



GYMNÁZIUM BOSKOVICE

Gymnázium Boskovice,

příspěvková organizace

Palackého náměstí 222/1, Boskovice 680 11

Měření a regulace teploty v domácnosti

Maturitní práce

žák: Roman Ondráček **vedoucí maturitní práce:**

třída: 4. C

Mgr. Petr Drahoš

rok: 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Měření a regulace teploty v domácnosti vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Gymnázium Boskovice, příspěvková organizace má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Boskovicích dne 19. února 2018

Podpis:

Poděkování

Anotace

Cílem této práce je navrhnout a sestavit senzor teploty a zařízení, které bude teplotu regulovat. Součástí mé práce je technická dokumentace výrobku, popis postupu výroby a samotný výrobek.

Klíčová slova

teploměr; IQRf; DPA; Internet věcí; PWM; ventilátor

Annotation

The goal of this work is to design and build a thermometer and a device, which regulate a temperature. My work includes technical documentation, a description of the manufacturing process and the product itself.

Keywords

thermometer; IQRf; DPA; Internet of things; PWM; fan

Obsah

Úvod	6
1 Návrh hardware	7
1.1 Bezdrátový modul IQRF DCTR-72DAT	7
1.2 Senzor teploty a vlhkosti	9
1.3 Regulátor PWM ventilátorů	9
1.4 Brána	9
1.4.1 Raspberry Pi 3 model B	9
2 Návrh software	10
2.1 Komunikace	10
2.2 Senzor teploty a vlhkosti	10
2.2.1 Vývojové prostředí IQRF IDE	10
2.2.2 Operační systém IQRF OS	11
2.2.3 Protokol IQRF DPA	12
2.3 Brána	13
3 Technické parametry	14
Závěr	15
Seznam použitých zkratk	17
Seznam použité literatury	17
Seznam obrázků	18
Seznam tabulek	18

Úvod

V posledních letech je ve středu pozornosti tzv. Internet věcí (IoT), domácí automatizace a chytrá domácnost.

1 Návrh hardware

1.1 Bezdrátový modul IQRF DCTR-72DAT

Pro komunikaci mezi bránou, senzory a regulátory jsem použil bezdrátový modul IQRF DCTR-72DAT, který rovněž vyrábí česká firma IQRF Tech s.r.o., která sídlí v Jičíně. Plošný spoj modulu má podobné rozměry jako SIM karta, proto je pro jeho připojení s deskou plošných spojů použit konektor pro SIM karty.



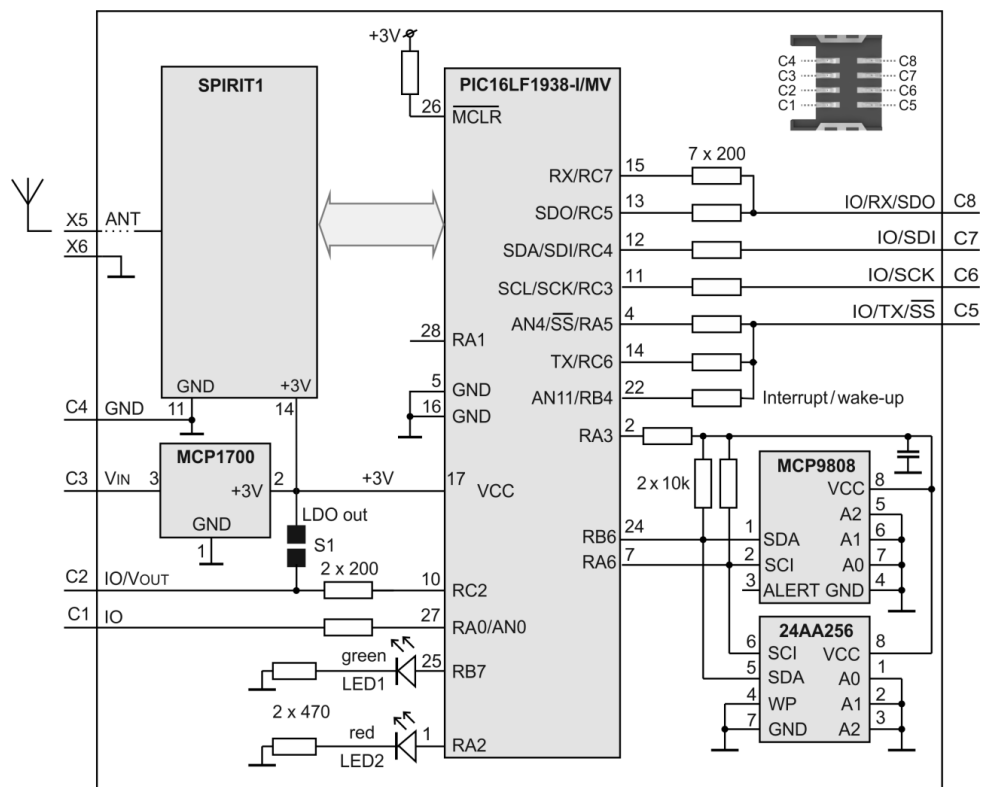
Obrázek 1: Fotografie bezdrátového modulu

