

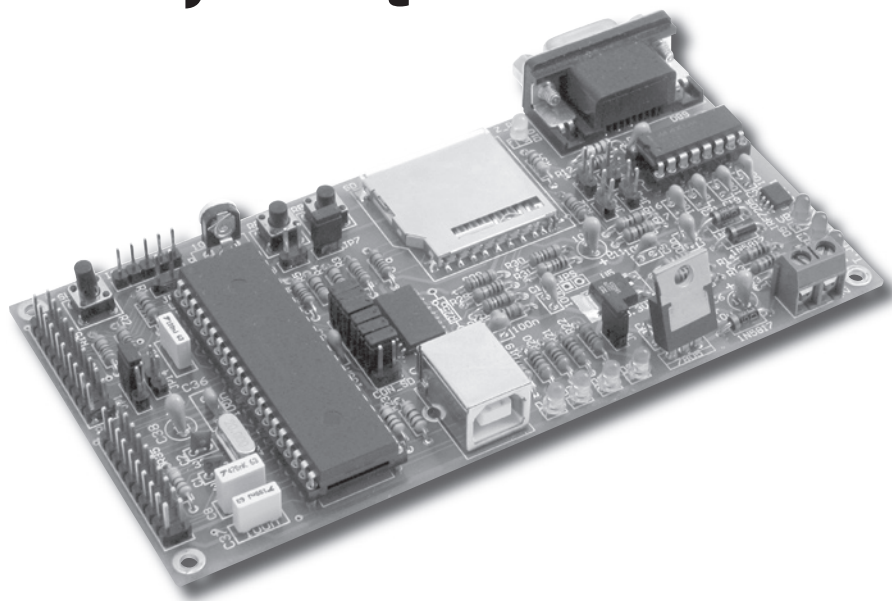
Zestaw uruchomieniowy USB z PIC18F4550, część 1

AVT-971

Interfejs USB jest obecnie najczęściej stosowanym portem do lokalnej komunikacji między komputerem, a urządzeniami zewnętrznymi. Pomimo dość skomplikowanego protokołu transmisji, coraz chętniej korzystają z niego również elektroniky-amatorzy, a to głównie za sprawą popularnych U-UART-ów, czyli konwerterów USB<->UART. Konstruktorzy, którzy chcą w pełni wykorzystać możliwości standardu USB mogą już sięgać po mikrokontrolery posiadające wbudowany interfejs USB.

Rekomendacje:

moduł został opracowany na podstawie materiałów firmy Microchip w celu dobrego poznania interfejsu USB zaimplementowanego w mikrokontrolerze PIC18F4550. Jego wykonanie, uruchomienie i przeprowadzenie prób polecamy doświadczonym elektronikom.



Kiedyś wpadł mi w ręce moduł peryferyjny od komputera wyprodukowanego bardzo dawno temu. Była to sporych rozmiarów płyta z wieloma układami TTL, tranzystorami i opornikami. Bardzo solidnie wykonana, umieszczona w odlewanej, aluminiowej ramie, z pięknymi złączami z połączonymi stykami. Po bliższych oględzinach okazało się, że jest to moduł podwójnego złącza szeregowego z konwerterem TTL/RS232. No tak, RS232 to modemy, myszka, programatory, komunikacja z modułami mikrokontrolerów, nawet drukarki, ale co to złącze robiło w komputerze z połowy lat 70. ubiegłego stulecia? RS232 formalnie został zdefiniowany w 1969 roku, ale powstał wcześniej i był szeroko stosowany w komputerach do komunikacji z mechanicznymi urządzeniami peryferyjnymi. Osobiście widziałem jak czytnik taśmy perforowanej z wydziurkowanym kodem programu wczytywał ten kod do pamięci operacyjnej komputera wielkości szafy na ubrania. Czytnik był dołączony do komputera przez RS232 i odczytywał dane z jakąś „zawrotną” prędkością. Innym znanym kiedyś urządzeniem był dalekopis firmy Teletype spełniający rolę monitora i klawiatury. Praca na nim polegała na wpisywaniu poleceń „on line” na czymś, co wyglądało jak stara elektryczna maszyna do pisania. Informacja zwrotna od komputera (na przykład wyniki obliczeń) była drukowana na papierze. Dalekopis był pod-

łączony do komputera złączem RS232 (przesyłano znaki ASCII), a transmisja miała prędkość 110 b/s.

