

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Andrej Videnšek

MIKROFONSKI PREDOKLAČEVALNIK

Seminarska naloga

Elektronska vezja

V Ljubljani, junij 2007

1. UVOD

1.1 Motivacija

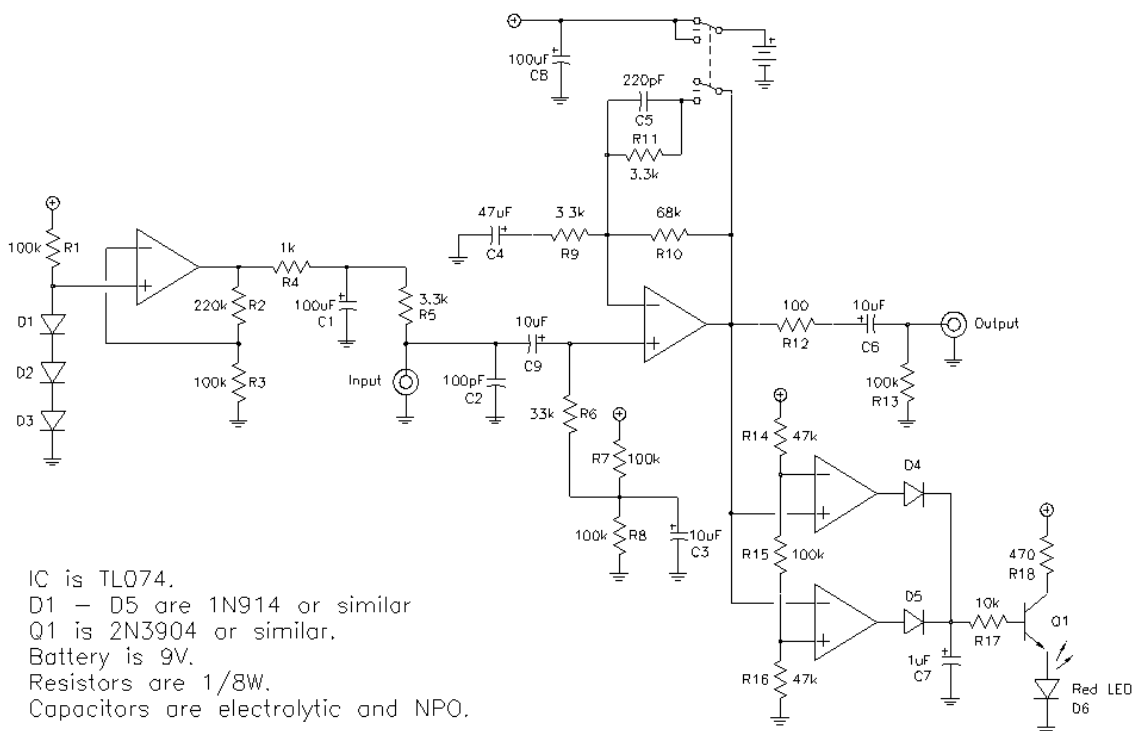
Namen seminarske naloge je izgradnja kvalitetnega mikrofonskega predojacevalnika za audio meritve. Predojačevalnik za take aplikacije mora izpolniti zahteve kot so raven frekvenčni in fazni odziv v celotnem audiu spektru merjenja, majhna popačenja signala, veliko dinamiko vhodne/izhodne napetosti ter nizek lastni šum. V želji, da bi tudi sam imel kvaliteten merilni audio sistem in si izmeril karakteristike svojih diy zvočnikov, sem se kot prvo lotil izgradnje predojačevalnika

1.2 Funkcionalni opis vezja

Predstavljeno vezje ojačuje signal iz kondenzatorskega mikrofona. Osnovni gradnik je integrirano vezje TL074, sestavljeno iz 4 operacijskih ojačevalnikov. Za napajanje skrbi 9V baterija. Vezje ima izbirno stikalo s katerim nastavimo ojačanje (20 ali 2) ter LED indikacijo kot opozorilo rezanja izhodnega signala. Tiskano vezje je enostransko dimenzije 45 mm x 60 mm montirano v ohišje.

