

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko

Franci Mihelič

## **Nizkonapetostni audio ojačevalnik**

Seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

V Ribnici, maj 2011

## KAZALO

1. UVOD.....	3
2. GLAVNI DEL .....	4
1. Operacijski ojačevalnik LM386-N1 .....	4
2. Ojačevalno vezje.....	5
3. ZAKLJUČEK.....	8

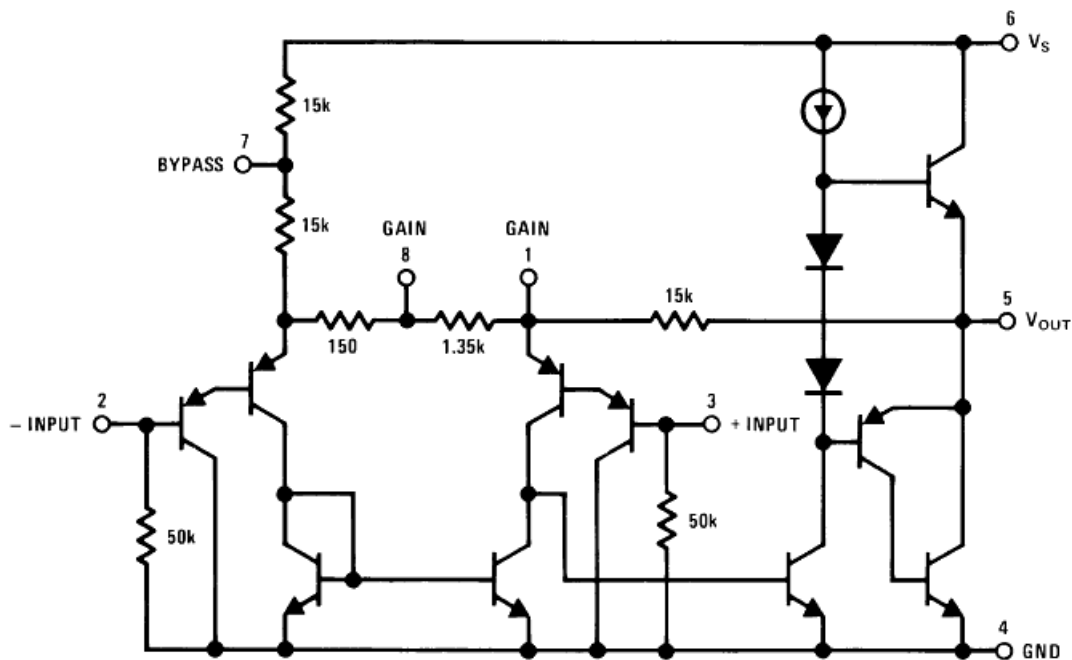
## 1. UVOD

V okviru seminarske naloge pri predmetu Elektronska vezja sem si zadal cilj izdelati nizkonapetostni audio ojačevalnik z implementiranim zvočnikom. Izdelek predstavlja praktični del snovi, katero smo dodobra teoretično predelali v okviru predavanj, sam končni izdelek pa mi je zanimiv, ker ga lahko uporabi vsak posameznik različne starosti v vsakdanjem življenju. Vsakdo uporablja bodisi mobilni telefon, mp3 predvajalnik in podobne naprave za poslušanje glasbe, vendar so te naprave najpogosteje opremljene le z žičnimi slušalkami, s katerimi pa ne moremo predvajati glasbe v nekem širšem prostoru. Predstavljen izdelek pa je alternativa, da omenjene naprave enostavno priključimo na ojačevalnik z vgrajenim zvočnikom in tako sproščeno poslušamo glasbo brez uporabe žičnih slušalk. Sistem je lahko napajan z 9V baterijo, tako da je primeren tudi za kraje, kjer nimamo dostopa do omrežne električne energije (na plaži, v gozdu, ...).

## 2. GLAVNI DEL

### 1. Operacijski ojačevalnik LM386-N1

Glavni del vezja sestavlja operacijski ojačevalnik LM386-N1 (Slika 1), ki ga lahko uporabimo v različnih vezjih, sam sem se odločil za vezavo katero ojačanje je enako  $A_u=200$ .



Slika 1 : Operacijski ojačevalnik LM386-N1

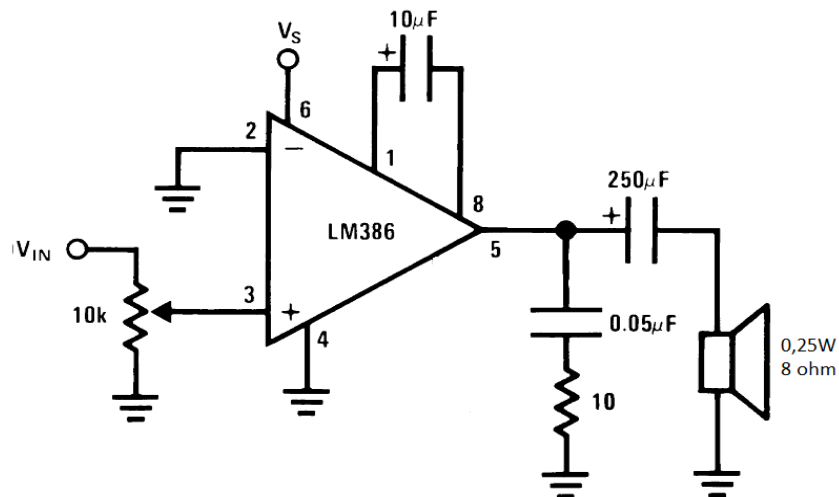
Napajalna napetost LM386-N1 je v razponu 4-12V, tako da imamo možnost izbire različnih možnosti napajanja, sam sem se odločil za 9V baterijo.

Specifikacija ter mejne vrednosti LM386-N1:

Supply Voltage .....	15V
Package Dissipation .....	1,25W
Input Voltage .....	$\pm 0,4V$
Storage Temperature .....	$-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$
Operating Temperature .....	$0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$
Output Power ( $P_{out}$ , $V_s=6V$ , $R_L=8\Omega$ , THD=10%) ....	250mW (min), 325mW (typ)
Quiescent Current ( $V_s=6V$ , $V_{in}=0$ ) .....	4-8mA
Bandwidth (BW) .....	300kHz
THD ( $V_s=6V$ , $R_L=8\Omega$ , $P_{out}=125mW$ , $f=1kHz$ ).....	0,2%
PSRR ( $V_s=6V$ , $f=1kHz$ , C bypass=10 $\mu$ F) .....	50dB
Rin .....	50k $\Omega$
Ibias ( $V_s=6V$ ) .....	250 nA

**2. Ojačevalno vezje**

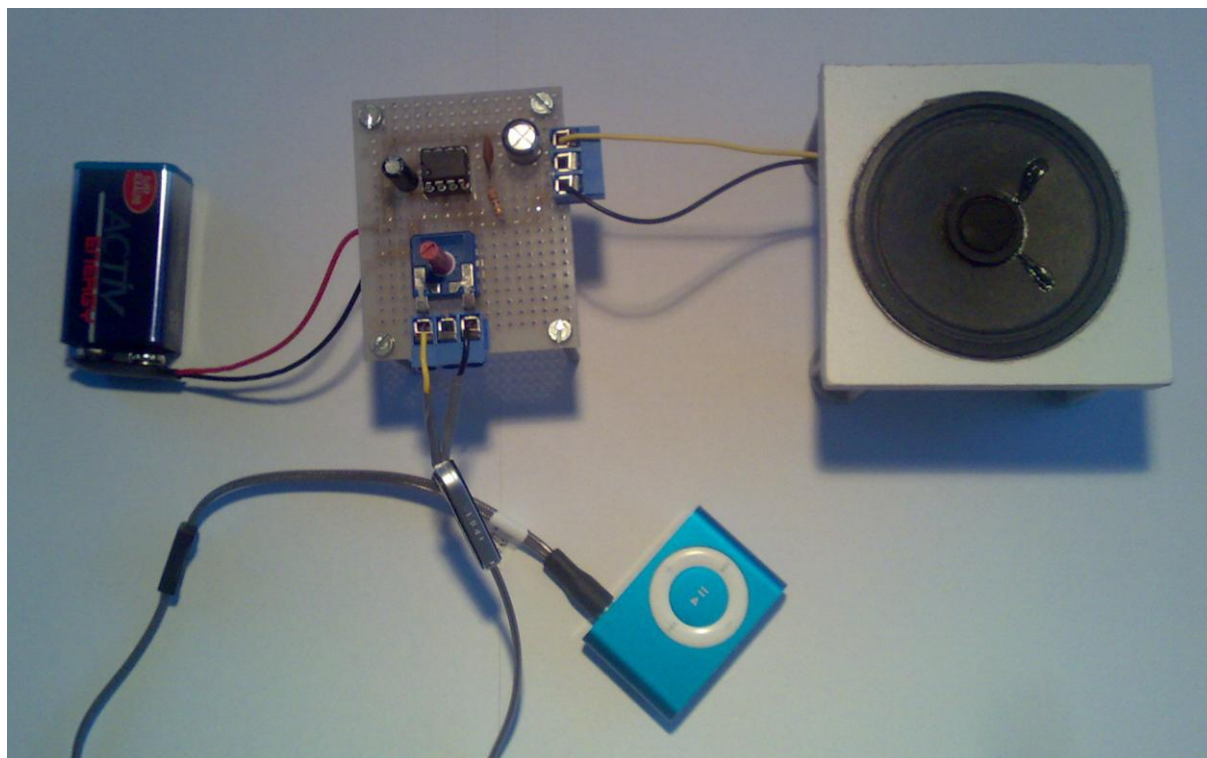
Ojačevalno vezje je sestavljeno iz operacijskega ojačevalnika LM386-N1, ki je vezan preko potenciometra na vrodu na vir audio signala (sponka 3). Na izhod LM386-N1 sem dodal RC sito ( $R=10\Omega$ ,  $C_2=0,05\mu F$ ) za filtriranje visokofrekvenčnih motenj, med sponkama 1 in 8 sem dodal kondenzator  $C_1=10\mu F$ , ki skrbi za dvig ojačanja iz 20 na 200 s tem, da vpliv upora  $R=1,35k\Omega$  v notranjosti LM386-N1 (Slika 1) izniči in s tem občutno poveča ojačanje našega ojačevalnika. Celotno vezje pa je preko veznega kondenzatorja  $C_v=250\mu F$  povezano z zvočnikom, saj s tem ločimo enosmerno povezavo ojačevalne stopnje z bremenom, katerega v našem primeru predstavlja zvočnik. Za moje uporabljeno vezje je predviden zvočnik z močjo  $P=0,25W$  ter upornostjo  $R_L=8\Omega$ , zvočni efekt pa je glede na skromnost napajanja presenetljivo dober.



Slika 2 : Ojačevalno vezje z zvočnikom

Za izdelek sem uporabil naslednje elemente:

Column1	Column2	Column3
LM386-N1	operacijski ojačevalnik	1x
C1	kondenzator , 10µF	1x
C2	kondenzator , 0,05µF	1x
Cv	kondenzator , 250µF	1x
R	upor , 10Ω	1x
R	potenciometer , 10kΩ	1x
Vs	baterija , 9V	1x
RL	zvočnik , 0,25W , 8Ω	1x
Vin	predvajalnik mp3 iPod	1x



Slika 3 : Končni izdelek, vezje z napajanjem ter zvočnikom priključeno na predvajalnik glasbe ipod shuffle

### 3. ZAKLJUČEK

Končni izdelek sem testiral na dva načina in sicer sem kot prvo preizkusil dejansko delovanje sistema s tem, da sem vključil mp3 predvajalnik, in ko sem zaslišal zvok sem ocenil kvaliteto zvoka ter glasnost ki sta mi bila presenetljivo všeč glede na skromne komponente uporabljene pri tem projektu (0,25 W zvočnik...).

V nadaljevanju pa sem nato tudi strokovno opravil meritve z uporabo osciloskopa, kjer sem na vhod priključil eno sondo, na breme pa drugo ter sem med sabo primerjal dobljene podatke, iz katerih je bilo lahko razbrati dobljeno ojačanje ojačevalnika.

Kot nadgradnja izdelka bi prišlo v pošten nekaj idej, prva želja je vsekakor omogočiti takšen napajalni vir (baterija, akumulator), ki nam bi omogočal daljše poslušanje glasbe brez uporabe omrežne električne energije, saj je uporabljeni vir za prototip sicer zadosti kvaliteten, za kakšno daljšo uporabo pa bi bilo vseeno dobro zagotoviti večjo kapaciteto energije. Kot druga ideja bi bila prilagoditev vezja, s katerim bi še bolj odpravili šume in s tem poskrbeli za še lepši zvok, možnost bi bila tudi prilagoditev vezja za efekt Bass-boost, ki poskrbi za lepši poudarjen zvok z poudarjenimi določenimi audio frekvencami. Seveda pa se mi je pojavila tudi želja, uporabiti močnejši zvočnik, vendar je to stvar nadgradnje in tehtnega premisleka realizacije teh podanih idej.

Naloga mi je bila zelo zanimiva, predvsem zato ker ima inženir ki ustvari izdelek ki je zares uporaben v vsakdanjem življenju še dodatno zadovoljstvo, zato se že veselim dela pri uresničevanju novih idej in projektov.