- C1: 10nF
- C2: 2,2nF
- C3, C4: 22pF
- C5, C9, C10: 22μF/16V
- C6, C7, C8, C11, C12, C14: 100nF
- C13: 1000μF/16V
- C15: 10μF/16V
- C16: 1μF/16V
- C17: 100μF/16V

### Półprzewodniki

- US1: AT43312
- US2: MIC2527-2BN
- US3: MAX604CPA
- US4: 7805 z radiatorem
- D1, D2, D3, D4: prostokątne diody LED
- M1: 1,5A/50V okrągły mostek

### Różne

- X1: 6MHz
- Z11: złącze zasilania do druku
- Z12: złącza USB-B do druku
- USB1, USB2, USB3: złącza USB-A do druku
- Radiator dla US4

Stabilizator US4 wymaga zastosowania przykręcanego radiatora (wybrany z katalogu Elfy). W egzemplarzu modelowym układy US2 i US3 zamontowałem na podstawkach, lecz - ze względu na wydzielaną w nich moc - lepiej jest wlotować je bezpośrednio w płytkę. Duże powierzchnie ścieżek wokół tych układów nieco ułatwiają odprowadzenie co otoczenia zbędnego ciepła.

Uruchomienie układu wymaga zastosowania zasilacza o napięciu wyjściowym 10..15VDC lub 8..12VAC i wydajności prądowej minimum 1,2A oraz komputera PC z wbudowanym interfejsem USB. Zalecany systemem operacyjnym jest Windows 98 lub Windows 2000. Niezbędnym dodatkiem jest oczywiście minimum para kabli USB (USB-A/USB-B - rys. 8) oraz urządzenie USB (klawiatura, mysz, karta dźwiękowa - patrz EP3/99, skaner, modem, itp.).

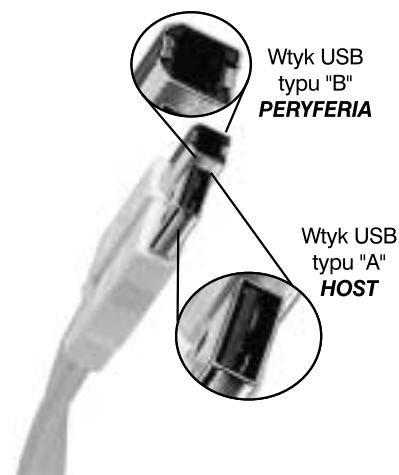
Rozpoczynamy od dołączenia zasilania do huba i podłączenia go do dowolnego portu USB w PC. System operacyjny samoczynnie wykryje nowe urządzenie (czasami niezbędny będzie restart systemu) i dobierze do niego niezbędne sterowniki. Procedura jest na tyle prosta (prawdziwe PnP!), że nie będę jej szczegółowo opisywał. Po zainstalowaniu sterowników do dowolnego z portów

USB1..4 dołączamy urządzenie USB, które - zapewniam - jest natychmiast widoczne w systemie.

Pomimo wielu usilnych prób nie udało mi się powtórzyć sensacyjnego „sukcesu” Billa Gatesa, któremu skaner USB zawiesił system podczas premiery Windows 98...

**Piotr Zbysiński, AVT**  
**piotr.zbysinski@ep.com.pl**

*Dokumentacja standardu USB dostępna jest w Internecie pod adresem: [http://www.ep.com.pl/ftp/usb\\_doc.exe](http://www.ep.com.pl/ftp/usb_doc.exe), a także na płycie CD-EP7.*



Rys. 8. Wygląd wtyczek USB-A i USB-B.