

»Mladi za napredek Maribora 2017«

34. srečanje

UPORABA PEDALA ZA MODULIRANJE ZVOKA KITARE

Raziskovalno področje: Elektrotehnika, elektronika

Raziskovalna naloga

Prostor za nalepko

Avtor:	TIMOTEJ VIDOVIČ, MIHAEL PLIBERŠEK
Mentor:	MILAN IVIČ
Šola:	SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Maribor, januar 2017

Vsebina

1. POVZETEK.....	4
2. ZAHVALA	4
3. HIPOTEZE	4
4. UVOD.....	5
5. IZDELAVA DESTORTION IN WAH-WAH PEDALA	5
5.1 <i>Destortion</i> pedal	5
5.1 <i>Wah-wah</i> pedal.....	6
6. VSEBINSKI DEL	7
6.1 Uporabljeni elementi za distortion pedal	7
6.2 Uporabljeni elementi za <i>wah-wah</i> pedal	8
7. METODOLOGIJA DELA.....	9
7.1 <i>Distortion</i> pedal - vezje	11
7.1 <i>Wah-wah</i> pedal – vezje.....	12
7.1 Rezkanje ploščic.....	13
7.1 3D tiskanje ohišja za distortion pedal.....	14
8. RAZPRAVA	15
9. ZAKLJUČEK.....	16
10. DRUŽBENA ODGOVORNOST	16
11. VIRI	17

Kazalo slik

Slika 1:Tubescreamer TS808 (https://reverb.com).....	6
Slika 2: Boomerang wah-wah (https://reverb.com).....	7
Slika 3: Potenciometer (https://www.sparkfun.com)	7
Slika 4: Stereo audio jack priključek (http://www.gapco.co.uk)	7
Slika 5: LED dioda (https://sl.wikipedia.org)	8
Slika 6: Priključek za 9V baterijo (https://www.conrad.si)	8
Slika 7: Tuljava 500 mH (http://www.ebay.com)	9

Slika 8: Nožno stikalo (https://www.rapidonline.com)	9
Slika 9: Elektronska shema vezja za distortion pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge) ...	11
Slika 10: Načrt tiskanega vezja za distortion pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)	11
Slika 11: Elektronska shema vezja za wah-wah pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge) ..	12
Slika 12: Načrt tiskanega vezja za wah-wah pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)	12
Slika 13: Rezkanje vezja s šolskim rezkalnikom (vir: avtor naloge)	13
Slika 14: Program rezkanja vezja (vir: avtor naloge)	13
Slika 15: Priprava načrta ohišja ter končan digitalni model za distortion pedal v SolidWorks programu (vir: avtor naloge)	14
Slika 16: Priprava digitalnega modela ohišja za wah-wah pedal (vir: avtor naloge)	14
Slika 17: 3D tiskalnik (vir: avtor naloge)	15

1. POVZETEK

Ideja za raziskovalno nalogo je prišla, ko smo se pogovarjali, da bi naredili svoj pedal za moduliranje zvoka, saj sva avtorja naloge strastna glasbenika oz. kitarista. Izdelati smo želeli *distortion* pedal in *wah-wah* pedal v enem ohišju. Oba sta v notranjosti sestavljena iz vezja, potenciometrov, nožnih stikal, LED diod ter priključka za 9 V baterijo. Vsi ti elementi so pritrjeni z vijaki na aluminijasto ploščo. Vsak pedal pa ima svoje ohišje, zanimivost teh je, da smo oba digitalno zmodelirali sami in ju natisnili s 3D tiskalnikom, ki ga imamo na šoli. To nam je zelo koristilo, saj bi bilo ročno izdelovanje kovinskega ohišja precej zahtevno in dolgotrajno, možnost pa bi bila tudi, da ne bi naredili tako, kot smo si zamislili, saj nismo ravno spretni s preoblikovanjem kovin in bi lahko imeli težave, kupovanje ohišij pa je zelo drago. Zanimivost naših dveh pedal je LED dioda, ki prikazuje, ali je pedal vklopljen ali ne. Tudi ko pedala nista vklopljena, skozi teče signal, vendar je zvok navaden oz. tak, kakšen pride iz kitare. Narejeno pa je tudi tako, da pedala nista odvisna drug od drugega. Pomeni, da če imamo vklopljen samo en pedal, le-ta dela tako kot mora kljub temu, da drugi ni vklopljen in obratno. Teze, ki smo si jih postavili je delovanje obeh pedal ter da signal steče skozi kljub temu, da sta pedala izklopljena. Metode, ki smo jih uporabili so bile risanje oz. načrtovanje el. vezja, rezkanje tiskanega vezja, spajkanje elementov in žičk, risanje ohišja, 3D tiskanje le tega, privijanje elementov in vezji ter ohišja na ploščo in preizkus. Vse kar smo si zastavili, smo uspešno izvedli oz. deluje, kot smo si želeli.

2. ZAHVALA

Zahvalili bi se radi v prvi vrsti predvsem našemu mentorju za potrebno pomoč in znanje, ki smo ga potrebovali pri izdelavi naloge in izdelka ter šoli za uporabljen material in koriščenje potrebne opreme, s katero smo si lajšali izdelovanje.

