



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno, Sokolská,
příspěvková organizace

MATURITNÍ PRÁCE

Emulátor konzole GameBoy

Studijní obor: Technické lyceum 78 – 42 – M/01

Třída: L4A

Školní rok: 2025/2026

Jméno: **Adam**

Příjmení: **Břicháček**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil jsem literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.

V Brně dne:

.....

Adam Břicháček

1 Úvod

Pico GameBoy (zkráceně Pico-GB) Emulátor jsem si vybral jako maturitní práci, protože mě přišla zajímavá emulace starých herních konzolí a celková emulace konzolí a dalších věcí, také mě přišlo zajímavé si vytvořit vlastní konzoli k tomu jako takový menší bonus.

K tomu abych docílil pravého pocitu hraní na originálním GameBoyi, které se dneska nedají jednoduše sehnat, jsem se snažil držet originálnímu designu, s tím že jsem ho chtěl vylepšit o svojí vlastní baterií, místo 4 AA bateriek nahradit baterií a nabíjením přes USB-C. Předpokládám, že Baterie by mohla mít lepší životnost než v originálu, neboť to není pořád zapnuté a komponenty co jsem vybral by neměli tolik čerpat energii z Baterie a pokud baterie bude dostatečně velká tak nebude potřeba nabíjet tak často. Další předpoklad je se zbavit originálních kazet, na které se vlezla max 1 - 2 hry (pokud to byla nějaká malá hra se speciálními edicemi tak klidně i 3, ale to jen velice vzácně) a nahradit ji SD kartou kam se vejde celá knihovna VŠECH her vydaných pro originálního GameBoye.

Tohle celé bych chtěl dosáhnout pomocí mikrokontroléru Raspberry Pi Pico, LCD displejem ILI9225, SD kartou a pár tlačítek, to by nám stačilo na původní rozjezd a pak jen přidat zbytek komponentů.

2 Text

2.1 Program v Pi Pico

2.1.1 Originální program

Program, který je nahrán na mikrokontrolér Raspberry Pi Pico, je fork (neboli modifikace) RP2040-GB od deltabeard. Tento program je založen na originálním kódu, který konvertuje soubory .gb (Game Boy) do čitelného jazyka C. Tento proces umožňuje spustit Game Boy hry na Raspberry Pi Pico po přidání pár řádků kódu. Díky této knihovně je možné psát na Game Boy dokonce i naše vlastní hry. Při vývoji vlastních her je však nutné vzít v potaz výkon samotného mikrokontroléru Raspberry Pi Pico. Je důležité, abychom neudělali hru příliš náročnou, aby mohla být spuštěna hladce na tomto zařízení. RP2040-GB je open-source projekt, který umožňuje vývojářům vytvářet vlastní hry a aplikace pro Game Boy. Tento

projekt je velmi aktivní a má velké množství přispěvatelů, kteří neustále vylepšují a rozšiřují jeho možnosti. Díky použití tohoto programu můžeme na Raspberry Pi Pico spustit širokou škálu her, od klasických Game Boy titulů až po vlastní tvorby. Je to skvělá možnost pro vývojáře, kteří chtějí vytvářet vlastní hry a aplikace pro Game Boy, a pro hráče, kteří chtějí hrát své oblíbené hry na novém zařízení. Vývoj vlastních her pro Game Boy na Raspberry Pi Pico vyžaduje určité znalosti programování v jazyce C, knihovně Raylib a znalosti o fungování mikrokontrolérů. Nicméně, díky dostupnosti zdrojového kódu a dokumentace, je možné se do tohoto světa snadno zapojit a začít vytvářet své vlastní hry a aplikace.

