



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

ROČNÍKOVÁ PRÁCE

Téma:

Model průmyslového šestiosého robota

Autor práce: Matěj Svoboda
Třída: 3.L
Vedoucí práce: Jiří Švihla
Dne: 30. 4. 2025
Hodnocení:



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

ZADÁNÍ ROČNÍKOVÉ PRÁCE	
Školní rok	2024/ 2025
Studijní obor	78 – 42 – M/01 Technické lyceum
Jméno a příjmení	Matěj Svoboda
Třída	3.L
Předmět	Kybernetika
Hodnoceno v předmětu	Kybernetika
Téma	Model průmyslového šestiosého robota
Obsah práce	<p>Pendant – Návrh a realizace uživatelského rozhraní pro řízení průmyslového robota.</p> <ul style="list-style-type: none">• Výběr komponentů (20.12.24)• Prototyp pendantu (24.1.25)• Připojení pendantu k softwaru robota (28.2.25)• Tvorba dokumentace (28.3.25)
Zadávací učitel Příjmení, jméno	Švihla Jiří
Termín odevzdání	30. dubna 2025

V Plzni dne: 29. 11. 2024

Mgr. Jan Syřínek, v.r.
Zástupce ŘŠ, zástupce statutárního orgánu
Vedoucí organizace VOŠ, SŠ, DM

Obsah

1	Úvod	6
2	Cíle	7
2.1	Hardwarové cíle	7
2.2	Softwarové cíle	7
3	Komponenty	8
3.1	Raspberry Pi Pico W	8
3.2	Nextion Intelligent displej	9
4	Využitý software	10
4.1	Nextion editor	10
4.2	Thonny	10
4.3	Autodesk Inventor	12
4.4	KiCad	12
5	Komunikace	13
5.1	Komunikace Raspberry Pi Pico s Nextion displejem	13
5.2	Komunikace pendantu s řídicí skříní	13

6	3D model	15
7	Kód	16
7.1	Main.py	16
7.2	NextionProstredi.hmi	16
	Závěr	19
	Přílohy	I

Anotace a poděkování

Přes mojí ročníkovou práci jsem se zabýval tvorbou zařízení pro jednoduché ovládání modelu průmyslového robota. Hlavním cílem bylo vytvořit jednoduchý, ale spolehlivý design z běžných komponentů. Ostatní díly průmyslového robota dělali Daniel Hornek a Tomáš Kubín.

Chtěl bych poděkovat YouTube kanálu Cheapcontrols za jejich rozsáhlou knihovnu tutoriálů o Nextion displejích, vedoucímu práce Jiřímu Švihlovi za doporučení Nextion displejů a podporu při zpracování této ročníkové práce.

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

Prohlašuji, že jsem nástroje UI využil v souladu s principy akademické integrity a že na využití těchto nástrojů v práci vhodným způsobem odkazuji.

Nesouhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.

V Plzni dne 30. 4. 2025

Podpis:

1 Úvod

V rámci této ročníkové práce jsem se zaměřil na návrh a realizaci ovládacího zařízení – pendantu – pro model průmyslového robota. Hlavním cílem bylo vytvořit kompaktní, spolehlivé a uživatelsky přívětivé zařízení, které umožní jednoduché ovládání robota v různých provozních podmínkách.

Práce zahrnovala nejen výběr vhodných hardwarových komponentů, ale i návrh vlastního plošného spoje, programování mikrokontroléru, tvorbu uživatelského rozhraní na dotykovém displeji a návrh ochranného krytu pomocí 3D modelování.

2 Cíle

Cílem projektu bylo vytvořit kompaktní, přenosné a uživatelsky přívětivé zařízení, které umožní operátorům jednoduše ovládat a nastavovat robota v různých provozních podmínkách.

2.1 Hardwarové cíle

Hlavním cílem hardwarové části bylo navrhnout ergonomický a odolný ovládací panel (pendant), který bude vhodný pro použití v náročném průmyslovém prostředí a zároveň mohl být . Pendant měl být kompaktní, umožňovat pohodlné ovládání jednou rukou a zároveň integrovat spolehlivé snímání pohybů joysticku pro plynulé řízení všech šesti os robota. Součástí návrhu bylo také začlenění fyzických tlačítek pro rychlou navigaci v uživatelském prostředí.

