

WIRELESS DIGITAL HEATING CONTROLLER

Jakub Laník

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xlanik03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

Abstract: This project solves design of digital wireless heating controller which consists of graphical LCD display for user interaction and radio module for communication with Slave unit. The slave unit contains power relay for switch heating on or off.

Keywords: Microcontroller, wireless network, graphical display

1 ÚVOD

Projekt se zabývá návrhem a praktickou realizací digitálního bezdrátového termostatu pro ovládání vytápění v obytných prostorech. Zařízení je složeno z dvojice fyzických jednotek. Jednotka č.1 (Master) je určena do obytné místnosti pro zobrazování aktuálních hodnot a pro ovládání vzdálené jednotky č.2 (Slave), která je umístěna v blízkosti ovládaného kotle.

2 POPIS FUNKCÍ

Uživatel má možnost pomocí přehledného menu na grafickém displeji zvolit jeden z definovaných programů pro ovládání:

- Manual - uživatel pouze zvolí teplotu v místnosti podle svých představ
- Topeni - uživatel má možnost naprogramovat celodenní cyklus, tzn. má k dispozici časové intervaly a k nim lze přiřadit různé teploty, navíc existuje možnost různého nastavení pro pracovní dny a víkend
- Voda - tento režim je speciálně určen pouze pro ohřev vody, kde má uživatel možnost nastavit teplotu vody, která má být během dne udržována

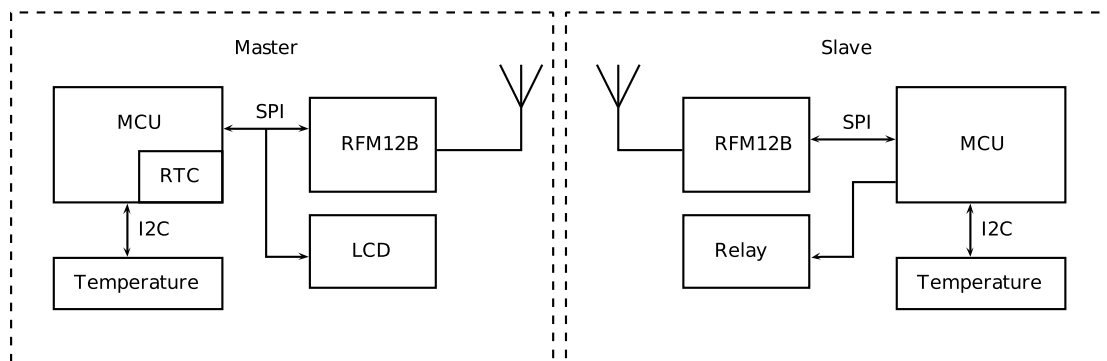
3 TEORETICKÝ ROZBOR

Blokové schéma je uvedeno na obrázku 1. Nejdůležitějším prvkem v celém systému je mikrokontrolér STM32F100[1], který zajišťuje veškerou komunikaci s uživatelem pomocí grafického barevného displeje (pro který byl vyvinut primitivní framework) a tlačítek. Dále zajišťuje obsluhu bezdrátového modulu RFM12B[3] pro komunikaci s jednotkou Slave (pro tuto komunikaci byl speciálně vyvinut jednoduchý bezdrátový protokol).

Jednotka Slave obsahuje pouze mikrokontrolér pro obsluhu bezdrátového modulu a komunikaci s jednotkou Master, čidlo teploty pro snímání teploty vody a hlavně ovládací relé pro spínání kotle.

4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

Celý systém je postaven na systému reálného času ChibiOS [2], který poskytuje mimo dalších funkcí přesné časování, které je velmi kritické pro použití bezdrátový komunikační protokol.



Obrázek 1: Blokové schéma systému termostatu

V hlavní vlákně dochází pouze k periodickému měření teploty, načítání stavu tlačítek a obsluha grafického displeje. Na základě naměřených teplot, zvoleného programu a aktuálního času (mikrokontrolér má integrován obvod reálného času) je rozhodnuto zda zapnout či vypnout kotel a je vyslána zpráva do jednotky Slave. Uživatel je také na displeji informován o aktuálním stavu zapnutí kotle, také je informován o bezchybném spojení s jednotkou Slave.