2. GLAVNI DEL

2.1 Električna shema



IC is TL074.
D1 - D5 are 1N914 or similar
Q1 is 2N3904 or similar.
Battery is 9V.
Resistors are 1/8W.
Capacitors are electrolytic and NPO.

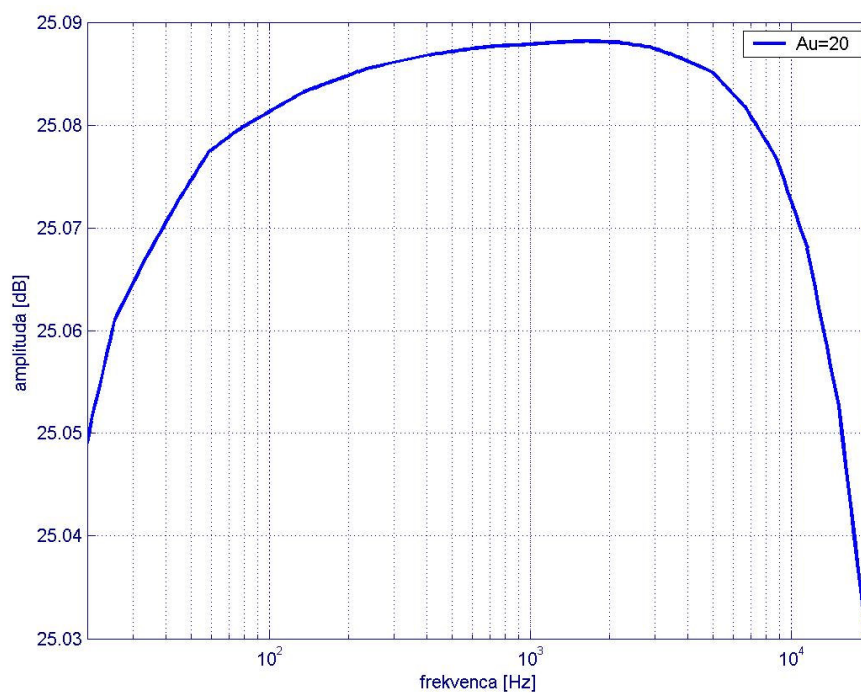
2.2 Opis delovanja vezja

- R1 skupaj z diodami D1 do D3 tvorijo referenčno napetost, ki se ojači preko neinvetirajočega ojačevalnika za faktor 3,2
- R4 in C1 tvorita nizkoprepustni filter, ki zmanjša šum napetostnega vira.
- R5 napaja mikrofonsko kapsulo s katere odvezemamo audio signal. Kapsula in upor delujeta kot ojačevalnik v orientaciji z skupnim izvorom.
- C2 izfiltrira RF motnje ki se pojavijo v mikrofonskem kablu.
- R6, R7, R8 in C9 dvignejo vhodni nivo signala na $\frac{1}{2}$ napajanja.
- Razmerji med R9 in R10 določata osnovno ojačanje predojačevalnika, ki je približno 20. Če k R10 paralelno združimo (s stikalom) R11 in C5, ojačanje pade na 2. R9 in C4 sta visokoprepustni filter z mejno frekvenco 1Hz, R11 in C4 pa nizko sito z rezno frekvenco 200kHz.
- R12 zaduši oscilacije nastale zaradi kapacitivnega značaja izhodnega kabla.
- C6 in R13 blokirata enosmerno komponento signala.
- R14,R15,R16 so uporovni delilniki za okenski komparator. Če je vhodna napetost izven nivoja, D4 in D5 prevajata, polnita C7, Q1 se odpre in prižge LED.

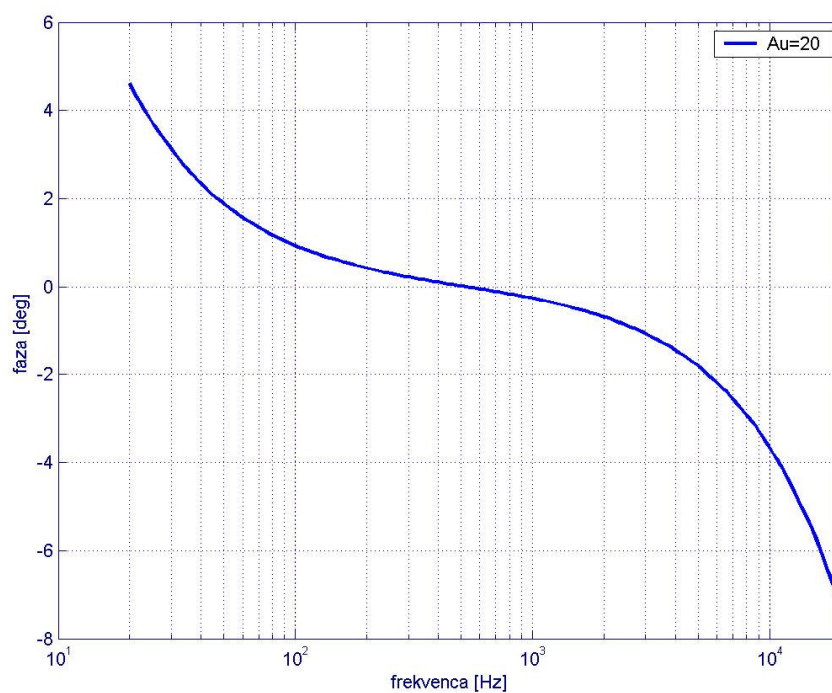
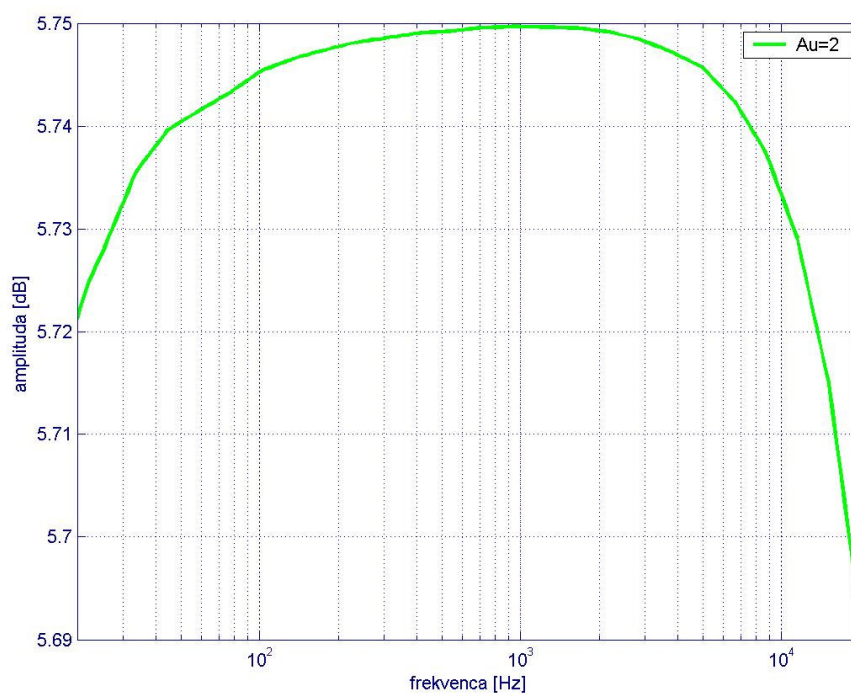
3. Merjenje

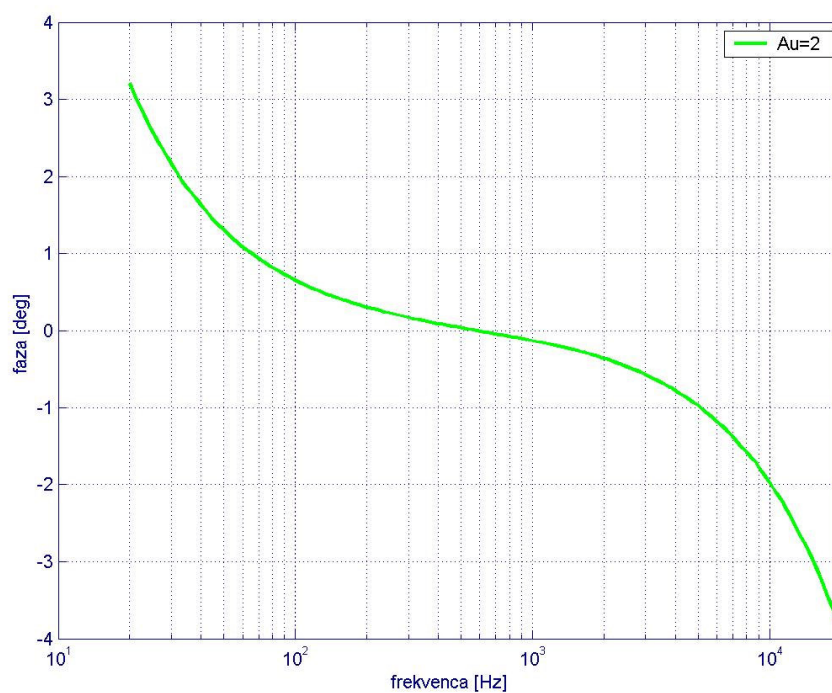
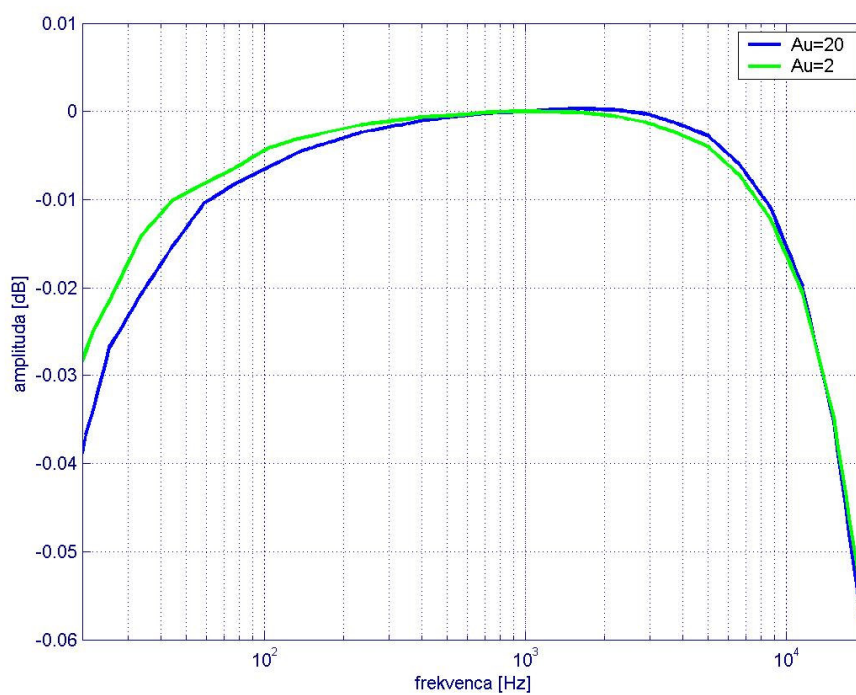
Vezju je bilo izmerjeno amplitudni in fazni potek pri obeh ojačanjih (20 in 2). Pri meritvah popačenja se je izkazalo, da je THD ojačevalnika neizmerljiv. LED indikator okenskega primerjalnika zasveti, ko je amplituda mikrofonskega signala 123mV ($A_u=20$), oziroma 1140 mV ($A_u=2$). Pri meritvah šumne gostote so lepo vidne višje harmonske komponente omrežne napetosti. Ker se vezje napaja iz lastne baterije, sumim da je izvor tega v slabo oklopljenih signalnih kabljih. Vidi se tudi, da ima ojačevalnik z manjšim ojačanjem slabše šumne performance.

