



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

DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJBOU

Téma:
Světelně naváděné autíčko

Autor práce: Antonín Rataj
Třída: 4.L
Vedoucí práce: Jiří Švihla
Dne: 11. 4. 2025
Hodnocení:

Anotace a poděkování

Tato práce se zabývá návrhem a konstrukcí světelně naváděného autíčka, které se dokáže autonomně orientovat podle intenzity světla. Klíčovým cílem je práce je ukázat, jakým způsobem lze využít schopností jednodeskového počítače Raspberry Pi pro ovládání různých periférií a demonstrovat jejich praktické využití a automatizaci.

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.

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

V Plzni dne 11. 4. 2025

Podpis:

Obsah

Úvod	5
1 Použité komponenty	6
1.1 Senzory světla	6
1.2 DC motory	6
1.3 Ultrazvukový senzor	6
1.4 Servomotor	7
2 Popis funkce autíčka	8
2.1 Spuštění	8
2.2 Fáze 1 – Lokalizace světla	8
2.3 Fáze 2 – Navigace ke světlu	8
3 Technické řešení	11
3.1 Zapojení	11
3.2 3D model autíčka	11
3.3 Testování	11
Závěr	14

Přílohy	15
Literatura	16

Úvod

Tuto ročníkovou práci jsem se rozhodl věnovat konstrukci a programování světelně naváděného autíčka. Cílem bylo vytvořit jednoduchého robota, který bude schopen pomocí světelných senzorů detekovat směr nejsilnějšího světelného zdroje a následně se k němu vydat. Řídící jednotkou projektu byl mikropočítač Raspberry Pi Pico [2], jehož parametry a vývody jsou popsány v oficiálním datasheetu.

Myšlenka naváděného robota mě zaujala zejména svou jednoduchostí a zároveň možností prakticky si ověřit, jak se teoretické poznatky z elektroniky a programování uplatní v reálném zařízení. Chtěl jsem vytvořit autonomní pohyblivou jednotku, která se dokáže orientovat podle světla a reagovat na změny v okolí alespoň v základní podobě.

1 Použité komponenty

1.1 Senzory světla

Vybrané senzory UUGear jsou levné a kompaktní, používám jeden na servu ve fázi 1, a zbylé dva pro řízení směru během jízdy. Tento modul je založený na fotorezistoru, který mění svůj odpor podle intenzity dopadajícího světla. Díky tomu posílá přes analogový výstup hodnoty od 0 - 3,3 V, které lze číst pomocí ADC (analog-to-digital převodníku) na Raspberry Pi Picu.

1.2 DC motory

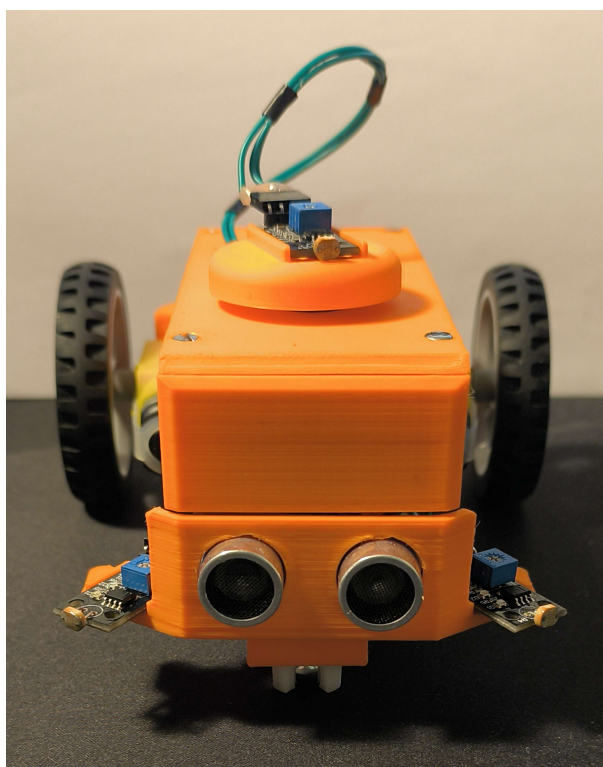
K pohonu jsem využil malé TT Hobby motory. Jedná se o levné stejnosměrné motory a proto jsou vhodné pro moje využití. K ovládání motorů využívám L9110S driver, kde směr otáčení se mění přepólováním napájení.

