



Vyšší odborná škola
a Střední průmyslová škola elektrotechnická,
Plzeň, Koterovská 85

ROČNÍKOVÁ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Inteligentní Inventární systém

Autor práce: Jakub Souček
Třída: 3.M
Vedoucí práce: Prof. Ing. Pavel Jedlička
Dne: 30.4.2024

Hodnocení:



**Vyšší odborná škola a
Střední průmyslová škola elektrotechnická Plzeň,
Koterovská 85**

ZADÁNÍ ROČNÍKOVÉ PRÁCE	
Školní rok	2023/ 2024
Studijní obor	78-42-M/01 Technické lyceum
Jméno a příjmení	Jakub Souček
Třída	3.M
Předmět	Kybernetika
Hodnoceno v předmětu	Kybernetika
Téma	Inventární systémy
Obsah práce	<ul style="list-style-type: none">• Návrh velikosti a tvaru krabiček<ul style="list-style-type: none">○• Hardwarová část<ul style="list-style-type: none">○ nakoupení potřebných součástek, propojení senzorů a ledek s mikropočítačem.• Uživatelské rozhraní<ul style="list-style-type: none">○ zavedení přihlašovacího systému s kartami/čipy○ Vytvoření webového rozhraní pro sledování stavu krabiček○ zjišťování chybějících položek a ovládání funkcí
Zadávací učitel Příjmení, jméno	Jedlička Pavel
Podpis zadávajícího učitele	
Termín odevzdání	30. dubna 2024

V Plzni dne: 30. 11. 2023

Mgr. Vlastimil Volák
ředitel školy

Anotace

Cílem této ročníkové práce je vyrobit systém, který by kontroloval, kdo a kdy si vypůjčil nějakou položku ze skříně. Jednotliví lidé by se ověřovali stejnou identifikační kartou jako se používá ve školním systému doposud. Dále by byla možnost se podívat na obsah skříně online na webserveru, ve kterém by byla vidět všechna data o různých výpůjčkách jako je: čas a UID karty uživatele.

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací. Souhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.“

V Plzni dne:

Podpis:

Obsah

1	Úvod	5
2	Návrh	5
3	Hardware	6
3.1	Komponenty	6
3.2	Vedlejší komponenty	9
4	Zapojení	9
5	3D design	11
6	Realizace a sestavení	13
6.1	Zadní část boxu	13
6.2	Ovládací krabice	14
7	Závěr	15

1 Úvod

Naším hlavním úkolem v rámci ročníkové práce je vytvoření inteligentního inventárního systému pro školní dílny, který umožní efektivní evidenci a správu vypůjčených položek.

Ve školních dílnách často narážíme na problémy spojené s nedbalým půjčováním nástrojů a materiálů, což často vede k neuspořádanosti a ztrátám. Náš záměr je tuto situaci zlepšit a zajistit, aby inventář dílen byl lépe spravován a účinněji využíván.

V rámci hardwarové části našeho projektu jsme vyvinuli a implementovali policový systém, který systematicky uskládá a identifikuje položky prostřednictvím standardních krabic s čipy. Tento systém využívá kombinaci NFC/RFID čtečky pro rozpoznání čipů a identifikačních karet uživatelů. Kromě toho je vybaven senzory, které monitorují umístění krabic a inteligentními LED diodami, které signalizují stav položek.

Na softwarové straně jsme vyvinuli uživatelsky přívětivý systém pro správu inventáře přes webové rozhraní. Tento systém umožňuje snadné půjčování, vrácení a sledování položek. Díky němu mohou studenti a učitelé efektivně spravovat inventář a monitorovat výpůjčky i případné problémy s položkami.

2 Návrh

Zpočátku jsme zamýšleli o vytvoření jednoduchého systému, který by usnadnil uskladnění krabiček a sledování jejich stavu pomocí senzorů. Vytvořili jsme tak několik návrhů, jak by mohla taková krabička vypadat.

