



Vysoké učení technické v Brně Fakulta informačních technologií

Mikroprocesorové a vestavěné systémy
2020 / 2021

Řízení a měření s LED pásky využívajícími BLE a IQRF

Roman Ondráček (xondra58@stud.fit.vutbr.cz)
28. prosince 2020

1 Úvod

Cílem této práce bylo navržení a sestavení LED kontroléru, který by nahradil můj původní LED kontrolér z roku 2016[1]. Tento původní návrh má velkou řadu nevýhod, protože pro spínání LED pádků jsou zde použity NPN tranzistory v Darlingtonově zapojení, pro ochranu proti přepólování je zde použita obyčejná usměrňovací dioda, IQRF modul nepoužívá DPA framework.

2 Popis ovládání

Zařízení lze ovládat pomocí technologií Bluetooth Low Energy a IQRF. Dále na desce plošných spojů se nachází 3 tlačítka, jedno slouží pro restart ESP32, druhé pro přepnutí ESP32 to programovacího módu a třetí slouží pro připojení do IQRF sítě.

2.1 Bluetooth Low Energy

Zařízení má jméno **LED Controller v2.0**. A implementuje následující GATT služby a charakteristiky:

- **Device Information** (0x180A) - tato GATT služba obsahuje informace o zařízení, konkrétně implementuje GATT charakteristiku **Manufacturer Name String** (0x2A29),
- **Binary Sensor** (0x183B) - tato GATT služba obsahuje následující 3 GATT charakteristiky: **Voltage** (0x2B18) - napájecí napětí měřené pomocí ADC, **Voltage** (0x2B18) - napájení napětí měřené pomocí senzoru INA219, **Current** (0x2AEE) - proud měřený senzorem INA219,
- **User Data** (0x181C) - tato GATT služba obsahuje GATT charakteristiku **Light Intensity** (0x2B01), která obsahuje intenzity osvětlení (hodnoty se nacházejí v intervalu <0; 100>, hodnoty mimo tento interval jsou ignorovány) jednotlivých kanálů.

2.2 IQRF

Je implementován IQRF standard pro senzory[8], které měří následující fyzikální veličiny:

- **Teplota** - teplota z digitálního teploměru Microchip MCP9808E/MC, který se nachází v IQRF modulu TR-72DAT,
- **Napájecí napětí** - napájecí napětí měřené pomocí ADC v ESP32, hodnota se vyčítá přes UART - odesílá se řetězec `getAdcVoltage`,
- **Napájecí napětí** - napájecí napětí měřené pomocí senzoru INA219, hodnota se vyčítá přes UART - odesílá se řetězec `getInaVoltage`,
- **Proud** - proud měřený pomocí senzoru INA219, hodnota se vyčítá přes UART - odesílá se řetězec `getCurrent`.

Kvůli nedostatku volné RAM není implementován IQRF standard pro světla. Pokud by se pro komunikaci s ESP32 zvolila sběrnice SPI místo rozhraní UART, tak by implementace IQRF standardu pro světla byla možná.

Zařízení se ovládá pomocí koordinátoru IQMESH sítě, se kterým komunikuje IQRf Gateway Daemon[9]. S IQRf Gateway Daemonem se komunikuje přes JSON API pomocí MQTT nebo WebSocketu. Níže naleznete IQRf JSON API požadavek a odpověď.

```
{
  "mType": "iqrfsensor_ReadSensorsWithTypes",
  "data": {
    "req": {
      "nAdr": 1,
      "param": {"sensorIndexes": -1}
    },
    "returnVerbose": true,
    "msgId": "d422b016-15c8-45b1-9272-99ea79e944ed"
  }
}

{
  "mType": "iqrfsensor_ReadSensorsWithTypes",
  "data": {
    "msgId": "d422b016-15c8-45b1-9272-99ea79e944ed",
    "rsp": {
      "nAdr": 1,
      "hwpId": 4671,
      "rCode": 0,
      "dpaVal": 69,
      "result": {
        "sensors": [
          {
            "id": "TEMPERATURE",
            "type": 1,
            "name": "Temperature",
            "shortName": "T",
            "value": 26,
            "unit": "°C",
            "decimalPlaces": 4
          },
          {
            "id": "EXTRA_LOW_VOLTAGE",
            "type": 4,
            "name": "Extra-low voltage",
            "shortName": "U",
            "value": 11.956,
            "unit": "V",
            "decimalPlaces": 3
          },
          {
            "id": "EXTRA_LOW_VOLTAGE",
            "type": 4,
            "name": "Extra-low voltage",
```

```

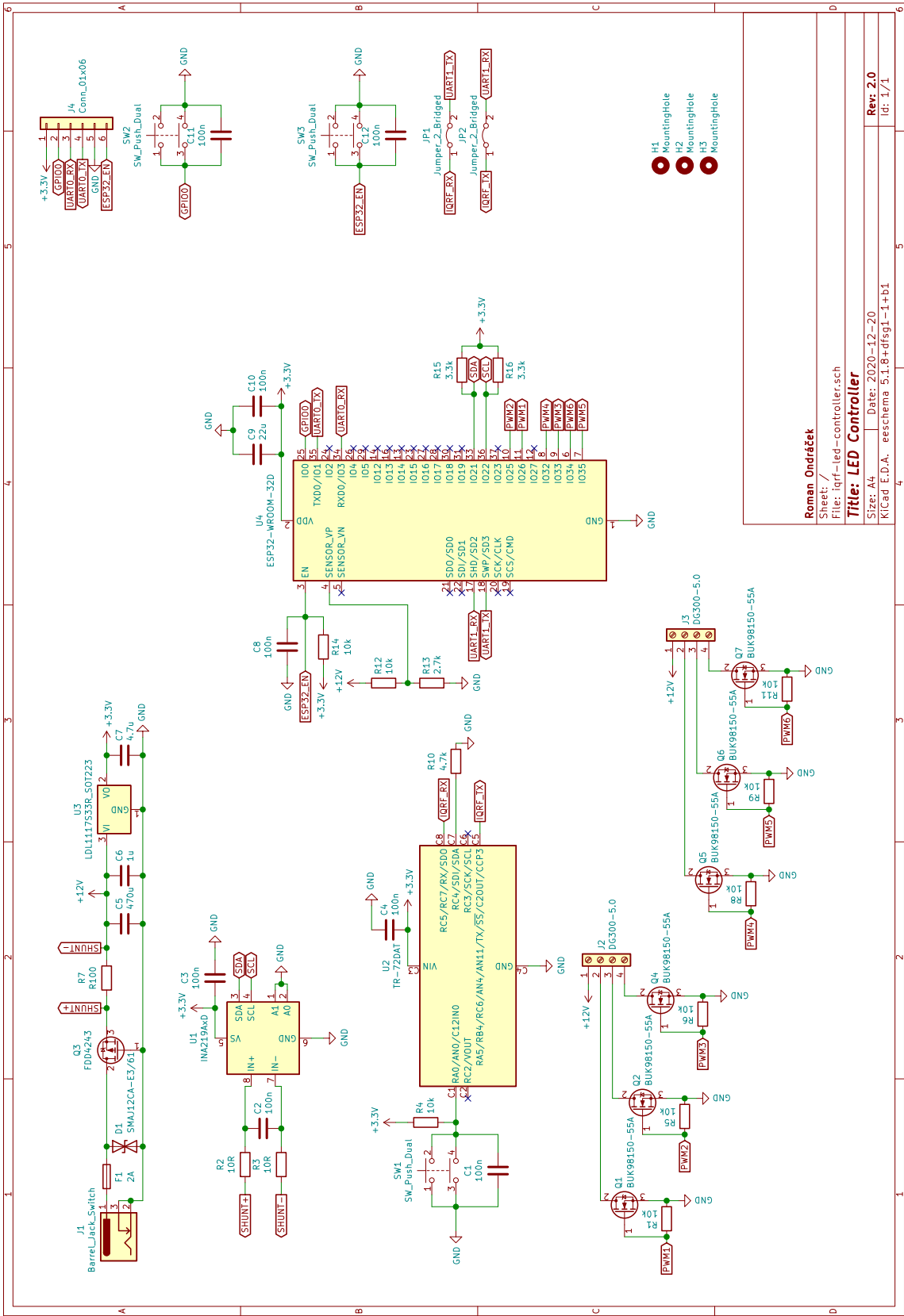
        "shortName": "U",
        "value": 11.72,
        "unit": "V",
        "decimalPlaces": 3
    },
    {
        "id": "CURRENT",
        "type": 7,
        "name": "Current",
        "shortName": "I",
        "value": 1.275,
        "unit": "A",
        "decimalPlaces": 3
    }
]
}
},
"raw": [
    {
        "request": "01.00.5e.01.ff.ff.ff.ff.ff.ff",
        "requestTs": "2020-12-27T17:14:54.871+01:00",
        "confirmation": "01.00.5e.01.ff.ff.ff.43.00.08.00",
        "confirmationTs": "2020-12-27T17:14:54.897+01:00",
        "response": "01.00.5e.81.3f.12.00.45.01.a0.01.04.b4.2e.04.c8.2d.07.fb.04",
        "responseTs": "2020-12-27T17:14:55.195+01:00"
    }
],
"insId": "iqrfgd2-default",
"statusStr": "ok",
"status": 0
}
}

```

IQRF Sensor				
Address				
1				
Enumerate Read all				
Sensors				
Type	Temperature	Extra-low voltage	Extra-low voltage	Current
Value	26 °C	11.956 V	11.72 V	1.275 A

Obrázek 1: Snímek obrazovky s vyčtenými hodnotami z aplikace IQRF Gateway Webapp

Schéma zapojení



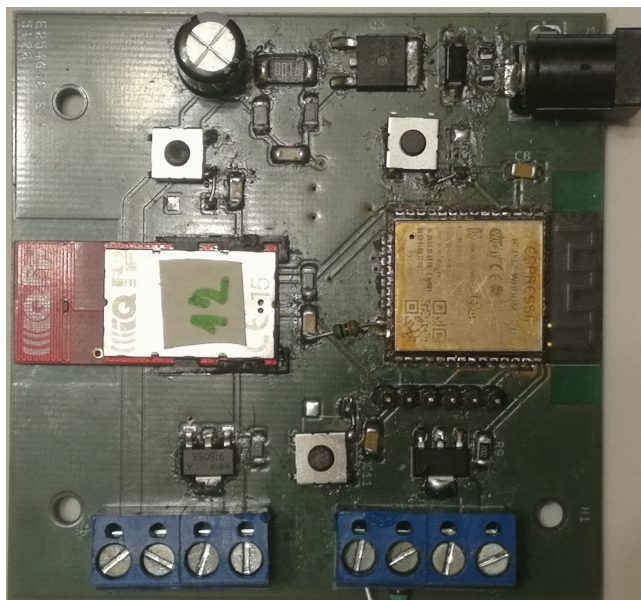
4 Způsob řešení

O veškerou logiku se stará ESP32, které komunikuje s IQRF modulem po rozhraní UART, pomocí ADC a odporového děliče měří vstupní napětí a pomocí PWM reguluje intenzitu osvětlení. Dále ESP32 se stará o komunikaci se senzorem INA219 po sběrnici I2C. Části programu pro ESP32 byly převzaty z dokumentace aplikačního rámce ESP-IDF¹. Části Custom DPA handleru byly převzaty z ukázek z IQRF Startup balíčku².

5 Závěr

Navržený systém řízení a měření LED pásků byl navržen a realizován ve formě funkčního vzorku. Chybí implementace IQRF standardu pro světla. Dále v návrhu desky plošných spojů je chyba, které znemožňuje použití 2. a 3. kanálu pro 2. RGB LED pásek.

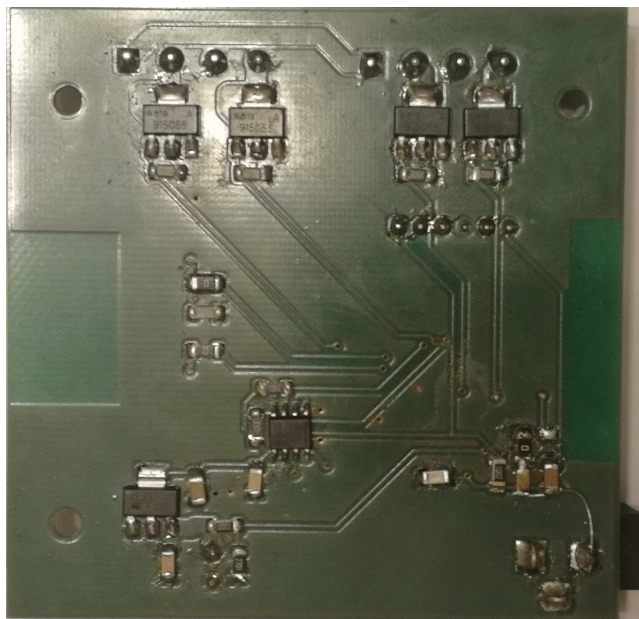
Video naleznete na <https://www.romanondracek.cz/imp-new.mp4>.



Obrázek 2: Fotografie LED Controlleru

¹<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/index.html>

²https://static.iqrf.org/IQRF_Startup_Package_OS404D_TR-7xD_200918.zip



Obrázek 3: Fotografie LED Controlleru

Reference

- [1] ONDRÁČEK, Roman. LED Controller. *LED Controller* [online]. Boskovice, 2016 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://github.com/Roman3349/led-controller>
- [2] IQRf Tech s.r.o. IQRf IDE *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/iqrf-ide>
- [3] IQRf Tech s.r.o. Operating system *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/operating-system>
- [4] IQRf Tech s.r.o. IQRf OS v4.04D User's guide for TR-7xD *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://static.iqrf.org/User_Guide_IQRf-OS-404D_TR-7xD_200918.pdf
- [5] IQRf Tech s.r.o. DPA *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://www.iqrf.org/technology/dpa>
- [6] IQRf Tech s.r.o. DPA Framework Technical guide v4.15 *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://static.iqrf.org/Tech_Guide_DPA-Framework-415_200903.pdf
- [7] IQRf Tech s.r.o. Datasheet (DC)TR-72D *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://static.iqrf.org/Datasheet_TR-72D_200525.pdf
- [8] IQRf Alliance IQRf Standard Sensor *IQRf Alliance* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: https://www.iqrfalliance.org/techdoc_files/IQRf-StandardSensor_V015.pdf
- [9] IQRf Tech s.r.o. IQRf Gateway Daemon *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24]. Dostupné z: <https://gitlab.iqrf.org/open-source/iqrf-gateway-daemon>

- [10] IQRf Tech s.r.o. IQRf Gateway Webapp *IQRf* [online]. Jičín, 2020 [cit. 2020-12-24].
Dostupné z: <https://gitlab.iqrf.org/open-source/iqrf-gateway-webapp>
- [11] Microchip. PIC16F1938 *PIC16F1938* [online]. 2017 [cit. 2020-12-24].
Dostupné z: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001574D.pdf>
- [12] KiCad EDA *KiCad EDA* [online]. 2020 [cit. 2020-12-24].
Dostupné z: <http://kicad-pcb.org/>
- [13] PlatformIO. PlatformIO IDE *PlatformIO* [online]. 2020 [cit. 2020-12-24].
Dostupné z: <https://platformio.org/platformio-ide>