

Koniec kłopotów z USB w popularnych aplikacjach



USB
UNIVERSAL SERIAL BUS



Tematyka USB, poza rzadkimi przypadkami jak karta dźwiękowa na układzie DS4201 (EP3/99), czy hub USB (EP10/99), praktycznie nie gościła na naszych łamach.

Przyczyna naszego postępowania w zaskakujący sposób zanikła i dlatego już od tego numeru rozpoczynamy mikrokontrolerowy „marsz na USB“.

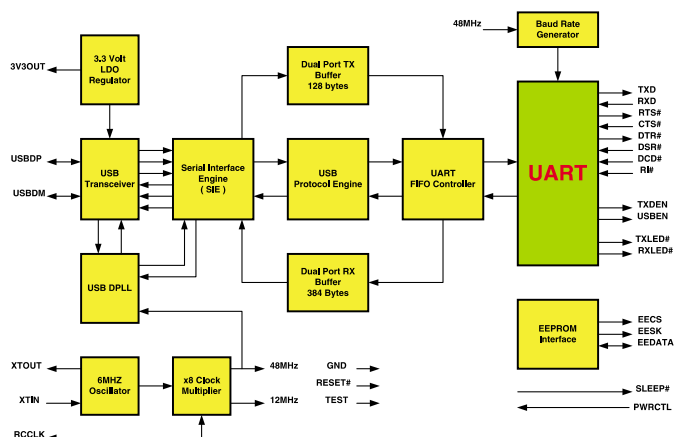
Uniwersalne interfejsy USB firmy FTDI

Kłopoty z implementacją interfejsów USB w systemach mikroprocesorowych wynikają z dwóch zasadniczych powodów:

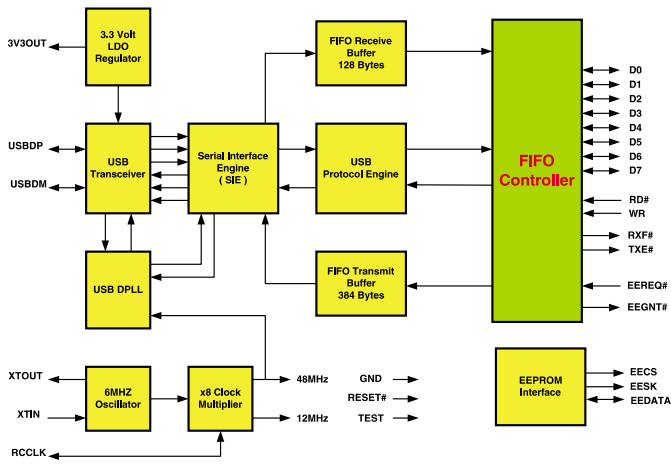
- konieczności zastosowania specjalnego interfejsu sprzętowego przystosowanego do wymiany danych po magistrali USB, który zazwyczaj wymaga silnego wsparcia programowego i - co gorsza - głębokiego wnikięcia w sposób interfejsu działania USB,
- konieczności przygotowania odpowiednich sterowników dla systemu operacyjnego, co w przypadku Windows wymaga ogromnej wiedzy i doświadczenia lub równie dużych pieniędzy na zakup

narzędzi wspomagających ich pisanie.

Pierwszy z wymienionych problemów został częściowo rozwiązany przez kilka firm półprzewodnikowych, które uruchomiły produkcję specjalizowanych układów interfejsowych. Jednym z pierwszych producentów takich układów był Philips, który już kilka lat temu wprowadził na rynek układy z serii PDIUSBx, wkrótce dołączył National Semiconductors, Cypress, Texas Instruments itd. Obecnie praktycznie każda większa firma półprzewodnikowa ma jakiś interfejs w swojej ofercie. Kilka lat temu pojawiły się także mikrokontrolery z wbudowanym interfejsem USB. Promo-



Rys. 1



Rys. 2

torem tej grupy układów był Cypress (oferuje on m.in. wersje '51 z USB), obecnie mikrokontrolery z USB znajdują się praktycznie w każdej rodzinie dostępnej na rynku (m.in. HC08, ST7, '51, AVR itd.). Niebagatelną wadą uniwersalnych interfejsów USB, a także interfejsów wbudowywanych w mikrokontrolery jest konieczność programowej obsługi interfejsu, co przy raczej powszechnie słabej znajomości szczegółów protokołu USB i wysokim kosztem uzyskania tej wiedzy grozi nieprzewidywalnymi konsekwencjami.

