

»Državno srečanje mladih raziskovalcev«

Offroad pripomočki za avtomobil

Raziskovalno področje: aplikativni inovacijski
predlogi in projekti
Inovacijski predlog

Srednja elektro-računalniška šola Maribor

Maribor, januar 2021

Avtorji: Žan Železnik

Filip Nipič

Rok Palko

Mentor: Darko Visočnik

KAZALO VSEBINE:

1	Povzetek	2
2	Zahvala	2
3	Uvod.....	2
4	Vsebinski del.....	3
4.1	Mikro-krmilnik Arduino.....	3
4.1.1	Zgodovina.....	3
4.1.2	O razvojni ploščici	3
4.2	Programski jezik C++.....	4
4.3	Napajanje sistema	5
4.4	Rele in tranzistor.....	6
4.5	Ostali material.....	6
5	Izdelava sistema	7
5.1	Metodologija.....	7
5.2	Dobivanje ideje.....	7
5.3	ELEKTRONSKI DEL.....	8
5.3.1	Seznam materiala	8
5.3.2	Pripomočki	9
5.3.3	Senzorji.....	9
5.3.4	Tiskano vezje.....	12
5.4	Programski del.....	17
5.4.1	Sistematika	17
5.4.2	Postopek programiranja.....	17
5.4.3	Programska koda	17
5.5	Vgradnja sistema	18
5.5.1	Vgradnja ultrazvočnega in temperaturnega senzorja	18
5.5.2	Vgradnja ultrazvočnega senzorja na podvozju.....	18
5.5.3	Prižig meglenk ob zavijanju.....	20
5.5.4	Upravljalna plošča.....	22
5.5.5	Vgradnja zaslona	23
5.6	Produkt za prodajo	24
5	Družbena odgovornost	24
6	Zaključek	25
7	Viri in literatura	26
7.1	Viri slik	27

KAZALO SLIK:

Slika 1: BASIC stamp (vir naveden v virih slik)	3
Slika 2: Primer ploščice ARDUINA UNO (vir naveden v virih slik).....	4
Slika 3: Pulzno širinska modulacija (vir naveden v virih slik)	4
Slika 4: 12V avtomobilski vtič (vir naveden v virih slik)	5
Slika 5 tranzistor v TO-3 ohišju (vir naveden v virih slik)	6
Slika 6: Arduino rele (vir naveden v virih slik).....	6
Slika 7 ultrazvočni sledilnik (vir naveden v virih slik)	10
Slika 8 območje zajemanja ultrazvočnega senzorja (vir naveden v virih slik)	10
Slika 9 MPU-6500 (vir naveden v virih slik)	10
Slika 10 GY-63 (vir naveden v virih slik).....	11
Slika 11 DHT22 (vir naveden v virih slik).....	12
Slika 12 5V rele (vir naveden v virih slik)	12
Slika 13 LCD 2004A (vir naveden v virih slik)	12
Slika 14 razširitveno vezje	14
Slika 15 DHT 22 med vgradnjo (lasten vir)	19
Slika 16 pritrjevanje ultrazvočnega sledilnika (lasten vir)	19
Slika 17 prehod požarnega zidu (lasten vir).....	19
Slika 18 podvozje z senzorjem (lasten vir)	19
Slika 19 pritrjen ultrazvočni senzor v maski (lasten vir)	19
Slika 20 pritrjen ultrazvočni senzor (lasten vir)	19
Slika 21 vodnik meglenke (lasten vir).....	21
Slika 22 meglenka (lasten vir).....	21
Slika 23 REED stikalo (vir naveden v virih slik).....	21
Slika 24 nadzorna plošča.....	22
Slika 25 ohišje zaslona 1	23
Slika 26 ohišje zaslona 2	23

1 POVZETEK

V tem inovacijskem predlogu želimo izdelati sistem, ki nam bi omogočal varno in zanesljivo vožnjo z avtomobilom po brezpotju. Z zajemanjem najrazličnejših podatkov in preračunavanjem bi lahko voznika opozarjali na nevarnosti in hkrati prikazovali podatke na zaslonu v kabini. Sistem bo zajemal najrazličnejše veličine. Med glavnimi pa sta temperatura in razdalja. Sistem bo tudi krmilil luči na avtomobilu, ki se bodo uporabljale kot dnevne luči in luči za pomožno osvetlitev pri zavijanju. Sistem bomo vgradili v lasten avtomobil, v katerem mora zanesljivo delovati vsaj eno leto.

2 ZAHVALA

Najprej bi se radi zahvalili predvsem mentorju, ki nam je pomagal pri razvoju sistema, pomagal pri nekaterih izračunih in nam podal veliko potrebnega dodatnega znanja za izvedbo naloge. Zahvalili bi se tudi podjetju, ki nam je dobavilo ves material in pomagalo z zelo uporabnimi nasveti. Zahvaliti se moramo vsem profesorjem stroke elektrotehnike, ki so nam pomagali, kakor tudi gospe profesorici za slovenščino, ki nam je lektorirala pisni del naloge. Zahvala tudi obema razrednikoma za razumevanje zaradi izostankov od pouka. Iskreno hvala vsem za pomoč in podporo pri inovacijskem predlogu.

3 UVOD

Kot mladi voznik, si vsak želi čim boljši avtomobil. Enako je bilo pri enem izmed nas. Imel sem avto Subaru Forester prve generacije. In ker je ta avtomobil star 20 let, ima zelo malo dodatne opreme ter elektronike. Za Subaru velja, da je vse analogno in mehansko. Zato sem želel dodati nekaj zadev, ki bi olajšale vožnjo in vpeljale nekaj moderne tehnologije v avtomobil. A po 9 mescih sem ga moral zamenjati. Zamenjal sem ga z enakim modelom vendar 3. generacijo. Kljub šestim letom razlike med prejšnjim in zdajšnjim, še vedno ni vključeno veliko tehnologije. Želeli smo izdelati tak sistem, ki bi pomagal pri parkiranju, meril temperature, vlago, pritisk in podobne zadeve. Ker gre za varnost in delo na avtomobilu, ki mora biti tehnično brezhiben moramo sistem vgraditi zanesljivo in narediti čim bolj neopaznega, čeprav po naših povpraševanjih naš sistem naj ne motiti varnosti in funkcij avtomobila. Ugotavljamo, da lahko sistem legalno vgradimo v avtomobil.

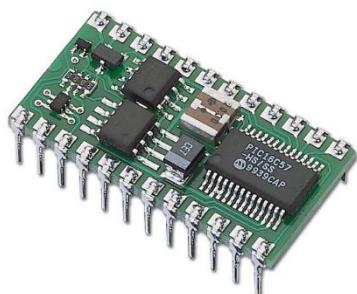
4 VSEBINSKI DEL

4.1 Mikro-krmilnik Arduino

4.1.1 Zgodovina

Projekt Arduino se je začel v Interaction Design Institute Ivrea v Italiji. Pred tem so študentje in ustvarjalcji uporabljali BASIC stamp microkontroler.

Ta način izdelave in preizkušanja je bil precej dražji kot je sedaj. Mikro krmilnik je stal približno 100€, sedaj pa so cene precej nižje.



Slika 1: BASIC stamp (vir naveden v virih slik)

Leta 2003 je Hernando Barragán ustvaril novo razvnojno platformo wiring. Cilj projekta je bil, da bi ustvarili preprost mikrokrmilnik za nizko ceno, ki bi ga lahko uporabljali za izdelavo digitalnih projektov. Prvi izdelan Wiring krmilnik je deloval z ATmega168 čipom, a to se je hitro spremenilo in nadomestil ga je ATmega8. Nato pa so projekt preimenovali v Arduino.

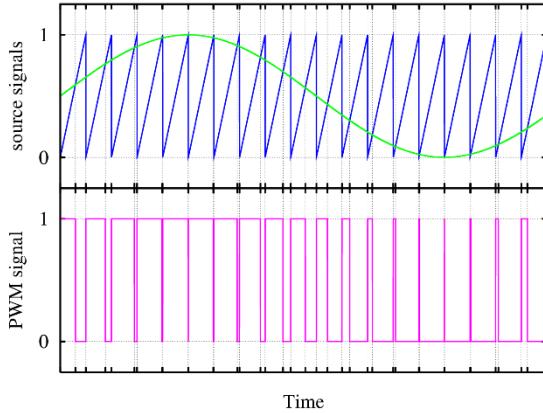
Leta 2011 so ocenili, da se je v komercialne namene prodalo skoraj 300.000 mikro-krmilniških ploščic. Leta 2013 pa že kar 700.000 ploščic.

V oktobru leta 2016 se je izkazalo, da je eden izmed vodilnih v združenju imel lažne dokumente o izobrazbi, kar je pa slabo vplivalo na razvoj in ugled. Kljub temu, da je priznal, da si teh priznanj ne zasluži, je to pustilo veliko brazgotino v ugledu. Leta 2017 združili s podjetjem ARM holding in skupaj nadaljevali z odprtakodnimi krmilniki.

4.1.2 O razvojni ploščici

Arduino razvojne ploščice so odprtakodna strojna oprema, ki so namenjene izdelavi digitalnih naprav kot projektov. Gre za vrsto mikro-krmilnika, ki je sestavljen iz ene same ploščice. Arduino ploščice so na voljo, kot v naprej polno izdelane ali pa kot »kit kompleti«, kar pomeni, da ploščico sestavimo sami iz kupljenih elementov. Ploščica ima različne vhode in izhode. Na voljo so nam analogni priključki, s katerimi zavzemamo informacije, digitalni priključki, katere lahko uporabljamo kot vhode in izhode. Nameščeni so tudi številni napajalni priključki, ki zagotavljajo napajanje za vse razširitvene module. Na voljo imamo 5V, 3,3V in napajalno napetost ploščice. Vsebujejo tudi številne priključke za komunikacijo.

Digitalin izhodi delujejo na bazi pulzno širinske modulacije. V grafu vidimo, da so na delih, kjer je željena višja napetost, pulzi bliže drug drugemu oziroma z drugimi besedami je čas logičnega »HIGH« daljši. Ko sta logična »high« in »low« enaka dobimo polovično vrednost napetosti modulacije.



Slika 3: Pulzno širinska modulacija (vir naveden v virih slik)



Slika 2: Primer ploščice ARDUINA UNO (vir naveden v virih slik)

Arduino razvojne plošče uporabljamo za najrazličnejše namene, smiselno pa je uporabit različne module in aktuatorje za komunikacijo in zaznavanje okolja.

Programiramo v posebnem programskem okolju, prilagojenem za pisanje programa, nalaganje na ploščo, pridobivanje podatkov iz ploščice, prevajanje v strojni jezik, posodabljanje sistema, pošiljanje ukazov v ploščico in mnogo drugih uporabnih zadev. Programiranje je preprosto, saj uporabljamo IDE (Integrated development environment) in programiramo v programskem jeziku C in C++. To programsko okolje ima že vnaprej vgrajen prevajalnik, zato ga ni potrebno posebej nameščati. Na ploščico nalagamo program preko USB vmesnika, ko je Arduino priključen na računalnik. Napajamo ga preko računalnika, prenosne baterije, napajjalnika z USB izhodom na njegov USB vhod ali pa preko zunanjega napajjalnika, ki zagotavlja napetosti med 7 in 12 volti, ter tok vsaj 500mA.

