



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

## ROČNÍKOVÁ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Roverbert

Autor práce: Martin Robb

Třída: 3.L

Vedoucí práce: Jiří Švihla

Dne: 30.4.2024

Hodnocení:



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

<b>ZADÁNÍ ROČNÍKOVÉ PRÁCE</b>	
Školní rok	2023/ 2024
Studijní obor	78-42-M/01 Technické lyceum
Jméno a příjmení	Martin Robb
Třída	3.L
Předmět	Kybernetika
Hodnoceno v předmětu	Kybernetika
Téma	Roverbert
Obsah práce	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementace infračervených senzorů</li><li>• Návrh softwaru pro sledování čáry</li><li>• Implementace řídicí jednotky</li><li>• Testování řízení a regulačního systému</li></ul>
Zadávací učitel Příjmení, jméno	Švihla, Jiří
Podpis zadávajícího učitele	
Termín odevzdání	30. dubna 2024

# Anotace

Ročníková práce řeší problematiku navádění vozítka podle čáry. První část práce se zabývá zpracováním vstupů z infračervených senzorů určujících polohu robota na čáře a ultrazvukových senzorů, pomocí kterých zastaví před překážkou. Práce také obsahuje návrh softwaru pro řízení a zatáčení. Poslední část práce se věnuje designu karoserie s ohledem na součásti a jejich rozpoložení. Konečným výstupem práce je vozítko schopné sledovat vodící čáru, a které je schopné zastavit v případě vyskytnutí překážky.

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

V Plzni dne:

Podpis:

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>5</b>
1.1	Motivace . . . . .	5
1.2	Řešení . . . . .	5
1.3	Mechanika zatáčení . . . . .	5
1.3.1	Kola a jejich upevnění . . . . .	6
1.3.2	Ovládání úhlu zatáčení pomocí serva . . . . .	7
1.4	Senzory pro navigaci . . . . .	8
1.4.1	Design PCB . . . . .	9
1.4.2	Komplexer . . . . .	9
1.5	Software pro navigaci podle čáry . . . . .	9

# 1 Úvod

## 1.1 Motivace

Vozítko, které se naviguje pomocí čáry, nemusí sloužit jen jako platforma pro procvičování kybernetiky. Tento typ navigování může být využit například v zemědělství nebo v logistice skladu. Cílem této ročníkové práce je sestavit vozítko se stejným navigačním systémem.

## 1.2 Řešení

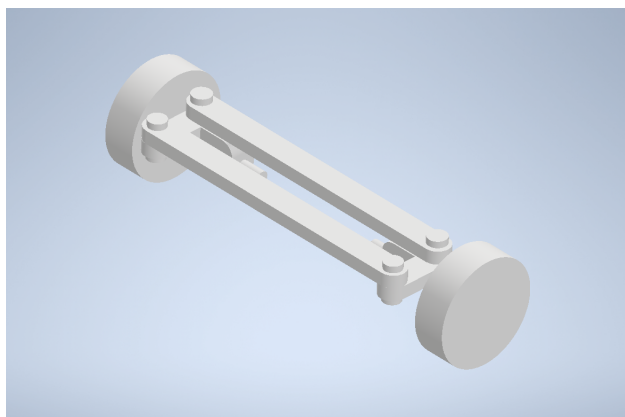
Navigaci po čáře zajišťuje série infračervených (dále jen IR) senzorů. IR záření, které senzory přijímají, se liší na základě barvy odrazové plochy. Tento rozdíl umožňuje porovnat kontrast barev odrazové plochy a následné převedení na logickou 1 nebo 0. Ultrazvukový senzor, který se nachází v přední části vozítka, nám umožní detekovat překážku v cestě autíčka na základě přijetí a vyslání signálu. Zatačení vozítka je umožněno pomocí servomotoru (dále jen servo), které podle délky pulsu signálu změni svou pozici. Výstupy z ultrazvukového a IR senzorů jsou zpracovávány v jednočipovém počítači Raspberry Pi Pico, který podle příchozího vstupního signálu řídí zatačení vozidla a rychlost jízdy.

## 1.3 Mechanika zatačení

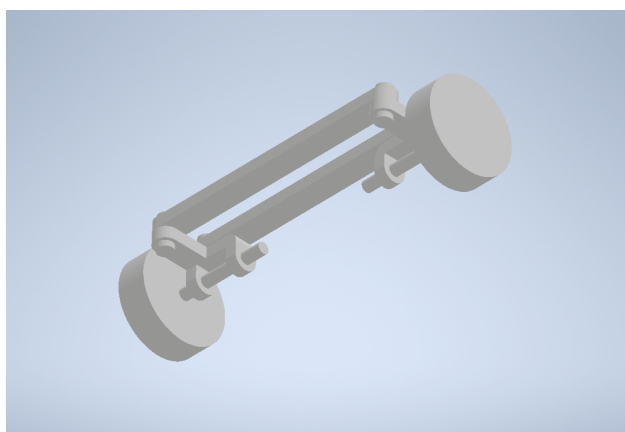
Mechanika zatačení je velmi důležitou částí kostry vozítka, která umožňuje vozítku změnit směr jízdy. Zatačení funguje na principu natáčení kol, díky dvěma rovnoběžným kvádrům viz obrázek 1 a 2. Kvádry při zatačení mění pozici. Touto změnou pozice se natočí součást viz obrázek 4 a tím zaujmou kola požadovaný úhel.

Mechanika musí být dostatečně silná, aby unesla hmotnost vozítka a také musí odolat namáhání vozítka při jízdě. Design také musí být přizpůsobený plynulému zatačení pro lepší ovládání vozítka.

Při designu byly hlavním problémem spoje součástí, protože jednotlivé součásti vůči sobě rotují. U šroubového spoje by tato rotace způsobovala problémy a snižovala by spolehlivost zatačení vozítka. Při zatačení by docházelo k postupnému povolování spoje a nakonec i k jeho úplnému uvolnění. To by vedlo k úplnému selhání vozítka. Kvůli tomuto problému jsem nadesignoval součást viz Obrázek 3, která by neměla omezovat rotaci připevněných součástí a zároveň by měla vydržet samotné zatačení bez povolení.



