

Strokovni modul: Električne naprave (ELN)

STABILIZIRANI USMERNIK

1.2 – 30 V / 1.5A



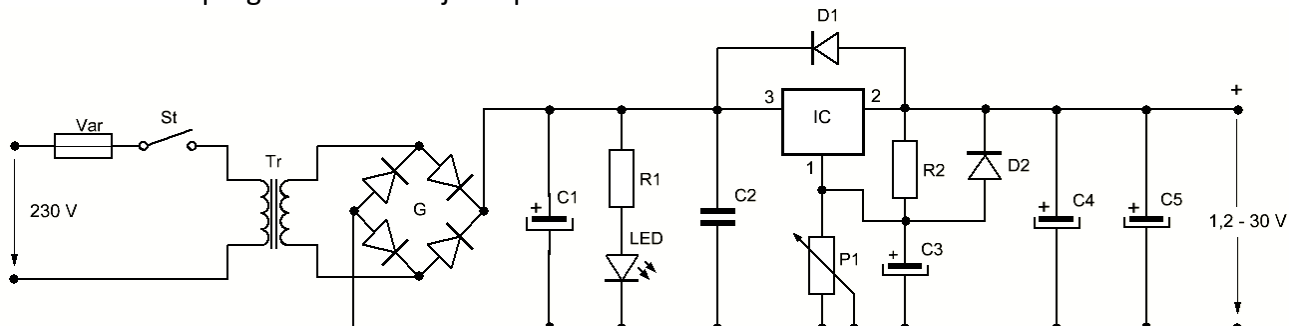
Kazalo

Električni vezalni načrt	3
Klišejna risba	3
Montažna shema	3
Delovanje usmernika oz. posameznih komponent	4
Popis celotnega materiala usmernika	5
Potek izdelave stabiliziranega usmernika	6
Zagotavljanje kakovosti izdelave usmernika	6
Varnostni predpisi in ustreznost varnostnim zahtevam	9
Vrtanje izvrtin ohišja usmernika	10
Vezalni načrt ožičenja usmernika	11
Slike usmernika	12
Merjenje obremenilne karakteristike usmernika	13

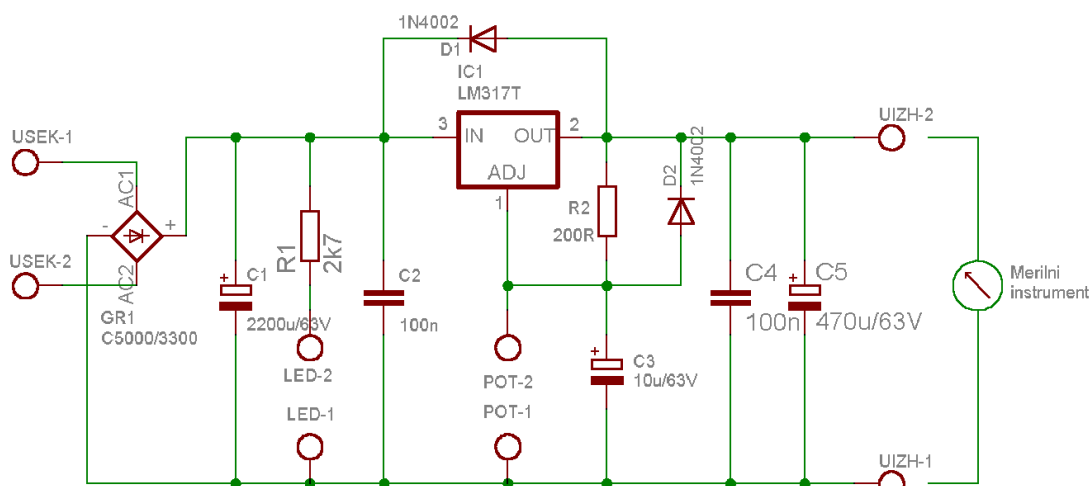
Stabilizirani usmernik 1,2-30 V/1,5 A

1. Električni vezalni načrt

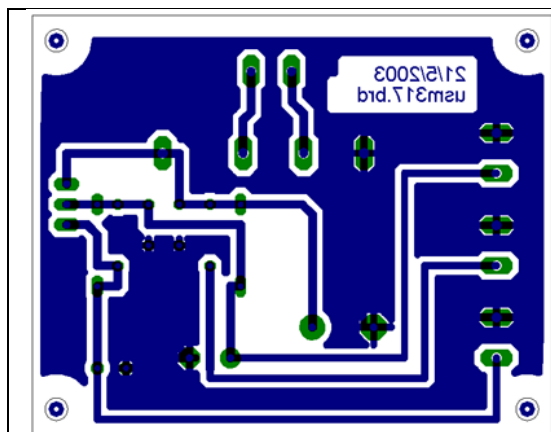
El. shema s programskim orodjem Splan:



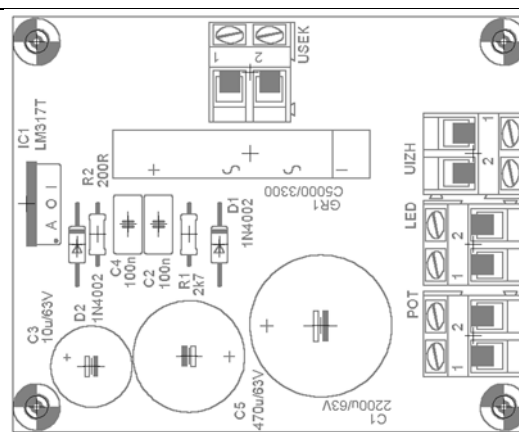
El. shema s programskim orodjem Eagle:



2. Klišejna risba



3. Montažna shema



4. Delovanje usmernika oz. posameznih komponent

- stikalo služi za vklop in izklop naprave (stabiliziranega usmernika),
- varovalka varuje vezje pred preobremenitvijo in pred kratkim stikom na izhodu,
- transformator pretvarja izmenično napetost 230 V v nižjo izmenično napetost 24 V,
- greatz – ov spoj polnovalno usmerja izmenično napetost,
- gladilni kondenzator C_1 gladil usmerjeno napetost,
- kondenzator C_2 odpravlja motnje, šum, brum itd.,
- upor R_1 predstavlja predupor za LED diodo (varuje LED diodo pred preveliko napetostjo),
- LED dioda signalizira vklop naprave,
- regulator LM 317 regulira (stabilizira) napetost na željeno vrednost,
- potenciometer P_1 in upor R_2 predstavljata napetostni delilnik za U_{ref} na 1. pinu regulatorja, s P_1 poljubno nastavljamo napetost na izhodu regulatorja – pin 2. in sicer od 1,2–30 V,
- kondenzator C_4 služi kot gladilni kondenzator za fino glajenje morebitnih nepravilnosti že stabilizirane izhodne napetosti,
- kondenzator C_5 deluje kot vir energije v primeru sunkovitih obremenitev usmernika (tokovnih konic),
- dioda D_1 varuje regulator v primeru, da je napetost na izhodu višja od vhodne,
- dioda D_2 varuje usmernik pred priklopom napačne polaritete napetosti na izhod usmernika (npr. pri polnjenju akumulatorja)