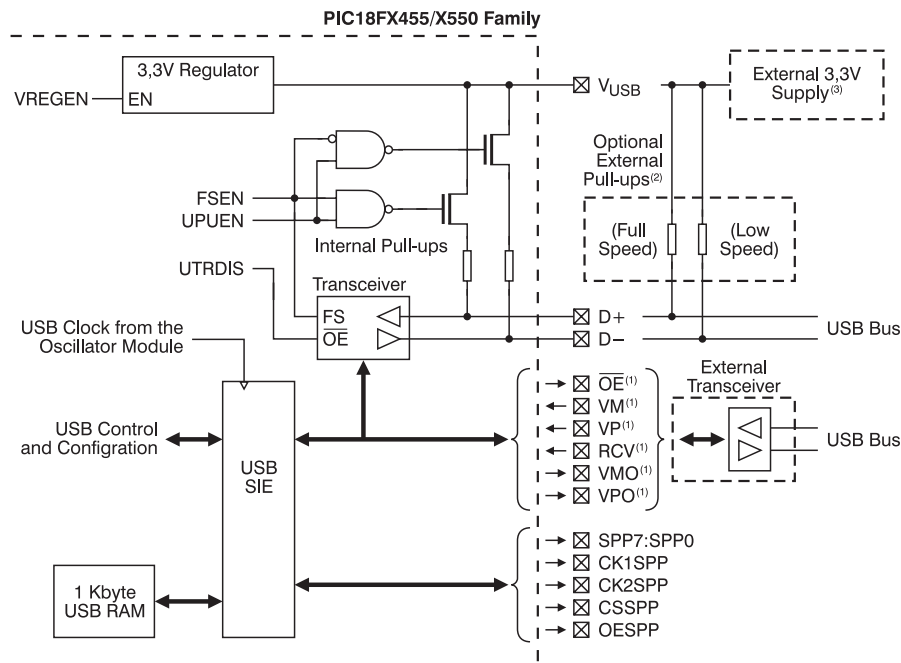
Mimo sędziwego wieku, standard RS232 miał się jeszcze do niedawna całkiem dobrze. Każdy komputer był wyposażony w 2 złącza COM1 i COM2 chętnie wykorzystywane przez konstruktorów do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi (na przykład z myszką), ale też z modułami mikrokontrolerów. Połączenie z tymi ostatnimi było o tyle łatwe, że większość mikrokontrolerów posiada wbudowany sprzętowy moduł transmisji szeregowej UART, a konwersję poziomów można wygodnie zrealizować używając kultowego układu MAX232.

Niewątpliwą zaletą standardu RS232 jest jego prostota, wadą natomiast ograniczenie prędkości transmisji i liczby kanałów. Wraz z rozwojem komputerów pojawiła się potrzeba przyłączenia nowych urządzeń wymagających dużej prędkości transmisji i dlatego zaczęto szukać innego sposobu wymiany informacji pomiędzy komputerem, a urządzeniami peryferyjnymi. W założeniu miało być to rozwiązanie umożliwiające znacznie szybsze przesyłanie danych, ale nie tylko. Przyjęto, że nowe rozwiązanie nazwane USB będzie również znacznie bardziej elastyczne i przyjazne dla zwykłego użytkownika.

Okazało się, że nowy standard jest tak atrakcyjny, że szybko się przyjął w komputerach klasy PC. Dzisiaj

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 135x68 mm
- Zasilanie 9...16 VDC
- Dopuszczalny pobór prądu zasilającego z gniazda USB 100 mA
- Sygnalizacja stanu transmisji za pomocą diod LED
- Do wykorzystania na płycie:
 - Karta pamięciowa SD
 - Port RS232



Rys. 1. Schemat ogólny modułu USB

myszki, klawiatury, drukarki, pamięci Flash (popularne pen drive), dyski twarde dołączane są do komputera przez złącze USB. Popularne do niedawna interfejsy RS232 i równoległy Centronics często nie są już montowane w laptopach, a nawet w komputerach stacjonarnych. Nie ma się czemu dziwić, wystarczy mieć jedno gniazdo USB i dokupić tani hub, by bez problemu powielić możliwość podłączenia nowych urządzeń. Wbudowany mechanizm *plug-and-play* pozwala na dołączenie wielu typów urządzeń do komputera wyposażonego w najbardziej obecnie popularny system operacyjny Windows XP bez konieczności instalowania sterowników, albo instalowanie ich jest banalnie proste. Automatycznie są na przykład wykrywane bardzo popularne pamięci masowe Flash typu pendrive.

