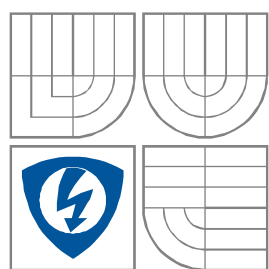


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV TEORETICKÉ A EXPERIMENTÁLNÍ  
ELEKTROTECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL ELECTRICAL  
ENGINEERING

## LED KONTROLÉR

SOUTĚŽNÍ PŘÍSPĚVEK V RÁMCI ZÁVĚREČNÉHO WORKSHOPU  
MIKROKONTROLÉRY LETÍ 2016

AUTOR PRÁCE

ROMAN ONDRÁČEK

BOSKOVICE 2016



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# OBSAH

Obsah.....	2
1 Úvod.....	3
2 LED kontrolér.....	3
3 Mikrokontrolér ATmega 328P.....	4
4 Bezdrátový modul DCTR-72DA.....	5
5 Vývojové prostředí.....	7
6 Návrh zapojení.....	9
6.1 Hardware.....	9
6.2 Software.....	11
6.2.1 Pakety.....	11
7 Závěr.....	12
Literatura.....	13

Roman Ondráček, Gymnázium Boskovice, [roman.ondracek.2014@gymbos.net](mailto:roman.ondracek.2014@gymbos.net)

# 1 ÚVOD

Na trhu jsou nabízeny levné RGB LED kontroléry, které bohužel nenabízejí možnost ovládat je pohodlně ze svého chytrého mobilního telefonu, tabletu či počítače, protože pro své ovládání používají infračervené záření. Tento způsob je velice levný, nespolehlivý a nedají se pomocí něj ovládat dva shodné RGB LED kontroléry, protože dálkový ovladač vždy vysílá při stisknutí tlačítka infračervené záření o stejné frekvenci. Proto nelze nezávisle ovládat dva LED pásy, které jsou blízko u sebe. Cílem této práce je navrhnout a vyrobit zařízení, které bude řešit tyto problémy.

## 2 LED KONTROLÉR

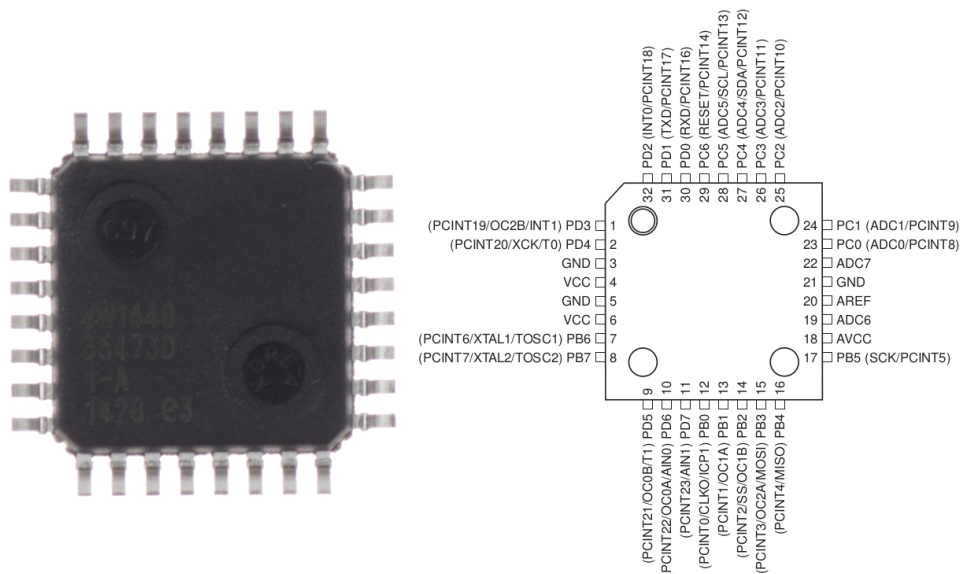
LED kontrolér je zařízení, které ovládá LED pásek, který může být jednobarevný nebo může být složen z RGB LED, pomocí kterých se dá vytvořit světlo s různými barvami. Dělí se může také na LED kontroléry na DIN lištu elektrického rozvaděče nebo na LED kontroléry umístěné v obyčejné krabici. Dále se může lišit podle typu ovládání například může být ovládán bezdrátovými moduly, tlačítky na krabici nebo pomocí infračerveného dálkového ovládání. Všechny LED kontroléry spínají LED pásek pomocí tranzistorů nejčastěji MOSFETy nebo dvěma bipolárními tranzistory v tzv. Darlingtonovém zapojení.