Obrázek 1: Horní pohled na mechaniku zatáčení

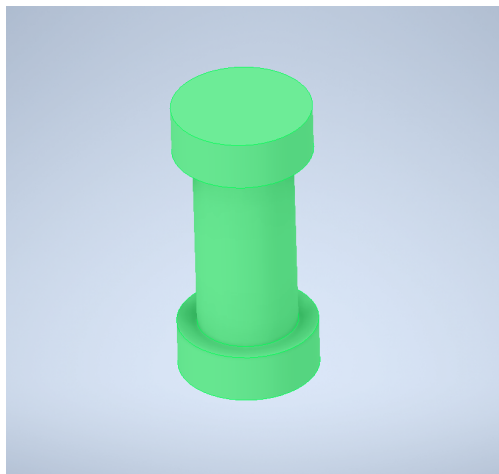


Obrázek 2: Dolní pohled na mechaniku zatáčení

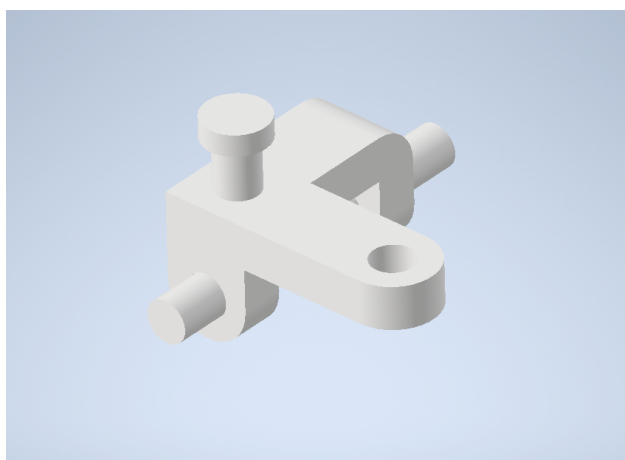
### 1.3.1 Kola a jejich upevnění

Při navrhování vozítka jsme se rozhodli pro implementaci kol. Další z možností byly například pásy nebo omniwheels. Pásy jsou velmi jednoduché pro řízení, ale pro naše využití jsou zcela nevhodné. Pokud chceme, aby vozítko připomínalo formuli musíme uvažovat o jeho rychlosti a designu karosérie. Kola, oproti pásům, umožňují přesnější zatáčení a celkově přesnější a plynulejší řízení. Pásy také nedosahují stejné maximální rychlosti jako vozítko s koly. Z perspektivy designu karosérie jsou pásy také zcela nevhodné. Jediná výhoda implementace pásů je trakce. Pásy totiž mají větší trakci než obyčejná kola. Vozítko by spíše připomínalo bojové vozidlo než formuli. Ve výsledku se v našem případě menší trakce kol, oproti pásům, nějak výrazně neprojeví. Druhá možnost byly omniwheels. Omniwheels jsou kola, díky kterým může vozítko jezdit šikmo nebo i kolmo ke směru kol. Omniwheels fungují na principu válečků, které svírají se směrem kol 45 stupňů a které jsou zabudované v samotných kolech. Tato kola byla pro naše použití příliš velká.

Samotné upevnění kol jsme nakonec vyřešili ložiskem, zabudovaným přímo v kolech, do kterého budou vloženy pevně přidělané osy kol bez možnosti otáčení. Tento design méně namáhá součásti, které upevňují osy kol viz obrázek 4.



Obrázek 3: Součást umožňující rotaci mechaniky



Obrázek 4: Součást pro upevnění kol s vloženou osou

### 1.3.2 Ovládání úhlu zatáčení pomocí serva

Pro ovládání úhlu zatáčení jsem vybral servomotor SG90. Servo obsahuje malý elektromotor na kterém je připevněný potenciometr, který měří polohu motoru a omezuje ji jen do určitého rozsahu. Celé servo je řízené technologií modulace pulsové šířky (dále PWM). PWM technologie funguje na principu modulace času trvání napěťového signálu. Pro představu ovládání serva můžeme vidět na

obrázku 5 ukázkou kódu. Na začátku kódu se importují knihovny Raspberry Pico pro PWM a PIN (knihovna pro importování čísel a funkcí pinů). Dále jsem definoval polohy, které chci aby servo zaujalo (střední (MID), nejmenší (MIN), největší (MAX)). Poslední úsek kódu je cyklus while, který opakovaně střídá hodnoty MID, MIN a MAX s časovou prodlevou 1s.

```
from machine import Pin,PWM
import utime

MID = 1500000
MIN = 1000000
MAX = 2000000

led = Pin(0,Pin.OUT)
pwm = PWM(Pin(0))

pwm.freq(50)
pwm.duty_ns(MID)

while True:
    pwm.duty_ns(MIN)
    utime.sleep(1)
    pwm.duty_ns(MID)
    utime.sleep(1)
    pwm.duty_ns(MAX)
    utime.sleep(1)
```

Obrázek 5: Ukázka kódu pro ovládání serva

## 1.4 Senzory pro navigaci

Pro navigaci vozítka pomocí černé čáry jsou tři možnosti. Navigace pomocí senzoru barvy, IR senzoru a kamery. Senzor barvy snímá vlnovou délku světla v červeném, zeleném a modrém spektru. Pro naše použití je ale příliš drahý a také příliš citlivý vnějším podmínkám. Při změně osvětlení by vozítko mohlo chybně detekovat čáru. Druhou možností byla využití Kamery. Tento způsob navigace by ale byl velmi pomalý a komplexní kvůli analyzování obrázků pomocí umělé inteligence. Třetí možnost byla navigace využitím IR senzorů viz 6. IR senzory se skládají z IR diody a fototranzistoru. Dioda, při napájení, vysílá IR vlnění, které se odráží od povrchu do



fototranzistoru. Fototranzistor propouští proud podle množství světla, které na něj dopadá. Když tedy je pod IR senzorem černá, tranzistor bude propouštět minimální proud, protože se bude vlnění odrážet nejméně, a když bude pod senzorem bílá tak bude tranzistor propouštět maximální proud, protože se vlnění odráží nejvíce. To umožní spolehlivou metodu rozeznávání bílé a černé barvy. Sensory položíme do řady kolmé ke směru jízdy pro nejlepší linearizaci (zjednodušení) trasy.



Obrázek 6: IR senzor

#### 1.4.1 Design PCB

#### 1.4.2 Komplexer

### 1.5 Software pro navigaci podle čáry