4.1 BEZDRÁTOVÝ PROTOKOL

Jak již bylo uvedeno bezdrátový protokol je velmi závislý na přesném časování, které zajišťuje RTOS. Protokol funguje na principu jednoduché sítě typu hvězda, do které je možno zapojit celkem až osm zařízení, kde každé má svoji unikátní adresu.

Komunikace je rozdělena do dvou fází, kde v první fázi jednotka Master vysílá a jednotky Slave poslouchají a ve druhé fázi jednotka Master naslouchá a jednotky Slave vysílají. Každá fáze je navíc rozdělena do osm časových slotů, kde každé jednotce je přiřazen právě jeden časový slot dle její adresy. Tím je zamezeno současnému vysílání více zařízení v jednom okamžiku a zaručení rádiového kanálu. Navíc je velmi výhodné, že rádiová část je zapnutá pouze v daném časovém slotu a dochází tedy k šetření energie, což je užitečné při bateriovém napájení.

Vyšší vrstva protokolu zajišťuje prvotní synchronizaci jednotek Slave podle jednotky Master a také mechanismus kontrolních součtů, potvrzení správného doručení a ARQ (automatic repeat request), což do jisté míry zajišťuje spolehlivost bezdrátového spojení.

Ve firmwaru je tento protokol řešen jako dvě samostatná preemptivní vlákna, jedno vlákno je určeno pro příjem a druhé vlákno je určeno pro vysílání, která jsou po většinu času uspána a jsou aktivována pouze ve správném časovém slotu.

Zdrojový kód protokolu je otevřený a volně dostupný z adresy:
<https://github.com/kubanecxxx/rfm12b>.

4.2 FRAMEWORK

Pro účely tohoto projektu byl napsán jednoduchý grafický framework, který je možno použít na různé typy displejů, nutné je pouze přepsat nízkourovňové funkce pro vykreslování na displej atd. Framework umožňuje uživateli vytvořit velmi jednoduše a efektivně jednotlivé obrazovky, které jsou složeny z různých prvků (popisek, tlačítko atd.). Výběry těchto prvků jsou řešeny automaticky a uživatel frameworku není nucen tyto věci nijak řešit. Dále má uživatel možnost na různá tlačítka nastavit svoje vlastní funkce, které mají být volány při stisku těchto tlačítek (např. přechod na další obrazovku).



Obrázek 2: Fotografie hotové Master jednotky

Existuje zde však jedna nevýhoda, že tento systém je velmi náročný na RAM paměť mikrokontroléru, ovšem tento nedostatek je částečně řešen zápisem vlastností, které nebudou po prvotní inicializaci měněny, do paměti FLASH a paměť RAM může být uvolněna pro jiné účely. Příklad takovéto obrazovky je na obrázku 2.

Zdrojový kód frameworku je také otevřený a volně dostupný na adrese:
https://github.com/kubanecxxx/framework_cpp.

5 ZÁVĚR

Projekt je v současné době ve fázi, kdy je kompletně hotová jednotka Master včetně řídicího firmwaru a mechanické konstrukce. Pro jednotku Slave je také hotov řídicí firmware, zbývá pouze mechanická konstrukce. Dále je nutno celý systém otestovat v reálném provozu.

6 PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0007 WICOMT, financovaného z operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Výzkum popsáný v tomto článku byl realizován v laboratořích podpořených z projektu SIX; registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operační program Výzkum a vývoj pro inovace.

REFERENCE

- [1] ST MICROELECTRONICS. *STM32F100x4 STM32F100x6 STM32F100x8: Low & medium-density value line, advanced ARM-based 32-bit MCU with 16 to 128 KB Flash, 12 timers, ADC, DAC & 8 comm interfaces* [online]. 2012 [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00251732.pdf>
- [2] GIOVANNI. *ChibiOS* [online]. 2013 [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: <http://www.chibios.org/>
- [3] HOPE RF. *RFM12B Universal ISM Band FSK Transceiver* [online]. 2006 [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: www.hoperf.com/upload/rf/RFM12B.pdf