2.1.2 Modifikovaný program

Pico-GB od YouMakeTech, přidává několik významných vylepšení oproti původnímu kódu. Tato vylepšení zahrnují:

- Podpora klasických tlačítek: Program podporuje klasické tlačítka Game Boy, což umožňuje hráčům ovládat hry pomocí známých tlačítek A, B, Start, Select, Up, Down, Left a Right.
- Přetaktování mikrokontroléru na 266MHz: Program umožňuje přetaktování mikrokontroléru Raspberry Pi Pico na 266MHz, což zvyšuje výkon zařízení a umožňuje hladší běh her s vyšším počtem snímků za sekundu (~60 FPS). To zajišťuje, že hry běží plynuleji a bez zpoždění.
- I2S zvuková podpora: Program přidává podporu pro I2S zvuk, který umožňuje přehrávání 44.1kHz 16-bitového stereo audia. To znamená, že hry budou mít kvalitní zvuk, který odpovídá původnímu Game Boy zvuku.
- Podpora SD karet: Program umožňuje použití SD karet jako úložiště pro hry a jejich uložená data. SD karty musí být naformátované na FAT 32 a mít název úložiště PICO-GB. To umožňuje hráčům snadno ukládat a načítat své hry a uložená data.

Díky těmto vylepšením nabízí Pico-GB od YouMakeTech mnohem lepší herní zážitek než původní kód. Hry běží plynuleji, mají kvalitní zvuk a lze je snadno ukládat a načítat pomocí

SD karet. To vše činí Pico-GB velmi atraktivní volbou pro hráče, kteří chtějí hrát své oblíbené Game Boy hry na novém zařízení.

2.2 Součástky

Samotná Pico-GB se skládá z následujících součástí:

- Mikrokontrolér Raspberry Pi Pico, který je srdcem celého zařízení a poskytuje potřebný výkon pro emulaci her.
- 2,2 palcový ILI9225 LCD displej s rozlišením 176x220 pixelů, který poskytuje kvalitní obraz pro hraní her. Displej může být vybaven slotem pro microSD kartu, což umožňuje snadné načítání her a dalších souborů.
- Pokud displej není vybaven slotem pro microSD kartu, je nutné použít externí čtečku, která musí být připájena nebo připojena k zařízení.
- MAX98357 I2S mono zesilovač, který zajišťuje kvalitní zvukový výstup pro hraní her.
- 2W 8Ω reproduktor, který poskytuje hlasitý a kvalitní zvuk pro hraní her.
- 8 mikro 5x5x5mm tlačítek, která slouží jako ovládací prvky pro hraní her. Tlačítka jsou rozmístěna podobně originálnímu designu původního GameBoye, aby bylo možné snadno ovládat hry i z paměti.
- Pájecí pole, které umožňuje pájení a propojení všech součástí.
- Drátky, které slouží jako propojovací vodiče pro součástky.
- LiPol baterie 3000mAh 3.7V, která poskytuje dostatečnou kapacitu pro dlouhodobé hraní her.
- Nabíječka Li-ion článku TP4056 s ochranou USB-C, která umožňuje snadné nabíjení baterie bez poníčení.

- Plast na 3D tisk pro krabičku, který slouží jako ochranné pouzdro pro zařízení.

2.3 Konstrukce

2.3.1 Nahrávání programu

Nejjednodušší a zároveň nejbezpečnější je nahrát program na Raspberry Pi Pico ještě před samotnou konstrukcí, aby bylo možné otestovat, že všechny funkce komponentů fungují správně. Tím se vyhneme případným problémům při pájení nebo špatném zapojení.

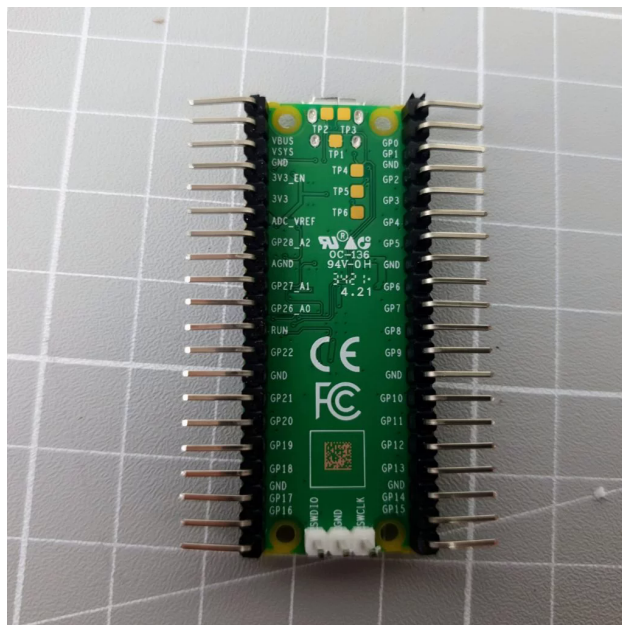
- Stáhněte nebo zkompilujte nejnovější verzi *Pico-GB* z oficiálního repozitáře na GitHubu pro získání `.UF2` souboru.
- Zmáčkněte a držte tlačítko **BOOTSEL** na Raspberry Pi Pico a připojte zařízení k počítači pomocí micro USB-B kabelu.
- Jakmile se Pico objeví jako nový disk **RPI-RP2** v systému, pusťte tlačítko **BOOTSEL**.
- Přetáhněte soubor s příponou `.UF2` do nově vzniklého disku. Tento soubor obsahuje kompletní program pro Pico.
- Raspberry Pi Pico se automaticky restartuje a spustí nahraný program.

