

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Dalibor Deronja

Kitarski efekt Ibanez Tube Screamer 808

SEMINARSKA NALOGA

Ankaran, september 2011

Kazalo

- 1. Uvod**
- 2. Princip rezanja signala**
- 3. Delovanje vezja**
- 4. Shema vezja in seznam slementov**
- 5. Bypass**
- 6. Viri**

1. Uvod

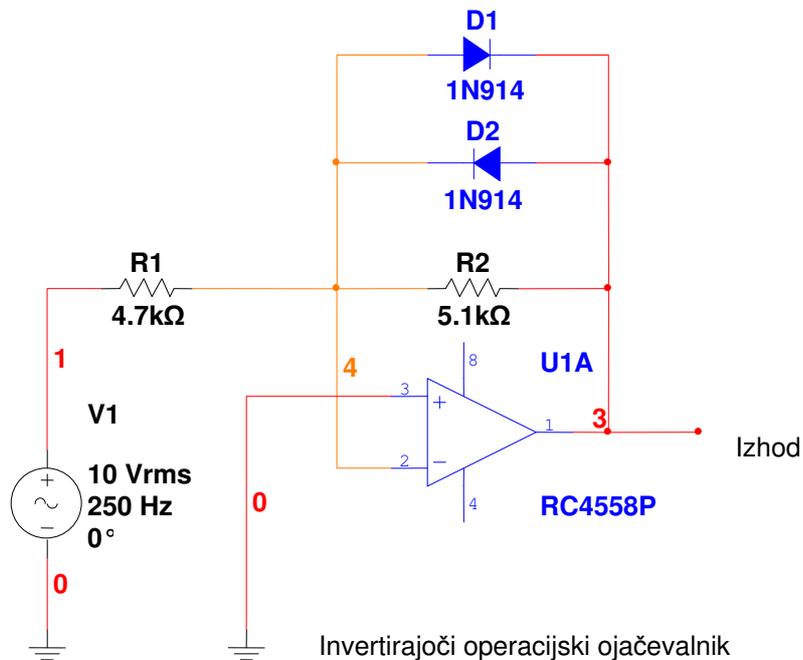
Ibanezova serija kitarskih efektov Tube Screamer 808 (v nadaljevanju TS 808) ima mesto med najboljšimi overdrajvi, ki so kadarkoli ugledali luč sveta. Vse od njihovega prihoda na trg, v poznih sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, imajo pomembo vlogo v praktično vseh glasbenih zvrsteh. V svojih zbirkah jih imajo, med drugimi, praktično vsi največji kitarski mojstri današnjega časa.

Biti ponosni lastnik dobro ohranjenega TS 808, pomeni imeti pravi mali zaklad. Njihova cena je v primerjavi z ostalimi kitarskimi efekti astronomska. Plačati več evrov za kovinsko škatlico, v kateri je ploščica z nekaj elementi, je za marsikateri žep prevelik zalogaj in konec koncev tudi nesmisel. Predvsem zato ker je z malo truda in občutno manj denarja možno izdelati TS 808, ki ima zvok čisto primerljiv originalnemu, če ne celo boljšega.

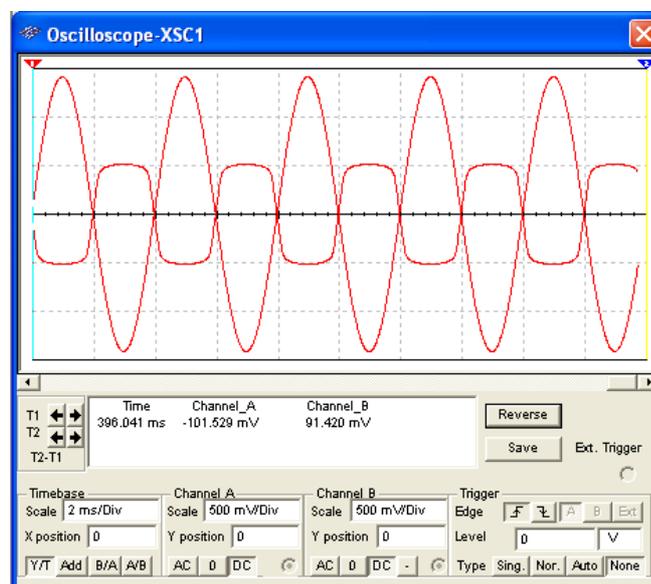
Na koncu uvoda me dolžnost obvezuje, da omenim gospoda Tamuro. On je bil glavni inženir pri projektiranju danes že legendarne Ibanezove serije.

