

## USB w '51 - mikrokontrolery EZ-USB firmy Cypress

Szanowny Czytelniku! Jeżeli interesują Cię mikrokontrolery, z 95% pewnością mogą to stwierdzić, że stosowałeś lub stosujesz oryginalne lub klony mikrokontrolerów rodziny '51. Panują one niepodzielnie na rynku (nie tylko w Polsce!) od 1987 roku, co zachęca słabiej rozumiejących „co w trawie piszczy“ do stwierdzenia, że są one już przestarzałe. O tym, że siewcy takich opinii nie znają faktów postaram się przekonać Was w artykule.



# Linux a mikrokontrolery

Zacznę od tego, że nie jestem fanem '51 w żadnej postaci, ale znam je na tyle dobrze, podobnie jak kilka innych rodzin mikrokontrolerów, żeby świadomie dobrać mikrokontrolery do aplikacji. Wieloletnia obecność rodziny '51 na rynku zaowocowała szeregiem istotnych modyfikacji w ich budowie, ale architektura wciąż pozostaje taka sama. Co więcej, piętno starszego brata noszą także 16-bitowe wersje mikrokontrolerów '51, produkowane przez Philipsa w serii XA.

Mikrokontrolery '51 są znacznie udoskonalonym rozwinięciem mikrokontrolerów rodziny MCS-48. Obydwie rodziny wymyślili i zaprojektowali inżynierowie Intelu, inicjując ewolucyjny proces dostępu coraz bardziej wyrafinowanej (bo mikroprocesorowej) techniki „pod strzechy”. Narastająca wojna pomiędzy producentami „dużych” procesorów spowodowała, że Intel zarzucił intensywne prace rozwojowe nad mikrokontrolerami, jednocześnie udostępniając wszystkim specyfikację jednostki centralnej.

### Linux a mikrokontrolery

Stworzoną przez Intelu okazję wykorzystano kilku producentów, wśród których prym wiodą (w kolejności alfabetycznej):

- Atmel, który skupił swoje prace na standardowo wyposażonych mikrokontrolerach z pamięcią programu typu Flash (bezkonkurencyjny do dziś!),
- Cypress, wypełniający intratne luki pozostawione przez pozostałych producentów,

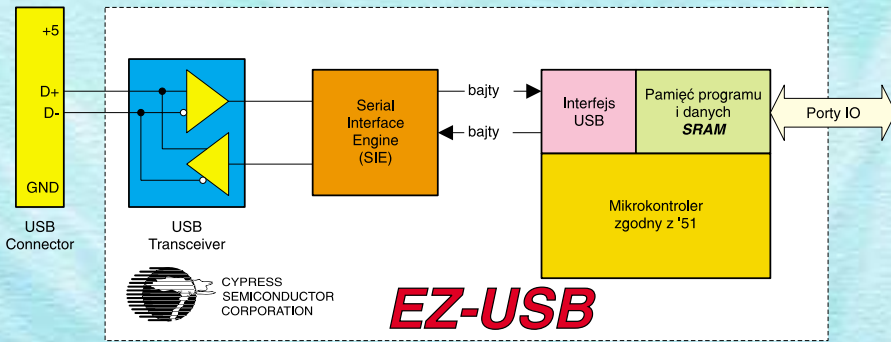
- Dallas z wieloma modelami znacznie przyspieszonych wersji '51 (89C420 pracuje ok. 50 razy szybciej od standardowego mikrokontrolera),
- Philips, który z czasem stał się „kochającym ojczymem” rodziny '51, rozwijając ją w wielu kierunkach, także w stronę wydajnych rozszerzeń 16- i 32-bitowych.

Dzięki zaangażowaniu się w rozwój mikrokontrolerów '51 wielu firm, konstruktorzy mogą korzystać z szeregu pomyslowych rozwiązań, które - patrząc na zagadnienie statystycznie - nie mogłyby się udać jednej, nawet bardzo dużej i bogatej firmie. W podobny sposób rynek zdobywał Linux, powszechnie uznawany za najpoważniejszego konkurenta Windows. Linuxa tworzą wszyscy chętni, dokładając swoją wiedzę i - często niezwykle - pomysły, które razem tworzą nową, komfortową dla użytkownika jakość.