*Ilustrace 1: Ukázka RGB LED kontroléru*

### 3 MIKROKONTROLÉR ATMEGA 328P

Jako řídící mikrokontrolér jsem zvolil Atmel ATmega 328P, který běží na frekvenci 16 MHz. Jedná se o 8-bitový mikrokontrolér s architekturou AVR, která používá architekturu RISC, která má omezenou instruktážní sadu a rychlé vykonávání instrukcí. Flash paměť pro program má velikost 32 kB, paměť EEPROM má velikost 1 kB a paměť SRAM má velikost 2 kB. Má 23 programovatelných vstupních a výstupních pinů. Některé piny jsou určeny pro speciální použití jako je A/D převodník, analogový komparátor, UART, SPI, I2C, PWM, časovač/čítač nebo přerušeni (IRQ).



*Ilustrace 2: Pouzdro TQFP32 Atmega328P od firmy Atmel jak vypadá ve skutečnosti a s popisem vývodů*

Pro jednoduší vývoj byl zvolen vývojový kit Arduino Nano, který tento mikrokontrolér obsahuje a navíc obsahuje vestavěný převodník ze sériové linky na USB a lze jej zasunout do nepájivého pole.



### Illustrace 3: Arduino Nano

## 4 BEZDRÁTOVÝ MODUL DCTR-72DA

Bezdrátový modul jsem použil IQRF DCTR-72DA, který vyrábí česká firma MICRORISC s.r.o., která sídlí v Jičíně. Modul může vysílat na bezlicenčních pásmech 916 MHz, které je určené pro Ameriku, a 868 MHz, které je určené pro zbytek světa. Vysílací výkon modulu je 12,5 mW. Modul má integrovanou anténu na svém plošném spoji. Plošný spoj modulu má podobné rozměry (až na výšku je má shodné) jako SIM karta, proto je použit slot na SIM karty pro jeho připojení k mikrokontroléru. Pro komunikaci používá tzv. mesh neboli smíšenou topologii, která má výhody v redundantnosti a v neexistenci centrálního prvku a nevýhody v nutné ochraně proti zacyklení a v nutnosti směřování provozu.



*Ilustrace 4: Modul IQRF DCTR-72DA*

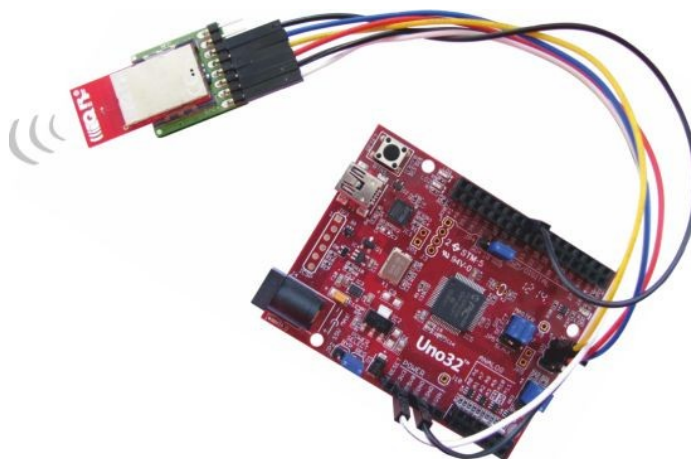
K mikrokontroléru se připojuje pomocí sběrnice SPI<sup>1</sup>, pro komunikaci je nutné mít do programu pro mikrokontrolér vloženou knihovnu, která je pouze určena pro vývojové kity, které používají platformu Arduino, tedy Arduino a ChipKIT uC32, který vyrábí firma Microchip, místo tradičního mikroprocesoru pro Arduino od firmy Atmel je zde použit mikrokontrolér PIC32 od firmy Microchip. Protože je použit pro připojení slot na SIM karty, musel jsem použít adaptér IQRF-BB-01<sup>2</sup>, který obsahuje napěťový regulátor z 5 V na 3,3 V a převodník úrovní, aby se při komunikaci s mikrokontrolérem s 5 V logikou nepoškodil modul.

---

<sup>1</sup> Serial Peripheral Interface

<sup>2</sup> <http://iqr.org/products/development-tools/development-kits/iqrf-bb-01>

Program pro modul je nutné vyvíjet ve speciálním vývojovém prostředí IQRF IDE a pro nahrání programu je nutný speciální programátor CK-USB-04A<sup>3</sup>.



