

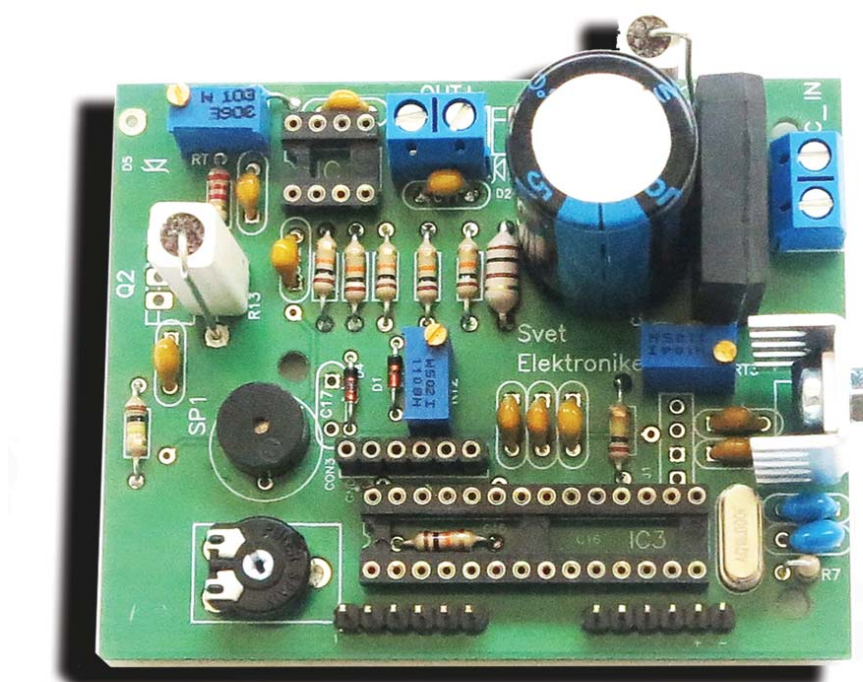
PWM II napajalnik, polnilnik baterij in tokovni generator

Avtorja: Marko Sajovic, Jure Mikeln
E-pošta: stik@svet-el.si

Kar nekaj časa sem iskal primeren napajalnik za na mojo delovno mizo, ki bi poleg prenosnika dopolnjeval kotiček za programiranje AVR mikrokontrolerjev. Po pregledu ponudbe na svetovnem spletu, sem se odločil za KIT komplet podjetja AX elektronika. Pritegnila me je preprostost vezja in kar spodobna tokovna zmogljivost napajalnika. Najbolj všeč mi je bilo krmiljenje, ki je izvedeno z ATmega8 mikrokontrolerjem. Ker ta mikrokontroler tudi sam uporabljam, sem takoj pomislil na možnost zamenjave njihovega programa z mojim.

Najprej sem sestavil KIT komplet, ga umeril po navodilih in pričel s testiranjem napajalnika. Pri testiranju sem imel težave z osciliranjem vezja, ki sem ga s pomočjo osciloskopa kar hitro odpravil. Na vходу A/D pretvornika za napetost in tok sem dodal blokirni kondenzator, povečal blokirni kondenzator C11, k uporabi R2 sem dodal blokirni kondenzator. Oscilacije vezja sem odpravil s kondenzatorjem C13, ki je v povratni vezavi operacijskega ojačevalnika U1:B. Na izhodu močnostnega tranzistorja Q1 sem dodal še zaščitno diodo, ki ščiti izhodni tranzistor pred napačno priklapljenim akumulatorjem. Izpustil sem ZD1 in ZD2. ZD1 sem nadomestil z D1 (Schottky dioda), ki ščiti vhod A/D pretvornika pred preveliko napetostjo. Izhod vezja INA 139 ja preračunan tako, da napetost na izhodu nikoli ne more preseči 5V. Zaradi tega lahko ZD2 enostavno izpustimo. Malenkost je spremenjeno tudi napajanje INA 139, ki je tako bolj stabilno in zagotavlja natančno merjenje toka. Dodan je tudi konektor za serijsko povezavo mikrokontrolerja z zunanjimi napravami. Zaradi tega je prestavljen piskalč na drugi pin mikrokontrolerja. Ko je bilo delovanje napajalnika stabilno, sem se lotil pisanja novega programa, ki je tako kot osnovni, napisan v BASICOM-AVR programskem jeziku.

Novemu napajalniku sem poleg osnovne funkcije napajalnika oziroma napetostnega generatorja namenil še funkcijo tokovnega generatorja in funkcijo polnilnika akumulatorjev. Oboje mi pri hobiju (modelarstvo) velikokrat pride prav. Zaradi novih