2. Princip rezanja signala

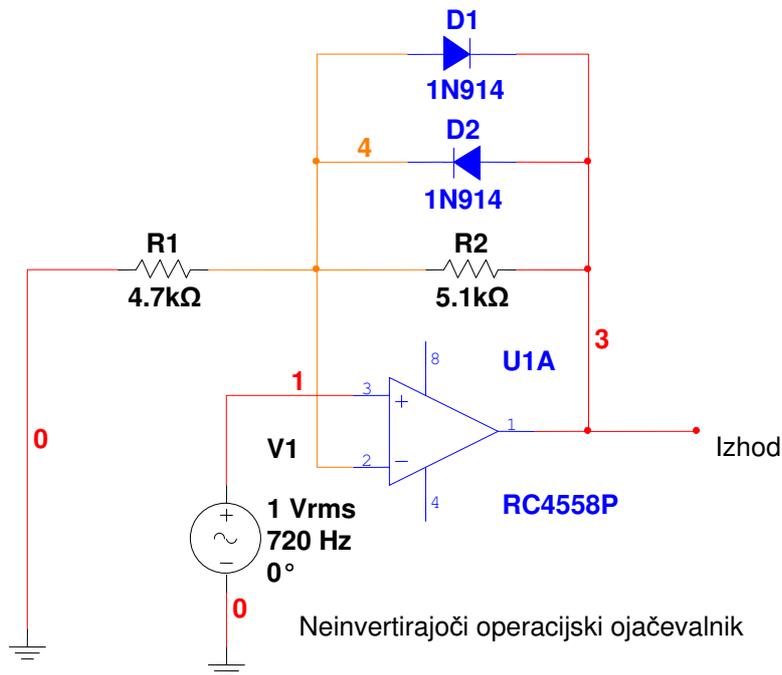
Inverzirajoči operacijski ojačevalnik, ki ima v negativni povratni vezavi dve nasprotno usmerjeni diodi in upor, je tipično vezje za rezanje signala. Primer takega vezja si lahko pogledamo na spodnji sliki.



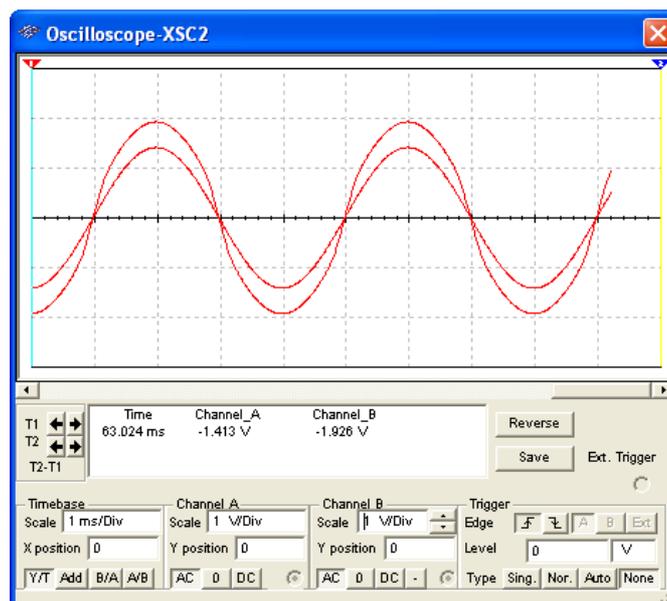
Ko napetost na izhodu preseže napetost kolena diod, slednji začneta prevajati. Napetost kolena je odvisna od tipa diode (Ge pri 0.3V, Si pri 0.7V, GaAs pri 1.2V). Posledica prevajanja diode je invertiran in simetrično porezan signal na izhodu. Pragovna napetost, pri kateri pride do rezanja signala, je enaka napetosti pri kateri diodi začneta prevajati. Na spodnji sliki lahko vidimo vhodni sinusni signal in invertirani ter porezani izhodni signal.



