

**Jiho česká univerzita v českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**

**Řídicí jednotka komfortních a bezpečnostních funkcí pro  
starší vozidla**

Bakalářská práce

**Jan Teffer**

Školitel: Mgr. Jiří Pech, Ph.D.

české Budějovice 2021

## **Bibliografické údaje**

Teffer, J., 2021: řídící jednotka komfortních a bezpečnostních funkcí pro starší vozidla [Comfort and safety control unit for older vehicles, Bc. Thesis, in Czech] – 39 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá návrhem, realizací, otestováním a ekonomickou rozvahou o výhodnosti kusové výroby řídící jednotky komfortních a bezpečnostních funkcí pro starší modely silničních vozidel. řídící jednotka je sestavena na platformě Arduino a poskytuje některé komfortní prvky a prvky aktivní bezpečnosti moderních vozidel.

## **Annotation**

The Bachelors thesis deals with design, construction, testing and economy consideration about advantage of piece production of comfort and safety control unit for older cars. Control unit is built on Arduino platform and develops some comfort and active safety functions of modern cars.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

České Budějovice 14.4.2021

Jan Teffer

## **Poděkování**

Tímto děkuji Mgr. J. Pechovi Ph.D. za jeho připomínky a pomoc při řešení této práce, Doc. J. Kratochvílovi za jeho práci o psaní bakalářské práce, Doc. V. Strašákovi za informace z oblasti výroby plošných spojů. Dále děkuji rodině za podporu při řešení této práce a svému zaměstnavateli Mgr. I. Nadberežnému za úlevy v plnění pracovních povinností při psaní této práce.

# Obsah

1 Úvod .....	1
1.1 Cíle práce .....	1
1.2 Volba platformy .....	2
2 Obecná teorie .....	4
2.1 Automatické svícení .....	4
2.2 Přisvícení do zatáček .....	6
2.3 Komfortní blikání .....	7
2.4 Panické brždění .....	7
2.5 Poloautomatické řízení teploty v kabině vozidla.....	8
2.6 Hlídaní mrtvého úhlu.....	8
2.7 Výroba desek plošných spojů .....	9
3 Realizace jednotlivých funkcí.....	10
3.1 Automatické svícení .....	10
3.2 Přisvícení do zatáček .....	15
3.3 Komfortní blikání .....	19
3.4 Panické brždění .....	19
3.5 Poloautomatické řízení teploty v kabině vozidla.....	20
3.6 Hlídaní mrtvého úhlu.....	24
3.7 Vstupy a výstupy pro budoucí funkce .....	25
4 Výroba řídicí jednotky.....	26
5 Instalace ve vozidle.....	29
6 Testování a ladění.....	30
6.1 Testování v klidu .....	30
6.2 Testování v pohybu .....	31
7 Ekonomické zhodnocení výroby.....	32
8 Závěr .....	34
8.1 Zkušenosti.....	34
8.2 Shrnutí .....	34

# 1 Úvod

Motivací k této práci byla první ad má obliba starších vozidel a zároveň n kterých prvk , které v t chto vozidlech ještě nebyly dostupné. Dále také obliba platformy Arduino a projekt na ní založených.

ídící jednotka komfortních a bezpečnostních funkcí je palubní jednotka vozidla, vykonávající svou ěinnost obvykle nezávisle, nebo s využitím n kterých informací z ídící jednotky motoru ě i z ovládacích prvk vozidla. Mezi hlavní funkce pat í áste ěné, nebo úplné ízení sv ětelných, zvukových a polohovacích systém ěvn ě i uvnit vozidla, na základ pokynu posádky vozidla, p ě ípadn ě autonomn ě na základ ě informací ze sníma ě .

Touto problematikou se zabývá nap ě íklad A. Hlavá ě ek: Systém inteligentního ízení osv ětlení vozidla [1]. Tato práce dále rozvíjí nabízené funkce se zam ěn ěm hlavn ě na silni ě ní vozidla.

## 1.1 C ěle práce

C ělem této práce je vytvo ěení ídící jednotky, poskytující n které komfortní a bezpečnostní funkce, umož ěující své použití ve starších vozidlech s cílem co nejmenšího zásahu do elektroinstalace a mechanických prvk , p ě i zachování nižší ceny než obdobných produkt ě na trhu, nap ě íklad „CFU1-FEL“ od výrobce „Speciální elektronika“ [1] a posouzení finan ě ní výhodnosti p ě i kusové výrob ě .

Požadované funkce:

- Automatické sv ěcení
- P ě isv ěcení do zatá ěek
- Komfortní blikání
- Panické bržd ě ní
- Poloautomatické ízení teploty v kabin ě vozidla
- Hlídání mrtvého úhlu

## 1.2 Volba platformy

Nejznámější a nejrozšířenější platformou je Arduino. Jedná se o otevřenou platformu určenou k prototypování a jednoduchým projektům s vlastním vývojovým prostředím a velkou podporou rozšiřujících modulů a desek (tzv. shield). Mikroprocesor (také označovaný jako MCU) Arduino je založen nejprve na procesorech Atmel, ale také Intel. Platforma Arduino je tzv. open source, a je tedy k dispozici celá oficiální dokumentace desek. Existuje v ní kolika verzích, které se liší hlavně velikostí a množstvím vstupů a výstupů (až 54). Existují také verze určené k zařazení do odvětví. Pracovní frekvence je do 16 MHz. Paměť flash pro program je velká 32-256 KB, paměť SRAM 2-8 KB a paměť EEPROM 1-4 KB. [2]

Mezi další vývojové platformy patří například Raspberry Pi. Tento jednodeskový mikroprocesor obsahuje procesor ARM a v současné verzi této platformy je určena pro přímé připojení monitoru a klávesnice operačního systému, čímž se liší například od Arduino. Toto MCU potřebuje pro svůj běh operační systém, nejprve Raspbian. Má podstatně vyšší výpočetní výkon, ale nemá analogové vstupy a přímé připojení je tedy nutno použít A/D převodník. Počet vstupů/výstupů je u nejvybavenější verze 40. Pracovní frekvence je u nejvýkonnějšího modelu 1,5 GHz. Paměť SDRAM až 8 GB. [3]

NodeMCU ESP32 má v současné době vyšší výpočetní výkon než Arduino. Zároveň má v uspaném režimu nižší spotřebu a je tedy vhodný zejména pro provoz na baterie, například pro meteostanice. Piny pracují s napětím 3,3 V. Obsahuje 15 analogových vstupů. Je zde k dispozici celkem 36 vstupů/výstupů. ESP32 pracuje až na frekvenci 160 MHz. Na této platformě je vždy přítomný modul Wi-Fi. Obsahuje 4 MB paměti flash pro program a 520 KB paměti SRAM. Neobsahuje vlastní paměť EEPROM. [4]

Další, již méně rozšířené platformy jsou například Orange Pi, Espressif, Wemos, SEEED, apod.

MCU obecně nelze připojovat k systémům a spotřebičům přímo, z důvodů rozdílných úrovní napětí a nízkých spínacích proudů. Z tohoto důvodu je nutná přídavná deska, známá jako „shield“, s dodatečnými spínacími prvky a úpravou napětí pro vstupy MCU.

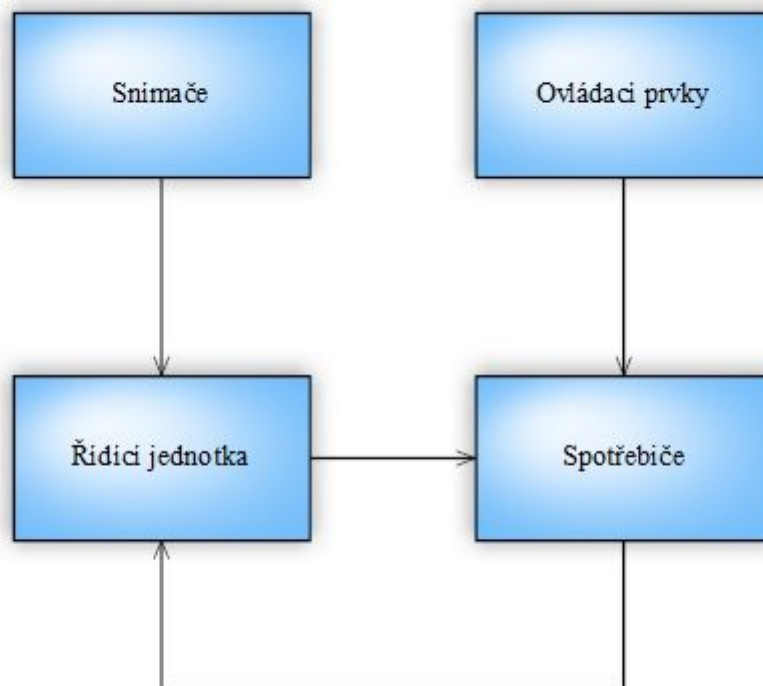
Z důvodu jednoduchosti, dosavadních zkušeností, rozšířenosti, cenové dostupnosti a široké podpory byla zvolena vývojová platforma Arduino. Po zhodnocení zamýšlených funkcí a nároků na připojení byla zvolena deska Arduino Mega 2560, s procesorem Atmel ATmega2560 o frekvenci 16 MHz. Napájení Arduino Mega 2560 je možné v rozsahu 6-20 V a bude tedy k napájení připojena přímo, bez úpravy vstupního napětí. Deska poskytuje 54 digitálních vstupních/výstupních pinů, z toho 15 použitelných pro PWM, 16 analogových vstupů. Piny pracují s napětím do 5 V. [5]



*Obrázek 1: MCU Arduino Mega 2560*

## 2 Obecná teorie

Řídicí jednotka byla vytvořena tak, aby byl nutný co nejmenší zásah do elektroinstalace vozidla a zároveň byly, pokud to bylo možné, zachovány původní funkce vozů i v případě selhání jednotky. Původní ovládací prvky tedy zůstaly zachovány a ve většině případů se jedná o paralelní zapojení bez rozpojení původního vedení. Světelné prvky je tedy možné ovládat i s vypnutou jednotkou v původním rozsahu před instalací jednotky.



Obrázek 2: systémový diagram

### 2.1 Automatické svícení

Tato funkce automatizuje úkon zapnutí světel a zároveň rozhoduje o druhu rozsvícených světel. Tím předejde opomenutí jejich zapnutí. Pro svícení přes den je možné použít jak běžných tlumených světel, tak světel pro denní svícení, pro svícení v noci a za



zhoršených světelných podmínek pak pouze světelných tlumených. Tato práce se zabývá také dalšími možnostmi svícení přes den.

V případě použití tlumených světelných těl je světlo dopadající do oka ostatních účastníků provozu pouze zbytkové, nacházející se nad dle lící rovinou a v tšina světla dopadá na vozovku (Obrázek 3 vlevo). V tšina výkonu je tím tedy přes den nevyužita. Proto je vhodné využít světla, která na vozovku svítí pouze okrajově, a v tšina světla je zachytitelná ostatními účastníky provozu, na což je potřeba menší výkon světelného zdroje. Výsledkem je mírné snížení spotřeby paliva a exhalací, delší životnost alternátoru a delší životnost světelného zdroje.

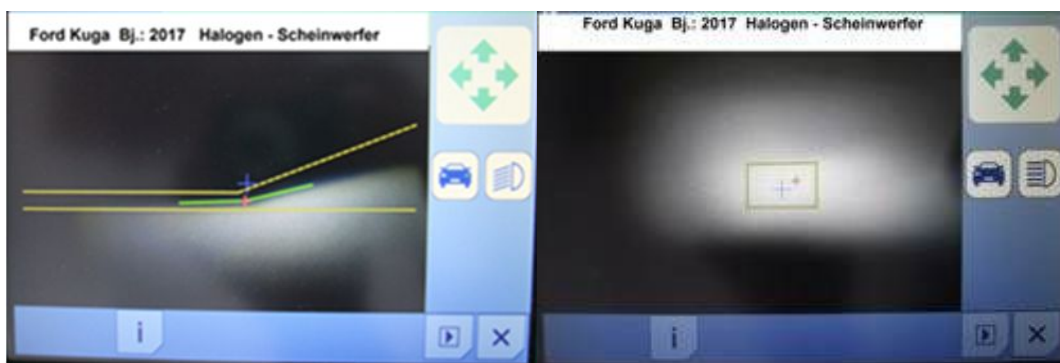
Standardně se k tomuto účelu používají tzv. „světla pro denní svícení“, nebo „světla pro denní provoz“. Tato světla buď světelný kužel neupravují, či jej v případě zploštění tak, aby na vozovku svítla pouze minimálně. S tímto světly není možný provoz potmě. Přestože by pro ostatní účastníky provozu byl v z dostatečně viditelný, jeho jízda by osvětlenou cestu prakticky vůbec neměla. Starší vozidla nejsou tímto druhem světelných těl vybavena a je tedy nutná dodatečná instalace. To nemusí být z estetických či prostorových důvodů vždy možné.

Alternativní možností je využití mlhových světelných těl na snížený výkon. Toto řešení není zcela vhodné, přestože například vozy koncernu Volkswagen dnes toto řešení umožňují kódováním přes diagnostickou zásuvku OBDII. Mlhová světla mají obdobně jako světla tlumená dle lící rovinou světelného kužele, ale pouze vodorovnou část. Světla jsou skloněna o 2 % a světelný tok v menším místě nad dle lící rovinou odpovídá přibližně 120 % světelného toku tlumených světelných těl. Z tohoto důvodu je nutné provozovat je na téměř plný výkon. Zároveň jsou mlhová světla nastavena pevně a nelze je v případě většího zatížení vozidla se izovat z místa jízdy. Mohlo by tedy dojít k oslnění v případě, že se část světelného kužele pod dle lící rovinou dostane do kontaktu s okem jiného účastníka provozu.

Druhá alternativní možnost je využití dálkových světelných těl na snížený výkon. Světla dálková dle lící rovinou nemají a v takovém případě světla při plném výkonu dopadají do oblasti nad povodní dle lící rovinou podstatně více (Obrázek 3 vpravo). Světelný tok byl změněn na přibližně 480 % světelného toku tlumených světelných těl ve stejné oblasti. Výkon je snížen tak, aby světla protijedoucí jízdy neoslouvala a jejich intenzita co nejvíce odpovídala intenzitě světelných tlumených nad jejich dle lící rovinou. Přestože by tato snížená intenzita pro noční provoz ani zdaleka nestačila, pro provoz denní je naprosto dostačující.

Nevýhodou obou alternativních řešení je v současnosti legislativa - žádný ze zmíněných světlometů nemá na krycím skle značku RL, dokazující schválení pro použití jako světlomet pro denní svícení dle platných předpisů. [6]

Pro porovnání různých možností svícení provedeno orientační měření světelného toku pomocí mobilního telefonu s aplikací Illuminometer. Měření proběhlo ve vzdálenosti 6 m od hlavního světlometu v podélné střední ose vozidla, ve výšce 1,5 m (Tabulka 1: Porovnání intenzity světla různých světelných zdrojů Tabulka 1).



Obrázek 3: Tvar světelného paprsku tlumených světlometů (vlevo), tvar světelného paprsku dálkových světlometů (vpravo) [7]

Druh světlometu	světelný tok [lx]
Tlumená světlomet	10
Mlhová světlomet	48
Dálková světlomet	12

Tabulka 1: Porovnání intenzity světlometů různých světelných zdrojů

## 2.2 Písvícení do zatáček

Funkce písvícení do zatáček, tzv. „corner light“ pracuje na principu rozsvícení podélného mlhového světlometu na stranu, kam je zatočený volant (pokud je zatočen o více, než je nastavený úhel), případně na stranu s aktivovanými blikáky. V případě zájezdu

zp tného chodu svítí oba sv tlomety sou asn . Sv tlomety se rozsv cují plynule a plynule zhasínají. Cílem je zlepšit p ehled idi e o d ní v bezprost ední blízkosti vozidla p i jíz d za snížené viditelnosti v zorných úhlech, kam sv tlo z tlumených sv tel nesahá v p ípadech ostrého zatá ení, couvání a odbo ování. Tato funkce je aktivována pouze v rychlostech do 40 km/h a p i zapnutých tlumených sv tlech.

## 2.3 Komfortní blikání

Tato funkce p i krátkodobém zapnutí sm rových sv tel prodlouží jejich zapnutí na dobu t í rozsvícení a zhasnutí. Funkce zjednodušuje používání sm rových sv tel p i objížd ní cyklisty i rychlé zm n jízdního pruhu a podobn . Funkce nefunguje v p ípad zapnutí výstražných sv tel a je p erušena zapnutím sm rových sv tel opa ného sm ru.

## 2.4 Panické bržd ní

Tato funkce sleduje míru bržd ní a v p ípad p ekro ení nastavené úrovn spouští výstražná sv tla, p ípadn p erušuje brzdová sv tla s cílem upozornit ostatní idi e jedoucí za bržd ným vozidlem na náhlé silné bržd ní a tím zkrátit reak ní dobu idi . Pro zjiš ování velikosti bržd ní je možné využít n kolika zp sob .

### 1. M ení tlaku v brzdovém systému

System pracuje na principu m ení tlaku v brzdovém systému mezi hlavním brzdovým válcem a brzdi i odporovým sníma em. System nezohled uje okamžitou hmotnost vozidla, a proto m že být rozdí l ve funkci systému zna ný.

### 2. M ení z aktuální rychlosti vozidla

System zjiš uje zm nu rychlosti ze sníma otá ek kol, p ípadn z centrálního sníma e rychlosti umíst ného na p evodové sk íni v oblasti stálého p evodu.

### 3. M ení pomocí GPS

Systém měří změnu rychlosti pomocí zjištění polohy GPS. Tento systém má nízkou přesnost a rychlost reakce a nefunguje v oblastech bez signálu GPS. Z těchto důvodů se v praxi nepoužívá.

#### 4. Měření pomocí snímače zrychlení

Systém měří velikost zrychlení v podélné ose vozidla. Jeho přesnost je ovlivněna při jízdě do kopce a z kopce, jelikož vektor zrychlení není vždy kolmý k vektoru gravitačního zrychlení. Tento rozdíl ale není tak zásadní, aby byl překážkou.

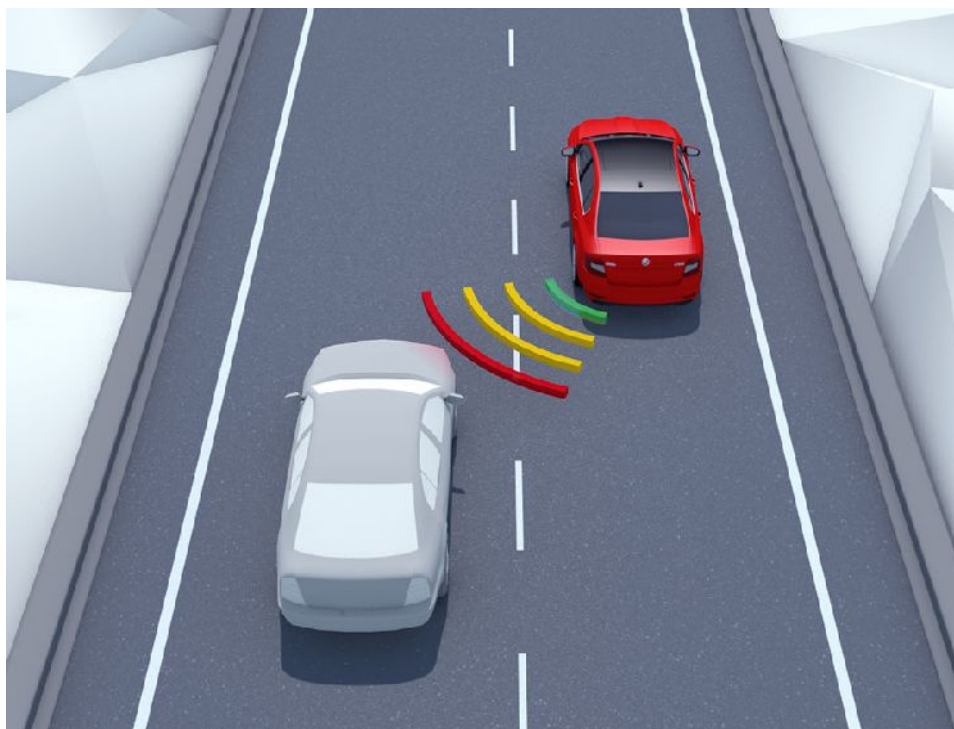
## 2.5 Poloautomatické řízení teploty v kabině vozidla

Poloautomatické řízení teploty je systém, kdy posádka vozidla nastavuje požadovanou teplotu a systém nastavenou teplotu udržuje. Cílem je eliminovat rozdíly teploty například při stídání stínu a výsluní na silnicích procházejících mezi lesy, kdy rozdíly v kabině bývají mnohdy i větší než 10 °C během krátké chvíle.

Principem je měření teploty v kabině a na základě její hodnoty a jejím trendu, s přihlédnutím k požadované teplotě, nastavení ovládací klapky topení.

## 2.6 Hlídkání mrtvého úhlu

Funkce hlídkání mrtvého úhlu sleduje prostor stranou za vozidlem (Obrázek 3), který není z pozice řidiče viditelný ve zrcátkách a při zapnuté směrovce zjišťuje přítomnost jiných vozidel a upozorňuje na něj vizuálně, například akusticky a tím pomáhá předjet případné havárie. Ke zjištění přítomnosti jiných vozidel se využívá ultrazvukových snímačů i kamer, případně kombinace obojího.



