

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko

Miha Petrič

## **Laboratorijski usmernik 0-40V,4A**

Seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

V Ljubljani, April 2009

## UVOD

Dober stabiliziran laboratorijski usmernik je osnova vsakega laboratorija ali domače delavnice, zato sem se tudi jaz odločil, da ga naredim.

Usmernik omogoča dobro stabilizacijo napetosti, ki je v širokem območju zvezno spremenljiva, ter tokovno omejitev, ki prepreči marsikatero okvaro.

Izhodna napetost je zvezno spremenljiva od 0 do 40V, pri izhodnem toku 4A.

Izhod je tokovno omejen in zaščiten pred napačnimi izhodnimi pogoji, kot so obratna napetost ali prevelika napetost, ki bi jo pripeljali na izhodne sponke.

## GLAVNI DEL

Vežje sloni na integriranem regulatorju napetosti LM723 ter dveh operacijskih ojačevalnikih, ki ju dobimo v integriranih vezjih LM741. Tisti, ki bolje poznajo vežje 324, vedo, da je najmanjša napetost, ki jo normalno dobimo iz integriranega vezja relativna +2V proti priključku V.

Ta je normalno priključen na +0V in je tako minimalna izhodna napetost okrog 2V. Ta problem obidemo s priključitvijo sponke V na negativni potencial približno -2V.

Taka izhodna napetost lahko pade na +2V proti sponki V, to pa je v tem primeru 0V.

Negativni signal dobimo s uporabo dveh transformatorjev. Tr. 1 ima navitje 2x12V in 0,4A, medtem, ko ima glavni transformator Tr. 2 2x33V in 4A. Shema celotnega vezja ni preveč zapletena in lahko delovanje kar hitro razberemo iz sheme.

Integrirana vezja IC2 prek potenciometra P1 regulira zvezno spreminjanje napetosti, medtem ko vezje IC3 potenciometrom P2 določa prag delovanja tokovne zaščite.

Trenutek, ko se vklopi tokovna zaščita, takoj signalizira svetleča LED dioda D7.

Z uporabo R4 in R16 fino nastavimo največji tok in napetost. Vežje je prek upora R9 povezano z močnostnim delom, ki ga predstavlja tranzistor T2, vezan v vezavi darling s tremi vzporedno vezanimi močnimi tranzistorji. Ti so zaščiteni oz uglašeni prek uporov R17 do R20. Za močnostne tranzistorje sem uporabil znane 2N3055, ki s svojim 115W ustrezajo našim potenciometrom P3 in P4 nastavimo občutljivost in doseg merilnih instrumentov, ki kažejo napetosti in tok, ki teče v porabnika. Kondenzator C12 prispajkamo neposredno na izhodne sponke.