2.2 Softwarové cíle

V oblasti softwaru bylo cílem vyvinout program pro mikrokontrolér Raspberry Pi Pico, který by zajišťoval rychlou a spolehlivou komunikaci mezi pendantem a řídicím systémem robota. Bylo nutné implementovat čtení a zpracování signálů z joysticku i tlačítek. Bylo také nutné vytvořit

3 Komponenty

3.1 Raspberry Pi Pico W

Jako hlavní řídicí jednotku ovládacího panelu jsem si zvolil mikrokontrolér Raspberry Pi Pico W. Jedná se o výkonnou desku založenou na dvoujádrovém procesoru ARM Cortex-M0+ s podporou bezdrátového připojení Wi-Fi [2]. Výběr této komponenty byl motivován její univerzálností, jednoduchou integrací a cenovou dostupností. Velkou výhodou byla rovněž rozsáhlá komunitní podpora. Rozhodujícími faktory pro volbu této desky bylo dostatečné množství vstupně-výstupních pinů pro ovládací prvky a nízká spotřeba energie.

Osobně jsem využil jen programování v MicroPythonu, ale deska podporuje programování i v jazycích Arduino IDE a C/C++.

Deska Raspberry Pi Pico je napájena pomocí přívodu z řídicí skříně přes pin VSYS. Pin VSYS na Raspberry Pi Pico slouží jako vstup napájení, který přijímá širší rozsah vstupního napětí než standardní USB port.

Využity jsou oba UART kanály, první pro komunikaci s displejem, který využívá pinů 1 (GP0) a 2 (GP1). Druhý kanál je využíván ke komunikaci s řídicí skříní a využívá tím piny 6 (GP4) a 7 (GP5).

3.2 Nextion Intelligent displej

Pro zobrazování uživatelského rozhraní a interaktivní ovládání jsem nechtěl využívat displej, pro který bych musel samotné prostředí zcela naprogramovat, proto jsem použil dotykový displej značky Nextion, konkrétně ze série Intelligent. Tato série displejů je určena i pro náročnější aplikace, kde je požadováno rychlé vykreslování grafiky, podpora pokročilých vizuálních efektů a práce s animacemi. Intelligent displeje mají vlastní procesor a paměť, což umožňuje zpracování grafického rozhraní přímo na displeji bez zatěžování hlavního řídicího mikrokontroléru [3]. Díky podpoře větší kapacity paměti je možné vytvářet rozsáhlé projekty s více stránkami a komplexní grafikou. Výhodou displejů Nextion je také dostupnost vlastního vývojového prostředí (Nextion Editor), které mi značně usnadnilo tvorbu a správu uživatelského rozhraní.

Displej je samotný programovatelný jen v jazyce C, jeho editor mi ale umožnil se programování skoro vyhnout, jediné, co jsem musel programovat, byl výběr stránek pomocí a posílání dat přes Nextion protokol.

Displej je stejně jako deska napájen přes VSYS na Raspberry Pi Pico, kterým je přiváděno napětí z řídicí skříně.

4 Využitý software

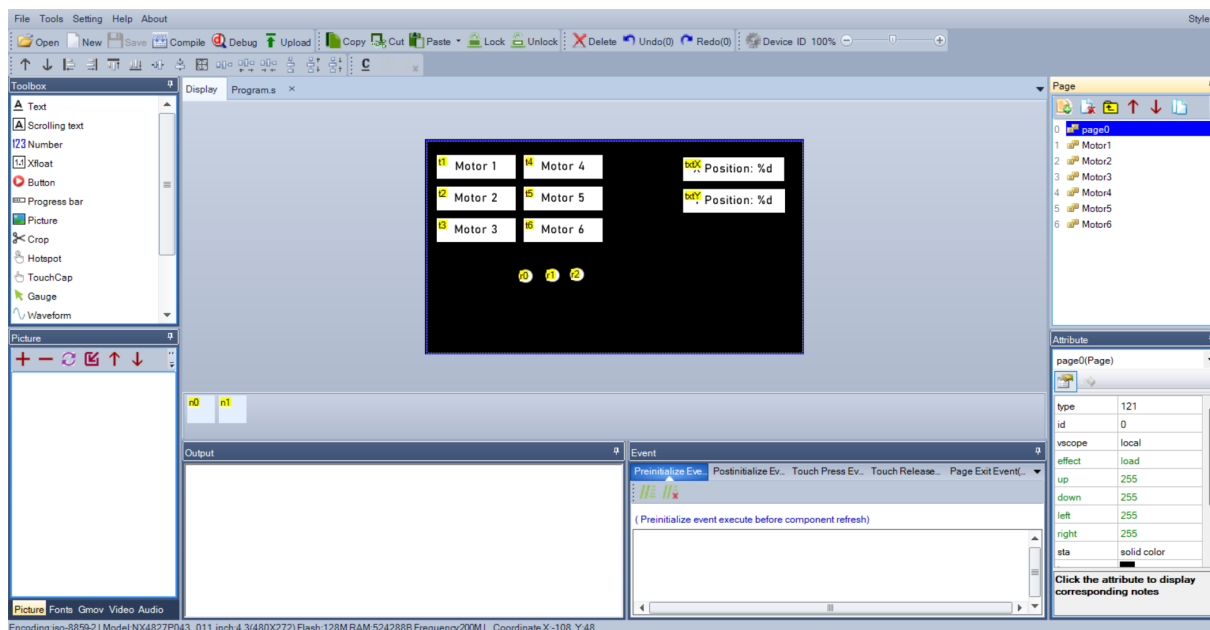
Při realizaci své ročníkové práce – ovládacího panelu pro model průmyslového robota – jsem si pečlivě vybíral návrhové programy s ohledem na jejich vhodnost k jednotlivým částem projektu.

4.1 Nextion editor

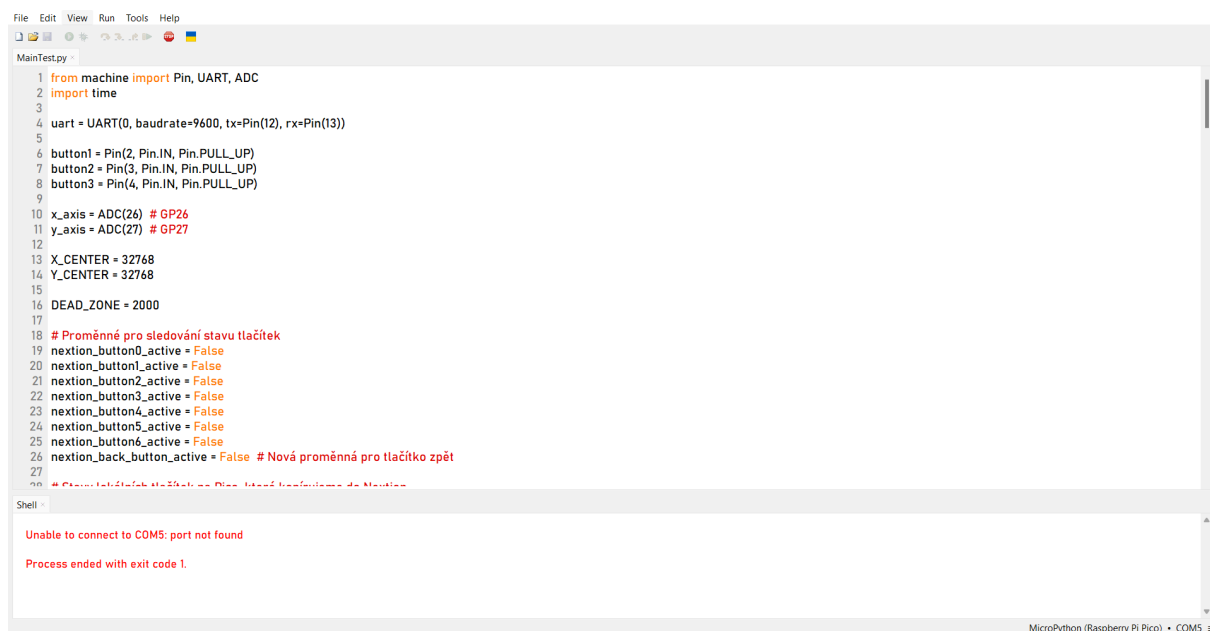
Pro návrh uživatelského rozhraní na dotykovém displeji jsem využil software Nextion Editor. Tento program je určen výhradně k tvorbě grafického rozhraní pro displeje Nextion. Nabízí přehledné prostředí pro umisťování a konfiguraci grafických prvků, jako jsou tlačítka, textová pole, posuvníky a grafy [1]. Mezi hlavní přednosti editoru patří intuitivní ovládání, možnost náhledu výsledného rozhraní přímo v editoru a jednoduchá správa více stránek (obrazovek) v rámci jednoho projektu 4.1. Díky těmto vlastnostem jsem mohl snadněji a efektivněji vytvořit uživatelské rozhraní bez nutnosti hlubšího programování.

4.2 Thonny

Pro programování mikrokontroléru jsem si zvolil integrované vývojové prostředí Thonny. Jedná se o jednoduché a přehledné IDE 4.2, které je vhodné zejména pro začínající programátory, ale nabízí i dostatečné možnosti pro složitější projekty. V rámci práce jsem v Thonny využíval jazyk MicroPython, který je optimalizován pro mikrokontroléry a umožňuje efektivní správu vstupně-výstupních zařízení. Oproti jiným prostředím jsem našel v Thonny výhodu v intuitivním rozhraní a snadném nahrávání kódu do zařízení.