*Ilustrace 5: Ukázkové použití adaptéru IQRF-BB-01*

Pro komunikaci s modulem prostřednictvím Internetu je potřeba brána, která může být připojená pomocí Ethernetu, Wi-Fi nebo GSM sítě. Já jsem si vybral bránu GW-ETH-02A<sup>4</sup>, která je do Internetu připojená pomocí Ethernetu. Brána poté posílá data do IQRF Cloudu a také odtud je i přijímá. S webovou aplikací komunikuje prostřednictvím API. Pro lepší práci s API ve webové aplikaci, která je objektivě napsaná ve skriptovacím jazyku PHP a ve frameworku Nette, jsem vytvořil knihovnu iqr-f-cloud-nette, kterou naleznete na mém GitHubu<sup>5</sup>.



*Ilustrace 6: Brána GW-ETH-02A*

---

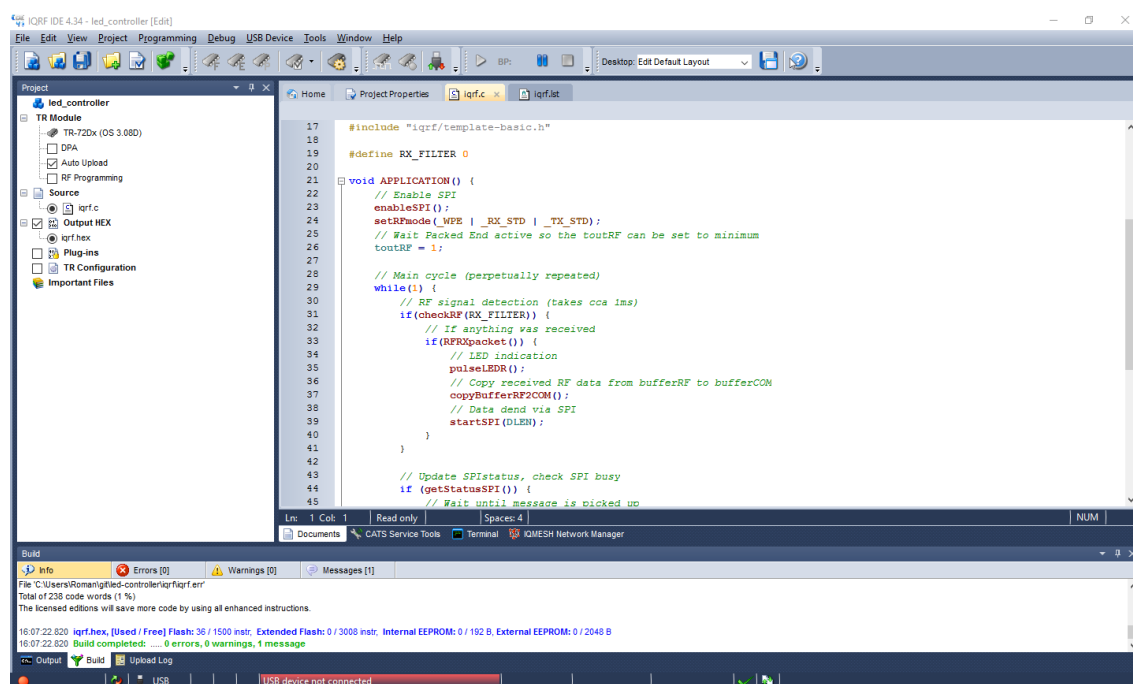
3 <http://iqr.f.org/products/development-tools/development-kits/ck-usb-04a>