5. Popis celotnega materiala stabiliziranega usmernika

Zap. št.	Oznaka na načrtu	Naziv materiala	Opis materiala ali kataloška oznaka	Količina	EM	Dobavitelj
1		Ohišje	ODM	1	kos	ODM
2		Hladilno telo	HR 08	0,06	m	Mali elektronika
3		Pleksi plošča	128 x 128 x 3 mm	1	kos	Acrytech
4		Tiskano vezje		1	kos	DU-MA
5	Tr	Toroidni transformator	230/24 V, 50 VA	1	kos	Hitelektronik
6	D1, D2	Dioda	1N4007 DO-41, 1 A, 1000 V	2	kos	IC, Just, HTE
7		Distančnik	PVC, 10 mm	4	kos	IC, Just, HTE
8	G1	Greatz	B80 / C2200/3300, ploščati	1	kos	IC, Just, HTE
9		Instrument	analogni, 0 – 30 V	1	kos	IC, Just, HTE
10	C1	Kondenzator	2200 µF, 63 V, ELCO, pokončni (radialni)	1	kos	IC, Just, HTE
11	C5	Kondenzator	470 µF, 63 V, ELCO, pokončni	1	kos	IC, Just, HTE
12	C3	Kondenzator	10 µF, 63 V, ELCO, pokončni	1	kos	IC, Just, HTE
13	C4	Kondenzator	1 µF, 63 V, ELCO ali poliester	1	kos	IC, Just, HTE
14	C2	Kondenzator	100 nF, 63 V, multileyer ali poliester	1	kos	IC, Just, HTE
15	LED	Led dioda	5 mm, rdeča, 5 mcd	1	kos	IC, Just, HTE
16	IC	Napetostni regulator	LM 317 T, TO-220AB	1	kos	IC, Just, HTE
17		Ohišje	za led diodo, plastično, 5 mm	1	kos	IC, Just, HTE
18		Ohišje	za varovalko, 5 x 20, panel, vijak	1	kos	IC, Just, HTE
19		Podložka	PVC, 3 mm – IP2	1	kos	IC, Just, HTE
20		Podložka	sljudna, TO-220	1	kos	IC, Just, HTE
21	P1	Potenciometer	4,7 kΩ, linearen, rotacijski, 4 mm os	1	kos	IC, Just, HTE
22	St	Stikalo	klecno, E-2P	1	kos	IC, Just, HTE
23		Termična pasta	bela	0,5	g	IC, Just, HTE
24	R1	Upor	2,7 kΩ, 0,25 W	1	kos	IC, Just, HTE
25	R2	Upor	200 Ω, 0,25 W	1	kos	IC, Just, HTE
26	Var	Varovalka	F 0,8 A, 250 V	1	kos	IC, Just, HTE
27		Vrstna sponka	3P/16 A, modra	2	kos	IC, Just, HTE
28		Vrstna sponka	2P/16 A, modra	1	kos	IC, Just, HTE
29		Spajka	fi 1 mm	1	m	IC, Just, HTE
30		Termoskrčna cev	3,5 mm, črna	0,25	m	IC, Just, HTE
31		Priključni kabel z vtičem	H03VV-F 3 x 0,75 mm ² , (1,5 do 2 m), črn	1	kos	Elektrovod, Elektronabava
32		Vodnik	H07V-K (P/F) 0,5 mm, črn	1	m	Elektrovod, Elektronabava
33		Signalni kabel	FTC 2 x 0,5 + 4 x 0,22	0,3	kos	Elektrovod, Elektronabava
34		Priključna sponka	dvoredna, 12 x 1,5, bela	1/3	kos	Elektrovod, Elektronabava
35		Kabelski čvelj	očesni, EURO, A 1532	1	kos	EURO
36		Uvodnica za priključni kabel z matico	PG7	1	kos	Elektrovod, Elektronabava
37		Vezica	98 x 2,5	3	kos	EURO
38		Gumb za potenciometer	Kacin, 22221, 4 mm os	1	kos	Kacin
39		Pokrovček gumba	Kacin, 22011	1	kos	Kacin
40		Vtičnica φ4 puša	rdeča, kratka, Kacin, 33022	1	kos	Kacin
41		Vtičnica φ4 puša	črna, kratka, Kacin, 33023	1	kos	Kacin
42		Spajkalno ušesce	za vtičnico φ4 pušo, Kacin	2	kos	Kacin
43		Obroček	za vtičnico φ4 pušo, Kacin	2	kos	Kacin
44		Matica	za vtičnico φ4 pušo, Kacin	4	kos	Kacin
45		Vijak	M5 x 50 mm, cilinder glava	1	kos	Merkur/Bauhaus
46		Vijak	M3 x 20 mm, cilinder glava	4	kos	Merkur/Bauhaus
47		Vijak	M3 x 14 mm, cilinder glava	8	kos	Merkur/Bauhaus
48		Vijak	M3 x 8 mm, cilinder glava	4	kos	Merkur/Bauhaus
49		Vijak	M3 x 8 mm, cilinder glava, črn	8	kos	Merkur/Bauhaus
50		Matica	M5, šestroba	1	kos	Merkur/Bauhaus
51		Matica	M3, šestroba	8	kos	Merkur/Bauhaus
52		Podložka	M5, navadna	1	kos	Merkur/Bauhaus
53		Podložka	M3, navadna	8	kos	Merkur/Bauhaus

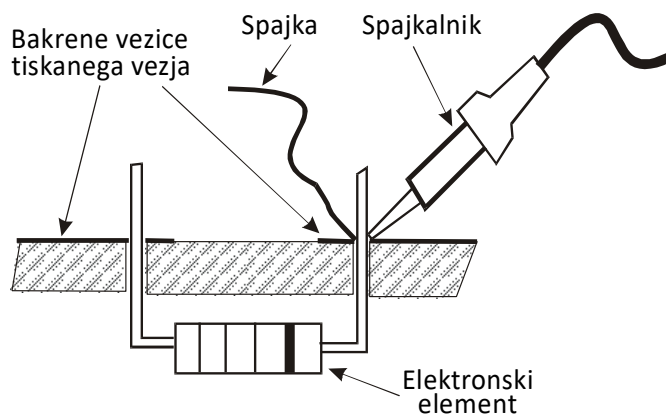
6. Potek izdelave stabiliziranega usmernika

