

Zveza za tehnično kulturo Slovenije
59. srečanje mladih raziskovalcev SLOVENIJE 2025

Avtomatska napa s pomočjo senzorja pare

Raziskovalno področje ZOTKS: **aplikativni inovacijski predlogi in**
projekti

(Elektrotehnika, elektronika – inovacijski predlog)

Avtor: Emanuel Pintar

Mentor: Branko Potisk

Somentor: Mladen Pintar

Srednja šola: Srednja elektro-računalniška šola Maribor

Maribor, 2025

VSEBINA

Vsebina.....	I
Kazalo slik:.....	II
Povzetek:	1
Zahvala:.....	2
1 Uvod:.....	3
1.1. Cilj	3
1.2. Hipoteze:.....	3
2 Metodologija dela:	3
3 izdelava lastnega senzorja pare:	4
4 Nastavitve mikrokrmilnika:	10
5 Pisanje programa:.....	10
6 testiranje naših elektronik:	11
6.1. Elektronika za krmiljenje ventilatorja domače kuhinjske nape:.....	11
6.2. Elektronika za krmiljenje ventilatorja za industrijske kuhinjske nape:	12
7 družbena odgovornost:.....	13
8 zaključek:	14
9 viri in literatura:	15
9.1. Spletni viri:	15
9.2. Knjižni viri:.....	15

KAZALO SLIK:

Slika 1: Shema operacijskega ojačevalnika	4
Slika 2: Univerzalno vezje z OPAMP (3D izgled) Slika 3: Univerzalno vezje z OPAMP..	5
Slika 4: Tiskano vezje za mikrokrmilnik (3D izgled) Slika 5: Tiskano vezje za mikrokrmilnik	5
Slika 6: Program na robotu 1	6
Slika 7: Program na robotu 2	6
Slika 8: Tiskana vezja v robotu	6
Slika 9: Položene komponente iz prvega robota	7
Slika 10: Dokonca položene komponente še ne drugem robotu	7
Slika 11: Kamera na robotu	7
Slika 12: Končana elektronika z OPAMP (IR sprejem) Slika 13: Končana elektronika z OPAMP (IR oddajnik)	8
Slika 14: Končane elektronike za mikrokrmilnik »DGM-RA2L1-Demo_Board«	8
Slika 15: Dokončane elektronike za naš senzor Slika 16: Dokončane elektronike za naš senzor	9
Slika 17: Dokončane in sestavljene elektronike za naš senzor	9
Slika 18: Dokončane in sestavljene elektronike za naš senzor	9
Slika 19: Triak regulator	11
Slika 20: Frekvenčni regulator Mitsubishi electric	12

POVZETEK:

V inovacijskem predlogu se osredotočimo na problem kuhinjskih nap, ki imajo sicer več stopenj moči sesalnega ventilatorja, a so žal brez kakršnih koli senzorjev. Naš inovacijski predlog je izdelava kuhinjske nape ali predelava obstoječe na avtomatsko delovanje. Kot avtomatsko delovanje je mišljeno zaznavanje pare s pomočjo senzorja pare, ter regulacija ventilatorja s pomočjo mikrokrmilnika. Regulacija pa bi delovala avtomatsko, ali od nastavljenih parametrov uporabnika. Želimo rešiti problem pare pri kuhanju saj večkrat pozabimo vključiti nabo ali pa je na premajhni hitrosti. V primeru, da snamemo pokrovko se nam para razširi po celotni kuhinji, če nismo predtem vključili večjo sesalno moč. Prav tako imamo, ko kuhamo, zasedeni obe roki in ne moremo takoj vključiti nape na večjo moč. V tem inovacijskem predlogu bomo rešili ta problem.

Ključne besede: kuhinjska napa, senzor pare, avtomatska regulacija ventilatorja, mikrokrmilnik.

SUMMARY:

In this innovation proposal, we focus on the problem of kitchen hoods, which although having multiple suction fan power levels, unfortunately lack any sensors. Our innovation proposal is the creation of a kitchen hood or the conversion of an existing one to automatic operation. Automatic operation is defined as the detection of steam using a steam sensor, and the regulation of the fan using a microcontroller. The regulation would operate automatically or based on user-defined parameters. We want to solve the problem of steam during cooking, as we often forget to turn on the hood or it is on too low a speed. If we remove the lid, the steam spreads throughout the entire kitchen if we have not previously turned on a higher suction power. Also, when we are cooking, both our hands are occupied, and we cannot immediately turn on the hood to a higher power. In this innovation proposal, we will solve this problem.

Keywords: kitchen hood, steam sensor, automatic fan control, microcontroller.

ZAHVALA:

Najprej bi se zahvalil staršem, ki so mi dovolili delati poizkuse na naši domači napi. Zahvalil bi se mentorjema za vso pomoč, ki sta nam jo nudila. Predvsem pri oblikovanju inovacijskega predloga saj sem vedel kaj želim izdelati v praksi, ne pa kako bi to predstavil v svoji nalogi in vse skupaj tudi zapisal.