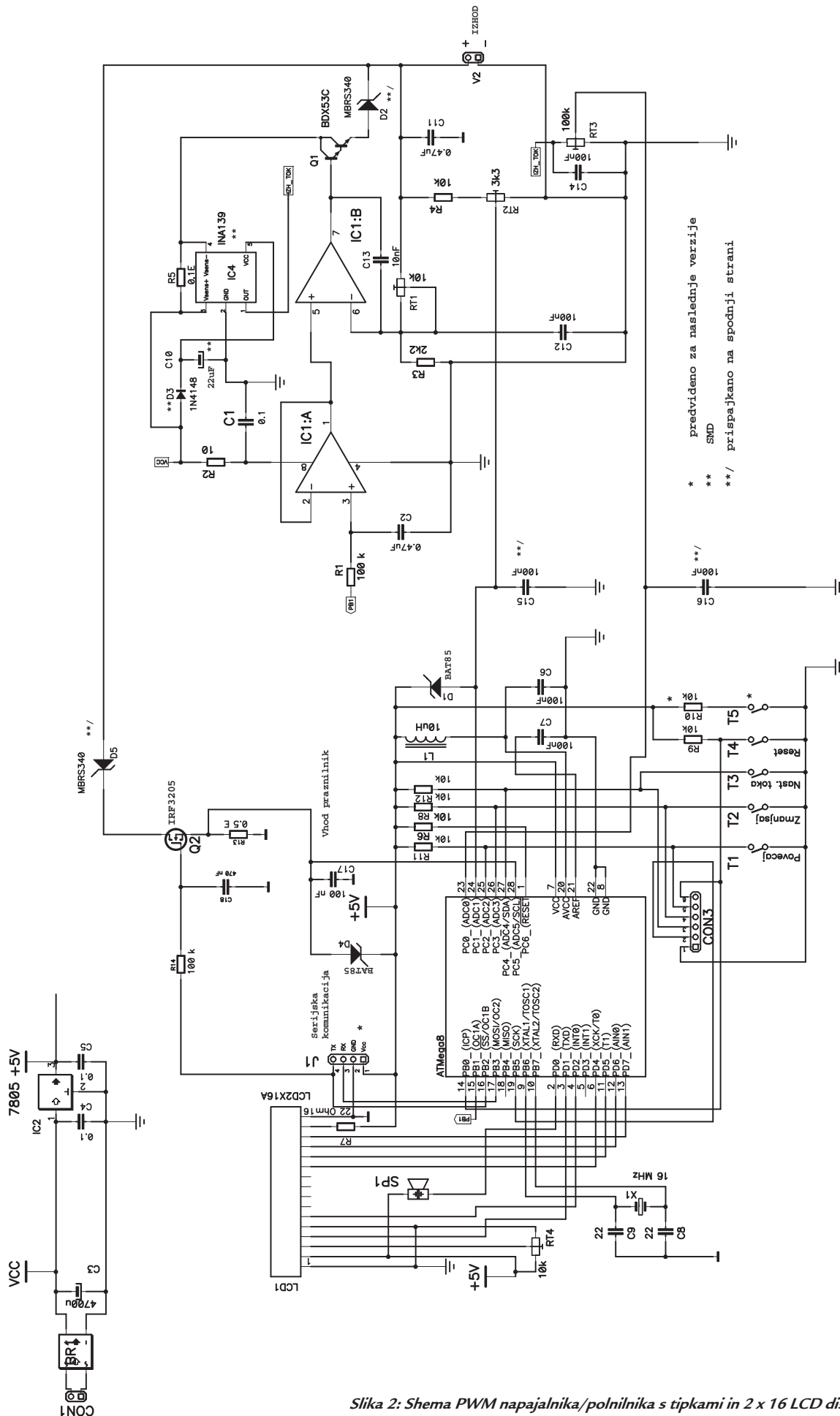
funkcionalnosti je bilo jasno, da v ATmega8 ne bo dovolj prostora za program. Zato sem ga zamenjal z ATmega168, ki je pin kompatibilen in ima še enkrat več prostora za program v Flash pomnilniku (16K namesto 8K).