Niestety, także drugi z wymienionych problemów nie został (jeszcze do niedawna) rozwiązany, co zmuszało projektantów do zgłębiania tajników USB, które - jak pokazuje praktyka - są trudne do solidnego opanowania bez dostępu do odpowiednich narzędzi programowych. Między innymi z tego powodu pojawiły się na rynku firmy (jak na przykład Jungo), które zajęły się opracowaniem specjalizowanych pakietów programowych do „pisania“ (w cudzysłowie, ponieważ większość z tych programów jest wyposażona w zaawansowane graficzne systemy kreacji) sterowników.

Dość radykalne rozwiązanie wszystkich problemów zapro-

ponowała brytyjska firma Future Technology Devices International (FTDI), która jest producentem zaledwie kilku typów układów scalonych. Dwa

Dzięki układom oferowanym przez FTDI komunikacja poprzez interfejs USB z punktu widzenia komputera odbywa się w taki sam sposób jak poprzez standardowy port szeregowy COM.

z nich są dla nas szczególnie interesujące: FT8U232AM oraz FT8U245AM. Oferta (oprócz tych dwóch, FTDI produkuje jeszcze jeden układ scalony) - jak widać - niewielka, ale układy produkowane przez FTDI wzbudziły kilka miesięcy temu prawdziwą furorę na światowym rynku podzespołów. Pomogła im prostota aplikacji i dostępność bezpłatnych, doskonale udokumentowanych sterowników, które pasują do każdej (sic!) aplikacji.

Dlaczego tak dobrze?

W standardzie USB przewidziano kilkanaście klas urządzeń, w ramach których są zawarte grupy urządzeń o identycznych lub zbliżonych parametrach funkcjonalnych. Przykładowo w klasie HID (*Human Interface Devices*) znajdują się: klawiatury, karty dźwiękowe, miksery i rejestratory audio,

panele wyświetlające itp. Wszystkie urządzenia standardowe dla USB są w większości przypadków samoczynnie rozpoznawane przez mechanizmy wbudowane we wszystkie systemy operacyjne, dzięki czemu po dołączeniu standardowego urządzenia USB do interfejsu wbudowanego w komputer użytkownik nie musi robić nic poza uruchomieniem programu sterującego pracą urządzenia. Mechanizmy PnP (*Plug And Play*) dla USB działają już w Windows 98, ale także wersje Windows pochodne NT są systemami zorientowanymi na obsługę urządzeń wyposażonych w ten interfejs.

Ponieważ nie jest możliwe przewidzenie i ujęcie w standardzie (pomimo jego dość częstego modyfikowania)

nia aplikacji jest to klasyczny COM) o numerze następnym po ostatnim dostępnym w danej chwili w systemie, poprzez który można wysyłać i odbierać dane w taki sam sposób, jak w przypadku klasycznych COM ów. Prezentowane układy wymagają dedykowanych im sterowników, ale producent udostępnił je bezpłatnie na swojej stronie internetowej. Co więcej, dostępne są wersje sterowników dla wszystkich liczących się systemów operacyjnych: wszystkie współczesne warianty Windows (w typ NT/2000/XP - sterowniki dla nich są podpisane przez Microsoft), Apple OS8/OS9 oraz Linuksa.