3.1 Izmerjene karakteristike

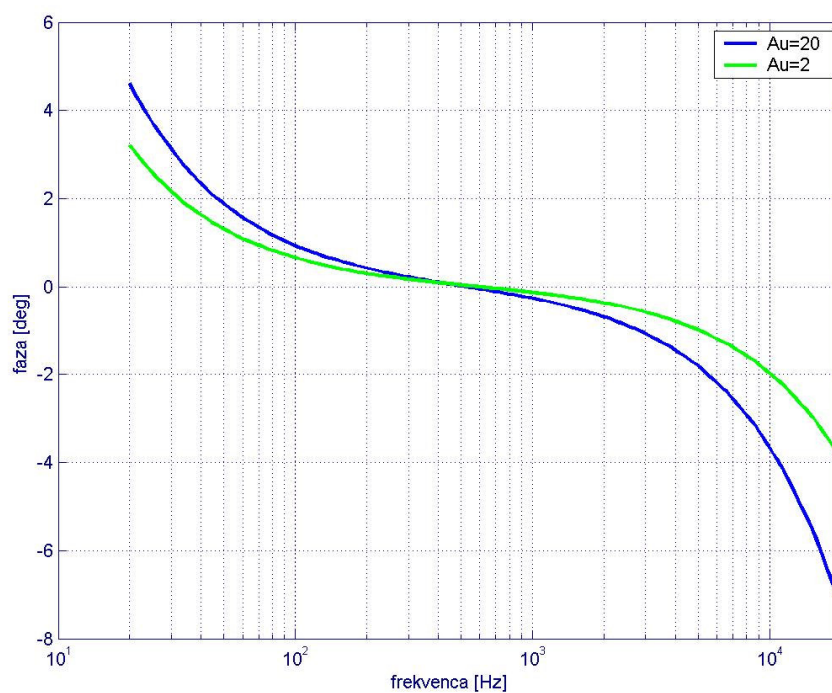


Slika 1: Amplitudni odziv pri $A_u=20$

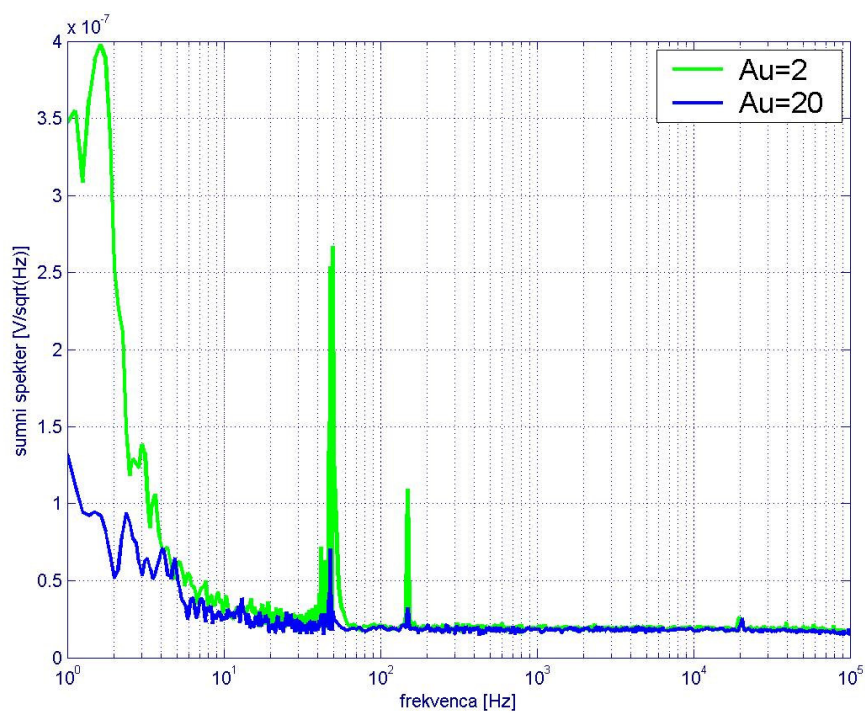
Slika 2: Fazni odziv pri $A_u=20$ Slika 3: Amplitudni odziv pri $A_u=2$

Slika 4: Fazni odziv pri $A_u=2$ 

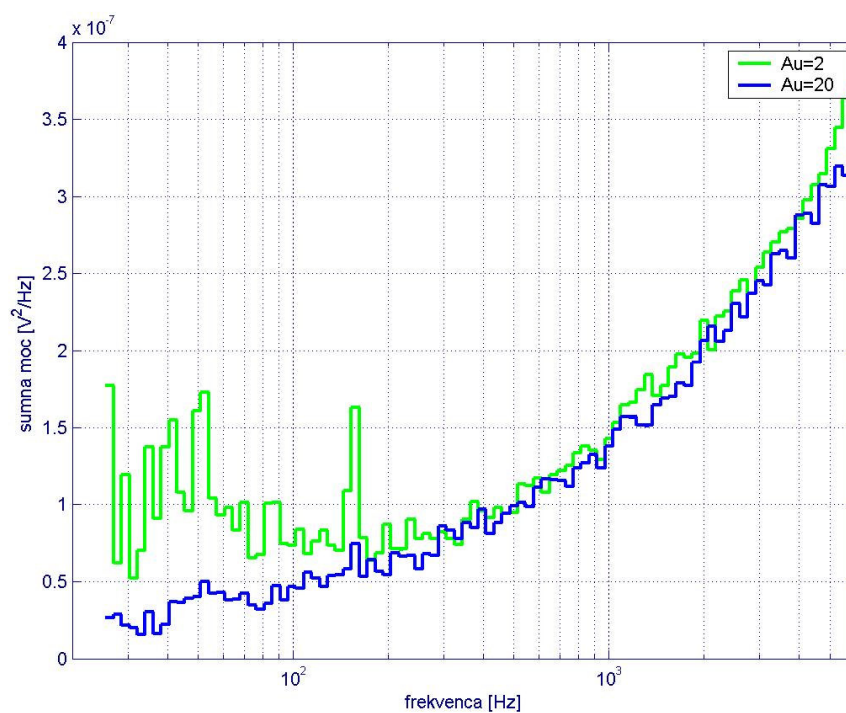
Slika 5: Amplitudni odziv za njuni ojačanja



Slika 6: Fazni odziv za njuni ojačanja



Slika7: Vhodna šumna gostota ojačevalnika



Slika 8: Vhodna šumna moč ojačevalnika*

*Celotna šumna moč v frekvenčnem pasu 25 Hz do 6.4 kHz znaša za $A_u=20$ $1.45\mu\text{V}_{\text{rms}}/\text{Hz}$ ter za $A_u=2$ $1.6\mu\text{V}_{\text{rms}}/\text{Hz}$.

4. Končni izdelek

Vezje je bilo montirano v plastično ohišje. Na vhod in izhod se priključi standardni RCA (črn) konektor. LED je montirana na sprednjo stranico.



Slika 9: pogled od zgoraj



Slika 10

5. ZAKLJUČEK

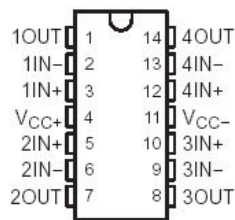
Ker sem tiskana vezja do sedaj izdelam le nekajkrat tudi tokrat ni šlo brez težav. Same dimenzije TIV so majhne in sem imel težave že pri samem spajkanju elementov. Ob prvem vklopu vezje ni funkcioniralo, ves čas je svetila indikacija. Ob podrobnem pregledu sem našel kratko sklenjeni vezici. Šele z meritvami na fakulteti smo ugotovili, da vezje še vedno ne deluje tako kot bi moralo. Po popravilu še ene vezice je vezje končno zaživel, tako kot mora.

Vezje tako deluje, performance so zadovoljive. Vezje bi se dalo še izboljšati, z uporabo SMD elementov, namesto TL074 uporabiti kvalitetnejše OPA in vgradnja naprave v kovinsko ohišje. Zahvaljujem se prof. Marku Jankovcu za pomoč pri odkrivanju napak in merjenju karakteristik.

6. Priloge

TL074 nizkošumni JFET operacijski ojačevalniki

TL074A, TL074B
D, J, N, NS, OR PW PACKAGE
TL074 . . . D, J, N, NS, PW,
OR W PACKAGE
(TOP VIEW)



- Low Power Consumption
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias and Offset Currents
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion . . . 0.003% Typ
- Low Noise
 $V_n = 18 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ Typ at $f = 1 \text{ kHz}$
- High Input Impedance . . . JFET Input Stage
- Internal Frequency Compensation
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate . . . $13 \text{ V}/\mu\text{s}$ Typ
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V_{CC+}

7. Viri

TL074 datasheet- <http://www.eecs.berkeley.edu/~ees132/ee128/datasheets/TL074.pdf>

Eric Wallin's Preamp- http://mysite.verizon.net/tammie_eric/audio/preamp/preamp.html