Design poliček byl několikrát přepracován, než jsme našli ideální řešení. Nejprve jsme zamýšleli vyrobit celý box na míru vytištěný na 3D tiskárně, ale z časových a hlavně i finančních důvodů jsme zvolili mnohem ekologičtější řešení. Zkompletovali jsme box z OSB desek, které se dají pořídit téměř v každém hobbymarketu. Jednotlivé poličky jsou přesně na míru nařezané plastové lišty a pomyslná záda našeho boxu jsou 3D vytištěné zarážky z PLA se zapuštěnými senzory a LED přesně upravené podle konkrétních požadavků.

Elektroniku jsme také navrhovali s ohledem na snadnou výměnu, pokud by bylo potřeba s důrazem na její cenovou dostupnost a spolehlivost. Tento proces návrhu prošel několika koly úprav, avšak nakonec jsme dosáhli řešení, které splňovalo naše požadavky a kritéria.

3 Hardware

Jelikož jsme se při výběru ideálních hardwarových součástek soustředili na co nejlehčí duplikaci celého modulu, vybírali jsme převážně hotové moduly a pasivní součástky. Komponenty, které jsme vybrali, mají schopnost pracovat s napájením buď 3.3V nebo 5V, což usnadňuje jejich začlenění do systému. Jako hlavní prostředek komunikace jsme zvolili I2C, což zajistí efektivní a spolehlivou výměnu dat mezi jednotlivými součástkami.

3.1 Komponenty

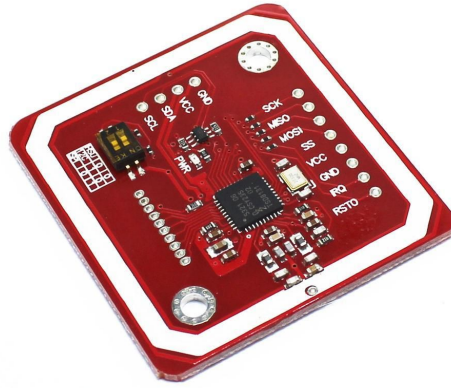
- **Raspberry Pi Zero WH** - Jedním z hlavních důvodů proč jsme vybrali právě tento jednočipový mikropočítač, je zakomponovaná anténa pro Bluetooth a Wifi, **(W)** díky které náš systém může v reálném čase sdílet informace s webem. Raspberry také podporuje programovací jazyk Python, ve kterém je náš kód. (*Raspberry Pi Zero Dokumentace 2024*)



Obrázek 1: Raspberry Pi Zero WH

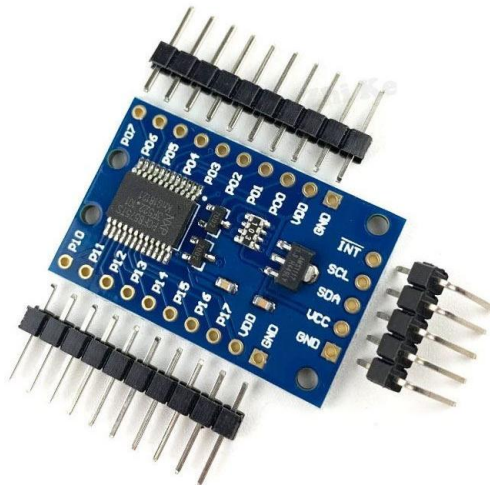
-

- **Pn532 - NFC/RFID čtečka karet** - Pn532 je NFC čtečka tagů, která pracuje na frekvenci 13,56 MHz. Za tagy se považují všemožné RFID karty, žetony, samolepky atd. NFC čtečka Pn532 umí komunikovat pomocí tří různých rozhraní: HSU, I2C a SPI. Pro náš projekt jsme zvolili I2C pro její efektivní spolehlivou výměnu dat. (*Pn532 návod 2024*)



Obrázek 2: Pn532 - NFC/RFID čtečka karet

- **Pcf-8575 - 16bit I/O expander pinů připojený přes I2C** - PCF-8575 rozšiřuje rozsah vstupů a výstupů Raspberry Pi, což je praktické pro naši práci, kde je více senzorů. Využili jsme jeho podporu I2C rozhraní a možnost konfigurace různých adres, která umožňuje připojení více těchto expandérů k jedinému zařízení. (*PCF-8575 Dokumentace 2024*)