1 UVOD:

1.1. Cilj

Cilj tega inovacijskega predloga je izdelati avtomatsko kuhinjsko napo, ki si bo sama prilagajala hitrost sesalnega ventilatorja glede na količino proizvedene pare. Želimo izboljšati že obstoječe izdelke, saj bomo dodali tudi avtomatsko nastavljanje moči oddajnika in sprejemnika, ki si bosta avtomatsko prilagodila moč za zaznavanje pare tudi na daljše razdalje pri večjih industrijskih napah. Cilj je tudi izdelati izdelek s pomočjo katerega bomo lahko modernizirali stare nape z ročnim upravljanjem in jih na enostaven način naredili avtomatske, pa tudi izdelati izdelek, ki bo cenovno dostopnejši širši javnosti saj se takšne avtomatske nape uporabljajo večinoma le v industrijskih kuhinjah, kot so restavracije, šole, vrtci in gostišča. Mi pa želimo to tehnologijo ponuditi tudi za domačo uporabo, kar mislim, da bomo lahko dosegli z našo pocenitvijo izdelka in našo enostavno montažo in uporabo.

1.2. Hipoteze:

Prva hipoteza je, da bo končni izdelek lažji za uporabo in bo privarčeval na energiji saj ne bo deloval tako kot navadna napa, ki deluje neprestano dokler je ne izklopimo, ampak se bo vklapljal le po potrebi, ter s tem prihranil pri porabi električne energije.

Druga naša hipoteza je, da bo končni izdelek omogočal enostavno predelavo in namestitev z avtomatskim nastavljanjem moči.

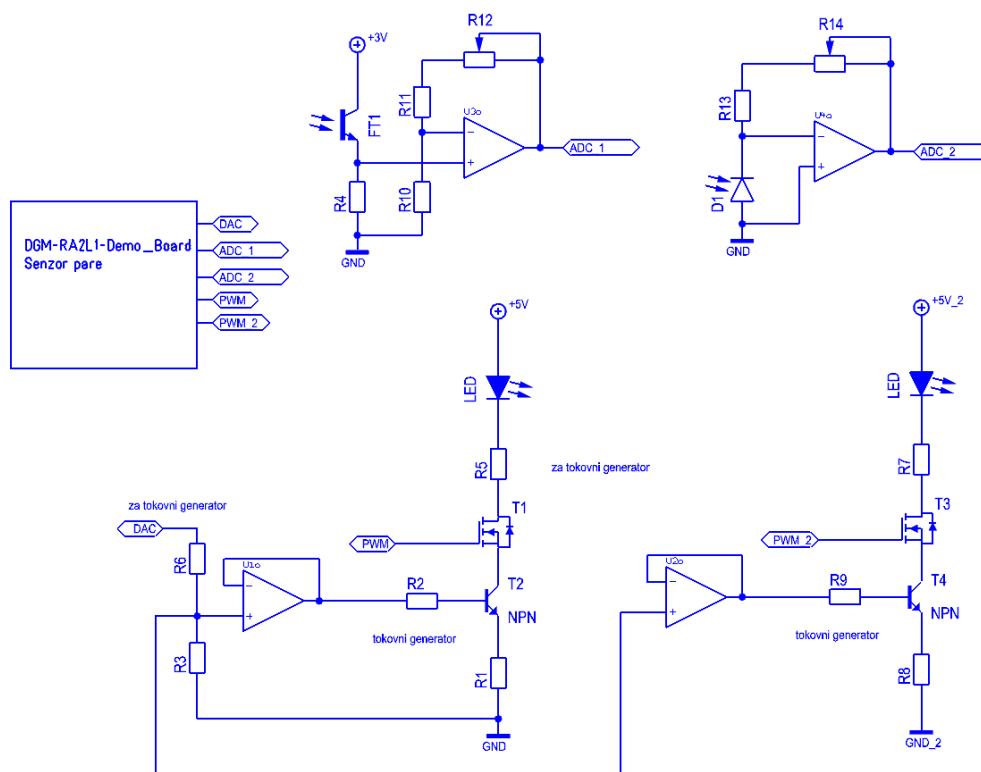
Tretja naša hipoteza je, da bo končni izdelek enostaven za uporabo.

2 METODOLOGIJA DELA:

V tem poglavju bi predstavili potek dela tega inovacijskega predloga. Pričeli smo z izdelavo elektronike za zaznavanje pare, izdelali smo sprejemno in oddajo elektroniko podrobnejši opis tega postopka izdelave senzorja pare pa lahko najdemo v literaturi oziroma raziskovalni nalogi »Senzor pare z analognim ali digitalni izhodom« (leto 2025, Maribor, Slovenija), kjer smo opisali kako smo ta senzor izdelali, z njim opravili meritve in izbrali najprimernejšega od več različic, ki smo jih izdelali. Zaradi tega, ker se inovativni predlog nanaša na raziskovalno nalogo »Senzor pare z analognim ali digitalni izhodom«, ki vam tukaj ni dosegljiva bomo le tega na kratko predstavili v inovativnem predlogu saj je srce izdelka. Sedaj smo izdelali še krmilno elektroniko, ki bo na osnovi signalov iz senzorja krmilila ventilator za napo s pomočjo PWM (pulzno širinske modulacije) izhoda in prilagajala vrtenje ventilatorja glede na količino proizvedene pare. Na koncu pa smo se lotili še testiranja, omenili pa bi tudi, da je to velika tržna niša saj smo v času izdelave tega inovacijskega predloga našli kupca za to avtomatsko napo v industrijski kuhinji, kjer bomo to napo v prihodnje tudi testirali in namestili.

3 IZDELAVA LASTNEGA SENZORJA PARE:

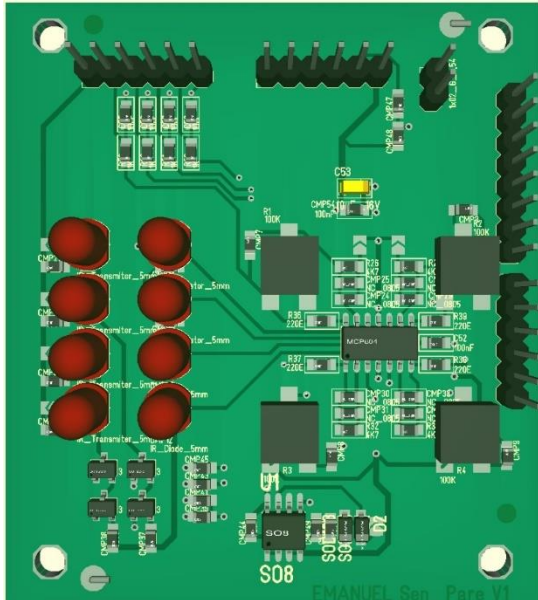
Najprej smo začeli z izdelavo lastnega senzorja pare. Prvi korak je bil načrtovanje in risanje sheme vidne na sliki 1. Narisali smo univerzalno shemo za tiskanino, ki je zajemala IR sprejemne in oddajne diode ter IR foto tranzistor. Želeli smo izdelati vezje, ki nam bo omogočalo dva različna načina delovanja. Od tega bo isto vezje namenjeno enkrat za oddajne IR diode, drugič pa kot sprejemnik IR signala s pomočjo IR diode ali IR tranzistorjev. Preizkusiti smo želeli, kakšna je razlika, če uporabimo različne IR diode in kakšna, če bomo uporabljali različne IR tranzistorje. To vezje pa je povezano z elektroniko z mikrokrmilnikom oziroma razvojno ploščico: »DGM-RA2L1-Demo_Board«. Ta mikrokrmilnik gledala naše vhodne AD signale iz IR diod oz. foto tranzistorja in nam na osnovi programa daje analogni izhodni signal od 0V do 10V ali od 4mA do 20mA ali pa digitalni izhod preko serijskega CAN vodila na primer od 0% do 100%.



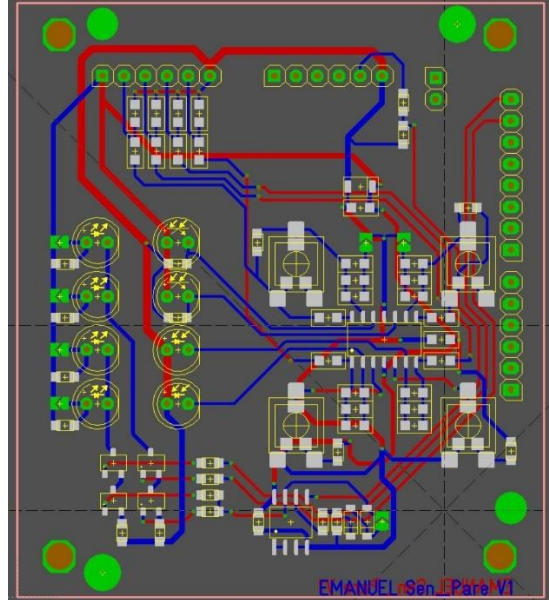
Slika 1: Shema operacijskega ojačevalnika

Tukaj na kratko predstavimo kako smo ta senzor pare izdelali (točni opis v raziskovalni nalogi: »Senzor pare z analognim ali digitalni izhodom«):

Risanja tiskanega vezja na osnovi zgoraj narejene sheme (slika1). Narisali smo svoje tiskano vezje z operacijskimi ojačevalniki, kar lahko vidimo na sliki 2 in sliki 3.

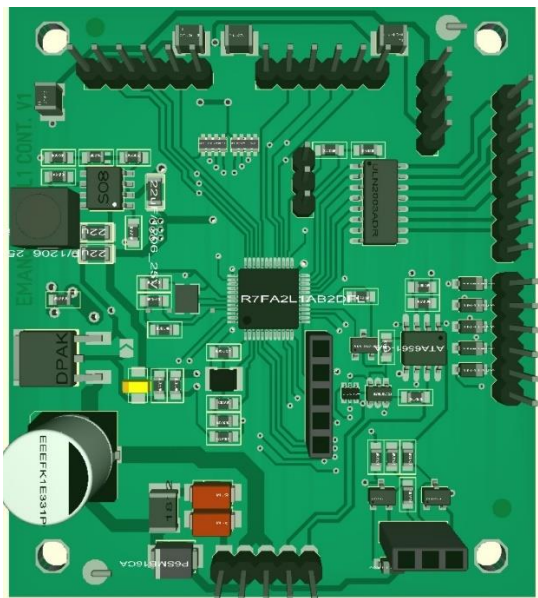


Slika 2: Univerzalno vezje z OPAMP (3D izgled)

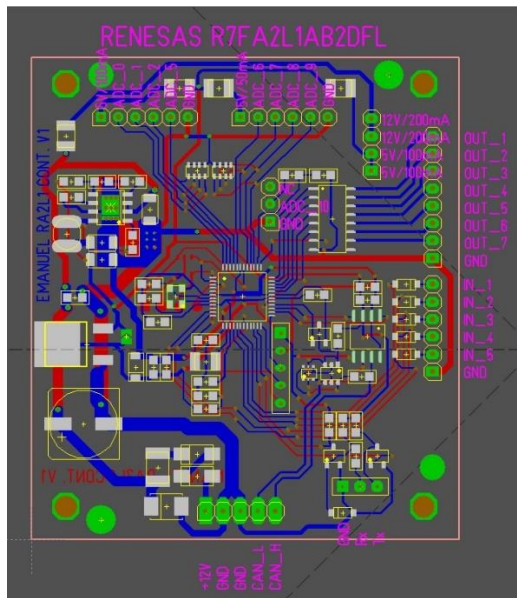


Slika 3: Univerzalno vezje z OPAMP

Za mikrokrmilnik pa smo uporabili že obstoječo razvojno ploščico: »DGM-RA2L1-Demo_Board« kot lahko vidimo na sliki 4 in sliki 5.



Slika 4: Tiskano vezje za mikrokrmilnik (3D izgled)

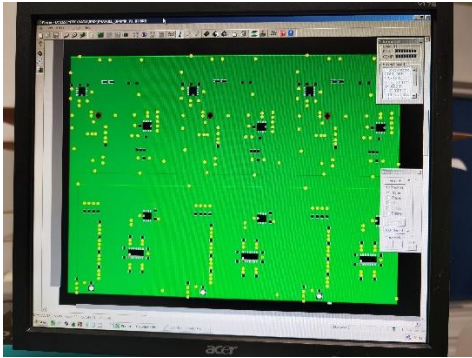


Slika 5: Tiskano vezje za mikrokrmilnik

Nato smo dali izdelati tiskana vezja, na katera smo nato s pomočjo polagalke (pick and place) robota nanje položil vse komponente.

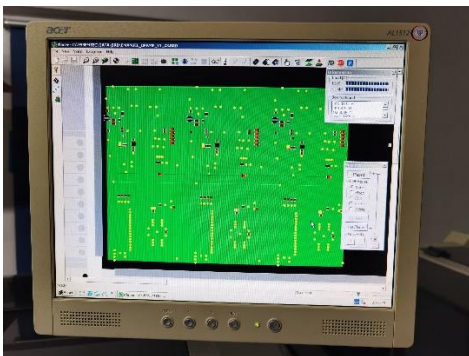
Najprej smo nastavili program na enem robotu, nato pa še na drugem, saj ni bilo vseh komponent, ki smo jih potrebovali na enem robotu.

Robot 1:



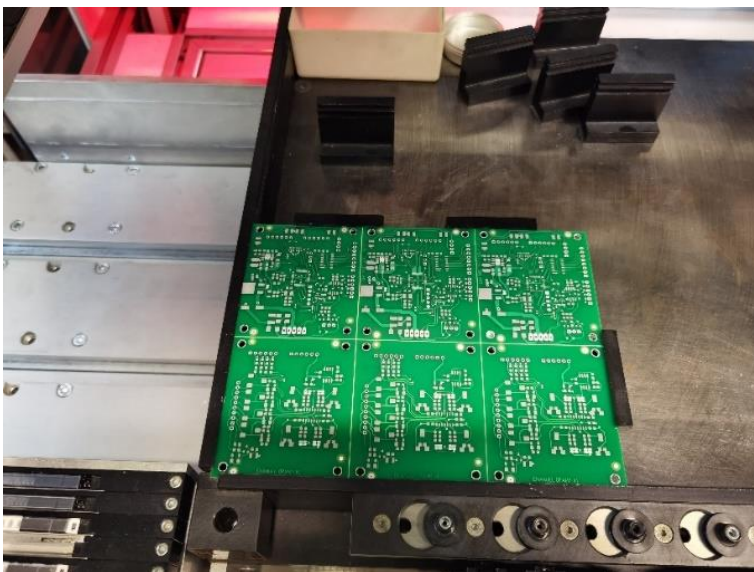
Slika 6: Program na robotu 1

Robot 2:



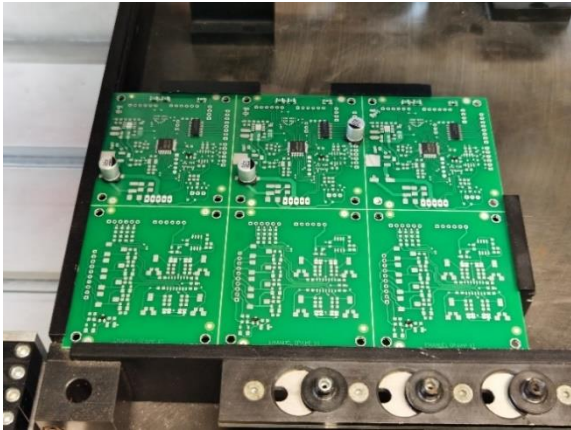
Slika 7: Program na robotu 2

Nato smo tiskana vezja z vnaprej premazano spajko pritrdili v robota:



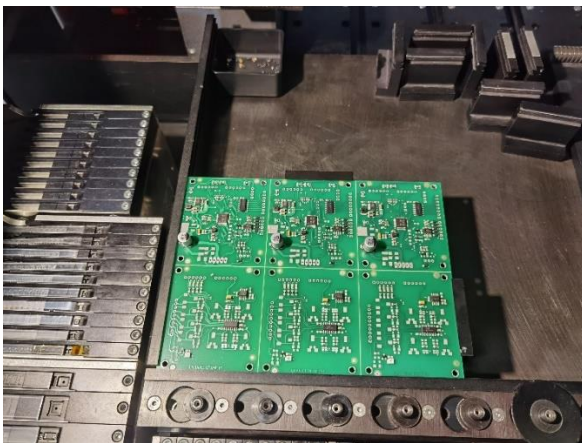
Slika 8: Tiskana vezja v robotu

Nato je robot položil na tiskana vezja vse komponente, ki so bile na enem robotu nato pa smo elektroniko prestavil v drugega robota in postopek ponovil, da je drugi robot položil še manjkajoče komponente:



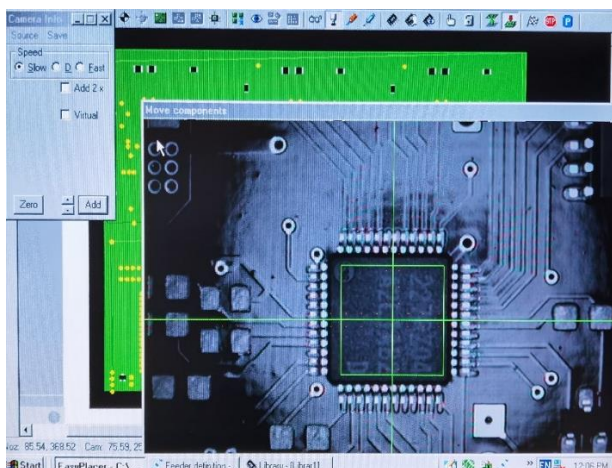
Slika 9: Položene komponente iz prvega robota

Ko so na tiskana vezja položene vse komponente pa izgledajo tako:



Slika 10: Dokonca položene komponente še ne drugem robotu

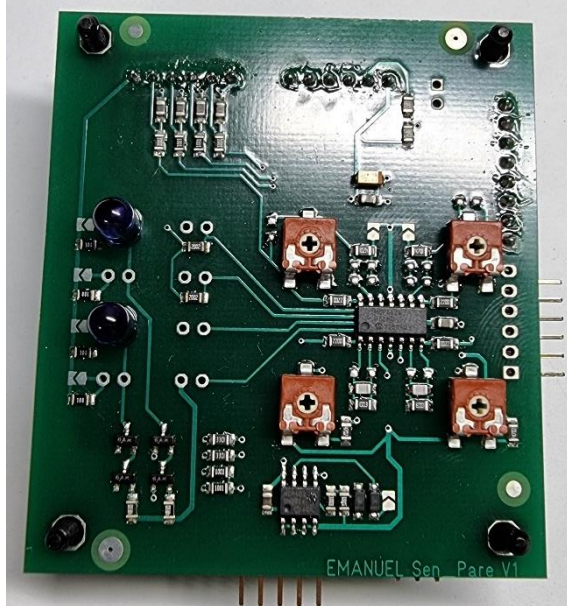
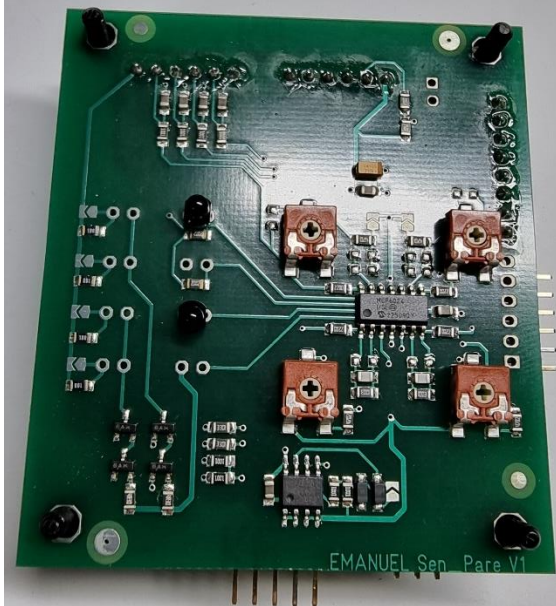
Na koncu pa lahko z vgrajeno kamero na robotu še preverimo kako natančno je položil vse komponente. Najlepše pa se to vidi pri procesorju:



Slika 11: Kamera na robotu

Ko sta robota končala z delom, pa smo ročno dodali še komponente, kot so trimmerji, ki jih robota nista položila. Elektronske komponente smo nato spajkali v posebni pečici, kjer se spajka stopi in se komponente spojijo na tiskano vezje.

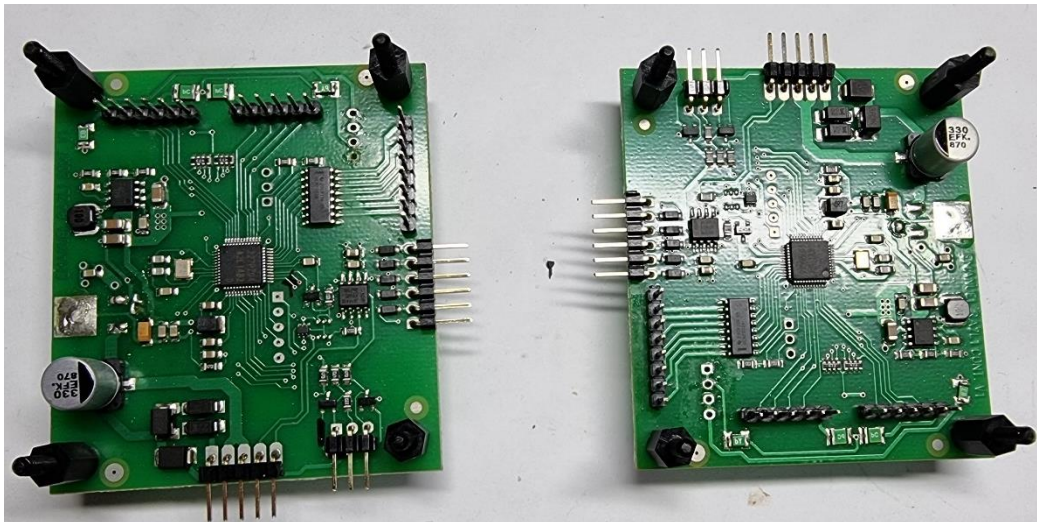
Končane elektronike za operacijski ojačevalnik izgledajo tako:



Slika 12: Končana elektronika z OPAMP (IR sprejem)

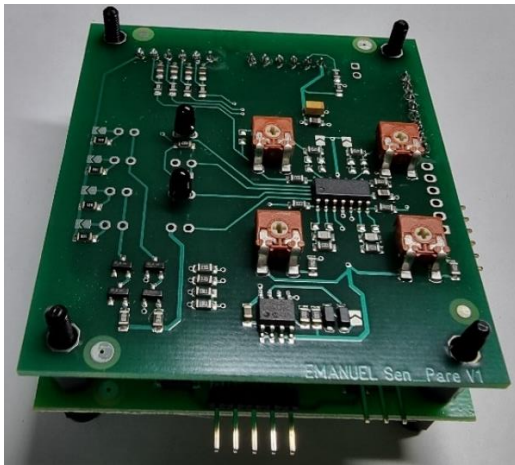
Slika 13: Končana elektronika z OPAMP (IR oddajnik)

Končane elektronike za naš mikrokrmilnik izgledajo tako:

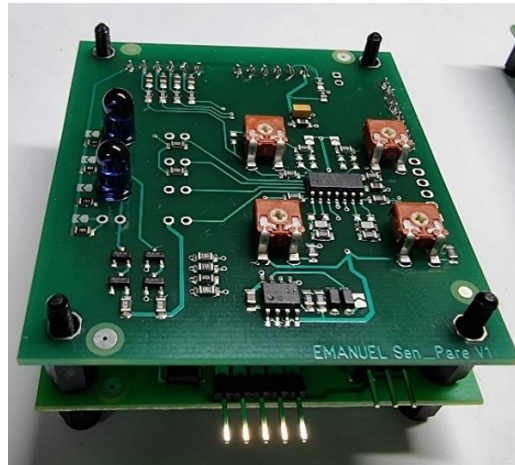


Slika 14: Končane elektronike za mikrokrmilnik »DGM-RA2L1-Demo_Board«

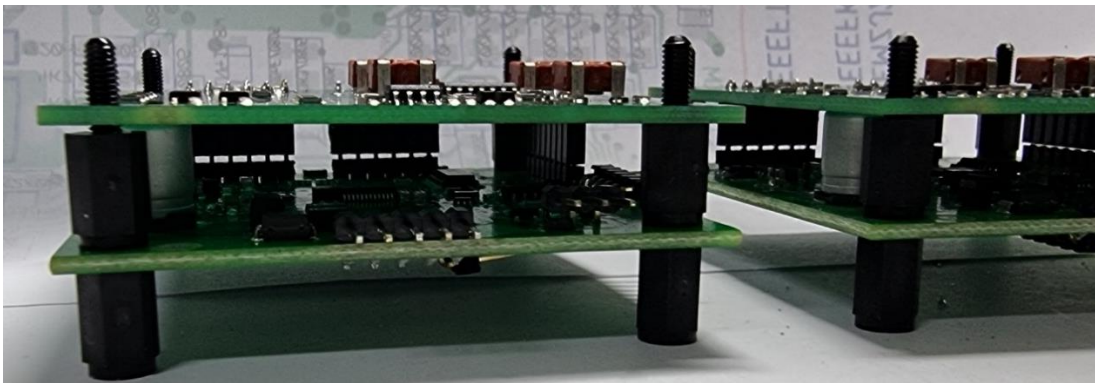
Sestavljene elektronike za naš senzor, ki so med sabo povezane s pomočjo pinov pa se samo privijačijo skupaj in so gotove pa izgledajo tako:



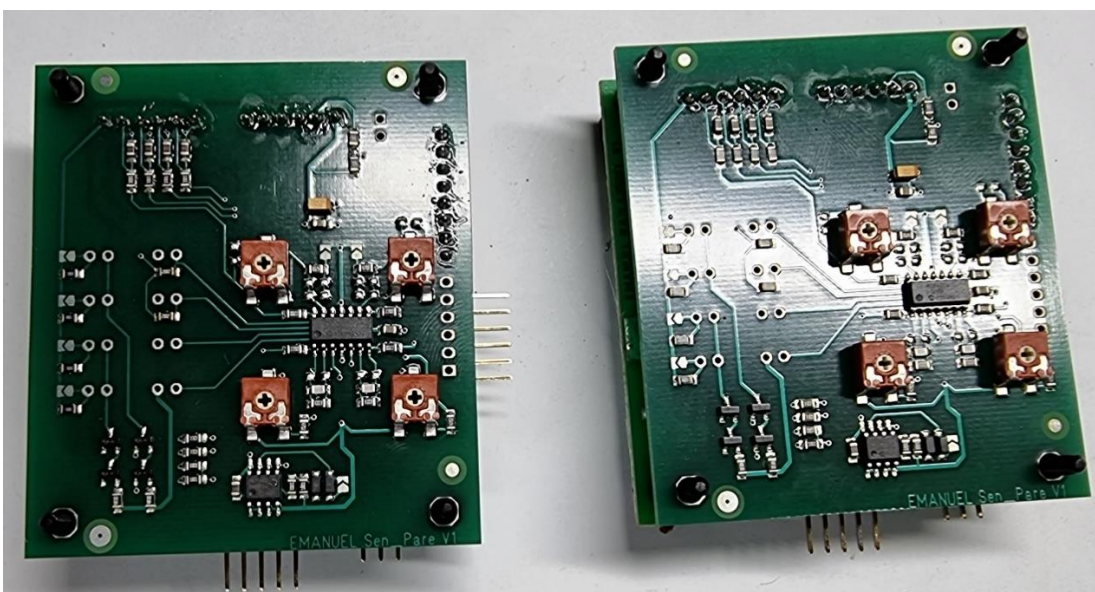
Slika 15: Dokončane elektronike za naš senzor



Slika 16: Dokončane elektronike za naš senzor



Slika 17: Dokončane in sestavljene elektronike za naš senzor



Slika 18: Dokončane in sestavljene elektronike za naš senzor

4 NASTAVITVE MIKROKRMILNIKA:

Sledila je priprava in programiranje mikrokrmilnika. Najprej smo definirali namen uporabe pinov našega mikrokrmilnika (točni opis v raziskovalni nalogi: »Senzor pare z analognim ali digitalni izhodom«). Nastavili smo kaj dela vsak pin posamično in določimo vhodne ter izhodne pine. Vhodne pine uporabljamo za branje tipk in potenciometrov, s pomočjo izhodnih pinov pa krmilimo s pomočjo PWM izhoda naša motorja. Tukaj smo nastavili tudi timerje.

5 PISANJE PROGRAMA:

Ko smo izdelali našo elektroniko za mikrokrmilnik in operacijski ojačevalnik, smo se lotili pisanja programa. Najprej bi omenili, da programiram ciklično oziroma s pomočjo 1ms intervalom cikla (1ms tick timer). Se pravi vsi podprogrami se izvedejo in čakajo naslednji cikel. Se pravi, da naš podprogram kliče vsako 1ms, kar nam omogoča točne čase na 1ms, ter dodajanje in odstranjevanje podprogramov. Program smo pisali v programu IAR, namenjen programiranju v jeziku C.