Obrázek 4.1: Prostředí Nextion editoru s otevřeným projektem [Zdroj: Vlastní]



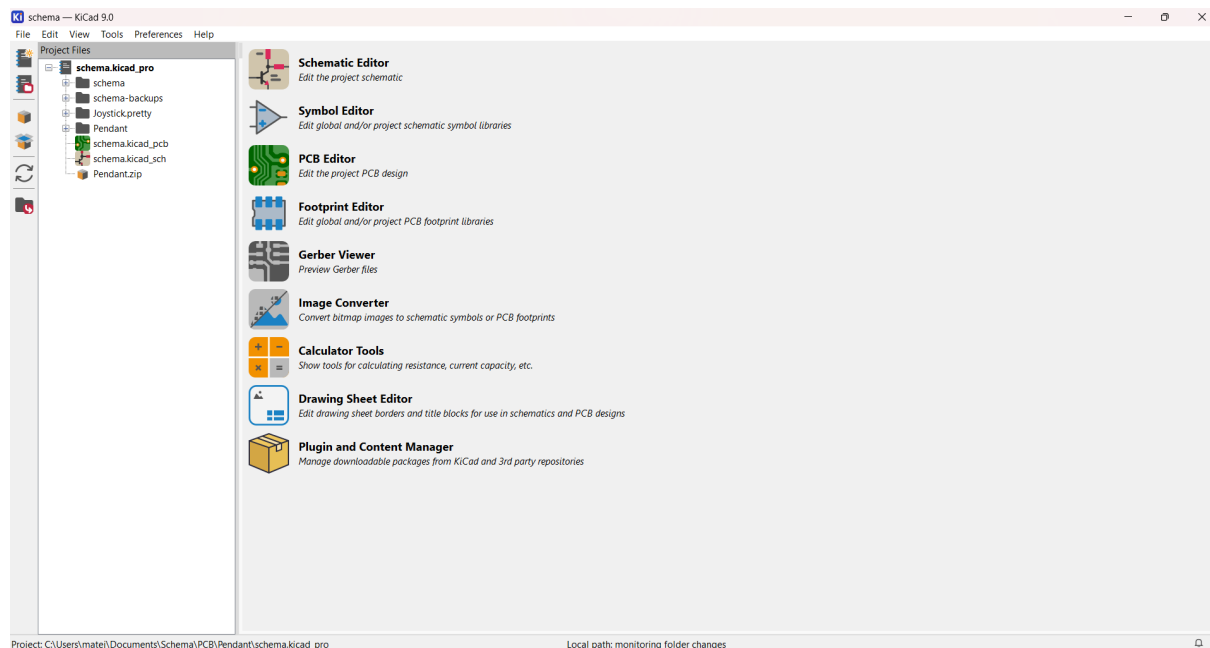
Obrázek 4.2: Prostředí Thonny s rozpracovaným projektem [Zdroj: Vlastní]

4.3 Autodesk Inventor

Pro 3D modelování ochranných částí ovládacího panelu jsem využil software Autodesk Inventor. Tento program jsem si zvolil především proto, že s ním běžně pracujeme v hodinách průmyslové grafiky a designu, a mám s ním tudíž praktické zkušenosti. Inventor pro mne nabízel hlavně tvorbu sestavy, do které jsem mohl importovat moji PCB desku, abych mohl zkontrolovat, jestli vše je na správném místě.

4.4 KiCad

Pro návrh elektroniky jsem si vybral KiCad, protože je to volně dostupný open-source program, který nabízí všechny potřebné funkce pro návrh schémat i plošných spojů 4.3. Oproti jiným profesionálním nástrojům je zdarma a přitom umožňuje velmi detailní a přesné návrhy, včetně generování 3D náhledů desek. Díky široké komunitě jsem také snadno našel návody a podporu.



Obrázek 4.3: Úvodní prostředí Kicad s výběrem jednotlivých funkcí [Zdroj: Vlastní]

5 Komunikace

5.1 Komunikace Raspberry Pi Pico s Nextion displejem

Raspberry Pi Pico komunikuje s Nextion dotykovým displejem přes rozhraní UART (sériová linka). Pico odesílá textové příkazy (například změnu hodnoty na displeji, aktualizaci textu) a zároveň přijímá data o událostech (například stisknutí tlačítka). Každý příkaz zaslaný z Pico na Nextion je ukončen třemi bajty `0xFF 0xFF 0xFF`, což je požadavek protokolu Nextion displejů [1].

Displej Nextion při interakci (stisk tlačítka) automaticky pošle přes UART specifickou sekvenci dat, kterou Pico přijme a analyzuje: Pokud se zjistí, že šlo o stisk určitého tlačítka, nastaví se v programu příznak, že dané tlačítko bylo aktivováno. Joystick je snímán přes analogové vstupy (ADC) a jeho poloha je periodicky posílána zpět na displej, aby uživatel viděl aktuální hodnoty.

