

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

ERIK KIEFER JUVAN

1-24V Napajalnik

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

V Ljubljani, julij 2012

Kazalo

1	Uvod	1
1.1	Motivacija	1
1.2	Funkcionalni opis vezja	1
2	Glavni del	2
2.1	Beseda o 723 (glej sliko 1.1)	2
2.2	Opis delovanja	3
3	Zaključek	4
3.1	Težave in morebitne izboljšave	4
3.2	Sklepne ugotovitve	4
3.3	Viri	4
3.4	Priloge	5

Poglavje 1

Uvod

1.1 Motivacija

Že dolgo časa sem želel narediti svoj napajalnik, še posebej, ker že predolgo časa uporabljam napajalnik od računalnika, ki nudi samo fiksne izhodne napetosti, in ima tako precej omejeno uporabnost. Zato je idealna priložnost za opraviti projekt, narediti svoj napajalnik srednjih moči, z nastavljivo izhodno napetostjo, ter možnostjo omejitvi izhodnega toka.

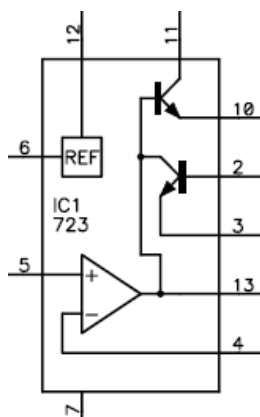
Načrt je izdelati namizni napajalnik, z nastavljivo izhodno napetostjo, tja do 20V, in nastavljivim maksimalnim izhodnim tokom, nekje do 2-3A bo dovolj.

1.2 Funkcionalni opis vezja

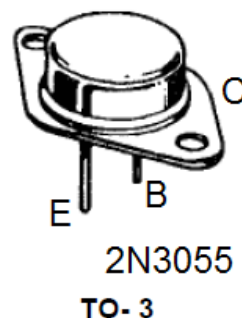
Vir izmenične napetosti je 1.4A 18V 50VA transformator:

- $P_{trafo} = 50VA$
- $U_2 = 18V$ ($U_{2ef} = U_2\sqrt{2} \simeq 25V$ kar bo več kot dovolj velika izhodna napetost (z bremenom bo malo manjša))
- tok sekundarja $I_2 = 1.4A$ (ne bo mi uspelo zadovoljiti začetnim zahtevam, ampak vseeno bo dovolj)

Za regulacijo izhodne napetosti, je uporabljeno integrirano vezje LM723 (univerzalni regulator). Regulator je možno uporabiti samostojno (maksimalni tok $I_{regmax} = 150mA$ in skupno dispacijo moči $P_{regmax} = 1W$ kar je precej malo), vendar je prešibak za večino praktičnih aplikacij. Zato je potrebno uporabiti zunanje tranzistorje, imenovane tudi serijski elementi, ki povečajo tok ter posledično moč. Napajalnik deluje v linearnem načinu, zato so izgube na tranzistorjih lahko zelo velike. Močnostni NPN tranzistor 2N3055 igra vlogo serijskega elementa, ki nudi večino moči. Močnostni upor R5 pa v kombinaciji z 723 nudi tokovno omejitev.