TISKANO VEZJE

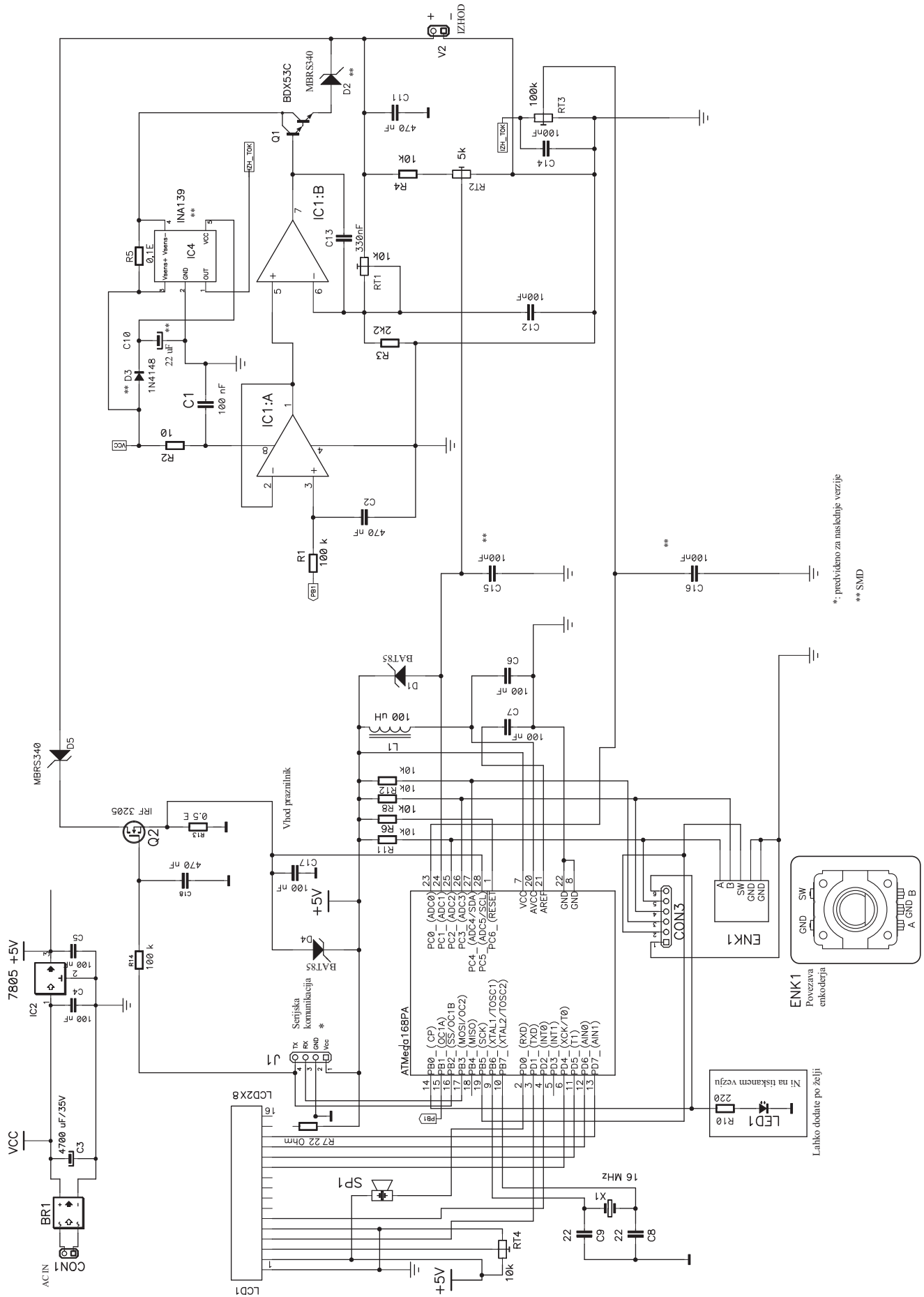
Pri tej modifikaciji se je izkazalo, da je potrebno kar precej spremeniti tudi samo tiskano vezje, saj ne bo dovolj dodajanje tiskanih vezij k obstoječi tiskanini. Pri načrtovanju in pripravi nove različice TIV je na pomoč priskočil moj prijatelj Jure. Na novo je narisal TIV in poskrbel za izdelavo tega. Cilj je bil narediti tiskano vezje, ki bo dovolj majhno, da paše v relativno

majhno ohišje PWM napajalnika, vezje pa mora biti enostransko zaradi nižje cene. Pri vezju sem se izogibal SMD elementom, zato je večina elementov klasičnih, z izjemo nekaterih, ki obstajajo samo v SMD ohišjih in pa nekaterih, ki so zaradi kompaktnosti tiskanine morali biti v SMD ohišjih. Kljub enostranskemu vezju sem poskrbel, da je na vezju dovolj mase in da so povezave do A/D pretvornika kratke in dobro filtrirane. Pri sestavljanju TIV najprej prispajkajte SMD elemente, šele potem se lotite najprej najnižjih in potem višjih elementov do največjega elektrolitskega kondenzatorja.

Na tiskanemu vezju so trije kratkostičniki, ki se jih veže na strani

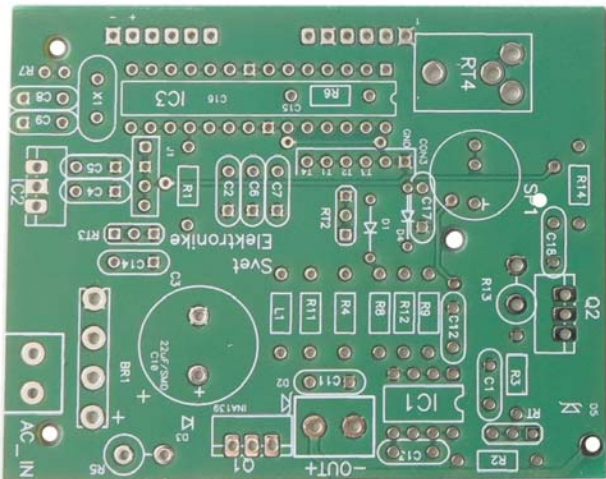


Slika 2: Shema PWM napajalnika/polnilnika s tipkami in 2 x 16 LCD displejem



** SMD
 *: predvideno za naslednje verzije

Slika 2a: Shema PWM napajalnika/polnilnika z enkoderjem in 2 x 8 modrim LCD displejem



Slika 1: Razpored elementov na tiskanem vezju

elementov in en kratkostičnik, ki se ga prispajka na strani spajkanja.

SESTAVLJANJE

Tiskano vezje sestavljamo tako, da najprej prispajkamo vse SMD elemente – razen velikih Shottcky diod, ki jih prispajkamo čisto pri koncu sestavljanja. Ko smo prispajkali SMD elemente, se lotimo kratkostičnikov na strani elementov. Kratkostičnik, ki se nahaja na strani spajkanja bom tudi prispajkali na koncu. Za kratkostičniki se lotimo spajkanja vseh elementov od najnižjih do najvišjih (razen izhodnih tranzistorjev, ki jih bomo pritrdili na hladilno telo). Ko smo prispajkali vse elemente, še prispajkamo dve SMD Schottky diodi in čisto na koncu še kratkostičnik na strani spajkanja.

Ta kratkostičnik naj bo iz žice z malce večjim presekom, saj skozi njega lahko teče večji tok.