Doporučení:

- Pokud program nespustí správně, zkontrolujte nejdříve správnost souboru `.UF2` a případně ho znovu zkompilujte.
- Při prvním nahrávání je vhodné mít připojený Pico jen k PC, bez dalších komponentů, aby se minimalizovalo riziko poškození.

2.3.2 Pájení konektorů na Pico

Pro připojení externích modulů k Raspberry Pi Pico je nutné připájet dva 20-pinové 2,54 mm pravoúhlé *male headery*. Alternativně lze použít přímé propojení drátů, pokud se jedná o experimentální zapojení.



Obrázek 1: Připájené nožky na Raspberry Pi Pico

Tipy pro pájení:

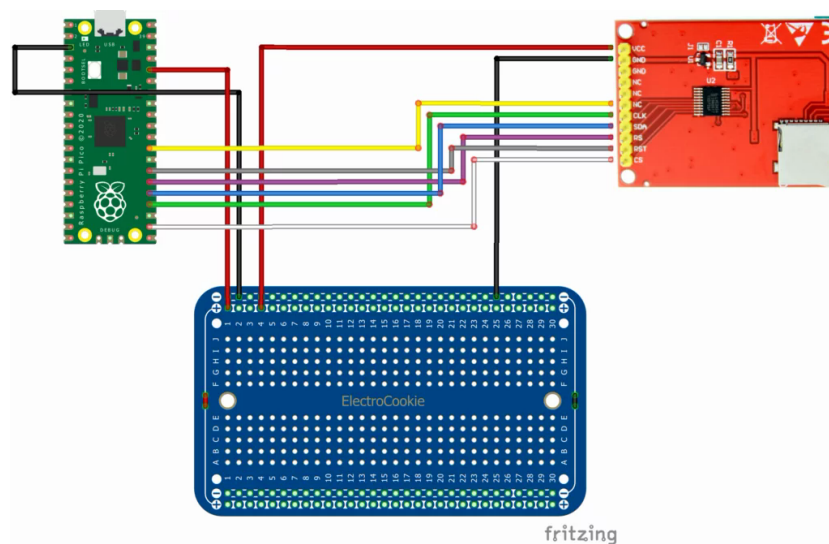
- Ujistěte se, že pájka je dobře roztavená a nevytváří zkratky mezi sousedními piny.
- Pokud pájíte poprvé, vyzkoušejte si pájení na staré nepoužívané desce.
- Po dokončení pájení doporučujeme vizuálně zkontrolovat všechny spoje a případně změřit kontinuitu multimetrem.