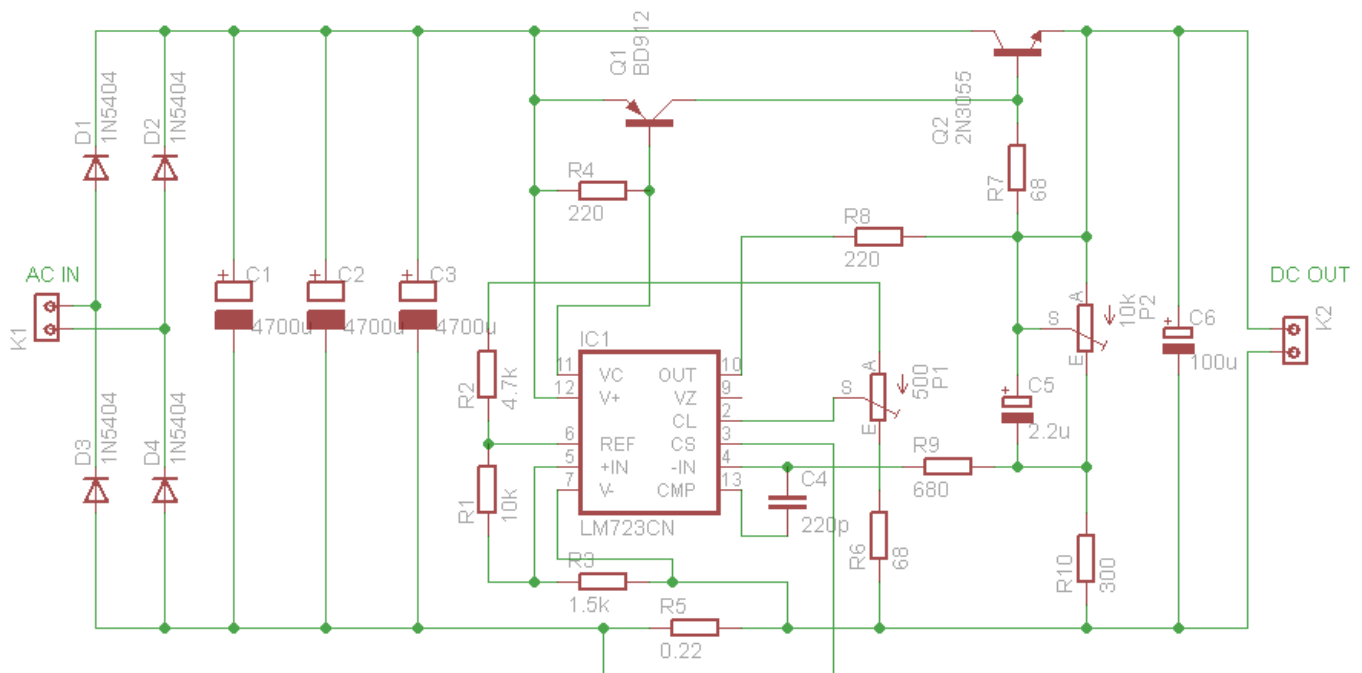
Slika 1.1:
poenostavljena shema
723 regulatorja



Slika 1.2: tranzistor
2N3055

Poglavje 2

Glavni del



Slika 2.1: Shema vezja

2.1 Beseda o 723 (glej sliko 1.1)

723 ima vgrajen referenčni napetostni vir (PIN 6) s tipično izhodno napetostjo 7,15V, ki ga je dovoljeno obremeniti do 15mA. Izhodna napetost je odvisna od stabilnosti tega referenčnega vira.

Tokovna omejitev je preprosto integriran NPN tranzistor, ki se začne odpirati že nekje pri 0,4V in s tem znižuje bazo napetost na integriranemu izhodnemu serijskemu tranzistorju.

Serijski tranzistor ima na izhodne priključke speljane vse tri elektrode, tako kot tranzistor za tokovno omejitev. 723 tako vsebuje:

- referenčni vir napetosti
- ojačevalnik napake (error amplifier)
- tokovno omejitev
- izhodni del

2.2 Opis delovanja

Iz strani transformatorja dobimo izmenično napetost $U_M = U_{2ef}\sqrt{2} = 18V * \sqrt{2} \simeq 25V$, ki gre preko greatzovega mostiča. Ta jo spremeni v DC napetost, ki je zelo hribovita, zato so na izhodu 3-je veliki gladilni kondenzatorji, ki poskrbijo za kar se da stabilno napetost (čim manj "ripple"). Regulator 723 napajamo direktno iz napetosti na kondenzatorjih, ki je še v dovoljenih mejah (do 40V).

Izhodna napetost je nastavljiva s potenciometrom P2 ($10k\Omega$), ki jo (zmanjšano preko uporovega delilnika R10, P2) ojačevalnik napake preko negativne povratne vezave primerja s fiksno napetostjo na upor R3 (U_{R3}). Ta je nastavljena na nekaj manj kot 1V. Ta napetost predstavlja minimalno izhodno napetost napajalnika (glej izhodni uporovni delilnik (P2 in R10), če je P2 = 0, sledi da je izhodna napetost minimalna in je enaka napetosti na IN+, ki je enaka napetosti na R10 (zaradi neg. pov. vezave)).

$$U_{R3} = U_{ref} \frac{R3}{R1 + R3} = 7.15V \frac{1.5k\Omega}{1.5k\Omega + 10k\Omega} = 0.93V \simeq 1V$$

Zaradi take napetosti, ter razmerjem $P2_{max}$ proti R10, dobimo maksimalno izhodno napetost še preden nastavimo P2 na $P2_{max} = 10k$. To je slabost in nam zmanjšuje resolucijo nastavljanja U_{izh} . To bi lahko popravili z povečanjem upornosti R10. Najboljše bi bilo:

$$\begin{aligned} U_{izh_{max}} &= (1 + \frac{P2_{max}}{R10})U_{R3} \\ U_{izh_{max}} &= U_M - U_{CEsat} = U_{2ef}\sqrt{2} - U_{CEsat} = 18V * \sqrt{2} - 1V \simeq 24V \\ \frac{P2_{max}}{R10} &= \frac{U_{izh_{max}}}{U_{R3}} - 1 = \frac{24}{1} - 1 = 23 \end{aligned}$$

Tokovna omejitev je v čipu realizirana z integriranim NPN tranzistorjem, ki se začne odpirati že nekje pri 0,4V in s tem znižuje bazno napetost na integriranemu izhodnemu serijskemu tranzistorju. Tokovna omejitev je nastavljiva s potenciometrom P1 (500Ω). Tokovna omejitev deluje s pomočjo upora R5 ($0,22\Omega$). Za večji izhodni tok bi uporabili nižjo upornost R5.

Izhodni močnostni del je preprost, saj je uporabljen le en izhodni tranzistor. Ta spusti na sebi razliko napetosti (tu se vidi zakaj lahko pride do velike porabe moči na tem serijskem elementu, saj v primeru velikega bremena majhne izhodne napetosti tranzistor Q2 porablja na sebi zelo veliko moči). Ojačanje izhoda 723 je narejeno s PNP tranzistorjem Q1 srednje moči BD912.

Pri montaži je pomembno da je upor R5 ter diode D1 do D4 od ploščice oddaljeni nekaj milimetrov, ker se ob večjem toku grejejo.

Poglavje 3

Zaključek

3.1 Težave in morebitne izboljšave

Prva stvar, ki bi jo, in tudi jo bom zamenjal sta potenciometra, saj sta trenutna, zelo groba, nastavljanje kolikor toliko točne napetosti, je igra spretnosti, in živcev, zato bi bilo veliko bolje nadgraditi z boljšimi in bolj finimi trimmerji. Naslednja stvar, ki je potrebna pri resni uporabi tega napajalnika so hladilna telesa, ki jih trenutno ni, vendar pa so za večje moči obvezni. Se pravi hladilno telo za močnostni NPN tranzistor 2N3055, ter za PNP tranzistor BD912.

Potreboval bi boljše ohišje in primerno izolacijo od visoke omrežne napetosti, to je nujno če bi želel napajalnik redno uporabljati. Močnejši transformator (za večje tokove na sekundarju), bi bil naslednja izboljšava.

Višjo omejitev izhodnega toka, je možno doseči, z menjavo močnostnega upora R5, z manjšo upornostjo, npr. 0.18Ω , ali pa 0.15Ω

Zelo uporabno bi bila, možnost iti z izhodno napetostjo do 0V ($U_{izh} = 0V$), za kar bi bilo potrebno uporabiti drugo integrirano vezje, npr. LT3080, in spremeniti topologijo vezja. Dalo bi se dodati še digitalni del (mikroprocesor), ki bi skrbel za prikaz napetosti in toka. To bi bila zelo velika izboljšava.

3.2 Sklepne ugotovitve

Gradnja napajalnika, je bil eden večjih projektov, ki sem jih naredil in z končnim izdelkom sem zelo zadovoljen. Zdi se mi, da bo lahko kar uporabno, vendar je pa za ta korak potreba poskrbeti za varnost in ne samo za funkcionalnost.

Ker je to linearni regulator, je v njem veliko izgub, zato se mi zdi, da bo naslednji projekt, pri izgradnji napajalnikov, zagotovo stikalni napajalnik.

Končna misel: izdelek izpolnjuje svoj namen, pa čeprav ni pri tem najbolj učinkovit.

3.3 Viri

LM723 Datasheet

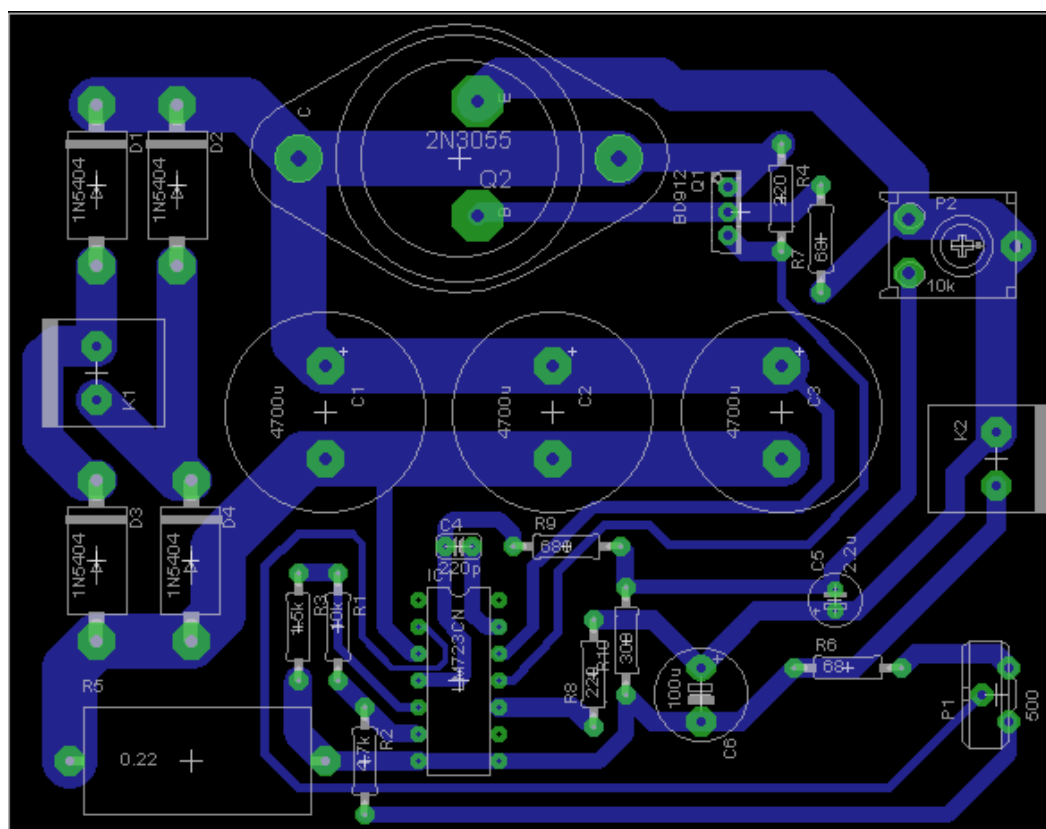
2N3055 Datasheet

<http://hmin.tripod.com/als/andysm/pages/analog3.html>

<http://www.reber.si/>

3.4 Priloge

- Tiskano vezje:



Slika 3.1: TIV