5.2 Komunikace pendantu s řídicí skříní

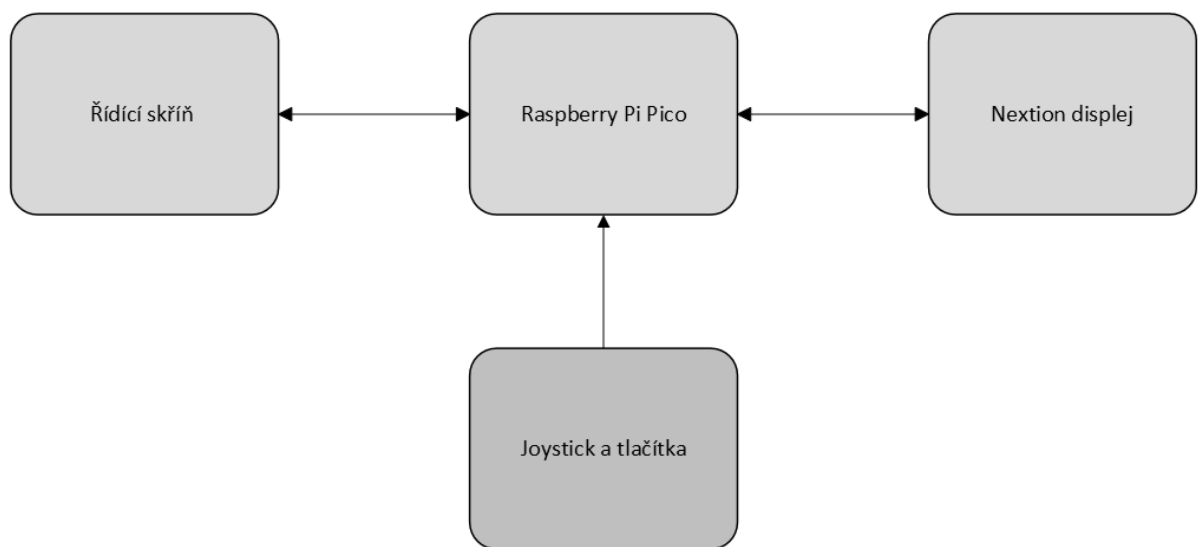
Pendant a řídicí skříň komunikují přes rozhraní UART. Pendant odesílá řídicí skříně data o poloze joysticku a stavech tlačítek a přijímá od ní instrukce nebo data pro aktualizaci svého displeje.

Data o poloze joysticku jsou získávána pomocí ADC převodníků, které převádějí analogové signály z joysticku na digitální hodnoty. Tyto hodnoty jsou následně zpracovány a odesílány přes UART.

Stavy tlačítek na pendantu jsou detekovány jako digitální vstupy. Při stisku nebo uvolnění tlačítka se odešle odpovídající signál přes UART do řídicí skříně.

Řídicí skříň interpretuje přijatá data a provádí příslušné akce. Může také odesílat zpět data

na pendant, například textové příkazy pro aktualizaci informací na displeji pendantu. Pro zajištění spolehlivé komunikace se používají protokoly, které definují formát odesílaných dat a způsob jejich zpracování na obou stranách. Pro podrobnější informace se obraťte na práci Tomáše Kubína, ve které je tento protokol vysvětlen v sekci 4.1.