1.3 Ultrazvukový senzor

Ve své práci používám ultrazvuk HC-SR04, který je nejjednodušším detektorem překážek pro autíčko. Funguje, tak že vyšle krátký ultrazvukový pulz a měří za jakou dobu se odrazí a vrátí zpět. Po rychlém výpočtu dostaneme vzdálenost před ultrazvukem. Pohled na předeek vozítka s ultrazvukem a světelnými senzory viz 1.1

1.4 Servomotor

Využívám SG90 9g servo. Na servu je umístěn jeden světelný senzor, kterým hledám zdroj světla. Servo je tzv. kontinuální, neboli je schopné otáčet se, narozdíl od normálního, bez jakýkoliv limitů, což bylo nezbytné pro mojí detekci světla ze všech stran. K ovládání servomotoru byla použita knihovna `servo.py` [1], která umožňuje jednoduše nastavovat úhly pomocí PWM signálu.



Obrázek 1.1: Přední pohled na autíčko

2 Popis funkce autíčka

2.1 Spuštění

Po aktivaci baterky ve spodní části autíčka se autíčko spustí zmáčknutím tlačítka na jeho zadní straně, to inicializuje celou sekvenci. Program autíčka je rozdělen do 2 pomyslných fází a to fáze hledání zdroje světla a fáze jízdy ke zdroji světla. Viz. 2.1

2.2 Fáze 1 – Lokalizace světla

V první fázi servo otáčí senzorem světla. Nižší (tmavší) hodnota je ignorována, zatímco nejvyšší hodnota je brána jako indikátor směru a je k ní zapsán úhel, ze kterého přichází světelný zdroj, čímž získám úhel na kterém se nachází nejsilnější světlo. Vzhledem k vlastnostem světelného senzoru je třeba počítat s tím, že může dojít k menším odchylkám – světlo se může odrážet od okolních objektů a tím způsobit falešnou detekci směru.

Aby nedošlo k zamotání vodičů, servo po zmáčknutí tlačítka ramenem zastaví další otáčení vpřed a naopak se otočí zpět do výchozího stavu.

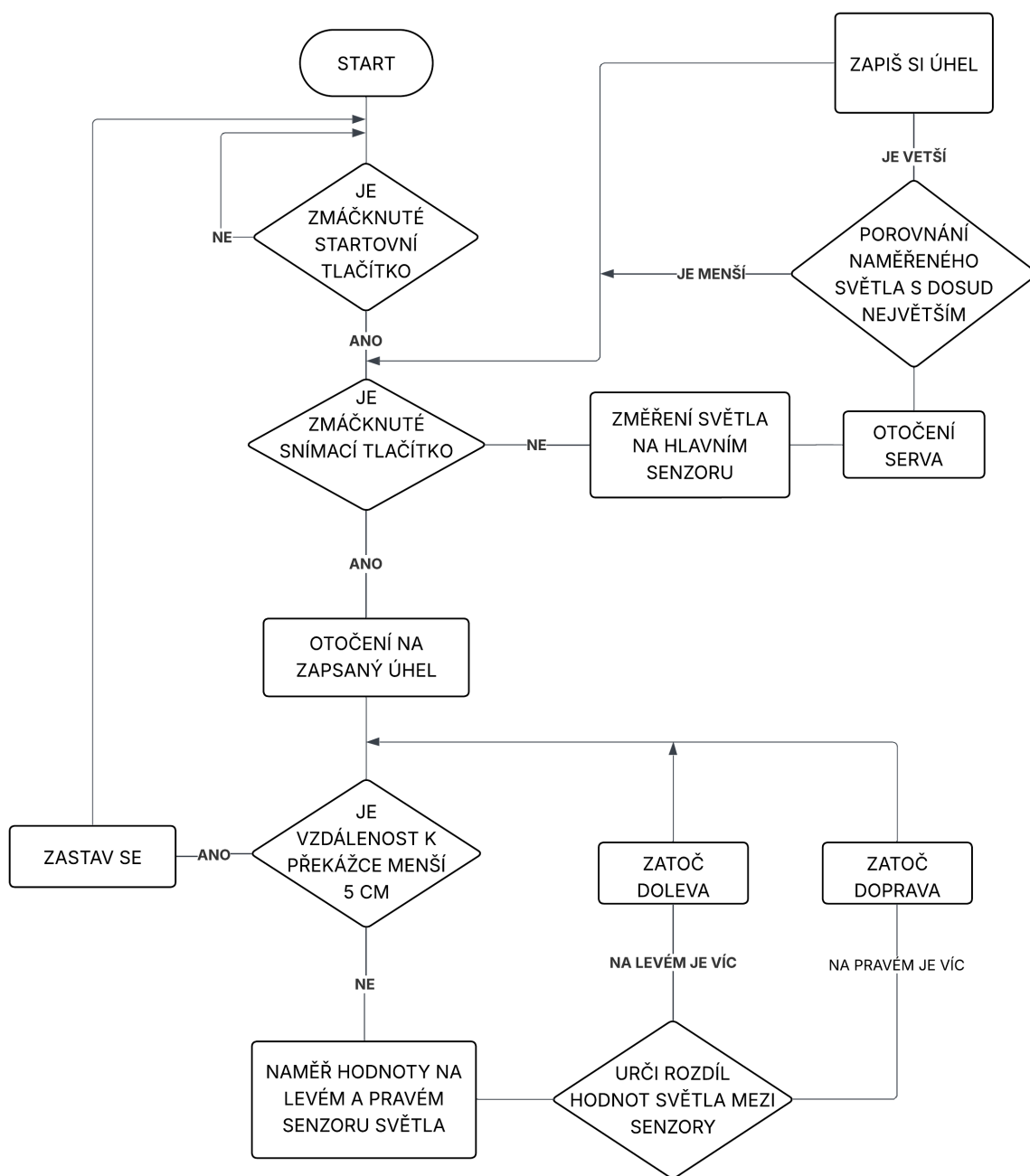
2.3 Fáze 2 – Navigace ke světlu

Ve druhé fázi se autíčko pohybuje směrem k nalezenému světelnému zdroji. Pro udržení správného směru využívá dvojici bočních světelných senzorů, které jsou umístěny šikmo vpřed, jeden vlevo a druhý vpravo. Tyto senzory porovnávají intenzitu světla na obou stranách, a pokud je rozdíl příliš výrazný (např. světlo na levé straně je výrazně silnější), autíčko koriguje svůj směr otáčením daným směrem.

Zároveň autíčko neustále monitoruje prostor před sebou pomocí ultrazvukového senzoru. Tento senzor periodicky vysílá a přijímá ultrazvukové vlny a měří čas jejich odrazu od překážky. Pokud je vzdálenost k překážce menší než stanovený práh (5 cm), autíčko okamžitě zastaví všechny motory, čímž se zabrání kolizi.

Navigace je doplněna o logiku jemného i výrazného natáčení v případě odchylky – pokud je rozdíl mezi hodnotami světelných senzorů mírný, autíčko provede pouze jemnou korekci; v případě výrazného rozdílu provede prudší zatačku. Tato logika zajišťuje plynulý pohyb a minimalizuje „cik-cak“ efekt při jízdě.

Cílem této fáze je dojet co nejbližší ke světelnému zdroji, přičemž prioritou zůstává bezpečnost a přesnost navigace. Po detekci blízké překážky se celý pohyb ukončí a autíčko zůstane stát. Následně je možné například přemístit zdroj světla, jelikož po opětovném zmáčknutí startovního tlačítka se autíčko znovu rozjede.