2.3.3 Připojení displeje k Raspberry Pi Pico

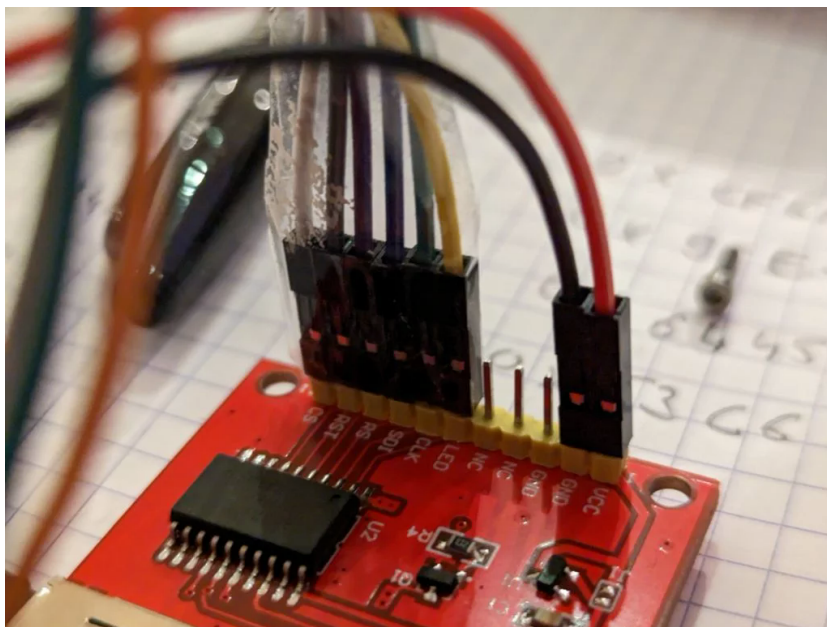
K připojení ILI9225 displeje použijeme kabely s délkou cca 20 cm s *female* konektory. Připojení se provádí podle následujícího schématu:

- LCD VCC = +3,3V (OUT) <- Červená
- LCD GND = GND <- Černá
- LCD CS = GP17 <- Bílá

- LCD CLK = GP18 <- Zelená
- LCD SDI = GP19 <- Modrá
- LCD RS = GP20 <- Fialová
- LCD RST = GP21 <- Šedá
- LCD LED (pokud je) = GP22 <- Žlutá



Obrázek 2: Zapojení Displeje



Obrázek 3: Příklad reálné zapojení displeje

Poznámky

- Ne všechny ILI9225 displeje mají pin LED. Pokud je přítomen, musí být připojený na +3,3 V nebo na napětí v rozsahu 0–3,3 V pro regulaci jasu, jinak displej nebude svítit.
- Pin VCC není připojen přímo k +3,3 V na Pico, protože tento výstup je omezen na jedno zařízení, proto je nutné připojit kabel k desce, z které budeme napájet více komponentů současně (např. displej + MAX98357 zesilovač).
- Zkontrolujte dvakrát všechna zapojení před napájením. I když Pico obvykle odolá drobným chybám, **zkrat mezi +3,3 V a GND může zařízení poškodit.**
- Při manipulaci s kabely dávejte pozor, aby nedošlo k poškození konektorů nebo pinů na desce.

Tipy pro testování:

- Po připojení displeje a napájení spusťte nahranný program, který rozsvítí displej.
- Pokud displej nefunguje správně, zkontrolujte zapojení pinů a polaritu napájení.
- Pro pohodlné ladění doporučuji použít barevně označené vodiče a poznámky k jejich propojení.

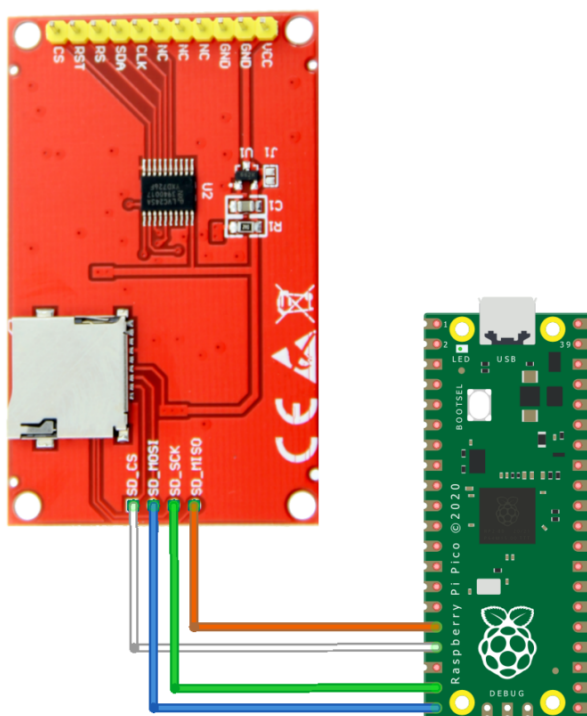
2.3.4 Přípravování SD karty

MicroSD / SD karta je použita pro ukládání ROM her a postupu v nich. Pro tento projekt je potřeba zformátovaná FAT32 karta s ROM her, které legálně vlastníme. ROMky musí mít příponu .gb jinak nebudou identifikovány programem. ROMky se musí nacházet v root složce.

