

INTELLIGENT CONTROL UNIT FOR HOT WATER HEATING

Pravoslav Nedoma

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xnedom03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Havlíček

E-mail: Havlicek.Tomas@phd.feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The target of the project is to design the control unit of the hot water heating with the dynamic run depending on the building heating loss, including possibility of adjusting of room's temperatures individually by user. System is driven by microprocessors and uses digital temperature sensors and electronically controlled valves. All information and data are displayed on the LCD display panel and whole unit can be easily connected to the PC via the USB port or Bluetooth.

1. ÚVOD

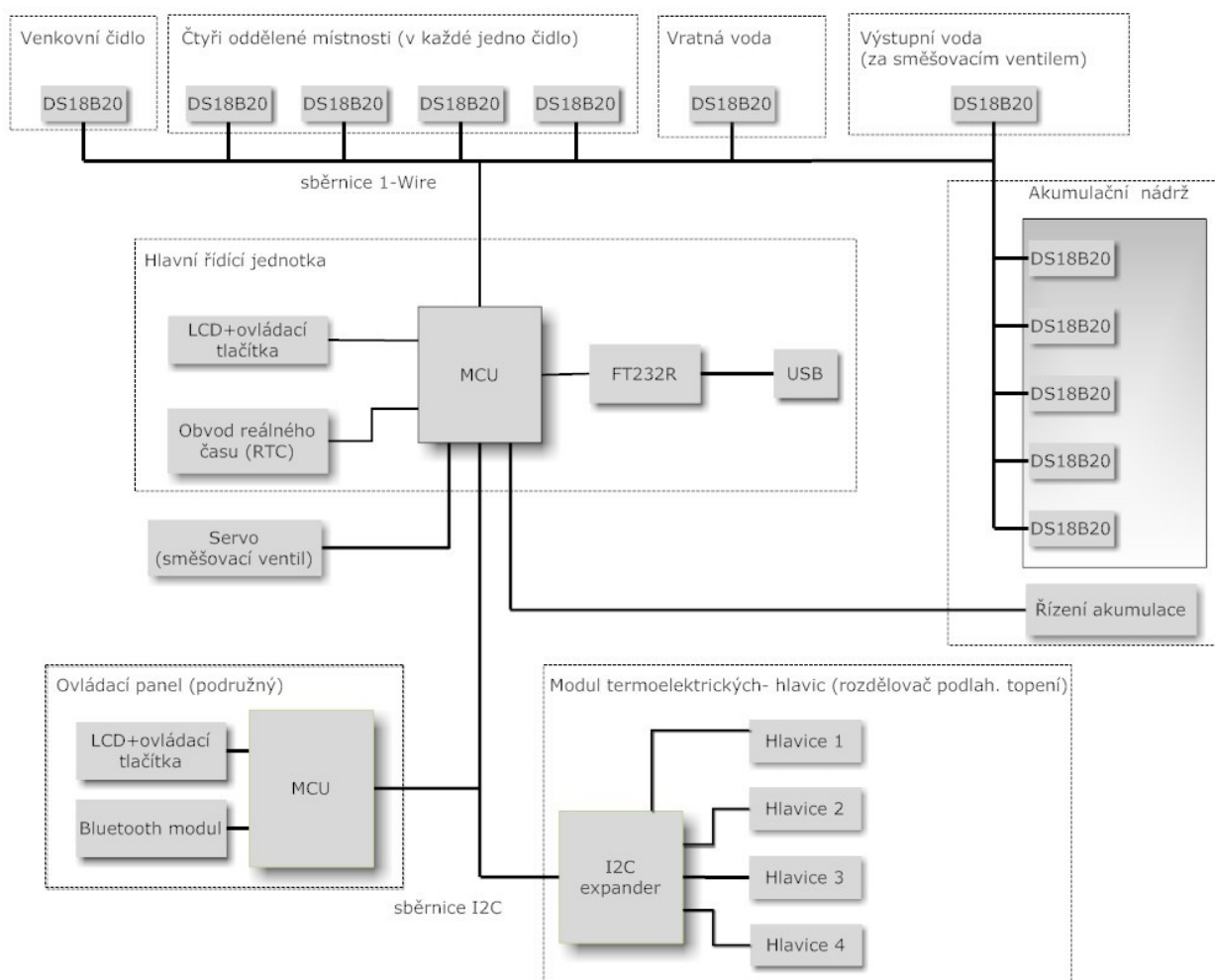
Projekt se zabývá návrhem řídicí jednotky pro regulaci teplovodního vytápění. Zaměřuje se na mikroprocesorové řízení a použití digitálních teplotních senzorů. Systém řídí průběh regulace s ohledem na proměnné klimatické podmínky a uživateli umožňuje nezávisle na sobě nastavit požadovanou teplotu v jednotlivých místnostech. Údaje o stavu regulace jsou zobrazovány na LCD displeji 4x16 znaků a rovněž na PC prostřednictvím USB portu nebo bezdrátového přenosu Bluetooth a příslušného softwaru.

2. BLOKOVÉ SCHEMA

Systém je rozdělen na jednotlivé vzájemně propojené moduly pomocí sběrnice I²C. Hlavní řídicí jednotka (ŘJ) je navíc připojena na jedno-vodičovou sběrnici (1-Wire) digitálních teplotních senzorů DS18B20 firmy Maxim-Dallas umístěných v místnostech, venkovním prostoru, topném rozvodu a akumulární nádrži. Hlavní ŘJ (master) komunikuje po sběrnici I²C s modulem termoelektrických hlavic (slave) sloužícím k výkonovému řízení čtyř ventilů rozdělovače podlahového vytápění. Dalším modulem na sběrnici I²C je podružný ovládací panel (slave) pro pohodlné uživatelské nastavování systému v jedné z vytápěných místností. Nastavování je také možné provádět na hlavní ŘJ pomocí LCD displeje a ovládacího tlačítkového joysticku. Systém umožňuje připojení k PC prostřednictvím nejnovějšího typu převodníku USB/UART (univerzální asynchronní přijímač a vysílač) firmy FTDI s označením FT232R a také pomocí bezdrátového Bluetooth modulu firmy connectBlue.