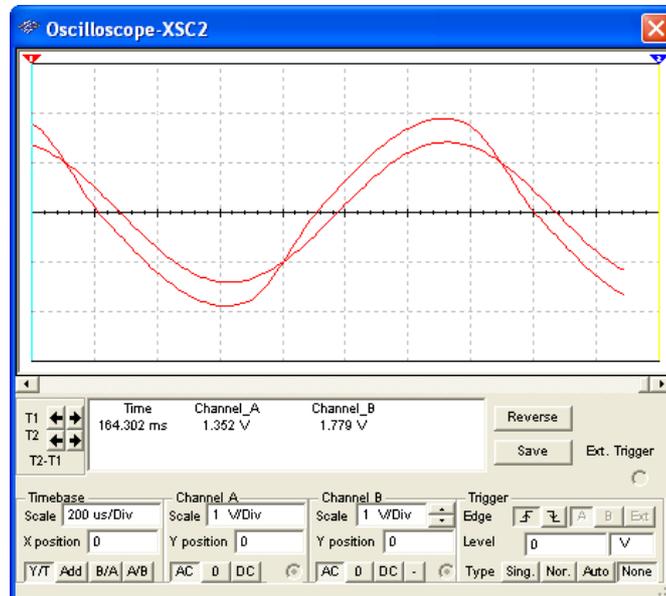
Če isto vezje modificiramo tako, da vhodno napetost priključimo na neinvertirajoči vhod dobimo neinvertirajoči operacijski ojačevalnik. Spodnja slika kaže tak primer.



V tem primeru je izhodna oblika signala iz dveh delov. In sicer iz (1) ojačene in porezane oblike vhodnega signala (2) plus neojačane oblike vhodnega signala. Na spodnji sliki lahko vidimo izhodni signal (ki je zgoraj opisana kombinacija signalov) in vhodni sinusni signal (na spodnji sliki ima manjšo amplitudo).



Če uporimo R1 zaporedno vežemo 47nF velik kondenzator dobimo visokopasovni filter prvega reda z mejno frekvenco 720.489 Hz ($R_1=4.7k\Omega$). Filter povzroči fazni zamik med neojačenim vhodnim signalom in njegovim ojačenim porezanim signalom. Izhodni signal, ki ga dobimo v tem primeru si lahko pogledamo na spodnji sliki. Na sliki je prikazna tudi vhodna sinusna oblika signala.



Mešanje vhodnega signala z njegovo ojačeno in porezano obliko ohranja dinamiko vhodnega signala, ki bi se sicer izgubila pri pragovni napetosti rezanja. Z ohranjanjem dinamike vhodnega signala se močno poboljša "jasnost" zvoka in njegov odziv. To je tisto kar se skriva za legendarnim zvokom TS 808.

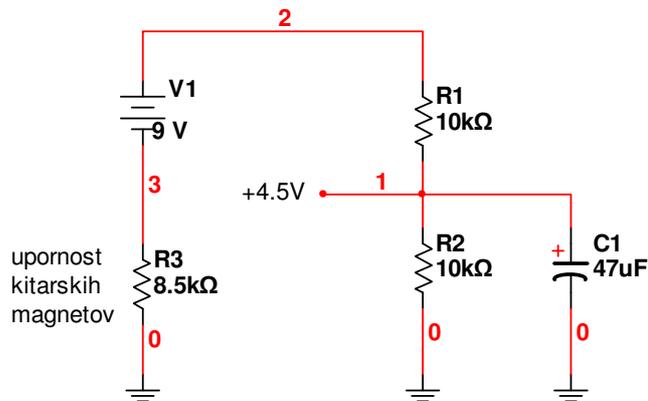
3. Delovanje vezja

Vezje kitarskega efekta TS 808 je najlažje analizirati, če ga razdelimo na štiri dele. In sicer na:

- 1) vhodni buffer
- 2) rezalna in ojačevalna stopnja
- 3) stopnja za uravnavanje tona in glasnosti
- 4) izhodni buffer

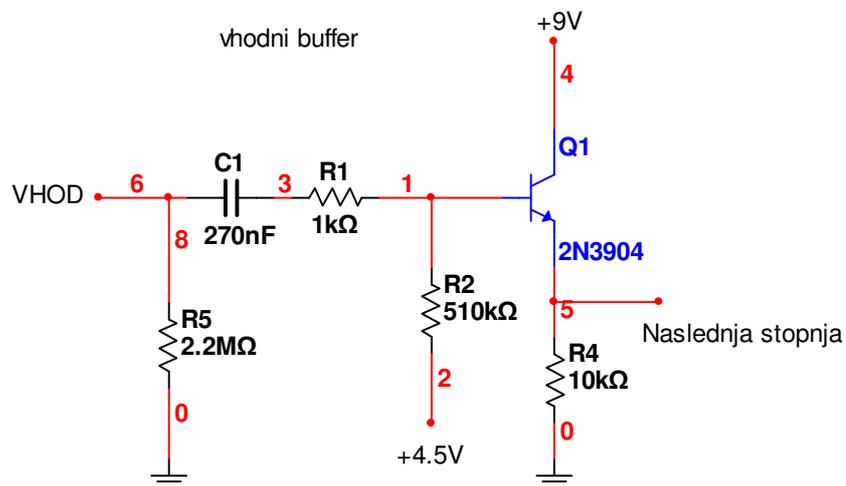
Preden začnemo z razlago štirih stopenj, je treba omeniti 9V baterijo s katero napajamo vezje. Uporabljamo jo za napajanje dveh tranzistorjev in čipa. Poleg tega dobavlja 4.5V bias napetost, ki je

skupna vsem stopnjam. 4.5V bias napetost dobimo z napetostnim delilnikom na spodnji sliki. Minus baterije priključimo na vhodni stereo vtič (na t.i. ring) in ga tako povežemo z maso, preko upornosti kitarskih magnetov.



1) Vhodni buffer

Vhodna stopnja je navadni emitorski sledilnik. V originalni shemi je vhodni tranzistor 2SC1815. To je poceni tranzistor z velikim ojačenjem in majhnim šumom. Glede na to, da tranzistor nima posebnega vpliva na zvok se ni treba posebej obremenjevati z iskanjem originalnega.



Tranzistor poskrbi za ojačenje 1 (napetost se ne ojači) in visoko vhodno impedanco. Baza je povezana na 4.5V bias napetosti preko upora 510kΩ, kar predstavlja praktično celotno vhodno impedanco. Lastna imedanca emitorskega sledilnika je enaka, produktu tokovnega ojačanja (za 2SC1815 je približno 300) in emitorskega upora R4 (10kΩ). Kar nam da 3MΩ. Skupna vhodna impedanca stopnje je enaka paralelni vezavi bias upora R2 in vhodni impedanci emitorskega sledilnika, ki je 3MΩ. To

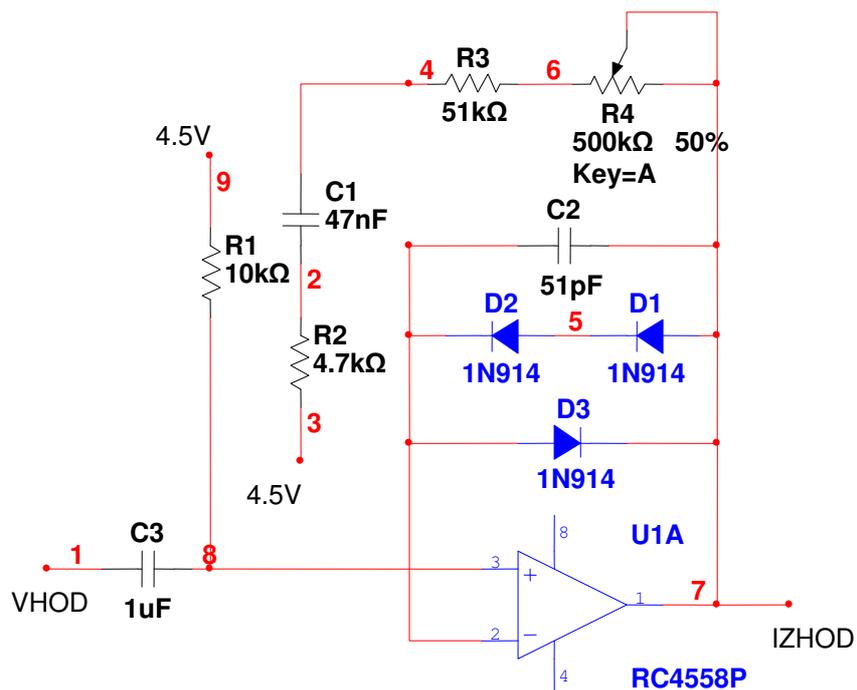
pomeni, da je R2 skoraj celotna impedanca, ki jo čuti signal na vhodu. Impedance kitarskih magnetov se raztezajo tipično od 8kΩ pa do 18kΩ in so odvisne od frekvence. Če bi bila vhodna impedanca efekta enaka impedanci magneta bi se polovica signala izgubila. Zaradi frekvenčne odvisnosti bi bili nizki signali manj prizadeti. Zato moramo imeti na vhodu efekta visko impedanco.

