

REMOTE CONTROL OF MEASUREMENT DEVICES IN SRD BAND

Aleš Povalač

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: alpov@alpov.net

Supervised by: Jiří Šebesta

E-mail: sebestaj@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The paper describes concept of low-speed radiomodems operating in SRD band. Hardware is based on Aurel wireless modules controlled by Atmel ATmega8 microcontroller. Modems can be connected to computer via RS-232, USB or LAN interfaces. Firmware is written in C language and includes software processing of AFSK modulation.

1 ÚVOD

Projekt Dálkové ovládání měřících přístrojů v SRD pásmu je zaměřen na vývoj univerzální dvojice modulů, které budou umožňovat komunikaci mezi osobním počítačem a inteligentními měřícími přístroji vybavenými sériovým rozhraním standardu RS-232. V dalším textu jsou tyto moduly značeny jako MASTER (řídící modul propojený s osobním počítačem) a SLAVE (řízený modul komunikující s dalším zařízením, např. měřícím přístrojem).

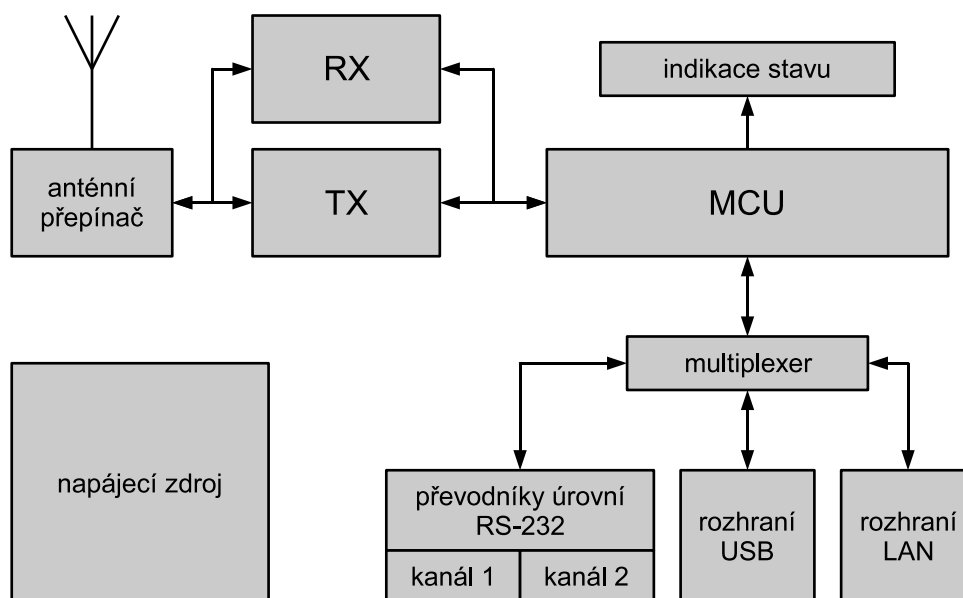
Pro bezdrátovou komunikaci mezi modemy bylo zvoleno pásmo SRD (*Short Range Device*), které patří mezi mezinárodně povolená bezlicenční pásma ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Přenosová datová rychlost v ISM pásmech je daná modulační metodou a přidělenou šířkou pásma a je obecně nízká. Např. modulační metoda AFSK podle standardu V.23 nabízí přenosovou rychlost pouze 1200 b/s.

Pásmo SRD převažuje výhodami nad ostatními ISM pásmy, zejména svým nízkým provozním využitím. V ČR bylo uvolněno teprve v roce 2000 a jeho hlavní určení je pro dálkové ovládání v průmyslových aplikacích, automatizaci (ovládání strojů, jeřábů apod.), alarmech a signalizaci. Maximální povolený výkon v tomto pásmu je od 5 do 500 mW EIRP, definováno podle subpásem.

Pro komunikaci modemů rádiovým prostředím byla zvolena modulace AFSK (*Audio Frequency Shift Keying*). Příchozí data jsou konvertována na audio tóny, nula je představována frekvencí 1200 Hz, jednička frekvencí 2400 Hz. Střední hodnota takto modulovaného signálu bude nulová. Tato technika se využívala také v prvních modemech pro telefonní sítě. Její velkou výhodou je vysoká citlivost.

2 HARDWARE MODEMU

Hardware systému dálkového ovládnání měřících přístrojů volně vychází z [1]. Obě jednotky obsahují dvojici bezdrátových modulů Aurel (pro příjem a vysílání), řídicí mikroprocesor Atmel AVR, obvody komunikačních rozhraní, podpůrné obvody a napájecí část. Blokové schéma modemu je na obr. 1.



Obrázek 1: Blokové schéma modemu

Srdcem řídicí části je mikroprocesor Atmel AVR typu ATmega8. Pro komunikaci s okolím je využit jeho sériový kanál (USART), který je následně přepínán multiplexerem – obvodem typu CMOS 4052.

Dvě z těchto rozhraní využívá převodník úrovní RS–232, obvod MAX232. Linky RS–232 jsou vyvedeny na standardní konektory. Dále je modem možné připojit přes rozhraní USB, k čemuž se využívá modul kompatibilní s UMS2 firmy Asix. Čtvrté rozhraní může být osazeno modulem Lantronix XPort. Jedná se o miniaturní embedded server zabudovaný v krytu konektoru, který umožňuje konverzi sériového kanálu na Ethernetové rozhraní (LAN).

Zapojení modemu obsahuje modul Aurel RX–8L50SA70SF pro příjem a Aurel TX–8LAVSA05 pro vysílání na kmitočtu 868,3 MHz.

3 FIRMWARE MODEMU

Obslužný program mikroprocesoru modemu byl vytvořen v jazyce C. Pro překlad je využit balík WinAVR, tedy kompilátor AVR–GCC s knihovnou AVR Libc.

Protože mezi MASTER a SLAVE jednotkou je rádiové prostředí, které může být silně zarušené, bylo nezbytné navrhnout protokol s dostatečnou ochranou proti chybám při přenosu. Jeden paket umožňuje zapouzdření přenášených dat, v hlavičce pak nese řadu řídicích informací. Celek je chráněn kontrolním součtem CRC–16.

3.1 MODULACE

Pro modulaci se využívá časovač TIMER1 mikroprocesoru v režimu CTC (mode 4) s předděličkou. Jeho ISR (funkce obsluhy přerušení – *Interrupt Service Routine*) se volá s frekvencí $4 \cdot 1200 = 4800$ Hz, každý přenášený bit se skládá ze čtyř vzorků. Pro log. 1 se jedná o sekvenci 1010 (tón 2400 Hz), pro log. 0 o sekvenci 1100 (tón 1200 Hz).

Přenos je zahajován startbitem (log. 0), na nějž se synchronizuje demodulátor druhé jednotky a aktivuje příjem. Následuje osm datových bitů a konečný stopbit (log. 1). V případě, že je modulátor aktivní, ale nejsou dostupná žádná data pro odeslání, je vyslán pilotní tón 2400 Hz.

3.2 DEMODULACE

Algoritmus demodulace je – vzhledem k možnosti zkreslení a rušení signálů v rádiovém prostředí – komplikovanější. Pracuje na principu detekce hrany signálu výstupu RX modulu. Tato metoda se ukázala velmi citlivá, její jedinou nevýhodou je neodolnost vůči rušení impulzního charakteru. Měření však prokázala, že tento druh rušení eliminuje přímo použitý RX modul.

Pro demodulaci se používá ISR změny logického signálu přivedeného ke vstupu INT0, pro měření doby trvání impulzů potom časovač TIMER1 v režimu Normal (mode 0) s vhodnou předděličkou. Při detekování sestupné hrany signálu (tj. zavolání ISR změny úrovně, v kterém je zjištěna nová úroveň log. 0) se vynuluje registr TCNT1 časovače TIMER1. Při zjištění vzestupné hrany se zjistí doba trvání log. 0 na vstupu INT0. Tento údaj lze získat z registru TCNT1, který byl při předcházející sestupné hraně v ISR vynulován. Pokud doba odpovídá $1/1200 = (833,3 \pm 100)$ μs , je symbol vyhodnocen jako log. 0. V případě délky $1/2400 = (416,7 \pm 100)$ μs je detekována log. 1 a následující vzestupná hrana je ignorována (jinak by byly všechny log. 1 v demodulovaném signálu zdvojené).

Příjem bajtu je synchronizován nalezením startbitu (log. 0 ve sledu log. 1 – pilotním signálu). Následuje osm datových bitů. Po detekci posledního bitu je nastavena vlajka přijatých dat a aktivuje se vyhledávání dalšího startbitu (stopbit v log. 1 se ignoruje).

4 ZÁVĚR

Byl realizován prototypový pár modemů a do řídicích mikroprocesorů vytvořen firmware. Rozsah současné verze se pohybuje kolem 1000 řádků zdrojového kódu v jazyce C. Dále byl navržen jednoduchý počítačový program pro otestování komunikace mezi modemy a pro dálkové ovládání vybraných přístrojů v prostředí Borland C++ Builder 6.

Testovací spojení mezi modemy bylo uskutečněno přes dvě patra budovy. Pro pakety maximální délky (64 B) přesahovala kvalita spojení 99,5 %, pro kratší pakety (4 B) nedocházelo k chybám vůbec (úspěšnost 100 %).

REFERENCE

- [1] Šebesta, J., Jakubová, I., Urbanec, T.: Implementace nového způsobu komunikace ke stávajícímu systému pro zónové měření. Závěrečná zpráva projektu NBÚ, 2006.