Obrázek 3: 16-bit expander Pcf-8575

- **TCRT-5000 - Infračervený optický senzor** - TCRT5000 je reflektivní senzor, což znamená, že kombinuje infračervený vysílač a fototranzistor v jednom pouzdře. Tento senzor je určen k detekci odrazů světla od povrchů. TCRT5000 je vybaven filtrem blokujícím denní světlo. Senzor je připojen skrz desku a pracuje s napětím 5 V. (*TRTC-5000 dokumentace 2024*)



Obrázek 4: Optický senzor TCRT-5000

3.2 Vedlejší komponenty

Kromě hotových modulů jsme začlenili do naší aplikace několik pasivních/vedlejších součástek:

- **LED diody:** Pro vizuální signalizaci různých stavů jsme využili 2 LED diody - červenou a zelenou.
- **Buzzer:** Pro zvukovou signalizaci jsme začlenili bzučák, který je schopen generovat různé zvukové signály podle aktuálního stavu systému. Buzzer přispívá k celkové interaktivitě a uživatelskému povědomí o událostech v systému.

4 Zapojení

Za použití programu **Fritzing** jsme sestavili schéma zapojení. Na obrázku 12

- **Pcf-8575 - 16bit expander pinů je zapojen do Raspberry Pi Zero WH takto:**

VCC - 3V3 Power
SDA - BCM 2 (SDA)
SCL - BCM 3 (SCL)

Propojení VCC - 3V3 Power zajišťuje napájení součástky o napětí 3V. Propojení SDA - BCM 2 zajistí správný přenos informací. To samé i u propojení SCL - BCM

- **Pn532 - NFC čtečka do Raspberry Pi Zero WH takto:**

GND - GND
VCC - 3V3 Power
TX - BCM 2 (SDA)
RX - BCM 3 (SCL)

Propojení GND - GND nám obvod uzemní. Propojení VCC - 3V3 Power zajišťuje napájení součástky o napětí 3V. Propojení TX - BCM 2 zajistí správný přenos informací, to samé i u propojení RX - BCM.

- **RGB led do Raspberry Pi Zero WH takto:**

+5V - 5V Power
DATAIN - BCM 18 (PWM0)
GND - GND

Propojení GND - GND nám obvod uzemní. Propojení +5V - 5V Power zajišťuje napájení součástky o napětí 5V, které je nutné pro napájení RGB led. Propojení DATAIN - BCM 18 zajistí správný přenos informací.

- **Senzory TCRT-5000 do Pfc-8575:**

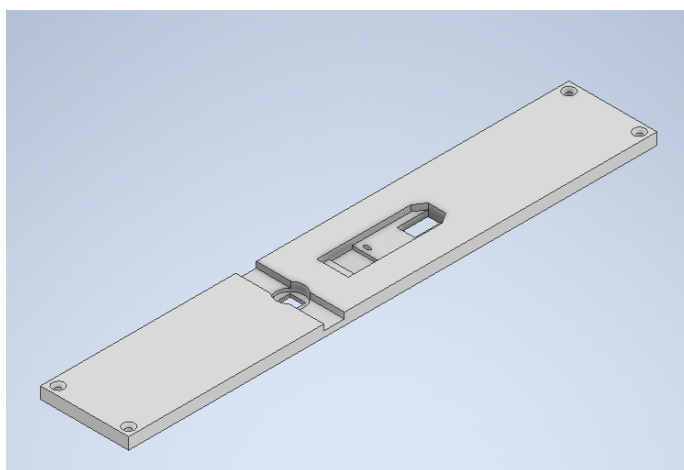
GND - GND
VCC - VCC
Do - P00-P017

Propojení GND - GND nám obvod uzemní. Propojení VCC - VCC zajišťuje napájení součástky o napětí 3V. P00-P017 znamená, že každý senzor je individuálně zapojen do expanderu PCF8575 to zajistí přenos dat do Raspberry.

