

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Seminarska naloga pri predmetu Seminar
Usmernik 1230 (2-24V / 5A)

Avtor: Primož Zelenšek, 64030198
Mentor: Marko Jankovec

Trbovlje, 13.2.2012

KAZALO:

1. Uvod	4
2. Specifikacije	4
3. Časovni in finančni plan	5
3.1 Časovni plan	5
3.2 Finančni plan	5
4. Zasnova napajalnika	6
4.1 Shema vezja	7
4.2 Shema tiskanine	8
5. Ohišje	9
5.1 3D model	9
6. Izdelek skozi nekaj faz	10
7. Testiranje	11
8. Senzam elementov	12
Reference	13

Ključne besede

Usmernik, stabiliziran, nastavljiv, LM723, ...

Povzetek

Želja po izdelavi lastnega usmernika za domačo uporabo je bila dolgo prisotna. V dokumentaciji prilagam potrebne opise, sheme in ostale podatke izdelave.

1. Uvod

Cilj seminarske naloge je bil izdelati usmernik, ki bo zadostil osnovne potrebe po nastavljivi napetosti in zadostnem toku v domačem laboratoriju. Shemo sem načrtoval v programu Eagle 2012. Vezje je bilo izdelano na rezkalniku v laboratoriju Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani v laboratoriju elektronikov ob pomoči Jožeta Stjepana. Ohišje je bilo izdelano po izrisanem 3D modelu v CAD programu (Autocad 2013). Sintrano je bilo na stroju EOSINT P385 v podjetju RTCZ d.o.o. Kitanje in barvanje ohišja v avtoličarski delavnici Drolc Dušan s.p.

2. Specifikacije

Vezje temelji na čipu LM723, ki je eden najbolj uveljavljenih čipov za reguliranje napetosti. Usmernik omogoča zvezno spremenljivo reguliranje napetosti in zgornjo tokovno omejitev. Spodnja minimalna izhodna napetost je 2V, saj čip ne omogoča izhodne napetosti pod tem nivojem. Lahko bi se negativno izhodno sponko z dodatkom v vezju spustilo za 2V, vendar sem ocenil, da relativne ničle ne potrebujem. Prav tako sem ocenil, da ne potrebujem zvezne tokovne omejitve. Je pa pripravljen izhod na ohišju, tako da lahko kasneje z manjšo korekturo vezja tudi to dopolnim.

Podatki:

- Vhodna napetost: 230V
- Transformator: vhod 230V, izhod (2 x 25V, 2 x 12V) 275VA
- Izhodna napetost: 2-24 V nastavljiva
- Izhodni tok: 5 A (max tok)
- Izhodna odstopanja napetosti pri obremenitvi: 2 % maks.

Ohišje in izbor transformatorja je dimenzionirano tako, da omogoča nadgradnjo vezja za fiksne simetrične napetosti. Ideja je vgraditi vezje z +12V, -12V in +5V, -5V. Nadgradnja ni predmet tega projekta.

3. Časovni in finančni plan

3.1 Časovni plan

OPRAVILO	Št. ur
Idejno načrtovanje	30
Risanje sheme	15
Izdelovanje vezja	10
Risanje ohišja	25
Kompletiranje izdelka	20
Testiranje	5
Pisanje dokumentacije	8
Ostalo	20
SKUPAJ:	133

3.2 Finančni plan

ELEMENTI	Cena v €
1x toroidni transformator (230V/24V/12V)	34
1 x LM732	0.87
2 x kondenzator 3300uF	11.18
3 x kondenzator 4700uF	13.77
1 x 20K nastavljiv potenciometer (multiturn)	22
2 x hladilnik Fischer BK79 96x100mm	20
Ohišje	100
Ostalo (tranzistorji, upori, kondenzatorji, kabli, puše, vijaki, itd)	20
SKUPAJ:	221.82€

Cene so z DDV in prepisane iz spletne trgovine Farnell, Hitelektronika (predračun), HTE elektronika, ...

4. Zasnova napajalnika

Vezje lahko razdelimo na močnostni del in krmilni del. Močnostni del sestavljajo transformator, dva greatz usmernika in gladilni kondenzatorji. Napajanje čipa LM723 je izvedeno preko manj zmogljivega greatza, saj so veliko nižje potrebe po toku. Prednost takšne vezave je v tem, da je zaradi manjšega toka posledično majhen "Ripple" oz nihanje napetosti. S tem zagotovimo bolj stabilno napetost na čipu. Pod močnostni del štejemo vključimo tudi močnostne tranzistorje 2N3772, ki so krmiljeni iz LM723 preko tranzistorja Q1, njihova naloga je zagotoviti potrebo po toku na izhodu.

Referenčno napetost čipa LM723 sem našel v specifikaciji in znaša 7.15V. Z napetostnim delilnikom na vhodu 5 in 6 preko ustvarimo referenčno napetost na izhodu 4, ki je v našem primeru tudi najmanjša izhodna napetost usmernika.

$$U_{ref} = U_{ref} (R_4/R_4+R_5) = 7.15V (2.2K/7.6K) = 2.01 V$$

Z napetosnim delilnikom potenciometra 20K in upora R11 ustvarjamo spremenljivo napetost na izhodu usmernika. Tokovna zaščita oz omejitev je izvedena preko "Sense" upora R6 in R9, dva sta zato, ker na voljo nisem imel en 0.11E upor. Maksimalni tok je s tem uporom nastavljen na 5A, preračunan iz "Sense" napetosti $V_{sense}=0.53V$.

Upor 270E na izhodu je zaradi potrebe po praznenju izhodnega kondenzatorja, saj v nasprotnem primeru izhod ne sledi potenciometru, predvsem pri potrebi po nižji napetosti od trenutne. Kondenzator na izhodu C11 je prevelik, saj napetost, kljub izključitvi ne pade dovolj hitro.

Hladilnike sem izbral glede na porazdelitev moči po posameh tranzistorjih in iz podatkov specifikacij tranzistorja 2N3772.

$$P_{max} = 37V (5A) = 185W$$

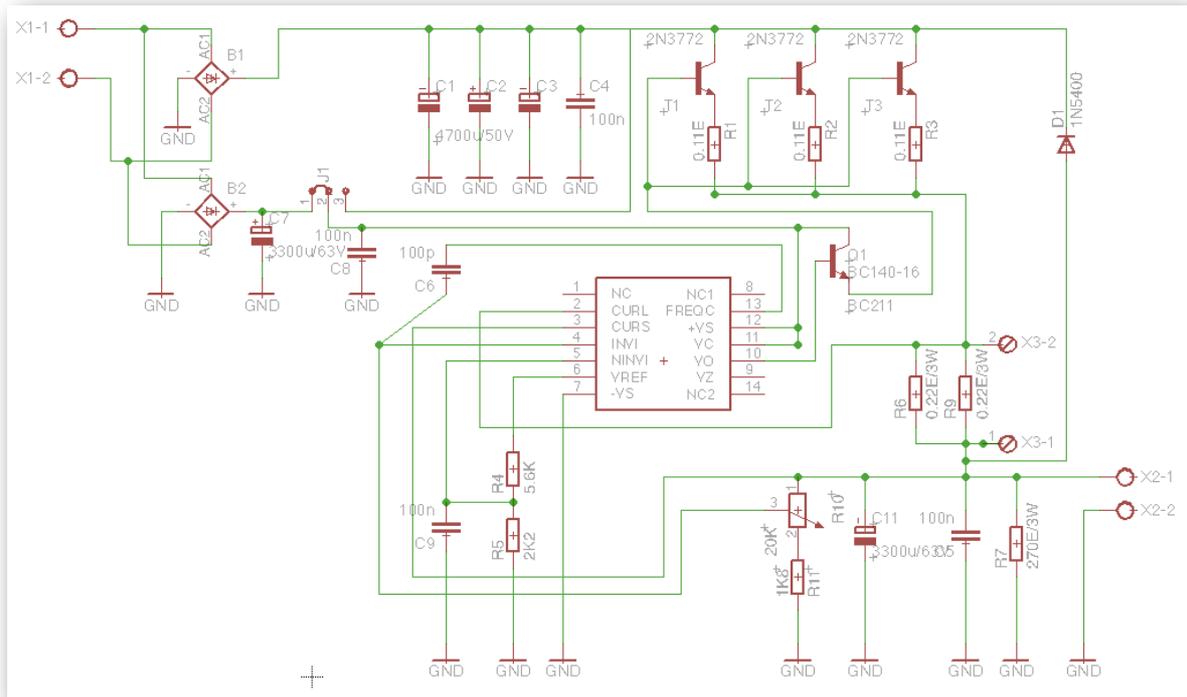
$$P_{tran} = 185/3 = 62W$$

$$P_{thjunc-case} = 1,17 C/W$$

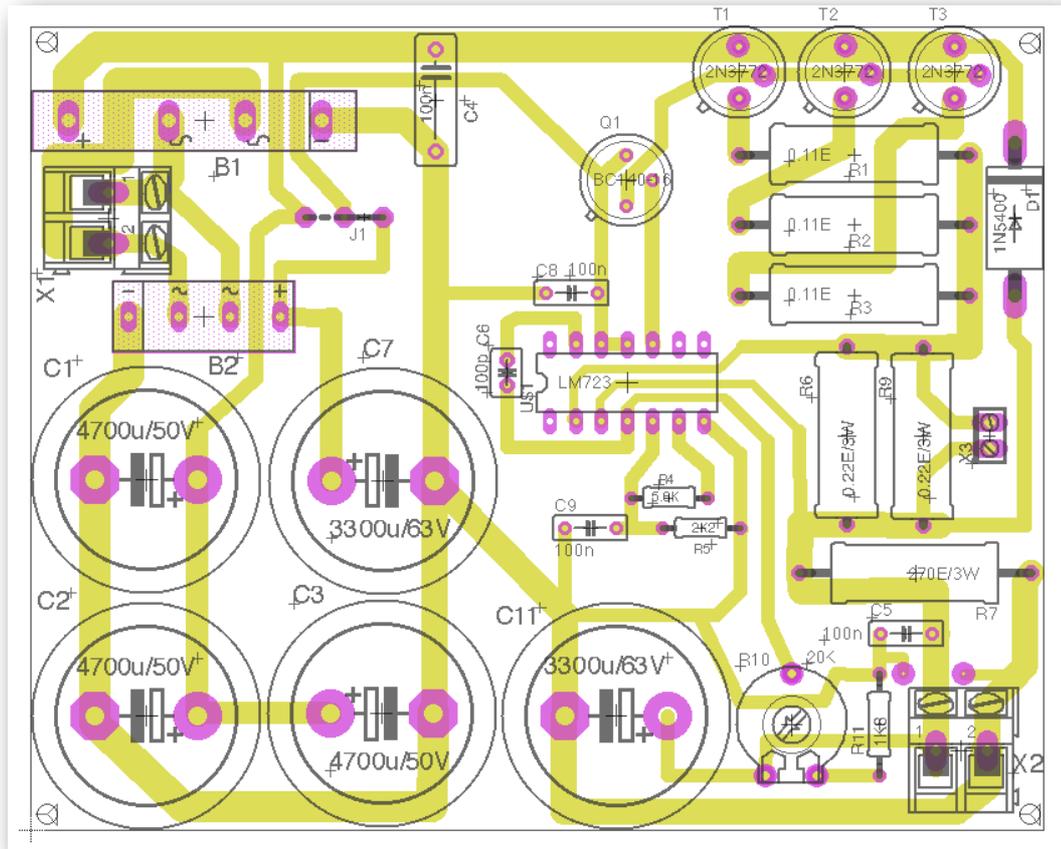
$$T_{case} = T_{junc} - P_{max} R_{thj-c} = 200C - 1.17 C/W (62W) = 120C$$

$$R_{case} = T_{case} - T_a / P_{max} = 120C - 25C / 185 = 0.5 C/W$$

4.1 Shema vezja



4.2 Shema tiskanine



5. Ohišje

Ohišje je velikokrat problem prototipnih in profesionalnih izvedb naprav, predvsem pri malo številni seriji. Rešitev je v 3D tiskalnikih ali laserskem sintranju. Slednja omogoča robustno, lahko in cenovno dostopno izdelavo ohišij.

O tehnologiji:

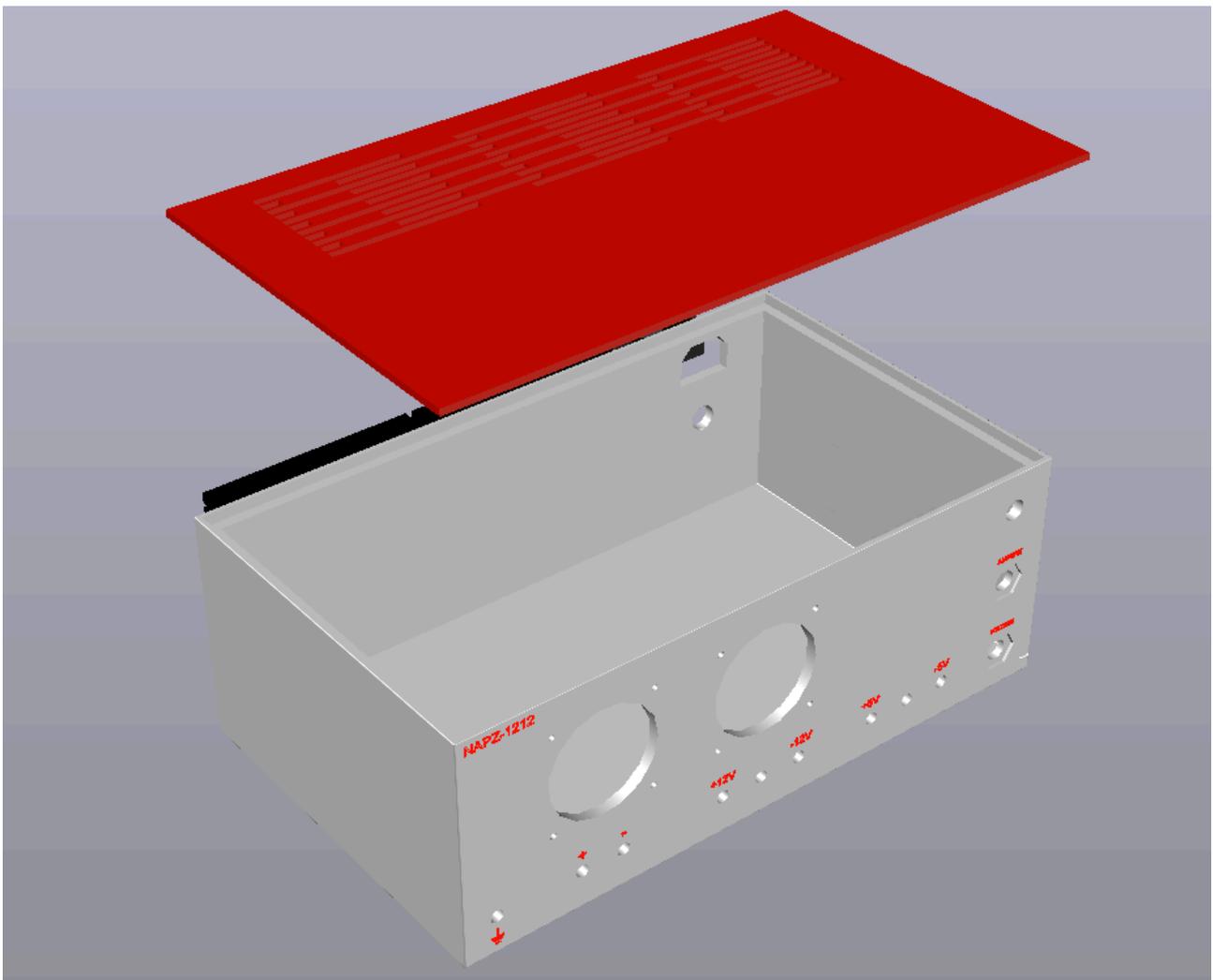
<http://www.rp-center.si/strani/TehnologijaPlastika.html>

Druge prednost izdelave takšnih ohišij so tudi v obliki, kjer so edine meje debeline sten in omejitve odvisna od velikosti modela. Material je tudi neprevoden.

Sam sem se držal enostavnosti, največ pozornosti sem namenil odprtinam, ki so prilagojene za različne elemente kot naprimer voltmeter, puše itd.

Ohišje sem dal tudi polakirati, saj je sintranje mogoče le v beli barvi problem je pa tudi površina, ki ni najbolj gladka.

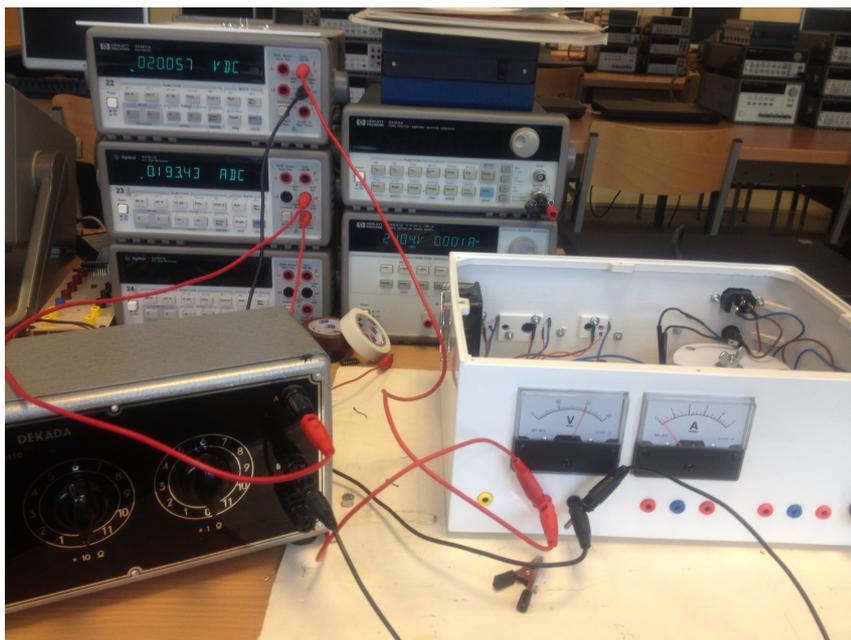
5.1 3D model



6. Izdelek skozi nekaj faz



7. Testiranje



Testiral sem sesedanje izhodne napetosti pri priključenih različnih ohmskih obremenitvah. Izkazalo se je, da izhodna napetost zaniha za največ 2%.

Usmernik bi bilo še potrebno še stestirati za kratkostični tok, "Ripple" na izhodu itd.

8. Senzam elementov

Element	
Kondenzator	4 x 4700uF (elko)
	3 x 100nF
	2 x 100pF
	2 x 3300uF (elko)
Dioda	1N5406
Greatz	1 x PB4008-E3/45
	1 x RS 602
Tranzistor	3 x 2N3772
	1 x BC211
Upor	3 x 0.10E (5W)
	2 x 0.22E (5W)
	5,6K
	2,2K
	2 x 100E
	4,7K
	20K (potenciometer)
LM 723	1x
Trafo	1x
Voltmeter	1 x PB670 0-30V
Ampermeter	1 x PB670 0-5A
Hladilnik	2 x Fischer SK79 (96mm x 100mm)
Ostalo	puše, kabli, sluda, ohišje varovalke, vijaki,..

9. Reference

<http://www.circuitdiagramlinks.com/413-413/>

<http://www.freewebs.com/acselectronics/buildregs.html>

<http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/Power/tps.htm>

<http://www.djerickson.com/p1hack/>

<http://www.pocketmagic.net/?p=1162>

<http://www.popsci.com/diy/article/2009-12/build-simple-dc-power-supply>

<http://www.electronics-lab.com/projects/power/003/index.html>

http://www.ttc.si/164_Komponente/31_Ventilatorji-Hladilniki/i_3669_ventilator-12x12cm-arctic-cooling

[http://www.ebay.com/itm/5PCS-Multimeter-instrument-4MM-Binding-Post-Banana-Socket-panel-mount-Test-Probe-/280886908680?](http://www.ebay.com/itm/5PCS-Multimeter-instrument-4MM-Binding-Post-Banana-Socket-panel-mount-Test-Probe-/280886908680?pt=US_Audio_Cables_Adapters&hash=item41662a1708)

[pt=US_Audio_Cables_Adapters&hash=item41662a1708](http://www.ebay.com/itm/5PCS-Multimeter-instrument-4MM-Binding-Post-Banana-Socket-panel-mount-Test-Probe-/280886908680?pt=US_Audio_Cables_Adapters&hash=item41662a1708)

<http://eu.mouser.com/ProductDetail/Vishay/PB4008-E3-45/?qs=sGAEpiMZZMtJM/Zkk2PcCBwrq7GFYlvk>

<http://www.youtube.com/watch?v=JWYIMCYWI6Q>