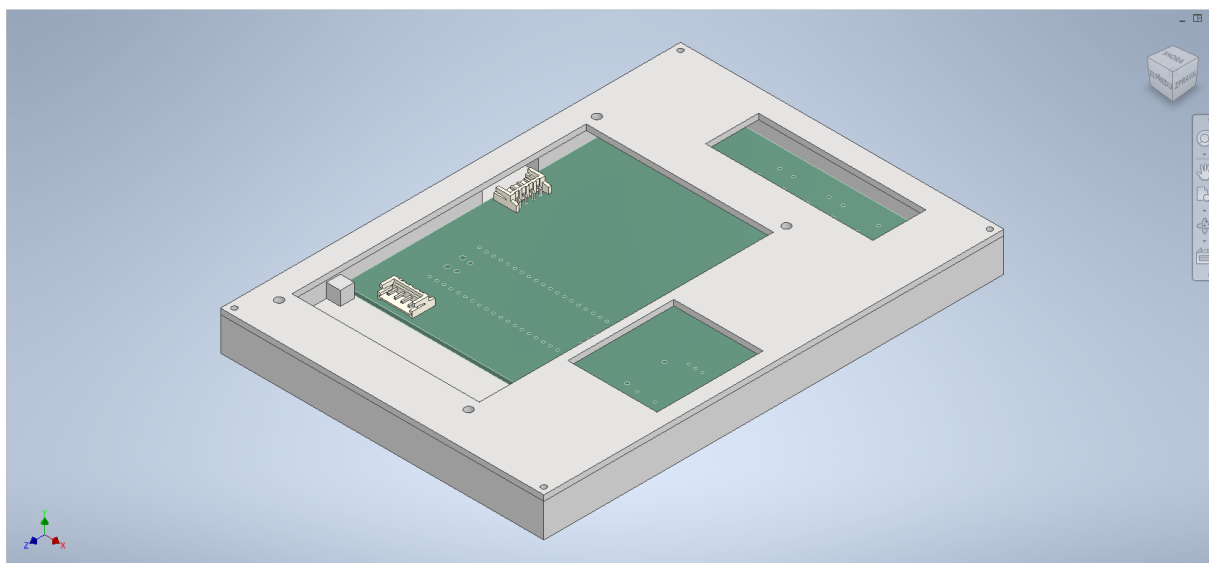


Obrázek 5.1: Diagram komunikace [Zdroj: Vlastní]

6 3D model

Pro ochranu vnitřních prvků pendantu jsem se rozhodl navrhnout ochrannou krabičku. Snažil jsem se, aby byl její design co nejvíce modulární – proto jsem ji rozdělil na horní a dolní část. Tento přístup umožňuje v případě poruchy snadnou výměnu jakéhokoliv jednotlivého prvku bez nutnosti měnit celé zařízení.

Krabičku jsem navrhoval podle rozměrů plošného spoje (PCB), aby bylo uvnitř dostatek místa pro všechny součásti a zároveň zůstala zachována kompaktnost konstrukce. Pro ověření přesnosti návrhu jsem si PCB naimportoval do programu Autodesk Inventor. Následně jsem vytvořil sestavu, kde jsem spojil obě části krabičky společně s deskou plošných spojů 6.1, abych mohl zkontrolovat správné usazení všech komponentů a případně doladit drobné detaily.



Obrázek 6.1: Sestava s plošným spojem [Zdroj: Vlastní]

7 Kód

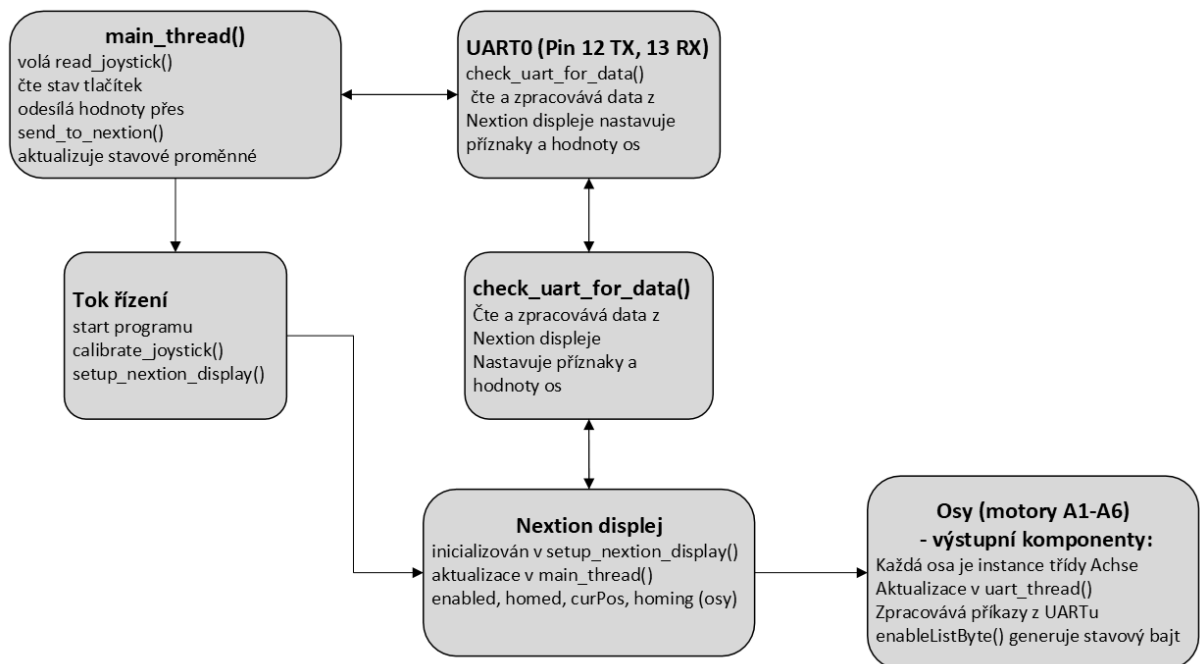
7.1 Main.py

Tento program je určen pro mikrokontrolér Raspberry Pi Pico W, který komunikuje s dotykovým displejem Nextion přes UART. Kód inicializuje spojení, nastaví tři fyzická tlačítka a joystick, jehož pohyby snímá pomocí analogových vstupů. Po spuštění proběhne kalibrace joysticku pro přesné určení středové polohy. Program také připraví Nextion displej – nastaví výchozí stránku a resetuje hodnoty zobrazených prvků.