5 3D design

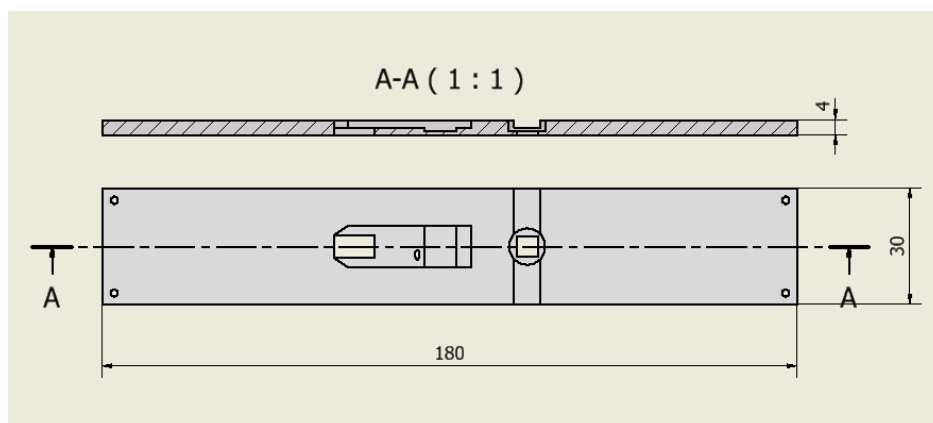
Všechny součásti jsme navrhovali v 3D CAD softwaru Inventor®[®], kde jsme je poskládali do celkové sestavy, přesně podle toho, jak by měla celá polička vypadat. Následně jsme jednotlivé díly vytiskli na 3D tiskárně nebo je vyřezali pilou. Zbylé součástky jsme pořídili v hobbymarketu a nakonec jsme všechny díly sestavili podle plánovaného návrhu. Všechny modely je možno najít na:

https://github.com/lukasvagner/Interaktivni_inventarni_system/tree/main/3D



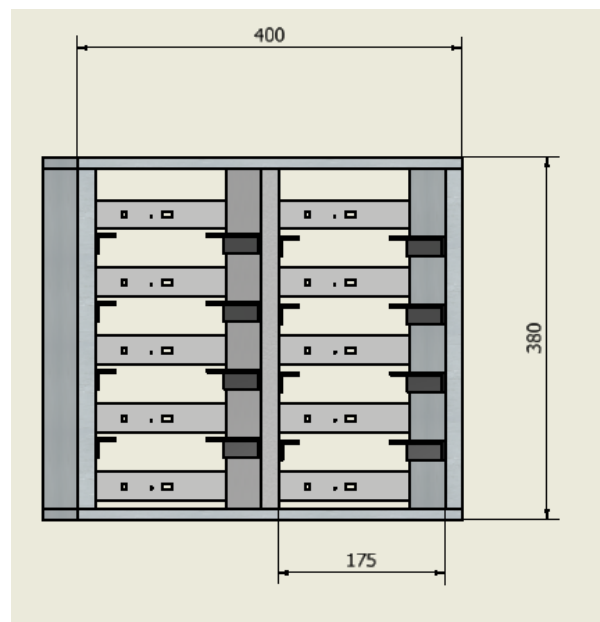
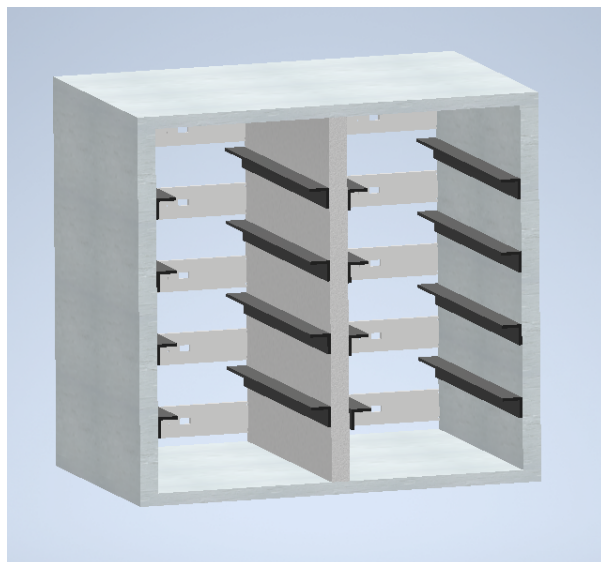
Obrázek 5: : Model zarážky boxu

Po několika měřeních a prototypch jsme přišli s finální velikostí a rozměry.

