

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Marko Jošt

Light show

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

V Ljubljani, junij 2012

Kazalo vsebine

1 Uvod.....	3
2 Princip delovanja.....	3
2.1 Problemi.....	3
2.2 Napajanje.....	4
2.3 Vhodna ojačevalna stopnja.....	4
2.4 Nizkopasovno sito.....	5
2.5 Usmernik.....	6
2.6 Krmiljenje svetlobe.....	7
2.7 Celotno vezje.....	8
3 Zaključek.....	9
4 Viri in literatura.....	9

1 Uvod

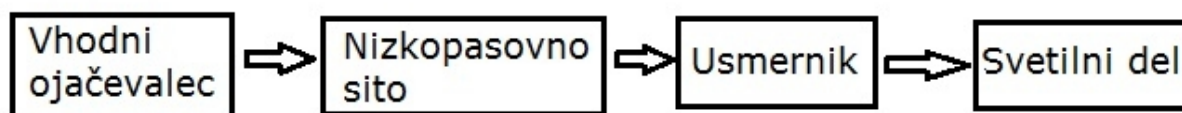
Light show je vezje, ki spremeni glasbo v svetlobo. V uporabi je predvsem na glasbenih dogodkih, kot so koncerti, in pa v diskotekah in klubih. Vezje se odzove na večje amplitude v določenem frekvenčnem območju in to potem prikaže z utripanjem luči. Najpogostejše so v uporabi 4-kanalni light show-i, obstajajo pa tudi light show-i z več kanali – frekvenčnimi območji.

Za ta projekt sem se odločil, da bi si popestril poslušanje glasbe. Izdelal sem enokanalni light show in sicer za nizke frekvence - base, ki je tudi najbolj zanimiv.

2 Princip delovanja

Analogni light show je ponavadi zgrajen iz štirih sklopov, in sicer vhodnega ojačevalnika, sita, usmernika in svetilnega dela, ki ga predstavlja komparator z LED diodo na izhodu.

Vhodni signal najprej ojačimo. Nizkopasovno sito omeji frekvenčno območje, prepusti le nizke frekvence. Usmerjen signal nato vodimo na vhod komparatorja. Če je signal večji od referenčne napetosti se to odrazi s svetenjem LED diode.



Slika 1: Princip light show-a

2.1 Problemi

Osnovni model za moje vezje sem našel na internetu, a je bilo potrebno vezje dodelati.

Potrebno se je bilo odločiti za tip sita, izbrati ustrezno napajanje in najprimernejši način utripanja svetlobe na izhodu.

Zaradi boljših lastnosti aktivnih sit sem v vezju uporabil aktivna sita in usmernike, ki vsebujejo operacijske ojačevalce.

Večina izvedb na internetu je narejenih z dvojnim napajanjem operacijskih

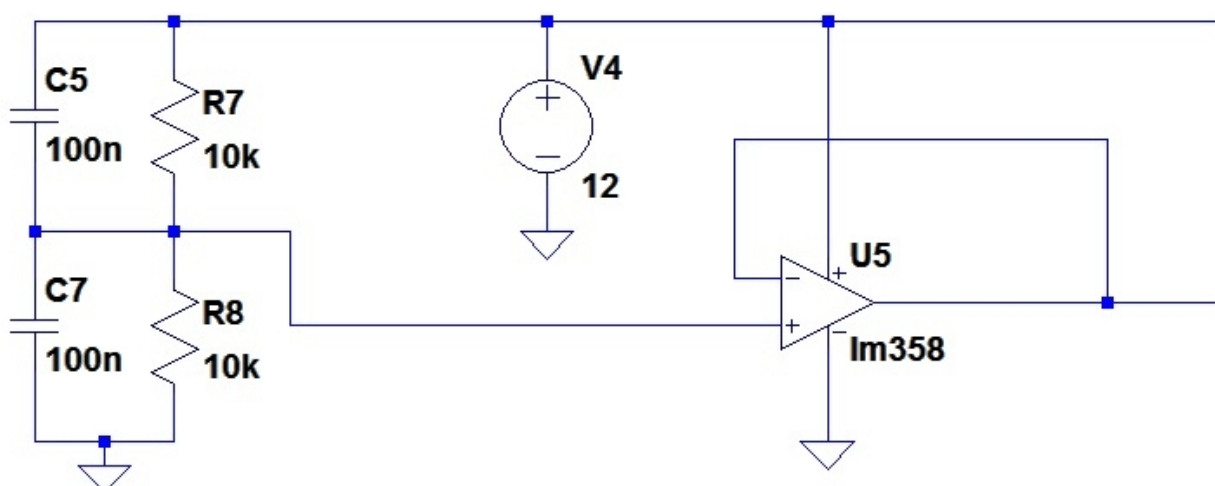
ojačevalcev. Ker je dvojno napajanje nepraktično, sem vezje predelal na enojno napajanje. S tem je napajanje postalo preprosto, a je v vezju dodaten napetostni delilnik, saj je potrebno referenčno napetost dvigniti na polovico napajalne.

Med raziskovanjem sem dve izmed možnih izvedb sestavil na protoboardu, večino testiranj pa sem opravil v LT-Spicu.

2.2 Napajanje

Odločil sem se za enojno napajanje, saj je bolj uporabno, ker potrebujemo le en napajalnik.

Pri dvojnem napajanju so operacijski ojačevalci napajani s $\pm V_{cc}$, pri enojnem pa so priključeni na V_{cc} in maso. To pomeni, da je pri enojnem napajanju potrebno dvigniti referenčni nivo z mase na polovico napajalne napetosti. To sem storil z napetostnim delilnikom. Kondenzatorja in napetostni sledilnik pripomoreta k stabilnosti napetosti.



Slika 2: Napajanje in dvig referenčnega nivoja

2.3 Vhodna ojačevalna stopnja

Na vhodu je invertirajoč ojačevalnik, ki mu lahko s spremenljivim uporom nastavimo ojačenje. Ojačan signal nam omogoča lažjo obdelavo signala, saj je lahko naš vhod po amplitudi majhen in je možen vpliv šuma. Prav tako nam zagotavlja visoko vhodno upornost.

$$U_2 = -R_2 / R_{spr} \cdot U_{vh}$$

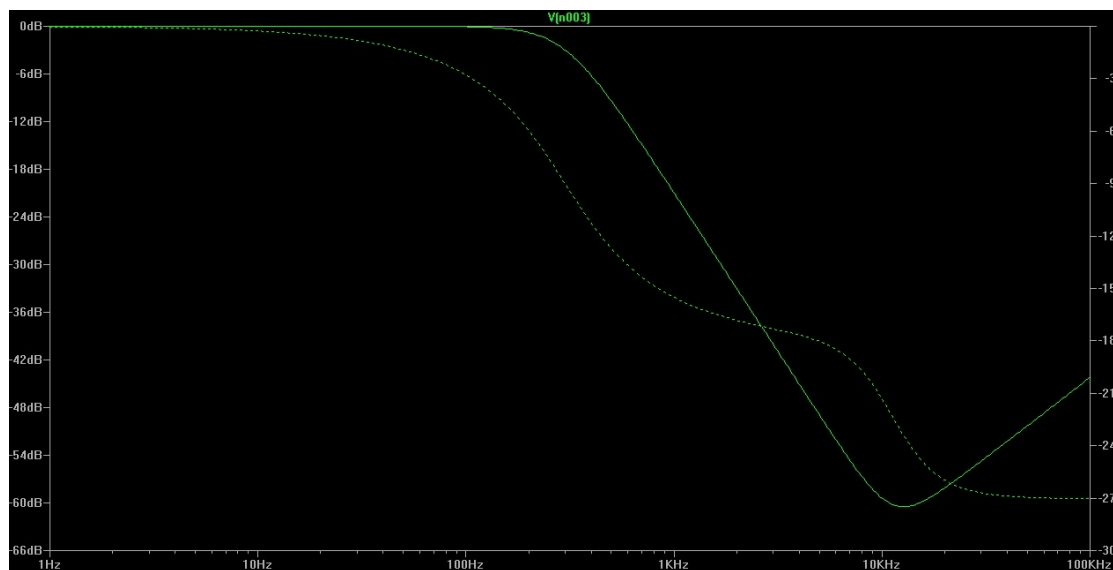
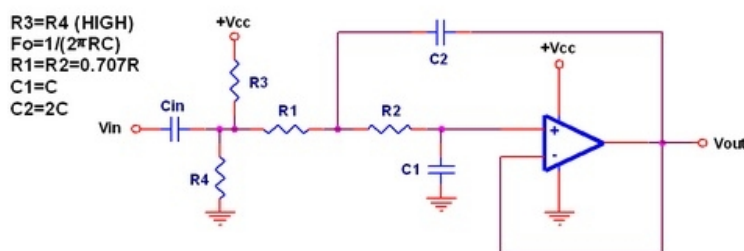
$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

2.4 Nizkopasovno sito

Sito je vezje, ki omeji frekvenčni odziv, prepusti le frekvence v določenem frekvenčnem pasu. Sita lahko ločimo po več kriterijih:

- pasivni in aktivni,
- nizkopasovni, pasovno-prepustni in visokopasovni,
- Butterworthov, Čebiševjev, Besselov.

Izbral sem aktivni nizkoprepustno Butterworthovo sito s Sallen-Key strukturo 2. reda z mejno frekvenco pri 300Hz, ki ima slabljenje 40db/dek. Sita višjega reda imajo večje slabljenje, a so bolj zahtevna in vsebujejo več elementov, delovanje vezja pa s sitom višjega reda ne bi bilo bistveno boljše.



Slika 3: Sallen-Key sito z enojnim napajanjem in njegov frekvenčni odziv

Izbrani elementi:

$R3=R4=100k$

$C1=50nF$

$C2=100nF$

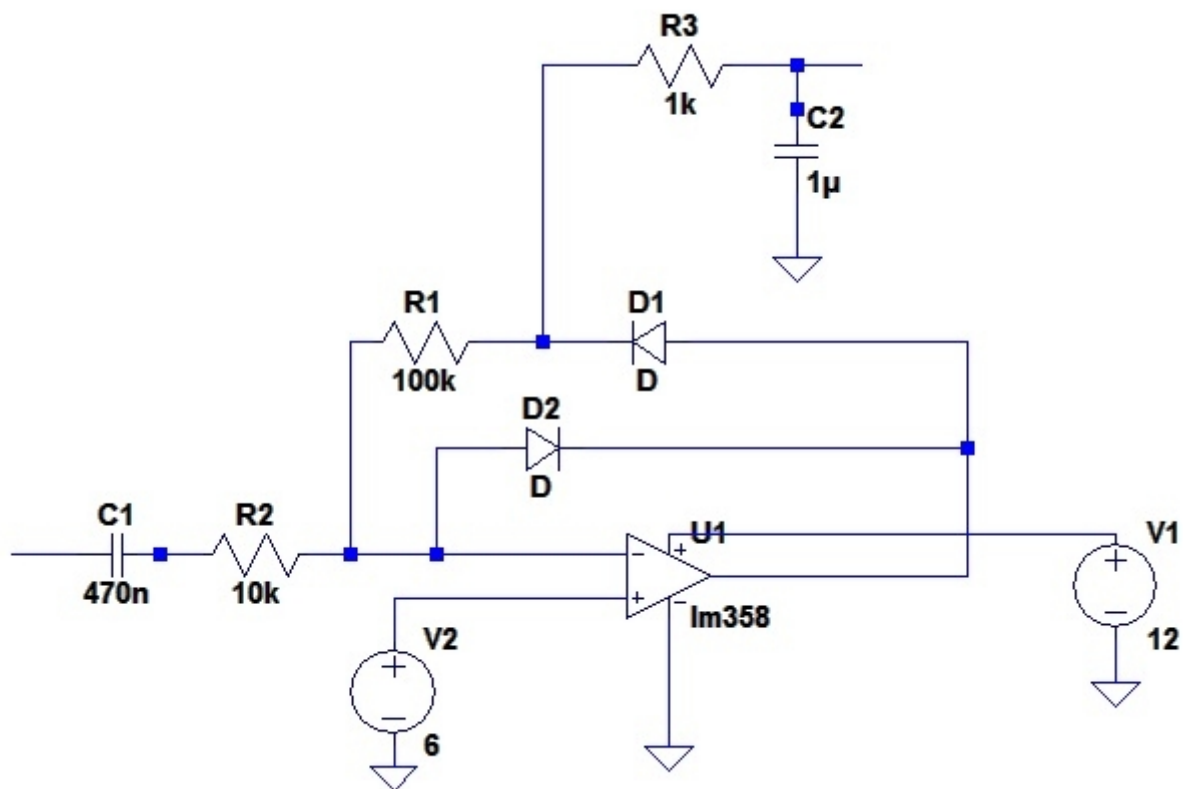
$R1=R2=7.5k$

$f=300Hz$

Opazimo, da se pri višjih frekvencah slabljenje manjša, kar pa za delovanje mojega vezja ne predstavlja težav.

2.5 Usmernik

Usmernik je vezje, ki prepusti le pozitivni ali le negativni del signala. Uporabil sem aktivni polvalni invertirajoči usmernik z ojačanjem 10. Prednost aktivnega usmernika pred pasivnim je, da zaradi negativnega povratnega sklopa ni padca napetosti na diodah zaradi kolenske napetosti, poleg tega imamo tudi možnost ojačanja.



Slika 4: Polvalni invertirajoči usmernik

Usmerjen signal je potreben, ker ga vodimo preko gladilnega sita – povprečevalnika. Če bi neusmerjen signal vodili direktno na komparator, bi dobili zelo kratke impulze, kar za to aplikacijo ne bi bilo dobro.

2.6 Krmiljenje svetlobe

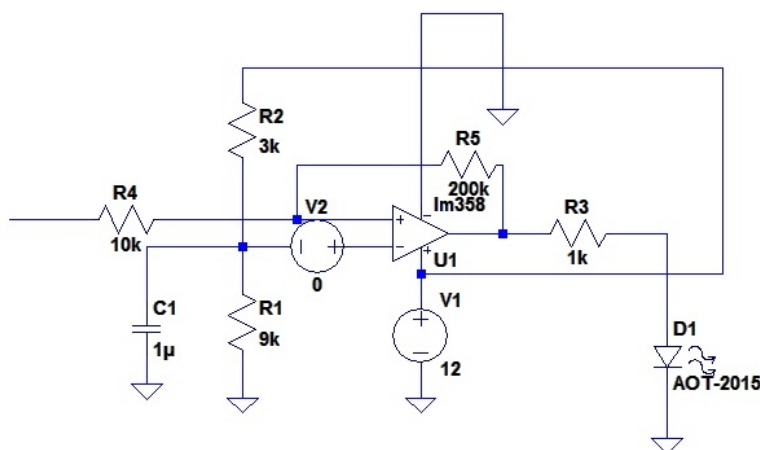
Utripanje svetlobe na izhodu se da narediti na več načinov:

- preko triakov, z žarnico in 230V,
- z odpiranjem tranzistorja in LED diodo,
- s komparatorjem in LED diodo.

Zaradi lažje in varnejše uporabe napajnje 230V ni primerno.

Ker se glasnost spreminja od pesmi do pesmi, se lahko zgodi, da je izhodni signal previsok (LED dioda neprestano sveti) ali prenizek – LED dioda ne sveti. Temu problemu se lahko izognemo z nastavljanjem referenčne napetosti. Ker je to lažje storiti s komparatorjem, sem izbral to možnost. Poleg tega komparator pri odprtju ponuja več toka kot tranzistor, kar je koristno, če je signal le malo nad referenco, a s tem izgubimo možnost različne svetlosti diode, ki jo omogoča tranzistor. Nastavljanje referenčne napetosti omogoča potenciometer na izhodu, za podaljšanje impulzov na izhodu pa je uporabljen komparator s histerezo.

Na izhod potem preko upora priključimo LED diodo.



Slika 5: Komparator s histerezo in nastavljivo referenco ter izhodom na LED diodo

Namesto upora R2 (3 k) je v vezju nato uporabljen spremenljivi upor za nastavljanje reference.

Nastavitev referenčne napetosti:

$$U_{ref} = R1 / (R_{spr} + R1) * U_{napajanje}$$

$$R1 = 9 \text{ k}\Omega$$

$$U_{napajanje} = 12 \text{ V}$$

Za spremenljivi upor sem uporabil 10 k Ω -ski potenciometer.

Komparator s histerezo:

Uporabil sem neinvertirajoči Schmittov prožilnik z nesimetrično histerezo.

Izračun preklopnih napetosti:

$$U_{ztp} = -R_4/R_5 * (-U_{sat}) + (R_4 + R_5)/R_5 * U_{ref}$$

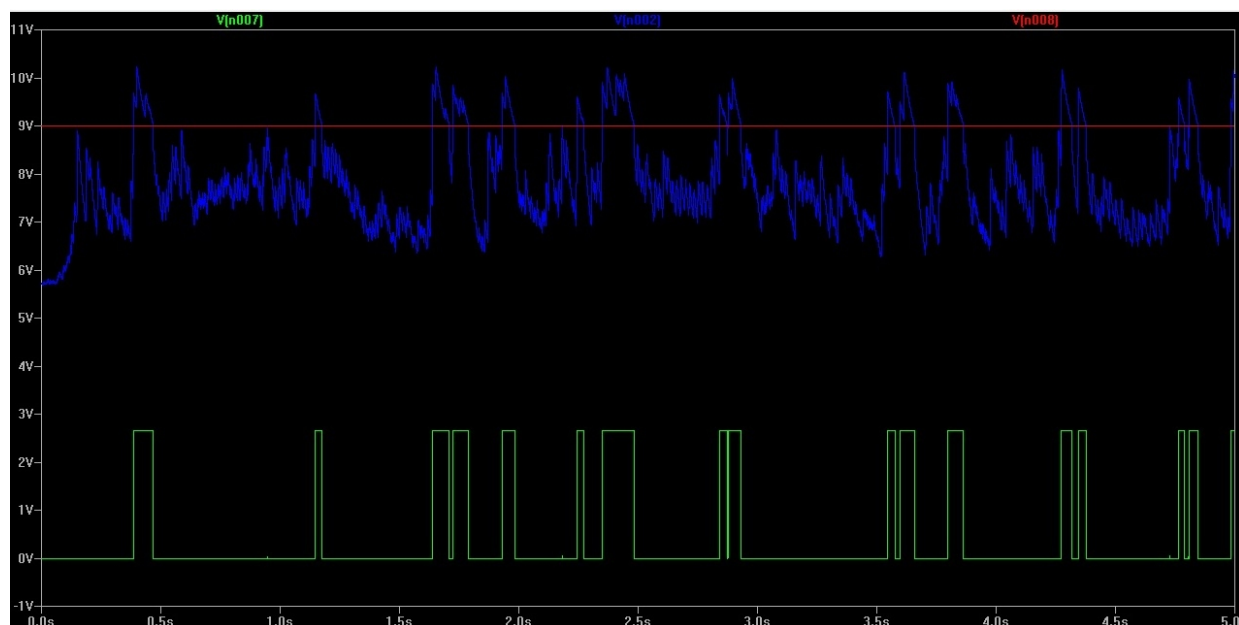
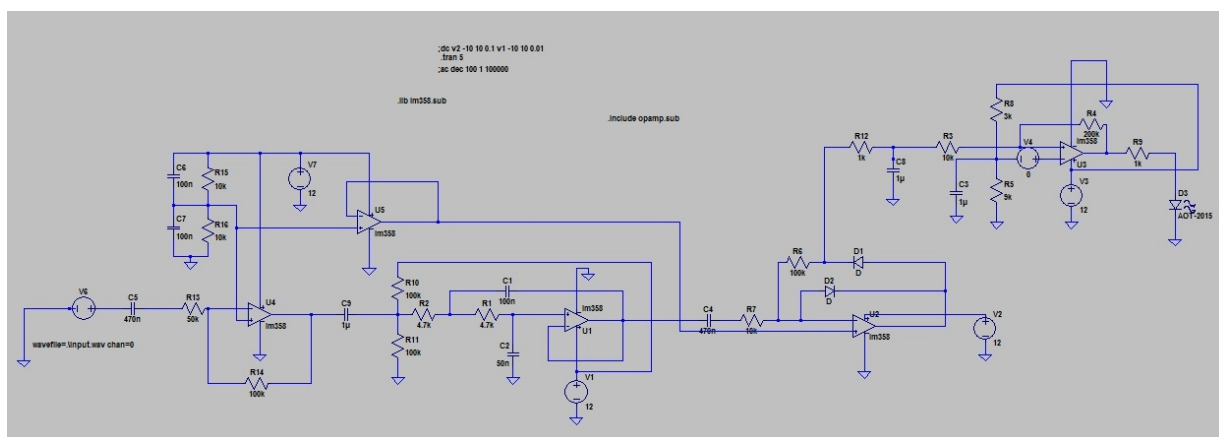
$$U_{\text{stp}}: -R_4/R_5 \cdot U_{\text{sat}} + (R_4 + R_5)/R_5 \cdot U_{\text{ref}}$$

Za $R_4=10 \text{ k}\Omega$, $R_5= 200 \text{ k}\Omega$ in $U_{sat}=12 \text{ V}$ dobimo:

$$U_{ztp} = 1.05 \cdot U_{ref} + 0.6 \text{ V}$$

$$U_{stp} = 1.05 \cdot U_{ref} - 0.6 \text{ V}$$

2.7 Celotno vezje

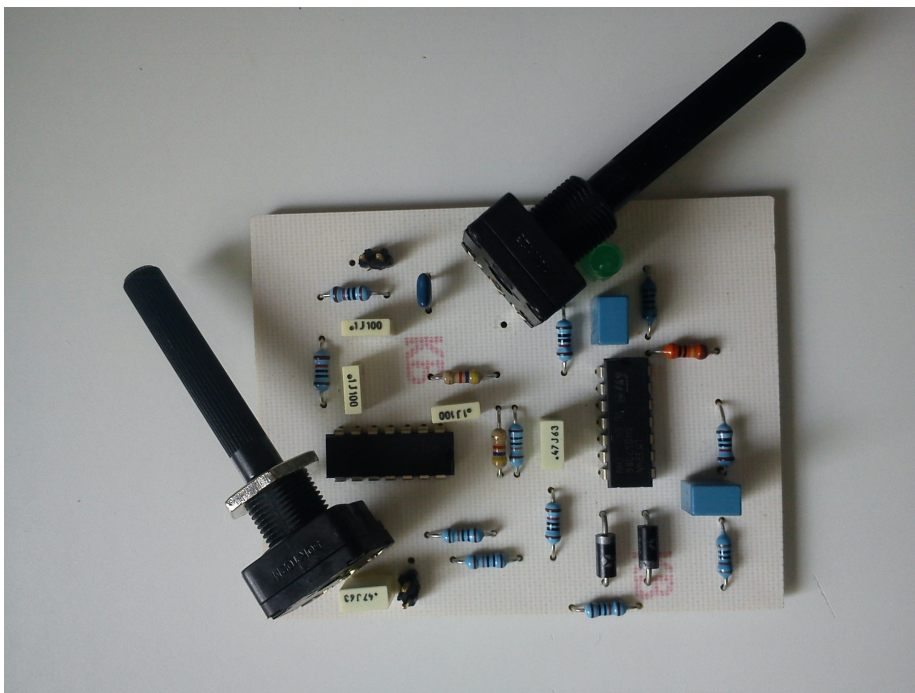


Rdeča: referenčna napetost

modra: signal

zelena: napetost na diodi – utripanje diode

Slika 6: Shema celotnega vezja in primer odziva



Slika 7: Vezje – za praktično uporabo uporabimo večjo Led diodo

3 Zaključek

Vezje se lepo odziva na glasbo. Odziv je včasih prepogost – to je odvisno od glasbe, kar je lahko moteče.

Vezje sem poskusil predelati tako, da bi se samostojno odzivalo na dolgoročne spremembe glasnosti. S tem bi se izognili uporabi potenciometrov. Uporabil sem detektorje amplitude, a se je izkazalo, da so spremembe ali prehitre ali prepočasne in s tem vezje ni več delovalo zadovoljivo.

S spremembo sita iz nizkopasovnega v pasovno-prepustnega ali visokopasovnega lahko z enako topologijo izdelamo tudi light show za srednje in visoke frekvence.

4 Viri in literatura

<http://www.uk-dave.com/wp-content/uploads/sound-2-light.pdf>

<http://www->

[k.ext.ti.com/SRV5/Data/ti/KnowledgeBases/analog/document/faqs/sssklpbu.htm](http://www-k.ext.ti.com/SRV5/Data/ti/KnowledgeBases/analog/document/faqs/sssklpbu.htm)