

Mikroprocesorové a vestavěné systémy

## **Inteligentní teplotní čidlo s mikrokontrolérem PIC**

projekt – vlastní téma

12. prosince 2012

Autor: Radek Ševčík, [xsevci44@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xsevci44@stud.fit.vutbr.cz)

Fakulta Informačních Technologii

Vysoké Učení Technické v Brně

## Obsah

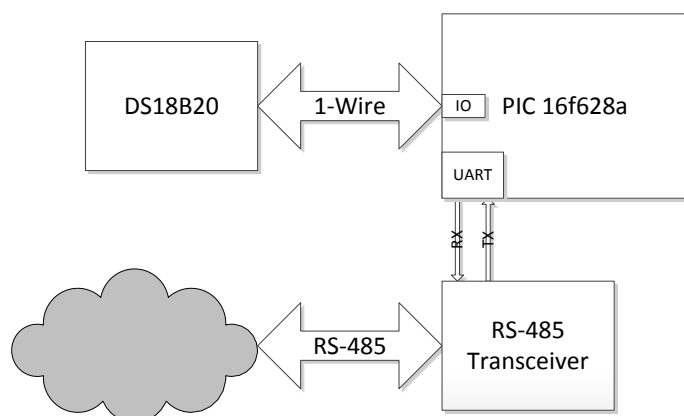
1. Úvod .....	2
2. Mikrokontrolér a jeho okolí .....	3
2.1. Teplotní snímač .....	3
2.2. Modbus RTU .....	4
3. Činnost aplikace .....	6
4. Závěr .....	6
Metriky .....	6
Literatura .....	6

## 1. Úvod

Tento dokument popisuje analýzu a implementační dokumentaci projektu z oblasti vestavěných systémů. Tímto projektem je inteligentní teplotní čidlo, sestavené z 8-bitového mikrokontroléru Microchip PIC16f628a a snímače Dallas DS18B20. Inteligentní je v tom, že dokáže komunikovat se svým okolím protokolem Modbus RTU po sériové lince RS-485 a díky tomu může být součástí větších řídicích systémů.

Tento projekt se inspiroje aplikačním protokolem tq3-modbus společnosti Papouch a snaží se udržet základní kompatibilitu, tudíž i tovární nastavení adresy 31<sub>h</sub> a linky 9600/8-N-1. Pro Modbus RTU je typické nastavení linky 19200/8-E-1.

## 2. Mikrokontrolér a jeho okolí



### 2.1. Teplotní snímač

Teplotní snímač je připojen k mikrokontroléru sériovou sběrnici typu master-slave 1-Wire™ pomocí jediného IO portu. Každý snímač má svůj unikátní identifikační ROM kód, který v našem případě využijeme pouze k detekci snímače. Pokud bychom na sběrnici napojili více snímačů, vysláním tohoto kódu určíme zařízení, s kterým chceme komunikovat.

63	56	55	8	7	0
CRC-8		Serial Number			Family Code (28h)

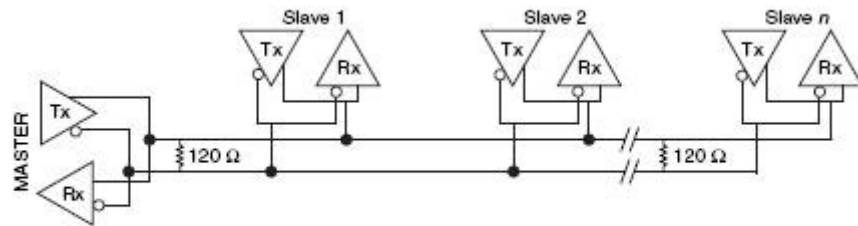
Pokud chceme, aby snímač změřil teplotu, zašleme mu příkaz. Naměřenou teplotu získáme přečtením vnitřní paměti snímače. Tato teplota je ve výchozím nastavení 12-bitová, zapsaná jako rozšířené 16-bitové číslo ve tvaru dvojkového doplňku, kde nejmenší 4 bity tvoří desetinnou část. Při startu má teplota hodnotu 0550<sub>h</sub>, což odpovídá 85,0°C.

Byte 0	Temperature LSB (50h)
Byte 1	Temperature MSB (05h)
Byte 2	T <sub>H</sub> Register
Byte 3	T <sub>L</sub> Register
Byte 4	Configuration Register
Byte 5	Reserved
Byte 6	Reserved
Byte 7	Reserved
Byte 8	CRC-8

Kontrolní součet CRC-8-Dallas/Maxim je generován polynomem  $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ .

## 2.2. Modbus RTU

Na fyzické vrstvě použijeme průmyslový standard, sériovou master-slave sběrnici RS-485 2W.