- priprava vseh ustreznih načrtov (električna shema, spisek materiala, montažna shema TIV, načrt za vrtanje lukenj ohišja, vezalna shema elementov v samem ohišju usmernika itd.),
- priprava elektronskega in ostalega materiala,
- priprava pribora za spajkanje (spajkalnik, spajka, čistilna gobica, sesalka za odspajkovanje itd.),
- spajkanje elektronskih elementov na TIV po montažni shemi (spoji morajo biti čisti, gladki, svetli in pravilne oblike),
- vrtanje lukenj ohišja in hladilnega telesa po danem načrtu,
- montaža elektronike, transformatorja in dvoredne priključne sponke na dno ohišja,
- montaža regulatorja in hladilnega telesa na zadnjo stranico usmernika,
- montaža ostalih elementov na ohišje (ohišje za varovalko, uvodnica za kabel, stikalo, priključne puše, potenciometer, led dioda, inštrument itd.),
- povezovanje posameznih elementov in elektronike po vezalni shemi z ustreznimi vodniki,
- kontrola pravilnosti izdelave pred prvo priključitvijo usmernika,
- priključitev usmernika na 230 V in testiranje naprave oz. ugotavljanje kvalitete s pomočjo ustreznih meritev (merjenje obremenilne karakteristike ter bruma ipd.),
- ocenjevanje naprave in izdelava delovnega poročila.

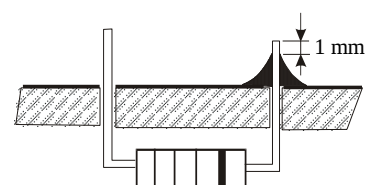
7. Zagotavljanje kakovosti izdelave usmernika

Pri izdelavi usmernika se je potrebno držati določenih pravil s katerimi zagotovimo zanesljivo in kvalitetno izdelavo izdelka in sicer, kot prvo moramo imeti najprej kvalitetno pripravljeno vso potrebno dokumentacijo (načrti, risbe, sheme ipd.), ki jih bomo uporabljali pri sami izdelavi. Večino vse potrebne dokumentacije dijaki izdelajo v šoli pri modulu Tehnično komuniciranje (TEK).

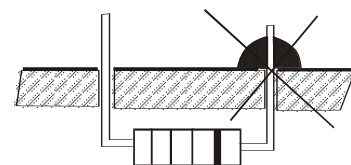
Pred samo izdelavo in sestavo usmernika si moramo zagotoviti dovolj kvaliteten elektronski ter ves ostali material, ki si ga lahko ogledate v tabeli pod točko št. 5. Kot vidimo iz točke 6. sledi kot prva faza praktičnega dela spajkanje elektronskega materiala, za to potrebujemo **kvaliteten spajkalnik** z ustrezno **konico**, **kvalitetno spajko** ter kot najpomembnejše **znanje** iz spajkanja. Spodnja slika prikazuje primer pravilnega spajkanja ter oblike spojev:



Spoj pravilne oblike



Spoj nepravilne oblike

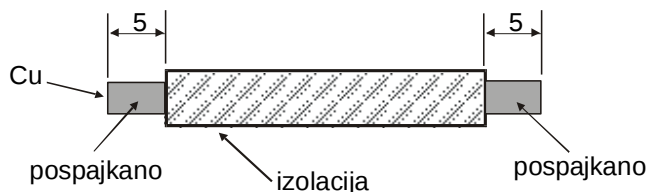


Spoj mora biti: **svetel, gladek in pravilne oblike**.

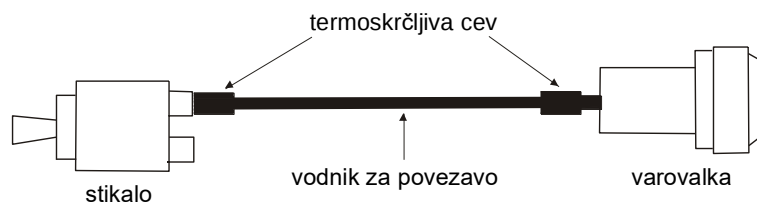
Ko smo sestavili elektroniko (prispajkali vse elemente na tiskano vezje) sledi obdelava ohišja, to je vrtanje vseh potrebnih izvrtin na sprednji in zadnji strani ohišja ter na dnu ohišja po danem načrtu. Načrt za vrtanje izvrtin si lahko ogledate pod točko št. 9. Za kvalitetno izdelavo vseh izvrtin potrebujemo kvaliteten vrtalni stroj ter še posebno kvalitetne svedre ustreznih velikosti. Za natančno pozicioniranje posameznih izvrtin priporočam predhodno zatočkanje na mestih kjer bodo izvrtine.

Sledi montaža elektronike, transformatorja ter ostalih komponent v samo ohišje na ustrezna mesta. Vse komponente privijamo z ustreznimi vijaki in sicer z ustrezno jakostjo, da se ti ne odvijajo, saj je usmernik lahko kasneje izpostavljen tudi določenim vibracijam.

Ko imamo montirane vse komponente sledi eden najpomembnejših postopkov in sicer izdelava povezav (ožičenja) vseh vgrajenih komponent. Za kvalitetno izdelavo povezav v napravi potrebujemo pravilno narisan vezalni načrt naprave (točka 10.), kvalitetno orodje (ščipalne klešče, klešče za snemanje izolacije, olfa nož, izvijač ustreznih velikosti ipd.), poleg orodja pa potrebujemo še potrošni material, kot so vodniki ustreznih presekov ($0,75 \text{ mm}^2$ – debelejši; $0,2 - 0,5 \text{ mm}^2$ – tanjši; glej vezalno shemo) ter termoskrčljivo cev premera 3,5 mm. Pri kvalitetni izdelavi povezav je zelo pomembno, da so dolžine posameznih vodnikov ravno pravšnje (ne predolge ne prekratke), zato je potrebno pred izdelavo vsake povezave najprej določiti dolžino posameznega vodnika. Ko imamo vodnik odrezan na pravo dolžino na vsaki strani odstranimo izolacijo in sicer na okoli 5 mm, nato pa vodnik na obeh koncih kvalitetno pospajkamo, kot prikazuje spodnja slika.



Da zagotovimo, kar se da ustrezno kvaliteto predvsem pa varnost naprave (**več o varnosti kasneje**) bomo na vsak konec vodnika, kjer bo ta prispajkan na komponento namestili termoskrčljivo cevko (bužerko) in tako preprečili, da bi se lahko človek dotaknil bakrenega vodnika, ki je med obratovanjem naprave seveda pod napetostjo. Tako moramo paziti, da termoskrčljivo cevko namestimo na vodnik še predno ga na obeh straneh prispajkamo. Mesta, kjer bomo namestili termoskrčljive cevke lahko vidimo na vezalni shemi (slika pod točko št. 10). Po namestitvi termoskrčljivih cevk na izolacijo vodnika, vodnik kvalitetno prispajkamo med komponenti, ki ji želimo povezati (npr. med varovalko in stikalom), nato pa termoskrčljivo cevko na obeh straneh potisnemo preko spajkanega dela vodnika do kontakta komponente, tako, da neizoliranega dela vodnika ne vidimo nato pa termoskrčljivo cevko segrejemo (lahko tudi s spajkalnikom), da se ta skrči in tako tesno objame spajkani del. Paziti moramo, da termoskrčljive cevke ne segrevamo predolgo, da je ne bi poškodovali.