- Připojte svou SD kartu k počítači a naformátujte ji na FAT32
- Zkopírujte vaše .gb soubory do rootu složky SD karty
- Připojte SD kartu do ILI9225 SD slotu
- Insert the SD card into the ILI9225 SD card slot using a Micro SD adapter

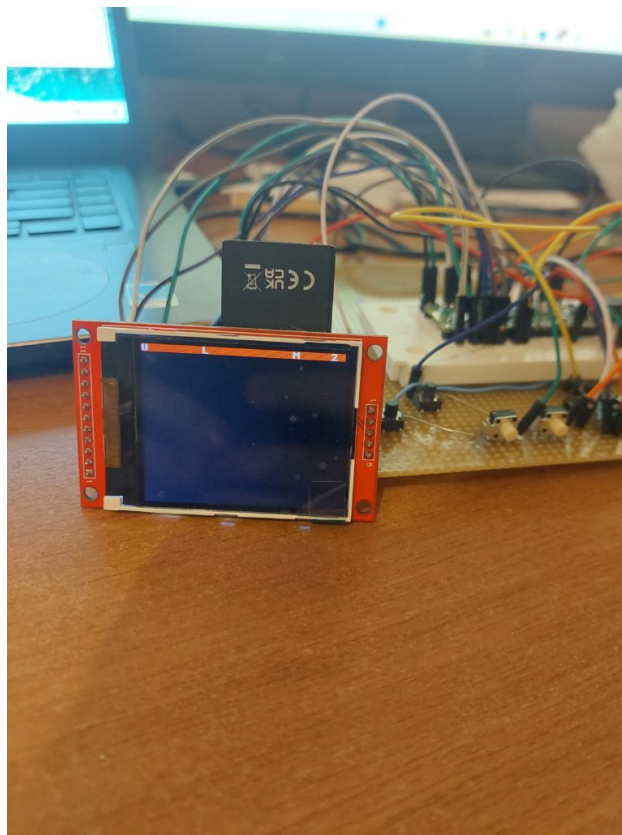
2.3.5 Připojování SD karty do čtečky

- SD MISO = GP12 = ORANGE
- SD CS = GP13 = WHITE
- SD SCK = GP14 = GREEN
- SD MOSI = GP15 = BLUE



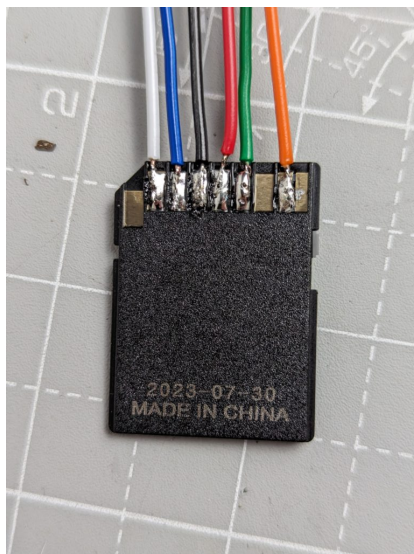
Obrázek 4: Připojení čtečky z displeje

ILI9225 SD čtečka nefungje vždy správně, když to se stane, Pico nedokáže komunikovat se zařízením a zobrazí náhodné charaktery místo názvu her:



Obrázek 5: Špatné spojení s čtečkou

Podkud se to stane, tak můžeme napájet na piny přímo adaptér na SD kartu k Picu, jak na obrázku dole. Jako bonus musíme k bílému, modrému, zelenému, oranžovému drátu na SD kartě připájet k Picu 3,3V (červený drát) a k zemi (GND - černý drát):



Obrázek 6: Přímé spojení s čtečkou

Po připojení dipleje a čtečky SD karty do Pica, můžeme zkontrolovat, že obrazovka funguje správně po připojení Pica přes USB. Pokud vše funguje tak jak má, uvidíme menu s výběrem her!



Obrázek 7: Přímé spojení s čtečkou

Poděkování

Například:

Děkuji za a za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytoval/a.