### EZ-USB, czyli dostajesz wszystko

W mikrokontrolerowym świecie za awangardowych uznawani są obecnie konstruktorzy, którzy zrobili „coś” z CANBusem lub USB. Stosowanie zewnętrznych, uniwersalnych interfejsów wymaga sporego nakładu pracy podczas pisania programu, a pierwsze dostępne w handlu mikrokontrolery z CANBusem pojawiły się niedawno (np. 80C390 firmy Dallas). A jak mają sobie poradzić z wolnością USB?

Odpowiedź jest prosta: sięgnąć po EZ-USB! Jest to bowiem rodzina mikrokontrolerów '51



Rys. 1.

zintegrowanych z inteligentnym interfejsem USB (rys. 1). Architektura rdzenia tych układów jest znacznie udoskonalona w stosunku do pierwowzoru, dzięki czemu ich średnia wydajność jest 5 razy większa niż standardowych układów '51. Nie bez znaczenia jest także fakt, że maksymalną częstotliwość taktowania (uzyskiwaną za pomocą wbudowanej w układ PLL) może wynosić nawet 48MHz. Zrezygnowano z multipleksowania szyny danych z adresową, dodano drugi wskaźnik danych. Instrukcje MOVX są wykonywane z różną szybkością, w zależności od modułu, z którym następuje komunikacja. Wszystkie wymienione modyfikacje mają istotny wpływ na wypadkową wydajność mikrokontrolera.

Twórcy układów EZ-USB wyposażyli je w dodatkowe peryferie, które ułatwią życie programistom. Są to: trzeci timer, będący kopią timera 2, dodatkowych 8 przerwań, interfejs I<sup>2</sup>C, a także drugi UART zapewniający komunikację układu z otoczeniem.

Integracja interfejsu USB z mikrokontrolerem ma wiele zalet, a jedną z najważniejszych jest zminimalizowanie czasu niezbędnego do przesłania danych do pamięci buforującej FIFO. W jednym z trybów komunikacyjnych przesłanie (za pomocą instrukcją MOVX!) bloku 1024 bajtów zabiera mikrokontrolerowi zaledwie 338µs. Wbudowana w układy EZ-USB pamięć programu jest typu SRAM. Wymaga więc każdorazowo załadowania w chwilę po uruchomieniu urządzenia. Dostęp do pamięci programu jest możliwy zarówno poprzez porty szeregowy UART (RS232), jak i poprzez interfejs USB. Rozwiązanie proponowane przez Cypressa może wydawać się nieco kłopotliwe w stosowaniu, ponieważ każdorazowo po dołączeniu urządzenia wykonanego na układzie EZ-USB do interfejsu USB trzeba przesłać do pamięci układu program. Ponieważ interfejs nadrzędny USB po wykryciu dołączonego nowego urządzenia inicjalizuje je (jednorazowo!), w procesie enumeracji (nadawania adresów), konieczne jest „oszukanie” go i zmuszenie do ponownej enumeracji po przesłaniu do procesora kodu programu. Proces ten, nazwany przez producenta ReNumeracja, jest wywoływany automatycznie przez interfejs USB układów EZ-USB (rys. 2), w związku z tym dla użytkownika i programisty jest on całkowicie przezroczysty.

**EZ-USB w wariantach**

Układy EZ-USB noszą nietypowe jak na produkty Cypressa oznaczenia: AN21xx (gdzie xx oznacza wersję układu). Oznaczenie to jest spadkiem po twórcy układów, amerykańskiej firmie Anchor Chips (stad czasami używana nazwa tych układów: Anchor), którą Cypress wykupił w 1999 roku. W ramach serii EZ-USB dostępne są dwie wersje układów, różniące się rodzajem wewnętrznej pamięci programu. Najbardziej uniwersalne są układy z 4 i 8kB pamięci SRAM (AN21xx). Dostępne są także ich odpowiedniki z mas-

kową pamięcią ROM (AN23xx). Producent oferuje dwie wersje obudów dla układów, różniące się liczbą wyprowadzeń: PQFP44/48 i PQFP80. Układy montowane w obudowach PQFP80 mają wyprowadzoną na zewnątrz 8-bitową szynę danych, 16-bitową szynę adresową i 24-bitowy programowany port I/O.

Od kilku miesięcy oferowana jest także nowsza, znacznie bardziej wydajna rodzina układów EZ-USB FX z wbudowanym DMA, także wykorzystujących rdzeń '51.

**Narzędzia**

Cypress oferuje dla prezentowanych w artykule mikrokontrolerów doskonale narzędzie uruchomieniowe w postaci zestawu Xcelerator (A2131-DK001) - fot. 1. W jego skład wchodzi:

- płytką bazową z układem EZ-USB AN2131QC, interfejsem szeregowym, 512kB dodatkowej pamięci SRAM, szeregową pamięć EEPROM, dwa porty

PCF8574, szereg złącz, przycisków i wyświetlacz LED,

- kompletna dokumentacja standardu USB,
- uniwersalna płytką prototypowa,
- szczegółowa instrukcja do zestawu z opisem układów EZ-USB,
- kabel R232,
- płyta CD-ROM z dokumentacją, narzędziami (w tym Keil C51 w wersji do 4kB), przykładowymi programami i driverami,
- dokumentacja do kompilatora Keil C51.

Oprogramowanie dostarczone na płycie jest doskonale dobranym zestawem narzędzi, pozwalającym na natychmiastowe rozpoczęcie prac prototypowych. Producent dostarcza w zestawie driver oraz procedury pozwalające załadować pamięć programu układu EZ-USB z poziomu dowolnej aplikacji Windows.

**Podsumowanie**

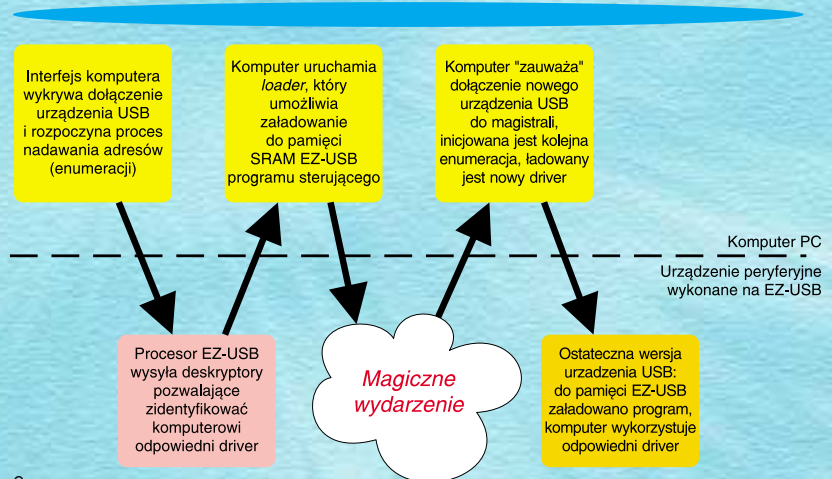
Propozycję Cypressa, przede wszystkim z powodu jej kompletności i - mimo wszystko - awangardowości, uznałem za wartą przedstawienia, ponieważ era USB nadchodzi coraz szybszym krokiem. Konstruktorzy, którzy już teraz podejmą pierwsze próby z samodzielnym tworzeniem tych, dość wymagających, aplikacji staną się liderami tego interfejsu. Warto!

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

Zestaw narzędziowy Xcelerator udostępniła redakcji firma Future, tel. (0-22) 618-92-02, www.future.com.pl.

Dodatkowe informacje o układach EZ-USB są dostępne na płycie CD-EP3/2001A w katalogu \EZ-USB.

**Proces ReNumeracji**



Rys. 2.

**Tab. 1. Dostępne warianty układów EZ-USB z pamięcią programu SRAM.**

Oznaczenie	Pojemność SRAM [kB]	Szybkość transferu I/O	Liczba I/O	Zewnętrzna szyna danych	Izochroniczny transfer USB	Obudowa
AN2121SC	4	600kbd	16	-	+	PQFP44
AN2122SC	4	600kbd	16	-	-	PQFP44
AN2122TC	4	600kbd	19	-	-	PQFP48
AN2125SC	4	2Mbd	8	+	+	PQFP44
AN2126SC	4	2Mbd	8	+	-	PQFP44
AN2126TC	4	2Mbd	11	+	-	PQFP48
AN2131SC	8	600kbd	16	-	+	PQFP44
AN2135SC	8	2Mbd	8	+	+	PQFP44
AN2136SC	8	2Mbd	8	+	-	PQFP44
AN2131QC	8	2Mbd	24	+(dane + adres)	+	PQFP80