3. HIPOTEZE

- Moduliranje zvoka z *distortion* pedalom.
- Moduliranje zvoka z *wah-wah* pedalom.
- Prepuščanje signala kljub temu, da sta pedala izklopljena.
- Izdelava obeh ohišij s 3D tiskalnikom.

4. UVOD

Ideja za izdelavo pedala je prišla iz želje po pravem distortion in wah-wah pedalu. Vendar, ker sta oba zelo draga, smo si torej postavili cilj, da bomo oba naredili sami. Ker znanje, potrebno za izdelavo pedal, izhaja iz našega šolanja, imamo že neko predznanje, zato nam je to pri izdelavi zelo koristilo in nam je bilo nekoliko lažje. Vendar pa nam je tudi bil cilj, da boljše spoznamo, kako so ti pedali izdelani, koliko je potrebno truda, znanja, spretnosti in časa, da se jih ročno izdelata ter kakšne elementi so potrebni in za kaj kateri služi.

Distortion pedal glasbeniku koristi, da iz navadnega zvoka kitare pretvori zvok v močnejši, težji zvok, ki se uporablja predvsem pri rock in metal glasbi. Wah-wah pedal filtrira frekvenco signala zvoka, da je le ta čim bolj podoben človeškemu glasu. Uporablja se predvsem pri kitarskih solo vložkih. Oba pedala sta po navadi uporabljena predvsem za električne kitare ali bass kitare, uporabljata pa se tudi pri drugih glasbilih, predvsem pri trobentah, čelih, kontrabasih, ...

5. IZDELAVA DISTORTION IN WAH-WAH PEDALA

5.1 *Distortion* pedal

Na spletu smo poiskali primere vezja zelo poznanega in uporabljenega *distortion* pedala Tubescreamer TS808. Izbrali smo najprimernejšega za povezavo z wah-wah pedalom in po njem izdelali svoje vezje v programu Eagle. Nato smo vezje z rezkalnikom zrezkali ter prispajkali potrebne elemente na ploščico. Uporabili smo nekaj uporov, kondenzatorjev, štiri diode, dva tranzistorja ter čip. Ostalim potrebnim elektronskim elementom izven vezja, ki so potrebni za delovanje pedala, smo dodali še LED diodo, ki služi kot prikaz ali je pedal vklopljen ali ne. V pedalu imamo tudi tri potenciometre za uravnavanje distorzije, tona in ravni zvoka. Vezje napaja 9 V baterija. Na vezje smo spojili tudi nožno stikalo za vklop in izklop pedala. Te ostale omenjene elemente smo na vezje spojili z žičkami, s tem da LED dioda ni vezana direktno na ploščo temveč na nožno stikalo. Vse skupaj smo pritrdili na kovinsko ploščo in celotno vezje z ostalimi elementi pokrili s PVC ohišjem, narejenim s 3D tiskalnikom. Ko smo ohišje pritrdili, smo na potenciometre namestili tudi plastične oštevilčene gumbe ki prikazujejo, koliko je posamezni potenciometer "odprt".

5.1 Wah-wah pedal

Prav tako kot *distortion* pedal smo tudi primer vezja *wah-wah* pedala poiskali na spletu ter po njem narisali svoje vezje v programu Eagle ter ga zrezkali. Zgledovali smo se po primeru zelo znanega Boomerang *wah-wah* pedala. Sledilo je spajkanje elementov na ploščico. Tukaj je bilo potrebnih spet nekaj uporov ter kondenzatorjev, 500 mH tuljavo, en manjši, z izvijačem nastavljiv 50 K Ω potenciometer, ter dva tranzistorja. Na ploščico smo z žičkami spojili tudi nožno stikalo, na katerega je vezna LED dioda ter en potenciometer, katerega reguliramo s pomočjo nožne pedale. Tudi to vezje napaja 9 V baterija, katere priključek je na ploščico povezan z žičkami. Celotno konstrukcijo smo pritrdili na že prej omenjeno aluminijasto ploščo ter pokrili z ohišjem, katerega sestavlja tudi nožna pedala. To ohišje smo nabavili preko spleta, saj ročna izdelava oz. 3D tiskanje nebi prišlo v poštev zaradi rebrastega jezička, ki nastavlja, kako "odprt" naj bo potenciometer.



Slika 1: Tubescreamer TS808 (<https://reverb.com>).



Slika 2: Boomerang wah-wah (<https://reverb.com>).

6. VSEBINSKI DEL

6.1 Uporabljeni elementi za distortion pedal

- potenciometri



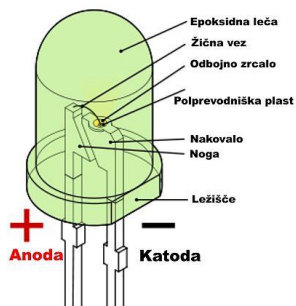
Slika 3: Potenciometer (<https://www.sparkfun.com>)

- stereo audio jacka



Slika 4: Stereo audio jack priključek (<http://www.gapco.co.uk>)

- LED dioda



Slika 5: LED dioda (<https://sl.wikipedia.org>)

- 9 V priključek



Slika 6: Priključek za 9V baterijo (<https://www.conrad.si>)