Obrázek 3: Hlídní mrtvého úhlu [8]

## 2.7 Výroba desek plošných spoj

Výroba desky plošných spoj (DPS), je možná n kolika zp soby:

1. Kreslením
  - a. Ru n
  - b. Strojn
2. P enosem toneru
  - a. Tepeln
  - b. Chemicky
3. Škrabáním
  - a. Ru n
  - b. Strojn
4. Frézováním
5. Fotocestou
  - a. Pozitivním fotorezistem
  - b. Negativním fotorezistem

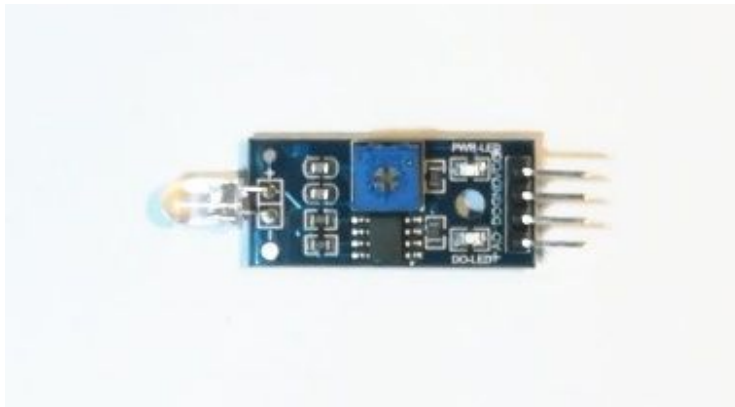
### 3 Realizace jednotlivých funkcí

Jednotlivé funkce vyžadují pro realizaci dodatečnou vlastní elektroniku. V případech, kde to bylo technicky náročné, nebo vlastní výroba nedávala ekonomický smysl (hotové řešení bylo cenově porovnatelné nebo levnější), byly využity hotové moduly. Zejména se jedná o snímače s podporou elektronikou.

#### 3.1 Automatické svícení

Pro zjištění světelných podmínek byl použit modul světelného senzoru s komparátorem LM393, disponující analogovým a výstupem a dále přímým spínaným výstupem při splnění světelných podmínek nastavených trimrem.

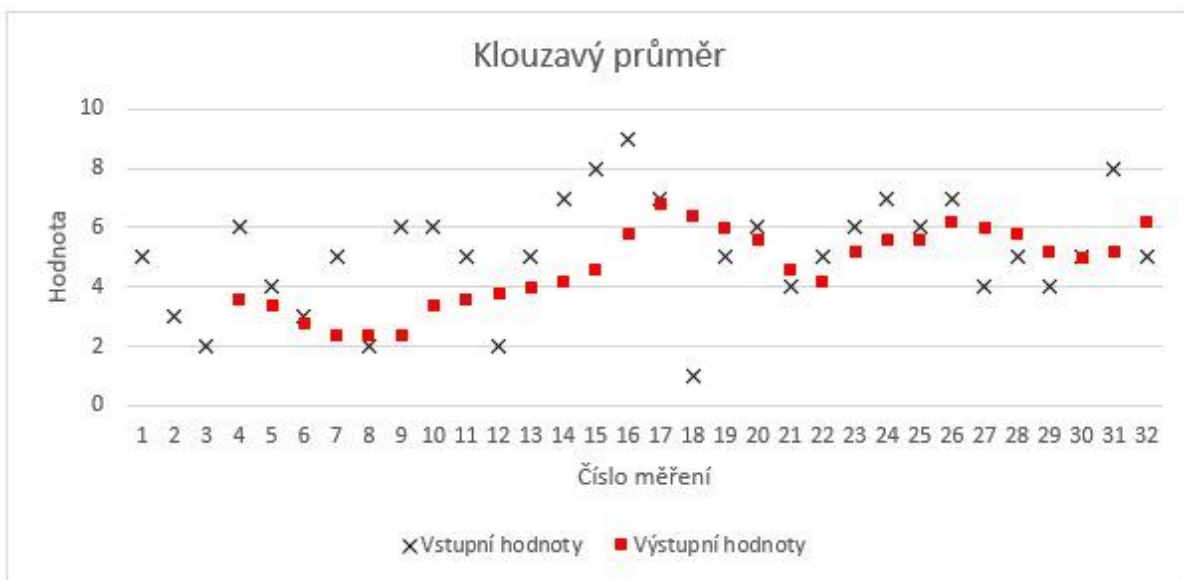
Tento výstup zůstal nepoužit. Využit byl výstup analogový, z čehož bylo možno nastavení prahu spínání přímo v programu funkce a možnosti filtrace vstupních dat.



Obrázek 4: Modul s komparátorem LM393

Modul světelného snímače LM393 je napájen napětím 5 V, má rozměry cca 14 mm \* 40 mm. Je tudíž snadno zabudovatelný do vozidla. Nevýhodou je nemožnost napojení na palubní napětí, jež se pohybuje při nastartovaném motoru v rozmezí 13 až 14,5 V, což by v některých případech zabudování mohlo znamenat nižší spotřebu vodičů pro instalaci.

Z důvodu nestálosti krátkodobých změn intenzity světla, například při jízdě v okolí stromů a staveb, v denní době, kdy je slunce nízko nad obzorem, bylo nutné použít vyhlazování. V tomto případě se jedná o klouzavý průměr, tedy o průměr konkrétního počtu sobě navzájem blízkých hodnot. Příklad klouzavého průměru ukazuje Obrázek 5.



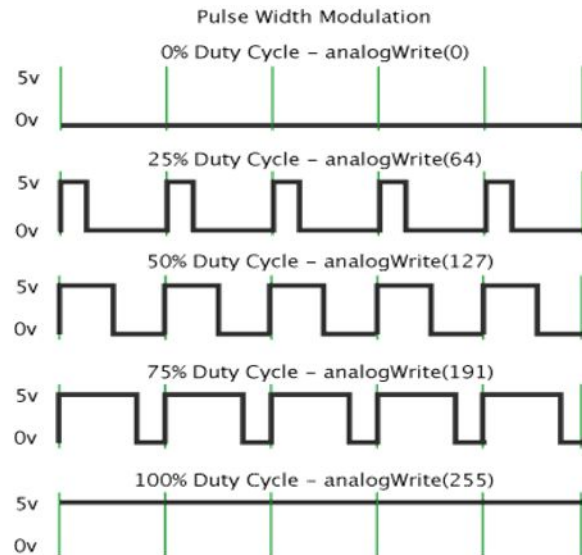
Obrázek 5: Klouzavý průměr

Přestože pro tento účel vyhovuje hlavně použití dálkových světel, byl realizován i druhý způsob, protože vzhledem k dalším funkcím bude již jednotka zcela hardwarově připravena. Jejich volba je řešena programovou logickou proměnnou. Snížený výkon je řešen pulzní šířkovou modulací (PWM).

PWM modulace funguje na principu rychlého střídání zapnutého a vypnutého stavu (tedy v případě Arduino Mega 2560 mezi napětím na výstupu 0 V a 5 V), kdy výkon spotřebiče ovlivňuje poměr mezi časem trvání těchto stavů, tzv. střída. V kódu Arduina odpovídá hodnota PWM = 0 zcela vypnutému stavu a hodnota 255 plný výkon. Arduino Mega 2560 poskytuje možnost PWM na pinech 2 až 13 a 44 až 46. V případě pinů 4 a 13 se jedná o frekvenci 976,5 Hz, na ostatních jde o frekvenci 490,1 Hz. Frekvence je dána frekvencí osova a jejich dleli, které lze v případě potřeby měnit. [2]

Nevýhodou PWM oproti regulaci napětí je vznik rušení a v případě regulování motoru na velmi nízké otáčky, též nevyrovnaný chod. Výhodou je možnost spínat velké proudy

polovodi ovými komponenty, jelikož ty jsou po v tšinu asu v pln sepnutém, nebo zcela vypnutém stavu a dochází tak pouze k minimálním tepelným ztrátám. [9]



Obrázek 6: Pr b h nap tí p i PWM regulaci [10]

Z d vodou pot eby rychlého p epínání zapnutého a vypnutého o frekvenci 490 Hz bylo vylou eno použití mechanického relé a byl použit unipolární tranzistor. Použité žárovky mají udávaný p íkon 60 W p i nap tí 12 V. Použity jsou 2 kusy žárovek a p íkon tedy odpovídá p i plném výkonu p ibližn 120 W. P i volb spínacího prvku bylo nutné mimo pracovní nap tí uvažovat maximální proud. Proud protékající tranzistorem byl spo ítán ze vztahu

$$I[A] = \frac{P[W]}{U[V]} .$$

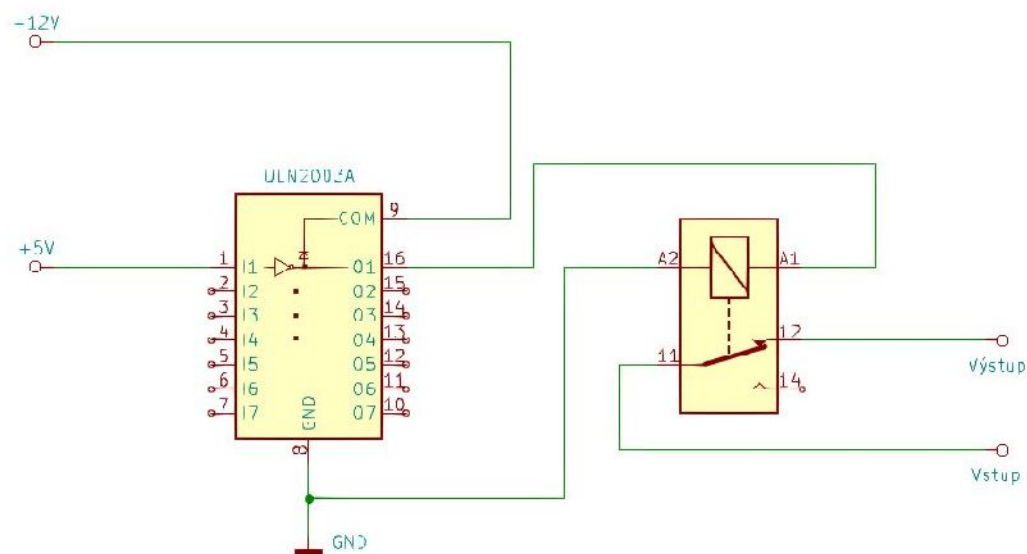
Nap tí  $U$  [V] bylo uvažováno 14 V a p íkon  $P$  [W] 120 W. Špi kový proud tedy p i palubním nap tí odpovídá p ibližn 11,67 A. Zvoleny byly dva tranzistory IRF9540, s udaným maximálním proudem až 19 A a výkonem 150 W, v pouzdru TO220AB. P estože by sta il jediný, byly zvoleny dva z d vodou nižších tepelných ztrát a následn pot eby menšího chladi e. Tranzistory jsou spínány obvodem ULN2003A, což je pole tranzistor v Darlingtonov zapojení (Obrázek 8). D vodem je fakt, že tranzistor IRF9540 je MOSFET typu P a ten nelze sepnout p ímo mikropo íta em Arduino, jelikož nap tí 5 V k jeho ovládání nesta í.



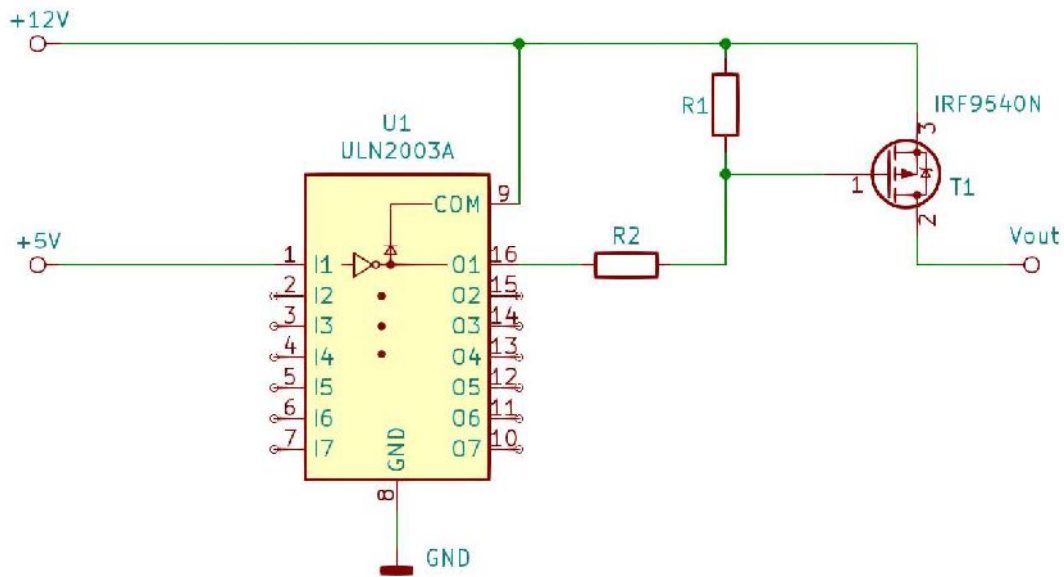
Připojení této řídicí jednotky proběhlo ve vozidle paralelně k spínači „světlé houkačky“.

Spínání světel tlumených je pro jednoduchost výroby, cenu a v tísni kompatibilitu s různými vozidly, řešena mechanickým relé. Je tak zachována možnost spínání jak kladným, tak záporným pólem. Relé může spínat jak proud vodícího světla, tak přímo samotná světla paralelní instalací. Díky této vlastnosti je zachována možnost dalšího rozšíření řídicí jednotky o další funkce. Toto relé, stejně jako ostatní spínací prvky na řídicí jednotce, je spínáno obvodem ULN2003A. Proudem je nízký maximální proud na digitálních pinech mikroprocesoru (maximálně 40 mA), který by byl pokusem o sepnutí relé přímo [2].

Maximální hodnoty obvodu ULN2003A jsou 50 V, 500 mA na jednotlivých výstupech. Další výhodou jsou již integrované diody, sloužící jako ochrana při vypnutí relé. [11]



Obrázek 7: Příklad zapojení relé s obvodem ULN2003A



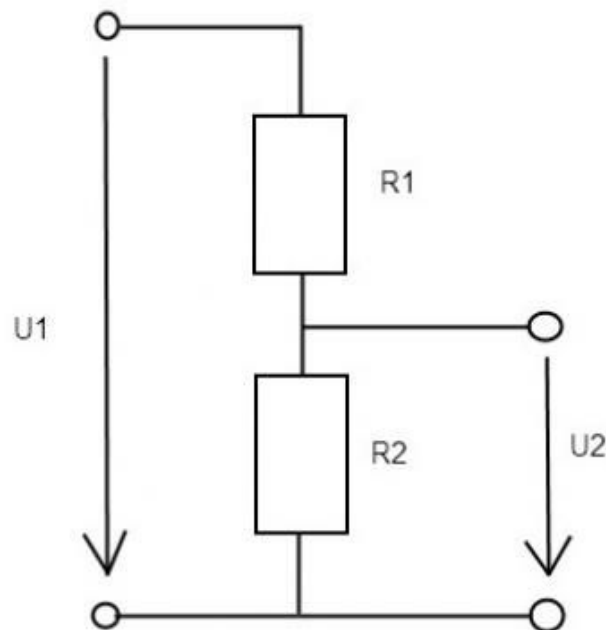
Obrázek 8: Příklad zapojení tranzistoru IRF9540N s obvodem ULN2003A

Aktivace tlumených nebo dálkových svítel probíhá až po nastartování motoru. Pro tento účel se obvykle používá několik metod. První možností je napojení na svorku buzení alternátoru a sledování napětí. Druhou možností je napojení na svorku 30, tedy +pól akumulátoru a sledování průběhu napětí, aktivace funkce by probíhala po zjištění rušení při dobíjení akumulátoru. Třetí možnost má stejné zapojení jako druhá. Ale zjišťuje se pouze okamžitá palubní napětí a k aktivaci dochází po překročení nastavené hladiny napětí. Další možností je zpožděné sepnutí po uplynutí nastaveného času od sepnutí jednotky. V tomto případě ale může dojít k sepnutí dříve než k nastartování, pokud start probíhá déle, než je obvyklé, případně pokud řidič pouze otočí klíčkem do první polohy bez úmyslu startovat.

V tomto případě byla použita možnost zjištění hladiny palubního napětí. Zvolena byla z důvodu možného využití této informace pro budoucí funkce, které zatím v této práci nebyly použity (například upozornění na napětí).

Pro měření napětí bylo zapotřebí rozšířit jednotku o jednoduchý děliče napětí (Obrázek 9). Dělič byl dimenzován tak, aby na vstupním pinu MCU Arduino, bylo při použití rezistorů řady E12, dosaženo napětí 5 V, při palubním napětí přibližně 15,5 V. Odpor rezistorů byly vypočteny na  $R_1=4700$  a  $R_2=2200$  ze vztahu

$$U_2 [\text{V}] = U [\text{V}] \cdot \frac{R_2 [\Omega]}{R_1 [\Omega]}$$



Obrázek 9: Obecné schéma děliče napětí [12]

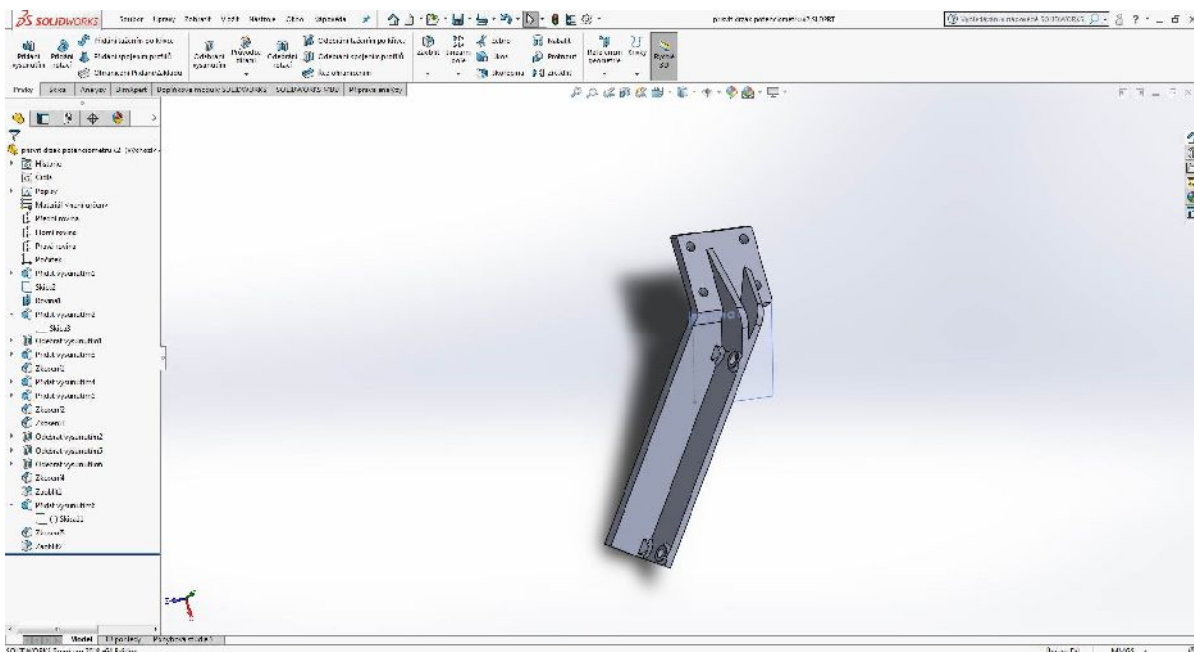
### 3.2 Přisvětlení do zatáček

Pro realizaci této funkce je nutná instalace předních mlhových světlometů. Dále bylo nutné snímat polohu volantu. Toto je u moderních vozidel řešeno optickými snímači s kódovým kotoučem na bázi Grayova kódu. Toto řešení tedy bylo shledáno jako nevyhovující, jak z důvodu nutnosti kalibrace, tak z důvodu ceny a problematického

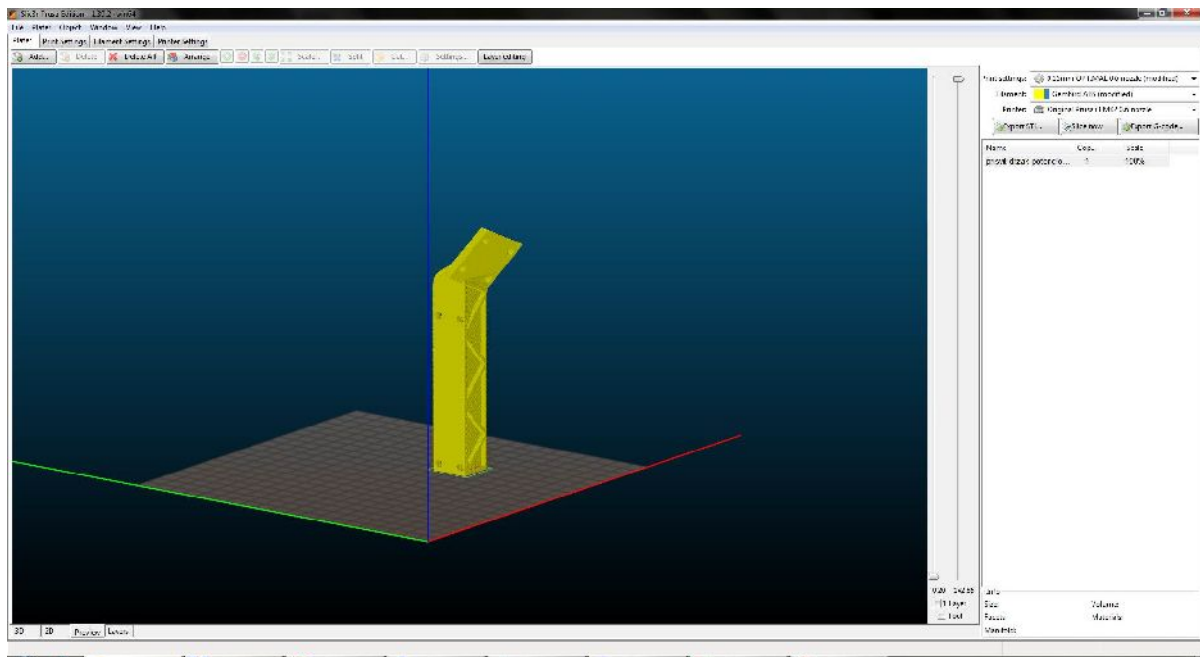
zabudování do vozidla, které k tomu nebylo konstruované a není tudíž pro instalaci prostor a také z důvodu potřeby použití více vstupních pinů.

Možnost absolutního měření otáčivým potenciometrem také nebyla vyhovující, jelikož obyčejné potenciometry mají úhel natožení cca 270-300°, ale řízení starších vozidel bez posilovače řízení, má natožení volantu okolo 90° a proto by byl nutný převod ozubenými koly s převodovým poměrem větší než 3, což přináší výrobní komplikace a problémy s prostorem pro zabudování. Jako vyhovující, bylo zvoleno absolutní měření polohy posuvným potenciometrem, jehož posuvník je posouván přes nasazenou vidlici po speciální šroubovici, vyrobené technologií 3D FDM tisku z materiálu ABS se zatavenými mosaznými závitovými vložkami. Tato šroubovice se instaluje na volantovou tyč ve vhodném místě.

Styčné plochy byly mazány mazacím tukem LV 2-3. Jako testovací vozidlo byla zvolena Škoda Felicia a v tomto případě bylo vhodné místo na volantové tyči za prvním kloubem. V tomto místě splňuje požadavky na krytí před nohama řidiče a předchází tak případnému poškození. Toto řešení není použitelné u vozidel s deformovatelnou volantovou tyčí, kde není prostor pro zástavbu. Testovací vozidlo nebylo vybaveno airbagem a z tohoto důvodu nebylo vybaveno deformovatelnou volantovou tyčí.



Obrázek 10: Držák potenciometru v programu Solidworks



Obrázek 11: Držák potenciometru v programu Prusa Slic3r

řešení se šroubovicí umožňuje i v případech mechanického selhání bezproblémové ovládní vozidla, bez jakýchkoliv úniků na řízení, jelikož síly, které v takovém případě stačí ke zničení mechanických částí a tím překonání jejich odporu v otáčení tyče, jsou ve srovnání s běžnou ovládací silou zanedbatelné.

Pro upevnění potenciometru byl vyroben držák a kryt potenciometru technologií 3D tisku z materiálu ABS se zatavenými mosaznými závitovými vložkami (Obrázek 10, Obrázek 11) a pomocný držák z konstrukční oceli s povrchovou úpravou galvanickým pokovováním zinkem.

Při zapojení bylo nutno vyšetřit fakt, že pro spínání mlhových svítel je ve vozidle použito pouze jedno relé a svítlá jsou tedy spojena. Pro oddělení byly použity výkonové Schottkyho diody, které na rozdíl od diod k emíkovým mají nižší ztrátové napětí a nedochází k tak velkým tepelným ztrátám. Pro splnění podmínky postupného rozsvícování a pohasínání bylo nutné využít spínání tranzistory typu MOSFET, stejně jako v předchozí kapitole. Bylo uvažováno i hybridní spínání kvůli možnému přehřívání spínacích prvků, ale na základě testování od toho bylo upuštěno, jelikož teplo bylo možné účinně odvádět i dlouhodobě. Hybridní spínání bylo uvažováno jako polovodičové pro postupné spínání a pohasínání a paralelně zapojené relé sepnuté v době plného svitu.

Měření rychlosti je realizováno pomocí indukčním snímačem LJ12A3-4-Z/BX NPN NC, s rozsahem napájení 6-36 V a je možné ho napojit na palubní napětí. Snímač pracuje na principu změny indukčnosti při přiblížení kovových předmětů k idlu snímače.

Vzhledem k výhodnému umístění nepoužitého držáku na bloku motoru a výhodnému tvaru homokinetického kloubu bylo možné snímat přímo v tomto místě samotný kloub, který se chová jako impulzní kolo o třech zubech (Obrázek 12). Nevýhodou je snímání pouze pravého předního kola. Celý systém měření rychlosti tak není příliš přesný při prudkých změnách a při jízdě zatáčkou, ale pro tuto aplikaci je přesto zcela vyhovující.



*Obrázek 12: Instalovaný indukční snímač v bloku motoru pro snímání otáček homokinetického kloubu (nahoru uprostřed)*

Připojení k řídicí jednotce je možné přímo bez předavného rezistoru s využitím funkce INPUT\_PULLUP, která aktivuje již zabudovaný rezistor spojený s 5 V.

Měření intenzity světla pro rozhodování o aktivaci a deaktivaci funkce je popsáno v kapitole „Automatické svícení“.

Informace o zapnutí směrových světel je získána z funkce „trojblik“. Informace o začlenění zpětném chodu je získána napojením vodiče od spínače couvacích světel. Pro snížení napětí z palubního napětí 12-14 V je použit napájecí dioda. Maximální dovolené

napětí na vstupu je 5 V. Minimální napětí pro rozeznání jako logická 1 je 3 V. Napěťový divider je vypočten s ohledem na tato fakta a na použití běžných rezistorů v řadě E12. Stejný způsob úpravy napětí je využit u všech digitálních vstupů.

### 3.3 Komfortní blikání

Pro realizaci bylo nutné získat informaci o zapnutí smyčkových svítek, a proto byl do jednotky vyveden vodič od pinů smyčkových svítek. Proudící vodič byl přerušen a ze strany spínače byl přiveden též do řídicí jednotky, kde jsou oba vzájemně odděleny Schottkyho diodou. Během aktivace smyčkových svítek program počítá dobu zapnutí a spíná relé, zapojené paralelně k pinům smyčkových svítek, tak dlouho, dokud nebude překročena aktivní doba pro krátké sepnutí spínače, čímž by poté fakticky funkce neprobíhala, nebo není dosažena nastavená doba pro tři bliknutí, případně naplněna některá z podmínek přerušení. Tato doba je stanovena experimentálně, jelikož se vzhledem k výrobním a předpisovým tolerancím v různých vozidlech, i stejného typu, značně liší. Dle platných předpisů je  $1,5 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$  [13]. Zároveň je tento způsob jednodušší než přímé pojitání po tu sepnutí. V systému je zachována funkce proudícího přerušení smyčkových svítek. Pro oddělení byla použita Schottkyho dioda, která má nižší úbytek napětí na rozdíl od diody křemíkové, aby byla intenzita svícení smyčkových svítek snížena co nejméně. Opatření bylo nutné realizovat pro každý směr zvlášť.

Funkce zároveň dává informaci o zapnutém smyčkovém svítle, využitou ve funkci přisvícení do zatáček.

### 3.4 Panické brzdění

Pro realizaci byl vybrán systém s měřením podélného zrychlení. Jako snímač byl zvolen modul GY-521 tříosého akcelerometru a gyroskopu MPU6050. Modul je napájen napětím 3 V až 5 V a komunikuje přes rozhraní I<sup>2</sup>C [14].

Přestože modul není zcela využit, o jeho použití bylo rozhodnuto z důvodu nejsnazší dostupnosti a není vyloučeno jeho plné využití v budoucích rozšiřujících funkcích. Pro modul

bylo vyrobeno pouzdro metodou 3D FDM tisku z materiálu ABS, ve kterém byl modul zalit zalévací hmotou. Pouzdro akcelerometru bylo upevněno do vodorovné polohy v motorovém prostoru v oblasti pravého podběhu na svorníky určené k upevnění držáku spínací kapoty u vozidel vybavených systémem proti krádeži.



Obrázek 13: Akcelerometr a gyroskop MPU 6050

Funkce má řízení zrychlení v podélné ose vozidla a při překročení nastavené hladiny aktivuje všechny blinkery. Funkce zůstává zapnuta tak dlouho, dokud vozidlo nezastaví nebo nepatrně zrychlovat.

### 3.5 Poloautomatické řízení teploty v kabině vozidla

V tomto případě systém zjistí nastavenou teplotu lineárním potenciometrem, napojeným na lanovod, provedený ovládací klapkou teplého vzduchu. Potenciometr byl umístěn do pouzdra vyrobeného technologií 3D FDM tisku z materiálu ABS. Pouzdro bylo upevněno na těleso topení.

Dále systém má řízení teploty vzduchu v kabině vozidla, na základě které určí regulaci odchylku a teplotu motoru, která je stejně důležitá pro ochrannou funkci před přehřátím motoru v případě selhání termostatu. V tomto bodě byla nutná volba snímače.

Snímače teploty lze rozdělit dle fyzikálního principu na:

- Kapacitní
- Odporové termistory
  - NTC (Odpor s teplotou klesá)
  - PTC (Odpor s teplotou roste)
- Polovodičové s PN přechodem (např. diody)



- Termoelektrické (tzv. termo lánky, vytvářející napětí)
- Dilatační (kovové, kapalinové, plynové)

Dále dle povahy výstupního signálu

- Analogové
  - Spojité
  - Diskrétní
- Digitální

Snímáče mohou být dále vyrobeny jako pasivní i aktivní. Aktivní zpravidla obsahují obslužnou elektroniku a n rozdíl od pasivních potřebují napájení.

Pro tento účel byl zvolen zapouzdřený snímač DS18B20. Snímač byl umístěn ke stropu na konci A sloupku u spolujezdce. Jedná se o digitální snímač, čímž je odolnější proti rušení a tudíž vhodnější pro použití ve vozidle. Dále se jeho použitím zjednodušuje zdrojový kód, jelikož lze pracovat přímo s teplotou a není tak nutno přepočítávat analogový signál Steinhart-Hartovou rovnicí na teplotu [20]. Další výhodou je možnost napojení více snímačů na jeden digitální pin. Pro připojení využívá sběrnici 1-Wire. V případě potřeby je možné zapojit snímač pomocí dvou vodičů místo tří, využitím parazitního napájení [15].

System dle rozdílu mezi nastavenou a reálnou teplotou ovládá servomotor nastavující klapku teplého vzduchu. Pro ovládání je zavedena PID regulace.



*Obrázek 14: Zapouzdřený snímač DS18B20*

PID regulace je realizována kombinací proporciálního, integračního a derivačního regulátoru. Díky této kombinaci je po dle sledném nastavení zesilovacích útlumů pro danou soustavu, dosaženo nejstabilnější hodnoty sledované veličiny a její rychlejší dosažení.

- P-regulátor je nejprimitivnějším řešením regulace. Reakce na odchylku je úměrná odchylce od požadované hodnoty.
- I-regulátor sleduje integrál odchylky od požadované hodnoty. Úlohou této složky je doregulování malých odchylek.
- D-regulátor sleduje derivaci, jinak řečeno rychlost změny odchylky od požadované hodnoty. Jeho úlohou je preventivní zásah před překročením požadované hodnoty.

[16]

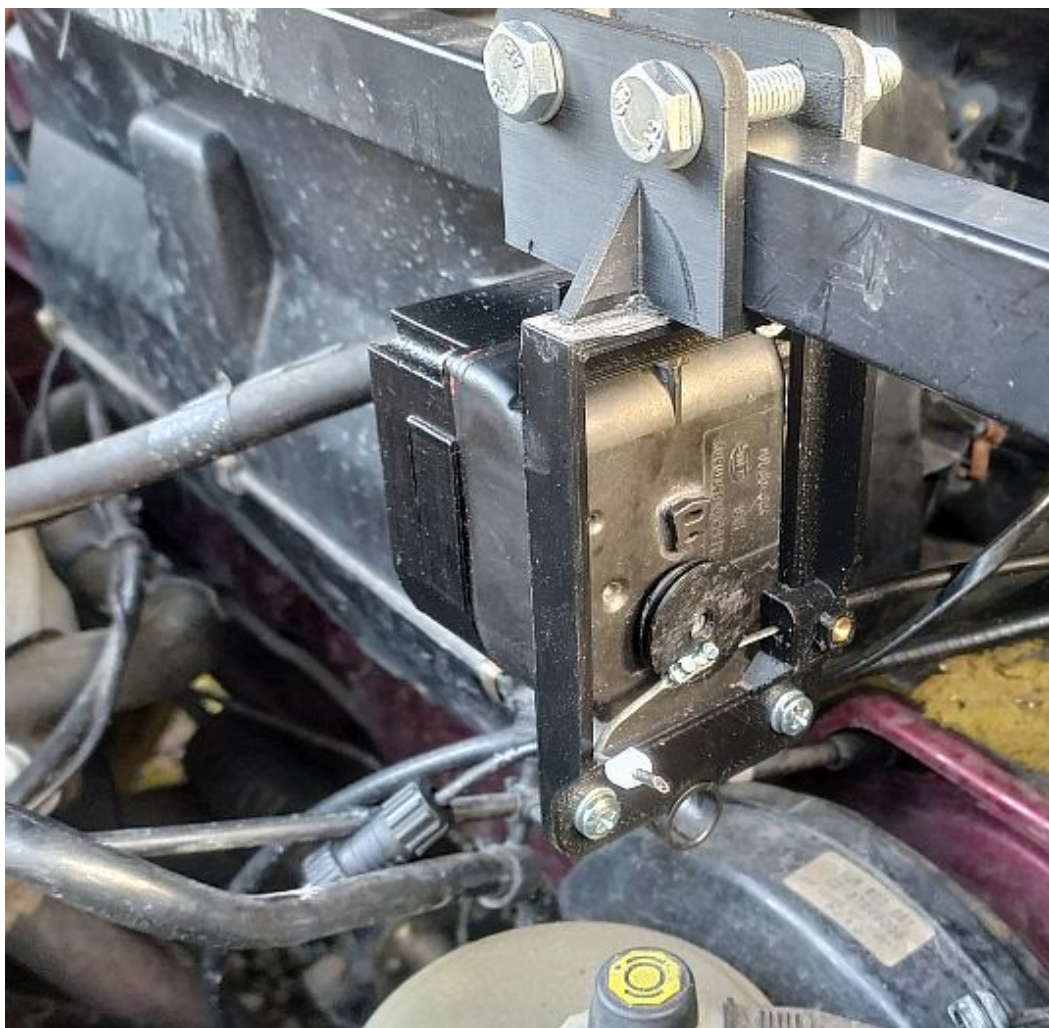
Jako servomotor byl zvolen díl 1J1907511A z vozu Audi A3. Servomotor obsahuje elektromotor s převody a odporové absolutní snímání polohy. Vzhledem k faktu, že zvolený díl byl již použitý a poškozený, nebylo snímání polohy funkční a bylo řešeno dodatečným potenciometrem 10 K.



*Obrázek 15: Servomotor*

Funkce spouští elektromotor v požadované směru a hlídá jeho polohu. V případě dosažení požadované polohy dojde k jeho zastavení. Pro snímání polohy bylo zvoleno rušení použito vyhlazování klouzávkem přímým. Jako výkonový prvek pro spouštění servomotoru byl použit dvojitý H-motek L298N ovládaný napětím 5 V, který je možné zatížit 2 A, 25 W a umožňující spínat 5 až 35 V [17]. Servomotor byl umístěn vedle tělesa topení na rozptýlenou tyč a napojen na originální lanovod.

Funkce dále měří teplotu motoru dalším snímačem DS18B20. Při překročení nastavené hodnoty vždy nastaví topení na maximální teplotu a spustí ventilátor topení na maximální výkon. Jedná se o ochranné opatření pro případ, kdy selže termostat v chladicím systému motoru, což je u starších vozidel častá závada. V takovém případě je velký okruh chlazení uzavřen a je funkční pouze malý okruh – v tomto případě neproudí chladicí kapalina chladičem, ale pouze výměníkem topení. Spuštění topení na maximální výkon umožňuje snížit teplotu motoru a předejít jeho poškození. Snímač byl umístěn na vedení malého chladicího okruhu v blízkosti obalu termostatu.



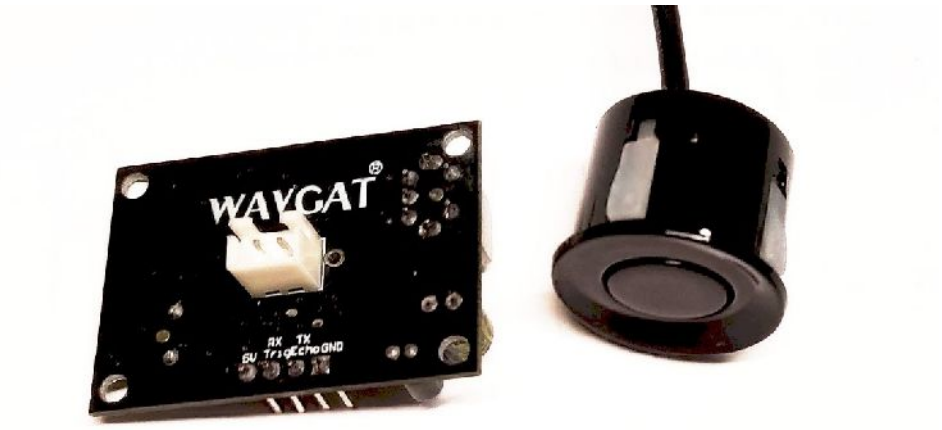
*Obrázek 16: Instalovaný servomotor*

### **3.6 Hlídaní mrtvého úhlu**

Pro zjištění přítomnosti vozidel byl zvolen modul JSN-SR04T s odděleným vodotěsným ultrazvukovým snímačem vzdálenosti. Tento snímač detekuje předměty do vzdálenosti 6 m a funguje na principu vysílání krátkého ultrazvukového signálu a následné detekce odraženého signálu od předmětu. Snímač je napájen 5 V, dosahuje přesnosti  $\pm 1$  cm a detekční úhel je  $75^\circ$  [18].

MCU následně změní čas a dle rovnice z rychlosti šíření zvuku vypočítá vzdálenost od předmětu. Systém v určených intervalech zjišťuje vzdálenost předmětů ve směru snímače a v případě zapnutí směrovky upozorní na objekty ve vzdálenosti kratší než 4 m svítem

LED diody. Systém funguje odděleně pro každou stranu vozidla. Snímáče byly instalovány do boční části zadního nárazníku.



*Obrázek 17: Modul JSN-SR04T se snímáčem*

### **3.7 Vstupy a výstupy pro budoucí funkce**

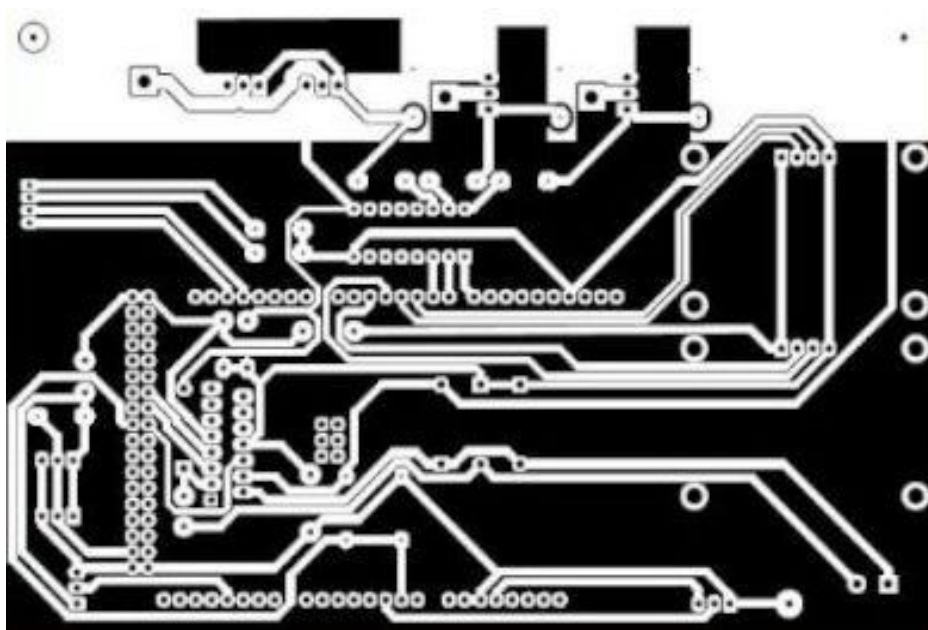
Na řídicí jednotce bylo osazeno jedno mechanické relé navíc a jeden dioda napětí pro kladný digitální vstup na kterých budoucích funkcí. Navíc byl vyveden jeden digitální vstup pro spínání nulou. Dále zůstalo nevyužito 23 digitálních pinů a 11 analogových vstupních pinů.

## 4 Výroba řídicí jednotky

Pro vodní návrh byl zvolen s použitím jedné oboustranné desky. Vzhledem k rozměrům a obtížnosti výroby takové desky se později přistoupilo ke dvojici jednostranných desek o rozměrech 150x100 mm, kdy jedna obsluhuje výstupy funkcí, které používají řízení PWM a druhá výstupy funkcí ovládaných mechanickými relé. Výsledkem jsou tedy dvě stohovatelné desky, kde z hlediska elektrického zapojení nezáleží na pořadí, v jakém jsou zapojeny. Zároveň je do budoucna možné řídicí jednotku rozšířit o další funkce pouhým přidáním další desky, nebo v případě nutnosti upravit pouze část řídicí jednotky při případné revizi. Pro sestavení nebyly uvažovány komponenty pro povrchovou montáž (tzv. SMD) z důvodu komplikovanosti osazování v omezených podmínkách, které předpokládá zadání této práce.

Schéma bylo vytvořeno v programu KiCad Eeschema, kde byla poté zvolena pouzdra součástek. Následně byl vytvořen návrh plošného spoje v programu KiCad Pcbnew. V tomto programu se kreslí ve vrstvách, z nichž každá má svůj konkrétní účel. Pro výrobu této desky byla využita pouze vrstva spoj.

Pro další postup byl zvolen způsob tzv. fotocestou negativním fotorezistem. Z programu KiCad Pcbnew byla inverzně exportována vrstva spodních spojů do formátu PDF. Exportovaná vrstva ve formátu PDF byla vytištěna laserovou tiskárnou na průhlednou folii, určenou k potisku laserovými tiskárnami. Folie byla přiložena na cuprexitovou desku s nanosenou vrstvou tzv. negativního fotorezistu. Pro dočasné fixování folie na desce, byly uloženy mezi skleněné tabulky. Takto připravená deska byla osvětlena zdrojem UV záření, tzv. „horským slunečkem“ po dobu 180 s, čímž došlo k polymerizaci fotorezistu. Neosvětlený fotorezist byl odplaven v roztoku uhlíkatanu sodného. Osvícený fotorezist následně posloužil jako ochrana měděné vrstvy při leptání chloridem železitým. Po vyleptání byl fotorezist zcela odstraněn acetonem a provedeno vrtání otvorů pro vodičové součástky na stojanové vrtačce.