Obrázek 2.1: Schéma zapojení [vlastní]

3 Technické řešení

3.1 Zapojení

Komponenty jsou připájeny na univerzální desku pomocí pájecích lišt. Vzhledem k využívání celých modulů a ne samostatných elektronických součástí jsem místo schéma zapojení vytvořil blokové scéma viz 3.1

3.2 3D model autíčka

Model autíčka byl vytvořen v 3D softwaru inventor (viz Přílohy 1-6) a následně vytištěn z PLA materiálu na 3D tiskárně. Celý model je vytvořen s co nejmenšími rozměry se součástkami co nejbliž u sebe. viz 3.2

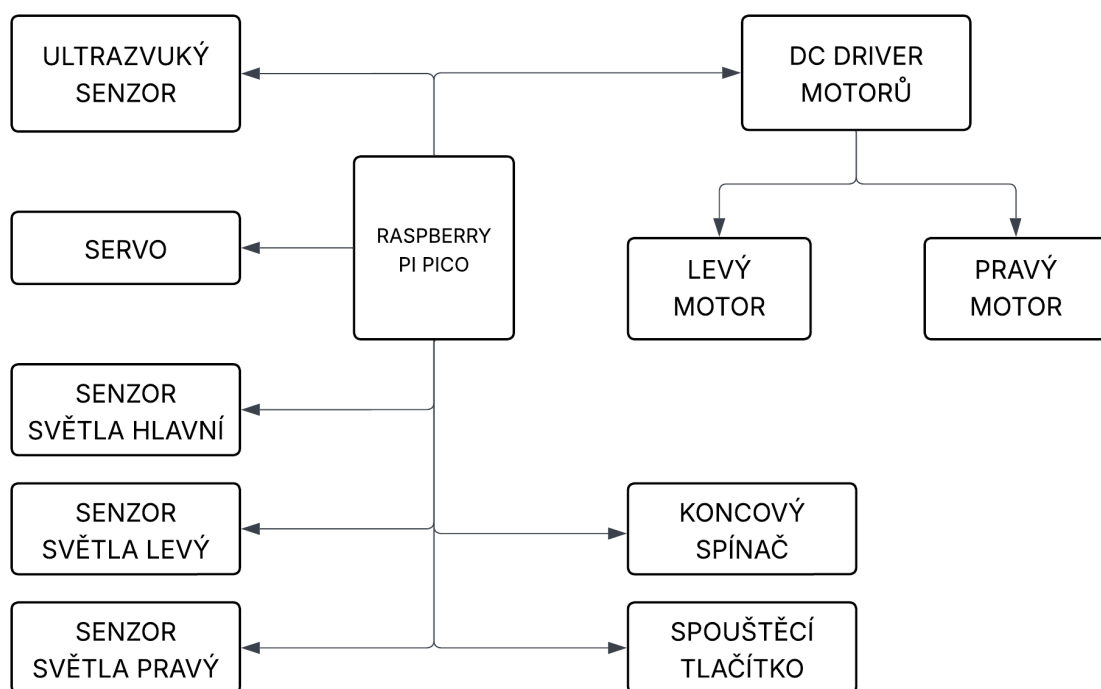
3.3 Testování

Fáze testování představovala jednu z nejkomplikovanějších částí celé práce. Ačkoliv byla většina jednotlivých komponent funkční již během prvních fází vývoje, jejich integrace do jednoho celku a zajištění spolehlivé spolupráce jednotlivých částí se ukázala být náročným úkolem.

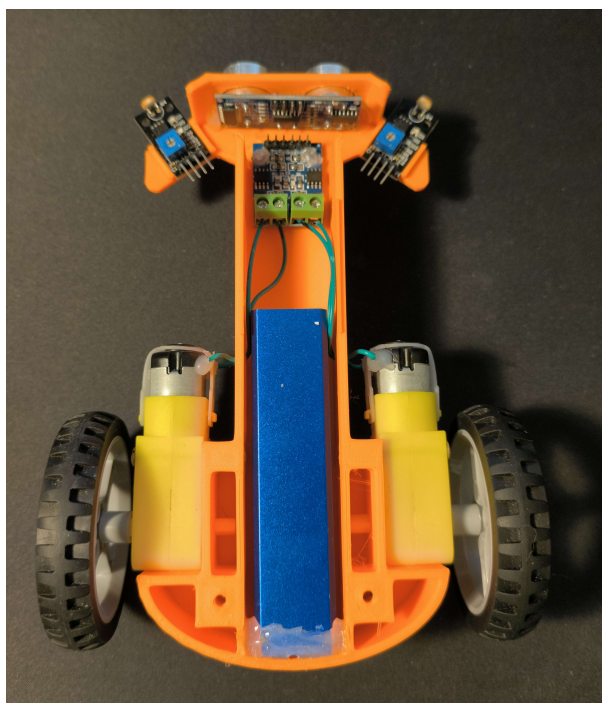
Jedním z problémů, na který jsem během testování narazil, byla nepřesnost světelných senzorů. Vzhledem k tomu, že senzory reagovaly nejen na přímý světelný zdroj, ale i na odrazy od různých povrchů, občas docházelo k chybnému vyhodnocení směru světla. To se projevovalo tím, že autíčko se občas otáčelo špatným směrem nebo mířilo k méně intenzivnímu světlu, což ovlivňovalo jeho schopnost najít skutečný zdroj.

Největší komplikace však nastala v závěrečné fázi testování, krátce před odevzdáním práce. Při ladění pohybových funkcí autíčka došlo k chybě – při finálním testování jsem omylem po zašroubování driveru na své místo nezpozoroval že šroub také propojuje části driveru a došlo ke zkratu. Poškození driveru takto těsně před odevzdáním práce znemožnila plnou kalibraci jízdy autíčka, protože nebylo možné provést korektní pohybové testy.

I přes tyto komplikace považuji fázi testování za velmi přínosnou, neboť mi umožnila lépe pochopit slabiny celého návrhu a získat praktické zkušenosti s řešením reálných problémů při práci s elektronikou. Zároveň mě naučila větší důslednosti při plánování, zálohování a práci s hardwarovými komponenty, u kterých často nelze předvídat každý možný výpadek nebo poruchu.



Obrázek 3.1: Vývojový diagram [vlastní]



Obrázek 3.2: Pohled do autíčka

Závěr

Projekt světelně naváděného autíčka pro mě představoval komplexní výzvu, při které jsem si mohl prakticky ověřit, jak náročná může být realizace i relativně jednoduchého nápadu. Ačkoli byl plán jasný a zpočátku se zdálo, že se vše daří posouvat dopředu, samotný průběh výroby zdaleka neprobíhal hladce.

Během vývoje jsem se potýkal s celou řadou problémů – od nespolehlivého chování senzorů, přes mechanické nedostatky konstrukce, až po chyby v programu, které bylo nutné opakovaně ladit. Některé komponenty nefungovaly podle očekávání, a musel jsem tak hledat náhradní řešení, nebo celé části obvodu předělat.

Závěrečná fáze projektu přinesla bohužel i určité zklamání. Jak je podrobněji popsáno v kapitole věnované testování, došlo ke komplikaci, která výrazně ovlivnila výsledný stav funkčního celku. Krátce před dokončením došlo k poškození motorového driveru v důsledku nešťastné chyby při finálním sestavení. Tato situace znemožnila provést důkladné a plnohodnotné testy jízdy, které byly klíčové pro finální kalibraci a doladění pohybu autíčka. Přestože se mi podařilo zajistit náhradní součástku a opravit hardware, časový tlak již neumožnil kompletní dokončení funkce navádění do cíle. Autíčko tak ve své aktuální podobě nedosahuje zamýšlené úrovně autonomie.

I přesto považuji projekt za cenný přínos do mého technického rozvoje. Naučil jsem se samostatně pracovat s mikrokontrolérem Raspberry Pi Pico, osvojil jsem si základní práci s analogovými i digitálními senzory a získal jsem praktické zkušenosti s návrhem a 3D tiskem mechanických částí. Výsledné zařízení, byť ve finální podobě omezené, dokazuje, že se mi podařilo realizovat základní princip světelného navádění, i když celkový dojem je ovlivněn výše zmíněnými komplikacemi.

Přílohy

Příloha I Podvozek

Příloha II Střed

Příloha II Strecha

Příloha IV Vez

Příloha V Kolečko

Příloha VI Sestava

Literatura

- [1] THE PYTHON PACKAGE INDEX. *micropython-servo 1.0.1*, [online]. 2023 [cit. 2025-03-31]. Dostupné z: <https://pypi.org/project/micropython-servo/#description>
- [2] RASPBERRY PI FOUNDATION. *Raspberry Pi Pico Datasheet*, [online]. 2021 [cit. 2025-03-31]. Dostupné z: <https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf>