

# Microchip Explorer 16

## Zbadaj możliwości mikrokontrolerów PIC

*Najlepszym sposobem na poznanie możliwości mikrokontrolerów jest skorzystanie z zestawu ewaluacyjnego. Jednak najczęściej ma on pewne ograniczenia. Nie można zmienić zainstalowanego mikrokontrolera, zestaw układów peryferyjnych jest zbyt ubogi (niska cena zestawu) lub zbyt bogaty (wysoka cena zestawu). Rozwiązaniem takich problemów jest modułowy zestaw ewaluacyjny, który możemy dostosować do własnych potrzeb badawczych. Istotną zaletą zestawu Explorer 16 jest możliwość testowania 16- i 32-bitowych mikrokontrolerów PIC oraz możliwość rozbudowy o dodatkowe karty z układami peryferyjnymi.*

### Zestaw Explorer 16

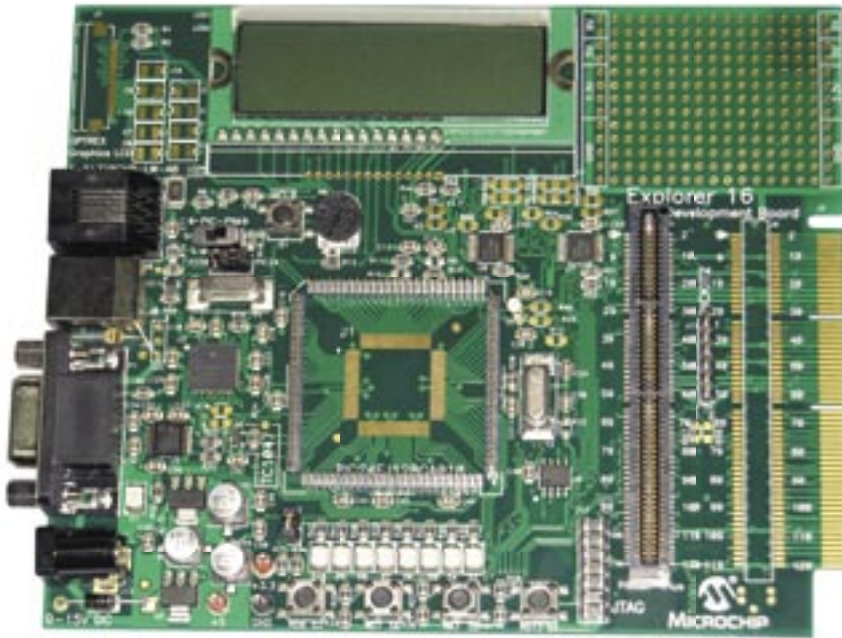
Explorer 16 jest zestawem ewaluacyjnym o modułowej budowie mikrokontrolerów PIC firmy Microchip. Główną częścią zestawu jest płyta bazowa z najczęściej używanymi układami peryferyjnymi (fot. 1), na której jest montowany moduł z mikrokontrolerem PIC lub dsPIC. Dla zestawu Explorer 16 dostępne są moduły PIM (Plug-In Module) z 24-bitowymi mikrokontrolerami

PIC24F, PIC24H, mikrokontrolerami DSP dsPIC33 oraz 32-bitowymi mikrokontrolerami PIC32MX (fot. 2). Mikrokontrolery PIC32MX są 32-bitowymi PICami ze sterownikiem standardu USB 2.0 OTG (więcej o PIC32MX pisaliśmy w EP08/2008).

Na płycie bazowej zestawu Explorer 16 producent umieścił 100-pinowe złącze modułów PIM, stabilizatory napięcia 3,3 i 5 V (płytką

zasilana jest napięciem 9 V), pole prototypowe, złącza PICtail Plus, PICkit 2, złącze do komunikacji, programowania i debugowania, złącze RJ-11 dla debugera MPLAB ICD 2, złącze JTAG oraz układy peryferyjne: port RS232 z konwerterami napięć, analogowy czujnik temperatury, wyświetlacz alfanumeryczny LCD 2x16, przyciski użytkownika i zerowania, potencjometr, 8 diod LED, multiplexery 74HCT4053 szeregowych linii komunikacyjnych, szeregowo pamięć EEPROM oraz oscylator 32,768 kHz dla zegara RTC. Schemat blokowy zestawu Explorer 16 przedstawiono na rys. 3.

Możliwości zestawu ewaluacyjnego można zwiększyć poprzez dołączenie kart rozszerzeń zgodnych ze złączem PICtail Plus. Jedną z nich jest karta USB PICtail Plus zawierająca gniazda USB host, device oraz OTG (fot. 4). Inne karty rozszerzeń umożliwiają opracowywanie aplikacji z użyciem m.in. karty SD, interfejsu IrDA, wyświetlacza graficznego 320x240 px, Ethernetu oraz interfejsów LIN i CAN.



Fot. 1. Płyta bazowa zestawu ewaluacyjnego Explorer 16

## Programowe biblioteki USB dla PICów

Firma Microchip na swoich stronach internetowych udostępnia biblioteki programowe dla mikrokontrolerów PIC. Dobrym przykładem jest biblioteka graficzna opisywana w EP01/2009. Natomiast projektanci urządzeń USB powinni

zapoznać się z USB Framework, do pobrania ze strony [www.microchip.com/usb](http://www.microchip.com/usb). Jest to bezpłatny zbiór przykładowych aplikacji i sterowników dla mikrokontrolerów PIC ze sterownikiem interfejsu USB.

USB Framework instaluje się domyślnie na dysku C w katalogu „Microchip Solutions”,

w którym instalowane są również inne biblioteki tej firmy. Oprócz plików źródłowych biblioteki USB, producent dostarcza przykładowe projekty (tab. 1) dla środowiska projektowego MPLAB IDE. W zależności od wersji mikrokontrolera, projekty należy skompilować kompilatorem MPLAB C18 (mikrokontrolery PIC18), C30 (PIC24) lub C32 (PIC32). Każdy przykład został tak przygotowany, aby można go było uruchomić w zestawie ewaluacyjnym z interfejsem USB (np. Explorer 16 z dołączoną płytą USB PICTail Plus).

## Zastąpić RS232 interfejsem USB

W aplikacjach wielu urządzeń występuje potrzeba wymiany danych z komputerem PC. Dotychczas, w większości takich przypadków do tego celu wykorzystywano port szeregowy mikrokontrolera z dodatkowym układem scalonym odpowiedzialnym za przekazywanie danych z interfejsu UART mikrokontrolera przez interfejs USB do komputera PC. Niewątpliwą zaletą takiego rozwiązania, jest łatwość użycia. Jednak na płycie drukowanej musi znaleźć się miejsce na dodatkowe układy scalone. W dobie miniaturyzacji urządzeń elektronicznych nie jest to pożądane. Znacznie korzystniej jest użyć sterownik USB wbudowany w mikrokontroler.

Do tego celu z biblioteki USB Framework należy wybrać jeden z projektów interfejsu USB (device) – urządzenia klasy CDC. Zaletą użycia gotowego projektu jest możliwość zapoznania się ze sposobem konfigurowania stosu USB oraz procedurą inicjalizacji kontrolera USB.

Aplikacja według przykładowego projektu „CDC – Basic Demo” (tab. 1) odbiera dane przesyłane z portu USB i odsyła je z powrotem do portu USB zmieniając numeryczną wartość kodu ASCII znaku o jeden oraz wysyła komunikat po wciśnięciu przycisku na płycie bazowej. Program jest dość prosty: w nieskończonej pętli `while` wywoływana jest funkcja `USBDeviceTasks()` obsługi przychodzących pakietów `SETUP` oraz funkcja obsługi wejścia i wyjścia `ProcessIO()`.

Funkcja `USBDeviceTasks()` odpowiada za obsługę przychodzących pakietów `SETUP`. Pakiety `SETUP` są wysyłane po podłączeniu urządzenia do portu USB urządzenia `host`.

Do odbierania i wysyłania danych przez port USB w trybie emulacji portu szeregowego wykorzystywane są funkcje, odpowiednio: `getUSBUSART()` i `putUSBUSART()`. Podczas obsługi transakcji `device-host` i przesłania danych do komputera PC należy po wykonaniu funkcji obsługi zadań użytkownika wywołać funkcję `CDCTxService()` w celu przesłania danych z bufora nadawczego. Przed wysłaniem wiadomości do bufora należy sprawdzić jego gotowość funkcją `mUSBUSARTIsTxTrfReady()`, która zwraca wartość `TRUE` jeżeli można dodać wiadomość do kolejki.

Obsługa tych funkcji w języku C nie powinna być szczególnie trudna. Pewną niedogodnością może być sposób wysyłania kilku komunikatów w jednym obiegu pętli głównej progra-

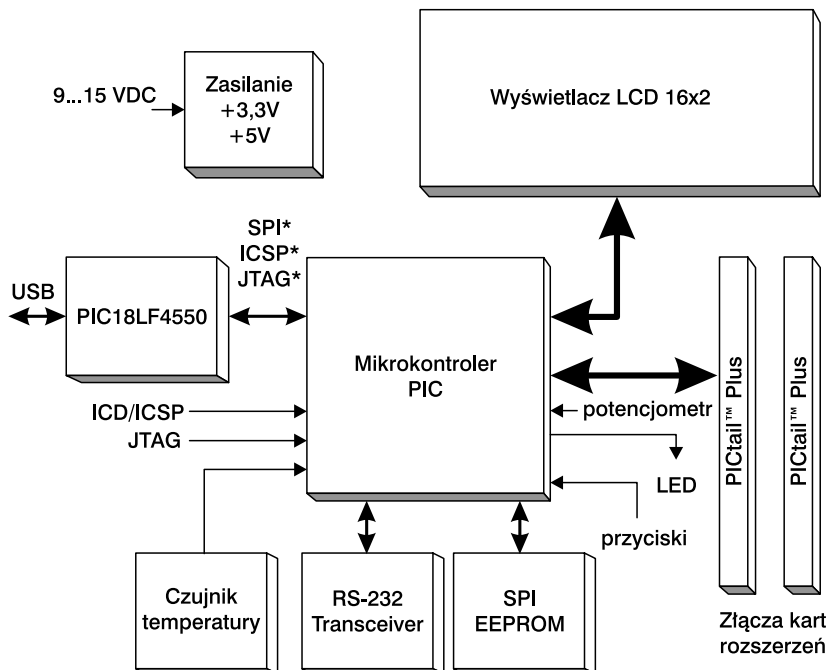
Tab. 1. Przykładowe projekty biblioteki USB

USB Device	
CDC – Basic Demo	Oprogramowanie urządzenia klasy komunikacyjnej (CDC), który emuluje port COM.
CDC – Serial Emulator	Konwerter RS232 - USB.
Composite – HID + MSD	Dwufunkcyjne urządzenie łączące funkcje urządzenia pamięci masowej (MSD) i urządzenia interfejsowego (HID).
HID: Keyboard Firmware	Oprogramowanie klawiatury.
HID: Mouse in a Circle Demo Firmware	Oprogramowanie manipulujące położeniem wskaźnika myszki komputerowej.
HID: Simple Custom Demo	Projekt urządzenia interfejsowego, które nie potrzebuje sterowników po stronie komputera PC.
Mass Storage – Internal Flash	Implementacja pamięci masowej. Dane są przechowywane w wewnętrznej pamięci Flash mikrokontrolera.
Mass Storage Device (MSD): SD card reader	Oprogramowanie czytnika kart SD (potrzebny moduł SD card PICTail Plus)
Mass Storage Device (MSD): SD card data logger	Program zapisujący dane pomiarowe na karcie SD. Po podłączeniu do komputera PC układ działa jako czytnik kart SD.
MCHPUSB - Generic Driver Demo	Własne urządzenie USB ( <i>custom class</i> ). Projekt zawiera przykładową aplikację dla komputera PC, która komunikuje się mikrokontrolerem PIC za pośrednictwem interfejsu USB.
WinUSB – Simple Custom Demo	Przykład wykorzystania sterowników WinUSB firmy Microsoft do komunikacji z komputerem PC.
USB Host	
CDC – Serial Demo	Klasa komunikacyjna dla urządzenia typu Host.
HID – Keyboard	Przykład odbierania danych z klawiatury komputerowej.
Mass Storage – Thumb Drive Data logger	Przykład wykorzystania pamięci USB sformatowanej w systemie plików FAT16.
MCHPUSB – Generic Driver Demo	Sterownik własnego urządzenia USB dla mikrokontrolera.
Printer – Print Screen Demo	Przykład drukowania obrazów.
Printer – Simple Full Sheet Demo	Program komunikacji z drukarką umożliwiający wydruk strony przy użyciu różnych czcionek oraz obrazów zawartych w bibliotece drukarki.
Printer – Simple POS Demo	Przykład komunikacji z drukarką sklepową (poin-of-sale)
USB OTG	
MCHPUSB – Generic Driver Demo	Oprogramowanie korzystające z możliwości USB OTG.





Fot. 2. Moduły PIM (Plug-In Module) z mikrokontrolerami PIC



Rys. 3. Schemat blokowy zestawu ewaluacyjnego Explorer 16

mu. Stos USB firmy Microchip zaprojektowany został jako wielozadaniowy bez wywłaszczania (*cooperative multitasking*). W związku z tym, w kodzie użytkownika nie można używać funkcji blokujących (na przykład takich jak: `while(!mUSBUSARTIsTxTrfReady());`). W zamian należy zaprogramować odpowiedni układ se-

kwencyjny. Przykład maszyny stanów takiego sterownika sekwencyjnego zilustrowano na list. 1.

Przy podłączeniu zestawu ewaluacyjnego do komputera PC, system Windows zapyta o sterowniki dla urządzenia klasy komunikacyjnej. Firma Microchip oczywiście udostępniła takie sterowniki. Dzięki podmienieniu kilku linii w pliku konfiguracyjnym sterownika `mchpcdc.inf` (list. 2) możliwa jest zmiana opisu urządzenia w systemie operacyjnym.

**List. 1. Niepoprawne (a) i poprawne (b) użycie stosu USB firmy Microchip**

```

a)
if(mUSBUSARTIsTxTrfReady())
{
    putsUSART("Wiadomosc 1");
    putsUSART("Wiadomosc 2");
} //end if

b)
byte stan = 0;
if(stan == 0)
{
    if(mUSBUSARTIsTxTrfReady())
    {
        putsUSART("Wiadomosc 1");
        stan++;
    } //end if
}
else if(stan == 1)
{
    if(mUSBUSARTIsTxTrfReady())
    {
        putsUSART("Wiadomosc 2");
        stan++; //lub stan = 0;
    } //end if
} //end if
    
```

**Dalsze kroki**

Jest to jedynie prosta prezentacja możliwości stosu USB dla mikrokontrolera, ale jego możliwości są znacznie większe. Umożliwia on bowiem programowe skonfigurowanie funkcji urządzenia zarówno jako *host* jak i *device*. Przed rozpoczęciem przygotowywania własne-

**List. 2. Definicja nazw sterownika wirtualnego portu COM**

```

;-----
; String Definitions
;-----
;Modify these strings to customize your device
;-----
[Strings]
MFGFILENAME="mchpcdc"
DRIVERFILENAME="usbser"
MFGNAME="Elektronika Praktyczna"
INSTDISK="Elektronika Praktyczna Installation Disc"
DESCRIPTION="Port komunikacyjny"
SERVICE="Sterownik wirtualnego portu RS232"
    
```



Fot. 4. Karta rozszerzeń USB PICtail Plus

go programu warto zapoznać się z pozostałymi przykładami wykorzystania stosu USB firmy Microchip. Do studiowania przykładów przydatna jest podstawowa znajomość standardu USB oraz programowania w języku C. Do większości przykładowych programów można pobrać ze strony Microchip'a noty aplikacyjne zawierające wskazówki użycia stosu USB.

**Podsumowanie**

Zestaw ewaluacyjny Explorer 16 jest interesującym rozwiązaniem ze względu na możliwość dostosowywania jego cech funkcjonalnych do własnych potrzeb. Szeroka gama kart rozszerzeń oraz wymiennych modułów mikrokontrolerowych pozwala szybko zapoznać się z możliwościami mikrokontrolerów PIC firmy microchip. Nie do przecenienia jest fakt udostępnienia przez firmę Microchip bibliotek programowych oraz przykładowych projektów, dzięki którym można szybko zastosować mikrokontrolery PIC we własnej aplikacji.

**Maciej Gołaszewski, EP**  
[maciej.golaszewski@ep.com.pl](mailto:maciej.golaszewski@ep.com.pl)

**Dodatkowe informacje**  
 GAMMA Sp. z o. o.  
 ul. Kacza 6 lok. A, 01-013 Warszawa  
 Tel. 022 862 75 00, Fax. 022 862 75 01  
[www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)