

Fakulteta za elektrotehniko

Metod Celestina

## **Stabilizirani napajalnik s tokovno omejitvijo**

Seminarska naloga pri predmetu Elektronska vezja

# KAZALO

1.	Uvod.....	1
1.1.	Namen in uporaba izdelka .....	1
2.	Delovanje .....	1
3.	Izdelava .....	4
4.	Rezultati meritev .....	5
5.	Viri .....	7

## 1. Uvod

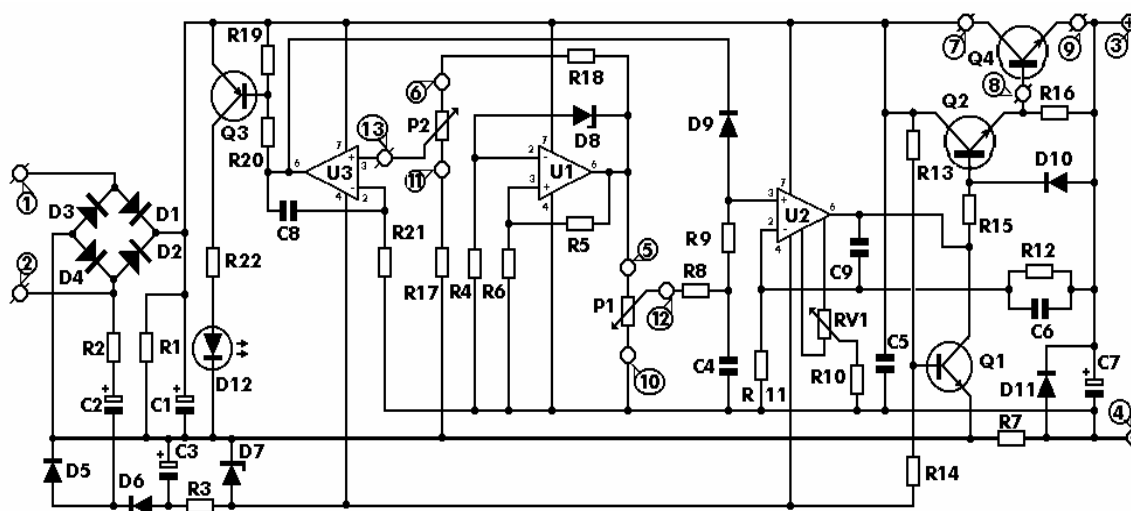
Za seminarsko nalogo pri predmetu Elektronska vezja sem izdelal stabiliziran napajalnik s tokovno omejitvijo. Za to temo oz. izdelek sem se odločil preprosto, ker sem ga potreboval pri napajanju manjših vezij v domači delavnici. Na trgu je sicer dostopno mnogo podobnih izdelkov, jaz pa sem se odločil, da ga izdelam sam.

### 1.1. Namen in uporaba izdelka

Napajalniki so elektronski sklopi, katerih osnovna naloga je pretvarjanje izmenične (omrežne) napetosti v spremenljivo enosmerno napetost obenem pa morajo omogočati tudi določeno obremenitev. Namen stabilizacije je, da napajalnik ohrani konstantno izhodno napetost, ne glede na breme.

## 2. Delovanje

Električna shema:



Vezje lahko v grobem razdelimo na pet delov:

- Transformator
- Greatzov usmernik in glajenje
- Referenčna napetost
- Ojačevalnik referenčne napetosti in izhodna stopnja
- Tokovna omejitev

Transformator transformira omrežno napetost iz 230V na 24V. Ta napetost se na Greatzovem usmerniku polnovalno usmeri. V izdelanem vezju je usmernik izveden s štirimi diodami (D1...D4). Napetost na izhodu usmernika je zglajena z velikim kondenzatorjem C1. Napetost na tem kondenzatorju je še vedno valovita, vendar dovolj stabilna, da se lahko uporabi za napajanje operacijskih ojačevalnikov. Operacijski ojačevalniki imajo dovolj velik faktor PSSR (power supply rejection ratio), da je napetost na njihovem izhodu stabilna, kljub valovitem napajanju. Tipična vrednost PSSR za uporabljene operacijske ojačevalnike (TL081) je 100 dB.

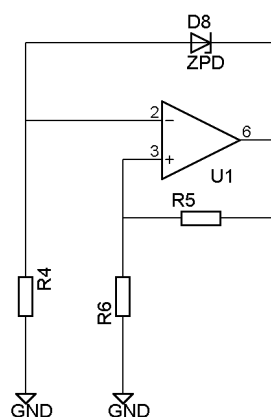
### **Referenčna napetost**

Referenčno napetost dobimo z naslednjim vezjem (napajanje ni narisano):

Ker je ojačevalnik v linearnem območju velja:

$$U_{izh} - U_z = U_{izh} \frac{R_6}{R_5 + R_6}$$

$$\text{Za } R_5 = R_6 \text{ je } U_{izh} = 2 \cdot U_z = 11.2 \text{ V}$$



Izhod tega vezja se potem še ojači v ojačevalniku, ki je izveden s pomočjo operacijskega ojačevalnika v neinverzirajoči konfiguraciji. Ta ojačenje tega ojačevalnika je:

$$A_U = 1 + \frac{R_{12}}{R_{11}} = 1 + \frac{56000}{27000} = 3.07$$

Ojačenje tega ojačevalnika je fiksno in pri referenčni napetosti 11.2V je tako maksimalna izhodna napetost približno 33V, če je seveda napajalna napetost operacijskega ojačevalnika dovolj visoka. Povratna vezava ni pripeljana z izhoda operacijskega ojačevalnika, ampak z izhoda napajalnika. To pomeni, da operacijski ojačevalnik preko povratne vezave zagotovi, da je izhod napajalnika trikratnik vhodna napetosti. Izhodna napetost se spreminja tako, da spreminjamo napetost na vhodu tega ojačevalnika s pomočjo potenciometra P1. Ker želimo, da je izhodna napetost tudi 0V, je potrebno poskrbeti, da je potencial negativnega napajanja U2 še nekoliko nižji od negativne izhodne sponke, kar dosežemo C3 in D7. Za U1 to ni potrebno, ker je izhodna napetost U1 vedno 11.2V.

Trimerjem RV1 zagotovimo, da je kljub raznim netočnostim elementov in ostalim vplivom napetost na izhodu 0 pri povsem zaprtem potenciometru P1.

### ***Tokovna omejitev***

Za tokovno omejitev skrbi operacijski ojačevalnik U3. Na neinverzirajočo sponko tega ojačevalnika je pripeljana fiksna napetost, ki pa je spremenljiva in se nastavlja z potenciometrom P2. S to napetostjo doočimo tok, pri katerem se bo vklopila tokovna zaščita. Na invertirajoči sponki U3 pa je napetost s senzorskega upora R7, ki je 0.47 – ohmski močnostni upor.

Dokler je tok dovolj majhen oz. je potencial – sponke ojačevalnika nižji od + sponke zato je izhod U3 v pozitivnem nasičenju in dioda D9 je zaprta. Ko se tok poveča toliko, da je potencial – sponke višji, se izhodna napetost zniža, dioda D9 se odpre in preko nje teče nek tok, ki povzroči, da se napetost + sponke U2 zniža. S tem U3 zagotovi, da sta potenciala + in – sponke enaka, kar pomeni, da na izhodu teče konstanten tok.

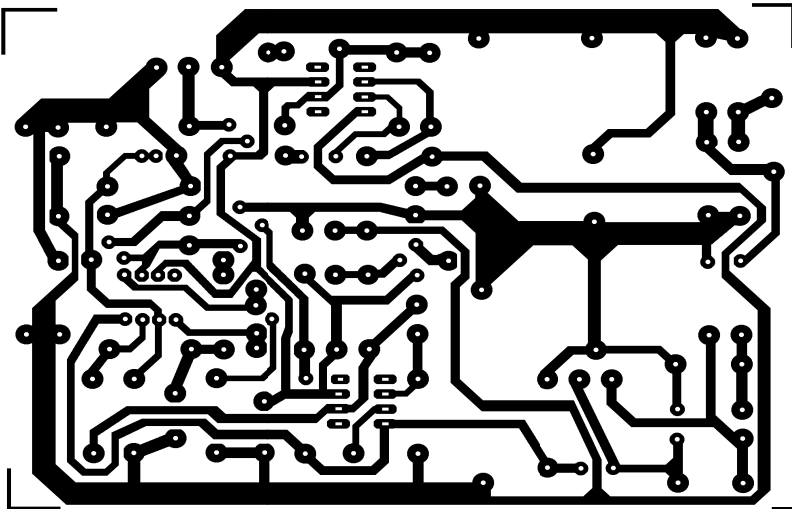
Obenem ko se napetost na izhodu U3 zniža steče tok preko R19 in R20, tranzistor Q3 se odpre in LED dioda D12, ki služi kot indikacija vlopa tokovne zaščite, se prižge.

### 3. Izdelava

*Postopek izdelave je vseboval naslednje faze:*

- Izdelava (jedkanje) ploščice
- Spajkanje komponent na ploščico
- Namestitev v ohišje

*Slika tiskanine:*



*Seznam uporabljenih komponent:*

- R1 = 2,2 KOhm 1W
- R2 = 82 Ohm 1/4W
- R3 = 220 Ohm 1/4W
- R4 = 4,7 KOhm 1/4W
- R5, R6, R13, R20, R21 = 10 KOhm 1/4W
- R7 = 0,47 Ohm 5W
- R8, R11 = 27 KOhm 1/4W
- R9, R19 = 2,2 KOhm 1/4W
- R10 = 270 KOhm 1/4W
- R12, R18 = 56KOhm 1/4W
- R14 = 1,5 KOhm 1/4W
- R15, R16 = 1 KOhm 1/4W
- R17 = 33 Ohm 1/4W
- R22 = 3,9 KOhm 1/4W
- RV1 = 100K trimmer
- P1, P2 = 10KOhm linearni poteciometer
- C1 = 3300 uF/50V elektrolitski kond.
- C2, C3 = 47uF/50V elektrolitski kond.
- C4 = 100nF poliestrski kond.
- C5 = 200nF poliestrski kond.

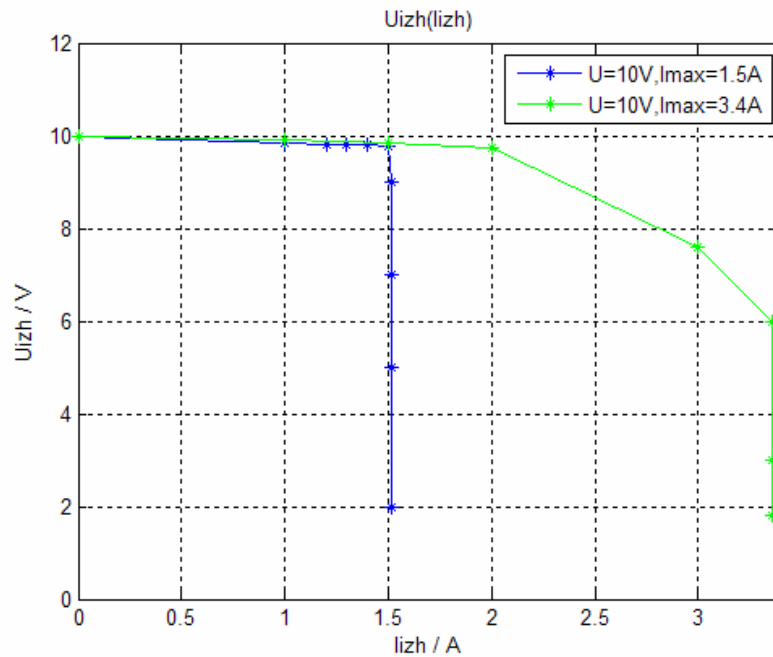
C6 = 100pF keramični kond.  
 C7 = 10uF/50V elektrolitski kond.  
 C8 = 330pF keramični kond.  
 C9 = 100pF keramični kond.  
 D1, D2, D3, D4 = 1N5402,3,4 diode 2A - RAX GI837U  
 D5, D6 = 1N4148  
 D7, D8 = 5,6V Zener dioda  
 D9, D10 = 1N4148  
 D11 = 1N4001 dioda 1A  
 Q1 = BC548, NPN tranzistor  
 Q2 = 2N2219 NPN tranzistor  
 Q3 = BC557, PNP tranzistor  
 Q4 = 2N3055 NPN močnostni transistor  
 U1, U2, U3 = TL081, op. ojačevalnik  
 D12 = LED dioda

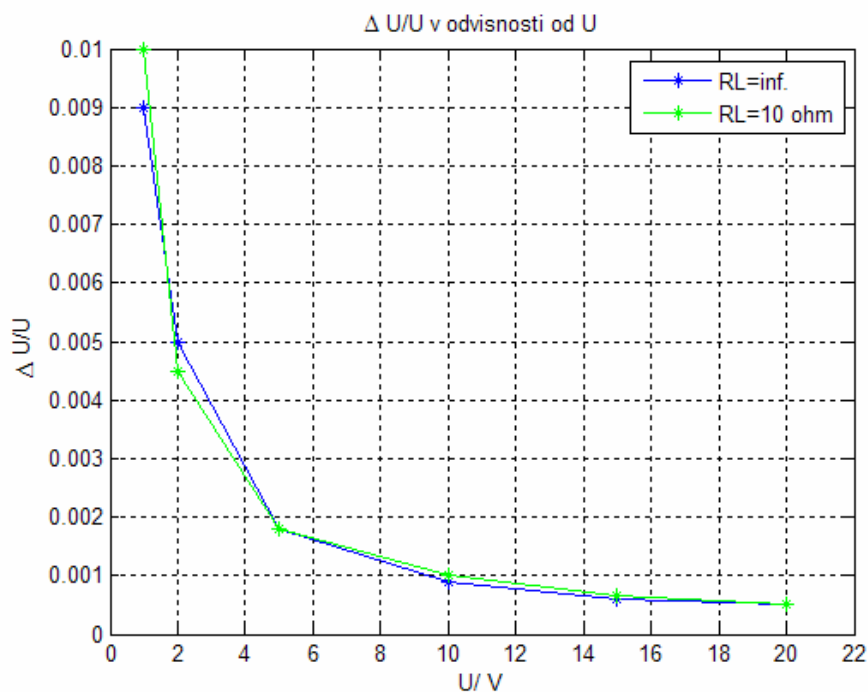
## 4. Rezultati meritev

$U_{izhmin}=4 \text{ mV}$   
 $U_{izhmax}=20.3 \text{ V}$

Tokovna omejitev:  $I_{Lmax}= 2 \text{ mA} \dots 3.37 \text{ A}$

***Odvisnost izhodne napetosti od izhodnega toka pri  $U=10 \text{ V}$ , pri različnih tokovnih omejitvah.***



**Odvisnost valovitosti izhodne napetosti od izhodne napetosti**

Pri meritvah narejenih v laboratoriju sem ugotovil naslednje:

- Obseg izhodne napetosti je od 0 do cca. 20 V. Pri popolnoma zaprtem potenciometru P1 je bila vseeno na izhodu neka minimalna napetost, katero bi bilo potrebno skompenzirati s trimerjem RV1.
- Valovitost izhodne napetosti je majhna in je v interesantnem napetostnem področju pod 1%.
- Tokovna omejitev je nastavljiva v območju od 2 mA do 3.37 A.
- Izhodna karakteristika je precej dobra pri manjših tokovih, pri višjih pa se je izkazalo, da izhodna napetost upade, kar je posledica nekoliko prešibkega transformatorja.
- Kot zelo uporaben se je izkazal 2 kohm linearen potenciometer z 5 obrati, ki sem ga dodal serijsko k potenciometru za nastavljanje napetosti in je služil za fino nastavljanje napetosti.



## 5. Viri

- Načrt napajalnika  
<http://www.electronics-lab.com/projects/power/003/index.html>
- TL081 datasheet  
<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tl081.pdf>