4 <http://iqr.f.org/products/gateways/gw-eth-02a>

5 <https://github.com/Roman3349/iqr-f-cloud-nette>

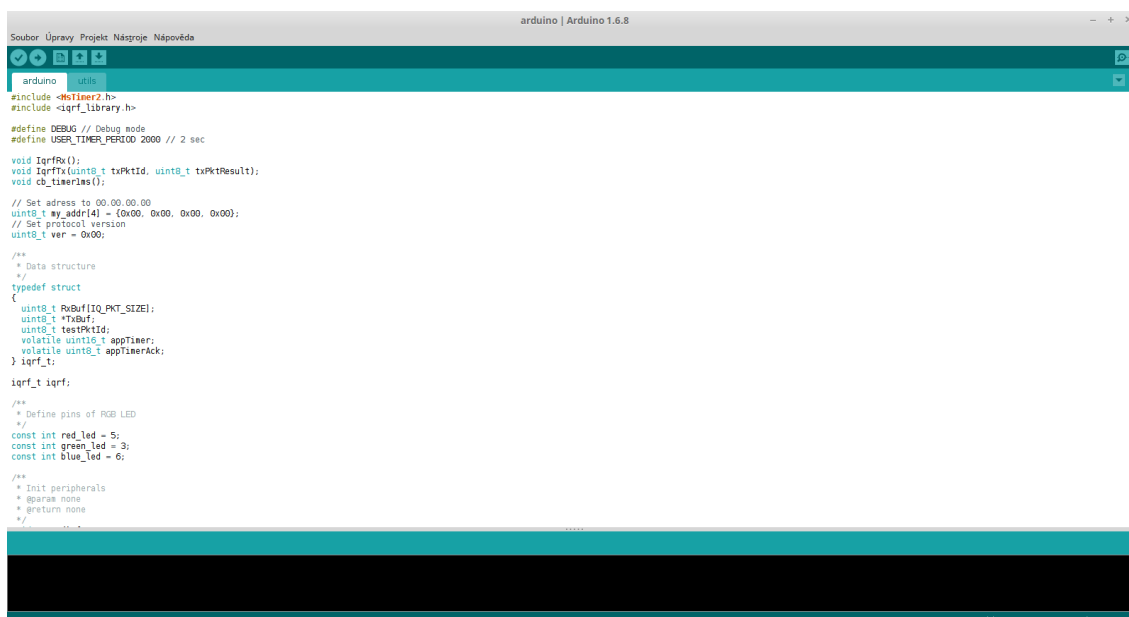
## 5 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ

Pro vybraný bezdrátový modul je pouze k dispozici zdarma stažitelné vývojové prostředí IQRF IDE, které je bohužel pouze pro operační systém Microsoft Windows. Uživatelé Apple OS X nebo libovolné linuxové distribuce nemohou vyvíjet software pro tyto bezdrátové moduly.



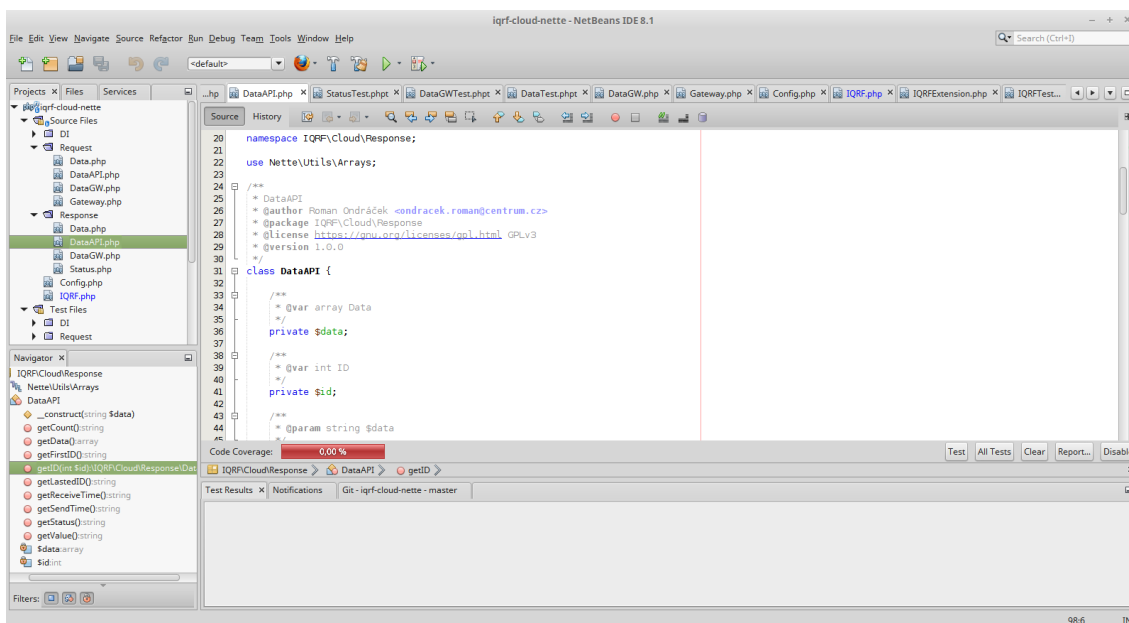
*Ilustrace 7: Vývojové prostředí IQRF IDE*

Pro vybraný mikrokontrolér existuje mnoho vývojových prostředí. Vybral jsem si Arduino IDE, protože umím pouze základy programovacího jazyka C a Arduino IDE používá zjednodušenou verzi tohoto programovacího jazyka. Arduino IDE je multiplatformní a je open-source.



