

# Luxmetr

Tomáš Kysela

17. prosince 2023

Vytvořeno jako semestrální projekt pro předmět BAB34BSP  
FEL ČVUT

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Teoretický úvod</b>	<b>2</b>
2.1	Jednotky světelné intenzity . . . . .	2
2.2	Fotorezistor . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Návrh luxmetru</b>	<b>3</b>
3.1	Hardware zapojení . . . . .	3
3.2	Software zpracování . . . . .	4
3.3	Curve fitting . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Zdroje</b>	<b>6</b>

## Seznam obrázků

2.1	Spektrum elektromagnetického záření . . . . .	2
3.1	Logické zapojení prvků . . . . .	3
3.2	Zapojení jednotlivých prvků projektu . . . . .	3

## Seznam tabulek

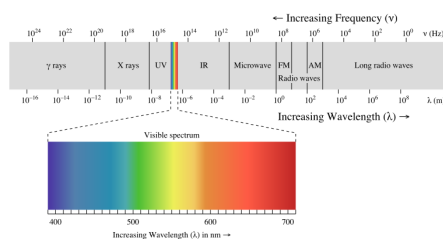
1	Typické hodnoty lux . . . . .	2
2	Seznam použitých součástek . . . . .	4

# 1 Úvod

Cílem projektu je vytvořit funkční jednoduchý luxmetr za využití fotorezistoru, zpracování výstupu v mikrokontroleru a zobrazení na displej. Dále je tento senzor kalibrován za využití komerčního přístroje.

## 2 Teoretický úvod

Elektromagnetické záření je pohyb částic vyvolaných kmitáním nabitých částic, či pohybem nabitých částic ve vysokých rychlostech. Samotné světlo je poté elektromagnetické záření přibližně o vlnových délkách 380 až 740nm. [1]



Obrázek 2.1: Spektrum elektromagnetického záření [1]

### 2.1 Jednotky světelné intenzity

*Lumen* je jednotka světelného toku, definovaná jako světelný tok vyzařovaný do prostorového úhlu 1 steradiánu bodovým zdrojem, jehož svítivost je 1 kandela. Pokud tuto jednotku dáme na metr čtvereční dostáváme *lux*. Běžné hodnoty luxů jsou dle tabulky 1.

Světelné podmínky	Typické hodnoty lux
Jasný den	10000 až 25000
Zatažený den	1000 až 5000
Umělé vnitřní osvětlení	100 až 500
Měsíční světlo	1

Tabulka 1: Typické hodnoty lux

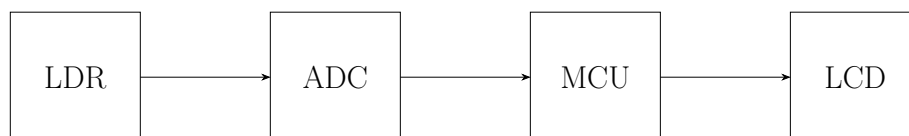
### 2.2 Fotorezistor

Princip fotorezistoru (LDR) závisí na fotoelektrickém jevu. Foton narazí do elektronu ve valenční sféře a předá mu svoji energii, tím elektron získá dostatek energie k překonání zakázaného pásu a skočí do vodivé vrstvy. Takto uvolněné elektrony poté přispívají ke snížení elektrické odporu ve fotorezistoru. Tedy čím více světla dopadá na fotorezistor tím menší je jeho odpor.

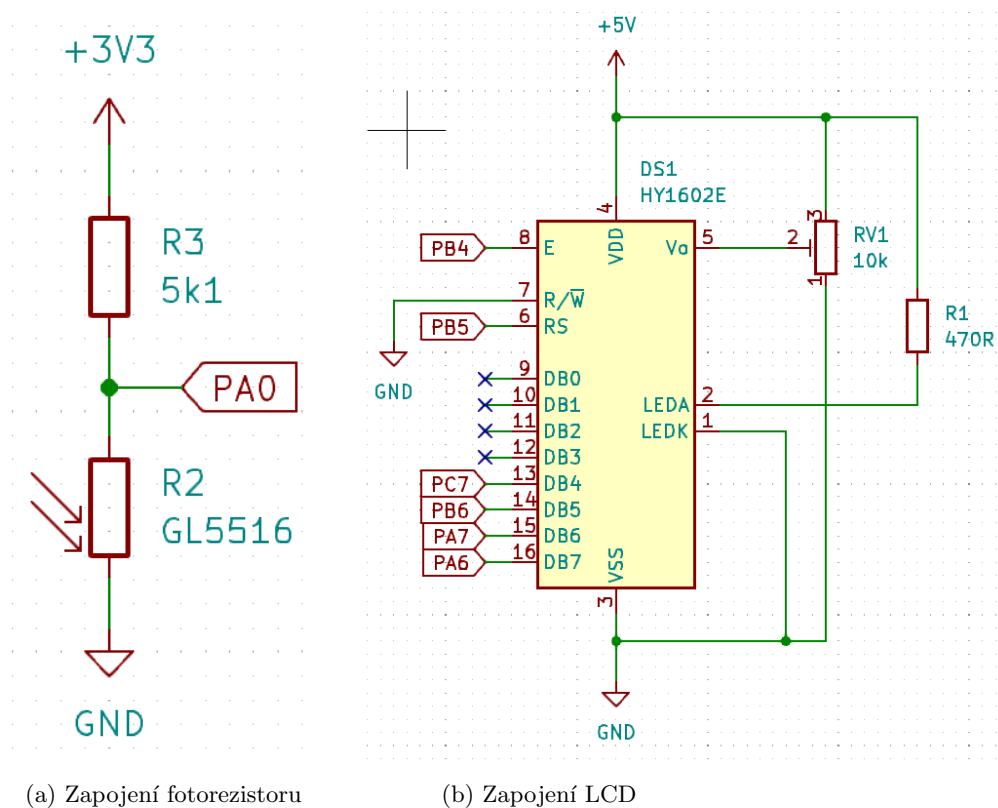
### 3 Návrh luxmetru

Luxmetr realizujeme za využití LDR. Ten zapojíme jako napěťový dělič s pevným odporem a následně sledujeme úbytek napětí na LDR. K tomu využíváme Analog-To-Digital Convertor. Přechtené hodnoty napětí následně pomocí funkce získané z kalibrace za pomoci curve-fitting přepočítáme na hodnotu lux.

#### 3.1 Hardware zapojení



Obrázek 3.1: Logické zapojení prvků



Obrázek 3.2: Zapojení jednotlivých prvků projektu

Součástka	počet	cena/kus
STM32 Nucleo-G441RE	1	363 Kč
TRIMMER 64 P 10K CN 250ppm	1	14 Kč
fotorezistor GL5516	1	7 Kč
rezistor 5.1 k $\Omega$	1	4 Kč
rezistor 470 $\Omega$	1	4 Kč
DM1602AB alfanumerický LCD	1	85 Kč

Tabulka 2: Seznam použitých součástek

### 3.2 Software zpracování

V software vyžíváme předgenerované prostředí z STM32 CUBE IDE. Následně doplníme logiku kde pravidelně spouštíme ADC konverzi, následně přečteme hodnotu, převedeme na napětí a z napětí přepočítáme na luxy, který následně zobrazíme.

```

int main(void)
{
    char txt[30];
    uint16_t adc_raw;
    uint32_t lux;
    float voltage;

    Lcd_PortType ports[] = {D4_GPIO_Port, D5_GPIO_Port,
                           D6_GPIO_Port, D7_GPIO_Port};
    Lcd_PinType pins[] = {D4_Pin, D5_Pin, D6_Pin, D7_Pin};

    Lcd_HandleTypeDef lcd = Lcd_create(ports, pins,
                                       RS_GPIO_Port, RS_Pin, EN_GPIO_Port, EN_Pin,
                                       LCD_4_BIT_MODE);

    while (1)
    {
        HAL_ADC_Start(&hadc1);
        HAL_ADC_PollForConversion(&hadc1, 100);
        adc_raw = HAL_ADC_GetValue(&hadc1);
        HAL_ADC_Stop(&hadc1);

        voltage = ((double) adc_raw / 4096) * 3.3;

        lux = LUX_SCALAR * pow(voltage, LUX_EXPONENT);

        sprintf(txt, "%ld - lux", lux);
        Lcd_clear(&lcd);
        Lcd_cursor(&lcd, 0, 0);
        Lcd_string(&lcd, txt);

        HAL_GPIO_TogglePin(LD2_GPIO_Port, LD2_Pin);
    }
}

```

```

    HAL_Delay(500);
}
}

```

### 3.3 Curve fitting

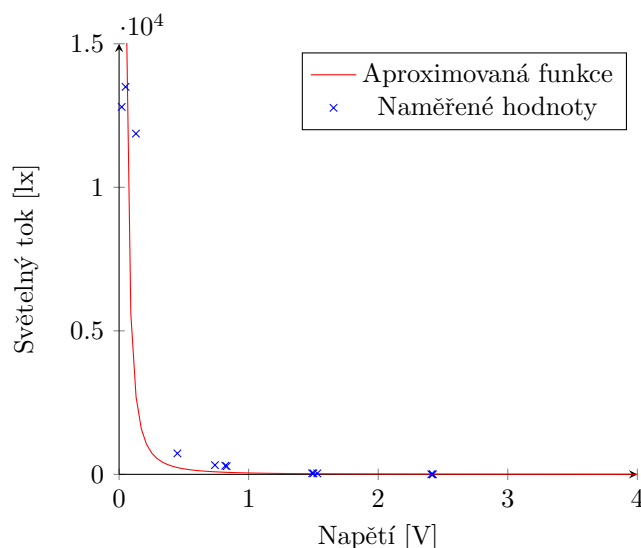
Vzhledem k naměřeným hodnotám jsme vypočetli přibližně logaritmickou závislost. Tedy jsme jak naměřené hodnoty, tak napětí zlogaritmovali dekadickým logaritmem, tedy jsme dostali rovnici 1, kde  $y$  jsou naměřené luxy a  $x$  naměřené napětí.

$$\log_{10} y = m \log_{10} x + c \quad (1)$$

Tu jsme následně aproximovali a následně převedli na rovnici 2.

$$y = x^m \cdot 10^c = x^m \cdot a \quad (2)$$

Výsledné hodnoty jsou poté  $m = -1.974$  a  $a = 48.842$ .



## 4 Závěr

Úspěšně jsme sestavili luxmetr, kalibrovali ho na rozsahu 0 až 14000 lx. Výsledné hodnoty úspěšně zobrazujeme na LCD alfanumerickém displeji. Veškeré podkladové materiály jsou dostupné na <https://github.com/tomkys144/Luxmeter>.

## 5 Zdroje

1. VO, Kevin; HERNANDEZ, Mateo; PATEL, Nikita. *Electromagnetic Radiation* [online]. c2023. [cit. Dec. 17, 2023]. Dostupné z: [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\\_Textbook\\_Maps/Supplemental\\_Modules\\_\(Physical\\_and\\_Theoretical\\_Chemistry\)/Spectroscopy/Fundamentals\\_of\\_Spectroscopy/Electromagnetic\\_Radiation](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Fundamentals_of_Spectroscopy/Electromagnetic_Radiation).
2. *How to Measure Light Intensity* [online]. Biological Innovation and Optimization Systems, c2023. [cit. Dec. 17, 2023]. Dostupné z: <https://bioslighting.com/how-to-measure-light-intensity/architectural-lighting/>.