4.2 Programski jezik C++

C++ je programski jezik, ki je namenjen zelo široki uporabi. Ustvaril ga je Bjarne Stroustrup kot razširitev že obstoječega C jezika. Skozi čas se je programski jezik dopolnjeval. Tak kot ga poznamo danes, ima objektivno in funkcionalno naravnane lastnosti. Zasnovan je tako, da ga lahko uporabljamo na napravah z malo spomina, na primer Arduino. Mnoga velika podjetja uporabljajo ta jezik v svojih programih, na primer Microsoft, Oracle, Intel in IBM.

4.3 Napajanje sistema

Ugotovili smo, da je najenostavnejši način za napajanje našega sistema, priključitev na 12V vtičnico v sprednjem delu avtomobila (pri menjalniku / konzoli). Napajalni kabel lahko brez problema speljemo pod plastiko, ki zapira okolico radija, ventilacijskih gumbov itd. tudi sam sistem se bo nahajal na področju, kjer se je nahajal 2din radio, a sem ga nadomestil z 1din radijem in sedaj je nekaj prostora pod njim. V ta prostor bo vgrajen Arduino z nekaterimi senzorji. Napajanje bo tako torej izvedeno preko 12V priključka, ki se ob obratu ključa v Acc vključi in ohranja vključeno stanje tudi v ON in Start poziciji, kar pomeni, da imamo napajanje med delovanjem zagotovljeno. Napajanje pa se avtomatsko preko računalnika v avtomobilu izključi, kakor hitro ključ obrnemo preko pozicije LOCK, enako velja tudi za OFF. Pri tem napajальнem sistemu imamo možnost porabe električne energije do 10 amperov toka kar v kombinaciji z 12 volti znese 120W električne moći. Zagotovo ne bomo potrebovali toliko, ampak le nekaj Wattov za napajanje mikro-krmilnika in njegovih modulov. Končno maksimalno porabo elementov sistema moramo izmeriti. Ker bomo uporabili že obstoječo vtičnico v avtomobilu, bomo hkrati zagotovili tudi varovanje vodnikov električne napeljave v avtomobilu, saj ima vgrajeno 15A varovalko za vse tri vtičnice. Hkrati z uporabo te vtičnice preprečimo neželjeno izpraznitve akumulatorja, če bi sistem pozabil izključiti. Ob zelo dolgem mirovanju avtomobila, morda celo pozimi in ob delajočem sistemu, bi se utegnilo to precej hitro pripetiti. Priklop sistema na napajanje bo izведен v ozadju plastike na priključke vtičnice, bo hkrati ob delovanju sistema vtičnica še vedno ohranila svoj namen, saj ne bo zasedena z vtikačem sistema. Problem pri tem napajanju pa je, da ne moremo izvesti zakasnjenega izklopa pozicijskih luči kot je bilo željeno. Saj, ko izvlečemo ključ, sistem zgubi napajanje in krmiljenje več ne deluje.



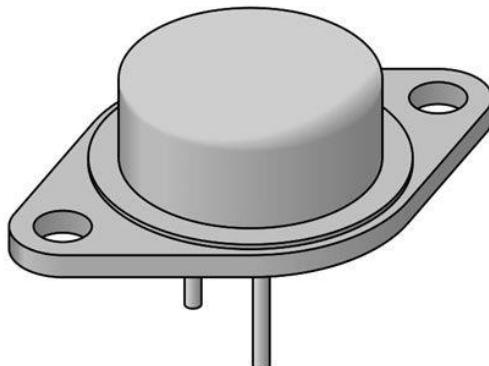
Slika 4: 12V avtomobilski vtič (vir naveden v virih slik)

4.4 Rele in tranzistor

Pri tej projektni nalogi ne moremo brez relejev ali močnostnih tranzistorjev, ki služijo kot stikalni elementi. Krmiljenje s tranzistorji je nekoliko zahtevnejše, zato je optimalnejša rešitev uporaba relejev. A tudi ti imajo slabosti. Potrebujejo močnejše napajanje, so nekoliko glasnejši in imajo omejeno število vklopov. Tranzistor deluje tako, da s spremenjanjem baznega toka odpiramo in zapiramo tranzistor in spremenimo tok skozi porabnik. Z tranzistorjem lahko tudi spremenimo napetost. Načeloma bi lahko uporabili tranzistor kot ojačevalnik s katerim bi lahko počasi oz. stopenjsko prilagajali jakost svetlobe meglenke. Problem nastane zaradi visokih tokov, še posebej kadar avto stoji na soncu in je dlje časa izpostavljen višjim temperaturam. V tem primeru bi le s težavo lahko zagotovili primerno hlajenje za 50W žarnico. Pri pogostejšem zavijanju bi tudi temperatura tranzistorja narastla, kar bi povzročilo nestabilno delovanje, ali uničenje tranzistorja. Težavo smo rešili z uporabo releja. Ta se namreč pri delovanju le malo segreva. Za nas to ne predstavlja problema, saj je ta, ki smo ga uporabili, namenjen toku do 10A. Pri takšni obremenitvi bi se nekoliko segrel, a ga ne bomo obremenjevali do meje zmogljivosti. Slaba stran releja pa je omejeno število vklopov in delovanje le v načinu vključeno in izključeno oz. 1 in 0. Vmesnih vrednosti, s katerimi bi lahko naredili zakasnjen vklop in izklop luči; ne poznamo.



Slika 6: Arduino rele (vir naveden v virih sik)



Slika 5 tranzistor v TO-3 ohišju (vir naveden v virih sik)

4.5 Ostali material

Med izdelavo smo uporabili tudi druge materiale ter komponente. Gre predvsem za potrošni material: USB kable, napajalni kabel, vezice, spajka, izolirni trak - skratka vse kar potrebujemo za izdelavo projekta.

Seveda smo uporabljali tudi druge osnovne elemente, kot so LED svetlobni viri, različne upore, testno ploščico itd.... LED sijalke smo uporabljali predvsem za preizkušanje sistema s katerimi smo si pomagali tudi pri začetnem učenju programiranja z mikro-krmilnikom. Med testiranjem in razvijanjem sistema smo uporabljali tudi vodnike, prilagojene za uporabo na testni ploščici.

5 IZDELAVA SISTEMA

5.1 Metodologija

Izdelava naloge je potekala v več stopnjah. Najprej je bil teoretični del za katerega smo namenili kar veliko časa. Naučili smo se osnov programiranja in vezave elementov na testno ploščico. Za vezavo nismo potrebovali veliko časa, saj je to naša stroka. Edino kar nam je povzročalo probleme, je programiranje in tukaj smo se morali zelo potruditi in vložiti veliko časa. Ko smo se naučili osnov programiranja Arduina, smo lahko nadaljevali z razvijanjem fizičnega dela sistema. Najprej smo skicirali vezje z vsemi potrebnimi elementi. Na skico smo vrisali senzorje in delilnike napetosti za zajemanje veličin in izhodne enote, s katerimi bomo krmilili luči. Z uporabo knjižnic v IDE okolju smo preizkusili vsak senzor posebej in jih nato združevali v končni program. Hkrati smo med vgradnjo sistema v avtomobil testirali vsak senzor posebej s posebej prilagojenim programom za ta namen. Med razvijanjem sistema smo sestavliali tiskano vezje ter ga izpopolnjevali. Prilagoditve sistema se še niso zaključile, saj mnogokrat me delom dobimo idejo o izboljšavi, bodi si med sestavljanjem, čez noč ali pa od mentorja. Napake v sistemu se bodo pokazale po določenem času praktične uporabe.

5.2 Dobivanje ideje

Ideja se je porodila enemu izmed razvijalcev naloge med poletnimi počitnicami. Za prvi avtomobil sem imel Subaru Forester letnik 2000. Ta je imel zelo malo dodatne opreme. Vse deluje večinoma zelo mehansko, ali pa analogno. Ker je šlo za osnovni model ni imel sprednjih meglenk, je pa imel izreze v plastičnem odbijaču iz katerega se je dalo vzeti pokrove meglenk. Tam pa je bilo že vse pripravljeno za vgradnjo meglenk. Ker sem želel meglenke, sem se odločil, da bom kupil LED delovne luči, ki jih bom krmilil iz kabine. Takrat sem rešil zadevo z prekinjenim napajanjem tako, da sem jih priključil na izhod tovarniških meglenk, ki delujejo le, ko so luči vključene. Dobil sem idejo, da bi se meglenke vklapljale ob zavijanju. Rešitev sem videl v mikro krmilniku Arduino. Razmišljal sem, če že imam vgrajen mikro krmilnik, bi lahko priključil še kakšne druge senzorje, na primer z ultrazvočnimi merilniki razdalje bi lahko naredil parkirne senzorje, ki jih prav tako nima. Nato se pa je porodila ideja o kompleksnem sistemu, ki bi zajemal najrazličnejše veličine in jih prikazoval na zaslonu. A po pol leta sem moral ta avto zamenjati, zaradi težav z motorjem. Zamenjal sem ga z novejšo generacijo letnika 2006.

Novejši avtomobil prav tako nima veliko dodatne opreme, čeprav se je veliko spremenilo. Ta avtomobil ima vgrajene meglenke, zato LED žarometov ne bi potreboval. A vseeno nima parkirnih senzorjev in drugih senzorjev, s katerimi bomo izboljšali voznikov stik z zunanjostjo. Vgraditev bo nekoliko bolj zapletena, saj novejši kot je avtomobil, manj prostora imamo, in bolj kompleksno je sestavljen. Pa vendar ima dovolj manevrskega prostora, da lahko nalogo izpeljemo.

5.3 ELEKTRONSKI DEL

Prizadevamo si, da bi bil sistem kolikor se le da preprost in enostaven za uporabo. Med razvijanjem upoštevamo tudi dejstvo, da mora sistem biti dovolj pregleden in jasen ter enostaven za uporabo med vožnjo. Ker gre za varnost, je zelo pomembno, da voznik ne umika pogleda s ceste. Zato bomo vgradili sistem ločeno od zaslona. Zaslon bomo namestili nekje v spodnji levi kot vetrobranskega stekla, kjer najmanj ovira pogled na cesto, a hrkati zagotavlja neprestano dostopno mesto do željenih informacij. Že kratek umik pogleda s ceste, je lahko tragičen. Sam sistem oz. Arduino in tiskano vezje bo nameščeno pod avtoradijem kot 1din enota. To mesto smo izbrali, saj je s tem sistem za požarnim zidom in tako ločen od zunanje okolice ter vseh večjih temperaturnih razlik zaradi gretja motorja. Hkrati je tudi mehansko zaščiten pred prahom, kamni, vodo in ostalimi zadevami, ki so v okolini motorja.

Med zunanjo in notranjo stranjo smo poiskali prehod skozi požarni zid, skozi katerega bomo napeljali podatkovne in napajalne kable za senzorje. Vse ostalo pa bo v kabini avtomobila. S stališča povezav med zaslonom in mikro-krmilnikom in povezav med kontrolnimi gumbi je bolje, da se celoten sistem nahaja v notranosti, saj s tem preprečimo napake pri prenosu in tudi prihranimo nekaj materiala.

5.3.1 Seznam materiala

- Arduino mega atmel 2560
- Ultrazvočni merilnik SR04
- MPU-6500
- HMC3880L
- GY-63
- DTH22
- 5V 2-kanalni rele
- LCD 2004A
- 2m USB-a – USB-b kabel
- Testna plošča
- Kabli za testno ploščo
- Plošča za sestavljanje vezja
- $10\text{k}\Omega$ potenciometer
- $1\text{k}\Omega$ potenciometer
- 2x 0.75mm^2 kabel
- 12x 0.3mm^2 kabel
- Letvice
- Zenske letvice
- Sponke za tiskano vezje
- 4x USB ženski za ploščo
- $1,6\text{k}\Omega \frac{1}{4} \text{W}$
- $3.1\text{k}\Omega \frac{1}{4} \text{W}$
- 5.1V Zenner diodo
- 5x klecna stikala
- tipkalo
- Drobni material

5.3.2 Priporočki

- Izvijači
- Nasadni ključi
- Preizkuševalec napetosti
- Multimeter UNI-T UT39A
- Stranske ščipalke
- Večnamensko orodje za snemanje izolacije
- Koničaste prijemalne klešče
- Spajkalnik
- Spajka
- Vakuumski odstranjevalec spajke
- Stojalo za tiskano vezje
- Preizkusna plošča
- Vrtalni stroj

5.3.3 Senzorji

Pri našem projektu so zelo pomembni senzorji za zaznavanje okolja. Služijo kot stik sistema z okoljem. Vsi senzorji v projektu so v obliki modulov in namenjeni uporabi neposredno v sistemu, brez vgrajevanja, le priključitev in ustrezni program sta potrebna za delovanje ter opravljanje meritve. Senzorji so torej namenjeni enostavnemu priključevanju in uporabi. Priključujejo se na napajanje 5V in GND. Za prenos podatkov se uporablja serijska komunikacija ali kombinacija SCL in SDA komunikacije.

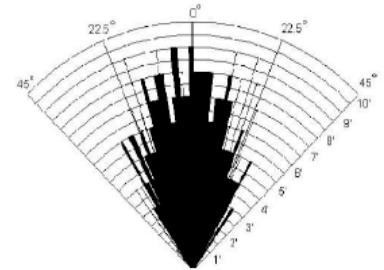
V našem projektu uporabljamo naslednje senzorje:

5.3.3.1 Ultrazvočni merilnik razdalje

Ultrazvočni merilnik razdalje uporablja zvok v nam neslišnem območju. Deluje s frekvenco približno 40kHz. Za ljudi je ta frekvence previsoka, da bi jo naše uho lahko zaznalo, a nekatere živali pa jo lahko. Iz tega razloga je priporočljivo tudi sistem izključevati kadar ni v uporabi na primer kadar avtomobil stoji parkiran. Za napajanje uporablja 5V neposredno iz mikrokrnilnika. Druga dva priključka po specifikaciji ECHO in PING lahko združimo, saj se ne uporabljata naenkrat. Tak senzor torej potrebuje 3 žilni kabel. Senzor deluje v razponu od 2,5 cm oddaljenosti pa vse do uradnih 400cm, a po naših preizkusih in nekaj spremembah kode, smo uspeli zaznati večje predmete tudi pri 490cm. Senzor zajema vse predmete pred senzorjem v kotu 30° levo-desno, enako velja tudi za navzgor in navzdol. Senzor torej deluje s pomočjo zvočnega odboja, kakršnega uporablja tudi netopirji za zaznavanje okolice. Sistem predhodno pozna hitrost zvoka, nato po oddanem pulzu ultrazvoka meri čas, ki ga zvok potrebuje, da se vrne do senzorja. Nato ta čas prepolovi, saj moramo uporabilit le čas, ki ga je zvok potreboval v eno smer. Iz konstatne hitrosti zvoka in časa potovanja sistem izračuna oddaljenost po enačni: $s=v/t$. Ker vemo, da se hitrost zvoka spreminja tudi s spremenjanjem temperature zraka in zračne vlage smo uporabili tudi senzor DHT22 s katerim zajemamo potrebne veličine. Natančnejše meritve smo dosegli po enačbi, ki smo jo dodali v programsko kodo. Ta prilagodi konstantno hitrosti zvoka tako, da zagotovimo bolj natančne meritve. Enačba s katero smo to dosegli je sledeča: $soundsp = 331.4 + (0.606 * t) + (0.0124 * h)$. soundsp=hitrost zvoka, t=temperatura okolja, h=vlažnost.



*Slika 7 ultrazvočni sledilnik
(vir naveden v virih slik)*

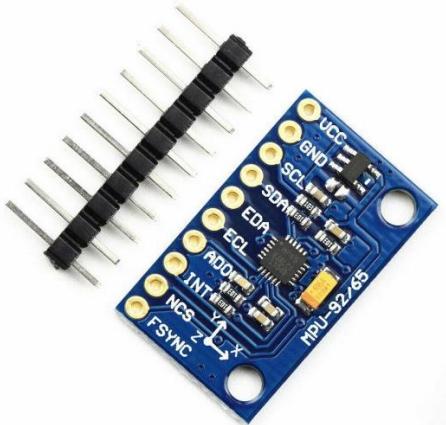


*Practical test of performance,
Slika 8 območje zajemanja ultrazvočnega
senzorja (vir naveden v virih slik)*

5.3.3.2 **MPU-6500**

Gre za kombiniran senzor, s katerim lahko zajemamo različne veličine. V enem paketku zajema meritnik pospeška, žiroskop in termometer. Merilnik pospeška in žiroskop sta 3 osna, kar pomeni, da zajemata veličine po x, y in z osi. Modul se napaja preko 5 ali pa 3,3V napajanja iz krmilnika, lahko pa tudi eksterno. Ta senzor ima nekoliko bolj zapleteno delovanje saj se sporazumeva z mikro-krmilnikom preko registrskega sistema. Pri katerem se podatki pretakajo preko SDA in SCL. SDA je serijska podatkovna povezava, SCL pa je ura, s katero se nastavi frekvenca komunikacije.

Žiroskop je zmožen merjenja do $2000^{\circ}/\text{sec}$. Merilnik pospeškov pa je zmožen meriti vse do 16-kratnika gravitacijske sile. Poraba tega modula je izredno nizka. Lahko rečemo, da pri normalnem delovanju porablja tok reda mA. Termometer, ki je nameščen v integriranem vezju, služi za merjenje temperature poleg čipa. Z njim lahko merimo temperaturo sistema. Temperaturni razpon ni znan.



Slika 9 MPU-6500 (vir naveden v virih slik)

5.3.3.3

HMC3880L

Ta senzor je 3 osni kompas. Z enakim načinom komunikacije kot MPU-6500, preko serijske komunikacije pošilja podatke mikro-krmilniku. Problem tega kompasa je napaka pri izdelavi. Napačni čipi na modulu ne delujejo, kljub temu, da smo poiskali knjižnico prilagojeno tej vrsti senzorjev. Po iskanju v daljšem obdobju vseeno nismo uspeli priti do ustreznega kompasa. Zato ta del še nekoliko stoji pri razvoju.

5.3.3.4

GY-63

Gre za senzor za zaznavanje zračnega tlaka in temperature. Ta senzor uporablja serijsko komunikacijo kot ostali digitalni moduli. Torej za komunikacijo uporablja I²C pri kateri uporabljamo priključke SDA in SLC. Ta senzor bo nameščen v kabini za zaznavanje notranje temperature. Zračni tlak pa je v kabini načeloma enak kot zunaj. Senzor je zelo natančen in uporaben, z njim lahko določamo nadmorsko višino tudi do 10cm natančno. Temperaturo -45°C pa do 80°C. zračni tlak pa med 10 in 1200mBar.

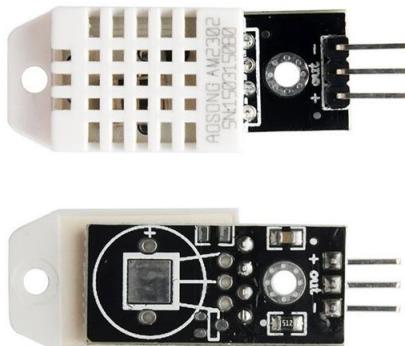


Slika 10 GY-63 (vir naveden v virih slik)

5.3.3.5

DHT22

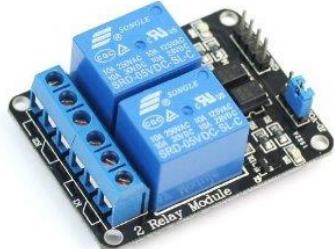
Je senzor temperature in zračne vlage. Nameščen je v maski avtomobila in s tem senzorjem bomo opravljali meritve temperature in vlage. Senzor podaja podatke za določanje hitrosti zvoka. Njegov temperaturni razpon obsega od -40°C do 80°C. Vlažnost zraka lahko izmeri med 0 – 100%. uporablja enožično serijsko komunikacijo za prenos podatkov. Meritve opravlja s frekvenco 0.5Hz oz. vsaki 2 sekundi.



Slika 11 DHT22 (vir naveden v virih slik)

5.3.3.6 Rele 5V

V kombinaciji z mikro-krmilnikom lahko uporabljamo rele, prilagojen za uporabo v sistemu kot je naš. Ta rele deluje z napajalno napetostjo 5V in zdrži bremena 10A, 250V ali 15A, 125V. Rele je enostaven za uporabo, saj uporablja majhno napajalno moč in vsebuje mirovni ter delovni kontakt.



Slika 12 5V rele (vir naveden v virih slik)

5.3.3.7 LCD 2004A

To je zaslon, ki ga bomo uporabili v inovacijskem predlogu. Na njem bodo prikazane vse informacije in podatki. Ima možnost prilagajanja svetlosti in kontrasta zaslona, kar je zelo koristno pri vožnji podnevi, ali ponoči. Zaslon ima Mitshubisijev tehnologijo v ozadju. Prikaz je v 20 stolpcih in 4 vrsticah. Ne podpira pa grafičnega prikazovanja.



Slika 13 LCD 2004A (vir naveden v virih slik)

5.3.4 Tiskano vezje

Tiskano vezje bomo izdelali s pomočjo rezkarja v šoli, saj mora biti zelo natančno izdelano. Zagotoviti moramo kvalitetno izdelavo vezja za uspešno izvedbo naloge. Ne smemo si

privoščiti napačnih povezav med moduli, saj lahko kakšen del s tem poškodujemo. Natančnost je ključnega pomena pri SMD spajkanju, ki ga bomo uporabili za prenos napajanja in podatkov za oddaljen zaslon. Povezava bo izvedena preko HDMI priključka, ker gre za zelo drobne povezave, je uporaba rezkarja nujna.

Tiskanino izdelujemo s pomočjo programa Eagle, saj je enostaven za uporabo, brez težav lahko dodajamo nove module, zajema vse kar potrebujemo, hkrati pa omogoča izdelavo električne sheme in tiskanine. Vključuje funkcijo Autorouter, ki komponente samodejno medsebojno poveže po električnem načrtu, ki smo ga predhodno izdelali. Prednost izdelave s tem programom je tudi hkratna nadaljnja priprava za izdelavo tiskanine, saj omogoča nastavljanje debeline lukenj, izrez teksta in debelino med povezavami ter še mnogo več. Program je prosto dostopen tudi brez licence. Uporaba je nekoliko zapletena, a s pomočjo video posnetkov na internetu in nekaj poskusih, smo uspeli.