*Ilustrace 8: Vývojové prostředí Arduino IDE*

Pro vývoj webové aplikace a knihovny pro IQRf Cloud API jsem zvolil vývojové prostředí Oracle NetBeans , které je multiplatformní a je open-source. Toto vývojové prostředí je určeno pro jazyky C, C++, Java, PHP, HTML5 a JavaScript.



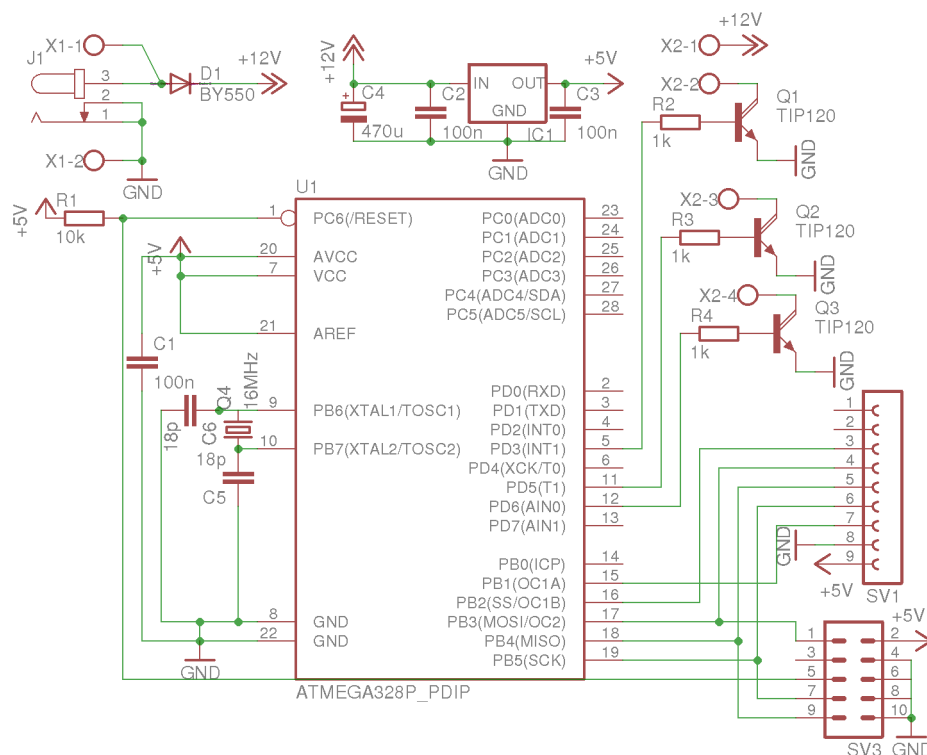
*Ilustrace 9: Vývojové prostředí Oracle NetBeans IDE*