Posebno posebno pozornost pa moramo nameniti pravilni montaži regulatorja napetosti (LM317) in hladilnega telesa. Najprej na vse tri priključke napetostnega regulatorja prispajkamo žičke ustreznih dolžin ter preko spojev namestimo termoskrčljive cevke, nato pa regulator prispajkamo na tiskano vezje, pri tem je zelo pomembno, da pazimo na pravilno razporeditev priključkov.

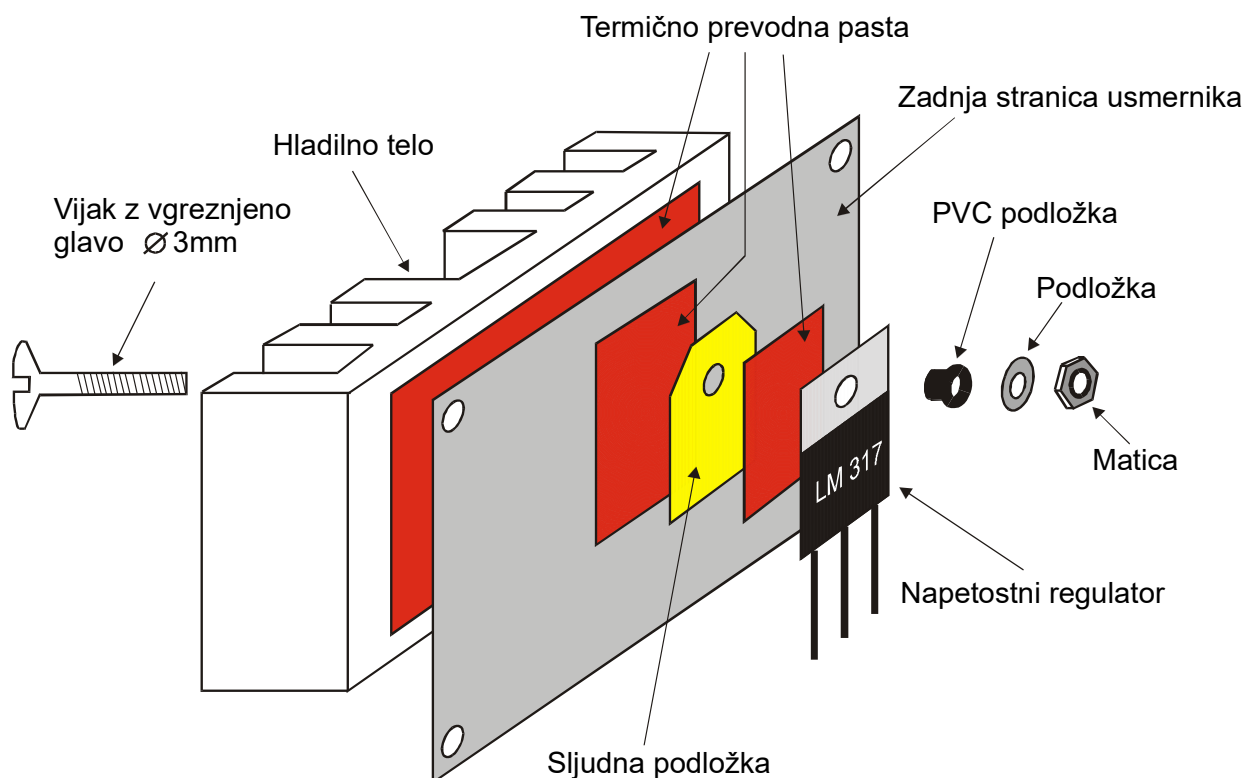
Sledi montaža regulatorja na zadnjo stranico usmernika in sicer najprej zadnjo stran regulatorja namažemo s termoprevodno pasto, prav tako namažemo s termo prevodno pasto zadnjo stranico usmernika, kjer bo montiran regulator, nato pa vstavimo med regulator in zadnjo stranico tako imenovano **sljudno podložko**, ki preprečuje električni stik med regulatorjem in ohišjem usmernika. **Termo prevodna pasta ima nalogo zmanjšati toplotno upornost med posameznimi komponentami usmernika (med regulatorjem in hladilnim telesom), tako, da toplota lažje prehaja iz elementa, ki se segreva (IC) na hladilno telo.**

Zakaj je potrebno vstaviti sljudno (izolacijsko) podložko?

Ker je eden od priključkov regulatorja povezan tudi z njegovim ohišjem in ker je potrebno, kot bomo kasneje natančno opisali, ohišje usmernika zaradi varnosti ozemljiti, bi prišlo do kratkega stika (preboja) med različnimi napetostnimi potenciali in regulator bi zagotovo uničili.

Sledi montaža hladilnega telesa in sicer ga pritrdimo na drugo stran zadnje stranice usmernika, prav tako moramo obvezno nanesti sloj termoprevodne paste med zadnjo stranico usmernika in hladilnim telesom. Ko je vse narejeno, kot je potrebno, z vijakom premera 3 mm močno privijemo hladilno telo in regulator napetosti na zadnjo stranico usmernika, pri tem pa ne smemo pozabiti na izolacijsko PVC podložko, ki jo vstavimo med regulator in matico vijaka, ta nam preprečuje električni stik, ki bi ga naredil vijak med regulatorjem napetosti in hladilnim telesom.

Spodnja slika prikazuje pravilno montažo regulatorja:

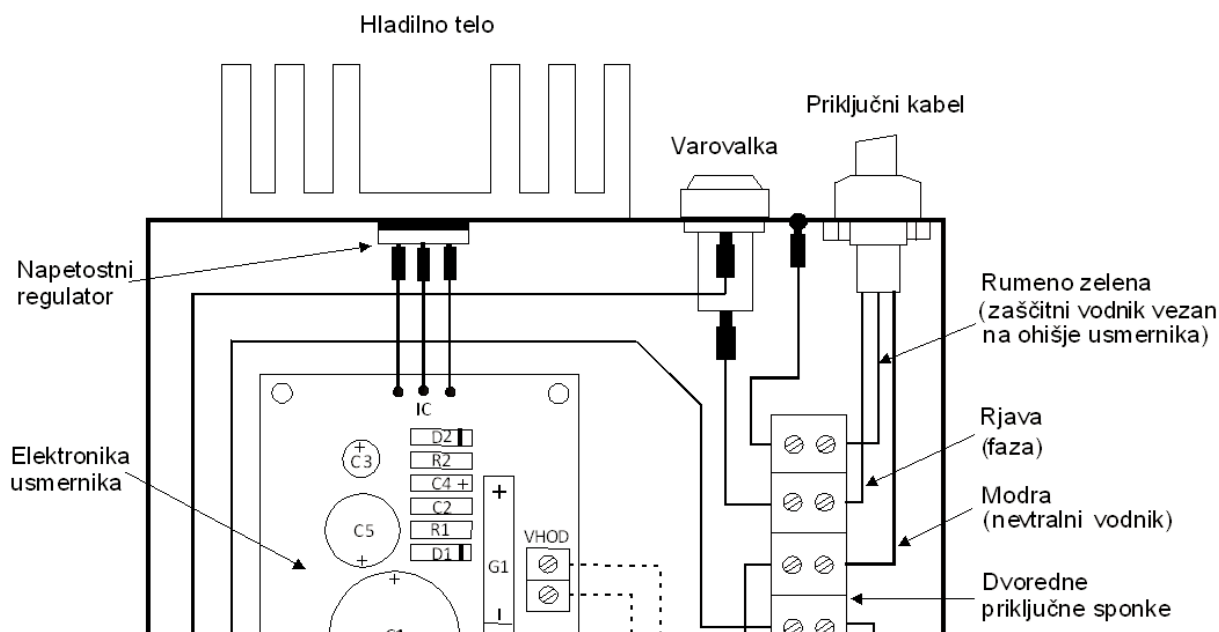


Tako je stabilizirani usmernik praktično končan, glede na to, da je to naprava, ki deluje na električno napetost moramo še posebno pozornost nameniti **varnosti**, saj lahko v nasprotnem primeru pride do električnega udara in v skrajnem primeru tudi do smrtnih žrtev. V poglavju o varnostnih predpisih bomo nekaj besed namenili pravilnemu priklopu napajalnega kabla z vtičem, priklopu zaščitnega vodnika ter vgradnji pravilne varovalke.

8. Varnostni predpisi in ustreznost varnostnim zahtevam

Pri priklopu napajalnega priključnega kabla moramo biti pozorni, da vodnik katerega izolacija je rjave (oz. črne) barve, ki predstavlja fazni vodnik, peljemo preko varovalke in stikala naprave, medtem, ko vodnik modre barve priključimo direktno na primarno navitje toroidnega transformatorja. Vse to je lepo prikazano tudi v vezalnem načrtu ožičenja usmernika (točka 10). Glede na to, da je ohišje usmernika kovinsko in ne izoliranega materiala, je potrebno zagotoviti ustrezno povezavo zaščitnega vodnika na samo kovinsko ohišje, kajti v nasprotnem primeru lahko ob morebitni napaki na usmerniku (preboju) pride faza v stik z ohišjem in naprava je tako lahko smrtno nevarna. Zaščitni vodnik nam tako služi v primeru, ko pride faza na ohišje usmernika, da nam zaščitno FI stikalo v trenutku odklopi napajanje in tako prepreči, da bi prišlo do električnega udara v primeru, da bi se človek dotaknil ohišja usmernika.

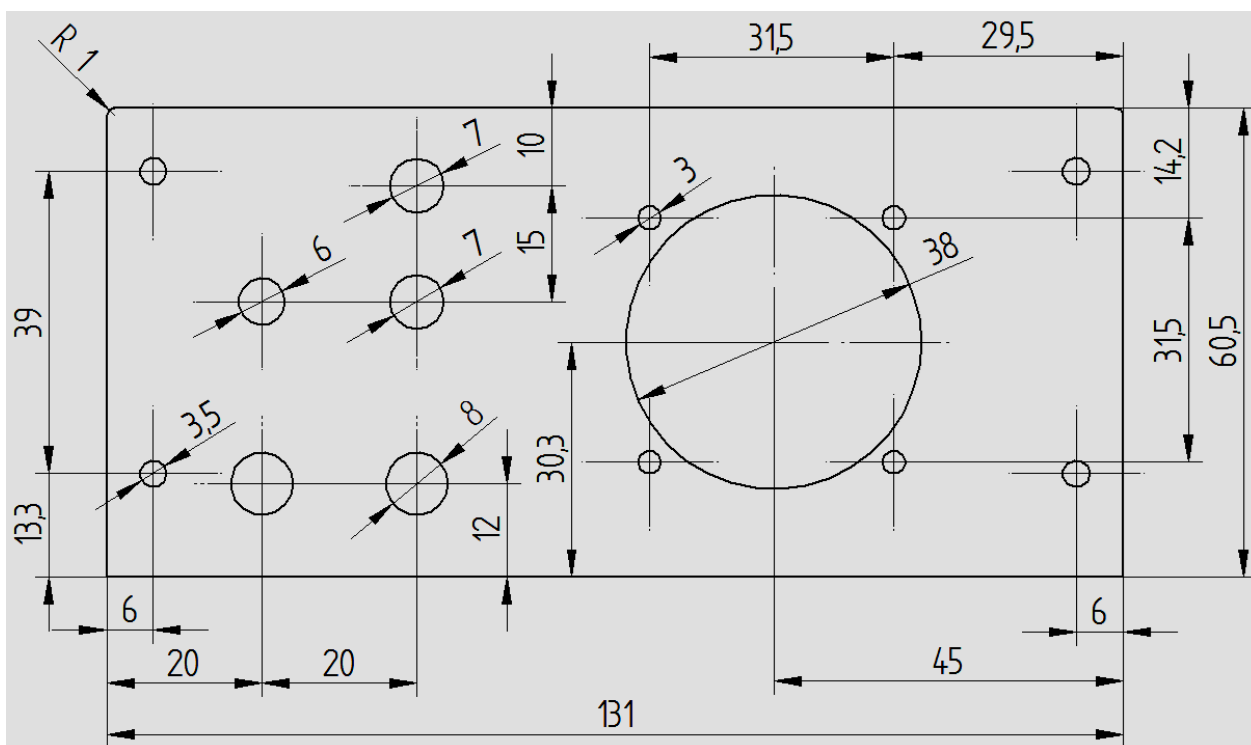
Spodnja slika prikazuje priklop priključnega kabla in zaščitnega vodnika:



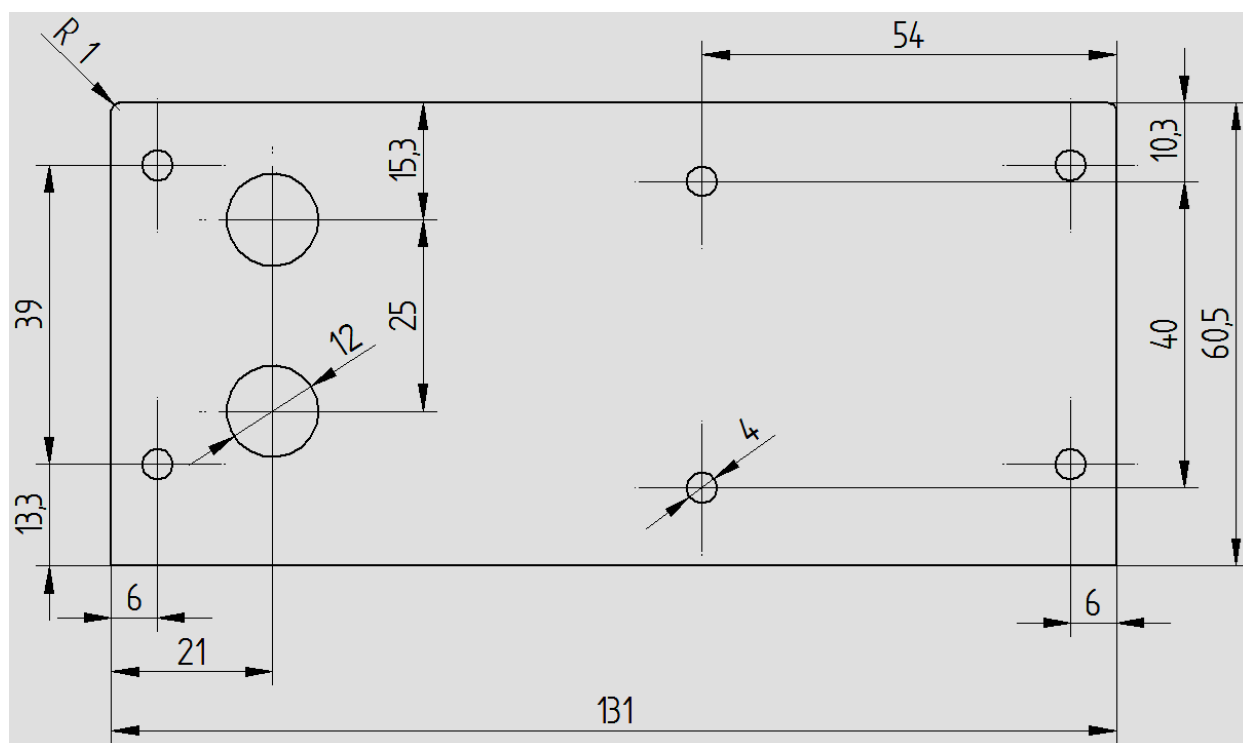
Zelo pomembno vlogo pri varnosti naše naprave ima tudi varovalka in sicer je ta, kot vidimo iz vezalnega načrta, vezana zaporedno v glavni napajalni tokokrog transformatorja. Varovalka mora imeti točno predpisano vrednost in sicer v našem primeru ima vrednost **800 mA** ter oznako **F**, kar pomeni, da je to hitra varovalka (fast) in za napetost **230V**. Za samo delovanje usmernika bi bila lahko varovalka še manjše vrednosti toda toroidni transformatorji imajo to lastnost, da potrebujejo sorazmerno velik zagonski tok, zato bi varovalka že ob samem zagonu prekinila (pregorela) tokokrog. V primeru, da pride do kakršnekoli napake na usmerniku ali do preobremenitve usmernika se tok poveča in varovalka pregori ter tako prekine glavni tokokrog. **V primeru zamenjave varovalke moramo le to nadomestiti z novo in sicer popolnoma enakih vrednosti (karakteristik), nikakor pa ni dovoljeno prekinjeno varovalko popravljati.**

9. Vrtanje izvrtin ohišja usmernika

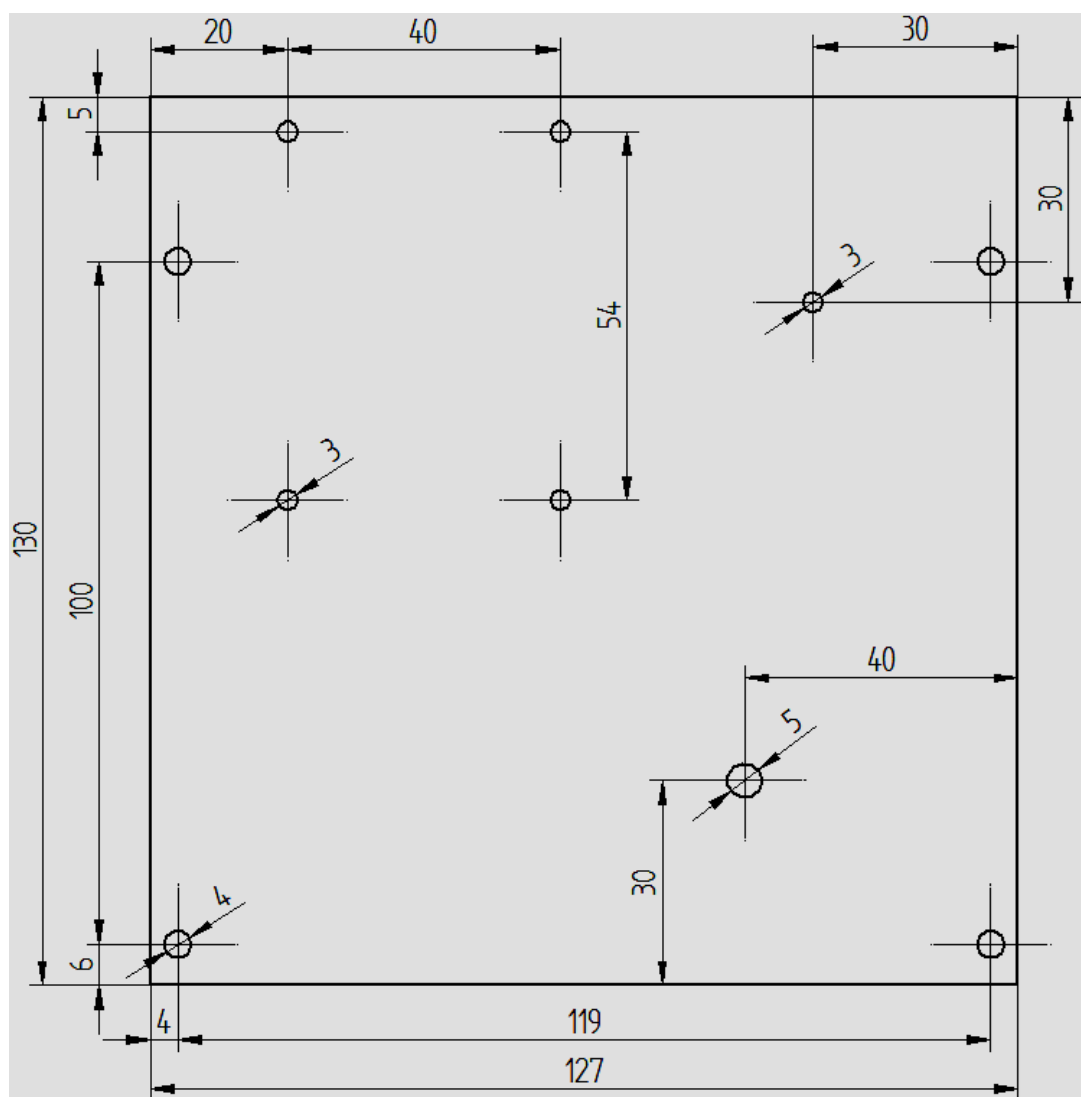
Čelna plošča usmernika



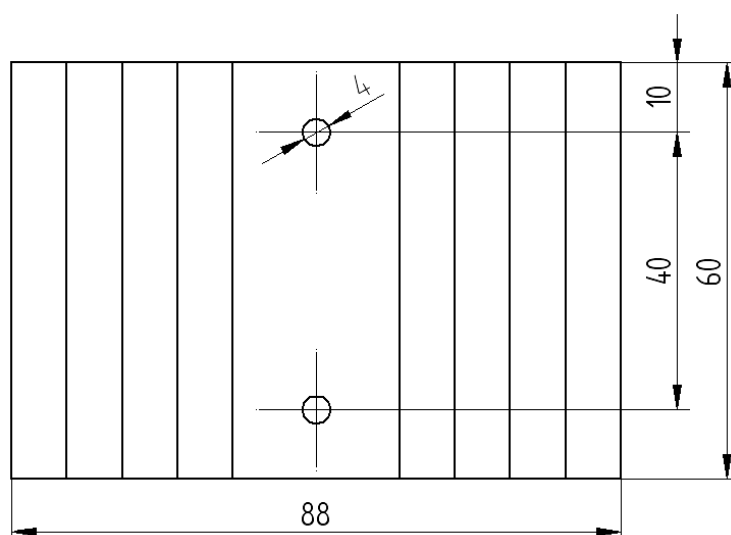
Zadnja stran usmernika



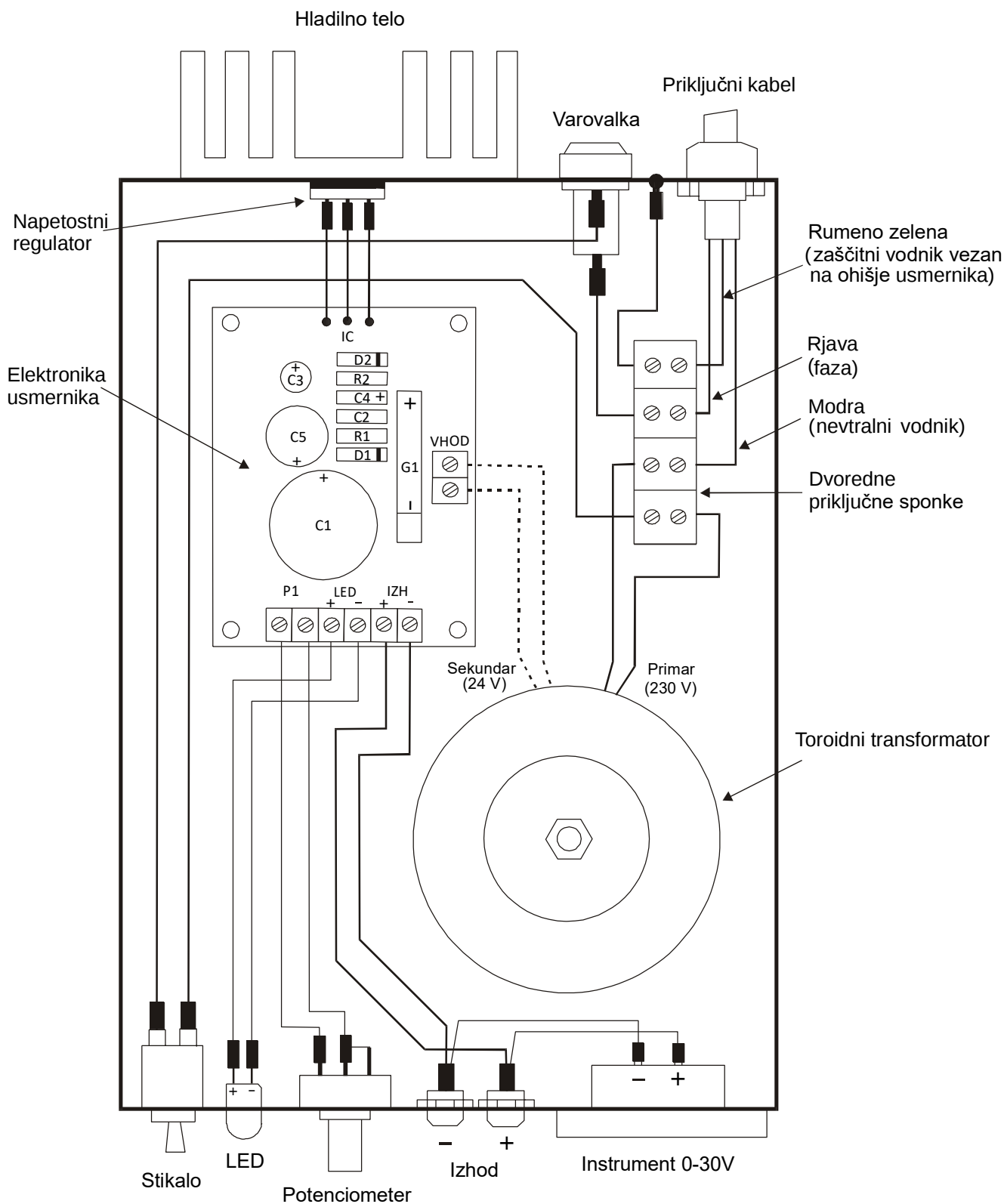
Dno ohišja usmernika



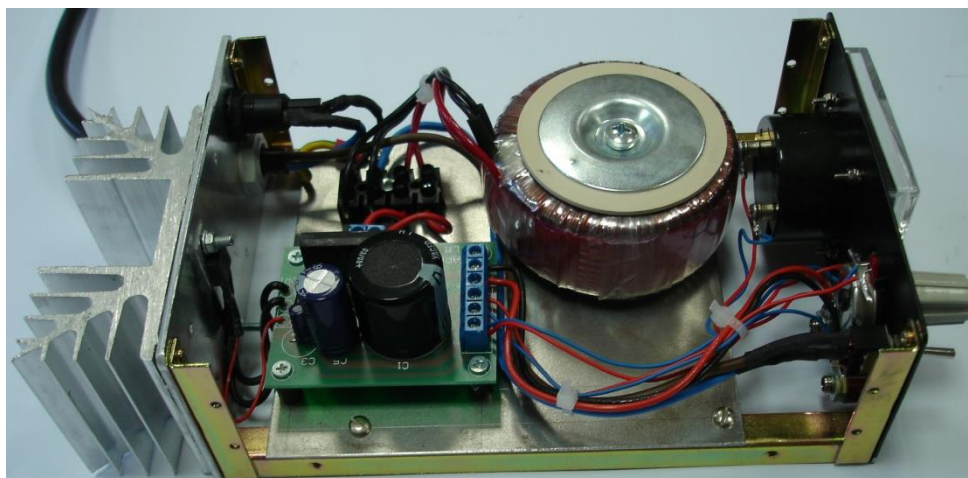
Hladilno telo



10. Vezalni načrt ožičenja stabiliziranega usmernika



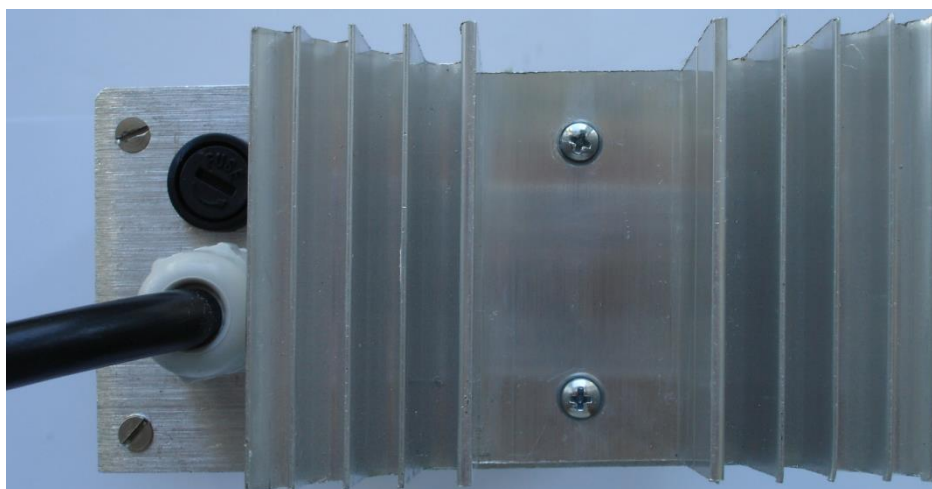
11. Slike stabiliziranega usmernika



Slika1. – Notranjost usmernika



Slika2. – Čelna stran usmernika



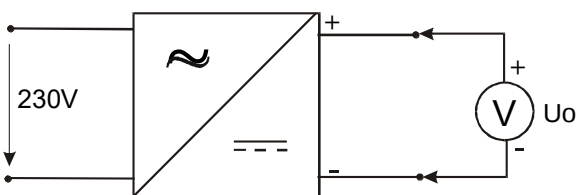
Slika3. – Zadnja stran usmernika s hladilnim telesom

12. Merjenje obremenilne karakteristike usmernika

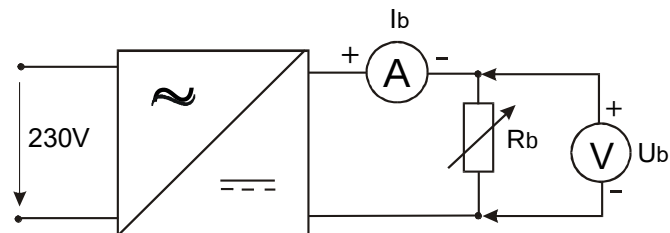
Stabiliziranemu usmerniku s pomočjo DUI izmeri razpon izhodne napetosti ter po dani tabeli izmeri obremenilno karakteristiko pri $U_0 = 12\text{ V}$ in jo nariši na milimetrski papir. S pomočjo izmerjenih podatkov in danih enačb izračunaj notranjo upornost R_0 napajalnika pri posameznih obremenitvah.

Merilna shema

Meritev U_0



Meritev U_b in I_b



Merjenje regulacije izhodne napetosti

$U_{izh} = \text{od } \underline{\hspace{2cm}} \text{ do } \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

Enačba za izračun R_0

$$R_0 = \frac{U_0 - U_b}{I_b}$$

U_0 – napetost neobremenjenega napajalnika,
 U_b – napetost na bremenu,
 I_b – tok skozi breme.

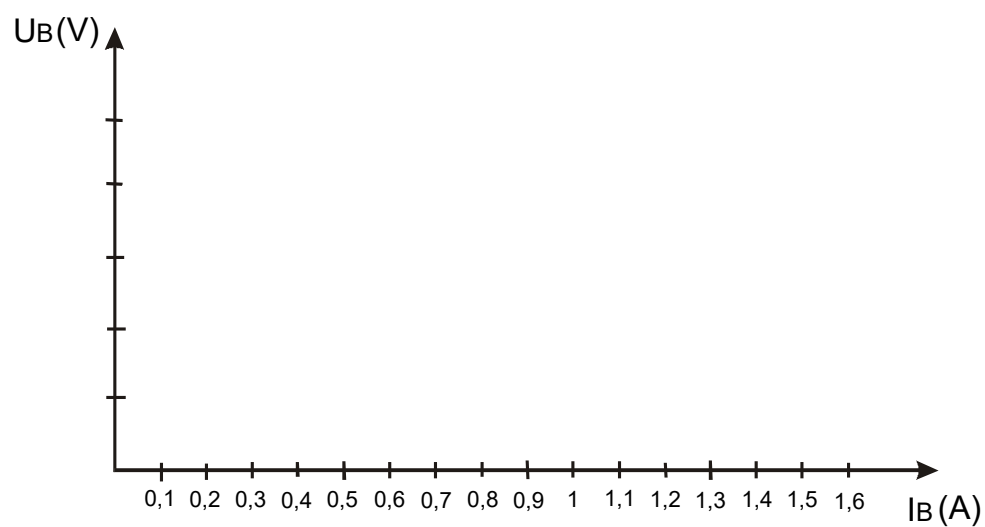
Tabela

I_b (A)	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
U_b (V)											
R_0 (Ω)											

Delovni postopek

- priklop usmernika na izmenično napetost 230 V,
- priprava DUI za merjenje enosmerne napetosti in toka,
- priključitev DUI po merilni shemi za merjenje napetosti neobremenjenega usmernika U_0 ,
- priklop bremena na izhod usmernika in merjenje napetosti na bremenu U_b pri določene bremenskem toku I_b ter vpis merilnih rezultatov v tabelo,
- računanje notranje upornosti usmernika pri posameznih obremenitvah po dani enačbi,
- risanje obremenilne karakteristike iz dani merilnih rezultatov in zapis ugotovitev,
- izdelava delovnega poročila.

Obremenilna karakteristika usmernika:



Zapiši ugotovitve in sicer opiši kaj se dogaja z napetostjo na izhodu usmernika U_B , ko se bremenski tok I_B povečuje.

Zapiski, ugotovitve in komentar: