

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Klemen Erjavec

Šumna vrata

Poročilo

pri predmetu
Elektronska Vezja

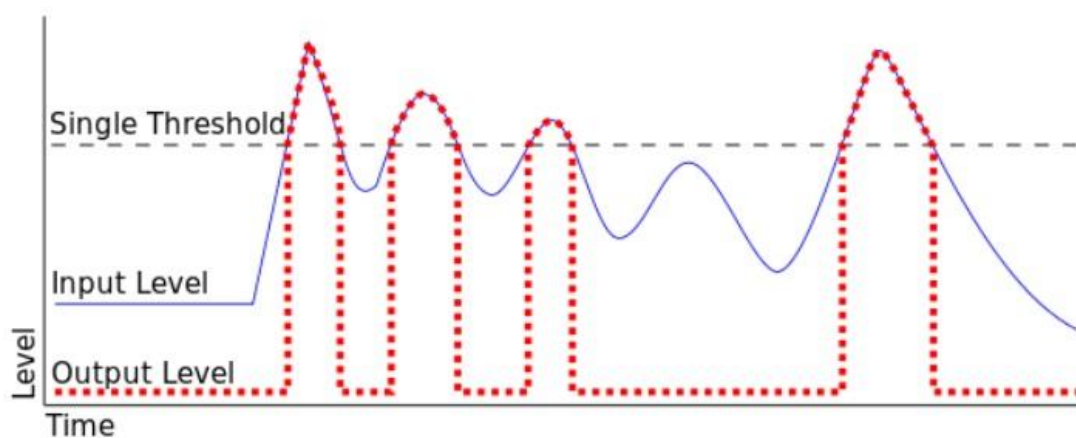
V Ljubljani, april 2013

Uvod

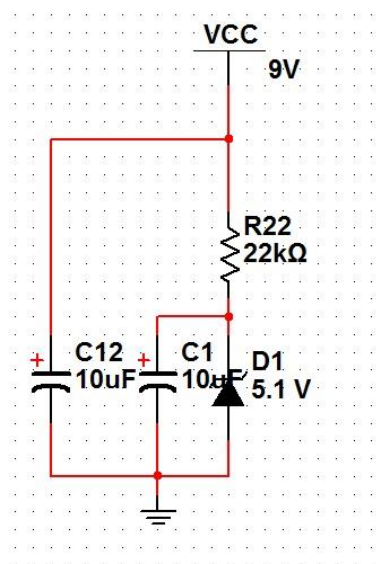
Na koncertih na odru in pod njim je zelo neprijetno, če med premori ko glasbena skupina ne igra, a ima prižgano opremo pride do glasnega šumenja ali »feedback« efekta. Do »feedback« efekta pride, ko na primer kitarist preneha igrati kitaro in stoji blizu zvočnika, vibracije zvočnika zatresejo struno, majhen zvok strune se ojača skozi ojačevalnik in se nato zopet predvaja skozi zvočnik, te vibracije zopet zatresejo struno in zvok se ojača še glasneje. Rezultat je zelo nadležen moteč pisk. Ker sem tudi sam glasbenik sem se začel zanimati kako se znebiti nezaželenih zvokov. Rešitev sem našel v napravi šumna vrata (noise gate).

Delovanje vezja

Šumna vrata se uporablja za kontroliranje glasnosti avdio signala. Avdio signal preide na izhod le če je nad mejo »threshold«. Če je signal pod mejo »threshold« potem na izhodu ni nobenega signala. Šumna vrata se uporablja kadar je jakost signala nad šumom. Mejo nastavimo nad šum in s tem zagotovimo, prehod signala na izhod. Če na vhodu signala ni, potem ga ni tudi na izhodu saj se šum nahaja pod mejo. Šumna vrata torej ne izločajo šuma iz signala, ko so šumna vrata odprta bosta na izhod prišla oba.



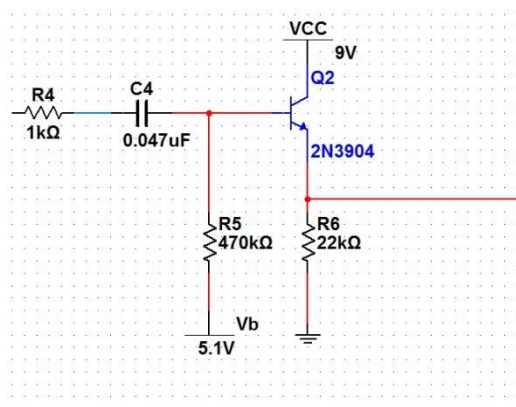
Napajanje



Napajanje je izvedeno s pomočjo 9V baterije in Zenerove diode. Vozlišče Zenerove diode bo v prihodnje označeno z Vb. V vezju sta tudi dva »decoupling« kondenzatorja, ki služita za zmanjševanje šuma napajanja.

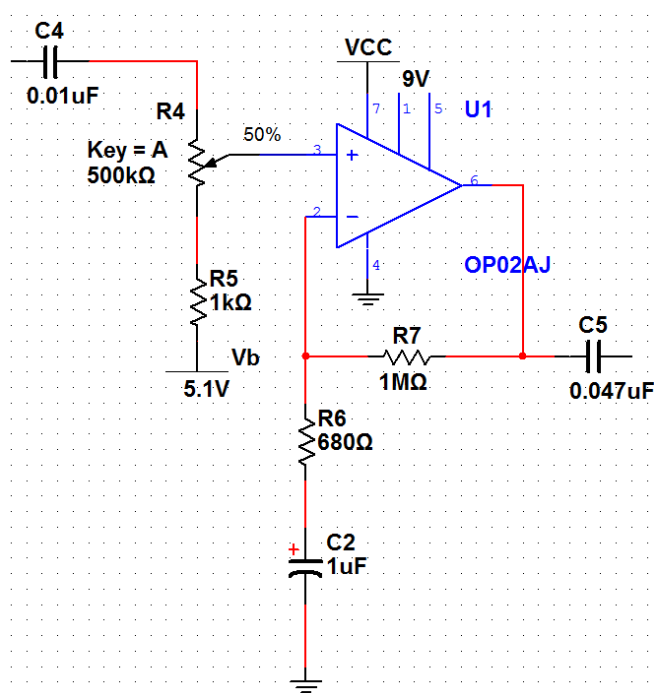
Vhodna stopnja

Vhodna stopnja je emitorski sledilnik ojačanje je enako 1. Vhodna stopnja poskrbi za visoko vhodno impedanco vezja. Vhodna impedanca je enaka $R5 \parallel (1+\beta)*R6$, $\beta \sim 200$, torej približno $R5$. Izhodna impedanca kitarskih magnetov je približno $7k\Omega$ do $17k\Omega$. Pri priklopu kitare na vezje bi nastal delilnik $U = U_{kitara} * R5 / (R5 + 17k\Omega)$, ker je $R5 \gg 17k\Omega$ torej je $U \sim U_{kitara}$.

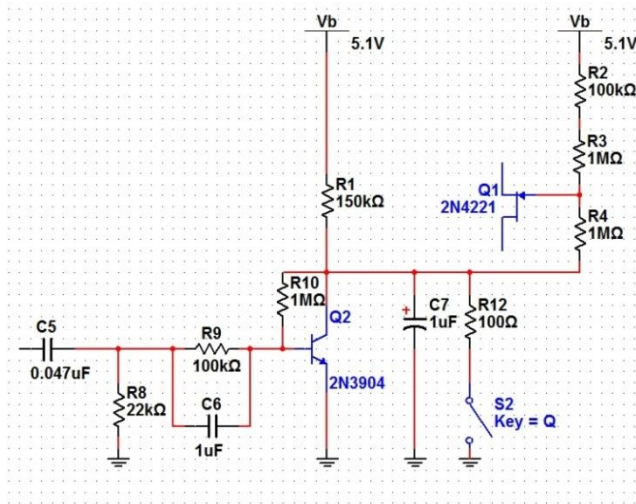


Ojačevalnik

Ojačevalnik je priklopljen na izhod vhodne stopnje. V vezju vidimo potenciometer, ki določa vhodno napetost v neinvertirajoči ojačevalnik, ki ga sestavlja operacijski ojačevalnik z upori. Ojačanje je enako $1 + R7/R6$. Cel signal je dvignjen za enosmerno napetost V_b ($\sim V_{cc}/2$), s tem je signalu zagotovljeno največje izkrmiljenje. Če signal nebi bil dvignjen za enosmerno napetost, bi zaradi vezave O.O. na zemljo izgubili negativno periodo signala. C2 služi da ne »izgubimo« enosmerne napetost. C5 in C4 sta vezna kondenzatorja.