Modul může vysílat na bezlicenčních pásmech 916 MHz, která je určené pro Ameriku, a 868 MHz, určené pro zbytek světa. Vysílací výkon modulu je 12,5 mW, používá GFSK modulaci. Modul má integrovanou anténu na svém plošném spoji.

Pro komunikaci používá tzv. mesh neboli smíšenou topologii. Ta má výhody v robustnosti a v absenci centrálního prvku. Její nevýhodou je naopak potřebná ochrana proti zacyklení a nutnost směřování provozu.

Modul lze napájet napětím 3,1 V až 5,5 V, protože obsahuje LDO napěťový stabilizátor Microchip MCP1700T-3002E/TT. Dále modul obsahuje mikrokontrolér Microchip PIC16LF1938. Ten užívá operační systém IQRF OS, který za uživatele zajišťuje komunikaci s integrovaným obvodem STMicroelectronics Spirit1. Tento obvod řídí bezdrátový datový přenos a má hardwarovou podporu blokové šifry AES-128. Operační systém dále ovládá integrované periferie (například digitální teploměr). IQRF DPA a uživatelská aplikace. Dále modul obsahuje digitální teploměr Microchip MCP9808E/MC.

Microchip PIC16LF1938 je 8-bitový mikrokontrolér s architekturou PIC, která používá architekturu RISC, jenž má omezenou instruktážní sadu a rychlé vykonávání instrukcí. Flash paměť pro program má velikost 28 kB, paměť EEPROM má velikost 256 B a paměť SRAM má velikost 1 kB.