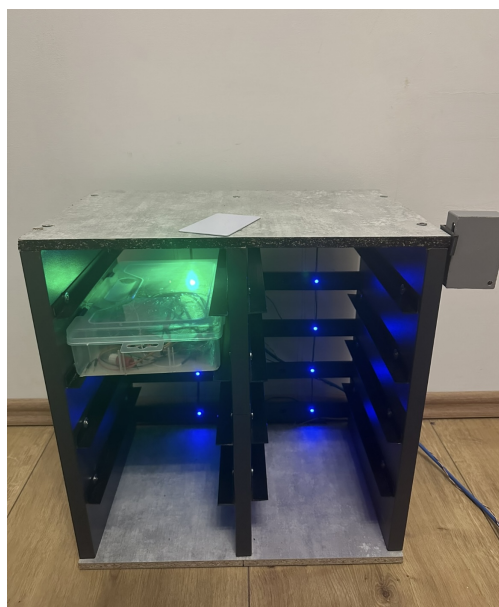


Obrázek 6: : Výkres zarážky boxu

Box se skládá z pěti dřevotřískových desek, nařezaných plastových lišt a zarážky vyrobené z PLA.



Obrázek 7: Model boxu a výkres



Obrázek 8: Box - finální verze

6 Realizace a sestavení

6.1 Zadní část boxu

Ze zadní části boxu najdeme 10 zářek se senzorem. Dále je zde shromažďovací bit expander, ze kterého všechna data jdou do ovládací krabičky. Dále se zde nachází shromažďovací expander bitů, z něhož všechna data směřují do ovládací krabičky.



Obrázek 9: Přední část zářky



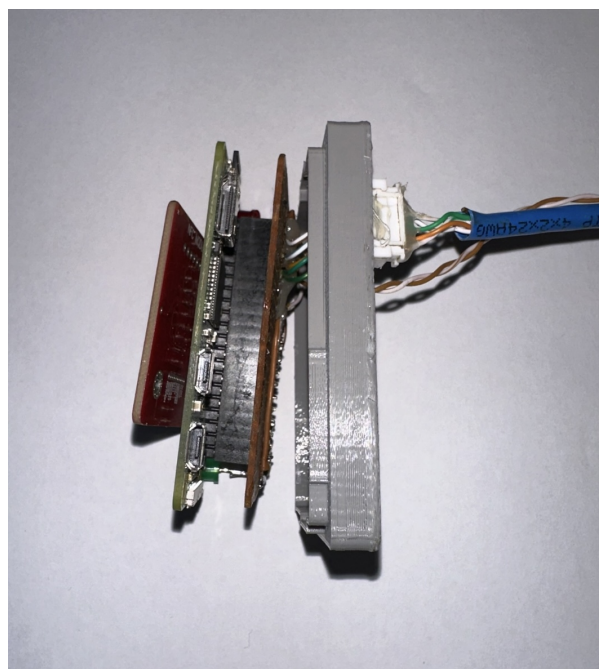
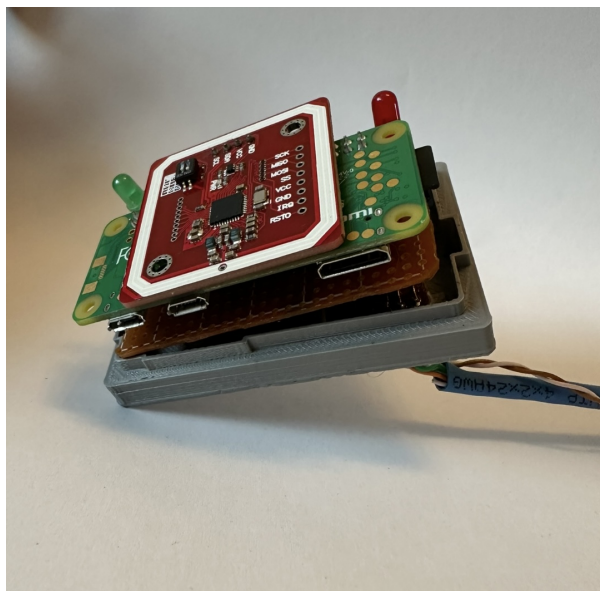
Obrázek 10: Zadní část zářky

