



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za elektrotehniko*

Jernej Vrščaj

## **Kitarski efekt - Distortion**

Seminarska naloga  
pri predmetu  
Elektronska vezja II

V Ljubljani, maj 2011

**Kazalo:**

1.Uvod.....	2
2.Načrtovanje efekta.....	3
2.1 Opis vezja.....	3
2.1.1 Vhod in izhod.....	3
2.1.2 Ojačanje / OpAmp.....	3
2.1.3 Nizko in visoko prepustni filtri.....	4
2.1.4 Rezanje signala z diodami.....	5
2.1.5 Potenciometri.....	6
2.1.6 Napajanje.....	6
2.2 Simulacija v LTspicu.....	7
2.3 Postavitev elementov in potrditev rezultata na protoboardu.....	10
3.Izdelovanje tiskanine.....	11
4.Povzetek delovanja.....	13
5.Zaključek.....	14
Priloge.....	15

## 1. UVOD

Kot ljubitelj igranja električne kitare in podobnih brenkal, se tudi ta projektna naloga nanaša na glasbene učinke, teh pa je nemalo v svetu električnih inštrumentov. Električna kitara za svoje delovanje potrebuje magnetne, ki ob vsakem udarcu »pobirajo« nihanje strune, ki se v nadaljnjem pretvori v električni tok, kar slišimo iz zvočnikov kot čisto sinusno nihanje. Na trgu pa se je pojavilo že malo morje efektov, ki z nekaj elektronike spremenijo izhodni signal kitare v željeno obliko zvoka, nekaj bolj poznanih efektov poznamo pod imeni wah-wah, fuzz, tremolo, distortion...Moja odločitev je bila za izdelavo slednjega, ki je tudi najbolj vsestranski efekt za igranje električne kitare. Ta efekt ojači in popači signal kitare, tako da dobimo na izhodu malce »trši« zvok. Kako so skozi zgodovino prišli do takega efekta? Na sredini 50-ih, ko so električne kitare začele postajati popularne, so obstajali samo ojačevalci za vokaliste, ti pa niso dali kitaristom tisti pravo, ostrino zvoka, zato so sprva kitaristi začeli rezati membrane v ojačevalnikih, da so dobili tisti željeni zvok. Konec 60-ih pa so že začeli izdelovati kitarske ojačevalce, ki so samo simulirali zvok razrezane membrane.

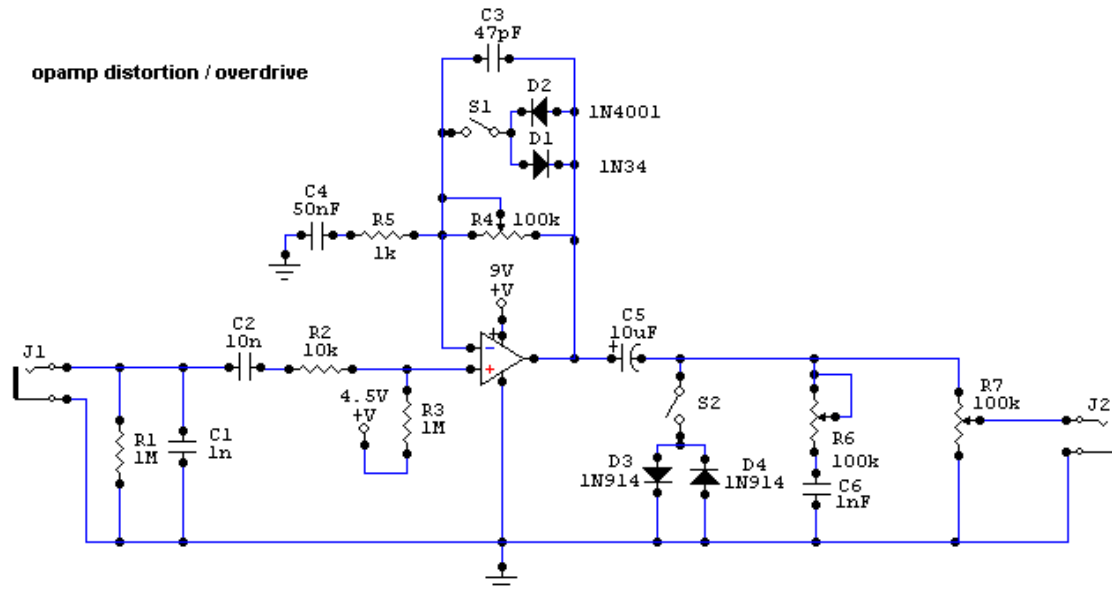
V nadaljevanju bom pokazal, da se že z malo elementi in nekaj truda, da narediti zadovoljiv kitarški efekt. Ta projektna naloga je tudi praktična potrditev snovi, ki smo jo vzeli na predavanjih, to so rezalniki.

## 2. NAČRTOVANJE EFEKTA

### 2.1 Opis vezja

Zadeve sem se lotil sprva tako, da sem pobrskal po internetu in poiskal kakšno vezje sploh rabim za izdelavo željenega efekta. Iz predavanj sem že vedel, da rabim ojačati signal, tako da rabim integrirano vezje (ojačevalnik) s povratno vezavo uporov ter vzporedno vezanih, obrnjenih diod, ki bodo porezale vrhove sinusnega signala.

Izhajal sem iz naslednje vezalne sheme...



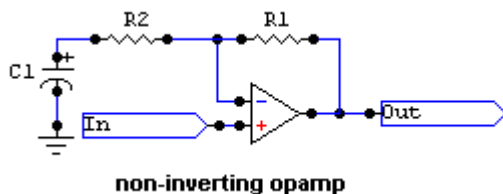
Slika 1

#### 2.1.1 Vhod in izhod

J1 in J2 sta mono jacka, za vhod kitarskega kabla, ter izhod v zvočnik/slušalke.

