

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Laserový projektor

Šimon Hrouda

Brno 2024

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

LASEROVÝ PROJEKTOR

LASER PROJECTOR

| | |
|--------------------|--|
| AUTOR | Šimon Hrouda |
| ŠKOLA | Gymnázium Brno-Řečkovice |
| KRAJ | Jihomoravský |
| INTERNÍ KONZULTANT | Mgr. Kateřina Vídenková |
| EXTERNÍ KONZULTANT | Tomáš Rohlínek |
| OBOR | 10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace |

Brno 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Laserový projektor* jsem vypracoval/a samostatně pod vedením Tomáše Rohlíka a Mgr. Kateřiny Vídenkové a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze práce SOČ jsou shodné a nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: _____

Šimon Hrouda

Poděkování

Děkuji svému externímu konzultantovi Tomáši Rohlínkovi a své interní konzultantce Mgr. Kateřině Vídenkové za obětavou pomoc, podnětné připomínky a nekonečnou trpělivost, kterou mi během práce poskytovali.

Tato práce byla provedena za finanční podpory Jihomoravského kraje.



Anotace

Klíčová slova

Annotation

Keywords

Obsah

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Úvod | 9 |
| 1 hardware | 11 |
| 1.1 Raspberry Pi | 11 |
| 1.2 Galvanometr a zrcátko | 11 |
| 1.3 hlavice | 13 |
| 1.4 řídicí deska galv | 14 |
| 1.5 moje deska na napětí | 14 |
| 1.5.1 dac | 15 |
| 1.5.2 amps | 15 |
| 1.6 laser | 15 |
| 1.7 if rgb: 3 dacs | 15 |
| 1.8 napájení | 15 |
| 2 software | 16 |
| 2.1 lasershow exec | 16 |
| 2.2 lcd + encoder | 16 |
| 2.3 web ui | 16 |
| 2.4 discord bot | 16 |
| 2.5 HOTSPOT | 16 |
| 3 Diskuze | 17 |
| 3.1 další zpracování tématu | 17 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| Závěr | 19 |
| Literatura | 20 |
| Seznam obrázků | 21 |
| Seznam tabulek | 22 |

<https://www.sciencedirect.com/search?qs=galvanometer> muzu rict, ze jsem
neco nezvladl dohledat :)

Úvod

V této práci se zaměřuji na návrh a výrobu laserového projektoru, který za bude za pomoci páru zrcátek připevněných na galvanometrech rychle měnit směr laserového paprsku a tím vykreslovat obraz na promítací plochu.

definice pojmů a zkratk

| | | |
|------|---------------------------------|---------------------------------------|
| CLGS | Closed Loop Galvanometer System | system galvanometru se zpětnou vazbou |
| OLGS | Open Loop Galvanometer System | system galvanometru bez zpětné vazby |
| SPI | Serial Peripheral Interface | sériové periferní rozhraní |

Kapitola 1

hardware

1.1 Raspberry Pi

1.2 Galvanometr a zrcátko

- Galvanometry, často nazývané galva, s časem nachází uplatnění ve více a více odvětvích práce s lasery. Oproti jiným možnostem nabízí flexibilitu, rychlost a přesnost za nízkou cenu.

Dají se rozdělit mezi galvanometry s uzavřenou smyčkou zpětné vazby (CLGS) a galvanometry bez uzavřené smyčky zpětné vazby (OLGS). Druhé zmíněné mají velice specifické využití - barcode scanners a jsou zdokumentované pouze ve zdroji [1]. V této práci jsou ale využívány CLGS, které jsou lépe zdokumentované.

V CLGS jsou potřeba 3 hlavní prvky,

Nejmodernější galvanometrové polohovací systémy jsou založené na principech elektromotorů s permanentními magnety, kde [2]

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Galvanometer>

https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_scanning

https://en.wikipedia.org/wiki/Mirror_galvanometer

https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_lighting_display

A mirror galvanometer is an ammeter that indicates it has sensed an electric current by deflecting a light beam with a mirror. The mirror galvanometer consists of a long fine coil of silk-covered copper wire. In the heart of that coil, within a little air-chamber, a small round mirror is hung by a single fibre of floss silk, with four tiny magnets cemented to its back. The small weight of the mirror and magnets which form the moving part of this instrument, and the range to which the minute motions of the mirror can be magnified on the screen by the reflected beam of light, which acts as a long impalpable hand or pointer, render the mirror galvanometer marvellously sensitive to the current, especially when compared with other forms of receiving instruments.

Zrcadlový galvanometr je měřič proudu, který reaguje na měřený proud vychýlením světelného paprsku zrcátkem připevněným na jeho konci.

Skládá se z cívky a [3]

- following text generated by ai (google bard) on 2023-10-20

popiš mi jak je sestaven a jak funguje galvanometr se zrcátkem k odražení světelného paprsku

Galvanometr se zrcátkem je sestaven z následujících komponent:
* **Cívka:** Cívka je navinuta na jádře z feromagnetického materiálu, jako je železo nebo nikl. Cívkou prochází elektrický proud, který vytváří magnetické pole.
* **Ukazatel:** Ukazatel je připojen k cívce a je vyroben z lehkého materiálu, jako je hliník nebo plast. Ukazatel je vychýlen magnetickým polem

vytvářeným cívkou. * **Zrcátko:** Zrcátko je připojeno k ukazateli a odráží světelný paprsek. * **Okulár:** Okulár je umístěn tak, aby bylo možné pozorovat odraz světelného paprsku.

****Jak funguje:****

Když prochází cívkou elektrický proud, vytváří magnetické pole. Toto magnetické pole působí na ukazatel a vychýlí ho. Velikost výchylky ukazatele je přímo úměrná velikosti proudu procházejícího cívkou.

Zrcátko je připojeno k ukazateli a odráží světelný paprsek. Když se ukazatel vychýlí, odraz světelného paprsku se také vychýlí.

Okulár je umístěn tak, aby bylo možné pozorovat odraz světelného paprsku. Velikost vychýlení světelného paprsku je přímo úměrná velikosti proudu procházejícího cívkou.

****Výhody:****

* Galvanometr se zrcátkem je citlivější než galvanometr bez zrcátka. * Galvanometr se zrcátkem lze použít k měření velmi malých proudů.

****Nevýhody:****

* Galvanometr se zrcátkem je dražší než galvanometr bez zrcátka.

****Použití:****

Galvanometr se zrcátkem se používá k měření velmi malých proudů. Používá se například v elektrotechnice, lékařství a fyzice.

ovládá se variabilním proudem

1.3 hlavice

The mirrors, mounted perpendicularly on the engines, move the laser beam along the X and Y axes according to the input received from the motor. The big advantage of these devices is that they can reach a very high acceleration

and speed of movement.

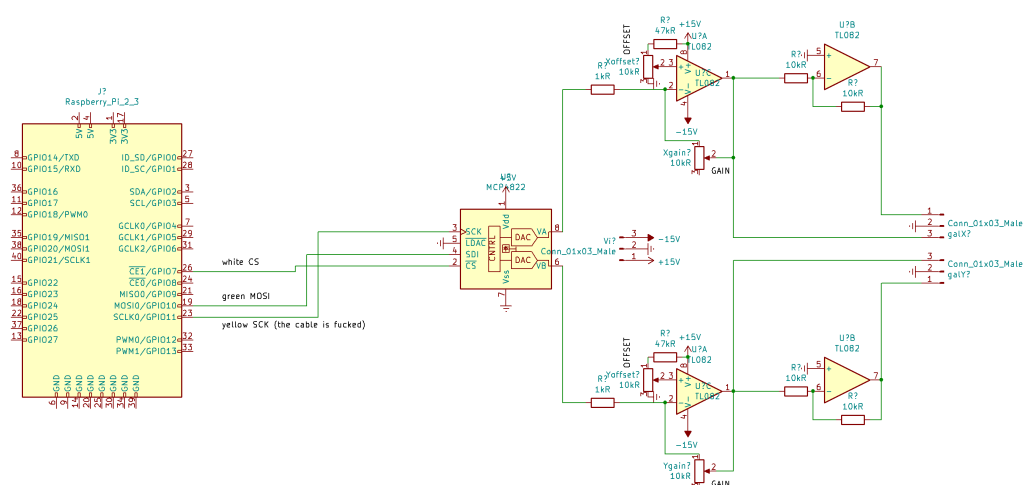
1.4 řídící deska galv

well asi patří do sekce galvanometr

1.5 moje deska na napětí

Galvanometry v obou osách pohybu potřebujej analogový vstupní signál v rozpětí -15 až $+15$ V udávající vychýlení galvanometru v daném směru.

Vytváření tohoto signálu jsem rozdělil do dvou částí, nejdříve pomocí DAC (digital-to-analog converter, D/A převodník) připojeného k RPi vytvořím signál v rozpětí $0-5$ V a následně tento signál pomocí operačního zesilovače převedu na požadované rozpětí. Celé zapojení je vidět na obrázku 1.1



Obrázek 1.1: Zapojení DAC a zesilovačů k RPi a řídící desce galvanometru

1.5.1 dac

K generování signálu v rozpětí 0–5 V jsem využil DAC MCP4822 od firmy [Microchip Technology Inc.](#) Tento čip podporuje komunikaci přes rozhraní SPI, pracuje s napájecím napětím 5 V a s 12bitovým rozlišením (je schopen vygenerovat 4096 různých napětí) na dvou kanálech.

Komunikace mezi RPi a čipem je zprostředkována rozhraním SPI, toto rozhraní využívám pomocí knihovny ze serveru <https://github.com>¹ Tato knihovna poskytuje funkce `bool mcp4822_initialize(); bool mcp4822_set_voltage(mcp4822_channel_t channel, uint16_t value_mV); mcp4822_deinitialize();`, se kterými pracuji v mém kódu.

1.5.2 amps

K rozšíření signálu z DAC jsem využil dva operační zesilovače TL082 od firmy [Texas Instruments Incorporated](#). Každý z nich je připojený na jeden kanál DAC čipu mcp4822. Tyto čipy mi napěťové rozpětí zvýší z 0–5 V na –15 až +15 V.

1.6 laser

1.7 if rgb: 3 dacs

1.8 napájení

¹<https://github.com/pawel-kusinski/mcp4822-linux>; staženo 28. 12. 2023

Kapitola 2

software

2.1 lasershow exec

2.2 lcd + encoder

2.3 web ui

2.4 discord bot

2.5 HOTSPOT

Kapitola 3

Diskuze

3.1 další zpracování tématu

udělal jsem to dobře? vybral jsem si dobré techniky? like byl by lepší ten harddrive z yt? nebo fakt to mělo být napájeny z baterek a ne ze zásuvky?

že hej ze [typek z vut](#) udělal kindu kurva podobnej HW jak já, ale já to mám trochu jinak, protože jsem o tom nevěděl, ale ofc moje je lepší :)) also to dělala hromada dalších lidí na internetu ten hw, also od [gh.com/tteskac](#) mám executable, kterou jsem ale úplně ze rozšířil a taky jsem přidal všechno moje genialní ui muhahahah

ze este dalsi zpracovani: (19.10.2023 vsechny dostupne)

1. used/modified code

- <https://github.com/marcan/openlase/blob/master/tools/svg2ild.py>
- <https://github.com/tteskac/rpi-lasershow>
- <https://github.com/sabhiram/raspberry-wifi-conf/blob/master/>

`app/wifi_manager.js`

- http://www.electronicayciencia.com/wPi_soft_lcd/
- typek z vut

2. dalsi zpracovani stejny projekty

- <https://www.instructables.com/Arduino-Laser-Show-With-Real-Galvos/>
- <https://github.com/tteskac/rpi-lasershow>
- <https://www.instructables.com/DIY-STEPDIR-LASER-GALVO-CONTROLLER/>
- borec na yt hard-drive text gut

3. other useful thingies

- <https://hackaday.io/project/172284-galvo-laser-cutterengraver>
- <https://hackaday.io/project/172284/instructions>
- <https://learn.adafruit.com/mcp4725-12-bit-dac-with-raspberry-pi/hooking-it-up>
- https://www.ilda.com/resources/StandardsDocs/ILDA_IDTF14_rev011.pdf
- cool demos <https://marcan.st/projects/openlase/>
- https://www.youtube.com/watch?v=u9TpJ-_hBR8

4. read

- <https://www.laserworld.com/en/glossary-definitions/90-t/2797-ttl-modulation-en.html>

Závěr

proc vsichni maji zaver v obsahu jako section, kdyz pak vypada, ze je pod posledni kapitolou

Literatura

1. LASERFX. *How Laser Shows Work - Scanning System* [online]. [cit. 2023-10-19]. Dostupné z: <http://www.laserfx.com/Works/Works3S.html>.
2. AYLWARD, Redmond P. Advanced galvanometer-based optical scanner design. *Sensor Review*. Září 2003, roč. 23, č. 3, s. 216–222. Dostupné z DOI: [10.1108/02602280310481968](https://doi.org/10.1108/02602280310481968).
3. WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. *Mirror galvanometer* [online]. [cit. 2023-10-19]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mirror_galvanometer&oldid=1170954323.

Seznam obrázků

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Zapojení DAC a zesilovačů k RPi a řídicí desce galvanometrů . | 14 |
|-----|---|----|

Seznam tabulek