- upori
- kondenzatorji
- tranzistorja
- nožno stikalo

6.2 Uporabljeni elementi za *wah-wah* pedal

- LED¹ dioda
- kondenzatorji
- upori
- stereo audio jacka²
- tranzistorji
- tuljava 500 mH

¹ LED (ang. Light emitted diode, svetleča dioda)

² Stereo audio jack (3,5 mm stereo priključek)



Slika 7: Tuljava 500 mH (<http://www.ebay.com>)

- nožno stikalo



Slika 8: Nožno stikalo (<https://www.rapidonline.com>)

7. METODOLOGIJA DELA

Naše delo v tej raziskovalni je bilo kar barvito. Prvo so bila iskanja primerov vezji Tubescreamera TS808 (distortion) ter Boomerang wah-a po spletu. Sprva smo želeli uporabiti že obstoječi vezji na spletu ter ju samo preurediti, vendar so vsa vezja narejena v ameriškem standardu in v premajhnih padih³ za ročno izdelovanje, zato smo oba vezja naredili sami. Nato je bilo le-te potrebno zrezkati. To smo naredili s šolskim rezkalnikom. Sledila je nabava elektronskih elementov. Že pri tem smo se kar namučili, saj nekaterih elementov, kot so 500 mH tuljava, potenciometer za *wah-wah* pedal, nismo našli v elektro trgovinah v Mariboru ali po Sloveniji in smo jih morali naročiti preko spleta iz tujine (München). Ker pa smo sprva narisali vezje in ga zrezkali ter šele nato nabavljali elemente, smo morali elemente nabaviti točno takšne, kot so namenjeni za to vezje. Ko smo imeli vse elemente, smo jih prispajkali na zrezkano ploščico oz. jih povezali na le-to z žičkami (tri potenciometre na ploščico za *distortion* pedal, en potenciometer na ploščico za *wah-wah* pedal, nožno stikalo na obe ploščici (na tega še LED diodo), priključek za 9 V baterijo na obe ploščici ter vezje za *wah-wah* pedal).

³ Padi (spajkalni priključki elementov)

Oba vezja z vsemi prej omenjenimi elementi smo pritrdili z vijaki na kovinsko ploščo. Na oba vezja smo pritrdili tudi ohišje. Na *distortion* pedal smo pritrdili PVC⁴ pokrov, ki smo ga natisnili z 3D printerjem, ki ga imamo prav tako na šoli. Shemo smo narisali s programom SolidWorks, nato smo datoteko spremenili v STL⁵ format. To datoteko smo vstavili v Slicer, kjer smo nastavili, kakšen izdelek želimo imeti (trdota, barva, ...) Nastavili smo nato G-code in datoteko shranili na SD kartico, slednjo vstavili v tiskalnik in ga zagnali. Tiskanje takega izdelka je precej dolgotrajno, saj tiskalnik dela zelo počasi, da je natančen, hkrati pa mora narediti več plasti, saj v našem primeru želimo, da je izdelek trden.

Pokrov ima na vrhu tudi 5 lukenj, tri za potenciometre ter dve za LED diodo in nožno stikalo. Ko smo pokrov namestili, smo na potenciometre nataknili še oštevilčene plastične kapice. Ohišje za *wah-wah* pedal smo prav tako izdelali in natisnili po istem principu oz. postopku kot ohišje za *distortion* pedal. To ohišje je bilo precej zahtevnejše modulirati, saj je potrebno na konstrukcijo ohišja narediti vodila, ter stopalko, ki bo ustrezala vodilu. Stopalka ima na vrhnji strani spodaj enostranski rebrasti jeziček, kateri mora pasati v luknjo konstrukcije ohišja ter premikati potenciometer pod ohišjem. Konstrukcija tako vsebuje dve luknji, levo in desno na straneh za *input*⁶ in *output*⁷ stereo audio priključka, na vrhu eno luknjo za LED diodo, eno za rebrast jeziček iz stopalke ter eno za nožno stikalo. To smo skupaj naročili preko spleta, v njega zvrtili še eno luknjo za LED diodo ter ga pritrdili na ploščo. Pri tem smo morali paziti, da smo prav namestili rebrast jeziček pedala na potenciometer. Sledil je še samo preizkus in vse je delalo kot je moralo.

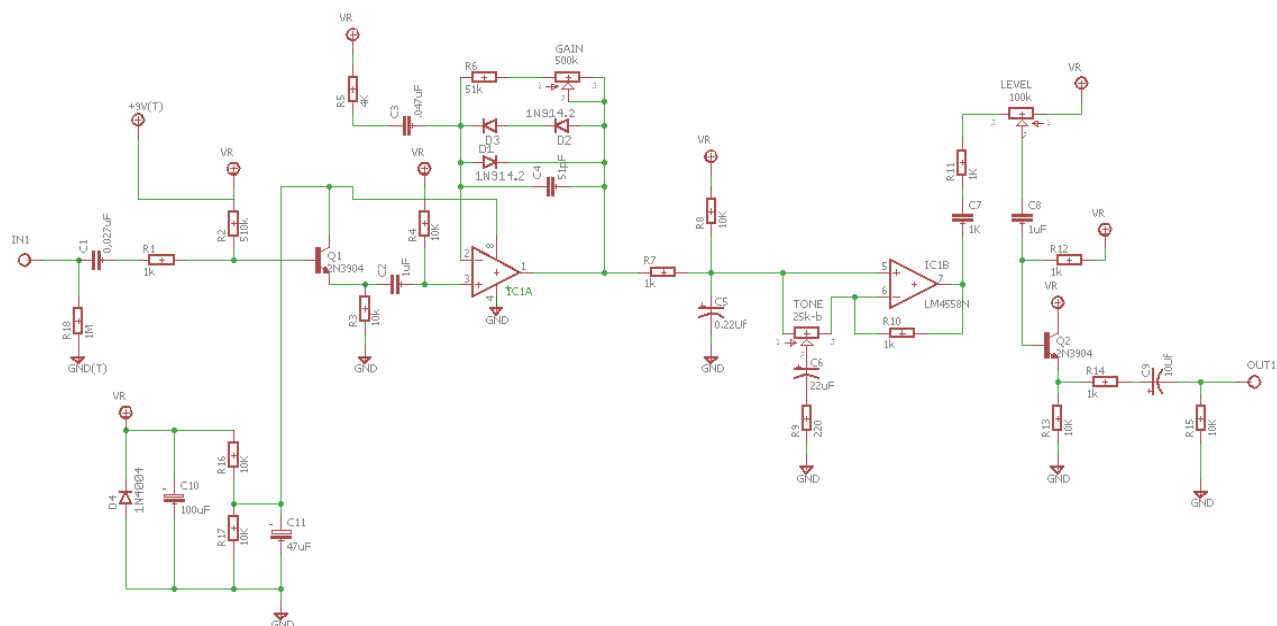
⁴ PVC (ang. Polyvinyl clorid, polivinil klorid - plastika)

⁵ STL (ang. Stereo Litography, stereo litografija,

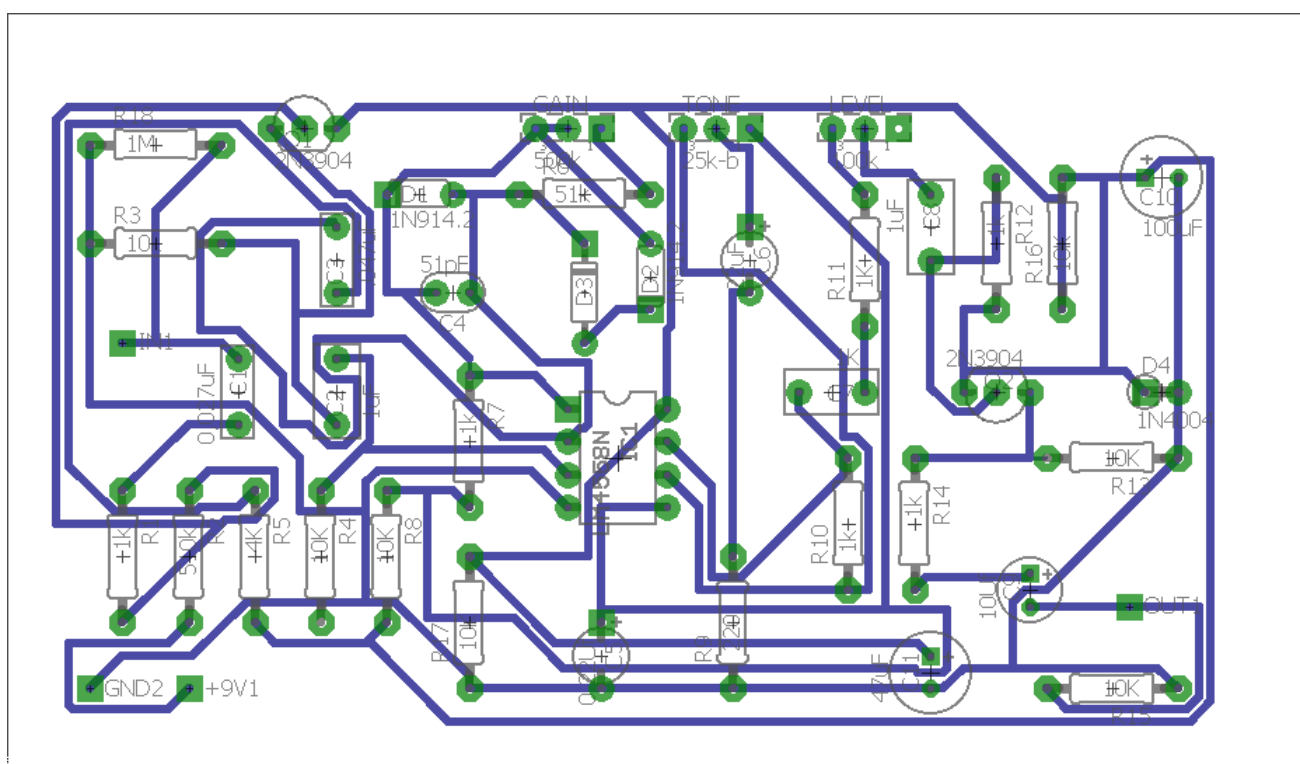
⁶ Input (ang. vhod)

⁷ Output (ang. izhod)

7.1 Distortion pedal - vezje

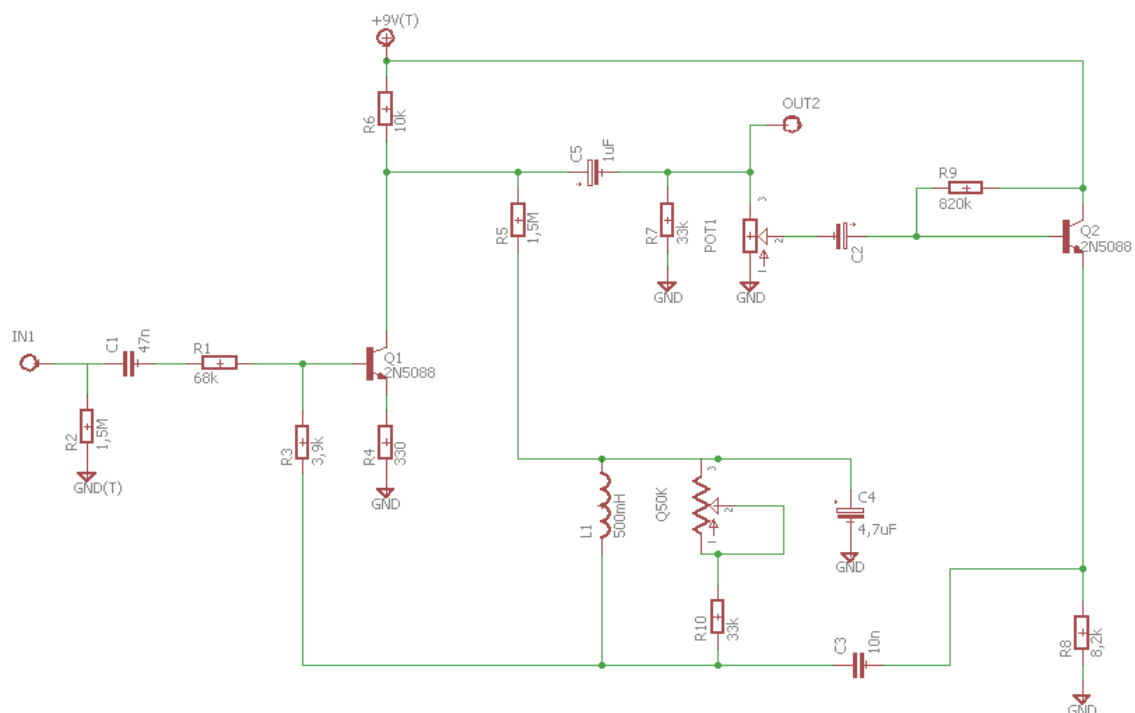


Slika 9: Elektronska shema vezja za distortion pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)

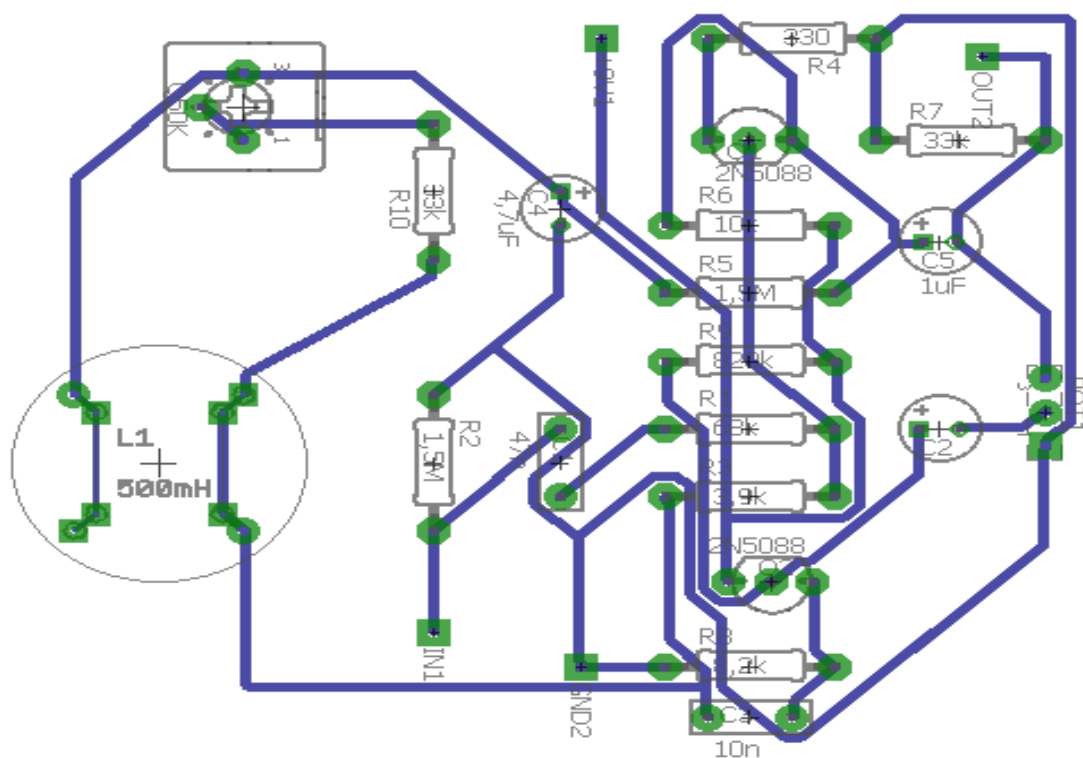


Slika 10: Načrt tiskanega vezja za distortion pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)

7.1 Wah-wah pedal – vezje

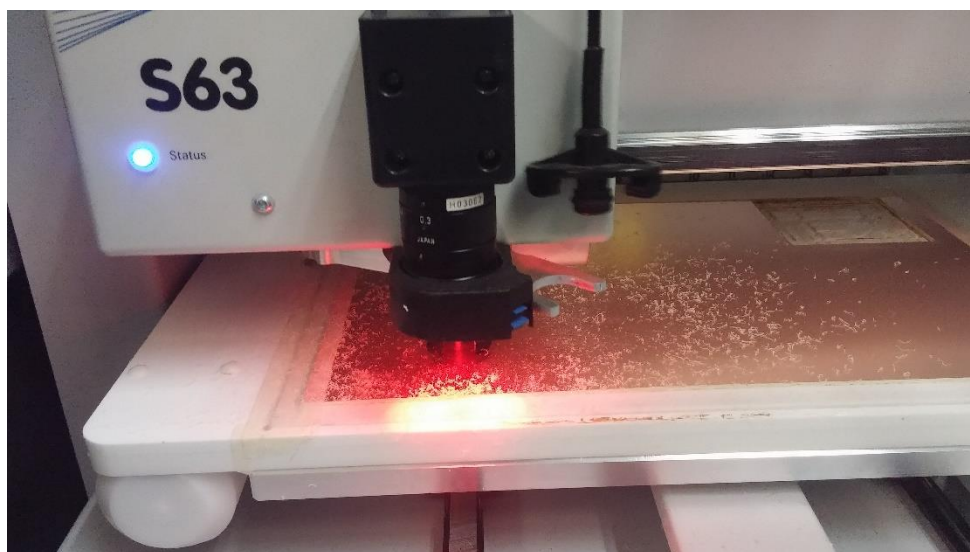


Slika 11: Elektronska shema vezja za wah-wah pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)

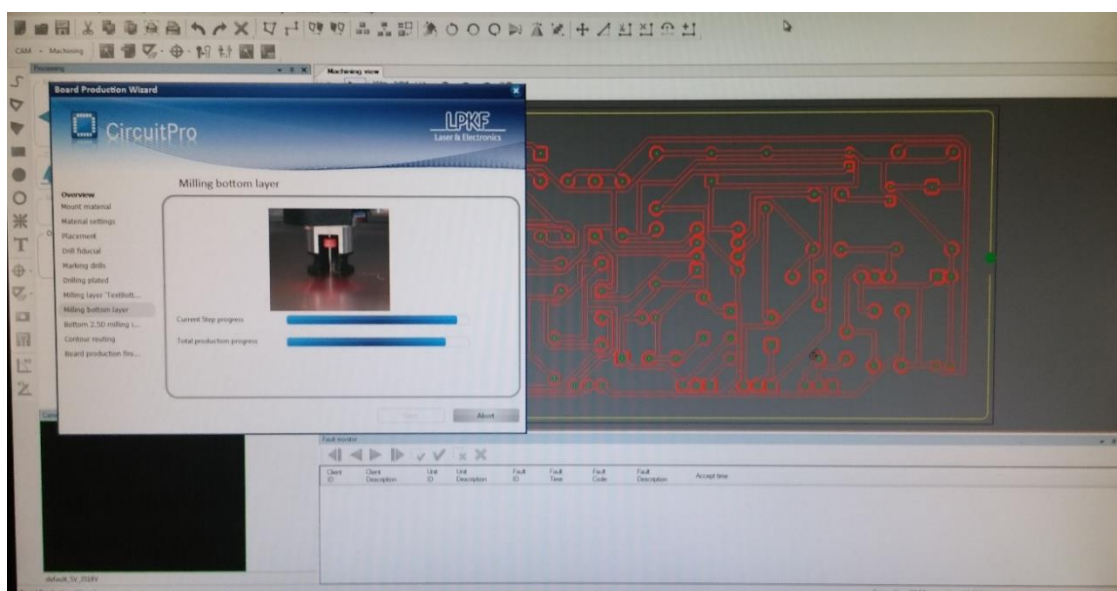


Slika 12: Načrt tiskanega vezja za wah-wah pedal v programu Eagle (vir: avtor naloge)

7.1 Rezkanje ploščic



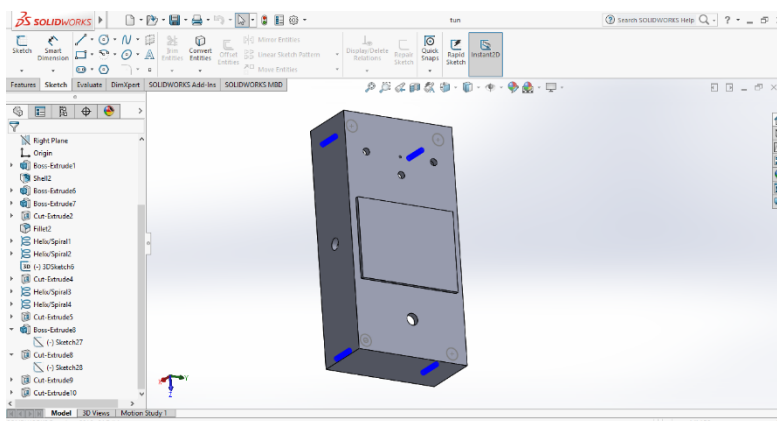
Slika 13: Rezkanje vezja s šolskim rezkalnikom (vir: avtor naloge)



Slika 14: Program rezkanja vezja (vir: avtor naloge)

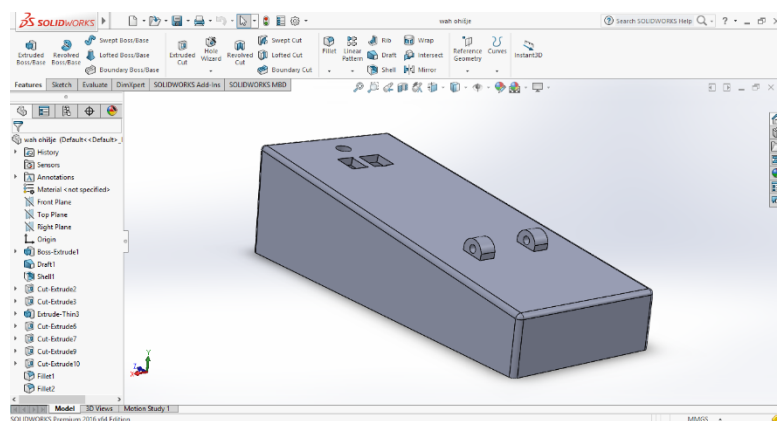
Postopek rezkanja je kar dolg. Najprej v Eaglu napravimo postopek rezkanja oz. nastavimo ukaze. Nato v program za rezkanje zapišemo te želene ukaze, ki jih rezkalnik mora izvest (vrtanje padov, dvojna obroba padov, rezkanje povezav, izrezovanje ploščice na želene premere,...) in ga zaženemo. Rezkalnik mora za vsako nalogo uporabiti drugačno orodje. To orodje najprej z mehansko roko (glavo) zagrabi, nato orodje kalibrira na pravo višino, jo zažene na delovne obrate ter nato šele izvede nalogo oz. ukaz. Zaradi tega je postopek rezkanja kar dolgotrajen.

7.1 3D tiskanje ohišja za distortion pedal

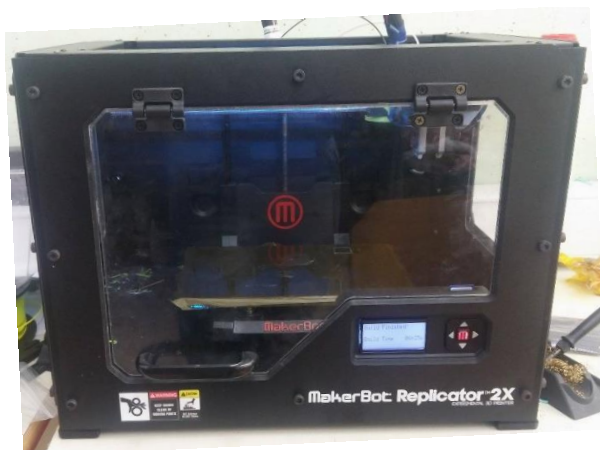


Slika 15: Priprava načrta ohišja ter končan digitalni model za distortion pedal v SolidWorks programu (vir: avtor naloge).

3D tiskanje je izdelovanje trirazsežnih trdnih predmetov skoraj proste oblike, modularane v digitalnem programu. Tiskalnik deluje tako, da odlaga zaporedne plasti materiala, kako na gosto jih odlaga, pa je odvisno od nastavitev, ki jih naredimo v programu Slicer. Najbolj popularen program za izdelovanje digitalnega modela je SolidWorks, s katerim je dokaj lahko delati. Da model pride do tiskalnika, ga je potrebno vmes spremeniti v dva formata, prvi je STL format, drugi pa G-code format. Vse skupaj je potrebno nato shraniti na SD kartico, ki jo nato shranimo v tiskalnik.



Slika 16: Priprava digitalnega modela ohišja za wah-wah pedal (vir: avtor naloge).



Slika 17: 3D tiskalnik (vir: avtor naloge).

8. RAZPRAVA

Izdelovanje naše raziskovalne naloge je potekalo skoraj tako, kot smo si predstavljali, vendar smo tu in tam imeli kakšno manjšo komplikacijo, a nikoli nič večjega. Izdelovanje vezja v Eaglu je vzelo kar precej časa, saj je iskanje elementov po knjižnici ter povezovanje elementov kar dolgotrajno. Tudi ko smo vezje sestavili, smo imeli manjše težave s povezavo padov za napetostno napajanje. Rezkanje je potekalo skoraj po načrtih. Spajkanje elementov na ploščici je bilo kar precej zahtevno, saj smo morali biti zelo precizni in previdni, da cin ni delal stika tam, kjer nebi smel, saj so padi precej majhni in povezave precej skupaj. Pri izdelavi ohišja za *distortion* in *wah-wah* pedal nam je zelo koristilo, da imamo na šoli 3D tiskalnik, saj se nismo rabili mučiti z ročno izdelavo ohišja, ki bi najbrž bil kovinski ali pa bi morali ohišja kupovati, ta so pa zelo draga. Vse naše zastavljene hipoteze smo potrdili in dosegli ter dokazali, da so pravilne, uresničljive ter da delujejo.

Delo je bilo torej precej barvito in zelo zanimivo ter precej poučno. Pridobili smo nova znanja in izkušnje z izdelavo pedal ter obnašanjem elementov v njih (pedalih). Naši cilji vnaprej so, da izdelamo izboljšano, boljšo verzijo pedal, ter da se še bolj poglobimo, kako kaj deluje, kako se elementi (potenciometri, tranzistorji) obnašajo pri različnih vezjih ter kako se da zvok še bolj modelirati in izboljšati.

Torej kot je zapisal gospod ddr. Matjaž Mulej: »Raziskovalna naloga« je pojem, ki se navezuje na raziskovanje. Njegova opredelitev je »iskanje novih spoznanj«, ki so po vsebini ali po metodi nova (izvirna) vsaj za avtorja.

V raziskovalni nalogi avtorji torej poskušajo pridobiti in izraziti za njih nova spoznanja in pri tem uporabiti metode, kot so laboratorijski ali drugi poskusi, proučevanje pisnih virov, pogovori z izkušenimi ljudmi, drugimi poznavalci raziskovalne tehnike in/ali obravnavane tematike ipd.” (ddr. Matjaž Mulej). Avtorja sva definitivno zadela bistvo naloge, saj sva raziskovala in spoznavala oz. spoznala kar nekaj novih stvari, uporabljala in naučila sva se metode dela, ki so potrebne za izdelavo takega pedala (digitalno risanje vezja in načrta za 3D tiskanje, spajkanje, ...). V glavnem, ta naloga je za nas bila zelo uspešna in koristna.

9. ZAKLJUČEK

Pri zaključku izdelave obeh pedal smo bili zelo zadovoljni z izgledom, zastavljenim načrtom in uresničitvijo le tega, kar smo si želeli, zadovoljni z resnostjo in marljivim delom ter raziskovanjem in vztrajanjem obeh avtorjev, ko kaj ni šlo, zadovoljni s pomočjo in podanim znanjem mentorja. Končni izdelek je izdelan proti pričakovanjem, saj sva avtorja mislila, da nam nebo tako dobro uspelo, kot nam je. Tudi zamisli, ki smo jih imeli so se dobro iztekle in prikazale kot koristne. Tukaj mislimo na dodano LED diodo v oba vezja, izdelavo 3D ohišja za oba pedala ter še kaj.

10. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Do danes je kvaliteta skladb, albumov in koncertov močno narasla, zato kakršna koli slaba izvedba nastopa ali slaba kvaliteta zvoka, ki prihaja iz ojačevalca, ne pride več v poštev. Standardi in pričakovanja so postavljena na res visok nivo. Zato si vsak glasbenik želi, da bo dobro nastopil, da ima kvalitetno opremo, s katero bo nastopil, vsak izdelovalec te opreme pa, da bo izdelal tak izdelek, ki bo najbolj zaželen, znan in uporabljen. Tudi naš izdelek temelji na tem, da kar se da zadovolji igralca in poslušalca s svojim namenom in da deluje res brezhibno oz. tako kot mora. Želeli smo tudi, da bo izdelek kar se da praktičen za uporabo, da bo enostaven glasbeniku za prenos, za priklop ter da ne bo povzročal razno raznih težav ali komplikacij.

11. VIRI

Viri vsebine:

- primer distortion vezja - <http://gaussmarkov.net/wordpress/circuits/tubescreamer/> (26.01.2017)
- primer wah-wah vezja - <http://gaussmarkov.net/wordpress/index.php?s=wah> (26.01.2017)
- avtor naloge

Viri slik:

Slika 1 - <https://reverb.com/item/830882-vintage-maestro-bg-2-boomerang-wah-wah-pedal> (26.01.2017)

Slika 2 - <https://reverb.com/item/830882-vintage-maestro-bg-2-boomerang-wah-wah-pedal> (26.01.2017)

Slika 3 - <https://www.sparkfun.com/products/9939> (26.01.2017)

Slika 4 - <http://www.gapco.co.uk/Guitar-Jack-Sockets/> (25.01.2017)

Slika 5 - https://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda (25.01.2017)

Slika 6 - <https://www.conrad.si/PRIKLJUCEK-ZA-PRITISNI-GUMB,-9V-OKW-A9160003.htm?websale8=conrad-slowenien&pi=522608> (25.01.2017)

Slika 7 - <http://www.ebay.com/itm/Standard-500mH-inductor-for-Dunlop-Crybaby-Wah-pedal-/150465204619> (25.01.2017)

Slika 8 - <https://www.rapidonline.com/taiwan-alpha-foot-switches-79208> (25.01.2017)

Slika 9 – avtor naloge

Slika 10 – avtor naloge

Slika 11 – avtor naloge

Slika 12 – avtor naloge

Slika 13 – avtor naloge

Slika 14 – avtor naloge

Slika 15 – avtor naloge

Slika 16 – avtor naloge

Slika 17 – avtor naloge