#### 2.1.2 Ojačanje / OpAmp

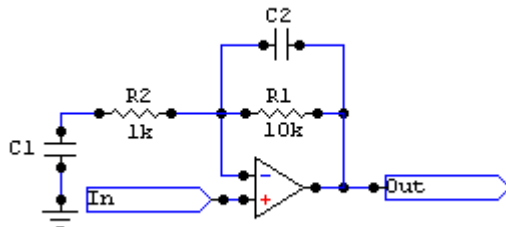
Ojačanje (gain) =  $(R1 + R2)/R2$  je v največjem primeru  $A = 101k/1k = 101$  ...katerega se kontrolira s poteciometrom R4. Za ojačevalnik sem vzel že kar uveljavljen 741 model, lahko pa bi eksperimentaliral še z LF351 (low current drain), LF356 (low noise) ali jfet TL071 (low noise).



Slika 2

### 2.1.3 Nizko in visoko prepustni filtri

Potrebno je določiti v katerem frekvenčnem pasu bo signal ojačan. Signal strun ponavadi niha tam od 40Hz (najnižja E stuna realno niha s 720 Hz) - 30,000Hz (30kHz) (najvišja, struna e). Realiziramo z nizko in visoko prepustnim filtrom.



Slika 3

V mojem primeru:

$$C1 = 1 / (2 * \pi * 1k * 720\text{Hz}) = 221\text{nF}$$

$$C2 = 1 / (2 * \pi * 100k * 30000\text{Hz}) = 53\text{pF}$$

Za najnižjo E struno sem vzel  $C1=220\text{nF}$ , to je 723 Hz.

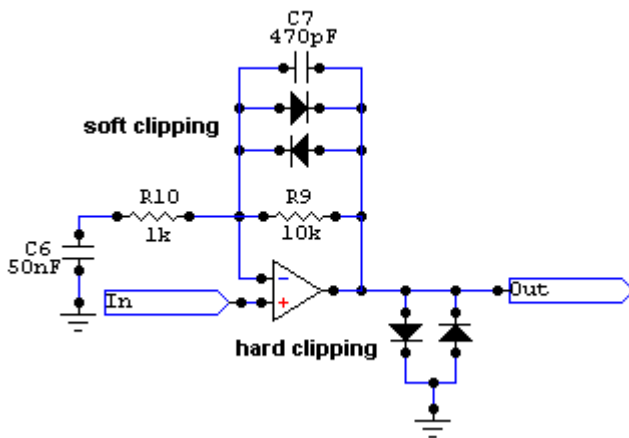
Za najvišjo e struno pa sem vzel  $C2=47\text{pF}$ , to je 33862 Hz

Slika 1:

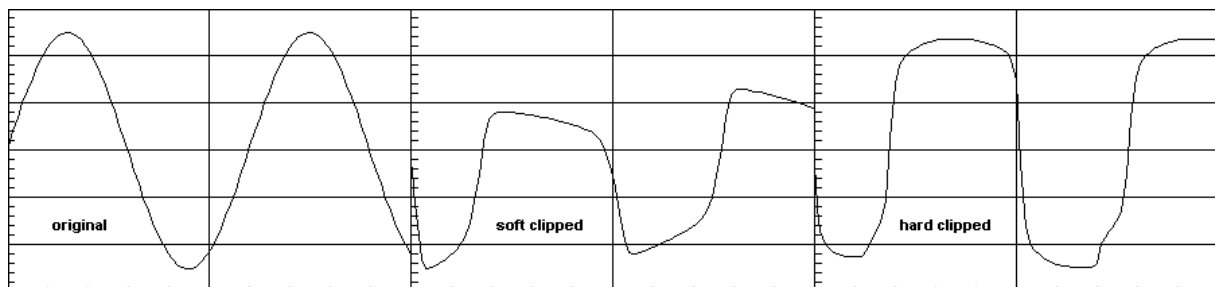
R1 upor prepreči klikanje med preklapljanjem in vse druge nezaželjene zvoke v signalu, ter s C2 tvori visoko prepustni filter, ki zaduši nizke šumne frekvence. C2 ima tudi nalogo, da prepreči DC signal priti v kitaro. R2 in C1 delujeta kot nizko prepustni filter, ki eliminira visoke radijske frekvence.

### 2.1.4 Rezanje signala z diodami

Izkazalo se je, da se da signal porezati tudi z vzporedno vezavo diod na izhodu ojačevalnika. Razlika kam vežemo diode je v tem, kakšno popačenje želimo imeti. Diode vezane v povratni vezavi ojačevalnika se uporabljajo za mehkejšo rezanje (soft clipping), ki bolj na okroglo poreže vrhove sinusnega signala. Za kar hočemo imeti močnejše rezanje (hard clipping) uporabimo vezavo diod na izhodu, te pa bolj na grobo porežejo vrhove sinusa. Rezanje se prične ko prestopimo prag diodne napetosti (0.4 – 0.7 V). Če vežemo oba primera, dobimo rahlo oslavljen signal. Za soft clipping sem uporabil Si/1N4001 in Ge/ 1N34 diodo, za hard clipping pa dve Si/ 1N914 diodi. V mojem primeru sem uporabil samo stikalo S1, ki preklaplja med mehkejšim in močnejšim rezanjem.



Slika 4

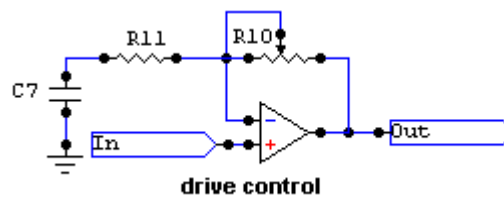


Slika 5

### 2.1.5 Potenciometri

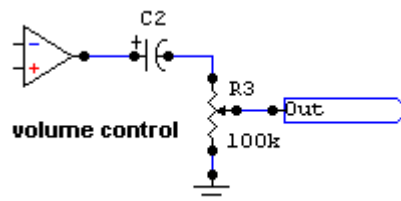
Distortion efekt ima ponavadi tri potenciometre: Drive, Tone, Volume. Lahko se uporabi linearne ali log potenciometre. Za nastavitvev audio glasnosti se ponavadi uporablja logaritemski potenciometer, za drive in tone pa potenciometer z linearno skalo. Vsi trije imajo vrednost 100k.