Pred prvim priklopom spojimo izhodni tranzistor Q1 na TIV, Q2 pa za enkrat ne spojimo na vezje. Za LCD prikazovalnik in tipke so predvidene moške letvice, na katere bomo spojili ženske letvice, ki so preko ploščatega kabla spojene na LCD oziroma tipke. Lahko bi seveda povezali tipke in LCD neposredno na TIV, vendar je sestavljanje vezja v ohišje lažje, če se LCD in tipke nahajajo na kabljih z ženskimi letvicami.

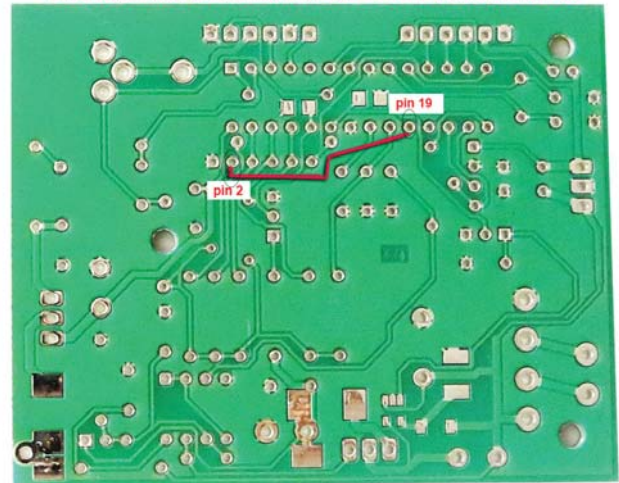
OPIS PROGRAMA

Ob zagonu naprave se najprej na zaslonu pojavi osnovni menu (slika 4),



Vzporedno vezana 2x 10uF

ČE UPORABLJATE ENKODER NAREDITE TO PREVEZAVO NA VEZJU



Slika 3: Vezava kratkostičnikov na vezju

kjer se odločimo, kateri del naprave bomo uporabljali oziroma kateri del podprograma bomo pognali. S pritiskom na tipko T1, T2 ali T3 izberemo podprogram za polnilnik, napetostni generator ali tokovni generator. Dodana je tipka T4, ki služi vračanju iz podprogramov nazaj v glavni menu. Vsak pritisk na tipko na kratko aktivira tudi vgrajen piskač, ki nam signalizira, kdaj je tipka pritisnjena.

NAPAJALNIK – NAPETOSTNI GENERATOR

Če izberemo tipko T2, zaženemo podprogram za napetostni generator, katerega delovanje oziroma zaslon prikazuje slika 5. Prva vrstica prikazuje nastavljeno napetost in dejanski tok, druga pa nastavev zakasnitve in nastavljeno tokovno omejitvev.

Za napetostni generator sem uporabil 10 bitni PWM kar pomeni, da je celotno področje napetosti razdeljeno na 1024 enot oziroma korakov. Tako konfiguracijo lahko naredimo preprosto z ukazom v Bascom-AVR programu.

```
Config Timer1 = Pwm , _
Pwm = 10 , _
Compare A Pwm =
Clear Down , _
Prescale = 1
```

Predlagam, da si kot najvišjo napetost na napajalniku nastavite 20,46 V. S tem nastavimo napetost koraka na 20

NAVODILA

mV, oziroma vsak pritisk na tipki T1 / T2 bo povečal / zmanjšal nastavljeno napetost za 20 mV. Vgrajena je tudi možnost hitrega nastavljanja napetosti in sicer tako, da poleg tipke T1/T2 hkrati pritisnemo še tipko T3. Pritisk na tipko T4 nas vrne nazaj v osnovni menu. Tokovno zaščito nastavljamo s pritiskom na tipko T3. Najprej začne utripati nastavev tokovne omejitve. S pritiskom na tipki T1 / T2 povečamo / zmanjšamo tok omejitve za 10 mA. S ponovnim pritiskom na tipko T3 začne utripati izklopni čas. Tukaj s tipkama T1 / T2 povečujemo / zmanjšujemo izklopni čas za 1 ms. S ponovnim pritiskom na tipko T3 se vrnemo v normalni način delovanja napetostnega generatorja. Med nastavljanjem tokovne zaščite je napetostni generator izklopljen.

TOKOVNI GENERATOR

Če izberemo tipko T3, izberemo podprogram za tokovni generator, katerega delovanje oziroma zaslon prikazuje slika 6. Prva vrstica na zaslonu prikazuje dejanski tok in napetost, druga pa nastavljen tok in vrednost PWM. Tokovni generator uporablja 11 bitni PWM, kar pri priporočenih nastavitvah pomeni, da je napetost koraka 10 mV. Bascom ukaz `CONFIG TIMER` žal ne podpira več kot 10 bitnega PWM, zato moramo 11 bitni PWM konfigurirati z vpisom neposredno v registre.

```
Icr1 = 2048
Tccr1a = &B10000010
Tccr1b = &B00011001
```

Za razlago bitov v posameznem registru pogledajte v data sheet procesorja. Ob vstopu v podprogram je tokovni generator vedno izklopljen. S tipkama T1 / T2 nastavljamo tok tokovnega generatorja v korakih po 10 mA. Tokovni generator vključimo in izključimo s tipko T3. Med delovanjem tokovnega generatorja lahko prav tako nastavljamo tok (tipki T1 / T2). Program počasi povečuje napetost in kontrolira tok, dokler ne pride do nastavljene vrednosti toka. V program je vgrajena tudi varovalka, ki izklopi tokovni generator, če tok za polovico preseže nastavljeno vrednost. Taka situacija je povsem verjetna, ko kaj testiramo in pozabimo tokovni generator vključen.

