

# MICROCONTROLLER WITH HID INTERFACE

**Ondřej Tomášek**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT  
E-mail: xtomas19@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper deals with the problem of connecting various simple devices (e.g. sensors) to a personal computer through the USB interface. These devices itself don't support the USB communication. For this purpose a module has been developed which converts signals of standard interfaces (like RS-232 and I2C bus) to the USB signals. The module behaves like Human Interface Devices, i.e. devices used by people to control computers (e.g. mouse, keyboard or specifically in this case joystick).

## 1. ÚVOD

Standardní počítačová rozhraní, jako je sériový nebo paralelní port, v dnešní době nedostačují vysokým nárokům na přenosové rychlosti a neposkytují dostatečný komfort při práci s připojenými zařízeními (detekce zařízení, instalace ovladačů, napájení). Většinu těchto nedostatků odstraňuje rozhraní USB, které už z velké části nahradilo výše zmiňovaná stará počítačová rozhraní.

Periferie PC schopné komunikovat přes rozhraní USB se dělí do tříd, které sdružují zařízení se stejnou nebo podobnou funkcí. Jednou z těchto tříd je HID (Human Interface Device). Tato třída byla zvolena pro zařízení vyvíjené v tomto projektu, protože např. senzory polohy/náklonu/natočení (které měly být pomocí tohoto modulu k PC připojeny) poskytují podobný formát dat jako HID polohovací zařízení (joystick, gamepad). Třída je tedy optimalizována pro tento typ dat a jejich zobrazení je možné přímo pomocí prostředků operačního systému (MS Windows).

## 2. DŮLEŽITÉ VLASTNOSTI ROZHŘANÍ USB

K základním vlastnostem čtyřvodičového sériového rozhraní USB patří podpora technologie Plug&Play, přenosová rychlost až 480 Mb/s a možnost napájet připojená zařízení přímo ze sběrnice (5 V, max. 500 mA).

### 2.1. KOMUNIKACE PO USB

Pro komunikaci mezi počítačem a zařízením se používají pakety (token packet, data packet a handshake packet), data se přenáší mezi tzv. endpointy ve formě toku dat nebo datových zpráv. Komunikace probíhá na základě požadavků odesílaných z hostitelského PC.

## 2.2. ENUMERACE A DESKRIPTORY

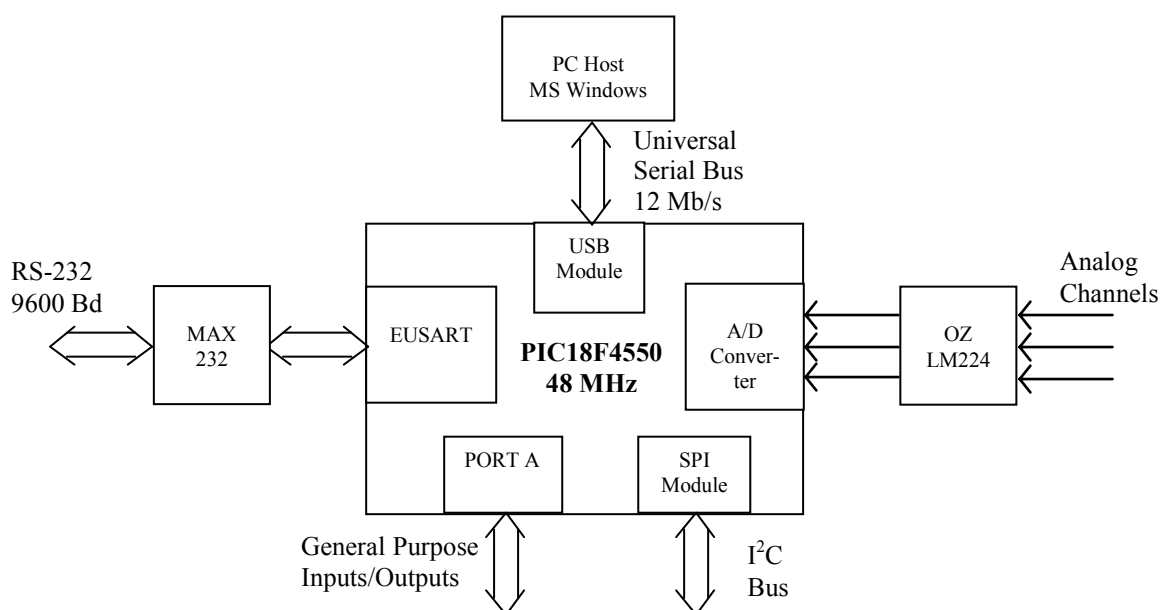
Proces enumerace proběhne po každém připojení USB zařízení k portu hostitelského systému. Jde o vyčítání vlastností tohoto zařízení z tzv. deskriptorů (Device, Configuration, Interface a Endpoint Descriptor a dále deskriptory specifické pro danou třídu). Poté co je detekováno nové zařízení na sběrnici, je celá sběrnice resetována a pro nové zařízení je uvolněn napájecí proud 100 mA. Hostitel mu přiřadí jedinečnou adresu a přečte deskriptory, ze kterých zjistí informace o typu zařízení a jeho vlastnostech (napájení, třída,...), což umožňuje automatickou instalaci ovladače. Nakonec je pro zařízení uvolněn požadovaný napájecí proud.

## 3. TŘÍDA HID

Třídy sdružují zařízení se stejnou funkcí, což napomáhá identifikaci zařízení systémem a jeho automatické instalaci. Do třídy HID patří zařízení sloužící uživatelům k ovládání PC (myš, klávesnice, joystick,...). Data jsou zasílána ve formě zpráv, jejichž strukturu definuje Report Descriptor. Struktura zprávy se většinou odvíjí od fyzického vzhledu zařízení (např. počet tlačítek a souřadných os na joysticku – zpráva obsahuje informace o stavu těchto prvků). Díky svým vlastnostem (především podpora přerušení) patří třída HID k nejpoužívanějším a je možné ji považovat za náhradu linky RS-232.

## 4. MODUL S ROZHRANÍM USB TŘÍDY HID

Pro komunikaci po USB sběrnici se nejčastěji používají čipy FTDI (převodníky RS-232 nebo TTL signálů na USB), tímto způsobem ale není možné vytvořit zařízení třídy HID. USB komunikaci je také možné vytvořit softwarově, toto řešení je ale neúměrně složité. Pro tento projekt byla proto zvolena třetí možnost – mikrokontrolér s integrovaným modulem USB. Použit byl PIC18F4550 (Microchip), který je na českém trhu nejdostupnější z vyráběných mikrokontrolérů s USB modulem a zároveň disponuje velkou vlnou dalších integrovaných periférií i dostatečnou SW podporou.



**Obrázek 1:** Blokové schéma zařízení s PIC18F4550

#### 4.1. HARDWAROVÁ ČÁST

Jádrem zařízení je uvedený mikrokontrolér, ze kterého byla vyvedena linka RS-232, sběrnice I<sup>2</sup>C, tři kanály z celkem 13-ti kanálového A/D převodníku a dalších osm I/O pinů. K vývodům sériové linky byl připojen převodník TTL úrovní na úrovně RS-232, stejně tak signály k A/D převodníkům byly přivedeny přes operační zesilovače ve funkci sledovačů. Linka I<sup>2</sup>C vyžaduje pouze dva pull-up rezistory, pro modul USB nejsou nutné žádné další externí součástky. Samozřejmostí jsou blokovací kondenzátory, krystalový oscilátor a tlačítko reset. Modul je napájen přímo ze sběrnice USB. Všechny součástky byly zapájeny na dvouvrstvou desku plošných spojů.

#### 4.2. SOFTWAREOVÁ ČÁST

Softwarové vybavení sestává ze tří částí - bootloader, USB komunikace a obslužný software pro další používané periferie. Bootloader a velká část USB komunikace je shodná pro většinu aplikací mikrokontroléru a obě části jsou dodávány výrobcem. Použití a obsluha dalších periférií (komunikační kanály, A/D převodníky, PWM, časovače a čítače, obsluha přerušení atd.) je aplikačně závislé.

Pro USB komunikaci je důležitá definice Report Descriptoru. V něm je zakódován typ HID zařízení (v tomto případě joystick) a dále počet a typ ovládacích prvků na něm umístěných (např. potenciometry na vstupech A/D převodníků reprezentují tři souřadné osy a taktilní snímače na digitálních vstupech tlačítka). Po připojení zařízení k PC s operačním systémem MS Windows dojde k automatické instalaci ovladače joysticku. Data přicházející po USB sběrnici lze následně zobrazit v systémové utilitě, která slouží k testování herních zařízení, není tedy nutné vyvíjet uživatelský software pro PC.

### 5. ZÁVĚR

V rámci tohoto projektu byl navržen, sestaven a oživen modul který je schopen přijímat data od podřízených zařízení po běžných komunikačních kanálech a posílat je dále do nadřazeného hostitelského PC pomocí sběrnice USB. Výhodou řešení s rozhraním USB a třídou HID je napájení přímo ze sběrnice, bezproblémová detekce a instalace ovladačů a hotová uživatelská aplikace jako součást MS Windows. Tato aplikace je však vhodná spíše pro méně náročné úlohy a pouze pro orientační zobrazování dat. Pro přesnější měření by bylo vhodné vyvinout vlastní software. Nevýhodou např. oproti řešení pomocí sériové linky RS-232 je větší složitost zařízení, vyšší náklady na jeho stavbu a nižší dostupnost součástek, protože USB komunikace musí být realizována pomocí mikrokontroléru.

### LITERATURA

- [1] MATOUŠEK, David: USB prakticky, 1. díl. Praha: BEN – technická literatura, 2003. ISBN 80-7300-103-9.
- [2] AXELSON, Jan: USB Complete. 2nd edition. Madison: Lakeview Research, 2004. ISBN 0-9650819-5-8.
- [3] *Universal Serial Bus Specification* [on-line]. Revision 2.0. April 27, 2000. Dostupné na: <<http://www.usb.org/developers/docs/>>.
- [4] *Device Class Definition for Human Interface Device* [on-line]. Version 1.11. June 27, 2001. Dostupné na: <<http://www.usb.org/developers/hidpage/>>.