- Drive potenciometer regulira količino popačenja, ki jo hočemo dodeliti kitari. Z reguliranjem lahko vpliva na roll-off frekvence visoko prepustnega filtra. Ponavadi ga ni dobro naviti do konca. Ojačanje v mojem primeru je 1-101.



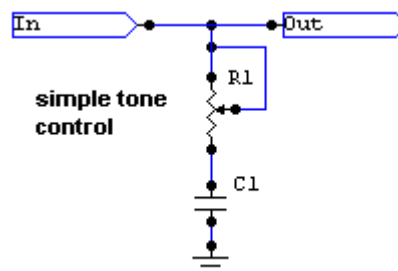
Slika 6

- Volume control ali regulator glasnosti ima vezan še kondenzator, ki poskrbi, da ne pride DC signal iz ojačevalnika. C2 in R3 tvorita visoko prepustni filter, C2 mora ponavadi biti dosti velik (10uF), da prepreči roll-off frekvence priti v signal.



Slika 7

- R1 in C1 delujeta kot nizko prepustni filter, uporabljen kot regulator tona kitare.



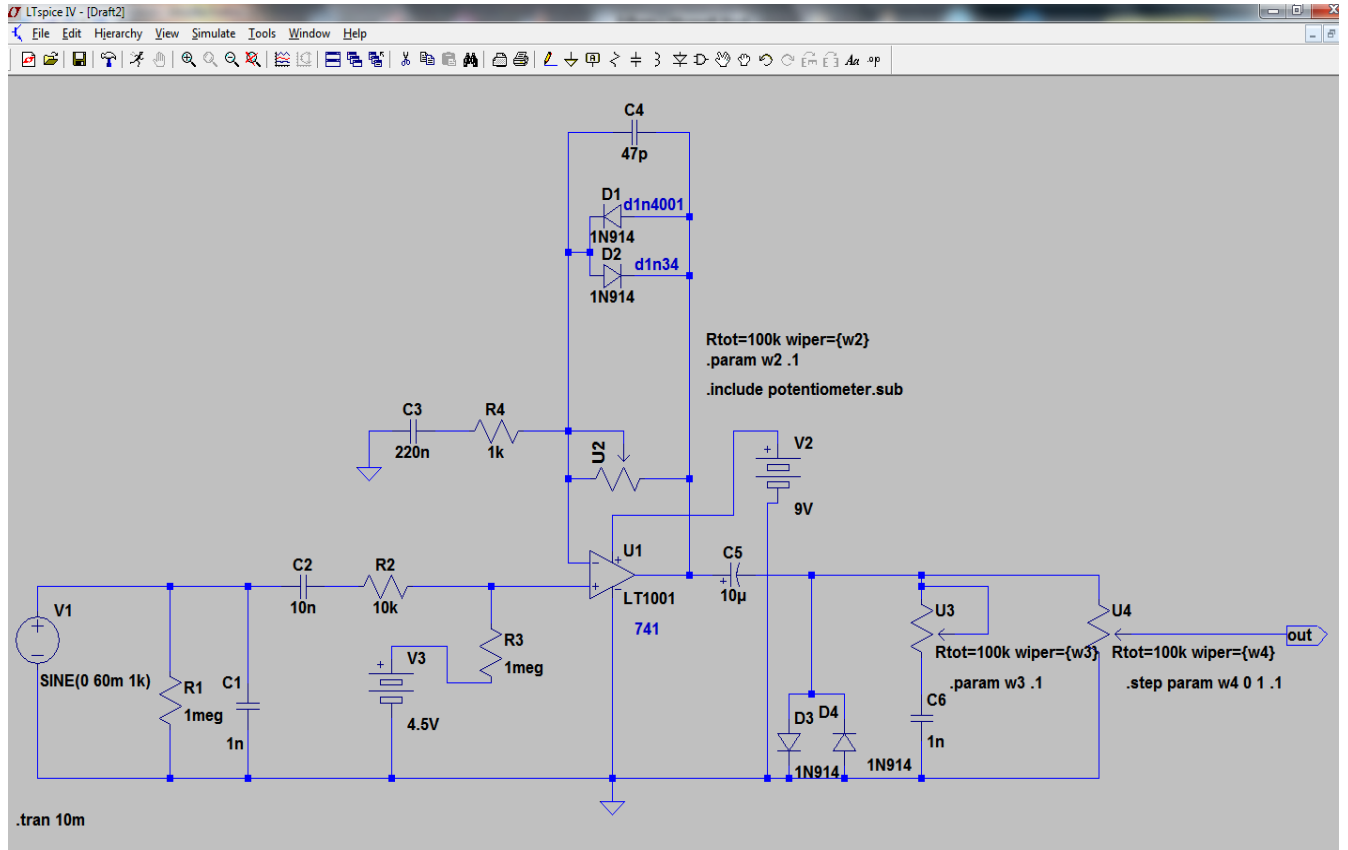
Slika 8

### 2.1.6 Napajanje

Operacijski ojačevalnik je napajan Vcc z 9V baterijo, Vee pa je vezana na maso. Invertirajoč vhod napajam s polovično napetostjo 4.5V preko upora R3, da dosežemo maksimalno izkrmiljenje na izhodu.

## 2.2 Simulacija v LTspicju

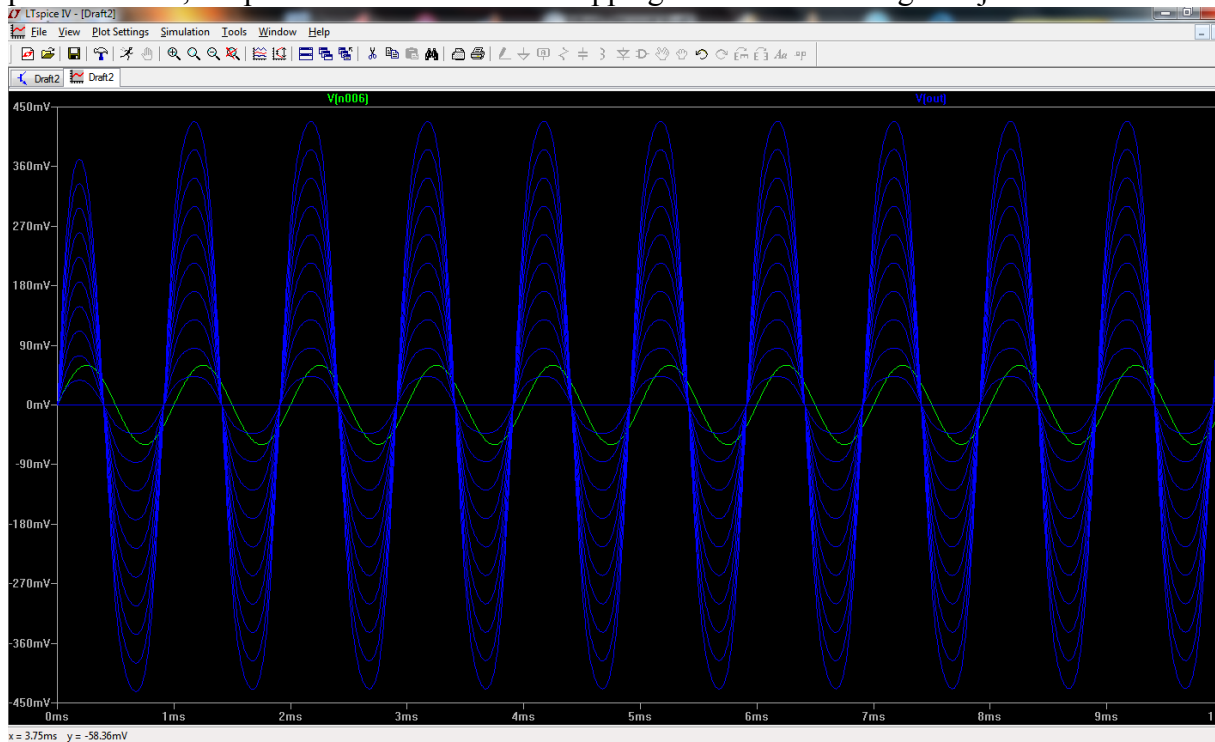
Po izračunih elementov sem se odločil, da zadevo posimuliram v LTspicju. Na vhod sem dal sinusni signal velikosti 60mV, katerega sem izmeril pri kitari z multimetrom, se pravi kakršnega tudi magneti poberejo, ponavadi se giblje med 25mV – 120mV.



Slika 9

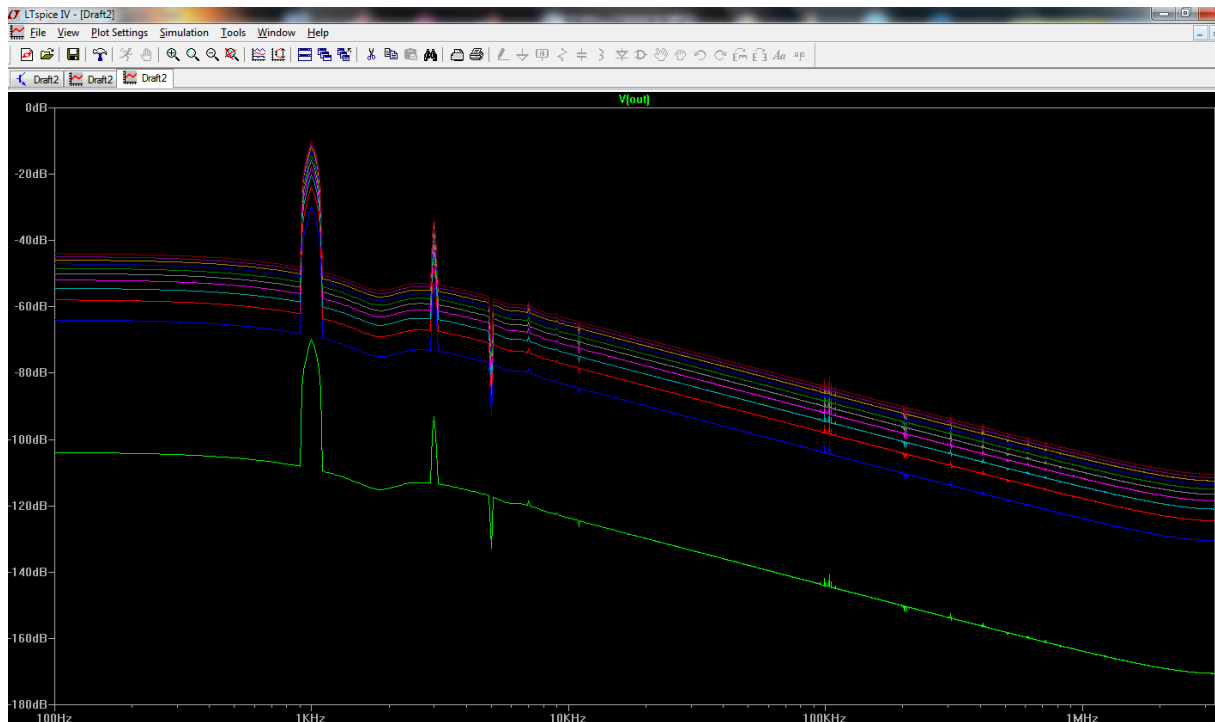


Na izhodu dobimo ojačan, ter rahlo porezan sinusni signal pri spreminjanju volume potenciometra, z uporabo obeh soft in hard clippinga. Vidimo da se signal ojači na 450mV



Slika 10

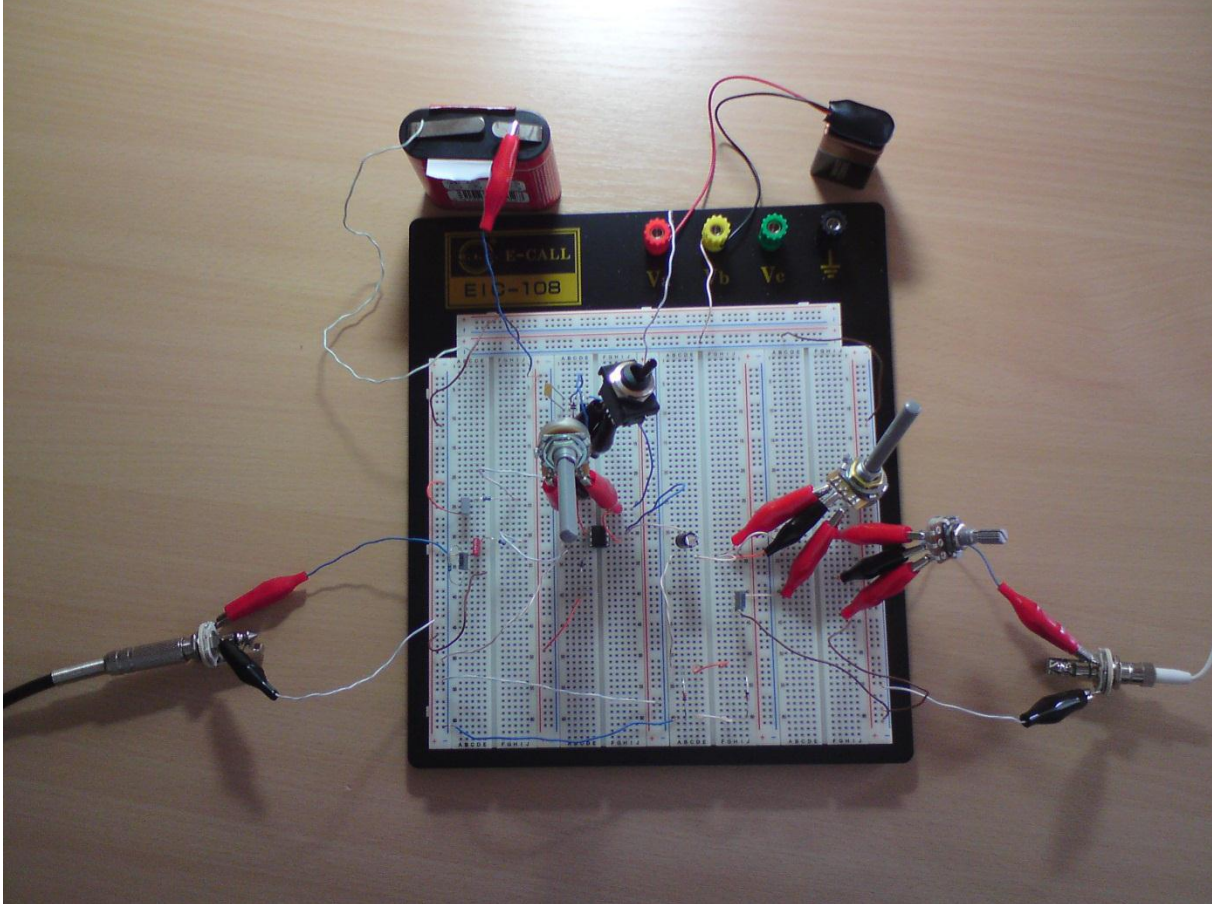
FFT analiza nam pokaže, da je vrh okoli 1kHz, pa še nekateri drugi manjši vrhov, ki pa upadajo z večanjem frekvence.



Slika 11

### 2.3 Postavitev elementov in potrditev rezultata na protoboardu

Da zadevo preverim tudi zares, ne samo simulacijsko, je bil najlažji način presedlati na protoboard, kjer dejansko lahko sestavim vezje, priključim kitaro, zvočnik in poslušam rezultat.

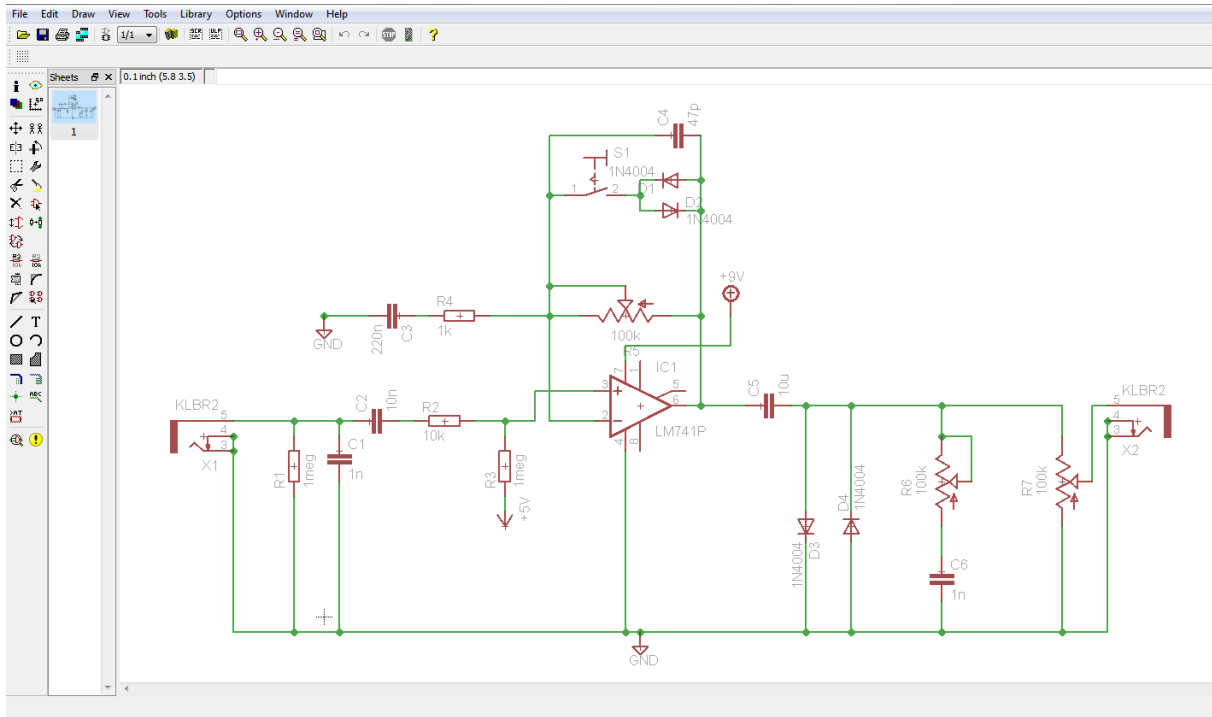


Slika12

Kot pričakovano, sem slišal tisto kar sem moral, popačen-distortion zvok. Preveril sem še različne pozicije potenciometrov in stikala. Ker je vse delovalo tako kot mora, sem se lahko lotil izdelave tiskanega vezja.

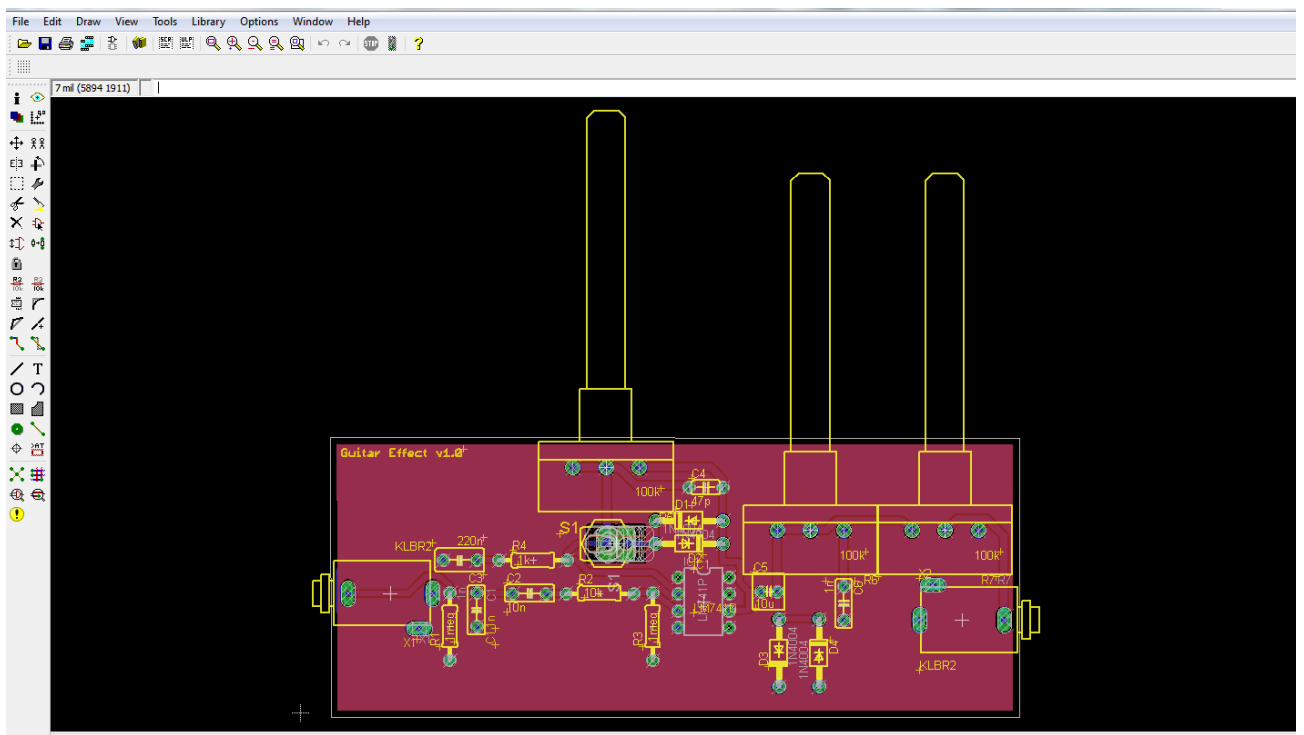
### 3. IZDELOVANJE TISKANINE

Izdelovanje oziroma načrtovanje tiskanine mi je vzelo kar precej časa. Prvo kar sem naredil, sem v programu Eagle narisal vezje z vsemi pravimi karakteristikami elementov...