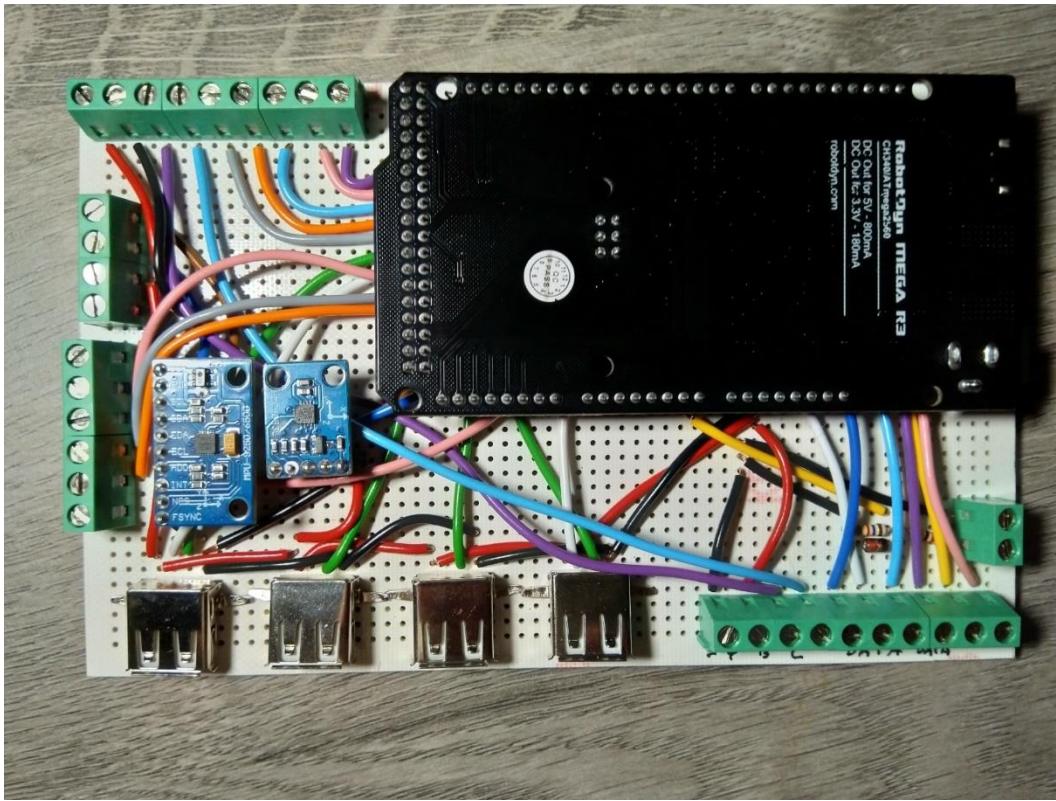
PCB bo izdelan tako, da bo deloval z mikro-krmilnikom pritrjenim na samo vezje s pomočjo letvic. Mikro-krmilnik, bo možno fizično ločit od samega vezja, ga morda zamenjati, ali pa uporabiti za kaj druga.

Tiskano vezje bo delovalo kot medij med senzorji in samim mikro-krmilnikom. Preko PCB bo izvedeno tudi napajanje modulov. Vgradili bomo vse delilnike napetosti, ki so potrebeni za merjenje napetosti akumulatorja in zajemanje signalov smerokazov, priključke krmilnih stikal in druge periferije.

5.3.4.1 Praktična izdelava

Pri izdelavi tiskanine z programom Eagle smo imeli precej težav z realizacijo vezja. Zataknilo se je pri povezovanju in premikanju elementov po tiskanini. Posvetovali smo se s profesorji, če nam lahko podajo koristne informacije glede težav. Vzrok težav je v brezplačni različici programske opreme, saj ima omejene sposobnosti oblikovanja. Zato smo se odločili za ročno izdelavo vezja.

Torej kupili smo ves potreben material in začeli na starejši način. Izhajali smo iz osnove, da je mikro-krmilnik obrnjen z zgornjo stranjo navzdol in pritrjen na razširitveno vezje. Povezave izvajamo z 12 žilnim kablom, ki smo ga razstavili. Hkrati je narejen iz 12 različnih barv izolacije, kar nam omogoča boljšo preglednost in organiziranost samega vezja. Na razširitveno vezje bodo neposredno povezane vse komponente našega sistema, kjer izvedemo povezavo do samega mikro-krmilnika. Hkrati bomo na razširitveni plošči prilagodili napetostne nivoje.



Slika 14 razširitveno vezje (lasten vir)

5.3.4.2 Uporabljeni moduli na tiskanini

Na tiskanem vezju se nahajajo nekateri izmed modulov, ki lahko opravljajo svoje delo neglede na lokacijo v kabini. Ti elementi so: GY-63, HMC3880L in MPU6500. Te module bomo pritrdirili na za to namenjeno mesto na tiskanini. Še vedno jih bo mogoče odstraniti iz plošče, jih zamenjati, ali pa nadomestiti s drugim senzorjem s serijsko komunikacijo. Vključili bomo tudi mesta, na katere bomo lahko dodali kakšen drug senzor, ki še trenutno ni vključen v inovacijski predlog.

5.3.4.3 Povezave drugih modulov

Povezave s drugimi senzorji je potrebno izvesti zanesljivo, učinkovito in hkrati misliti na cenovno ugodno rešitev. Zato so ultrazvočni meritniki razdalje povezani preko USB kabla. Kupili smo ga pri spletnem trgovcu Mimovrste.si. Izbrali smo 3 metre dolg USB-A na USB-B priključek. Takšnega smo izbrali saj je bil cenovno zelo ugoden. Le dober evro in pol na kos. Zato smo jih kupili več, da si pustimo nekaj manevrskega prostora.

5.3.4.3.1 USB

Ultrazvočni meritniki v nosu avtomobila, na podvozu in v zadku so povezani s temi USB kabli, ki se idealno odnesejo za ta namen. Ultrazvočni meritnik ima 4 priključke, prav tako ima USB kabel 4 žile. Za vsak senzor smo uporabili enako konfiguracijo. Rdeča žica predstavlja pozitivni pol napajanja, črna predstavlja maso, zelena je za povezavo podatkovne linije meritnika, bela žica pa ostaja neuporabljen. Zato smo uporabili belo žico za povezavo senzorja DHT22, ki prav tako potrebuje le eno podatkovno linijo, drugi dve pa lahko vežemo parallelno k napajanju ultrazvočnega senzorja. DHT22 se nahaja v neposredni bližini ultrazvočnega meritnika, zato je smiselno uporabiti enak kabel za povezavo obeh senzorjev. Na tiskanini bo priključen vsak USB kabel v za to namenjen vtikač. Zaradi konfiguracije, ki jo uporabljamo pri USB

priklučkih, je možno priključiti tudi druge USB naprave, npr. flash pomnilnike in skoraj zagotovo jih nas sistem ne bo poškodoval. Uporaba USB priključkov ima tudi to prednost, da je sistem lažje odklopiti in ga odstraniti, popravljati itd., ker nam tak sistem priključevanja omogoča enostavno in hitro priključitev.

5.3.4.3.2 HDMI

Preko HDMI medija bomo priključili LCD prikazovalnik, ki bo nekoliko oddaljen od celega sistema. Nameščen bo na armaturni plošči v levem kotu vetrobranskega stekla, kjer najmanj zastira pogled, a daje priročno lokacijo, kjer so podatki dostopni očesu kar se da blizu. Ne želimo, da bi voznik pretirano umikal pogled s ceste ali vozišča. Ker ima zaslon, ki ga uporabljamo precej priključkov in potrebnih linij, smo se odločili, da je najbolj smiselno uporabiti splošno dostopen kabel, s katerim lahko povežemo krmilnik z zaslonom. HDMI kabel ima na voljo 19 linij, preko katerih se pretakajo stisnjeni in kodirani podatki. Mi ne bomo uporabili standardne komunikacije, ki je značilna za HDMI priklop, ampak bomo priključek priredili tako, da bo še kar se da enostavno razvrstiti po priključku. Lahko bi za zaslon uporabili tudi serijski komunikator, s katerim bi se znebili vseh teh linij, ki jih zaslon potrebuje in uporabili USB kabel, a omejitev te povezave je ta, da na kontrolni plošči kjer bo nameščen krmilnik, ne bi mogli spremnjati svetlosti in kontrasta zaslona. S tem bomo omogočili tudi možnost izklopa zaslona s stikalom na plošči. Z HDMI priključkom bomo lahko tudi enostavneje sestavljeni sistem, ko ga bomo vgrajevali v avtomobil. Tak način priklopa nam zagotavlja tudi zanesljiv priklop, saj je HDMI kabel tudi mehansko precej odporen.

5.3.4.4 Periferija na tiskanini

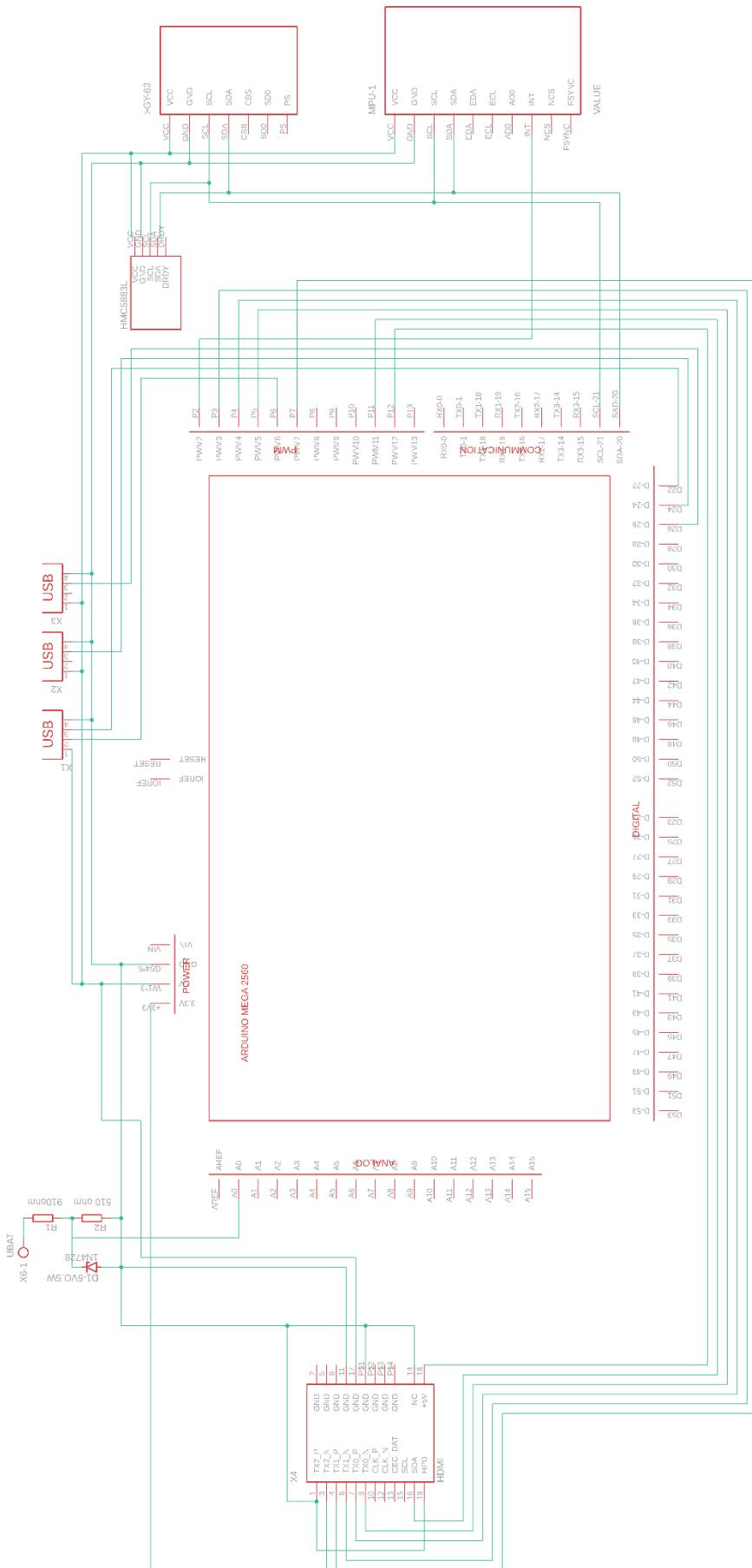
Tiskanina bo vsebovala tudi delilnike napetosti s katerimi bomo prilagodili napetostni nivo iz 12V sistema na 5V sistem. To nam bo omogočilo povezavo signalnih linij med avtomobilskim računalnikom in našim krmilnikom. Uporabili bomo visoko ohmske upore, saj s tem omogočimo majhne toplotne izgube in hkrati zagotovimo natančne meritve, saj ne obremenjujemo virov napetosti z večjimi tokovi, kar bi lahko privedlo do motenj v delovanju računalnika v avtomobilu. Nameščen bo tudi delilnik napetosti za zajemanje podatkov o napolnjenosti akumulatorja. Vgradili bomo 5V napetostni regulator, ki bo priključen na USB-A izhod na kontrolnem panelu za napajanje zunanjih enot, na primer polnjenje mobilnega telefona ali podobnega. Specifikacije tega izhoda so 5V in 1,5A toka (*tok je odvisen od naprave).