Shema laboratorijskega usmernika

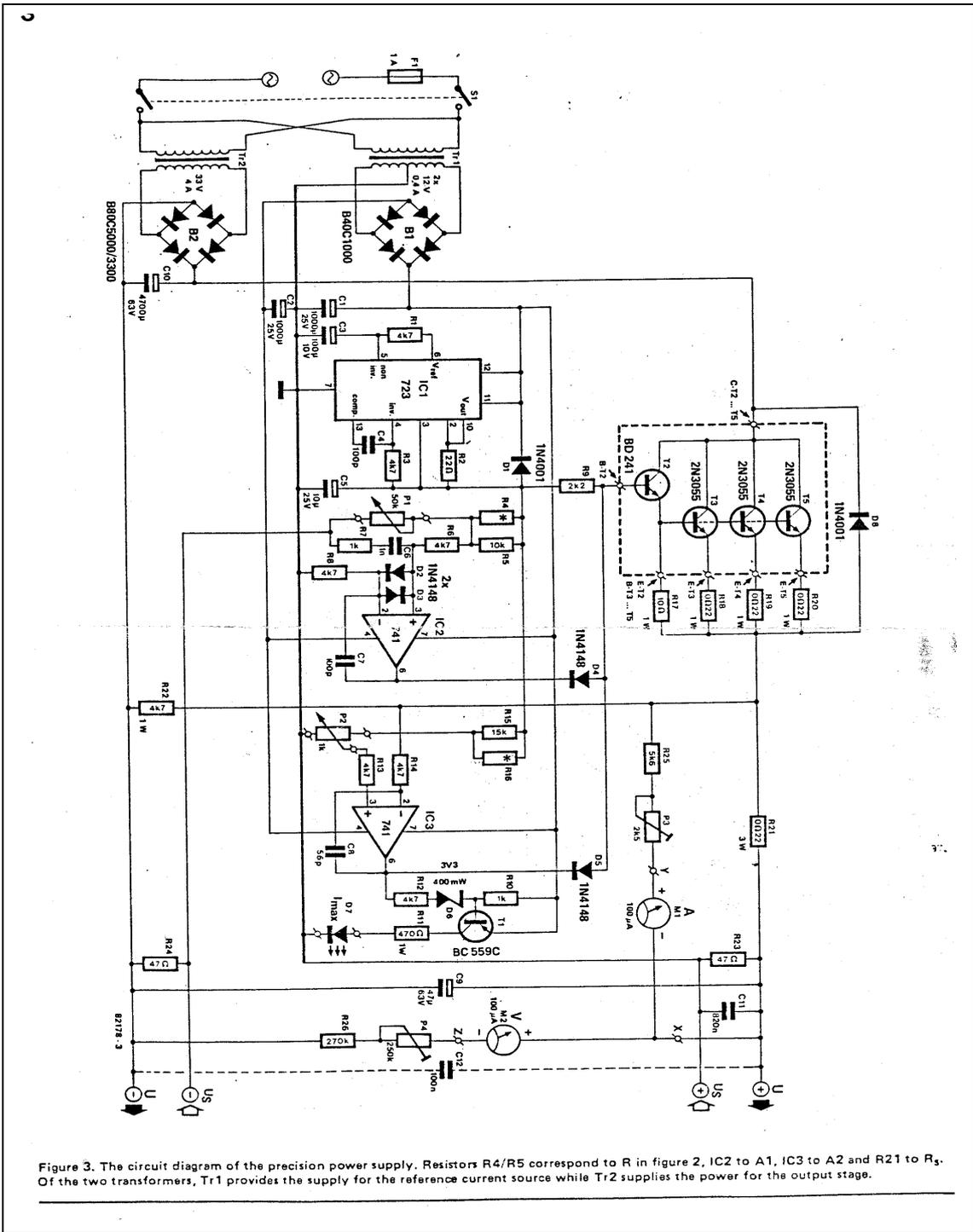


Figure 3. The circuit diagram of the precision power supply. Resistors R4/R5 correspond to R in figure 2, IC2 to A1, IC3 to A2 and R21 to R<sub>5</sub>. Of the two transformers, Tr1 provides the supply for the reference current source while Tr2 supplies the power for the output stage.

Gradnja tiskanega vezja ne predstavlja nobenega posebnega problema. Ploščica je dokaj velika in zelo dobro pregledna, da prenese tudi večje elemente. Vrstni red gradnje je običajen, najprej upori potem povezave K ter nato ostali elementi.

Integrirana vezja je priporočljivo vgraditi v podnožja in to sem tudi storil.

Kondenzatorja C10, ki gladi napetost, ja lahko tudi večji. Sam sme vgradil dva kondenzatorja po 4700 $\mu$ F in ju pokončno pritrtil na ploščico. V tem primeru sem moral nekoliko prirediti ploščico po merah naših kondenzatorjev. Pazimo predvsem na polariteto diod. Upore od R18 do R21 lahko navijemo tudi iz 0,4mm debele in 22 cm dolge uporovne žice, ki jo navijamo na dvojno spiralo ij jih prispajkamo na ploščico. Močnostni tranzistorji so pritrjeni neposredno na ohišje in na hladilnik z 2°/W.

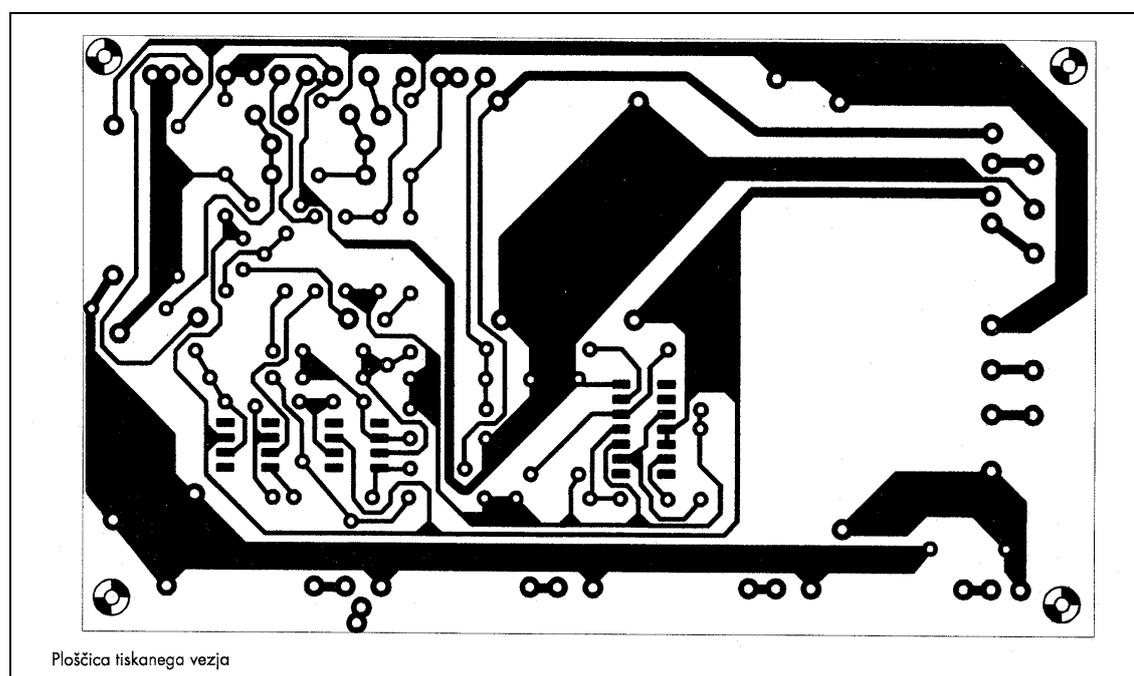
Tranzistorje pred montažo namažemo s pasto, da dosežemo boljše prevajanje toplote.

S sljudnimi lističi tranzistorje izoliramo od ostalega ohišja, saj je ohišje samo ozemljeno.

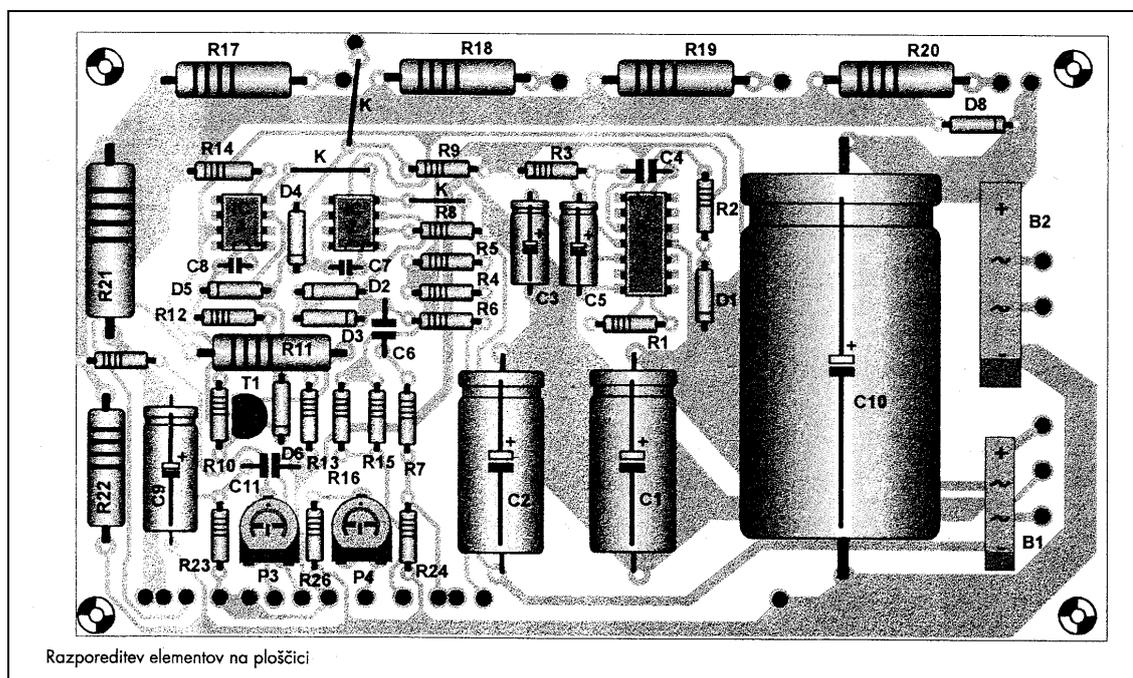
Na čelno ploščo bi moral prvotno vgraditi kazalčne inštrumente, jaz pa sem se odločil da jih nadomestim z digitalnim prikazovalnikom.

Za regulacijo napetosti sem uporabil dva potenciometra en za grobo nastavljanje napetosti, drugi pa za fino nastavljanje napetosti. Potenciometer P1 je ostal 50k $\Omega$  temu pa sem dodal še en potenciometer za 2,2 k $\Omega$ .

Tiskano vezje:



Postavitev elementov:



Za boljše in natančnejše odčitavanje nastavljenе napetosti sem uporabil dvojni preklopnik, ki mi v enem položaju omogoča odčitavanje polne napetosti, v drugem pa samo do 20 V. Zato moramo narisati tudi dve skali, in sicer eno do 40 V, drugo pa do 20 V. Vendar pa se v tem primeru pojavi problem preobremenitve kazalčnega instrumenta. Da to napako preprečimo, moramo narediti varovalo instrumenta. Zaporedno instrumentu vežemo dve silicijevi diodi, npr. 1N914.

**REZULTATI MERITEV:**

Kratek stik:

$$U_{\min} = 88\text{mV}$$

$$U_{\max} = 40,9\text{V}$$

$$I_{\max}(\text{kratek stik}) = 4,71\text{A}$$

Brum pri odprtih sponkah:

U (V)	U (valovitost) (ac)	Šum
5V	0,5mV	20mVpp
12V	0,5mV	20mVpp
max	0,5mV	20mVpp

Valovitost pri  $8\Omega$  :

U(V)	I(A)	U (Valovitost)
5V	0,607	0,5mV
12V	1,047	0,5mV

Valovitost pri različnih vrednostih bremena:

$8\Omega$			$4\Omega$		$2\Omega$	
U(V)	I(A)	Valovitost(V)	I(A)	Valovitost(V)	I(A)	Valovitost(V)
5	0,63	0,6m	1,19	0,7m	2,42	1,1m
10	1,26	0,75m	2,55	1,16m	4,8	5,2m
15	1,9	0,9m	3,7	1,55m	/	/
20	2,5	1,15m	4,85 (19,6V)	11,1m	/	/
25	3,12	1,37m	/	/	/	/
30	3,73	1,6m	/	/	/	/
35	4,36	0,4	/	/	/	/
36	4,52	1,52	/	/	/	/

Notranja upornost:

$$R_n = (U_2 - U_1) / (I_2 - I_1)$$

U(V)	Notranja upornost (mΩ)
0	0
5	0
10	5
15	7,3
20	7,2
25	7,7
30	7,5

## ZAKLJUČEK:

Predstavljeni usmernik je dokaj prikladna naprava za domačo uporabo. Usmernik zadovolji potrebam po stabilni napetosti z možnostjo nastavitve, obenem pa omogoča še omejevanje toka, kar pri nekaterih aplikacijah lahko s pridom uporabimo kot tokovni vir s prav tako nastavljivim tokom.

Usmernik je dober za napajanje baterijskih polnilnikov, ki potrebujejo dobro stabilizirano napetost z majhno valovitostjo, predvsem so to izvedbe z mikroprocesorjem.

Možnost imamo tudi za nadgradnjo, saj lahko realiziramo dvojno napajanje, vendar samo za manjše tokove, če se držimo načrta, sicer bi morali zamenjati transformator s takšnim, ki bi dovoljeval večje tokovne obremenitve, kot tudi stabilizacijski del, saj IC1 na osnovi 723 sam ne more zagotavljati velikih tokov, zato bi bilo potrebno dodati še močnostni tranzistor na izhod.

Da pa se obstoječi napajalnik nekoliko "naviti" v kolikor ne pretiravamo, saj lahko s paralelno vezavo R16 k uporabi R15 nekoliko povečamo maksimalni tok, vendar POZOR! Transformatorja ne smemo preobremenjevati s tokom, ki bi presegal 4A, saj bi se pregrel in uničil. Prav tako bi slej ko prej odpovedal Graetzov stik, saj je predviden v normalnih razmerah maksimalno za 5A, po izkušnjah sodeč pa še za 20% manj, če želimo zanesljivejše delovanje.

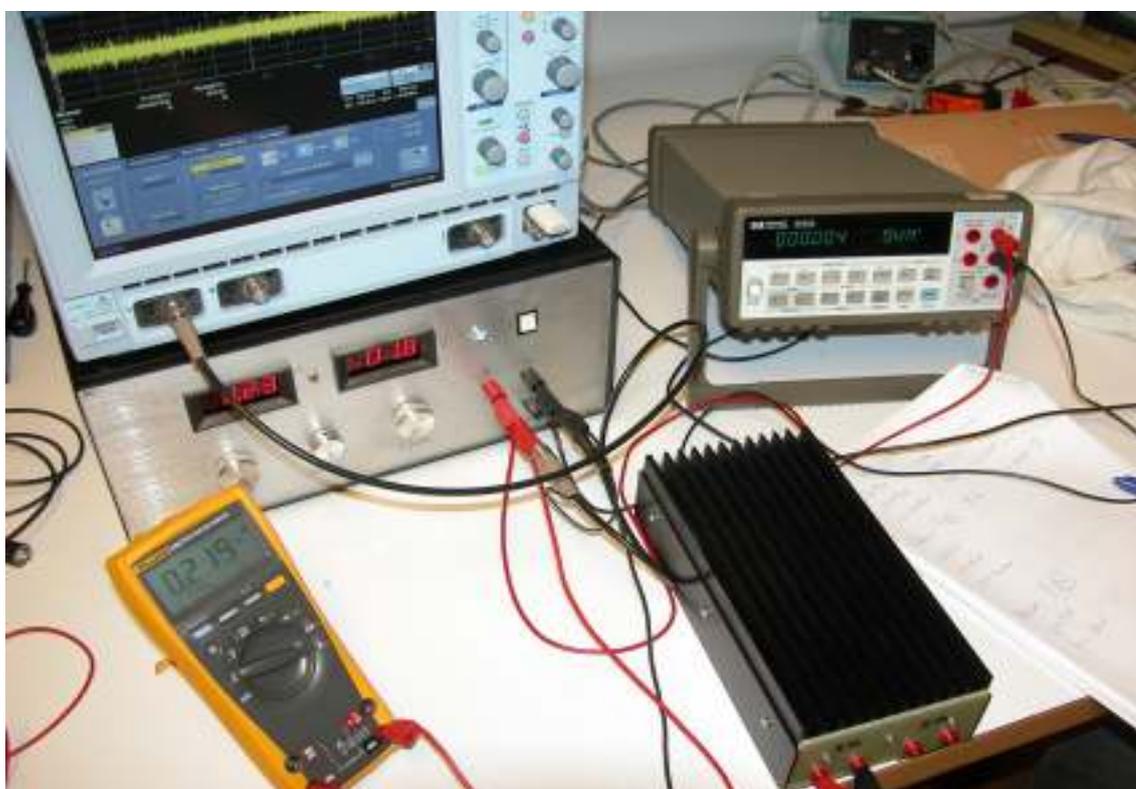
Proti temu sem se poskusil "izogniti" še z dodatno zaščito na sekundarnem tokokrogu, zato sem dodal še varovalko za 5A, ki preprečuje podobne eksperimente, ki bi sicer vodili do kaj hitre odpovedi ene izmed komponent.

Še nekaj besed o varnosti naprave: ker so tranzistorji T2 do T5 pritrjeni na hladilno telo, to pomeni, da je potencial kolektorjev direktno tudi na hladilnem telesu, zato mora biti le to izolirano od kovinskega ohišja usmernika.

To je sicer povezano z ozemljitvenim kablom, ki naj bi varoval uporabnika v primeru stika faze z ohišjem. Pomembno je tudi to, da zagotovimo primeren prostor, v katerem

napravo uporabljamo. Nahajati se mora stran od vnetljivih snovi in predmetov, stati na trdni podlagi, imeti mora dovolj prostora okoli sebe, da se lahko optimalno hladi. Uporaba neizoliranih kovinskih predmetov v bližnji okolici ni priporočljiva, saj lahko pride do kratkega stika izhodnih sponk. Edina težava je bil nakup toroidnega transformatorja, saj sem ga dal delat po naročilu.

### SLIKE MERITVE:





**SLIKE USMERNIKA:**