Zadání

Dostanete od vyučujícího.

Obsah

1	Úvod	3
2	Text	3
2.1	Program v Pi Pico	3
2.1.1	Originální program	3
2.1.2	Modifikovaný program	4
2.2	Součástky	5
2.3	Konstrukce	6
2.3.1	Nahrávání programu	6
2.3.2	Pájení konektorů na Pico	6
2.3.3	Připojení displeje k Raspberry Pi Pico	7
2.3.4	Připravování SD karty	10
2.3.5	Připojování SD karty do čtečky	10
3	Úvod	18
	Seznam použitých značek a symbolů	18
4	Název první kapitoly	19
4.1	První článek	19
4.1.1	Co se očekává v textu	19
4.2	Zálohování textu	19
4.2.1	Lorem ipsum	19
4.3	Počítadlo znaků a řádků	20
4.4	Příkazy pro umístění obrázků	20
4.5	Ukázky citací	20
5	Závěr	22
	Literatura a další zdroje	23
	Seznam obrázků	24

Seznam tabulek	25
Další přílohy	26

3 Úvod

Do úvodu patří:

- proč jsem si zvolil dané téma
- výchozí situace a předpoklady
- cíle práce, čeho chci dosáhnout
- jak asi toho chci dosáhnout (zhruba, stručně)

Obvyklá délka úvodu je cca $1/2 - 3/4$ stránky, ale může mít i více. Neměl by mít podstatně méně. Píšete jej až poté, co je hotový text práce.

Seznam použitých značek a symbolů

Pokud pro něj máte použití.

4 Název první kapitoly

4.1 První článek

4.1.1 Co se očekává v textu

Všechny texty a nadpisy si samozřejmě upravíte podle svého . . .

Text by měl obsahovat vše co slibujete v úvodu, včetně dostatečně podrobného popisu použitých metod řešení, všech získaných výsledků, i záporných – když zjistím, že je něco úplně jinak, je to taky výsledek. Je možné zmínit i důležitější slepé uličky, kterými jste museli projít. Z výsledků samozřejmě vyvodíte podrobné závěry, které se potom stručně shrnou na konci práce.

4.2 Zálohování textu

Když budete cokoli psát, ukládejte starší verze vždy odděleně, abyste se k nim mohli kdykoli vrátit. Kusy textu, které jste se rozhodli nepoužít, taky ukládejte do zvláštního souboru (např: *odkladiste.tex*). Smazat se to dá vždycky, ale psát to znova je zbytečné.

A POŘÁD ZÁLOHUJTE. POŘÁD !!!

Ideální pro zálohy větších projektů typu ročníková práce nebo třeba návrh webu je verzovací systém git (např. [zde](#) a [zde](#)) a server [github](#) nebo [bitbucket](#).

4.2.1 Lorem ipsum

Někdy potřebujeme vědět, jak bude text vypadat zformátovaný, ale onen text ještě třeba nemáme. V takovém případě se může hodit generátor pseudo-latinského textu *Lorem ipsum*. Výsledek jeho práce si zde můžete prohlédnout [zde](#):

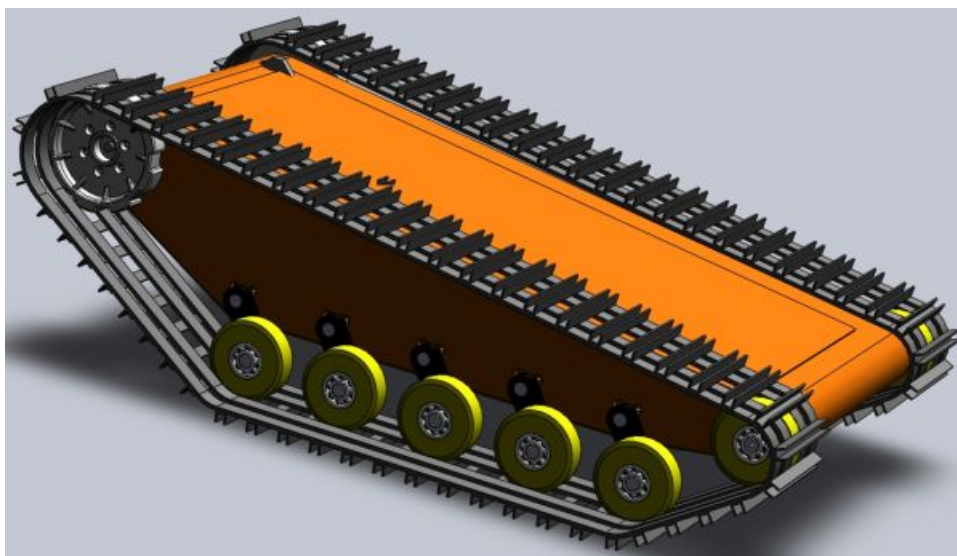
4.3 Počítadlo znaků a řádků

4.4 Příkazy pro umístění obrázků

Na úvod jedna dost podstatná informace: **velké obrázky patří do příloh** (1/2 polovina strany a více), pouze menší obrázky mohou být v textu.

Další také podstatná informace: **obrázky do textu vkládejte zkomprimované**. Na běžný obrázek do textu s rezervou stačí velikost cca 600x400 bodů, což odpovídá velikosti v desítkách kB. Komprimací obrázků se masivně zmenšuje velikost výsledného pdf souboru (a v případě použití gitu velikost repozitáře).

Obrázek 8 bude umístěn přesně tam, kde ho máte v textu:



Obrázek 8: 3D model – přesné umístění obrázku

4.5 Ukázky citací

Parametry měniče napětí LM2567 zjistíte v jeho datasheetu [1]. Jak správně tento datasheet očitovat, si přečtete v [2] na straně 7. Další podrobnosti o citační normě a vysvětlení použitého citačního stylu `czplain` najdete v [3]. Hodně informací o stylu `czplain` najdete také přímo ve zdrojovém souboru

stylu *czplain.bst* přímo v adresáři této šablony. Další příkazy a informace o systému L^AT_EX najdete v knize [\[4\]](#).

5 Závěr

I pro závěr platí, že obvyklá délka je cca $1/2 - 3/4$ stránky, ale může mít i více. Neměl by mít podstatně méně. Píšete jej také až poté, co je hotový text práce.

V závěru byste měli uvést:

- znovu cíle práce, ale na rozdíl od úvodu v minulém čase
- jak bylo nebo nebylo těchto cílů dosaženo
- důležité výsledky, ke kterým jste dospěli

<https://www.seznam.cz>

Nezapomeňte, že každý čte napřed anotaci, obsah, úvod a závěr. Teprve když toto čtenáře zaujme, bude (možná) číst i vlastní text. Toto platí i pro všechny Vaše budoucí práce. (Samozřejmě se to netýká hodnotitelů.)

Literatura a další zdroje

- [1] TEXAS INSTRUMENTS. *LM2567* [online]. 1999, Aktualizováno květen 2021 [cit. 29. března 2009]. Dostupné na: <https://www.ti.com/lit/ds/symmlink/lm2576hv.pdf>.
- [2] KRČÁL, Martin, Karolína Krbcová a Jakub Horák. *Citujme jednoduše: instrukce pro vyučující středních škol* [online]. Brno: Ucimcitace.cz, 2015 [cit. 3. 2. 2023]. 14 s. Dostupné na: <https://www.citace.com/download/Citujte-jednoduse.pdf>.
- [3] PYŠNÝ, Radek. *BiBTeX styl pro ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2*. Brno: VUT Brno, 2009. Bakalářská práce. Dostupné na: <https://www.fit.vut.cz/study/thesis/7848/.cs>.
- [4] RYBIČKA, Jiří. *L^AT_EX pro začátečníky*. 3. vyd. Brno: Konvoj, 2003. 238 s. ISBN 80-7302-049-1.

Seznam obrázků

1	Připájené nožky na Raspberry Pi Pico	7
2	Zapojení Displeje	8
3	Příklad reálné zapojení displeje	9
4	Připojení čtečky z displeje	11
5	Špatné spojení s čtečkou	12
6	Přímé spojení s čtečkou	13
7	Přímé spojení s čtečkou	13
8	3D model – přesné umístění obrázku	20

Seznam tabulek

Další přílohy

Například grafy, schémata a nebo obrázky na celou stránku.