2) Rezalna in ojačevalna stopnja

Rezalno in ojačevalno stopnjo sestavlja operacijski ojačevalnik s spremenljivim ojačenjem in nekaj elementov. V drugi stopnji je nekaj trikov s katerimi moduliramo obliko porezanega signala in določamo frekvenco pri kateri se to zgodi. Signal, ki pride iz vhodnega bufferja je priključen na plus sponko operacijskega ojačevalnika. Med vhodnim bufferjem in rezalno in ojačevalno stopnjo je postavljen kondenzator, ki prepušča le izmenično komponento signala in zmanjša šum. Plus sponka operacijskega ojačevalnika je priključena na 4.5V bias napetost preko upornosti 10kΩ. Ojačanje neinvertirajočega operacijskega ojačevalnika je $[1+Z_f/Z_i]$. Z_f je impedanca povratne vezave od izhoda do minus sponke operacijskega ojačevalnika. Z_i je enaka impedanci od minus sponke do 4.5V bias napetosti. Z_i je sestavljena iz zaporedne vezave upora R2 in kondenzatorja C1. Z_i je frekvenčno občutljiva saj je impedanca kondenzatorja obratno sorazmerna s frekvenco. Z naraščanjem frekvence impedanca pada. Pri visokih frekvencah predstavlja kondenzator kratek stik. Takrat je upor edini faktor, ki določa ojačenje saj je impedanca kondenzatorja zanemarljiva. V točki, ko sta impedanci kondenzatorja in upora enaki začne ojačenje celotnega vezja padati proti ena. Pri upornosti 4.7kΩ in kapacitivnosti 47nF je ta frekvenca 720Hz. Samo signali nad to frekvenco so polno ojačeni in popačeni. Vse kar je pod 720Hz je slabše ojačeno. To je slabost TS 808. Nizki toni niso dovolj dobro ojačeni kar lahko večšo uho sliši v zvoku efekta.

Impedanca Z_f je vzporedna kombinacija rezalnih diod, 51pF kondenzatorja in upora 51kΩ ter potenciometra 500kΩ (drive control), ki sta vezana zaporedno. Če za trenutek zanemarimo diode in kondenzator in predpostavimo, da je frekvenca signala nad mejno frekvenco 720Hz lahko rečemo, da je ojačenje stopnje enako $(51kΩ+drive\ control)/4.7kΩ$. To pomeni, da lahko z obračanjem potenciometra ojačenje celotne stopnje varira med $1+(551kΩ/4.7kΩ)=107$, kar je približno 44dB in $1+(51kΩ/4.7kΩ)=12$ kar je približno 21dB.

Poglejmo kaj se zgodi, če upoštevamo vse elemente. Diode nimajo nobenega učinka, če je signal na izhodu operacijskega ojačevalnika, po absolutni vrednosti, manjši od napetosti kolena diod. Ko izhodni signal preseže napetost kolena začnejo diode prevajati. Zaradi prevajanja diod začne ojačenje padati proti 1, saj diode takrat predstavljajo kratek stik, če jih primerjamo z 4.7kΩ uporom na minus sponki. To pomeni, da bo signal porezan pri napetosti kolena diode. Ker so diode nasprotno usmerjene se bo to zgodilo za obe polariteti signala. Ker sta v eni veji dve diodi in v drugi samo ena, signal ne bo simetričen. Omenjeno nesimetrično je možno slišati v zvoku.

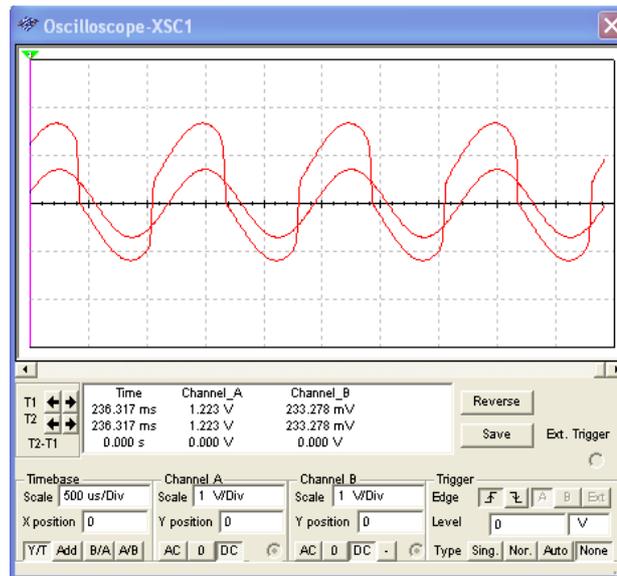


rezalna in ojačevalna stopnja

Ko zabrenkamo po struni bo tipični kitarski signal, če kaj takega sploh obstaja, za večino magnetov med 30 in 100mV. Za takšne signale bo zvok iz TS 808, če je potenciometer nastavljen za majhno ojačenje, nepopačen (clean) saj signal komaj da preseže pragovno napetost diod. To še posebej velja za nizke tone. Če nastavimo potenciometer na večje ojačenje bi bil tudi 30mV signal ojačan na 3V, če nebi bilo rezalnih diod. Zaključimo lahko, da je za vsak normalen kitarski signal ojačanja in s tem distorzije v drugi stopnji več kot dovolj.