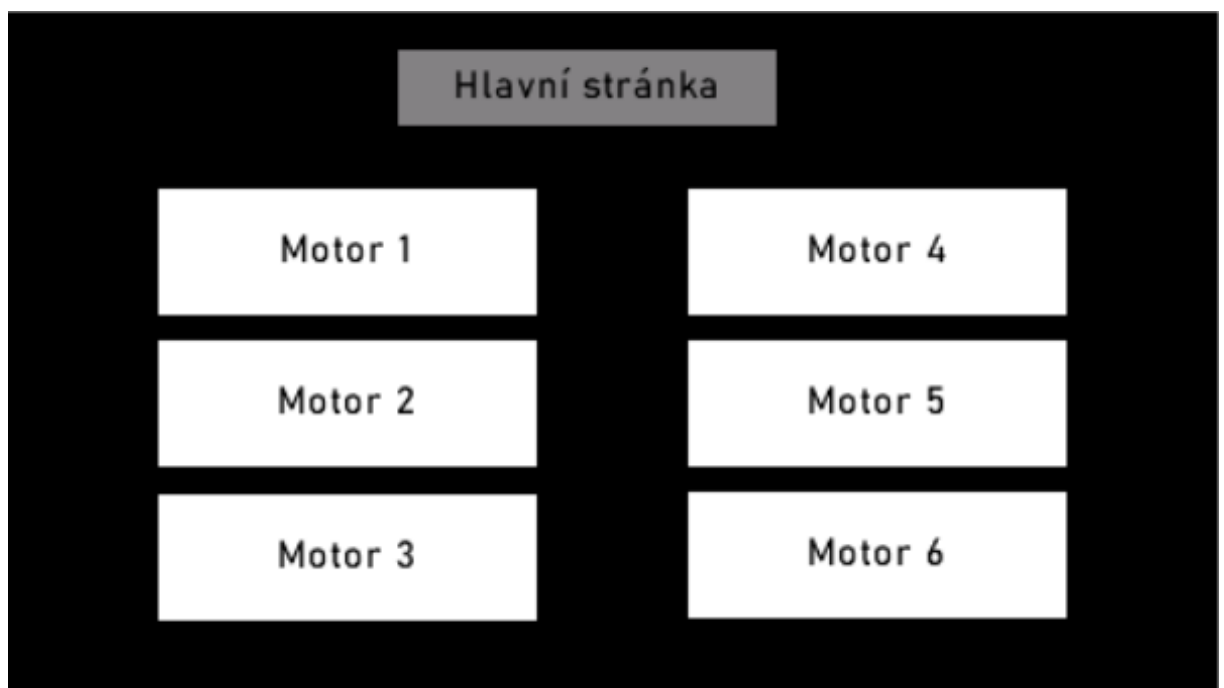
V hlavní smyčce se průběžně čtou aktuální hodnoty joysticku a aktualizují se na displeji. Sleduje se stav fyzických tlačítek a jakékoli změny se ihned promítnou i na Nextion displej. Současně se přijímají události z dotykových tlačítek na displeji a podle potřeby se vyvolají odpovídající akce. Program tedy zajišťuje plynulou interakci mezi fyzickými prvky, joystickem a dotykovým rozhraním, a umožňuje snadné ovládání celého systému. 7.1