Elastyczność i wygoda USB powoduje, że wymiana informacji pomiędzy komputerem-hostem i urządzeniem końcowym USB jest zdecydowanie bardziej skomplikowana, niż to było w przypadku standardu RS232. To, co jest dobre dla przeciętnego użytkownika, który chce bez problemu korzystać z dołączanego urządzenia skomplikowało trochę życie konstruktorom sprzętu elektronicznego. Szybka transmisja i protokół wymiany oparty na rozwiązaniach sieciowych jest nie do zaakceptowania dla wielu popularnych 8-bitowych mikrokontrolerów. Bez specjalizowanego modułu sprzę-

towego nawet szybsze mikrokontrolery nie dają sobie z tym rady. Jak się należało spodziewać producenci będą się starali tę lukę jakoś zapełnić. Przykładem takich starań jest moduł USB wbudowany w mikrokontrolery PIC18F4550 firmy Microchip.

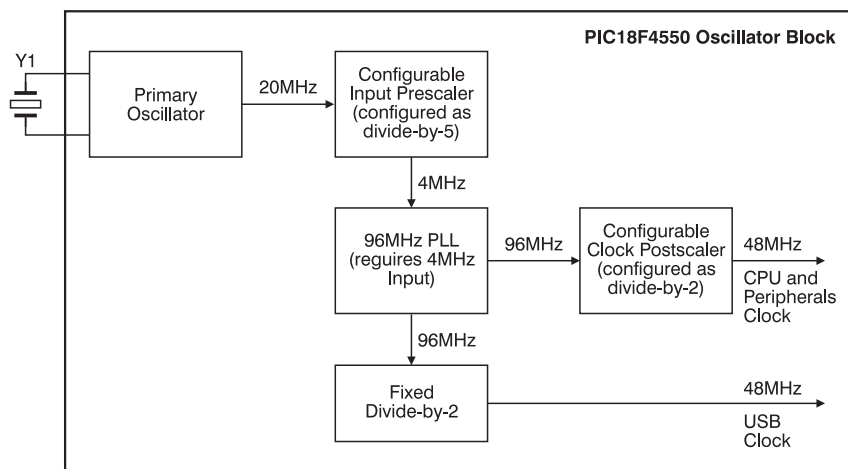
Moduł USB mikrokontrolera PIC18F4550

PIC18F4550 jest nowoczesnym, dobrze wyposażonym w moduły peryferyjne, 8-bitowym, dość szybkim mikrokontrolerem. Może być zasilany napięciem z zakresu 2,0...5,5 V. Przyjrzymy się bliżej wbudowanemu modułowi USB. Jest on zgodny ze standardem USB V2.0 i może pracować w trybach: *Low Speed* (1,5 Mb/s) i *Full Speed* (12 Mb/s).

Symetryczny sygnał danych ze złącza USB jest podłączany bezpośrednio do wyprowadzeń D+ (RC5) i D- (RC4). Można również wykorzystać układ zewnętrznego transceiver'a (rys. 1). Moduł ma wbudowaną własną, dwuportową pamięć RAM o pojemności 1 kB zamapowaną w bankach od 4 do 7 obszaru pamięci RAM GPR. Dostęp do tej pamięci ma moduł SIE USB i może do niej zapisywać i odczytywać dane bez udziału CPU. Jednocześnie CPU mikrokontrolera widzi ten sam obszar jako zwykły obszar GPR. Jeżeli moduł USB jest włączony, to bank RB4 nie powinien być wykorzystywany jako zbiór rejestrów ogólnego przeznaczenia.

W aplikacjach z wykorzystaniem USB, mikrokontroler jest zasilany napięciem +5 V, ale układy transceiver'a muszą być zasilane napięciem +3,3 V dostarczanym z wewnętrznego stabilizatora lub przez linię VUSB. Źródło napięcia jest przełączane programowo. Konstrukcja modułu USB umożliwia też sprzętowe wsparcie przesyłania danych na zewnątrz poprzez interfejsy szybkiej komunikacji równoległej SPP (dwukierunkowa, równoległa, 8-bitowa szyna danych z sygnałami potwierdzenia).

Żeby uzyskać obie dostępne prędkości transmisji, mikrokontroler został wyposażony w rozbudowany system źródeł zegara taktującego, oparty na pętli PLL. W trybie *Low Speed* zegar taktujący modułem musi mieć częstotliwość 6 MHz, a w trybie *Full Speed* częstotliwość 48 MHz. Na rys. 2 pokazano system generowania sygnału zegarowego, gdy mikrokontroler jest taktowany oscylatorem z kwarcem o częstotliwości 20 MHz.



Rys. 2. System generowania zegara systemowego

Układ zerowania mikrokontrolera jest dołączony do wyprowadzenia MCLR zwierając styki 1 i 2 zworki JP1. Po zwarceniu zworki JP14 dołączony jest kondensator C3 i po włączeniu zasilania wytwarzany jest impuls zerujący, którego czas trwania jest zależny od stałej określonej wartościami elementów R2 i C3. Kiedy układ RC nie jest wymagany, to zworka JP14 jest rozwarta, a konieczny stan wysoki na wejściu MCLR jest wymuszany rezystorami R1 i R2. Zworka ta musi być rozwarta w trakcie programowania mikrokontrolera w układzie poprzez złącze ICD.

Do linii portów RB4 i RB5 przez zworki JP7 i JP8 mogą być dołączone 2 mikrostyki S1 i S2 wykorzystywane przez firmowe aplikacje Microchipsa. Zworką JP9 można dołączyć napięcie regulowane przez potencjometr R8 do wejścia RA0 skonfigurowanego jako analogowe wejście przetwornika analogowo-cyfrowego. Diody LED – D1, D2, D3 i D4 są wykorzystywane przez firmowe Microchipsa do sygnalizacji stanu transmisji przez złącze USB. We

własnych aplikacjach można je wyłączyć rozwierając zworkę JP2.

Zwarcie zworki JP5, JP6, JP3 i JP4 dołącza linie wewnętrznego modułu USART mikrokontrolera do konwertera poziomów TTL/RS232 – układu U3 (MAX202). Linie interfejsu RS232 są podłączone do standardowych wyprowadzeń 9-pinowego złącza szufladowego Z_RSO.

Do połączenia modułu z hubem USB przeznaczone jest gniazdo USB typu B. Rezystory R23 i R24 stanowią dodatkowe zabezpieczenie przed zwarcieniem na linii danych. Dławik L1 ma za zadanie tłumić zakłócenia na linii zasilającej +5 V.

Do złącz J20 i J21 typu IDC20 doprowadzono wszystkie wyprowadzenia portów mikrokontrolera oraz linie zasilania +5 V i +3,3 V. Można to wykorzystać do połączenia układów zewnętrznych we własnych aplikacjach.

Wszystkie do tej pory opisane układy odpowiadają konstrukcji modułu PICDEM FS USB. Pominąłem tylko czujnik temperatury TC77. Pozostałe układy na płytce będą funkcjonalnym odpowiednikiem układów modułu

PICtail. Wymagania aplikacji USB powodują, że mikrokontroler musi być zasilany napięciem +5 V. Karty SD nie tolerują tak wysokiego napięcia. Standardowo większość kart wymaga napięcia zasilania +3,3 V i nie toleruje wyższych poziomów logicznych niż własne napięcie zasilania. Stabilizator LDO U5 dostarcza napięcia +3,3 V do zasilania karty i układu konwerterów poziomów 5 V/3,3 V układu U4 (74LCX244). Zworka JPS powinna być zwarta, gdy zastosujemy stabilizator o fabrycznie ustawionym napięciu wyjściowym +3,3 V. W przypadku stabilizatora o ustawianym napięciu wyjściowym, zworka JPS jest rozwarta, a napięcie wyjściowe jest ustalane rezystorami R36 i R37. Takie rozwiązanie może być przydatne, gdy karta jest zasilana napięciem innym niż 3,3 V. Sygnały sterujące pracą karty są dołączane do konwertera poziomów przez zwarcie styków złącza CON_SD. W aplikacjach nie używających karty, trzeba ją wyjąć ze złącza SD_CARD lub rozewrzeć styki CON_SD.

Tomasz Jabłoński, EP
tomasz.jablonski@ep.com.pl

www.sklep.avt.pl



HQ POWER™

oświetlenie efektowe
 oświetlenie dekoracyjne
 reflektory
 ruchome głowy
 lasery
 wytwornice dymu
 sterowniki DMX
 nagłośnienie

Zadzwoń lub napisz, otrzymasz gratis katalog

Detaliczna sprzedaż wysyłkowa.
 Dział Handlowy AVT 01-939 Warszawa, ul. Burleska 9,
 tel. 022 568 99 50, fax 022 568 99 55,
 lub w internecie: www.sklep.avt.pl e-mail: handlowy@avt.pl

AVT
 SOUND & LIGHT