Naloga 51pF kondenzatorja je blaženje robov porezanega signala, kar do mere omehča distorzijo.

Spodnja slika prikazuje odziv rezalne in ojačevalne stopnje na vhodni sinusni signal. Izhodni signal je torej fazno zamaknjen in popačen glede na vhodni signal. Druga stopnja oblikuje vhodni signal tako, da dobi značilno TS 808 obliko.

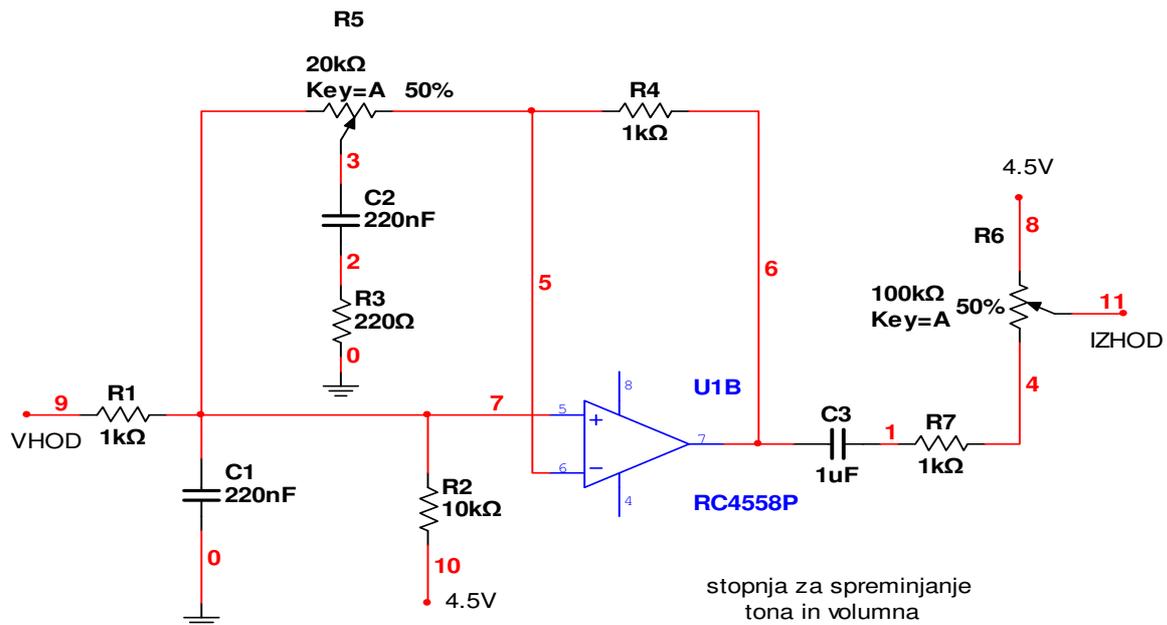


3) Stopnja za uravnavanje tona in glasnosti

V tretji stopnji pride do rezanja višjih harmonskih frekvenc. Po rezalni in ojačevalni stopnji pride signal do $1k\Omega$ upora. Uporu sledi $220nF$ kondenzator, ki je povezan z maso. Tako povezana elementa se obnašata kot RC nizkopasovni filter z mejno frekvenco $723Hz$. To pomeni, da bo pri frekvenci $7230Hz$ izhod stopnje manjši za $20dB$. Pri frekvenci $14kHz$ (blizu zgornje audio meje) pa bo izhod zmanjšan za še dodatnih $6dB$. Po nizkopasovnem filtru potuje signal do potenciometra za ton. To je $20k\Omega$ potenciometer razpet med plus in minus sponki drugega operacijskega ojačevalnika v vezju. Drsnik je povezan z maso preko zaporedne vezave $220nF$ kondenzatorja in 220Ω upora (na spodnjem vezju označeno z C2 in R3). Impedanca kondenzatorja C3 v zaporedni RC kombinaciji pada z višanjem frekvence. Pri $3.2kHz$ lahko smatramo kondenzator kot kratek stik. Upornost celotne RC kombinacije je v tem primeru enaka upornosti R3. Z nižanjem frekvence se impedanca kondenzatorja viša. Pri $36Hz$, kar je pod frekvencami kitarskih signalov, se lahko primerja z $20k\Omega$ upornostjo potenciometra.