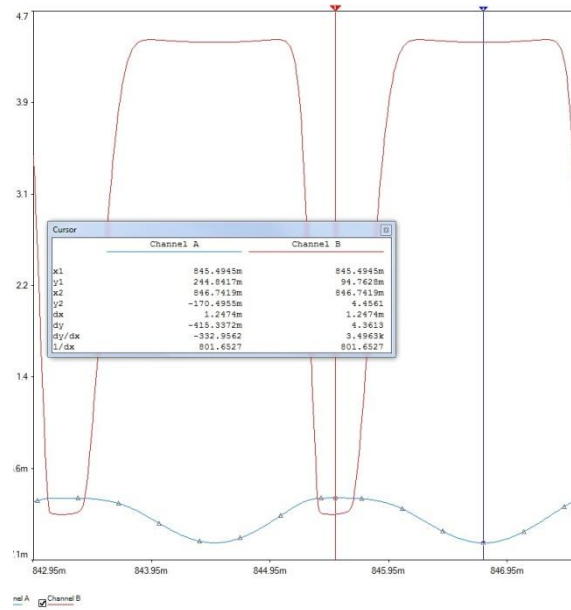
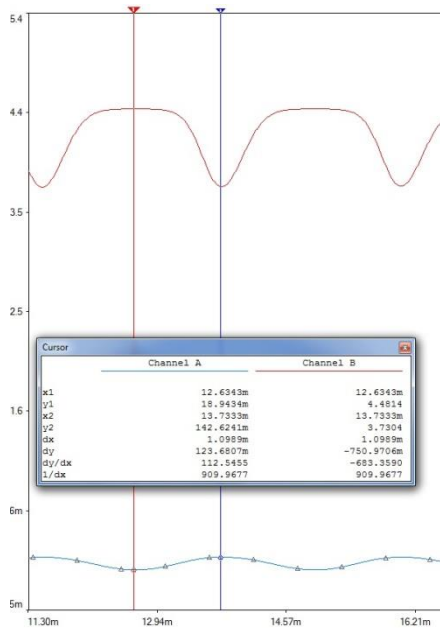


Odpiranje/zapiranje vrat



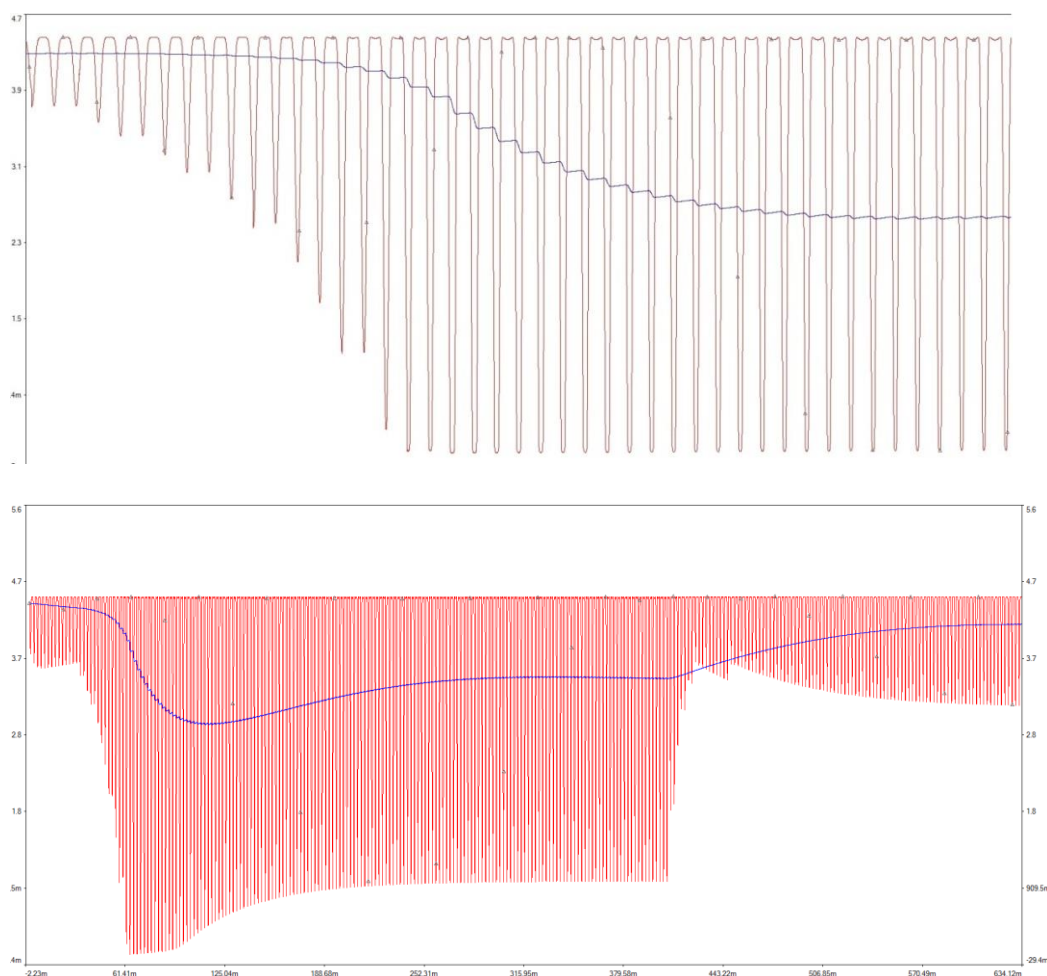
Najprej si predstavljamo vezje brez kondenzatorja C7. Vezje ima invertiran izhod. Če nižamo potencial na bazni sponki potem zapiramo tranzistor Q2 in posledično se viša potencial na izhodu tranzistorja. Ko je tranzistor popolnoma zaprt si ga lahko predstavljamo kot odprte sponke in tako nam ostane samo še delilnik R1, R10, R9 in R8. Torej je največja napetost, ki jo lahko doseže izhod: $(R8 + R10 + R9) / (R1 + R8 + R10 + R9) * Vb = 4.5V$. Ko je tranzistor popolnoma odprt je najmanjša vrednost, ki jo lahko doseže izhod enaka U_{be} . Delovna točka je enaka 4.4V.