6.2 Ovládací krabíčka

Zařízení je usazené v připraveném 3D tištěném boxu, jenž zabezpečuje ochranu jeho niterních součástí. Na zadní straně boxu se nachází konektor vyhrazený pro propojení senzorů se shromažďovačem dat.

Vnitřek zařízení hostí NFC čtečku, spojenou s Raspberry Pi Zero přes pájivé pole. Tato Raspberry Pi Zero plní úlohu hlavní řídicí jednotky, která zpracovává informace z NFC čtečky a řídí celý systém.

Dvě LED diody, jedna červená a druhá zelená, jsou namontovány na vnější straně zařízení, sloužící k vizuální signalizaci stavu. Buzzer pak zajišťuje zvukovou signalizaci, jako součást celkového varování případných problémů.



Obrázek 11: Ovládací krabíčka zepředu a z boku

7 Závěr

Naším záměrem bylo vytvořit efektivní systém pro správu inventáře, který by usnadňoval půjčování a sledování elektronických komponent v prostředí školních dílen s možností kontroly aktuální dostupnosti na internetovém rozhraní.

Systém nabízí mnoho funkcionalit, které řeší problémy s organizací komponentů ve školních pracovištích. Webové rozhraní poskytuje jasnou vizualizaci obsahu každého úložného místa, což facilituje vyhledávání potřebných dílů. Uživatelé mohou z webu označit požadované místo, které poté zvýrazní barevné osvětlení, zjednodušující rychlé nalezení. Přidávání záznamů o nedávných výpůjčkách pak umožňuje efektivní sledování a správu vypůjčených součástí, včetně řešení případných poškození.

Přestože systém je téměř připraven k nasazení, vyžaduje několik úprav. Je třeba doladit funkcionalitu pro změnu názvu úložného místa a resetování jeho stavu, aby byly tyto operace dostupné pouze pro ověřené uživatele a zabránilo se tak jejich zneužití.

Další vylepšení by mohlo zahrnovat integraci systému se školní databází, což by zajistilo správnou identifikaci všech uživatelů pomocí jejich ID karet a přiřazení odpovídajících údajů k jejich osobám.

Celkově je náš systém navržen tak, aby byl intuitivní a snadno ovladatelný. Díky vizuálním a zvukovým signálům uživatelé snadno poznají, kam vrátit půjčené předměty a jsou upozorněni, pokud se objekt nenachází na vhodném místě. Tato jednoduchost a intuitivnost by měla přispět ke zvýšení efektivity a snížení chybovosti při používání systému.

Dalším krokem bude zavedení tohoto systému do praxe ve školních dílnách a jeho optimalizace pro co nejlepší výkon a použitelnost pro všechny uživatele.