Funkcijo potenciometra za ton se najlažje razume, če pogledamo kaj se zgodi na obeh koncih razpona. Ko je potenciometer nastavljen na maksimum, dobi ta del vezja lastnosti nizkopasovnega filtra z mejno frekvenco $3.2kHz$. Signal tako dobi še eno mejno frekvenco pri kateri začne ojačenje padati za $6dB$ na oktavo oziroma $20dB$ na dekada. Amplituda izhodnega signala se zmanjša. Ko imamo potenciometer na maksimumu se ton, za frekvence nad mejno ne spreminja več.

Ko je potenciometer na minimumu, postane RC vezava, visokopasovni filter z mejno frekvenco $3.2kHz$. Sedaj začne signal pri pri frekvenci $3.2kHz$ rasti za $6dB$ na oktavo. Teh $6dB$ na oktavo izravna $-6dB$ na oktavo padca ojačanja, zaradi vhodnega R1C1 nizkopasovnega filtra. Amplituda signala na izhodu je v tem primeru večja.

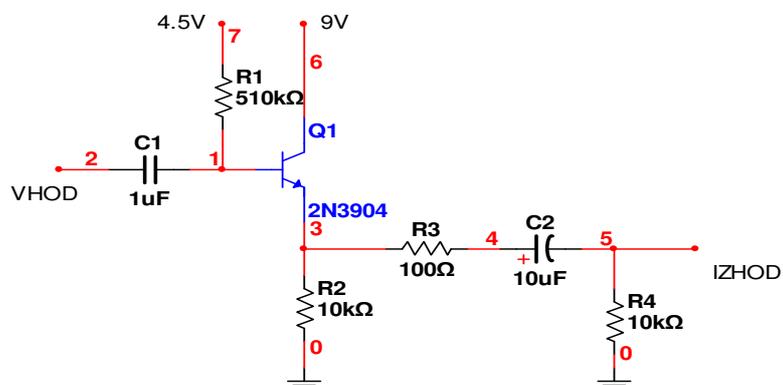


Operacijski ojačevalec je neinvertirajoči buffer. To pomeni, da je izhodni signal enak vhodnemu (ojačanje je enako 1).

Na izhodu imamo 100kΩ potenciometer z enim koncem povezanim na 4.5V napetosti. Drsnik služi kot izhod. Kondenzator C3 loči enosmerno komponento signala od izmenične.

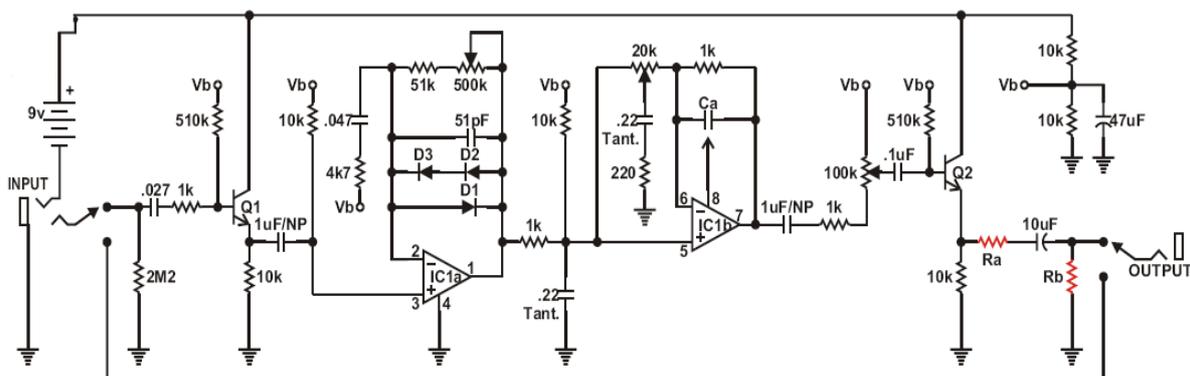
4) Izhodni buffer

Izhod je emitorski sledilnik s 10kΩ uporom na emitorju. Baza je povezana z 4.5V napetostjo preko 510kΩ upora. Na izhodu emitorskega sledilnika je zaporedna vezava upora R3 in ločilnega elektrolitskega kondenzatorja C2, ki jim sledi upor R4 povezan z maso. Zaporedna vezava R3 in C2 skupaj z vzporedno vezavo upora R4 in vhodne impedance lampaša (ponavadi 1MΩ ali več) tvori napetostni delilnik. Napetostni delilnik minimalno zmanjša izhodni signal.