Po vsej verjetnosti bomo vključili tudi nekaj priključnih sponk in stikal za nadaljnjo dodajanje komponent, kot so na primer delovne LED luči, vitel, zaklep diferenciala in podobno. Za signalna stikala bomo uporabili klecna stikala, s katerimi po spremembji stanja ohranimo informacijo.

5.3.4.5 Oblikovanje tiskanine

Oblikovno bomo tiskanino prilagodili tako, da bo kar se da prostorsko izkoriščena in uporabo izdelana. Poskrbeti moramo za čim boljšo možnost priklapljanja in dostopnost priključkov na ploščico, saj si bomo s tem močno olajšali priključevanje sistema v avtomobil in samo umeščenost. Velja omeniti, da je prostorska izkoriščenost zelo pomembna, saj je na voljo malo prostora. Priključke, kot sta USB in HDMI, smo postavili tako, da bo čim manj stresa od premikanja in vibracij v avtomobilu. To pomeni, da smo jih obrnili v takšni smeri, da lahko del dolžine potekajo po sami plošči sistema in šele na to iz ohišja.

5.3.4.6 Električna shema



5.4 Programska del

Največji izziv tega inovacijskega predloga je prav programski del. Morda za računalniškega tehnika ne, a za nas elektrotehnike zagotovo. Programiranje mikro-krmilnika je precej zapleteno, sploh ker to počnemo prvič in potrebujemo tako širok razpon znanja programiranja, da lahko sistem oživimo. Programiranja smo se lotili zelo sistematično. Pomembna je bila tudi priprava, kar je opisana v prejšnjih točkah.

5.4.1 Sistematika

Sistematičnost programirljivega dela nam omogoča dosledno razumevanje, urejanje, spremenjanje in prilagajanje programa. Preglednost programa je izrednega pomena pri toliko vrsticah napisane kode, saj se lahko hitro zgubimo in naredimo več škode kot koristi. Ker smo elektrotehniki imamo radi zadeve urejene. Zato smo pri pisanju programa poizkušali postaviti vse ukaze v neke skupine, če na nekem odseku deklariramo spremenljivke, potem bodo vse spremenljivke zavedene v manjši skupini ena za drugo, če gre za zajemanje podatkov enakega senzorja. Poizkušamo z optimizacijo programa, tako da uporabljamо čim več enakih ukazov oz. že prej zajetih podatkov ponovno uporabiti in podobno. S tem zasedemo tudi manj prostora na krmilniku in s tem omogočimo hitrejše in zanesljivejše delovanje sistema. Urejenost programa tudi pomembno vpliva na kasnejše popravke oz. tako imenovane posodobitve, ki jih bomo zagotovo izvajali vsaj 1 leto. Sistematičnost torej zagotovo pomembno vpliva na opravljanje inovacijskega predloga.

5.4.2 Postopek programiranja

Pri programiranju smo uporabili veliko knjižnic iz katerih smo povzeli osnovno zajemanje veličin. Takšni primeri si po navadi kar poleg knjižnice kot primer. S tem sistemom razvijanja smo lahko sestavili celoten program. Namreč začeli smo postopoma in poiskali vse knjižnice za vsak senzor, ki ga potrebujemo. Nato smo vsak senzor preizkusili s popolnoma osnovnim programom. Zadoščal je za preverjanje delovanja in nadaljnjo razvijanje na temeljih osnovnega primera. Po preizkusih in nekaj modifikacijah, smo vedno preverili delovanje in zanesljivost nato pa nadaljevali z razvijanjem. Ko smo vse komponente preverili, se nekaj o njih naučili in imeli osnovno programsko kodo, s katero lahko zajemamo podatke, smo začeli združevati koščke kode v končni program, ki bo na koncu naložen na mikro-krmilnik. Inovacijski predlog se je precej zavlekel zaradi izrednih razmer. Hkrati je bilo naše skupno delo omejeno, še posebej pri delih, kjer moramo združevati elektronski in programski del. Izdelali bomo tudi več programskih schem, v katerih se bodo razlike opazile predvsem na zaslonu in razporeditvi. Hkrati z več različnimi posodobitvami bo izboljšana tudi stabilnost in zanesljivost sistema.

5.4.3 Programska koda

Programska koda je v tem projektu precej dolga, oz. obsežna, saj večino dela zajema predvsem programiranje. Veliko je zajemanja različnih veličin, med tem ko je računskih operacij nekoliko manj. Torej vse, kar program počne je, da komunicira s senzorji, podatke prebere in jih začasno shrani. Nato podatke obdela in jih prikaže na zaslonu. Hkrati smo v program vgradili tudi kodo, ki prikaže prebrane podatke tudi na serijski monitor, s katerim lahko preko USB povezave preberemo podatke preko računalnika. Tak način prikazovanja pride še posebej prav med razvijanjem sistema, saj je lažje brati podatke preko računalnika, kot imeti še dodaten zaslon. Koda ima osveževanje s frekvenco približno 1Hz kar pomeni, da lahko nove podatke zajamemo in jih preberemo vsako sekundo. Pri uporabi bomo bolj natančno videli, kako se odnese hitrost sistema. Po potrebi lahko sistem pospešimo, ali pa ga nekoliko upočasnimo. Če se podatki prehitro osvežujejo je odčitavanje oteženo saj se številke prehitro spreminja. Če pa prepočasi

osvežujemo podatke, pri vožnji podatki že zastarijo. Hitrejše osveževanje nam omogoča manjši reakcijski čas.

Programska koda je zelo dolga in jo šo tudi izboljšujemo, to pa pomeni, da se še podaljšuje, saj dodajamo nove in izboljšane funkcije. Programsko kodo smo pripeli na spletno stran: <https://www.protectedtext.com/offroad-pripomocki> geslo pa vpišemo offroad123. Koda bo dostopna dokler bo ponudnik strani dovoljeval objavo. Kodo bomo redno posodabljali na strani do zaključka projekta.

5.5 Vgradnja sistema

Pri vgradnji sistema moramo biti posebej pazljivi, da z našim sistemom ne vplivamo na delovanje avtomobila in s tem ohranjamo njegovo tehnično brezhibnost. Pri takšnih posegih v avtomobil se lahko zgodi, da na tehničnih pregledih zahtevajo homologacijski list, ki ga mi zagotovo ne moremo izdati. Do sedaj imamo vgrajena dva ultrazvočna senzorja in termometer ter vlagomer. Vse ostalo sledi v nadaljevanju ali pa bo vgrajeno na tiskanini.

5.5.1 Vgradnja ultrazvočnega in temperaturnega senzorja

Pri vgradnji teh senzorjev smo najprej poiskali prehod med kabino in požarnim zidom. Ta postopek je precej neugoden, saj po navadi avtomobilski proizvajalci dobro ločijo kabino od motorja. Našli smo majhno zarezo skozi gumo, ki deluje kot čep luknje skozi katero že poteka en tanjši kabel za LPG sistem. Poleg tega kabla smo tudi mi vrinili dva USB kabla za senzorje, ki jih potrebujemo. Kasneje bomo namestili tudi druge kable, ki jih še potrebujemo. Nato smo kabel namestili na že nekaj obstoječih cevi in ga pritrdili. Speljan je neposredno do odstranljive maske avtomobila kjer se nahajata oba senzorja, na tej točki smo kabel razdelili na dva dela. Eden napaja in prenaša podatke ultrazvočnega senzorja drugi pa napaja in prenaša podatke temperaturnega senzorja. Ultrazvočni senzor je pritrjen kar z mehanično silo kakor je vpet med prečkami maske in na to zapečen z sekundnim lepilom. Pritrjen je tako, da meri neposredno pred avtomobilom. Pazili smo na to, da ga ne postavimo tako, da bi neprestano meril razdaljo do tal nekje spredaj. Po uspešni namestitvi in preizkusu smo namestili še senzor vlage in temperature. Pri nameščanju smo morali izbrati lokacijo pri kateri senzor ne bo izpostavljen večji količini vode. Za ultrazvočni senzor smo pri preizkusih spoznali, da tudi po zalitju vode deluje normalno. Zato moramo DHT22 skriti za navpično letev pred radiatorjem motorja. Problem tega senzorja je, da zagotovo ni vodooodporen. Preizkusili smo kako se odnese če DHT 11 potopimo v vodo in rezultat je delno delovanje. Temperaturo zajema normalno kot pred potopom. Vlage pa zagotovo več ne meri pravilno, niti v nekakšni normalni toleranci. Problem je ker lahko z tem avtom zapeljemo v 70cm globoko vodo in obstaja možnost, senzor zalijemo. Senzor, ki smo ga skrili za letev je nameščen tako, da zmanjšamo možnost zalitja zaradi dežja, kako pa se bo odnesel med vožnjo čez vodo pa bomo videli skozi praktične preizkuse.

5.5.2 Vgradnja ultrazvočnega senzorja na podvozju

Vgradnja spodnjega senzorja je bila precej podobna vgradnji senzorja v maski. Kabel je nameščen skozi enako odprtino kot prejšnji. Pritrjen je nekaj ceveh klimatske naprave. Senzor smo namestili na najnižjo točko podvozja, hkrati je ta točka mehanska zaščita pogonske gredi (kardana) in izpuha, zato torej upamo, da ne bomo nasedli na zaščito in s tem odtrgali senzorja. Torej to mesto služi kot »skid plate« za menjalnik, kardan in pa izpuh. Mesto je pravzaprav namenjeno temu, da z njim lahko podrsamo po tleh. Pritrjen je le z vezico saj nismo želeli vrtati

v šasijo avtomobila, kar bi povzročilo rjavenje. Upamo, da se pri nadaljnji uporabi izkaže, da je tako nameščen senzor zadostno zaščiten.