Oblika signala je predstavljena na sliki. Vhodni signal je modre barve.
 $U_{vh1} < U_{vh2}$

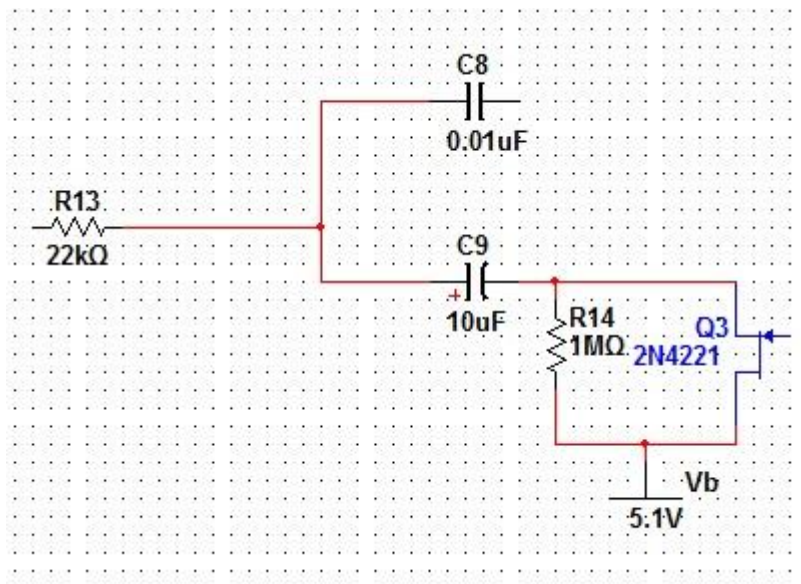


Ko vezju dodamo kondenzator C7, se ta polni ali prazni proti zgornji ali spodnji temenski vrednosti poprej omenjenega signala. Spodnja vrednost se lahko spreminja s pomočjo potenciometra prejšnje ojačevalne stopnje do Ube. Zgornja vrednost pa je konstantno določena s poprej omenjenim delilnikom na 4.5V. Če potenciometra ne spreminjamo se bo napetost na kondenzatorju čez čas ustalila v enosmerno napetost. Večji ko bo vhodni signal v stopnjo, manjša bo napetost na kondenzatorju in manjša bo napetost na vratih tranzistorja Q1. Nižja ko bo napetost v stopnjo, višja bo napetost na kondenzatorju in višja bo napetost na vratih Q1. Napetost na vratih tranzistorja Q1 lahko torej nižamo in višamo, ter ga s tem odpiramo in zapiramo. Če je napetost na vratih tranzistorja Q1 višja od ~3V se ta odpre v nasprotnem primeru je zaprt. Velikost signala v stopnjo je odvisna od odprtosti potenciometra in velikostjo samega signala, ki vstopa v celotno vezje šumna vrata. S stikalom S2 izklopimo stopnjo.

Na slikah vidimo kako vpliva spreminjanje potenciometra na omenjena signala. Rdeči signal je izhod vezja brez kondenzatorja, modri pa s kondenzatorjem. Ko se rdečemu signalu spusti spodnja temenska vrednost, se zaradi tega začne kondenzator prazniti proti nižji vrednosti in posledično je padanje napetosti na kondenzatorju večje. Če rdečemu signalu ne spreminjamo amplitude potem se napetost na kondenzatorju čez čas ustali.

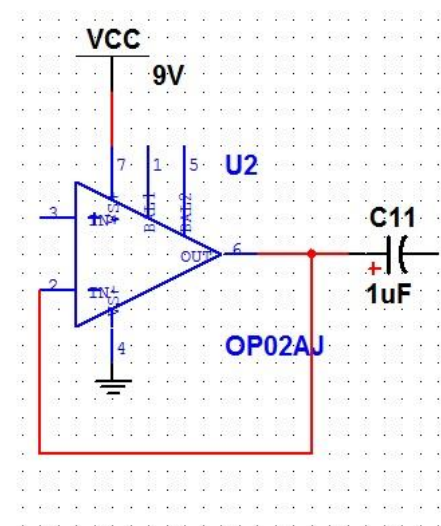


Signalna vrata



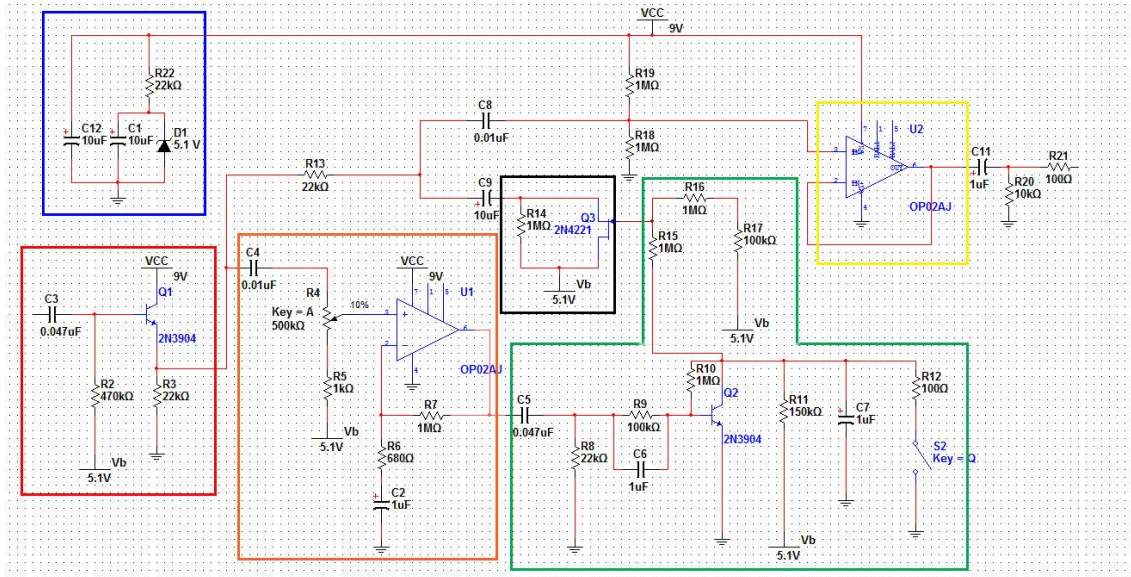
Signalna vrata so izvedena s pomočjo FET tranzistorja, če je tranzistor odprt premosti upor R14 in vhodni signal veže na maso (signalna vrata so zaprta). V nasprotnem primeru, ko je tranzistor zaprt imamo na sponki velik upor R14, zato večino signala na vohdu preide na izhod C8 (signalna vrata so odprta). Izhod C8 je naprej vezan na izhodno stopnjo.

Izhodna stopnja



Izhodna stopnja je sledilnik izveden s pomočjo operacijskega ojačevalnika. Stopnja zagotavlja veliko vhodno in nizko izhodno upornost.

Primer delovanja



Številke uporabljene v primeru niso dejanske izmerjene številke in služijo zgolj k razumevanju delovanja vezja.

Primer:

Ravno smo končali z igranjem kitare. A se kljub temu, da ne igramo iz zvočnikov sliši piskanje in šumenje. Predstavljajmo si nezaželeni nizek signal z amplitudo 20mV, ki vstopa v šumna vrata.