4. Shema vezja in seznam elementov

Shema vezja TS 808



Seznam elementov

UPORI: 7 × 10kΩ, 4 × 1kΩ, 2 × 510kΩ, 1 × 4.7kΩ, 1 × 51kΩ, 1 × 220Ω, 1 × 100Ω, 1 × 2.2MΩ .

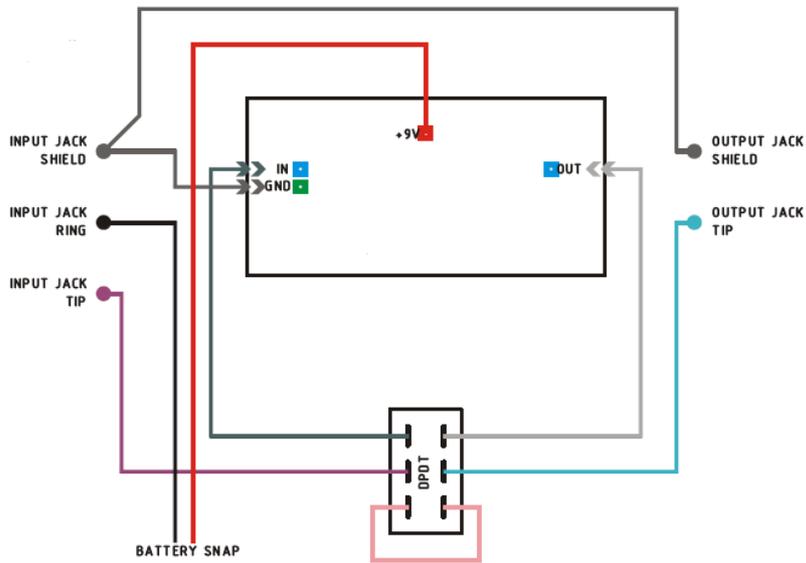
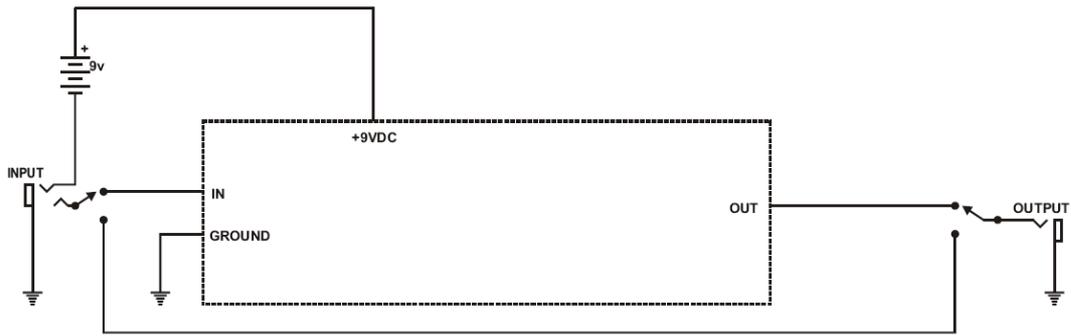
POTENCIOMETRI: 1 × 20kΩ, 1 × 500kΩ, 1 × 100kΩ.

KONDENZATORJI: 2 × 1uF/NP, 2 × 220nF/tant., 1 × 47nF, 1 × 27nF, 1 × 47uF, 1 × 10uF, 1 × 0.1uF, 1×51pF

TRANZISTORJA in IC: 2 × 2N3904, 1 × IC4558

DIODE: 3 × 1N914

V zgornji shemi imata rdečo obarvana upora vrednosti 10kΩ (Rb) in 100Ω (Ra).



6. Viri

<http://www.tonepad.com/project.asp?id=1>

<http://www.tonepad.com/getFile.asp?id=76>

<http://www.analogman.com/ts9.htm>

<http://www.analogman.com/tshist.htm>

<http://www.bteaudio.com/articles/TSS/TSS.html>

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

http://www.geofex.com/Article_Folders/TStech/tsxtech.htm