Takie podejście pozwala wyposażyć w USB dowolne urządzenie, które dotychczas komunikuje się z otoczeniem poprzez którykolwiek z interfejsów wbudowanych w PC (praktycznie nie jest ważne jakiego typu jest komputer).

USB w Twoim urządzeniu

Powyżej wyjaśniłem skąd wynika łatwość komunikacji z interfejsami USB oferowanymi przez FTDI z poziomu systemu operacyjnego. Jak natomiast wygląda implementacja USB w projektowanym urządzeniu?

Nadzwyczaj prosto, bowiem:

- układ FT8U232AM wyposażono „od strony“ mikrokontrolera w standardowy port RS232 (rys. 1), czyli spełnia on rolę dwukierunkowego konwertera USB<->RS232,
- układ FT8U245AM jest przeznaczony do współpracy z mikrokontrolerami posiadającymi interfejsu UART - „od strony“ mikrokontrolera jest on wyposażony w dwukierunkowy, 8-bitowy port równoległy oraz 4 sygnały sterujące (rys. 2), które razem tworzą interfejs podobny do portu pamięci FIFO. Obydwa układy wyposażono w dwie niezależne pamięci FIFO (bufory: odbioru i nadawania), które ułatwiają przekazywanie danych w obydwie strony. Jak widać na rysunkach, budowa wewnętrzna obydwu

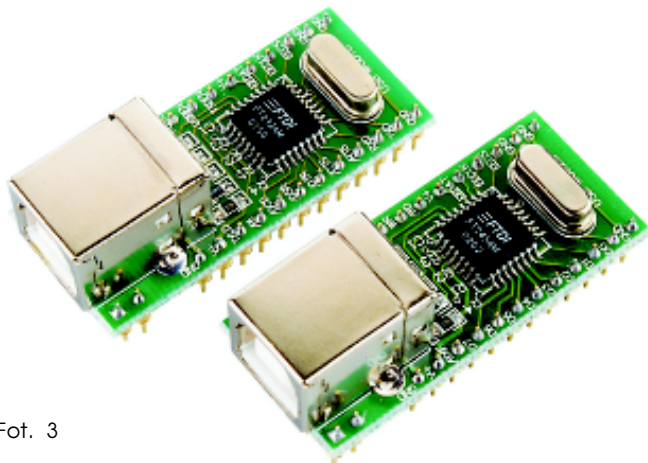
wszystkich możliwych urządzeń jakie powstają na świecie, w nietypowych (czy raczej nie ujętych w standardzie) przypadkach konieczne jest zastosowanie specjalizowanego sterownika, który umożliwi aplikacji dostęp do specyficznych funkcji danego urządzenia. Jest to skomplikowane na tyle, że nawet poważni producenci (jak Cypress, czy Philips) unikali tworzenia własnych sterowników do produkowanych zestawów ewaluacyjnych USB - „udawali“ one jedno z urządzeń standardowych (jak np. termometr USB Cypress a, który przez system był widziany jako klawiatura), co jednak nie jest rozwiązaniem możliwym do zastosowania we wszystkich aplikacjach, daleko mu także do inżynierskiej elegancji.

Pomysł FTDI jest znacznie prostszy: zamiast budowania własnych sterowników i procedur obsługi USB dla mikrokontrolera zastosowanego w projektowanych urządzeniach, tworzony jest wirtualny port szeregowy (z punktu widze-

Charakterystyka układów FT232/245:

- ◆ FT232 jest dwukierunkowym konwerterem USB<->UART (RS232/485),
- ◆ FT245 spełnia rolę dwukierunkowej pamięci FIFO z interfejsem USB,
- ◆ obydwa są kompatybilne ze standardem USB1.1,
- ◆ układy integrują kompletny interfejs USB (łącznie ze stabilizatorem napięcia zasilającego),
- ◆ szybkość transmisji danych wynosi maksymalnie: 960kba (FT232) lub 1MB/s (FT245),
- ◆ układy mogą opcjonalnie współpracować z zewnętrzną pamięcią EEPROM z deskryptorami charakteryzującymi urządzenie (VID, PID, nazwa produktu, numer seryjny),
- ◆ napięcie zasilania: 4,4...5,25V,
- ◆ sterowniki dla wszystkich popularnych systemów operacyjnych i pomocnicze programy narzędziowe producent udostępnia **bezpłatnie**.