Govorim iz lastnih izkušenj pri testiranju programa. Preden zapustimo tokovni generator, ga moramo obvezno izključiti s tipko T3, ker drugače tipka T4 ni aktivna.

POLNILNIK

Največ časa sem posvetil razvoju polnilnika akumulatorjev. Želel sem imeti polnilnik, ki vsebuje oba, v trgovinah dosegljiva polnilnika. Kupimo lahko hitri ali standarden polnilnik akumulatorjev. Slabost hitrega je, da z njim ne moremo polniti akumulatorjev, ki ne dovoljujejo hitrega polnjenja in zato potrebujemo še standardni polnilnik. Pri teh pa ponavadi ne moremo poljubno nastavljati toka polnjenja in nimajo vgrajenega časovnika, ki po določene času izklopi polnjenje. Naš PWM polnilnik omogoča oboje. Polnilnik je sposoben akumulatorje pred praznjenjem ali na zahtevo izprazniti in s tem izmeriti preostalo kapaciteto v akumulatorjih. Tok praznjenja je enak toku polnjenja v primeru, da je tok polnjenja manjši od 1A. Drugače je tok praznjenja omejen na 1A. Tudi za polnilnik/praznilnik je uporabljen 11 bitni PWM.

Če izberemo T1 iz glavnega menija, startamo podprogram za polnilnik, ki od nas najprej zahteva izbor oziroma potrditev nastavitvev polnjenja. Najprej moramo izbrati tip akumulatorja, ki



Slika 4: LCD zaslon osnovnega menija



Slika 5: LCD zaslon napetostnega generatorja

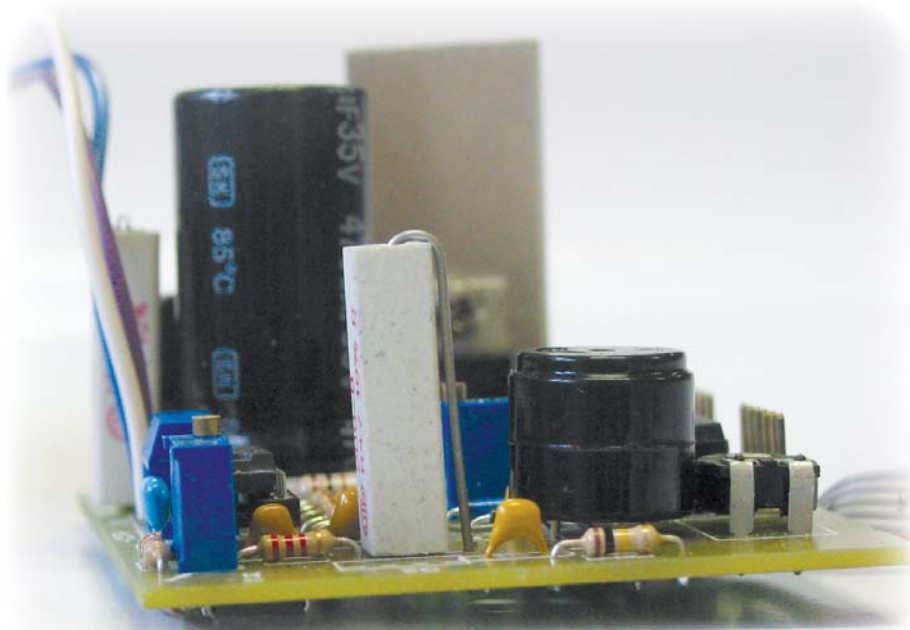


Slika 6: LCD zaslon tokovnega generatorja



Slika 7: LCD zaslon polnilnika

ga polnimo. Izbiramo s tipkama T1 / T2 (naprej / nazaj), izbiro potrdimo s tipko T3. Na voljo imamo naslednje možnosti: 1 - NiCd/NiMh, 2 - LiPo, 3 - Pb in 4 - Timer. Naslednja izbira je število členov v akumulatorskem paketu. Število členov je odvisno od tipa akumulatorja. Nadaljnja izbira



je polnilni tok, maksimalni čas polnjenja in zakasnitev delovanja »Delta peak« detekcije zaključka polnjenja. Na koncu izberemo še način delovanja. Možnosti so 1 – Polni, 2 – Prazni in 3 – Prazni/Polni. Ko izberemo oziroma potrdimo vse parametre, se prikaže osnovni zaslon polnilnika, ki ga prikazuje slika 7.

Prva vrstica prikazuje izbran tip akumulatorja, dejansko napetost in polnilni tok, druga vrstica pa čas polnjenja/praznjenja in napolnjeno/izpraznjeno kapaciteto. Polnjenje poženemo / izklopimo s pritiskom na tipko T3. Ko je polnjenje ustavljeno, lahko s pritiskom na tipko T1 ponovno nastavimo parametre polnjenja. Nazaj v glavni menu se vrnemo s pritiskom na tipko T4. Če smo izbrali način 3 – prazni/polni izpraznjeno kapaciteto in čas pogledamo s pritiskom na tipko T2. Ponoven pritisk na tiko T2 pokaže napolnjeno kapaciteto in čas. Oglejmo si, kako program polni posamezne tipe akumulatorjev. O načinu polnjenja posameznih tipov akumulatorjev je veliko napisanega na svetovnem spletu, zato se v posamezne detajle polnjenja ne bom podrobneje spuščal.