Program smo napisali tako, da nam bere vhodne AD signale, kjer konstantno na sprejemniku dobivamo neko vrednost AD. Če je ta vrednost zelo velika vemo, da pare ni oz. je tako malo, da še ne potrebujemo višati našega izhoda 0-10V (CAN 0%), ki nam bo krmilil napo. Program pa je napisan tudi tako, da si vrednost AD zapomni kot referenčno in jo nato primerja z naslednjo vrednostjo AD. S pomočjo razlike tega lahko vidimo ali je pare več oz. manj saj če je AD manjši od referenčnega vemo, da je pare več, če je AD večji od referenčnega je te pare manj in na osnovi tega lahko izračunavamo spremembo razlike pare. Nato krmilimo izhode s pomočjo PWM, ki je odvisen od količine pare. Ti pa nam krmilijo ventilatorje nape glede na količino pare, ki jo naš senzor zazna, več pare kot je hitreje se bo ventilator vrtel oz. manj kot je pare oz. je ni počasneje se bo ventilator vrtel oz. se sploh ne bo vrtel.

6.2. Elektronika za krmiljenje ventilatorja za industrijske kuhinjske nape:

Za krmiljenje ventilatorjev industrijskih nap, ki so dosti večji in močnejši od tistih za uporabo v domačih kuhinjskih napah pa smo uporabili že izdelan frekvenčni pretvornik od Mitsubishi electric. Naš senzor je sedaj priključen na frekvenčni pretvornik kateri ima vhod 0-10V. Frekvenčni pretvornik sedaj le nastavimo na željeno delovanje.



Slika 20: Frekvenčni regulator Mitsubishi electric

7 DRUŽBENA ODGOVORNOST:

Naša družbena odgovornost je, da izdelava naše avtomatske nape prispeva k manjši porabi električne energije zaradi svojega avtomatskega delovanja. Kar posledično prispeva k manjšemu onesnaževanju okolja. Njena enostavna uporaba in enostavna namestitev pa nam omogoča širitev na širši trg za prodajo naših izdelkov. Naš izdelek je cenejši in si ga bodo lahko ljudje namestili tudi v svojih domovih in ne le v večjih industrijskih kuhinjah. Naš izdelek pa je tudi enostavnejši za montažo, kar še dodatno zmanjša stroške montaže.

8 ZAKLJUČEK:

V zaključku bi radi povedali, da je bila naša naloga uspešna saj smo potrdili naše hipoteze. Potrdili smo prvo hipotezo, saj je naš izdelek res lažji za uporabo in res varčuje z energijo. Varčuje se zaradi avtomatskega prilagaja količini proizvedene pare, kar pomeni, da ventilator ne deluje s konstantno hitrostjo ampak se prilagaja količini proizvedene pare. Medtem se zmanjšujejo in povečujejo obrati ventilatorja ali celo izklopijo, kar bistveno prispeva k manjši porabi energije. Potrdili smo tudi drugo hipotezo, saj je naš izdelek res enostaven za vgradnjo v že obstoječe nape. Prav tako si sam prilagaja moč IR oddajnika in IR sprejemnika glede na velikost nape. Potrdili pa smo tudi zadnjo tretjo hipotezo, ki pa je bila, da bo naš izdelek enostaven za uporabo. Uporaba je enostavna saj ga samo vklopimo nakar vsa ostala prilagajanja opravi sam. Najprej avtomatsko prilagaja moč IR oddajnika in IR sprejemnika glede na dolžino naše nape. Nato pa avtomatsko prilagaja hitrost vrtenja ventilatorjev nape glede na količino prilagojene pare.

9 VIRI IN LITERATURA:

9.1. Spletni viri:

- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=ll-304ptd4b-1a>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=pt-a2-ac-5-pe-850>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=pt-a4-ac-5-pn-850>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=tefd4300f>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=pd204-6b>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=sfh203pfa>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=sfh4855>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=lir30243>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=osi5la5201a>
- Foto tranzistor podatkovni list 2024.(30.12.2024). Dostopno na: <https://www.tme.eu/si/sl/katalog/?queryPhrase=tsal6100-ms12>
- Mitsubishi electric frekvenčni regulator D700-SC 2024.(4.1.2025). Dostopno na: <https://si.mitsubishielectric.com/fa/products/drv/inv/frd700-series>
- Mitsubishi electric frekvenčni regulator D700-SC 2024.(4.1.2025). Dostopno na: <https://inverterdrive.com/File/Mitsubishi-D700-SC-Easy-Start-Guide/>

9.2. Knjižni viri:

- Emanuel Pintar, Senzor pare z analognim ali digitalni izhodom, 2025 Slovenija (Mladi za napredek Maribora 2025)
- Herbert Schildt, C fourth edition, 2018, Tenth Street Berkeley Californija ZDA, založba Osborne