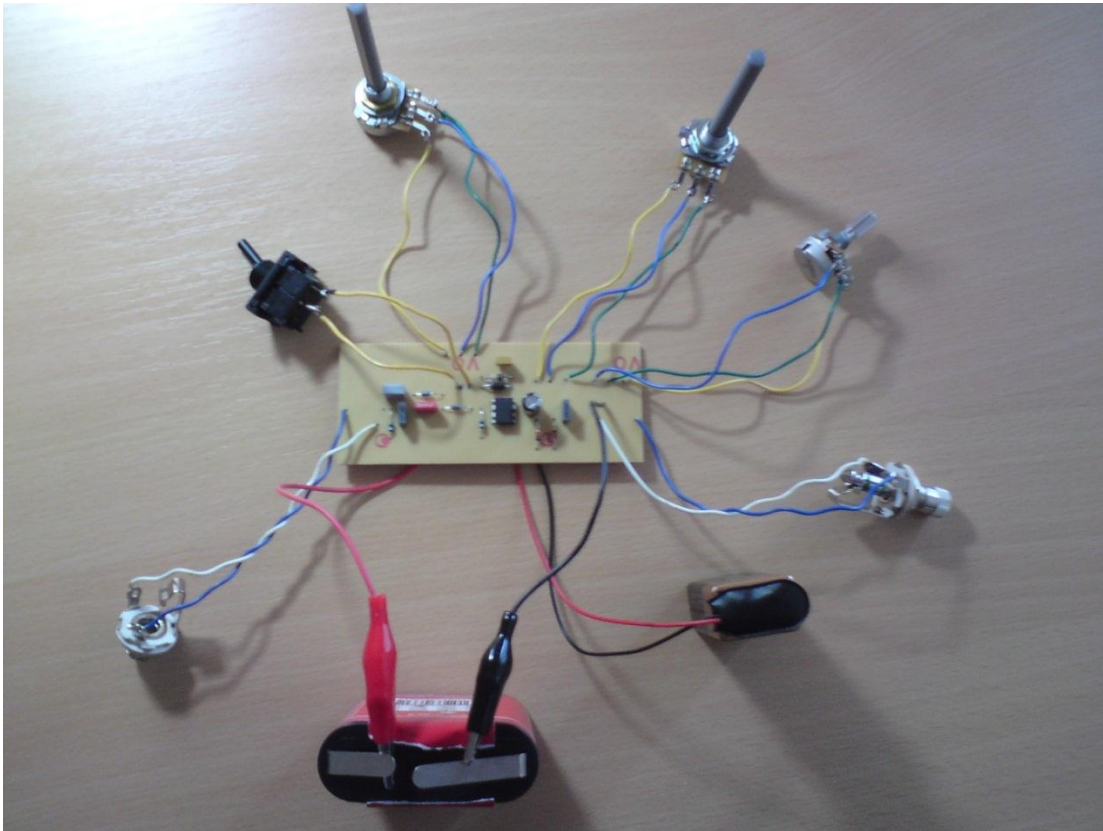
Slika 13

...tako, da sem kasneje vezje pretvoril v tiskanino (pcb).



Slika 14

Po temeljitem pregledu vseh povezav, sem dal tiskanino narediti na FE. Ker pa nisem bil še večš spajkanja, sem tukaj rabil nekaj dodatnega časa, da sem dobil tisti občutek natančnosti lotanja. Sledi končni rezultat...



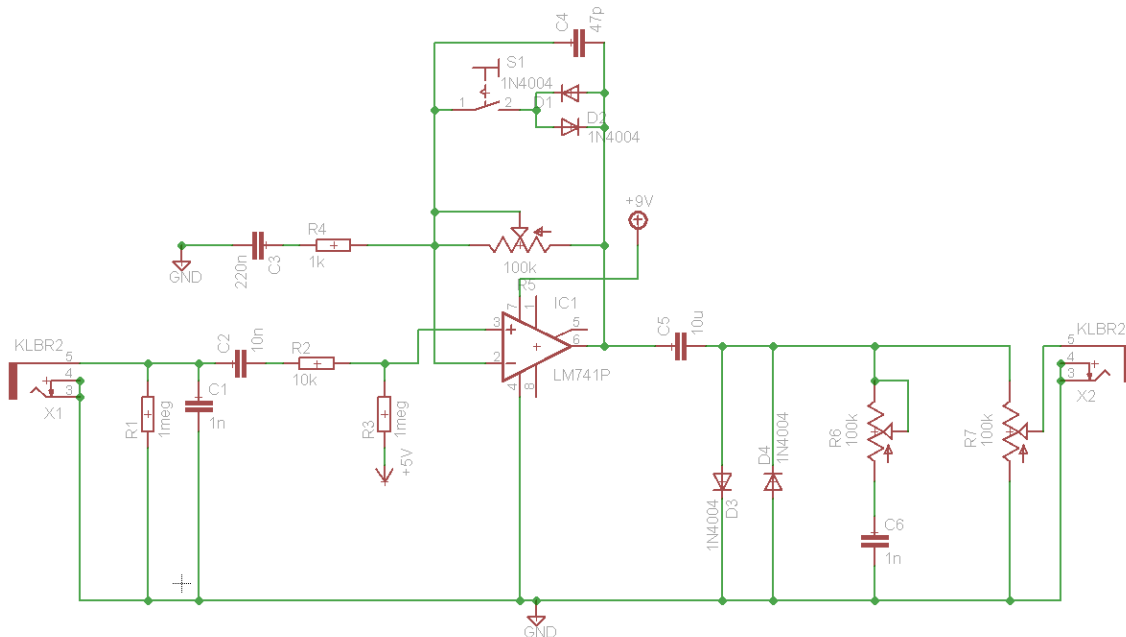
Slika 15,16 – končni izdelek



Projekt EV II 4.1 Fe  
Kitarski efekt – Distortion  
Maj 2011, Ljubljana

#### 4. POVZETEK DELOVANJA

Kratek povzetek delovanja vezja:



Slika 16

Kitarski kabel priključimo v vhodni mono jack X1, tu ob udarjanju v struno prihaja 60mV sinusni signal, kateri je bil pobran od magnetov na kitari. R1 odstrani vse klikajoče in druge nezaželjene zvokove. Skupaj s C2 tvorita visoko prepustni filter, ki zaduši nizke šumne frekvence. C2 tudi skrbi, da ne bi DC signal prišel v kitaro. R2 in C1 delujeta kot nizko prepustni filter, ki eliminira visoke radijske frekvence. Invertirajoč vhod napajam s polovično napetostjo 4.5V preko upora R3, da dosežemo maksimalno izkrmiljenje na izhodu. Da ojačimo signal, poskrbi potenciometer R5 in upor R4 (max ojačanje je 101). Za določitev katere frekvence naj ojačimo uporabimo nizko pasovni filter (C3 in R4), za frekvence nad 40 Hz, ter visoko pasovni filter (C4 in R5), za frekvence do 30kHz. Diode (D1,D2), vezane vzporedno v povratni vezavi nam omogočanje mehko rezanje (soft clipping). Operacijski ojačevalnik je napaj z 9V na Vcc. Diode (D3,D4), vzporedno vezane na izhodu nam omogočajo močno rezanje. Diode so obrnjene vsaka v svojo stran, da reže vrhove na obeh straneh sinusnega signala. Dodal sem še stikalo S1, ki preklaplja med soft in hard clippingom. R6 in C6 delujeta kot nizko prepustni filter, uporabljen kot regulator tona kitare. Volume control ali regulator glasnosti ima vezan še kondenzator C5, ki poskrbi, da ne pride DC signal iz ojačevalnika. C5 in R7 tvorita visoko prepustni filter, C5 mora ponavadi biti dosti velik (10uF), da prepreči roll-off frekvence priti v signal. In nazadnje, v izhodni mono jack X2, vklopimo zvočnike ali drugo avdio napravo ter tako lahko poslušamo naš distotian zvok.