NiCd/NiMh je program za HITRO polnjenje akumulatorjev. Akumulatorje polnimo s konstantnim tokom. Zaključek polnjenja detektiramo s tako imenovano »Delta peak« metodo. V programu je »Delta peak« nastavljen na 15 mV/člen, kar je nekakšen kompromis, da lahko isti program uporabljamo za oba tipa akumulatorjev. Omeniti velja, da program omogoča hitro polnjenje akumulatorjev, sestavljenih iz 3 – 12 členov. Spodnjo mejo omejuje vgrajen A/D pretvornik, ki je 10 biten, kar pomeni korak 20 mV. »Delta peak« na treh členih (celicah) znaša 45 mV, kar je ravno še dovolj natančno za uporabljen A/D pretvornik. Zgornjo mejo omejuje najvišja napetost napajalnika, ki je v našem primeru 20,46 V. V program je vgrajen tudi časovnik, ki začne spremljati napetost akumulatorja po določenem času (1-15 minut). Ta časovnik je vgrajena zaradi lastnosti NiCd/NiMh akumulatorjev, ki so že dalj časa v uporabi in na začetku polnjenja naredijo lažen »Delta peak«. Pri uporabi te funkcije moramo biti previdni, ker polnim aku-

UMERJANJE

V vezje vstavimo programiran mikrokontroler, priklopimo LCD in tipke, če so na podaljšanih kabljih.

Na vrstno sponko V1 priklopimo ustrezni transformator (enosmerna napetost na usmerniškem mostiču naj ne presega 30 V!) cca 20V. Na izhodne sponke V2 priklopimo voltmeter.

Stopnja ojačenja je določena z razmerjem upornosti upora R3 in potenciometra RT1. S trimerjem RT1 nastavimo izhodno napetost tako, kot je napisano nekaj vrstic naprej.

Trimer RT2 je namenjen uglaševanju napetosti na AD vhodu procesorja za merjenje napetosti usmernika. S trimerjem RT3 izvedemo fino umerjanje toka na izhodu usmernika.

Ob vklopu bo vrednost PWM-ja najvišja (255) in bo tudi izhodna napetost najvišja. **Potem s trimer potenciometrom RT1 nastavimo maksimalno izhodno napetost, ki naj bo vsaj za 3 V nižja od napetosti na usmerniškem mostiču.** Napetosti opazujemo na posebnem inštrumentu in ne na LCD displeju, ker nam ta še ne kaže pravih vrednosti.

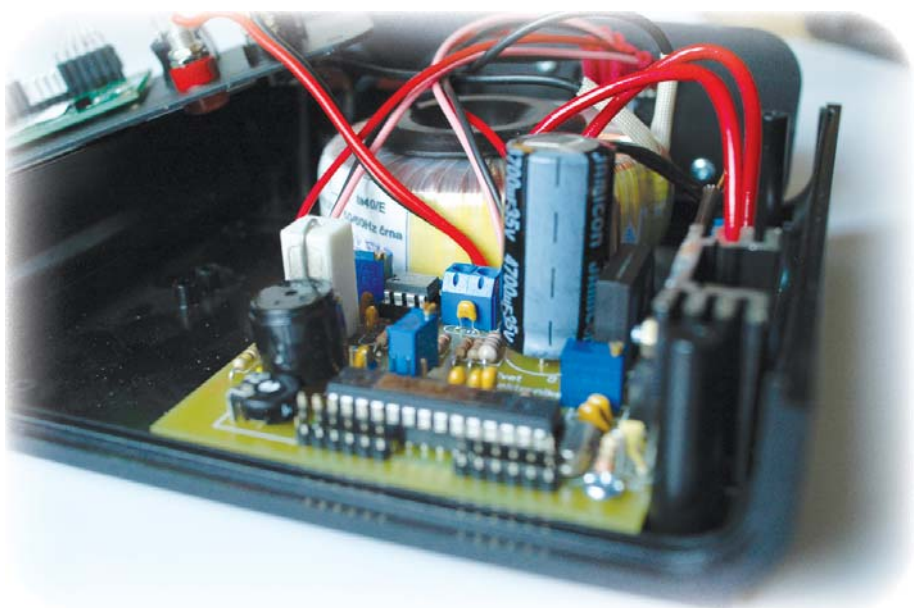
Ko smo na izhodu usmernika nastavili napetost, lahko nadaljujemo z nastavitvijo prikaza na LCD-ju (to je potrebno zaradi padca napetosti na tranzistorju).

S trimer potenciometrom **RT2** nastavimo tako, da bo vrednost prikaza na LCD-ju enaka vrednosti, ki jo kaže naš voltmeter. Vrednosti v programu so nastavljene za maksimalno 25 V izhodne napetosti.

Ko smo nastavili prikaz na inštrumentu, s tipkami +/- spreminjamo napetost in opazujemo, ali nam na LCD-ju prikazuje enako vrednost kot zunanji voltmeter. Odstopati sme največ 100 mV, kar je posledica nelinearnosti AD pretvornika.

mulatorjem ne prija hitro polnjene 15 minut brez kontrole zaključka polnjenja. Akumulatorji se prekomerno segre-

jejo in lahko pride celo do eksplozije ali njihove trajne poškodbe. Za zaščito je vgrajen tudi časovnik maksimal-



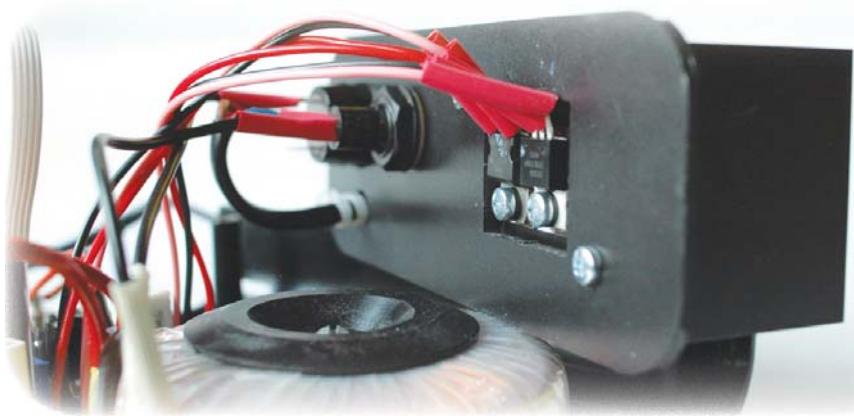
NAVODILA

nega časa polnjenja. To je zaščita v primeru, če »Delta peak« detekcija zaključka polnjenja ni uspešna. Program prekine s polnjenjem po preteku maksimalnega časa polnjenja. Napetost izklopa praznilnika je nastavljena na 0,9 V/celico.

LiPo je program, ki omogoča hitro polnjenje LiPo akumulatorjev. Akumulatorje polnimo po metodi KT/KN (Konstanten tok/Konstantna napetost). Polnilna metoda KT/KN pomeni, da akumulator najprej polnimo s konstantnim tokom, dokler napetost na akumulatorju ne doseže 4,20 V/člen. Potem preklapimo na polnjenje s konstantno napetostjo in spremljamo tok polnjenja. Polnjenje zaključimo, ko polnilni tok pade na 8% nazivnega polnilnega toka. Polniti je možno akumulatorje, sestavljene iz 1 – 4 členov. Navzgor smo ponovno omejeni z najvišjo napetostjo napajalnika. Pri polnjenju akumulatorjev z več členi je priporočljivo uporabljati »balancer« – napravo, ki kontrolira napetost posameznega člena v akumulatorju in poskrbi za to, da se napetost posameznih členov akumulatorja med polnjenjem ne razlikuje več kot nekaj 10 mV. Nastavitev zakasnitve »Delta peak« v tem programu nima nobenega učinka. Napetost izklopa praznilnika je nastavljena na 3,2 V/celico.

Pb je program, ki omogoča hitro polnjenje Pb akumulatorjev. Akumulatorje polnimo po metodi KT/KN (Konstanten tok/Konstantna napetost). Polnilna metoda KT/KN pomeni, da akumulator polnimo s konstantnim tokom, dokler napetost na akumulatorju ne doseže 2,50 V/člen. Potem preklapimo na polnjenje s konstantno napetostjo in spremljamo tok polnjenja. Polnjenje zaključimo, ko polnilni tok pade na 4% nazivnega polnilnega toka. Polniti je možno akumulatorje sestavljene iz 1 – 8 členov. Navzgor smo zopet omejeni z najvišjo napetostjo napajalnika. Nastavitev zakasnitve »Delta peak« v tem programu nima nobenega učinka. Napetost izklopa praznilnika je nastavljena na 1,9 V/celico.

Timer je program, ki je namenjen počasnem polnjenju akumulatorjev s konstantnim tokom. Te funkcije nisem zasledil pri nobenem komercialnem



polnilniku. Namenjen je predvsem počasnem polnjenju NiCd/NiMh akumulatorjev, čeprav lahko z njim polnimo katerikoli tip akumulatorja. Pri polnjenju ni NOBENE napetostne zaščite in zato lahko LiPo akumulatorje trajno poškodujete, če jih polnite s konstantnim tokom in pri tem presežete 4,25 V/člen. Čas polnjenja lahko nastavljamo od 1 ure pa do 23 ur in 45 minut v korakih po 15 minut. Program je primeren za večino NiCd/NiMh akumulatorjev velikosti AA oziroma AAA, za katere hitro polnjenje ni ustrezno. Program je primeren tudi za izenačevanje paketa akumulatorjev po hitrem polnjenju. V nobenem akumulatorskem paketu členi niso povsem enaki in se pri uporabi oziroma praznjenju / polnjenju z večjimi tokovi razlike počasi povečujejo. S počasnim polnjenjem vsake 10 – 15 ciklov te razlike odpravimo in poskrbimo, da so naši akumulatorji v odlični kondiciji. Pri tem načinu praznjenja pred polnjenjem ni mogoče.

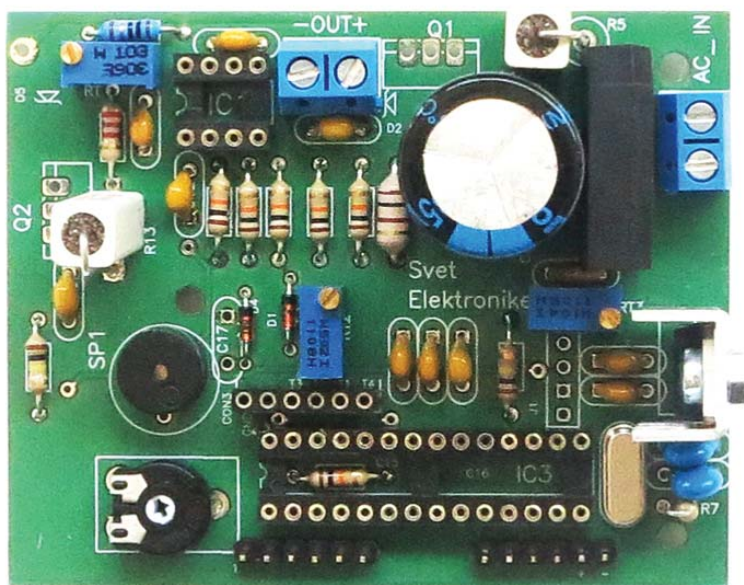
PRVI VKLOP

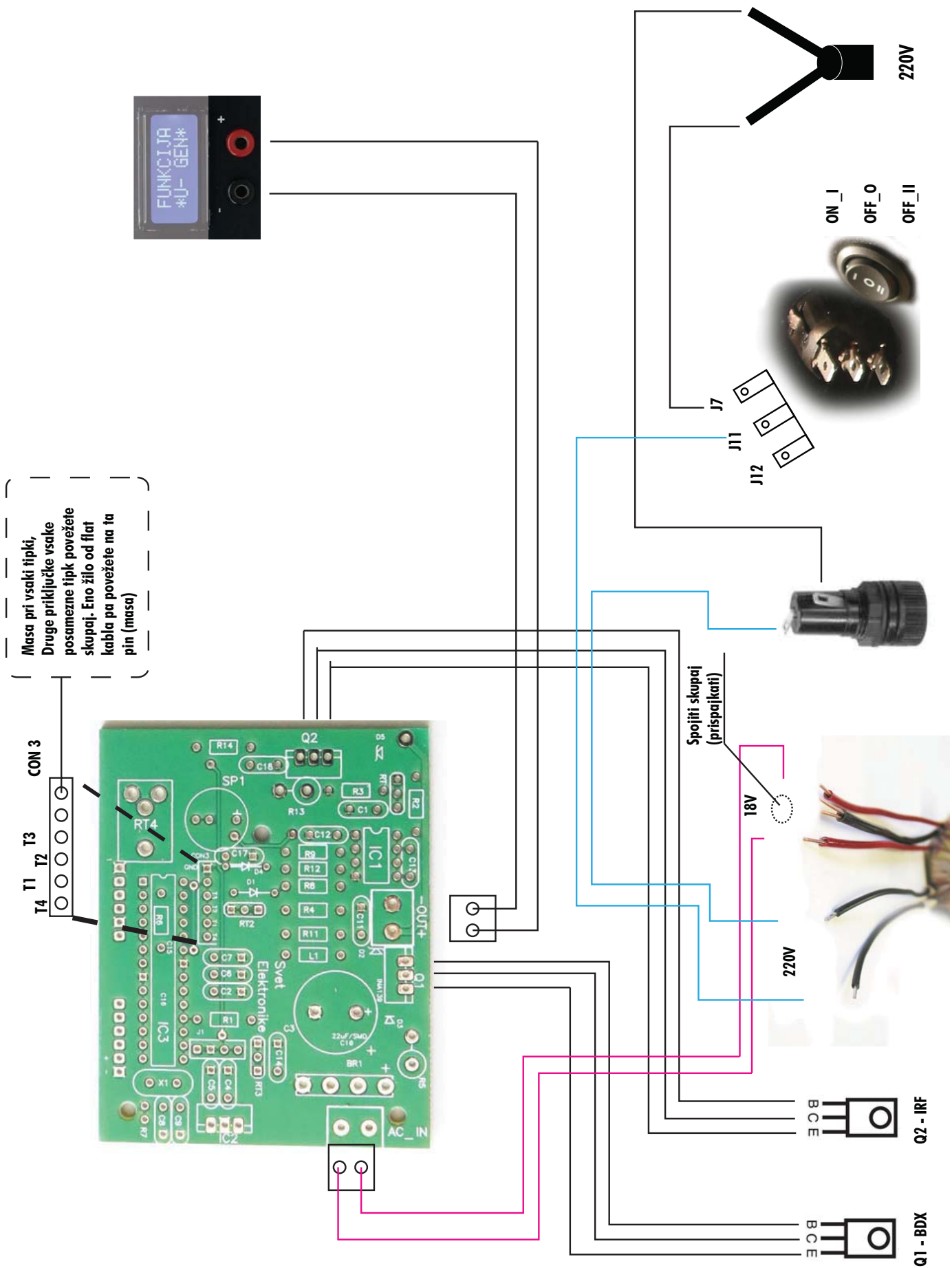
Ob prvem vklopu bo potrebno najprej nastaviti kontrast na LCD-ju. To storite s trimer potenciometrom RT4 in napajalnik bo v primeru, da ste napajalnik pravilno sestavili, takoj oživel.

ZAKLJUČEK

Tako spremenjeni napajalnik je zelo priročna naprava, ki uporabniku služi kot napajalnik in kot dodaten priročen polnilnik akumulatorjev, ki jih vsakodnevno uporabljamo. Zavedati se moramo tudi omejitve, ki jih prinaša 10 bitni A/D pretvornik. Pri nekaterih bremenih (npr.: akumulatorjih z višjo kapaciteto in nizko notranjo upornostjo) dvig napetosti za 20 mV povzroči prevelik dvig polnilnega toka in natančna regulacija toka ni možna.

www.svet-el.si





Slika 8: Vezava PWM II napajalnika

Prevezava za ROTACIJSKI PWM II

ČE UPORABLJATE ENKODER NAREDITE TO PREVEZAVO NA VEZJU