7.2 NextionProstredi.hmi

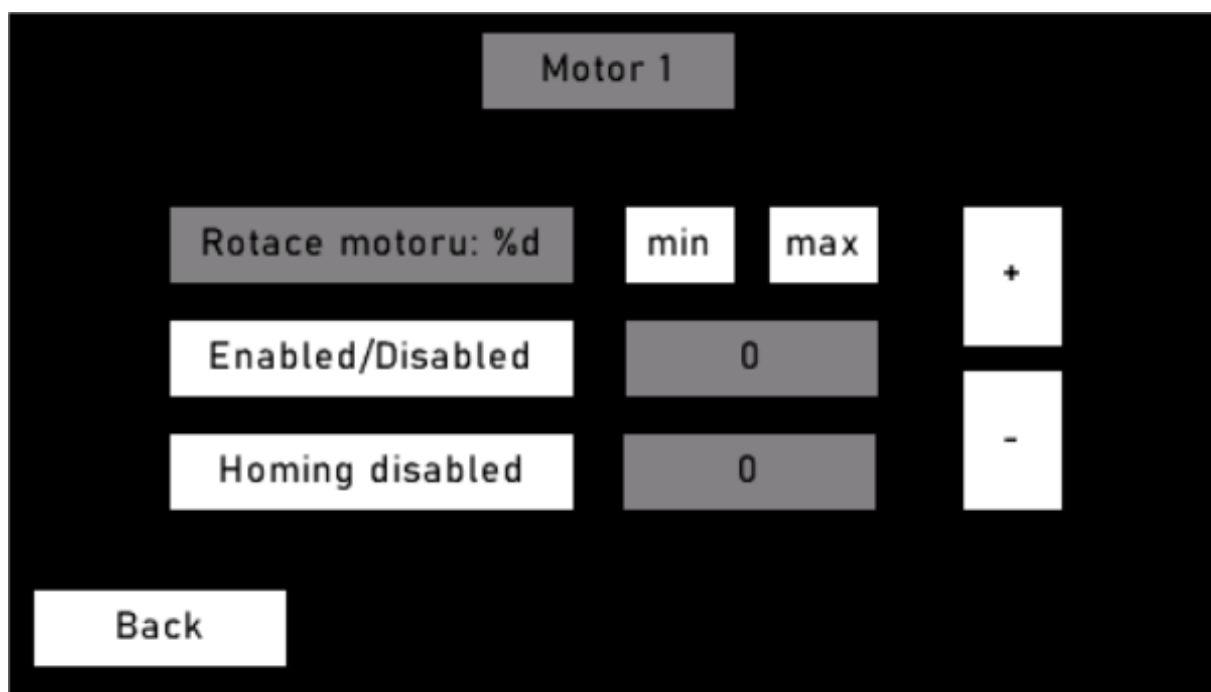
Prostředí na displeji, jde rozdělit na hlavní stránku 7.2, ve které jsou tlačítka vedoucí k stránkám s dostupnými motory za pomoci funkce `page`. Stránky s motory obsahují jméno motoru, rotaci motorů, pokud je zapnutý nebo vypnutý homing k ose a pokud je motor povolen se otáčet. Na stránkách motorů je také tlačítko pro úpravu rotace a tlačítko, které zavede uživatele zpět na hlavní stránku 7.3.



Obrázek 7.1: Diagram programu Main.py [Zdroj: Vlastní]



Obrázek 7.2: Hlavní stránka prostředí ukazující dostupné motory [Zdroj: Vlastní]



Obrázek 7.3: Stránka motoru 1 [Zdroj: Vlastní]

Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit ovládací zařízení pro model průmyslového robota.

Jako nováček v oblasti elektrotechniky jsem s výsledkem zařízení spokojený. Samozřejmě se během práce objevily chyby, například špatný výběr některých komponentů, které musely být následně nahrazeny, což vedlo k mírnému navýšení nákladů. Tyto chyby však měly jen malý dopad na finální produkt a do budoucna vím, jak podobným problémům lépe předcházet.

Díky této práci jsem získal mnoho nových zkušeností, zejména při návrhu vlastní desky plošných spojů v programu KiCAD a také při seznamování s produkty Nextion.

Seznam obrázků

4.1	Prostředí Nextion editoru s otevřeným projektem [Zdroj: Vlastní]	11
4.2	Prostředí Thonny s rozpracovaným projektem [Zdroj: Vlastní]	11
4.3	Úvodní prostředí Kicad s výběrem jednotlivých funkcí [Zdroj: Vlastní]	12
5.1	Diagram komunikace [Zdroj: Vlastní]	14
6.1	Sestava s plošným spojem [Zdroj: Vlastní]	15
7.1	Diagram programu Main.py [Zdroj: Vlastní]	17
7.2	Hlavní stránka prostředí ukazující dostupné motory [Zdroj: Vlastní]	17
7.3	Stránka motoru 1 [Zdroj: Vlastní]	18

Bibliografie

- [1] Cheap Controls. *Nextion Displays*. Online; citováno 28. dubna 2025. Vydáno: 2020-2025. URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLG0jlGENB8gXVvR9ke2SgF0XTT1dB>
- [2] Gareth Halfacree. *The Official Raspberry Pi Beginner's Guide*. Online; citováno 28. dubna 2025. Raspberry Pi Press: Raspberry Pi Press, říj. Vydáno: 2023. ISBN: 9781912047277, 1912047276.
- [3] Nextion. *Intelligent Series Introduction*. Online; citováno 28. dubna 2025. Vydáno: 2025. URL: <https://nextion.tech/intelligent-series-introduction/>.

Příloha I: Schéma zapojení

Příloha II: Výkres spodní části krabičky

Příloha III: Výkres horní části krabičky

Příloha IV: KiCad projekt

Příloha V: Kód