## 5. ZAKLJUČEK

Pri tej seminarski nalogi mi je največ pomenilo to, da sem iz teorije pretil znanje v nekaj praktičnega, kot je to samo vezje, ki sem ga izdelal in se sproti tudi kaj naučil. Res, da sem imel nekoliko težav s spajkanje vezje, vendar mi bo ta praksa v prihodnje še prišla prav.

Kakorkoli, vezje, ki sem ga naredil je zadovoljiv izdelek zgolj za domačo rabo. Za na odrske vode, bi verjetno moral biti še močno optimiziran, da bi zadovoljil tista najbolj izurjena ušesa. Dodati bi bilo možno številno elementov, ki bi izboljšali sam zvok efekta.

Moj namen te seminarske naloge je bil, da na dosti enostaven način naredim nekaj zadovoljivega in praktičnega za domačo rabo.

Zahvaljujem se asistentu Jurmanu za nasvete, ter Jožetu Stepanu, za izdelavo tiskanine in usmerjanju pri spajkanju vezja.

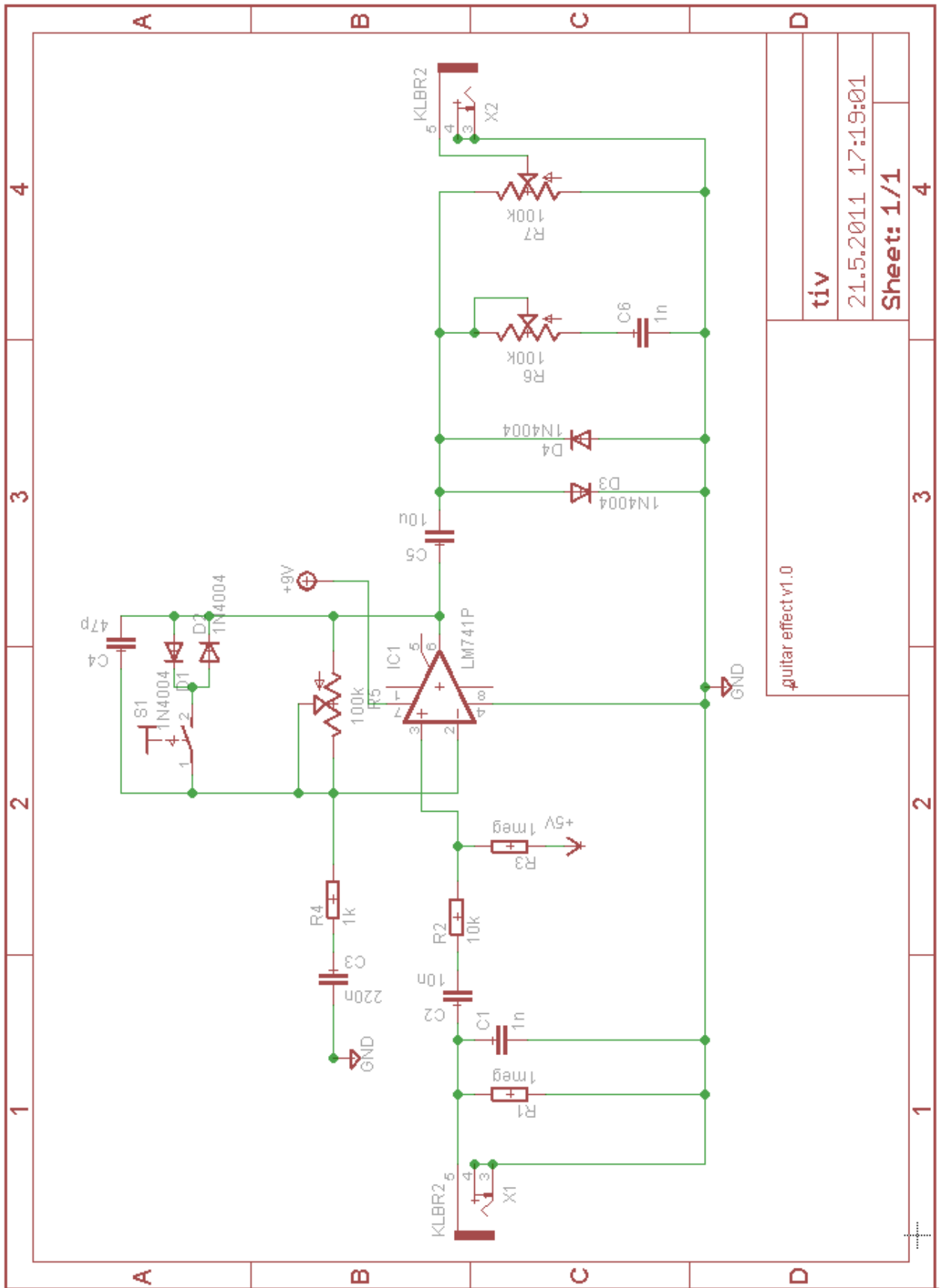
**PRILOGE**

Seznam uporabljenih elementov:

Število	Oznaka	Element	Vrednost
2x	X1, X2	vtičnica	Jack mono 6.3mm
1x		baterija	9V
1x		baterijski konektor	
1x		baterija zinc carbon	4.5V
1x	S1	stikalo	SPST 6A
1x	IC1	Integrirano vezje	DIP8 741
1x	R7	Log. potenciometer	100k $\Omega$
2x	R6, R5	Lin. potenciometer	100k $\Omega$
2x	R1, R3	upor	1meg $\Omega$
1x	R2	upor	10k $\Omega$
1x	R4	upor	1k $\Omega$
2x	C1, C6	kondenzator	1nF
1x	C2	kondenzator	10nF
1x	C3	kondenzator	220nF
1x	C4	kondenzator	47pF
1x	C5	kondenzator	10uF
1x	D1	dioda	Ge / 1n34
1x	D2	dioda	Si / 1n4001
2x	D3, D4	dioda	Si / 1n914

**VIRI**

- <http://www.free-circuit.com/simple-guitar-distortion-effect-fuzz-circuit/>
- <http://www.generalguitargadgets.com/richardo/>
- <http://www.gmarts.org/index.php?go=217>



guitar effect v1.0	
tiv	
21.5.2011 17:19:01	
Sheet: 1/1	