Obrázek 2: Zjednodušené schéma bezdrátového modulu

1.2 Senzor teploty a vlhkosti

1.3 Regulátor PWM ventilátorů

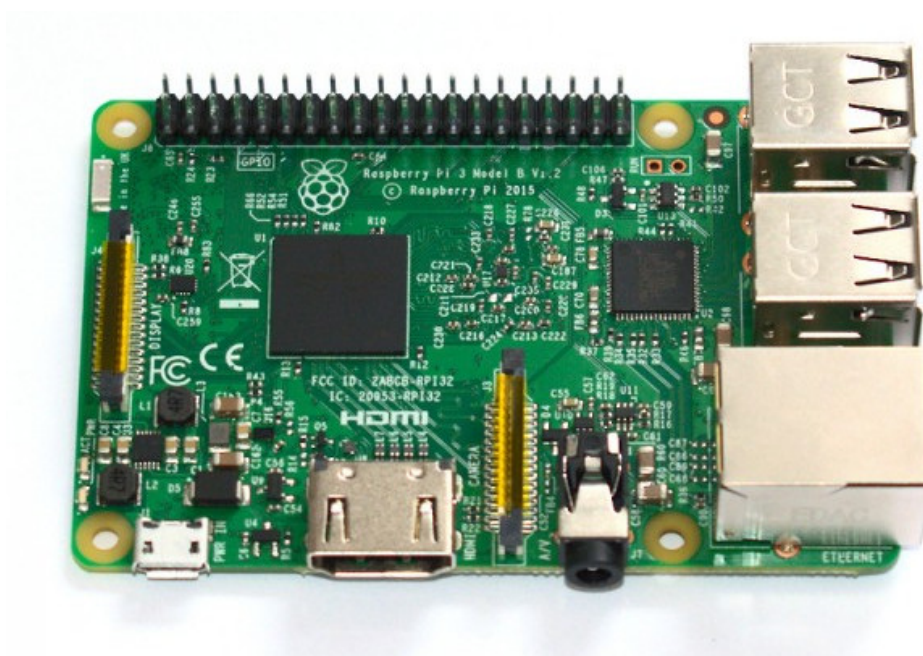
1.4 Brána

Jako bránu jsem použil jednodeskový počítač Raspberry Pi 3 model B. Bezdrátový modul IQRF DCTR-72DAT je k bráně připojen přes sběrnici SPI pomocí adaptéru IQRF KON-RASP-01. Brána se napájí pomocí externího spínaného zdroje s microUSB konektorem, který má výstupní napětí 5 V a maximální výstupní proud 2 A.

1.4.1 Raspberry Pi 3 model B

Raspberry Pi 2 model B je jednodeskový počítač, který má rozměry podobné kreditní kartě. Tento počítač obsahuje:

- čtyřjádrový ARM Cortex-A7 Broadcom BCM2837,
- 1 GB operační paměti RAM,
- čtyři USB 2.0 porty
- port RJ45 pro 100 Mb síťovou kartu,
- slot pro microSD kartu,
- HDMI výstup,
- 40 GPIO pinů, na kterých jsou vyvedeny sběrnice SPI, I2C, USART.



Obrázek 3: Fotografie jednodeskového počítače Raspberry Pi 3 model B

2 Návrh software

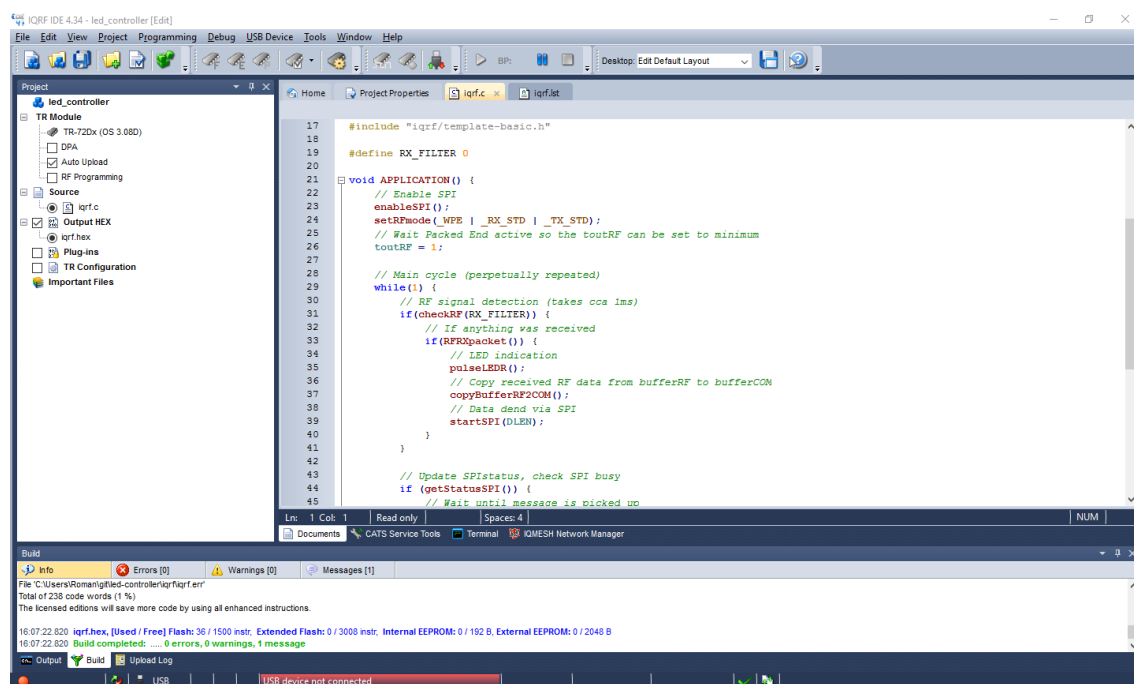
2.1 Komunikace

2.2 Senzor teploty a vlhkosti

Software senzoru je psán v programovacím jazyce C. Software byl napsán ve vývojovém prostředí IQRF IDE[1].

2.2.1 Vývojové prostředí IQRF IDE

IQRF IDE[1] je zdarma stažitelné vývojové prostředí, které je určené pro vývoj aplikací pro bezdrátové moduly IQRF. Toto vývojové prostředí je pouze pro operační systém Microsoft Windows. Uživatelé operačního systému Apple OS X nebo libovolné linuxové distribuce nemohou vyvíjet software pro tyto bezdrátové moduly. IQRF IDE používá kompilátor CC5X C Compiler[?].

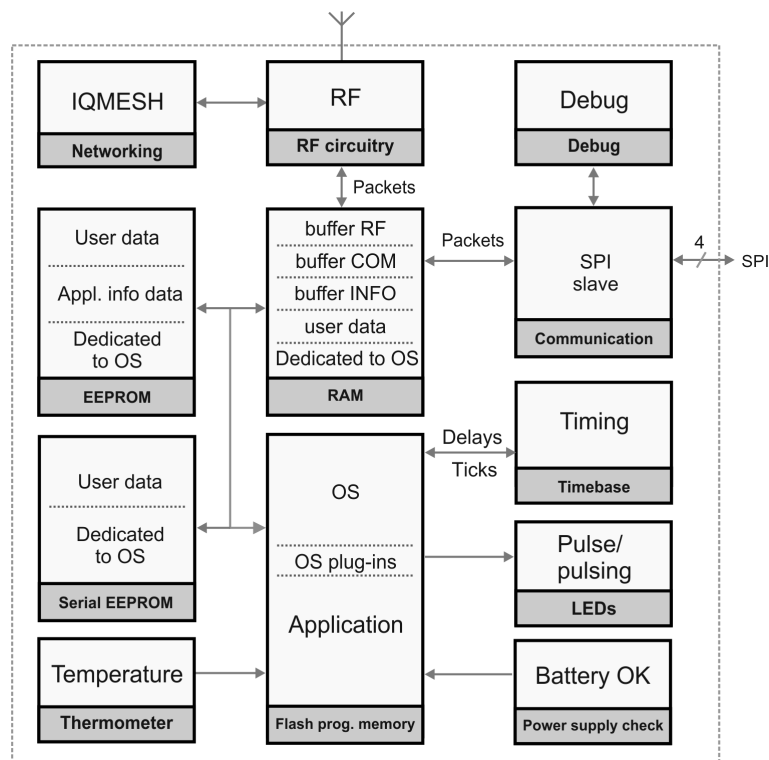


Obrázek 4: Vývojové prostředí IQRF IDE

2.2.2 Operační systém IQRF OS

IQRF OS[2] je operační systém určený pro bezdrátové moduly IQRF, pomocí kterého může uživatel jednoduše:

- ovládat rádiovou komunikaci,
- ovládat komunikaci v mesh síti,
- komunikovat s periferiemi přes sběrnice SPI, USART, I2C,
- pracovat s pamětmi RAM, EEPROM,
- inicializovat GPIO,
- spínat GPIO,
- číst logické hodnoty z GPIO,
- spínat integrované LED diody,
- generovat PWM na výstupním pinu,
- číst hodnoty z analogově digitálního převodníku,
- číst teplotu z integrovaného teplotního senzoru.



Obrázek 5: Blokové schéma operačního systému IQRF OS

2.2.3 Protokol IQRF DPA

IQRF DPA[4] je vrstva nad IQRF OS, která se stará o protokol komunikace IQRF bezdrátových modulů. IQRF DPA má pevně danou strukturu paketů, která je uvedena v tabulce č. 3. Centrální prvek v IQRF mesh síti se jmenuje koordinátor, který je umístěn v bráně. Koordinátor má se své paměti EEPROM uložené informace o dalších bezdrátových modulech, se kterými má komunikovat. Pokud koordinátor přijme data od bezdrátového modulu, jehož informace nemá uložené v EEPROM paměti, pak data ignoruje.

NADR	PNUM	PCMD	HWPID	DATA
síťová adresa	číslo periferie	příkaz	HWP identifikátor	data

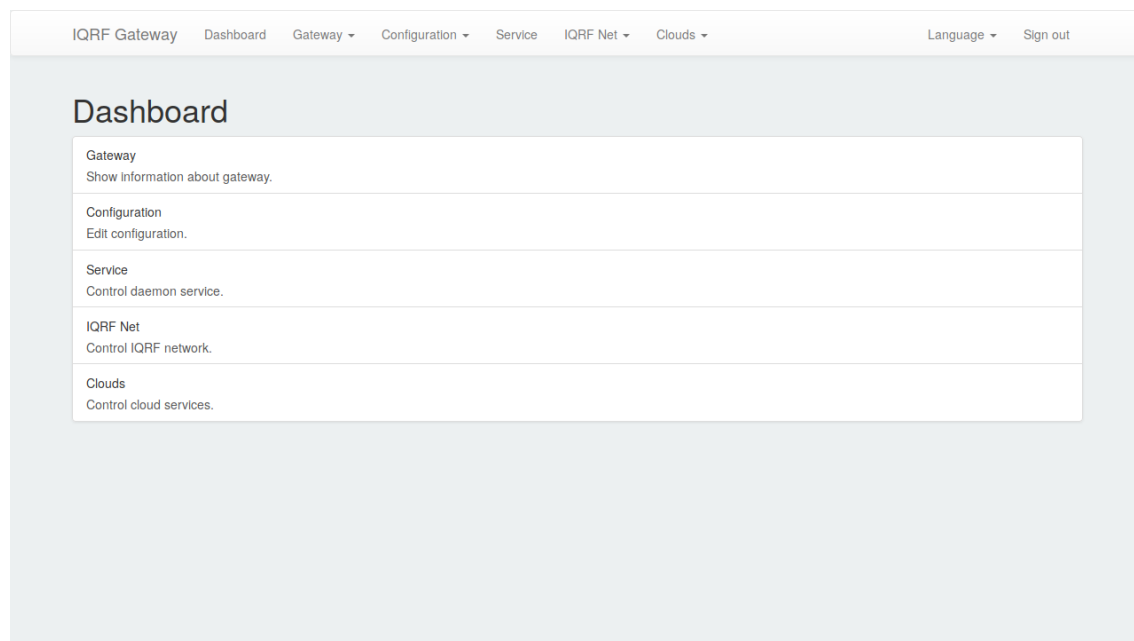
Tabulka 1: Schéma paketu IQRF DPA

2.3 Brána

V bráně běží linuxová distribuce Raspbian, což je speciálně upravená linuxová distribuce pro jednodeskový počítač Raspberry Pi. Tato linuxová distribuce je odvozená od linuxové distribuce Debian, která je jedna z nejpoužívanějších linuxových distribucí.

Pro komunikaci s IQRF sítí je použit IQRF Gateway Daemon[8], což je open source software pod licencí Apache License 2.0 vyvíjený firmou IQRF Tech s.r.o., který obstarává komunikaci mezi IQRF sítí a MQTT brokerem.

Pro uživatelsky přívětivou konfiguraci IQRF Gateway Daemonu jsem vytvořil webovou aplikaci[9], která je napsaná ve skriptovacím jazyce PHP s použitím českého frameworku Nette[10].



Obrázek 6: Výchozí stránka IQRF Gateway Daemon webapp

3 Technické parametry

Závěr

Seznam použitých zkratk

AES	Secure Digital, 9
Advanced Encryption Standard, 7	SIM
ARM	Subscriber identity module, 7
Acorn RISC Machine, 9	SPI
Advanced RISC Machine, 9	Serial Peripheral Interface, 9
DPA	USART
Direct Peripheral Access, 7	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter, 9
EEPROM	
Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, 11	
GFSK	
Gaussian frequency-shift keying, 7	
GPIO	
General-purpose input/output, 9	
HDMI	
High-Definition Multimedia Interface, 9	
HWP	
Hardware profile, 12	
I2C	
Inter-Integrated Circuit, 9	
IDE	
Integrated Development Environment, 10	
IoT	
Internet of things, 6	
LDO	
Low-dropout, 7	
LED	
Light-Emitting Diode, 11	
PWM	
Pulse Width Modulation, 11	
RAM	
Random-access memory, 9, 11	
RISC	
Reduced instruction set computing, 7	
SD	

Reference

- [1] IQRF Tech s.r.o.. IQRF IDE *IQRF* [online]. Jičín, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/iqrf-ide>
- [2] IQRF Tech s.r.o.. Operating system *IQRF* [online]. Jičín, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/operating-system>
- [3] IQRF Tech s.r.o.. IQRF OS v4.02D User's guide for TR-7xD *IQRF* [online]. Jičín, 2017 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <http://www.iqrf.org/support/download&kat=35&ids=155>
- [4] IQRF Tech s.r.o.. DPA *IQRF* [online]. Jičín, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/dpa>
- [5] IQRF Tech s.r.o.. DPA Framework Technical guide v3.02 *IQRF* [online]. Jičín, 2017 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <http://www.iqrf.org/support/download&kat=35&ids=155>
- [6] IQRF Tech s.r.o.. Datasheet (DC)TR-72D *IQRF* [online]. Jičín, 2017 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <http://iqrf.org/weben/downloads.php?id=337>
- [7] IQRF Tech s.r.o.. User's guide KON-RASP-01 *IQRF* [online]. Jičín, 2015 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <http://www.iqrf.org/weben/downloads.php?id=412>
- [8] IQRF Tech s.r.o.. IQRF Gateway Daemon *IQRF* [online]. Jičín, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://github.com/iqrfsdk/iqrf-daemon>
- [9] IQRF Tech s.r.o.. IQRF Gateway Daemon webapp *IQRF* [online]. Jičín, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://github.com/iqrfsdk/iqrf-daemon-webapp>
- [10] Nette Foundation. Nette Framework *Nette* [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://nette.org/>
- [11] Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 3 Model B Specifications *Raspberry Pi* [online]. UK, 2018 [cit. 2018-02-19].
Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

Seznam obrázků

1	Fotografie bezdrátového modulu	7
2	Zjednodušené schéma bezdrátového modulu	8
3	Fotografie jednodeskového počítače Raspberry Pi 3 model B	9
4	Vývojové prostředí IQRF IDE	10
5	Blokové schéma operačního systému IQRF OS	11
6	Výchozí stránka IQRF Gateway Daemon webapp	13

Seznam tabulek

1	Schéma balení IQRF DPA	12
---	----------------------------------	----