Slika 15 DHT 22 med vgradnjo (lasten vir)



Slika 16 pritrjevanje ultrazvočnega sledilnika (lasten vir)



Slika 17 prehod požarnega zidu (lasten vir)



Slika 20 pritrjen ultrazvočni senzor (lasten vir)



Slika 19 pritrjen ultrazvočni senzor v maski (lasten vir)



Slika 18 podvoze z senzorjem (lasten vir)

5.5.3 Prižig meglenk ob zavijanju.

Ideja prižiga luči izhaja predvsem iz varnostnih razlogov. Želimo zagotoviti čim boljšo preglednost ob zavijanju. Ta funkcija pride še posebej prav kadar vozimo po mestu ali pa po brezpotju in moramo biti pazljivi, da ne zapeljemo preblizu bankini, jarku ali pločniku. Ker bi osvetljevanje izvajali z meglenkami hkrati dosežemo, da je osvetljeno predvsem vozišče na straneh in bankina zaradi prilagojene razpršitve meglenke. Torej rdeča nit prižiga luči ob zavijanju je, da bi kakor hitro zazna sistem zavijanje avtomobila, prižgal meglenko na notranji strani ovinka.

5.5.3.1 Zaznavanje zavijanja

Pri tem sklopu se nam pojavlja največ težav v celiem projektu, saj zaznavanje zavijanja deluje v laboratorijskih okoliščinah, kakor pa vključimo faktorje umazanije, tresljajev, letečega kamenja, pa se načini zajemanja močno zmanjšajo. Na žalost nimamo znanja s katerim bi lahko izdelali sistem za komunikacijo z pomagalom volana in krmilnim mehanizmom, da bi lahko zajemali podatke neposredno iz avtomobila. Pri novejših avtomobilih je tak sistem že vgrajen in je popolnoma preprost, ampak vriniti svoj sistem v tujega, kot želimo mi, pa ni tako lahka preizkušnja.

Do sedaj nam je uspelo razviti način zajemanja položaja z REED stikalom. Gre za stikalo, ki preklopi stanje ob apliciranju magnetnega polja v njegovo bližino. Problem se pojavi pri njegovi krhkosti. Namreč senzor ima steklene ohišje v katerem je prekinjena feromagnetna palčka, ki se sklene kakor hitro ju magnetno polje pritegne. V tanki cevki, kjer se nahaja glavni del stikala, je tudi vakuumski prostor, ki poskrbi, da pri preklapljanju ne pride do iskrenja in s tem podaljšamo življensko dobo senzorja. Pri preizkušanju smo tudi nekaj takšnih stikal uničili saj so izredno krhka. Nekoliko neprevidno upogibanje priključkov in že je konec uporabe.

Nameščanje in iskanje prave točke je bilo izredno zahtevno, saj izredno malo mest, kjer bi lahko pritrdirla stikalo. Paziti pa sva morala tudi na funkcionalnost volanske gredi, saj ne sme ovirati normalnega premikanja, neglede na položaj amortizerja.

Ob zavijanju se gred premika levo in desno in na podlagi tega premika bomo določevali ali avtomobil zavija. Torej zajemali bomo na način, da bo senzor stacionarno nameščen na šasijo med tem, ko bo magnet nameščen na volansko gred. Magnet bo nameščen na mestu kjer bo ob sredinskem položaju stikalo izključeno, kakor hitro pa bomo volan zavrteli za $\frac{1}{4}$ obrata, pa bo stikalo sklenilo in z mikro-krmilnikom bomo lahko signal zaznali ter izvršili potrebno reakcijo.

5.5.3.2 Aktuatorji prižiga luči

Za aktuatorje bomo uporabili relejna stikala s katerimi bomo prižigali in izključevali meglenke. Tukaj se pojavi večji problem glede prižiga, saj smo ugotovili, da kakor hitro na pozitivni del pripeljemo napetost se priže tudi meglenka na drugi strani, saj sta medsebojno paralelno povezani. Prvotna rešitev je bila uporaba močnejših diod s katerimi bi preprečili vdor električne energije še na drugo luč oz. obratno. Zdajšnja rešitev pa je z uporabo Arduino dvo-kanalnega releja. Tak rele ima dve sponki za priključitev namreč, normalno odprt in normalno sklenjen. Zato bomo za normalno zaprt izhod uporabili vodnik, ki je že vgrajen v avtomobil in upravlja

z prižigom meglenk. Na normalno odprt izhod pa bomo priključili dovod električne energije iz katerega bomo napajali meglenke kadar bodo delovale ob zavijanju.



Slika 22 meglenka (lasten vir)



Slika 21 vodnik meglenke (lasten vir)



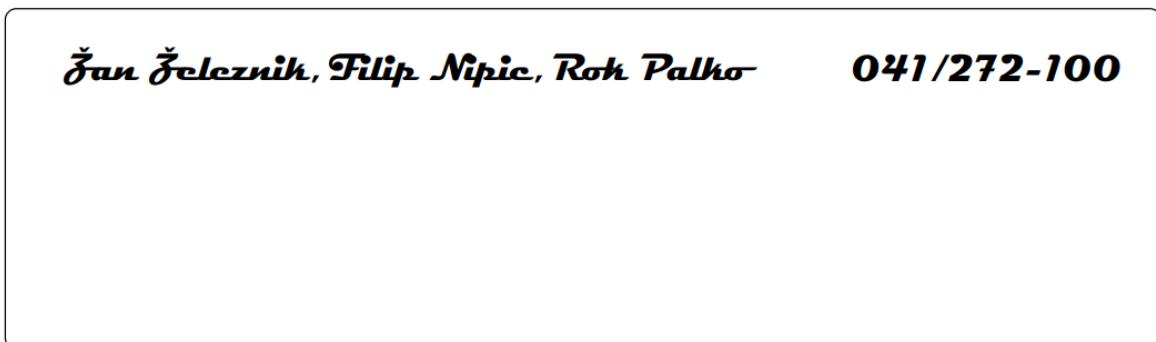
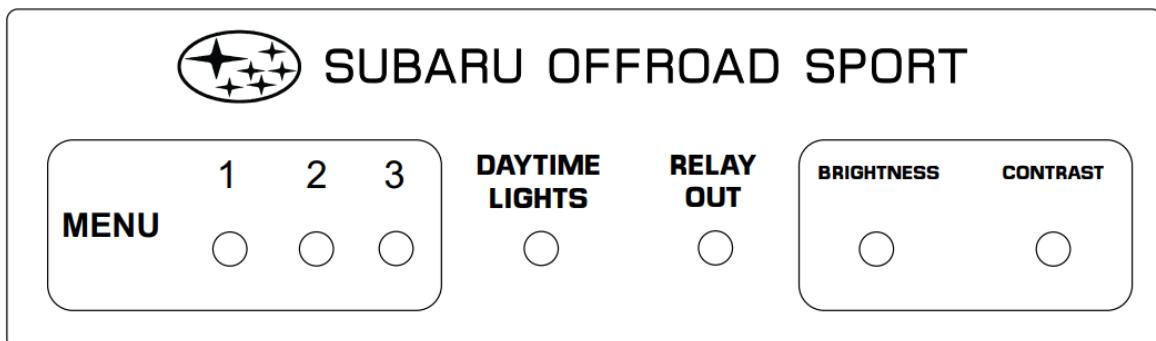
Slika 23 REED stikalo (vir naveden v virih slik)

5.5.4 Upravljalna plošča

Namen upravljalne plošče je omogočiti stik sistema z uporabnikom. Preko nje bomo lahko izbirali različne prikaze na zaslonu, nastavljali osvetljenost in kontrast, vključili dnevne luči ter relejni izhod. Upravljalna plošča bo narejena iz lesene vezane plošče. Nato bomo ploščo tudi zaščitili z ustreznim lakom. Pri izdelavi nam bo pomagalo tiskarsko podjetje, ki ima tudi laserski rezalnik. Z laserjem bomo lahko popolnoma natančno in kvalitetno oblikovali našo ploščo. Hkrati bomo z laserjem tudi vgravirali napise za posamezna stikala. Torej za stikala MENU 1, 2, 3, daytime lights in relay out bomo uporabljali klecna stikala primerne velikosti. Med tem ko področje nastavitev zaslona, torej brightness in contrast pa bomo uporabljali potenciometre z vrednostmi $10\text{k}\Omega$ in $1\text{k}\Omega$.

Zgornja skica prikazuje izgled plošče iz sprednje strani, oz. stran, ki jo uporabnik vidi med uporabo. Spodnja skica pa prikazuje hrbtno stran nadzorne plošče. Na zadnji strani bodo vgravirana tudi imena razvijalcev sistema, da pustimo nek pečat na samem izdelku. Dodana je tudi kontaktna telefonska številka.

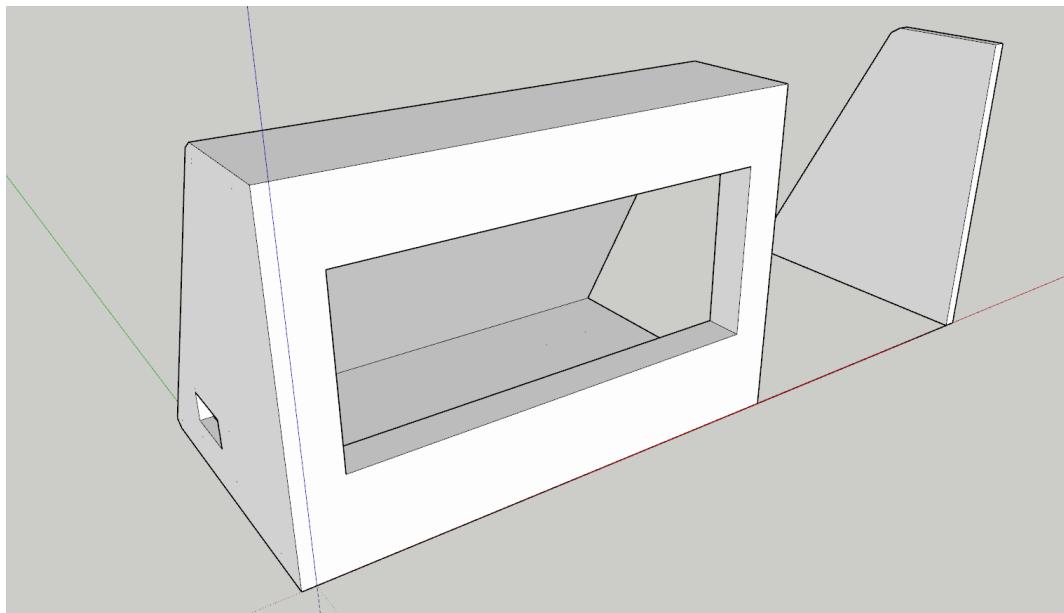
Ploščico smo oblikovali in pripravili za razrez v programu CorelDRAW. Programska oprema je na voljo brezplačno v času preizkusnega obdobja. Torej smo imeli 16 dni časa za izris željene plošče.



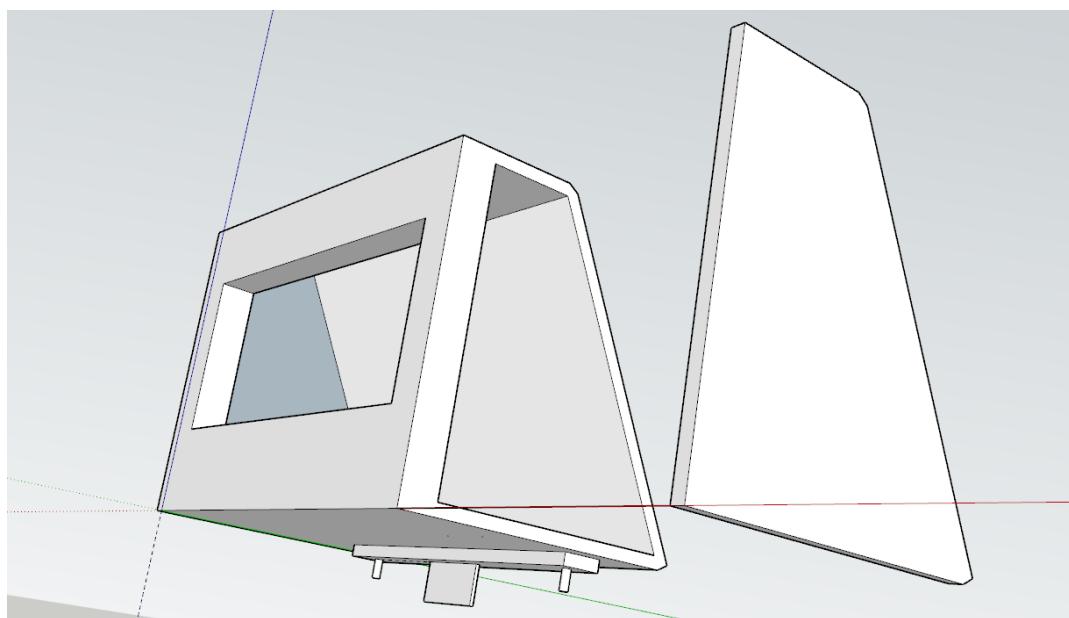
Slika 24 nadzorna plošča (lasten vir)

5.5.5 Vgradnja zaslona

Torej zaslon bomo vgradili na armaturno ploščo v spodnji levi kot vetrobranskega stekla, saj je na tem mestu nemoteč za pogled na cesto, a hkrati dovolj priročen, da ne rabimo odmikati pogleda daleč s ceste. Zaslon bo nameščen v plastičnem črnem ohišju, ki smo ga izdelali s pomočjo 3D tiskalnika oblikovali pa smo ga v programu Sketch Up. Ohišje je izdelano tako, da se pritrdi v že obstoječo zarezo v plastiki armaturne plošče. Hkrati na tak način tudi ne poškodujemo plastike in je zaslon možno brez posledic odstraniti. Samo ohišje ima predviden izrez za sam zaslon in pa zarezo za kabel. Sestavljen je pa iz dveh delov, da lahko zaslon namestimo v samo ohišje in nato zapremo pokrov.



Slika 25 ohišje zaslona 1 (lasten vir)



Slika 26 ohišje zaslona 2 (lasten vir)

5.6 Produkt za prodajo

Tak inovacijski predlog seveda zajema tudi sam izdelek, kot rezultat razvoja. Ciljna skupina uporabnikov sistema so predvsem mlajši vozniki in ljubitelji terenske vožnje, lahko pa tudi kdorkoli drug, ki bi želel nekoliko obnoviti in posodobiti svoj avtomobil. Nova naprava v avtomobilu tudi povrne vrednost vozilu in ga nekoliko »pomladí«. Sam sistem pravzaprav ni drag in ga je možno vgraditi v skoraj vsak avtomobil z minimalnimi modifikacijami. Odprtost in prilagodljivost hkrati pa tudi zanesljivost sistema so glavne prednosti zaradi katerih bi se kupec lahko odločil za ta sistem. Menimo, da ponujamo dobro razmerje med ceno in vrednostjo sistema, ki ga označujemo za zanesljivega in okolju prijaznega. Sama prilagoditev in modifikacija sistema vključno z ugotavljanjem kompatibilnosti, je izvedljiva v časovnem okvirju 1 dne. Izdelava in vgradnja sistema pa prav tako 1 dan. Največ časa bi potrebovali za pripravo sistema in nabavo materiala. Še en plus našega sistema je seveda prilagodljivost po željah stranke. Ker izdelujemo sistem sami, dobro poznamo njegovo delovanje in prilagoditve v tem primeru zares niso problem. Gre za odprt sistem na katerega lahko vedno znova priključujemo in dodajamo nove komponente. Prav tako lahko vsakič znova naložimo spremenjen in izboljšan sistem. Tako si bo lahko stranka tudi izbirala med različicami sistema oz. posodobitvami. Posodobitve lahko zaenkrat opravljamo le lastnoročno in ne preko oblaka.

5 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Ko sva razmišljala kaj bi naredila za inovacijski predlog se je eden od naju spomnil, da bi izboljšala njegov avto, da bi se ta avto približal opremi današnjih avtomobilov. S tem sva začela razmišljati kaj vse bi lahko dodala. Odločila sva se, da bova dodala merilnike dolžine, senzorje za temperaturo, vlago, pospeškomer in sistem, ki bi osvetlil tisto stran vozila v katero zavijaš ter podobno. S to idejo sva začela delati.

Že od samega začetka je najin cilj bil, da se uporabnik tega sistema počuti čim bolj varno in, da ima več nadzora nad okolico. S senzorji za razdaljo postavljeni na sprednjem, zadnjem in spodnjem delu avtomobila bi zagotovila nadzor nad okolico v mestu in na manj ohranjenih cestah v Sloveniji. Ti dodatki bi pomagali uporabniku s parkiranjem avtomobila, vedeti razdaljo med njim in drugimi avtomobili, preverjati za ovire pod avtomobilom katere lahko škodijo pnevmatikam itd.

Ker ta avto ni imel že vgrajenega senzorja za temperaturo sva se odločila, da ga dodava. Ta služi za bolj za udobje uporabnika, da ves čas obveščen o temperaturi in vlagi v okolici. Za na konec sva rekla, da bova dodala sistem za osvetljavo tiste strani vozila v katero zavijaš z meglenkami. To bo koristno za zavijanje v temi, da lažje opaziš kakšen robnik ali kakšnega pešca, ki ni primerno svetljen. Z boljšo razsvetljavo meglenk se lahko izogibamo takšnih nesreč. S kratka s takšnim sistemom bi močno pripomogli k varnosti nas in drugih udeležencev v prometu, hkrati pa tudi pripomoremo k ohranjanju narave, saj se s sistemom lahko izognemo neljubim dogodkom. S tem pa ohranjamo svoje vozilo, prav tako pa tudi naravo, saj ne potrebujemo rezervnih delov ter podobno. Boljše počutje voznika, oz. uporabnika sistema lahko vodi tudi do večje samozavesti in občutka nadzora za volanom. Kar pomeni, da bi voznik sprejemal odločitve hitreje in bolj premišljeno. Rdeča nit sistema je torej, zajemimo čim več podatkov, jih prikažimo in z njimi obveščajmo uporabnika, ki bo imel maksimalen pregled nad okolico.

6 ZAKLJUČEK

Pri pisanju inovacijskega predloga sva se zelo veliko novega naučila. V preteklosti smo že veliko raziskovali, ampak nikoli še nismo naredili nekaj takšnega, popolnoma izven okvirja. Skozi ves predlog so nas spremljali večji in manjši problemi a smo jih z raziskovalnimi tehnikami in mentorjem uspešno premostili. Sistem se zdi popolnoma preprost, a ko smo se ga lotili in se spustili v podrobnosti, pa se je izkazalo, da je lahko enostaven elektronski kompas popolnoma izven normal zahteven in težaven. Ugotovili smo, da nam manjka tudi precej znanja programiranja, saj smo elektrotehnički in obvladamo bolj osnovne ukaze kot pa zahtevno komunikacijo med moduli. Pa vendar smo se potrudili po naših najboljših močeh in izdelali soliden sistem, ki je pripravljen za uporabo kot končni izdelek. Napake, ki smo jih naredili pa se bodo pokazale med samo uporabo sistema in z časom. Zanesljivost sistema bomo najbolje preverili v najzahtevnejših pogojih. Možnost širše uporabe se zagotovo kaže zaradi prilagodljivosti sistema. Takrat bomo tudi pridobili povratne informacije o delovanju, morda pohvale, morda tudi graje. Vprašanja o delovanju in uporabi se bodo zagotovo pojavila, a le z temi bomo čez čas izboljšali sistem do popolnosti. Več takšnih sistemov kot bomo izdelali, na več zank bomo pripravljeni in lahko bomo pravilno prilagajali sistem glede na spreminjanje tehnik v avtomobilih. Pričakujemo tudi razlikovanje tehnike v avtomobilu po znamkah, a ker sistem izdelujemo sami, imamo odprte možnosti do neskončnosti.

7 VIRI IN LITERATURA

Podatki o Arduinu: [Elektronski vir]. [Citirano 2.1.2021]. Dostopno na naslovu: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino Uno>

Podatki o Arduino knjižnicah: [Elektronski vir]. [Citirano 3.1.2021]. Dostopno na naslovu: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Libraries?setlang=en>

Arduino forum: [Elektronski vir]. [Citirano 7.12.2020]. Dostopno na naslovu: <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=498793.15>

kompas knjižnica: [Elektronski vir]. [Citirano 3.1.2021]. Dostopno na naslovu: <https://www.arduinolibraries.info/libraries/qmc5883-l-compass>

pospeškomer: [Elektronski vir]. [Citirano 17.11.2020]. Dostopno na naslovu: <https://microcontrollerslab.com/hmc5883l-3-axis-magnetometer-interfacing-arduino/>

temperaturni in vlažnostni senzor: [Elektronski vir]. [Citirano 13.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://components101.com/dht11-temperature-sensor#:~:text=DHT11%20Specifications%3A%20Operating%20Voltage%3A%203.5V%20t_0.5V%20Operating%20current%3A%200.3mA%20%28measuring%29%2060uA%20%28standby%29

dht11 knjižnica: [Elektronski vir]. [Citirano 15.12.2020]. Dostopno na naslovu:

<https://techzeero.com/arduino-tutorials/dht11-with-arduino/>

ultrazvočni merilniki: [Elektronski vir]. [Citirano 3.1.2021]. Dostopno na naslovu:

<https://www.theengineeringprojects.com/2015/02/interfacing-multiple-ultrasonic-sensor-arduino.html>

primer kompasa: [Elektronski vir]. [Citirano 13.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://codebender.cc/example/HMC5883L/HMC5883L_Example#HMC5883L_Example.ino

zaznavanje naprav na I²C povezavi: [Elektronski vir]. [Citirano 13.12.2020]. Dostopno na naslovu:

<https://playground.arduino.cc/Main/I2cScanner/>

pospeškomer z kompasom: [Elektronski vir]. [Citirano 7.1.2021]. Dostopno na naslovu:

<https://forum.arduino.cc/index.php?topic=493618.0>

formula za izračun nadmorske višine: [Elektronski vir]. [Citirano 1.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.apt-huerth.de/apt_eng/barometric-height-formula.html

koda za naklon senzorja MPU-6500: [Elektronski vir]. [Citirano 10.2.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.youtube.com/redirect?event=video_description&redir_token=QUFFLUhqa21Tc0xCV2tZa3VfVmDIUndIemNiUGd2ZFlzQXxBQ3Jtc0ttZmp1a1hPbW1ZLTE2MDE1YXY5eDF0NnhBVDFNWk44YTFWMXNlejVnOFJ2dG84eF90TUZReDFMd251LWRmUm13QU5ITVhJa2J3YXRVaWJfV0VoaklyWU5Qb20zSUY3VTBIUlhsa1g3dDgta0JVS1IJNA&q=https%3A%2F%2Fdrive.google.com%2Ffile%2Fd%2F0B5lyA67pJlcWUU5BamlMZkVXLTA%2Fview%3Fusp%3Dsharing

7.1 Viri slik

Slika 1 : [Elektronski vir]. [Citirano 21.11.2020]. Dostopno na naslovu:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=p9K%2bTWFg&id=DE2C84473A2BFDFFC7679CFD05F73EA81D6ADFFF&thid=OIP.p9K-TWFgDN5fmVCajNb0XAHaGR&mediaurl=http%3a%2f%2fshannonstrutz.com%2fwpp-content%2fuploads%2f2012%2f02%2fbfr848262.jpg&exph=508&expw=600&q=basic+stamp+microcontroller&simid=608008429025624434&selectedIndex=4&ajaxhist=0>

Slika 2 : [Elektronski vir]. [Citirano 23.11.2020]. Dostopno na naslovu:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=oqtdZXeL&id=C0E4DDDB575AECD22A70BEA7456BEE82D446699D&thid=OIP.oqtdZXeLGcBEhgUEzGmvPQHaFL&mediaurl=https%3a%2f%2fupload.wikimedia.org%2fwikipedia%2fcommons%2fa%2faf%2fPwm.png&exph=1050&expw=1500&q=pwm&simid=608010791245450718&selectedIndex=1&ajaxhist=0>

Slika 3 : [Elektronski vir]. [Citirano 23.11.2020]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=2seBj3DO&id=FEFD84F562AB45D070F7E1FA62A911992358959&thid=OIP.2seBj3DOd4w2d7f2mlfEdQHaHa&mediaurl=https%3a%2f%2fae01.alicdn.com%2fkf%2fHTB10NVQRpXXXXb1aXXXq6xFXXXa%2f1pcs-car-plug-adapter-LED-fuse-12V-12-volt-DC-Car.jpg_640x640.jpg&exph=640&expw=640&q=car+dc+plug&simid=608023080435648143&ck=5D1C1ABFA8CA3E29A1DD5D28B67B8377&selectedIndex=10&FORM=IRPRST&ajaxhist=0

Slika 4 : [Elektronski vir]. [Citirano 7.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=2seBj3DO&id=FEFD84F562AB45D070F7E1FA62A911992358959&thid=OIP.2seBj3DOd4w2d7f2mlfEdQHaHa&mediaurl=https%3a%2f%2fae01.alicdn.com%2fkf%2fHTB10NVQRpXXXXb1aXXXq6xFXXXa%2f1pcs-car-plug-adapter-LED-fuse-12V-12-volt-DC-Car.jpg_640x640.jpg&exph=640&expw=640&q=car+dc+plug&simid=608023080435648143&ck=5D1C1ABFA8CA3E29A1DD5D28B67B8377&selectedIndex=10&FORM=IRPRST&ajaxhist=0

Slika 5 : [Elektronski vir]. [Citirano 8.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=MabO%2f6%2b1&id=D9F23DAB_B5DCAAE8D8FBC7CE417AF04299C7F8CC&thid=OIP.MabO_6-IvjVAt9SXOsQ8hQHaFK&mediaurl=https%3a%2f%2f4.bp.blogspot.com%2fxLZF0UZflt0%2fWMXFo2f3cul%2fAAAAAAAADOg%2f-24dA6oweTE9Dt36VRAFMsY7RyF61kktQCPcB%2fs1600%2farduino_uno_large-comp.jpg&exph=715&expw=1024&q=arduino+uno&simid=608034993417882558&selectedIndex=0&ajaxhist=0

Slika 6: [Elektronski vir]. [Citirano 8.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=aQ1ebtPO&id=C19CE307CA6B8_A4FB608B77DC560FAC2CAB17EAF&thid=OIP.aQ1ebtPOgICPvShyPnsCswAAAA&mediaurl=https%3a%2f%2fn1scdn.akamaized.net%2fa1%2f450%2felektronik%2farduino-urunleri-vesteleri%2farduino-5v-2-kanal-role-karti-5v-2-channel-relay-module_0105798408927361.jpg&exph=450&expw=450&q=arduino+5v+relay&simid=608033268125927280&ck=99B0F607834ACF3CB5BC741E42082695&selectedIndex=24&FORM=IRPRST&ajaxhist=0

Slika 7: [Elektronski vir]. [Citirano 15.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=tjUQpo3%2b&id=9C8867A04AEA39C047D62325ACE1CB248A858C0A&thid=OIP.tjUQpo3-wnFmYQF36u3U9gHaHa&mediaurl=https%3a%2f%2frootsaid.com%2fwpc-content%2fuploads%2f2018%2f08%2f0002060_hc-sr04-ultrasonicsonar-distance-measuring-sensor-module-for-arduino.jpeg&exph=1280&expw=1280&q=arduino+ultrasonic+sensor&simid=608008327281052628&ck=A9456502F04782C47E7CEAD5DBC727FD&selectedIndex=2&FORM=IRPRST&ajaxhist=0

Slika 8: [Elektronski vir]. [Citirano 7.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=q1oIU73O&id=D231C3802CA7D1E9DBEA66CE94BA857F39709E27&thid=OIP.q1oIU73O5CgYK97xAoxpQAHaFf&mediaurl=https%3a%2f%2fwww.researchgate.net%2fprofile%2fAhamed_Khan%2fpublishing%2f283287443%2ffigure%2ffig9%2fAS%3a391744949637120%401470410682123%2fFigure-18-Ultrasonic-sensor%2527s-test-performance-5.jpg&exph=631&expw=850&q=ultrasonic+sensor+performance+test&simid=608049275522125738&ck=8599EBC15805B0CAA2163CDA0EEB0754&selectedIndex=0&FORM=IRPRST&ajaxhist=0

Slika 9: [Elektronski vir]. [Citirano 8.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailv2&iss=VSI&form=SBIIDP&sbisrc=ImgDopper&q=imgurl:https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2Fimages%2Fblob%3Fbcid%3DREP_E2P3c3owCyw&idpbck=1&selectedIndex=3&id=6433A5682B9FB9972DD243F4118E59C25852705D&mediaurl=https%3A%2F%2Fwww.probots.co.in%2Fpub%2Fmedia%2Fcatalog%2Fproduct%2Fcache%2F05e6af598bb25e236d0e59557a4f7c81%2Fm%2Fp%2Fmpu92509dofimusensor_lrg.jpg&exph=265&expw=265&vt=2&sim=11&ccid=lBQA9tga&simid=608037365559788265&ck=38EC122F5582FF675D6CEFCC6F532499&thid=OIP.lBQA9tgagPvKB3ptGAJ3cgAAAA&pivotparams=imgurl%3Dhttps%253A%252F%252Fwww.bing.com%252Fimages%252Fblob%253Fbcid%253DREPE2P3c3owCyw%26%26cal%3D0.2736248236953456%26cat%3D0.27638190954773867%26car%3D0.44710860366713684%26cab%3D0.592964824120603%26ann%3D%26hotspot%3D

Slika 10: [Elektronski vir]. [Citirano 8.1.2021]. Dostopno na naslovu:

[https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=H%2fd56PmX&id=172214FF0A6681B16BC2ADC76808AC514D270146&thid=OIP.H_d56PmXkIpInOhGvQkFlAHaHa&m...&mediaurl=https%3a%2f%2fsatkit.com%2fimage%2fcache%2fcatalog%2fproducts%2fGY-63-HIGH-RESOLUTION-BAROMETER-MS5611-4-700x700.jpg&exph=700&expw=700&q=gy+63&simid=608002241340637341&ck=17ED74C55EBD2E4A03CE11B8254E281B&selectedIndex=13&FORM=IRPRST&ajaxhist=0](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=H%2fd56PmX&id=172214FF0A6681B16BC2ADC76808AC514D270146&thid=OIP.H_d56PmXkIpInOhGvQkFlAHaHa&mediaurl=https%3a%2f%2fsatkit.com%2fimage%2fcache%2fcatalog%2fproducts%2fGY-63-HIGH-RESOLUTION-BAROMETER-MS5611-4-700x700.jpg&exph=700&expw=700&q=gy+63&simid=608002241340637341&ck=17ED74C55EBD2E4A03CE11B8254E281B&selectedIndex=13&FORM=IRPRST&ajaxhist=0)

Slika 11: [Elektronski vir]. [Citirano 13.1.2021]. Dostopno na naslovu:

<https://www.google.si/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.makerlab-electronics.com%2Fproduct%2Fdht22-temperature-humidity-sensor-module%2F&psig=AOvVaw2DTv7NK-C4olz6Xr6nn6mi&ust=1614940733650000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNjgxJy5lu8CFQAAAAAAdAAAAABAD>

Slika 12: [Elektronski vir]. [Citirano 13.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&insightstoken=bcid_ROk6F1l.vowCgg*ccid_6ToWXW%2B%2B&form=SBIIDP&iss=VSI&sbisrc=ImgPaste&idpbck=1&sbifsz=173+x+173+%c2%b7+5.22+kB+%c2%b7+png&sbifnm=image.png&thw=173&thh=173&ptime=32&dlen=7128&expw=600&exph=532&selectedIndex=1&id=805CB6E500013DCADD6B417BB176282EF4DC7589&ccid=ndx%2BABUH&vt=2&sim=11&simid=608036107151214644&ck=E3D9F2C51F381CFB114B0EFA5E48851C&thid=OIP.ndx-ABUH3477Ny2lp05SwHaGk&mediaurl=https%3A%2F%2Ftienda.starware.com.ar%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F01%2Fmodulo-relay-arduino-2-canales-5v-10a-optoacoplado-1865-2002-2-600x532.jpg&pivotparams=insightsToken%3Dccid_RKsY4LCk*cp_1FF55B20037D8F8220397CEFDB9C7989*mid_990950199471151C06EC44300185284F6D088518*simid_608055567579090287*thid_OIP.RKsY4LCk2xLtSB9RFr982gAAAA

Slika 13: [Elektronski vir]. [Citirano 30.1.2021]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&insightstoken=bcid_ROHKvuCM94wChQ*ccid_4cq%2B4Iz3&form=SBIIDP&iss=VSI&sbisrc=ImgPaste&idpbck=1&sbifsz=210+x+163+%c2%b7+4.66+kB+%c2%b7+png&sbifnm=image.png&thw=210&thh=163&pftime=26&dlen=6360&expw=1000&exph=666&selectedindex=0&id=70150A19697C4714F0268F6DD4360599A46D2CC1&ccid=ZmxuBjFY&vt=2&sim=11&simid=608037408530892650&ck=D5ECE218D9B172C8623073D3994F3462&thid=OIP.ZmxuBjFY_TkBFaHlbwFO9gHaE7&mediaurl=https%3A%2F%2Fi.pinimg.com%2Foriginals%2F76%2F06%2F11%2F7606117587a2526a91976fd58db68362.jpg&pivotparams=insightsToken%3Dcid_ROHKvuCM94wCqxcxoNWLuD9Sqb0tqVTdPyM

Slika 23: [Elektronski vir]. [Citirano 23.12.2020]. Dostopno na naslovu:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=Sztsf7%2f9&id=3252D7ECA010905BC108EE34C4E11FD1F5B64EFD&thid=OIP.Sztsf7_93DsINX6r-nlhngHaHa&mediaurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR4b3b5fb3bffddc3b08357eabfa72219e%3frik%3d%252fU629dEf4cQ07g%26riu%3dhttp%253a%252f%252fsynacorp.my%252fv3%252f1133-large_default%252fmagnetic-reed-switch.jpg%26ehk%3dIAFIDA1Av7Tht6g5EI5qM6%252bNmaxMI8E3sbY3%252feSI%252f70%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw&exph=800&expw=800&q=reed+switch&simid=607986766531789980&ck=E10B2888D43429480E5DAC18E3646156&selectedIndex=11&FORM=IRPRST&ajaxhist=0