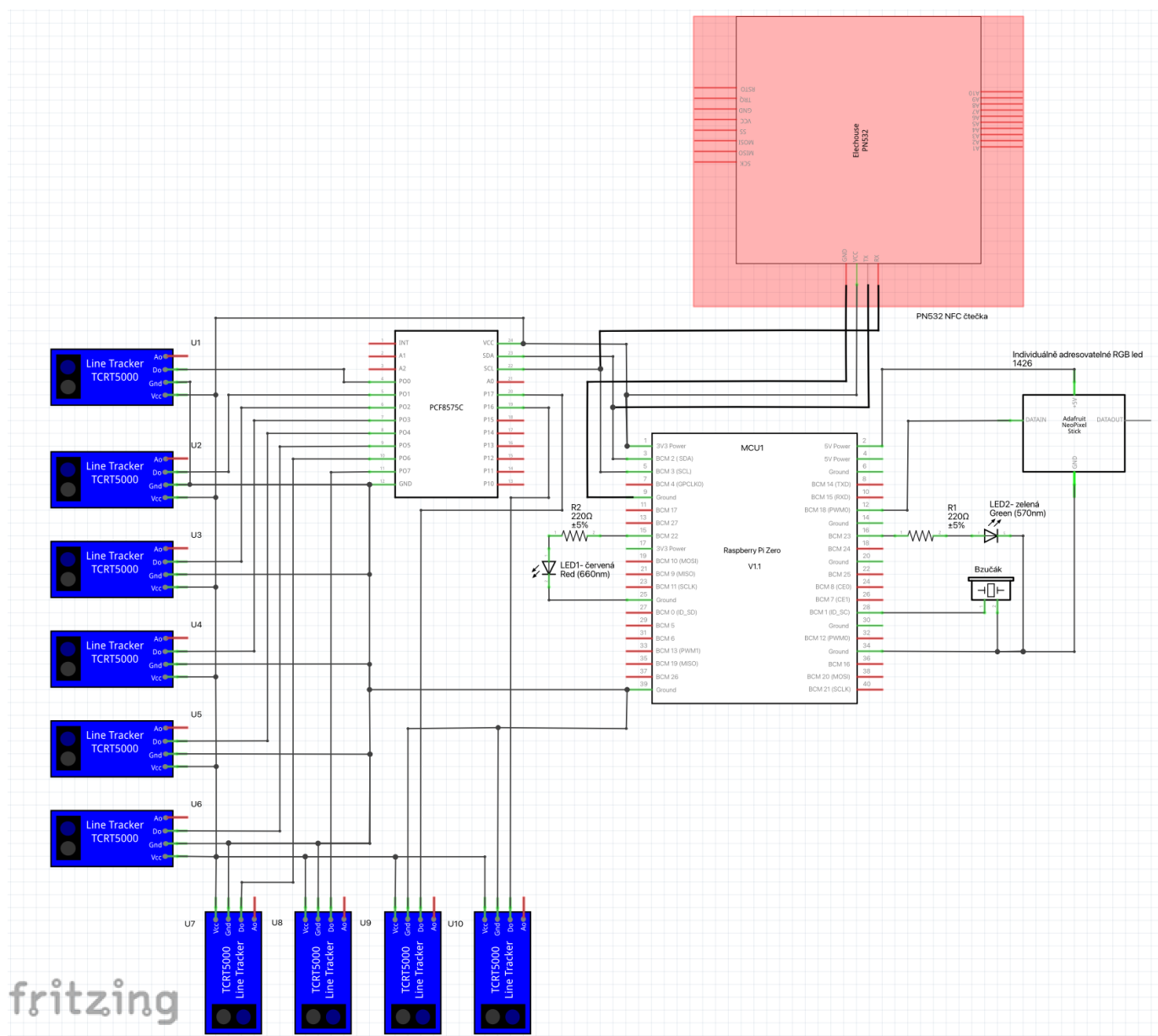
Seznam použité literatury a zdrojů informací

PCF-8575 Dokumentace (2024). URL: <https://michiel.vanderwulp.be/domotica/Modules/IO-expander-PCF8575/> (cit. 28.04.2024).

Pn532 návod (2024). URL: https://www.elechouse.com/elechouse/images/product/PN532_module_V3/PN532_%20Manual_V3.pdf (cit. 28.04.2024).

Raspberry Pi Zero Dokumentace (2024). URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#raspberry-pi-zero-w> (cit. 28.04.2024).

TRTC-5000 dokumentace (2024). URL: <https://electropeak.com/learn/interfacing-tcrt5000-ir-black-and-white-line-tracking-sensor-with-arduino/> (cit. 28.04.2024).



Obrázek 12: Schéma elektrického zapojení

Obrázek je možno najít na Githubu v plném rozhlíšení:

https://github.com/lukasvagner/Interaktivni_inventarni_system/blob/main/Schematic.png