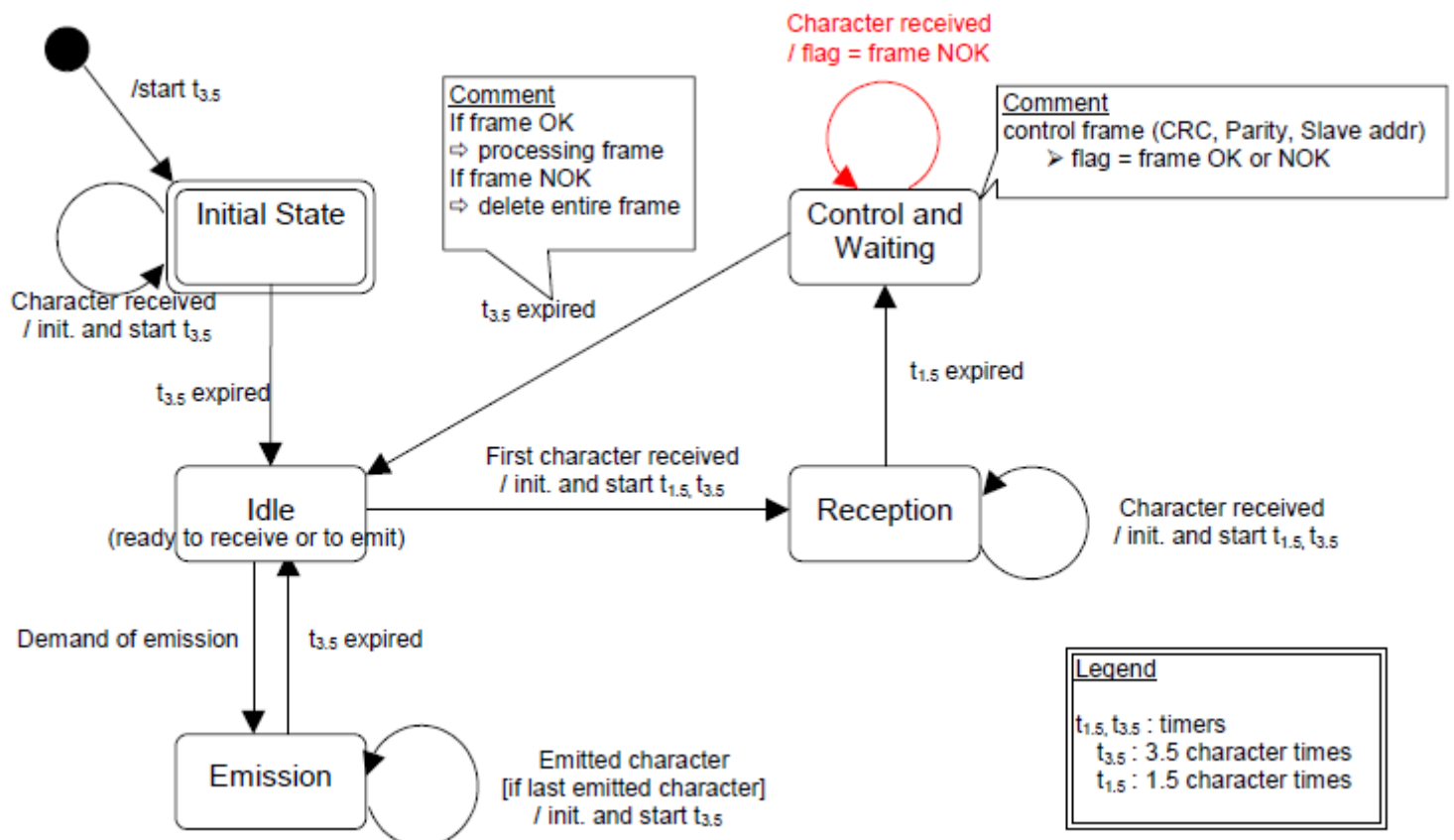


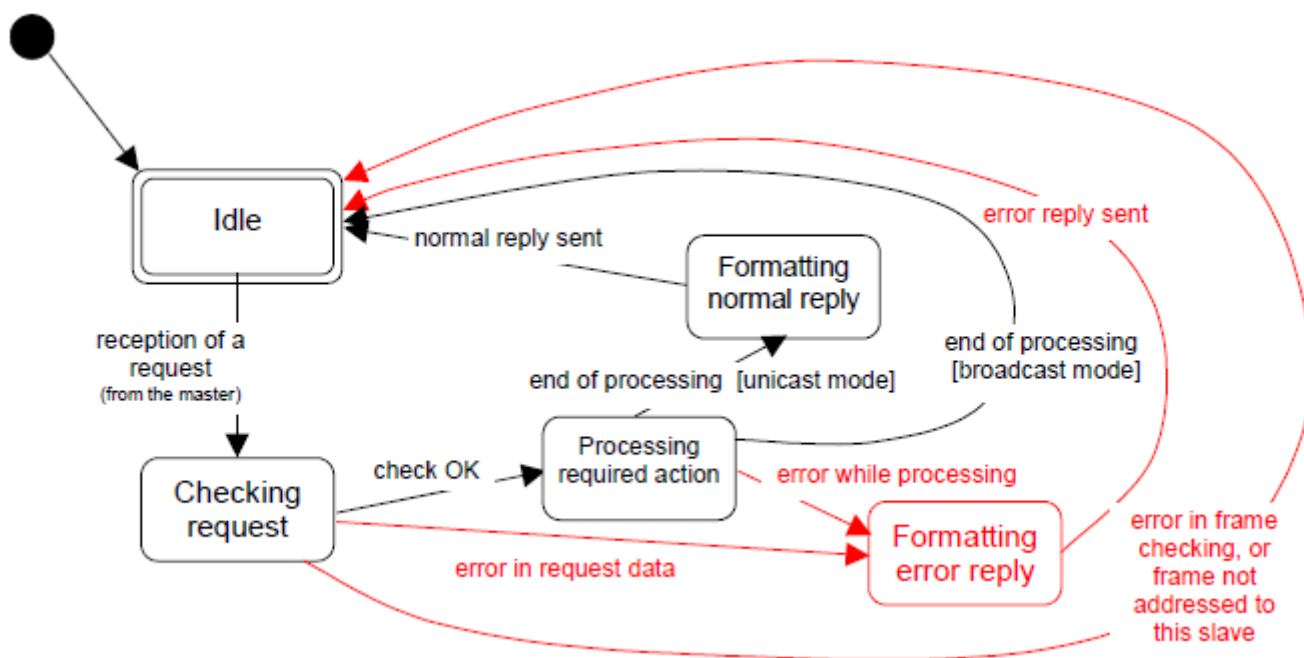
2-Wire Multidrop Network Using Terminating Resistors

MODBUS Serial Line protocol definuje rámce ve tvaru:

Start	Address	Function	Data	CRC-16	End
≥ 3.5 chars	8 bits	8 bits	N × 8 bits	16 bits Lo   Hi	≥ 3.5 chars

A slave se řídí těmito konečnými automaty:





MODBUS Application Protocol definuje základní funkce Read Holding Registers (03<sub>h</sub>), Read Input Registers (04<sub>h</sub>) a Write Single Register (06<sub>h</sub>). Uvedeme si funkce, kterým bude čidlo rozumět.

Funkce	Adresa	Délka	Význam
03 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	Přečte ID zařízení
	0002 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	Rychlost komunikační linky (0006 <sub>h</sub> = 9600Bd)
04 <sub>h</sub>	0000 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	Přečtení naměřené teploty (vynásobeno 10x)
	0001 <sub>h</sub>		
06 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	Nastavení ID zařízení
	0002 <sub>h</sub>	0001 <sub>h</sub>	Nastavení rychlosti komunikační linky

### 3. Činnost aplikace

Při startu aplikace inicializuje své nastavení, načte adresu a nastavení linky z EEPROM paměti a otestuje přítomnost teplotního snímače. Pokud se nenadetekuje, mikrokontrolér se podtaktuje na frekvenci 32kHz a po dobu 30s bliká s LED. Poté se nataktuje na frekvenci 4MHz a znovu detekuje snímač. Při nadetekování snímače program přejde do nekonečné smyčky, ve které testuje zda-li uběhl čas pro znovu naměření teploty (každých 30s), popř. jestli snímač teplotu již dočetl (převod trvá cca 750ms). Také v této smyčce kontroluje, zda-li přišel Modbusový rámec nebo jestli má data posílat. K této činnosti jsou využity komponenty časovače a přerušení z jednotky UART. Po příjmu rámce se zkontroluje adresa, bezchybnost a provede se přiřazená akce.

### 4. Závěr

Projekt byl úspěšně otestován za použití převodníku RS-485<>Ethernet i RS-485<>RS-232 a vlastní aplikace postavenou nad knihovnou libmodbus. Teplotní čidlo bylo odzkoušeno i nasazením na sběrnici RS-485 k jiným čidlům TQS1 zapojeným k PLC systému.

### Metriky

Počet řádků zdrojového kódu: 1686

Memory Summary:

Program space	used	536h ( 1334)	of	800h words	( 65.1%)
Data space	used	49h ( 73)	of	E0h bytes	( 32.6%)
EEPROM space	used	8h ( 8)	of	80h bytes	( 6.3%)
Configuration bits	used	1h ( 1)	of	1h word	(100.0%)
ID Location space	used	0h ( 0)	of	4h bytes	( 0.0%)

### Literatura

- Microchip, *PIC16F627A/628A/648A FLASH-Based 8-Bit CMOS Data Sheet*, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044G.pdf>
- Maxim Integrated, *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- Maxim Integrated, *Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Maxim iButton Products*, APPLICATION NOTE 27, <http://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN27.pdf>
- T. Scott Dattalo, *An efficient implementation of Maxim's (Dallas Semiconductor) AP Note 27*, [http://www.dattalo.com/technical/software/pic/crc\\_8.asm](http://www.dattalo.com/technical/software/pic/crc_8.asm)
- Modbus.org, *Modbus Serial Line Protocol and Implementation Guide V1.02*, [http://modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1\\_02.pdf](http://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf)
- Modbus.org, *MODBUS Protocol Specification*, [http://modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf)
- Papouch s.r.o., *TQS3 - popis modifikace s protokolem MODBUS RTU*, <http://www.papouch.com/cz/shop/product/tqs3-e-elektronika-teplomeru-s-rs485/tqs3-modbus.pdf>