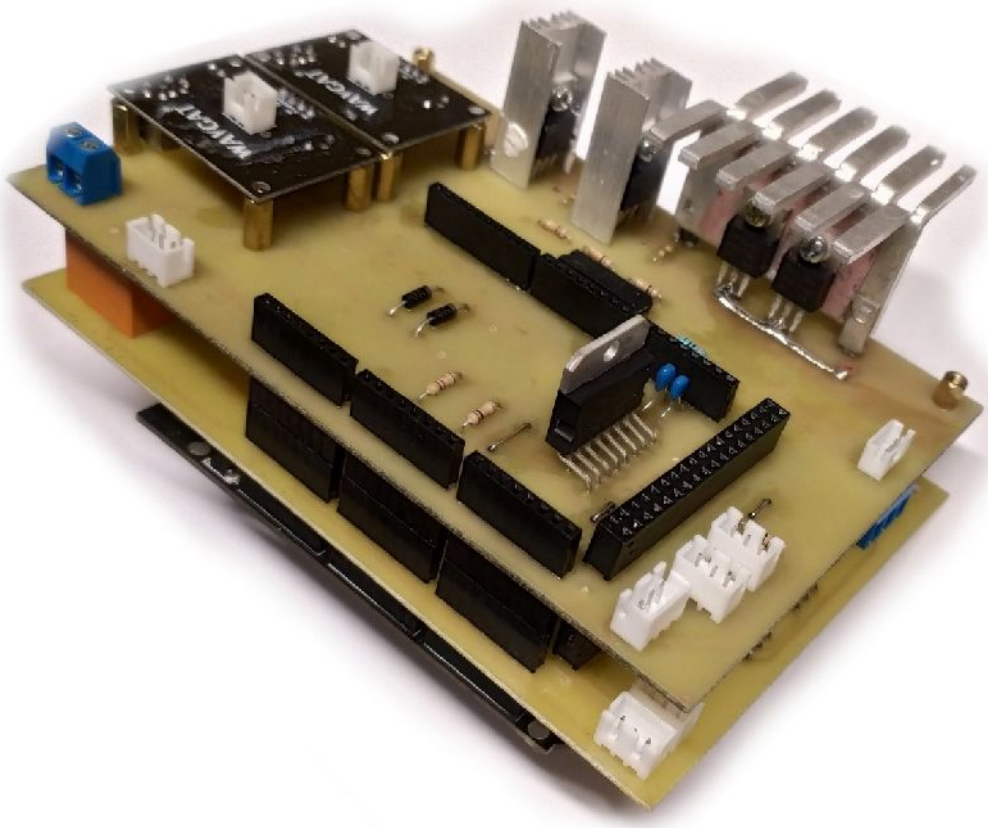
*Obrázek 18: Exportovaná vrstva*



*Obrázek 19: Osvícený Cuprextit v průběhu leptání*

Po vyvrtání otvorů byla deska osazena součástkami ručním pájením. Spoje namáhané vysokými proudy byly pocínovány pro snížení proudové hustoty.

Desky byly s MCU a navzájem spojeny konektorovými lištami a sešroubovány distančními sloupky.



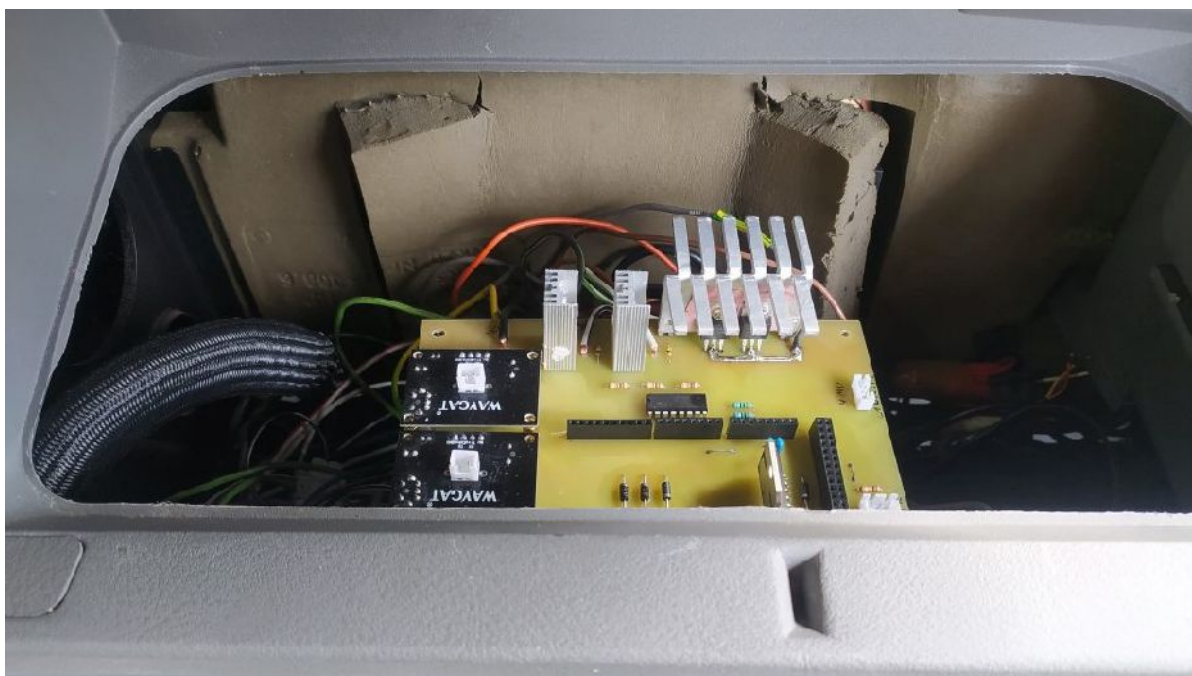
*Obrázek 20: řídicí jednotka komfortních a bezpečnostních funkcí*



## 5 Instalace ve vozidle

Vzhledem k rozměrům není v kabině vozidla příliš vhodných míst k instalaci a při umístění do motorového prostoru by bylo nutné instalovat jednotku do vodotěsného obalu.

Pro umístění ve vozidle byl tedy zvolen prostor nad pojistkovou skříň, za odkládací schránkou, které je přístupné po demontáži schránky. Nevýhodou je nemožnost zpětné instalace schránky. Pro orientaci v originálním zapojení byly využity dílenské píruky Škoda Felicia. Část kabelového vedení byla natažena od oblasti zapalování a pro mechanickou ochranu byl kabelový svazek opatřen plastovým kabelovým opletem. Instalace snímače a aktuátoru je popsána v podkapitolách příslušných funkcí.



*Obrázek 21: Umístění jednotky v průběhu instalačních prací*

## 6 Testování a ladění

Testování a ladění probíhlo ve dvou fázích

1. Testování v klidu
  - a. Vizuální test funkcí nezávislých na rychlosti
  - b. Měření světelné intenzity a aktivních úhlů při osvětlení do zatáček
  - c. Test funkcí závislých na světelných podmínkách
2. Testování v pohybu
  - a. Test funkcí závislých na rychlosti a změně rychlosti
  - b. Test funkcí závislých na světelných podmínkách

### 6.1 Testování v klidu

V této fázi testování bylo vozidlo nehybné, testovaly se funkce, u kterých nebyl pohyb nutný, případně nebyl žádoucí.

#### Vizuální test funkcí nezávislých na rychlosti

Byla provedena základní kontrola automatického rozsvícení světel a nastavení hladiny pro zapnutí nočního a denního režimu. Byla otestována funkce komfortního blikání a provedena základní kontrola poloautomatického řízení teploty (test aktivních len).

Byl proveden test funkčnosti detekce pedálů ve slepých úhlech vozidla a výškové seřízení snímáku.

#### Měření světelné intenzity a aktivních úhlů při osvětlení do zatáček

Bylo provedeno subjektivní porovnání intenzity světla světel v režimu denního svícení. Z důvodu sníženého výkonu byla ale doba rozsvícení světel na konečnou intenzitu příliš velká, přibližně 3 s. Toto bylo vyřešeno prvotním zapnutím dálkových světel na plný výkon po dobu 8 ms, která byla určena experimentálním pozorováním, a poté snížením na stálý snížený výkon. Pěkností je tak pouhým okem téměř nerozeznatelné.

Aktivní úhly funkce při osvětlení do zatáček byly nastaveny na základě tohoto pozorování.

## 6.2 Testování v pohybu

Jelikož některé funkce není možné testovat v klidu vozidla, bylo v této fázi provedeno testování v pohybu a následné ladění na základě těchto pozorování a měření.

### Test funkcí závislých na rychlosti a změně rychlosti

Bylo provedeno měření reálné rychlosti pomocí mobilního telefonu pomocí funkce GPS a porovnání s naměřenou rychlostí řídící jednotkou komfortních a bezpečnostních funkcí. Test byl proveden při ustálené rychlosti na rovném úseku, pro eliminaci možných chyb, vzniklých nedostatečnou obnovovací frekvencí GPS modulu a rozdílnou obvodovou rychlostí po stopování a vnitřního a vnějšího kola v zatáčce.

Dále byl proveden test funkce panické brzdění a následné nastavení míry přetížení, nutného pro aktivaci a deaktivaci.

### Test funkcí závislých na světelných podmínkách

Byla testována funkce přepínání světelných režimů při rozdílných světelných podmínkách, zejména jízda v oblasti se stínáním světla a stínu.

Dále byla testována funkce poloautomatického řízení teploty v kabině vozidla při jízdě ve stínu a na slunci a jejich stínání. Testování proběhlo subjektivně. Nejprve byla zvolena trasa projeta s deaktivovanou funkcí řízení teploty, poté byla zopakována s aktivovanou funkcí.

## 7 Ekonomické zhodnocení výroby

Celková cena materiálu řídící jednotky komfortních a bezpečnostních funkcí tvoří 1857,99 Kč, rozpis lze nalézt v Tabulka 2. Cena je příznivá a podařilo se dostat na nižší cenovou hladinu než konkurenční výrobky. Nutno ale podotknout, že během výroby vzniklo mnoho odpadu při výrobě DPS, jehož cena není do kalkulace zahrnuta a celková cena prototypu je tedy vyšší. Zároveň není do ceny zahrnut materiál pro výrobu obalů snímačů, držáků, strojových částí a práce. Pokud by se mělo jednat o finální výrobu, bylo by nutno do kalkulace připočítat též náklady na zkoušky pro osvědčení o schválení technické způsobilosti.

položka	cena	množství	cena za množství
Modul LM393	18,00 Kč	1	18,00 Kč
Modul JSN-SR04T + sn.	138,00 Kč	2	276,00 Kč
potenciometr rotační	15,00 Kč	1	15,00 Kč
potenciometr tahový	32,00 Kč	2	64,00 Kč
Indukční snímač	135,00 Kč	1	135,00 Kč
snímač DS18B20	114,00 Kč	2	228,00 Kč
fotocitlivý cuprexit	68,00 Kč	2	136,00 Kč
Arduino 2560 klon	286,00 Kč	1	286,00 Kč
ULN2003A	7,50 Kč	2	15,00 Kč
relé	24,10 Kč	6	144,60 Kč
tranzistor irf9540	21,00 Kč	4	84,00 Kč
dioda Schottkyho 5 A	9,50 Kč	3	28,50 Kč
dioda BY133	0,50 Kč	4	2,00 Kč
dioda LED	2,30 Kč	2	4,60 Kč
dioda DST2045AX	35,00 Kč	2	70,00 Kč
rezistor uhlíkový 4K7	0,27 Kč	4	1,08 Kč
rezistor uhlíkový 2k2	0,32 Kč	4	1,28 Kč
rezistor uhlíkový 5k6	0,36 Kč	1	0,36 Kč
rezistor uhlíkový 3k3	0,65 Kč	1	0,65 Kč
rezistor uhlíkový 10k	0,27 Kč	3	0,81 Kč
rezistor uhlíkový 100k	0,25 Kč	3	0,75 Kč
rezistor uhlíkový 330R	0,68 Kč	2	1,36 Kč
kondenzátor 100nF	11,00 Kč	2	22,00 Kč
chlorid železitý	65,00 Kč	1	65,00 Kč
uhlíčitán sodný	48,00 Kč	1	48,00 Kč
svorka do DPS 2x	4,00 Kč	10	40,00 Kč
svorka do DPS 3x	5,00 Kč	1	5,00 Kč
konektor JST XH 5x	10,00 Kč	1	10,00 Kč

položka	cena	množství	cena za množství
konektor JST XH 3x	8,00 Kč	7	56,00 Kč
konektor JST XH 4x	9,00 Kč	1	9,00 Kč
dutinková lišta 8x	4,00 Kč	10	40,00 Kč
dutinková lišta 18x2	20,00 Kč	2	40,00 Kč
dutinková lišta 10x	5,00 Kč	2	10,00 Kč
celkem	1 857,99 Kč		

*Tabulka 2: rozpis cen materiálu*

## 8 Závěr

### 8.1 Zkušenosti

Funkce automatické svícení funguje bezchybně. Funkce pro isvícení do zatáček funguje, ale vzhledem k faktu, že pro vodní mlhová svítlá nejsou s ohledem na tuto funkci konstruována, není světlo distribuováno v tak širokém úhlu, jak by bylo vhodné například v porovnání s vozem Škoda Octavia II. Nicméně se stále jedná o přínos.

U funkce komfortního blikání se během testování zjistilo, že vzhledem k vnitřní konstrukci páky směrových světel u testovacího vozidla, není použití příměrné – snadno dochází k nepřesnosti do zaaretované polohy, ze které je nutné ji záměrně odepnout.

Funkce panického brždění funguje, v případě projetí výtluku například v silném brždění dojde k dřívejší aktivaci, pravděpodobně vlivem kmitů. Vzhledem k nebezpečnosti výtluku, ale tato vlastnost může být spíše výhodou.

Funkce poloautomatického řízení teploty v kabině funguje bez problému, subjektivní přínos je zásadní. Nevýhodou je ale nemožnost manuálního řízení teploty v případě poruchy jednotky.

Funkce hlídání mrtvého úhlu funguje, ale testování ukázalo, že by byla též vhodná detekce vozidel na větší vzdálenost, jelikož například rychle se blížícím vozidlem ve slepém úhlu dochází k detekci pozdě a čas na reakci je v tu chvíli velmi krátký.

### 8.2 Shrnutí

Během realizace tohoto projektu jsem zvolil vývojovou platformu a požadované funkce s ohledem na jejich přínos. Dále jsem zvolil vhodné díly k sestavení řídicí jednotky a na které poté byly navrženy části programu v Solidworks a po zvolení vhodného materiálu vzhledem k teplotám v daném prostředí, a zpracování v programu Prusa Slic3r vytisknul na 3D tiskárně Prusa i3 Plus.

Ve fázi vývoje jsem nejprve vytvořil testovací model, na kterém jsem později testoval základní vlastnosti funkcí. Zdrojový kód jsem vytvořil v programu Arduino IDE v jazyce Wiring s využitím knihoven Wire.h, OneWire.h, DallasTemperature.h, PID\_v1.h.

Dále jsem řídící jednotku a příslušné díly upevnil do vozidla na vhodná místa a za pomoci schémat z dílenských příruček Škoda Auto zapojil na elektroinstalaci vozidla Škoda Felicia 1.3 MPI r. v. 2000.

Následně jsem provedl testování, na které funkce nastavil a provedl dlouhodobé testování v provozu. Později jsem vyhodnotil výsledky.

Funkční i finanční cíle se tedy podařilo naplnit a do budoucna navrhuji rozšíření o další funkce, například „coming home/leaving home“, „e-call“, zabezpečení proti odcizení přívného vozíku. U funkce řízení teploty v kabině navrhuji rozšíření o podporu systému s klimatizací. U funkce panického brzdění by byla vhodná úprava algoritmu pro aktivaci a deaktivaci. Navrhuji mimo hodnocení míry přetížení také rychlost jeho změny, případně okamžité rychlosti. Hodnotným rozšířením by bylo chytré řízení sklonu svítel na základě zatížení náprav. Pro zvýšení kvality, spolehlivosti a životnosti doporučuji profesionální výrobu plošného spoje. Cena výroby v zahraničí je natolik nízká, že může být i levnější než vlastní ruční výroba.

Na které funkce neumožní použití při provozu na pozemních komunikacích z důvodu chybějící homologace na kterých částech, zejména mlhových a dálkových svítel, k danému způsobu použití. Tento nedostatek je ale pouze legislativní a není vyloučeno budoucí legální využití po změně předpisů.

Vzhledem k neustálému způsobu rozvoje z hlediska nasazení povinných asistenčních systémů nových vozidel evropskou unií je pravděpodobné i brzké zaměření na starší vozidla a tím se podobné jednotky, zahrnující aktivní bezpečnostní prvky, jeví jako jediný způsob udržení starších vozidel v provozu, protože oficiální řešení od výrobce vozidla neexistuje a pravděpodobně ani existovat nebude.

## Bibliografie

- [1] *SYSTÉM INTELIGENTNÍHO SYSTÉMU ÍZENÍ OSV TLENÍ VOZIDLA*. Ostrava, 2019. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [2] Jednotka komfortních funkcí. *SP-EL.cz* [online]. Praha: Vávra, 2017 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: [https://www.sp-el.cz/Jednotka-komfortnich-funkci-a7\\_3.htm](https://www.sp-el.cz/Jednotka-komfortnich-funkci-a7_3.htm)
- [3] VODA, Zbyšek. *Průvodce světem Arduina*. Vydání druhé. Brno: Martin Štíhl, 2017. ISBN 978-80-87106-93-8.
- [4] FAQs. *Raspberry Pi* [online]. Cambridge: Raspberry Pi Foundation, 2020 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/faqs/#hardware-compare>
- [5] Arduino vs ESP8266 vs ESP32 Comparison. *DIYIOT* [online]. DIYIOT [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://diyiot.com/technical-datasheet-microcontroller-comparison/>
- [6] Arduino Products. *Arduino* [online]. Arduino, 2020 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- [7] § 32 zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 26. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361#p32>
- [8] Light patterns - light distribution. In: *HELLA* [online]. Lippstadt: HELLA [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.hella.com/techworld/za/ti/Headlamp-light-patterns-light-distribution-53790/>
- [9] Blind Spot Detect. In: *Prerost a Švorc* [online]. Praha: Prerost a Švorc [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.prerost-svorc.cz/asistenti-konektivita>
- [10] PWM regulátor I. - Obecný úvod. *MCU.CZ* [online]. MCU.CZ, 14.10.2009 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <http://mcu.cz/news.php?extend.1579.3>
- [11] PWM. *Arduino* [online]. arduino, 2018, February 05, 2018 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM>
- [12] ULN2003: datasheet. *STMicroelectronics* [online]. Geneva: STMicroelectronics, 2020 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: [https://www.st.com/content/st\\_com/en/products/interfaces-and-transceivers/darlington-arrays/uln2003.html#documentation](https://www.st.com/content/st_com/en/products/interfaces-and-transceivers/darlington-arrays/uln2003.html#documentation)



- [13] Nezatížený d li nap tí. In: *Elektrotechnická m ení* [online]. Rokycany: P nkava, 2011 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <http://www.likeova-mereni.g6.cz/index.php?schema=17>
- [14] P edpis Evropské hospodá ské komise Organizace spojených národ (EHK OSN) . 6 – Jednotná ustanovení pro schvalování typu sm rových svítlen motorových vozidel a jejich p ípojných vozidel. In: Evropská unie. Evropská unie, 2014, ro ník 2014, íslo 6. Dostupné z: [https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42014X0718\(01\)](https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42014X0718(01))
- [15] MPU6050 - Accelerometer and Gyroscope Module. *Components 101* [online]. 2018, 17 March, 2018 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://components101.com/sensors/mpu6050-module>
- [16] DS18B20. *Maxim integrated: datasheets* [online]. 2019 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- [17] Co znamená PID. *Automa* [online]. 2003, 2003(3) [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/co-znamena-pid-2003\\_03\\_28768\\_3811/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/co-znamena-pid-2003_03_28768_3811/)
- [18] L298: DUAL FULL-BRIDGE DRIVER. *STMicroelectronics* [online]. Italy: STMicroelectronics, 2000, January 2000 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: [https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298\\_H\\_Bridge.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf)
- [19] Waterproof ultrasonic module JSN SR-04T to measure distance with Arduino. *Surtrtech* [online]. 2019, 27 January 2019 [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://surtrtech.com/2019/01/27/waterproof-ultrasonic-module-jsn-sr-04t-to-measure-distance-with-arduino/>
- [20] Arduino store. *Arduino store* [online]. Arduino [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>
- [21] M ení teploty Arduinem a termistorem. *Blog Jana Maren íka* [online]. Maren ík, 2018 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://marencik.cz/it/arduino/tlog/measure-thermistor.md>

## Seznam obrázk

Obrázek 1: MCU Arduino Mega 2560 .....	3
Obrázek 2: systémový diagram .....	4
Obrázek 3: Hlídní mrtvého úhlu .....	9
Obrázek 4: Modul s komparátorem LM393 .....	10
Obrázek 5: Klouzavý pr m r .....	11
Obrázek 6: Pr b h nap tí p i PWM regulaci .....	12
Obrázek 7: P íklad zapojení relé s obvodem ULN2003A .....	13
Obrázek 8: P íklad zapojení tranzistoru IRF9540N s obvodem ULN2003A .....	14
Obrázek 9: Obecné schéma d li e nap tí .....	15
Obrázek 10: Držák potenciometru v programu Solidworks .....	16
Obrázek 11: Držák potenciometru v programu Prusa Slic3r .....	17
Obrázek 12: Instalovaný induk ní sníma v bloku motoru pro snímání otá ek .....	18
Obrázek 13: Akcelerometr a gyroskop MPU 6050 .....	20
Obrázek 14: Zapouzd ený sníma DS18B20 .....	22
Obrázek 15: Servomotor .....	23
Obrázek 16: Instalovaný servomotor .....	24
Obrázek 17: Modul JSN-SR04T se sníma em .....	25
Obrázek 18: Exportovaná vrstva .....	27
Obrázek 19: Osvícený Cuprextit v pr b hu leptání .....	27
Obrázek 20: ídící jednotka komfortních a bezpečnostních funkcí .....	28
Obrázek 21: Umíst ní jednotky v pr b hu instala ních prací .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání intenzity sv tla r zných sv telných zdroj .....	6
Tabulka 2: Rozpis cen materiálu .....	33

## **Přílohy**

- Schémata desek řídicí jednotky
- Grafiky plošných spoj
- 3D modely pro 3D tisk pomocných držák , mechanism a pouzder
- Obrázky 3D model pomocných držák , mechanism a pouzder
- Fotografie snímá e zrychlení a snímá e polohy volantu s mechanismem
- Zdrojový kód