Potenciometer je nastavljen na 60%. Signal na vhodu v šumna vrata je vezan na sklope: izhodna stopna, ojačevalnik in signalna vrata. Signal se ojača na ojačevalniku in skozi sklop »zapiranje/odpiranje vrat« povzroči napetost 2.9V na vratih tranzistorja Q3. Napetost 2.9 V ni dovolj visoka, da odpre tranzistor. Signalna vrata so odprta in iz zvočnikov se sliši šumenje.

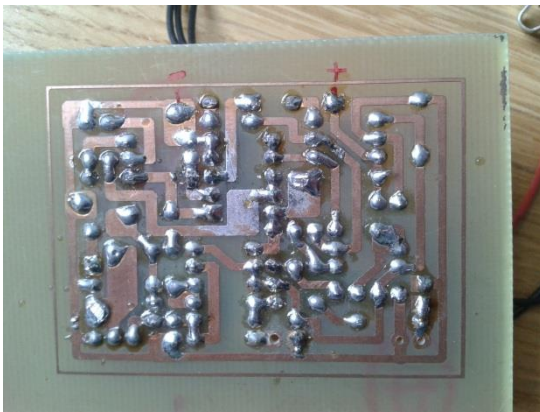
Ko zapremo potenciometer na 20% se na izhodu ojačevalnika posledično pojavi manjši signal in s tem preko sklopa »zapiranje/odpiranje vrat« zviša napetost na vratih tranzistorja Q3 na 4V. Napetost je dovolj visoka, da se tranzistor odpre. Tranzistor premosti upor R14 in s tem zapre signalna vrata. Iz zvočnikov ni slišati zvoka.

Začnemo z igranjem kitare. Vhod v vezje se spremeni na amplitudo 0.6V, kar povzroči padec napetosti na vratih tranzistorja Q3 pod 3V, tranzistor Q3 se zapre (signalna vrata se odprejo) in iz zvočnikov se zasliši zvok kitare.

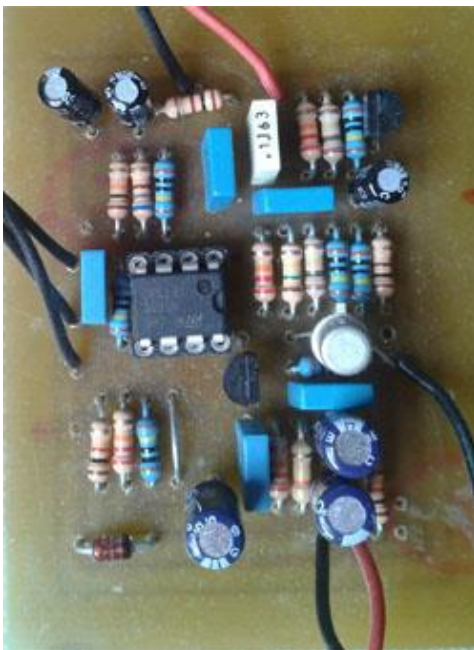
Izdelava tiskanega vezja

Izdelava tiskanine se mi je zdela zanimiva, zato jo bom na kratko opisal. Na prosojnico sem natiskal povezave vezja. Prosojnico sem nato položil na posebno bakreno ploščo s foto-lakom (vitroplast plošča). Ploščo in prosojnico sem osvetljeval z UV svetlobo in jo po končanem osvetljevanju pomakal v razvijalec (NaOH). Z razvijalcem je odstopil ves lak vitroplast plošče, ki je bil izpostavljen UV svetlobi. Lak je ostal le tam kjer so povezave. Ploščo sem nato jedkal s pomočjo natrijevega persulfata. Na koncu so na plošči ostale samo še bakrene povezave.

Pri postopku so bile največje težave s časom osvetljevanje pod UV svetlobo. Če je bil čas predolg so bile na koncu povezave pretanke oz tudi prekinjene. V nasprotnem primeru, ko je bil čas prekratek so bile povezave debelejšje in nastali so kratki stiki.



Slika vezja



Zaključek

Projekt je potekal brez večjih zapletov. Nekatere elemente originalnega vezja sem zamenjal s podobnimi, ki na končno delovanje vezja nimajo vpliva. Vezje bi se dalo nadgraditi tudi z dodatnimi funkcijami »attack«, »hold« in »release«, vendar te za mojo uporabo niso potrebne.

Literatura

http://en.wikipedia.org/wiki/Noise_gate

<http://www.tonepad.com/getFileInfo.asp?id=35>