FTDI bezpłatnie udostępniło uniwersalne sterowniki do swoich układów dla wszystkich popularnych obecnie systemów operacyjnych: Windows 98/Me/2000/NT/XP, Apple OS8/OS9 oraz Linuksa. Sterowniki dla systemów pochodnych Win NT są cyfrowo podpisane przez Microsoft.



Fot. 3

układów jest zbliżona, różnią się one tylko interfejsem służącym do dołączenia mikrokontrolera. Liczba elementów zewnętrznych niezbędnych do prawidłowej pracy układu nie jest zbyt duża (przykład aplikacji można znaleźć w artykule na str. 37 lub na stronie internetowej producenta), ale nieco zaskakujący jest brak wbudowanego we wnętrze układów bloku zerowania po włączeniu zasilania.

Nie musisz robić wszystkiego sam

Stosowanie układów oferowanych przez FTDI może być z niektórych przypadków nieco utrudnione, ponieważ są one dostępne wyłącznie w 32-wyprowadzeniowych obudowach QFP. Jest to jeden z powodów, dla którego warto wziąć pod uwagę możliwość stosowania w swoich opracowaniach kompletne moduły interfejsowe, które wymiarami zewnętrznymi są zbliżone do obudów DIP32 (fot. 3). Takie moduły produkuje i dostarcza za pośrednictwem dystrybutorów firma FTDI. Zawierają one wszystkie elementy interfejsu łącznie z gniazdem USB. Jest to oferta skierowana przede wszystkim do firm, które chcą zmniejszyć liczbę kupowanych specyficznych podzespołów - kilkanaście elementów zastępuje łątki w stosowaniu modułu.

Zgodnie z informacjami uzyskanymi przez naszą redakcję, w najbliższym czasie podobne moduły będą oferowane także przez gdańską firmę Propox (www.propox.com).

Dostępność

Przyzwyczajeni jesteśmy do tego, że większość nowości dociera do naszego kraju z dużym opóźnieniem. W przypadku prezentowanych układów

to opóźnienie praktycznie nie występuje, ponieważ od już czerwca 2002 firma FTDI ustanowiła krajowego dystrybutora swoich produktów, który - to bardzo ważne - obsługuje także detalistów.

Aplikacje

Pierwszą z przygotowanych przez nas aplikacji prezentowanych układów jest projekt konwertera USB<->RS232/485, którego pierwszą część opisu przedstawiamy na str. 37. Szykujemy także kolejne przykłady, m.in. termometr, przetwornik A/C i C/A, programowane wejścia wyjścia - wszystko dołączane do PC poprzez USB.

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

Z ostatniej chwili: w połowie sierpnia FTDI wprowadził do sprzedaży nowe, usprawnione wersje prezentowanych układów, oznaczone w ten sam sposób jak pierwowzory, za wyjątkiem sufiksu (zamiast AM występuje BM).

Dodatkowe informacje

Dodatkowe informacje są dostępne u autoryzowanego dystrybutora: Soyter Components, tel. (22) 722-06-85, www.soyter.com.pl.

Dodatkowe materiały o układach prezentowanych w artykule można znaleźć w Internecie:

- www.ftdichip.com/FTDriver.htm - oprogramowanie narzędziowe i sterowniki,
- <http://www.ftdichip.com/Documents/ft232r08.pdf> - nota katalogowa układu FT232,
- <http://www.ftdichip.com/Documents/ft245r09.pdf> - nota katalogowa układu FT245,
- <http://www.ftdichip.com/FTApp.htm> - noty aplikacyjne układów produkowanych przez FTDI.