## 6 NÁVRH ZAPOJENÍ

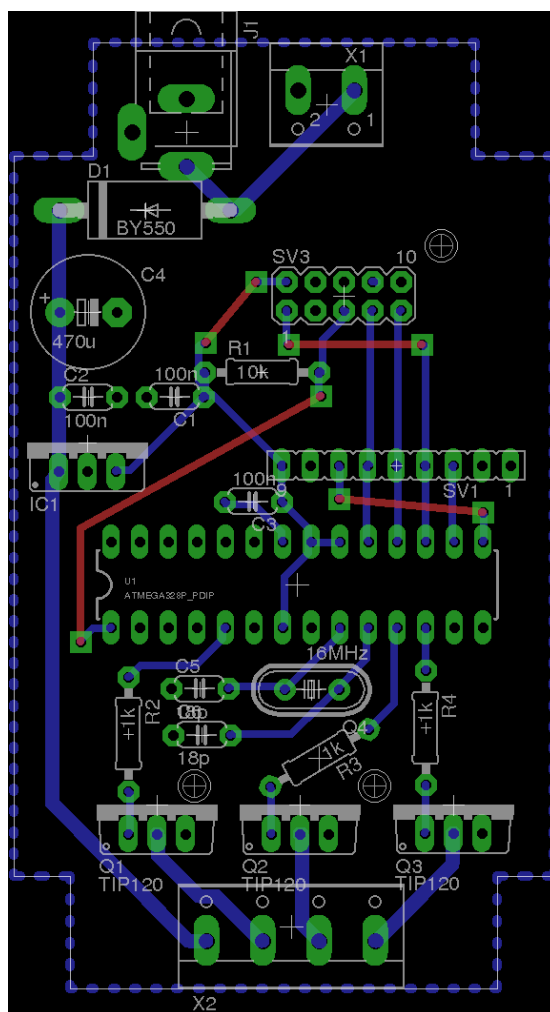
### 6.1 Hardware

Pro svou funkčnost potřebuje výrobek 12 V napájecí zdroj, který je efektivní, malý a bezpečný. Dále 5 V napěťový regulátor pro napájení Arduina a bezdrátového modulu, IQRF bezdrátový modul a adaptér pro něj, 3 NPN tranzistory v Darlingtonovém zapojení TIP120 (nebo TIP121, TIP122) (s předřazenými 1 k $\Omega$  odpory) pro spínání RGB LED pásku a RGB LED pásek, který budeme pomocí tohoto zařízení ovládat. Dále jsou potřeba kondenzátory (jeden elektrolytický, 3 keramické blokovací kondenzátory a 2 keramické kondenzátory za krystal) a 16 MHz krystal.



Ilustrace 10: Schéma zapojení

Prototyp byl sestaven na nepájivém poli a byl zde použit vývojový kit Arduino Nano. Pro finální produkt byla navrhnutá deska plošných spojů a byl zde použit již samotný mikrokontrolér Atmel ATmega328P v pouzdře DIP-28, protože bude deska plošných spojů vložena do třímodulové krabičky na DIN lištu elektrického rozvaděče.



*Ilustrace 11: Návrh desky plošných spojů*



*Ilustrace 12: Použitá třímódulová krabička na DIN lištu*

## 6.2 Software

Pro program pro mikrokontrolér byl použit jazyk Arduino, protože je na naučení jednodušší než programovací jazyk C nebo C++. Program pro bezdrátový modul byl napsán v programovacím jazyce C. Webová aplikace byla napsána v skriptovacím jazyce PHP a byl použit český framework Nette. Pro verzování programu byl použit Git.

Komunikace mezi webovou aplikací a modulem obstarává brána a IQRf Cloud, se kterým webová aplikace komunikuje pomocí API. Data jsou odesílána v paketu, který obsahuje verzi protokolu, typ paketu, adresu a další data (např. pro nastavení barvy RGB LED pásky). Adresa je 32-bitová a je složena z čtyř hexadecimálních číslic oddělenými tečkami (např. 0.0.0.0 nebo FF.FF.FF.FF).

### 6.2.1 Pakety

#### 6.2.1.1 Ping

Tento paket odesílá webová aplikace, aby zjistila zda je LED kontrolér s danou adresou připojen do sítě.

0-FF	100-1FF	200-2FF	300-3FF	400-4FF	500-5FF
version	type	address			
0	0	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF

#### 6.2.1.2 Pong

Tento paket odesílá LED kontrolér jako odpověď na paket ping.

0-FF	100-1FF	200-2FF	300-3FF	400-4FF	500-5FF
version	type	address			
0	1	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF

#### 6.2.1.3 Set color

Tento paket odesílá webová aplikace, aby nastavila barvu RGB LED pásku na daném LED kontroléru.

00-FF	100-1FF	200-2FF	300-3FF	400-4FF	500-5FF	600-6FF	700-7FF	800-8FF	900-9FF
version	type	address				red	green	blue	alpha
0	2	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF	0-FF	0-1

## **7 ZÁVĚR**

Výsledkem této práce je zjištění všech informací k realizaci zařízení, zvolení správného vývojového prostředí. Navrhnutí rozmístění desky plošného spoje v krabici a modelu celého zařízení, i přes jednoduché zapojení bylo obtížné navrhnout desku plošných spojů, aby se vlezla do krabčky.

# LITERATURA

- IR RGB LED kontrolér OS-OC013AIG2, In: *GME* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/ir-rgb-led-kontroler-os-oc013aig2-p759-996>
- Atmel ATmega328P datasheet. In: *Atmel* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Complete.pdf](http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf)
- IQRF TR-72D datasheet. In: IQRF [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.iqrf.org/weben/downloads.php?id=337>
- COMBIPLAST CP-Z-102-ABS. In: TME [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.tme.eu/cz/details/cp-z-102-abs/krabicky-na-listu-din/combiplast/>
-