2.1. TECHNICKÉ PARAMETRY SYSTÉMU

- Rozsah měřených teplot -55°C až 125°C s rozlišením $0,0625^{\circ}\text{C}$
- Regulace topné vody směšovacím ventilem a termoelektrickými hlavicemi PTC
- Nezávislé nastavování teplot jednotlivých místností v rozmezí 5°C až 30°C
- Plně automatický chod na základě snímání venkovní teploty a teplot v jednotlivých místnostech
- Automatické řízení akumulace teplovodní nádrže
- Připojení systému k PC pomocí USB a příslušného softwaru
- Bezdrátové připojení systému k PC prostřednictvím Bluetooth
- Modulárnost systému pro jednodušší instalaci v různorodých objektech
- Diagnostika teplotních senzorů, napájecího napětí a měření teploty DPS



Obrázek 1: Blokové schéma systému

2.2. MIKROPROCESOR

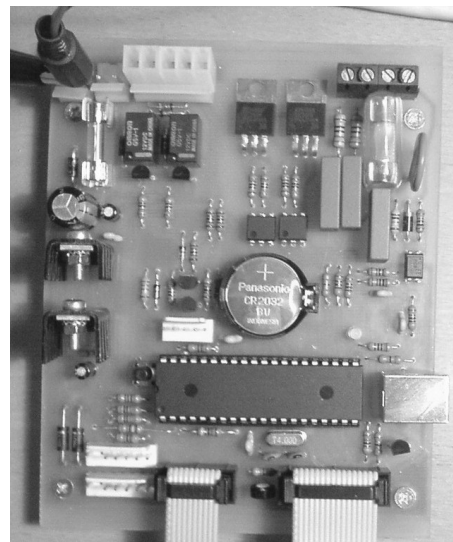
Nejvýznamnějším prvkem hlavní řídicí jednotky je mikroprocesor PIC16F877A firmy Microchip vybavený Flash pamětí o velikosti 14kB, pamětí RAM 386B, vnitřní EEPROM, integrovaným A/D převodníkem, přímou podporou USART (univerzální synchronní a asynchronní přijímač a vysílač), sběrnici I²C a modulací PWM (pulzně šířková modulace) signálu použité pro řízení intenzity podsvětlení LCD displeje.

2.3. DIGITÁLNÍ TEPLOTNÍ SENZOR

Senzory teploty DS18B20 komunikují s mikroprocesorem pomocí jedno-vodičové sběrnice 1-Wire, každý obvod má jedinečný 64 bitový ROM (Read-Only Memory) kód sloužící k adresování na sběrnici. Tato vlastnost dovoluje vytvořit rozsáhlý systém teplotních čidel se značnou úsporou nákladů na realizaci kabelového rozvodu ve vytápěném objektu. Dále je možné provádět diagnostiku jednotlivých čidel a upozornit tak na případnou poruchu konkrétního snímače. Obvod DS18B20 je kalibrován přímo z výroby a není tedy nutné provádět korekce naměřených teplot.

2.4. OBVOD REÁLNÉHO ČASU (RTC)

Pro měření času je zvolen obvod DS3231 firmy Maxim-Dallas s integrovaným teplotně kompenzovaným krystalovým oscilátorem a krystalem. Obvod je zálohován 3V Lithiovou baterií zajišťující přesný běh času i při výpadku napájení. DS3231 zaručuje extrémní přesnost $\pm 3.5\text{ppm}$ při teplotách -40°C až $+85^\circ\text{C}$ odpovídající max. chybě $\pm 2\text{min}$ za rok. Komunikace s RTC je zajišťována pomocí sběrnice I²C.



Obrázek 2: Hlavní řídicí jednotka

2.5. PRINCIP AUTOMATICKÉHO CHODU REGULACE

Automatický chod vytápění je založen na principu kombinace ekvitermní regulace a snímání teploty v místnostech. Výpočet zohledňuje venkovní teplotu a největší deltu teplot určenou z rozdílu skutečné a požadované teploty místnosti. Regulace je prováděna pomocí třicestného směšovacího ventilu a čtyř PTC hlavíc, které uzavírají topný okruh jednotlivých místností při vyrovnání skutečné a požadované teploty s hysterezí $\pm 0,125^\circ\text{C}$. Vzhledem k uvedenému algoritmu přiřazování topné vody, který zamezuje přetápění, je docíleno podstatného snížení nákladů na vytápění oproti běžně dostupným digitálním termostatům nabízejícím regulaci pouze podle jedné referenční místnosti.

3. ZÁVĚR

Hlavní řídicí jednotka je již v nepřetržitém provozu od listopadu roku 2007. Testování probíhá na reálném rodinném domě a s ohledem na získané informace během provozu byl upravován její firmware a postupně přidávány jednotlivé moduly do celkové podoby zobrazené v blokovém schématu (obr.1). Výsledkem projektu je kompaktní systém s dynamickým průběhem regulace zachovávající teplotní komfort ve vytápěném objektu.

LITERATURA

- [1] PIC16F87xA. Datasheet, Microchip, 2003. URL:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>
- [2] DS18B20. Datasheet, Maxim-Dallas, 2007. URL:
<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf>