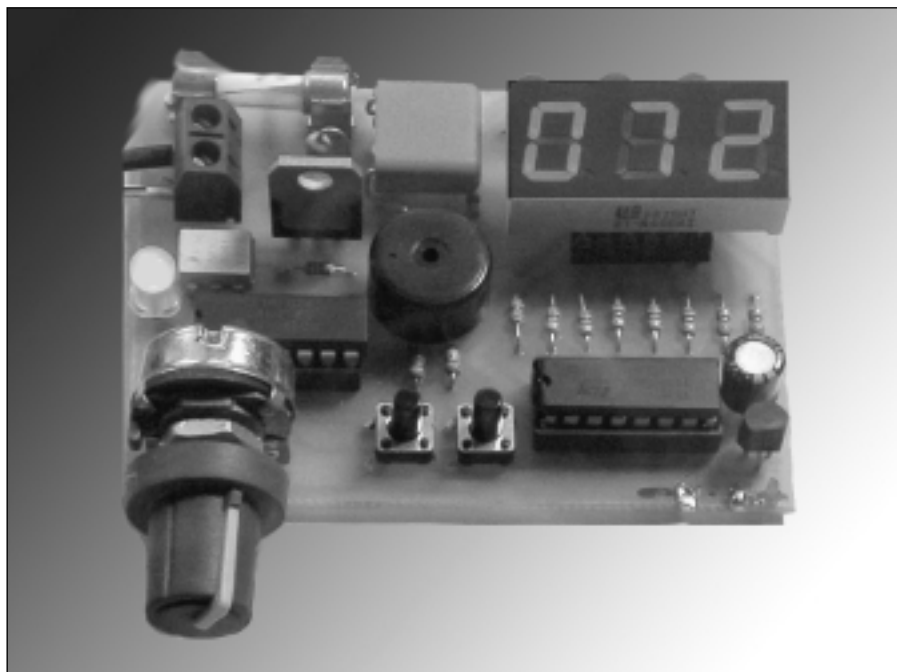


# Inteligentni digitalni regulator snage lemilice

Osnovni problem na koji se nailazi kod ljubitelja elektronike, bilo da su to amateri ili oni sa iskustvom, je postizanje kvalitetnog lema. Na početku, uvek je nezgodno izdvojiti izvesnu količinu novca samo za lemilicu koja bi efikasno vršila posao. Uobičajeno je da se za početak pribegava jeftinijoj soluciji – lemilica sa “buvljaka” čija cena ne prelazi 2 Eura. Ovo rešenje može doneti dosta nevolja, i obično je za jednokratnu upotrebu. Ovim tekstom želimo to da promenimo.



Par godina unazad velika količina robe sa istoka po neverovatno niskim cenama donela je u prvi mah olakšanje, međutim ispostavilo se da je to ipak donelo više problema nego što se činilo. Osvrt na lemilice koje se za par eura mogu skoro svuda kupiti to i dokazuje. Autor ovog teksta je imao tu (ne)sreću da mu je od par komada koje je pazario, danas u funkciji ostala jedna lemilica. Ono što je pri tom uočeno je da su te lemilice relativno upotrebljive ali u prvih 10-ak minuta od uključenja na mrežni napon. Deklarisanih 40 W na lemilici je svakako tačno ali samo za nominalni napon od 220V AC. Dešava se, međutim, da napon u mreži iz dana u dan varira od 180 V-240 V u nekim domaćinstvima.

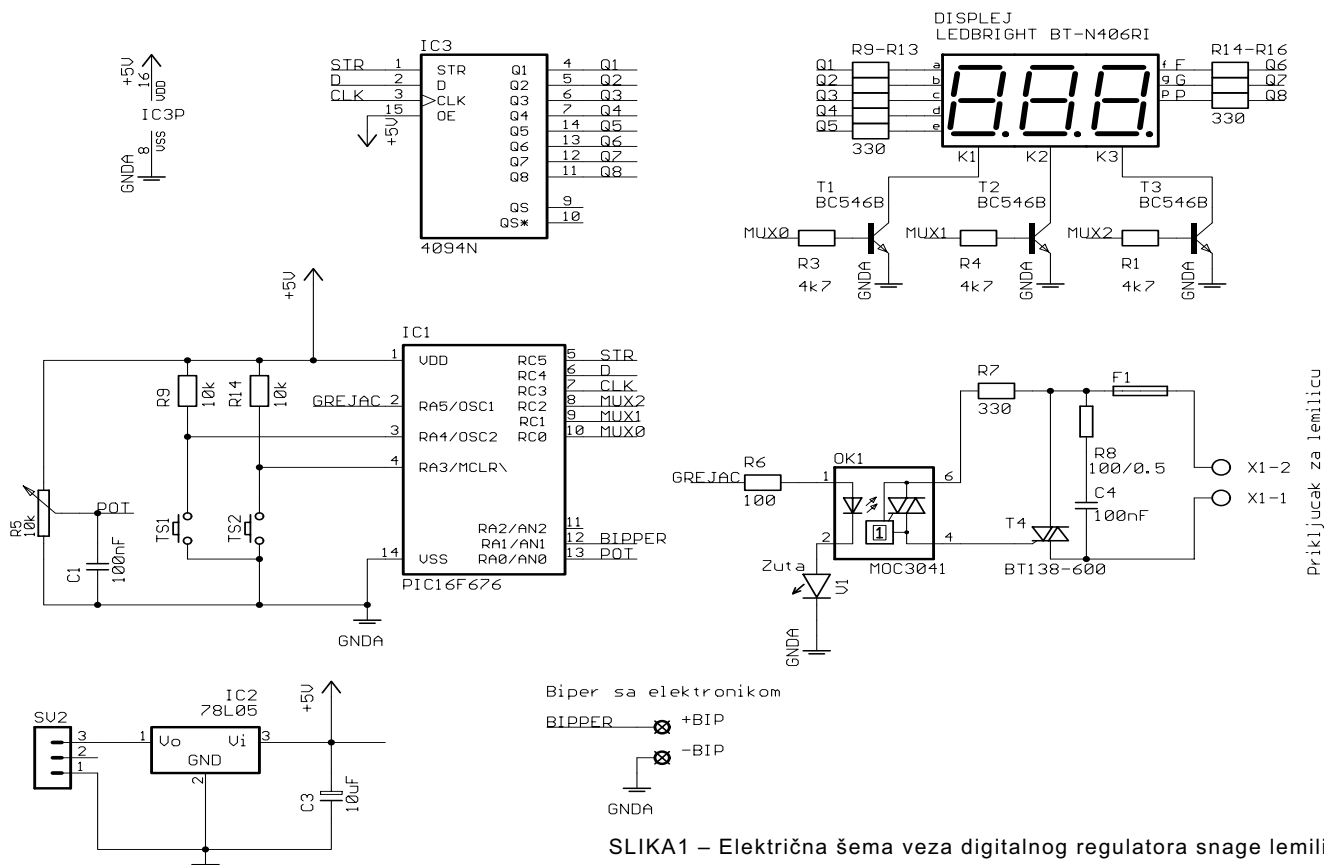
Upravo tu nastaje problem. Pregrevanje! Zatim realna situacija je i držanje lemilice pod naponom duže vreme, a često se dešava da se lemilica zaboravi preko noći pri čemu je verovatno da će i stradati, naravno opet zbog pregrevanja.

U prvi mah, autor je ovaj problem rešio uz pomoć jedne diode na red sa lemilicom i njoj paralelnim prekidačem. Kada je prekidač u kratkom spoju (dioda je premošćena) napon na lemilici je jednak naponu mreže, a ukoliko je otvoren (dioda je u funkciji) napon na lemilici je polovina napona u mreži. Ovo je donelo dobre rezultate da lemilica potraje dovoljno dugo ali ponekad je polovina snage nedovoljna da kva-

## OSNOVNE KARAKTERISTIKE UREĐAJA:

Napon napajanja: .....10V DC  
Regulisani izlaz: . . .proporcionalna regulacija, 220V AC, max snaga potrošača 200W  
Regulacija: .....0 – 100% nominalne snage, sa koracima od 1%  
Prikaz podešene snage: .....u procentima, na 3 LED displeja  
Indikacija rada regulatora: .....LED dioda  
Dodatne funkcije: . . . .Programabilan AUTO OFF tajmer (10, 60, 120, 180, 240, 300 min.)

Autor: Nebojša Pejčić  
web: ePraktikum.cjb.net  
e-mail: npejic@epraktikum.cjb.net



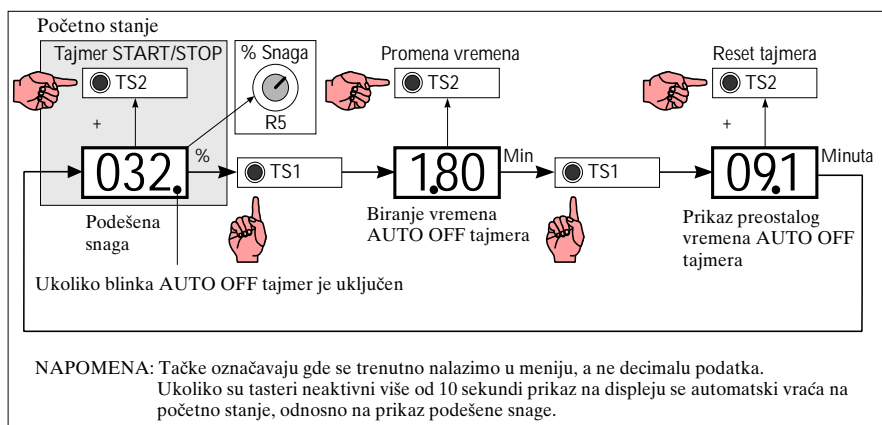
litetno zalemimo željeni lem. Iz tog razloga, nastao je ovaj uređaj, koji se u praksi pokazao kao odlično rešenje problema.

## OPIS UREĐAJA:

Osnovna komponenta je mikrokontroler PIC16F676 koji je smešten u 14-pinskom kućištu, poseduje 1024 bajta FLASH kodne memorije, 64 bajta radne memorije (SRAM) memorije i 128 EEPROM memorije. Ima u sebi interni RC oscilator na 4Mhz i 12 ulazno/izlaznih pinova, od kojih 8 mogu biti analogni ulazi sa rezolucijom od

10 bita. U njemu je objedinjena kompletna logika ovog regulatora. Osim PIC mikrokontrolera (IC1) u uređaju se nalazi i CD4094 (IC2), standardni CMOS 8-bitni šift registar, koji u ovom uređaju ima funkciju port-ekspandera, a odabran je zbog niske cene. Ostatak uređaja čine tranzistori T1-T3, čija je uloga da upravljaju multipleksom LED displeja, LED displej sa tri cifre, i prateće pasivne komponente. Iz nostalgčnih razloga, podešavanje se vrši pomoću standardnog potencijometra od 10k (R5), koji je direktno povezan na analogni ulaz RA0

mikrokontrolera. Tasteri TS1 i TS2 koriste se za ostala podešavanja uređaja. Energetski izlaz je iz bezbedonosnih razloga galvanski razdvojen, kao i napajanje uređaja, za koje je predviđen transformator. Razmišljalo se i u pravcu, da napajanje bude kapacitivnog tipa, ali smo odustali od toga iz sigurnosnih razloga. U svakom slučaju kapacitivno napajanje kao opcija dato je u prilogu 1. Ukoliko se odlučite da koristite kapacitivno napajanje vodite računa da je tada ceo uređaj pod mrežnim naponom i da morate sve dirne tačke čoveka i uređaja izolovati (plastično dugme za potencijometar, plastični tasteri, i ceo uređaj ugraditi u plastičnu kutiju). Prikaz podešene snage u procentima vrši se na tri multipleksirana LED displeja, takođe i prikaz odabranog vremena OFF Tajmera, kao i preostalo vreme do automatskog isključenja. Šta će biti prikazano na LED displeju biramo tasterom (TS1), dok podešavanja vršimo tasterom TS2. Biper koji je opciono priključen na pinu 12 mikrokontrolera, služi da nas zvučno informiše o promeni snage ili o pritisku tastera. Grafički prikaz modova rada dat je na slici 2.

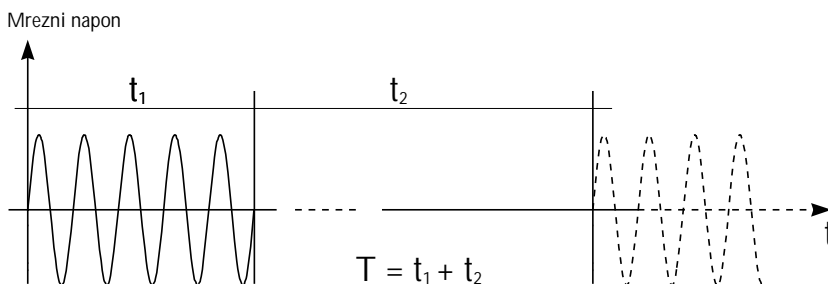


Kao što se sa šeme veza vidi hardverska struktura uređaja je veoma jednostavna. Ovo je omogućeno mikrokontrolerom sa njegovim naprednim osobinama i naravno softverom unutar njega. Iskusniji čitaoci će odmah uočiti da nema kvarc kristala, odnosno eksternog oscilatora. Prva lepa osobina koju smo iskoristili je postojanje internog oscilatora u samom mikrokontroleru na 4Mhz. Druga krajnje potrebna osobina je postojanje 10 bitnog AD konvertora integrisanog u sam mikrokontroler koji nam je omogućio jednostavno priključenje analognog potencijometra kojim vršimo regulaciju. Kako sam mikrokontroler ima svega 14 pinova morali smo da upotrebimo jeftino eksterno CMOS kolo, tačnije 8 bitni shift-registar koji upotrebom 3 pina mikrokontrolera pogoni segmente LED displeja, a opet ostavlja luksuz da na LED displeju možemo, ukoliko nam zatreba, da ispisujemo i kvazialfanumerike, što ne bi bilo moguće sa klasičnim BCD-7segmentnim drajverima.

Izlazni stepen je urađen u klasičnoj opto-kaplerisanoj varijanti upotrebom optotrijaka MOC3041, i trijaka BT 138-600. Zaštitni RC (R8-C4) član je svakako poželjan i nemojte ga izostavljati, jer on sprečava veliki odnos  $dU/dt$ , koji može oštetiti trijak usled induktivnog opterećenja grejača lemilice. Takođe možete uz neznatne prepravke upotrebiti i neki jači trijak čime bi ste omogućili priključenje i snažnijih potrošača. Mi predlažemo trijak BTA16-600B (16 A/ 600 V).

### KAKO SE VRŠI REGULACIJA?

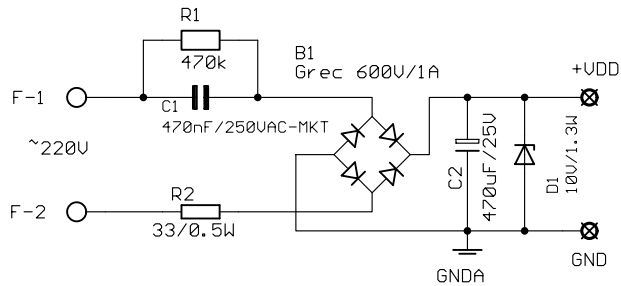
U ovom uređaju koristi se proporcionalna regulacija, kako bi se regulisala snaga na potrošaču, u našem sluč-



SLIKA 3 – Principijelni grafik proporcionalne regulacije

ju lemilica. Ovakav vid regulacije moguć je jedino kod grejnih tela, dok bi se primena ovakvog regulatora za regulaciju osvetljaja sijalice neslavno završila. Princip ovakve regulacije najjednostavnije je objasniti uz pomoć grafika sa slike 3. Kao što je prikazano na grafiku, ako za period  $T$  uzmemo 1 sekundu, sa  $t_1$  označimo period u kome postoji napon na potrošaču i sa  $t_2$  trajanje pauze, aproksimativno možemo uzeti da je snaga na potrošaču  $P_{pot} = P_{max} * (t_1/(t_1+t_2))$ , a to je dalje  $P_{pot} = P_{max} * (t_1/T)$ .  $t_1 = 1s$ , formula se još uprošćava i konačno iznosi  $P_{pot} = P_{max} * t_1$ . Ovde vidimo da je za regulaciju snage dovoljno menjati period  $t_1$ , u našem slučaju korak je 10 ms, i dobili bi smo regulaciju od 0 % - 100 % u 100 koraka. Naravno 0 % bi značilo gašenje potrošača dok bi 100 % značilo da  $t_1$ . Ovaj princip se lako može uočiti i posmatranjem LED diode  $V_1$  koja kada svetli označava trajanje signala, (postojanje napona na potrošaču) i obratno, kada je ugašena napon na potrošaču je jednak nuli.

Ceo ovaj proračun, ipak, treba uzeti sa određenom dozom rezerve u smislu stopostotne tačnosti, jer je ovde učinjeno dosta kompromisa da bi se ob-



PÁZNJA: Ukoliko koristite ovakvo napajanje pri uključenju uređaja na mrežni napon, ceo uređaj je pod naponom koji je opasan po život

PRIOLOG1 – Primer kapacitivnog napajanja uređaja

jasnio princip na što lakši način. Ako se uzme učinak u praktičnom izvođenju, prikazani proračun je sasvim zadovoljavajuć bez obzira na učinjene ustupke.

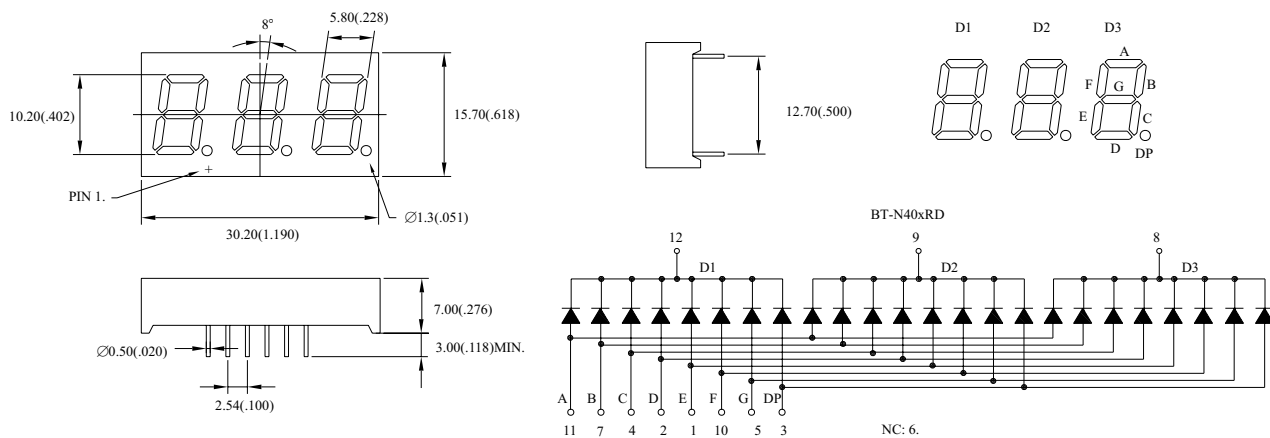
### REALIZACIJA:

Finalna tačka projekta je naravno je realizacija samog uređaja. Pored štampane pločice koju prilažemo uz ovaj projekat, na vama ostaje da se obratite nekoj od prodavnica elektromaterijala gde možete da kupite veći deo komponenti potrebnih za izradu ovog regulatora, kao i da osmislite kutiju u koju bi ugradili ovaj uređaj. Jedina komponenta koja vam može zadati malo više problema oko nabavke je LED displej modul koji objedinjuje fabrički multiplexirana tri LED displeja. Prednost ovakvog displeja je što ima samo 12 izvoda za razliku od tri klasična sa po 10 izvoda (ukupno 30), čime bi se usložila realizacija štampane ploče. Ako se ipak odlučite da sami realizujete modul uz pomoć tri obična LED displeja, od koristi vam može biti slika 4.

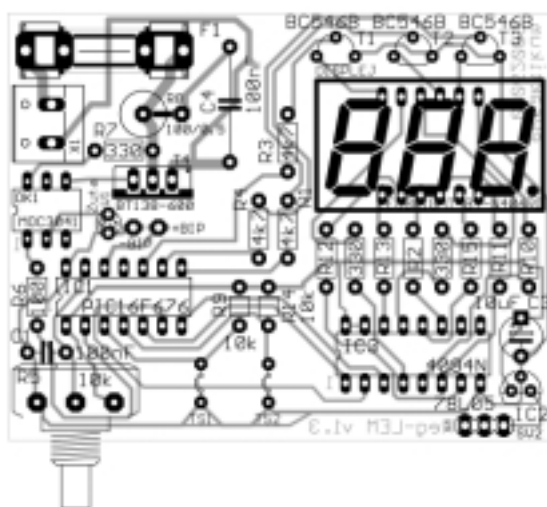
Konačno, povezivanje lemilice i regulatora treba izvršiti na način kao što je to prikazano na slici 5

Ono što moramo još napomenuti je: mikrokontroler se pre upotrebe mora isprogramirati, u suprotnom uređaj neće raditi. Isprogramirani mikrokontroler je dostupna preko redakcije časopisa "info Elektronika".

Pre priključenja energetskog dela (~220V) uređaj proverite od eventualnih kratkih spojeva, loših veza, i zatim ga priključite na jednosmeran nestabilisani izvor napajanja od 9V/100mA. Za to možete koristiti go-



Slika 4 – Izgled LED displej modula LEDBRIGHT BT-N406RI



Slika 6 - Izgled štampane pločice

tov izvor ili ga možete i sami realizovati uz pomoć transformatora, greca i elektrolita od 470  $\mu$ F.

Ukoliko se nakon par trenutaka, po uključenju napona napajanja uređaja, na LED displeju pojavi trocifreni broj, uređaj je spreman za rad. Okretanjem osovine potencijometra R5 možete zadavati snagu koja će biti prikazana na LED indikatoru. Sada, uređaj možete ugraditi u plastičnu kutiju, i krenuti da testirate preostali deo uređaja – izlazni deo sa trijacom. Pove-

žite lemilicu u kolo regulatora kao što je to prikazano na slici 5. Vodite računa da iako je elektronika neposredno oko mikrokontrolera pod niskim naponom, trijak i njegovi prateći delovi sada su pod mrežnim naponom koji je opasan po život.

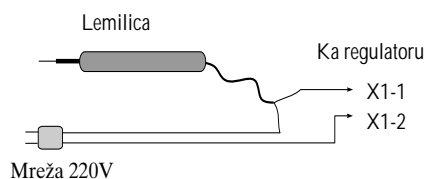
U zavisnosti od snage koju smo zadali, lemilica bi trebala da se ubrzo zagreje. Iskustvo autora je da na podešen 001% lemilica je samo mlaka i bez problema se može držati rukama.

### ZAKLJUČAK:

Ovde smo imali za cilj da vam približimo princip jednostavne regulacije malih i srednjih grejača, na primeru regulacije lemilice korišćenjem mikrokontrolera koji je omogućio jednostavnost uređaja uz postojanje vizuelne indikacije podešene snage, kao i još neke dodatne funkcije. Uređaj je moguće i dalje razvijati i usavršavati, do-

datkom recimo fazne regulacije koja bi zahtevala detekciju prolaska napona kroz nulu, zatim moguće je uraditi povratnu spregu u vidu merenja napona na izlazu (ili ulazu) čime bi se postiglo bezmalo nulto odstupanje zadate snage, itd. Međutim, ovo bi za potrebu regulacije lemilice bilo nepotrebno, a za neke buduće projekte... videćemo. Još jedna od aktuelnih praktičnih aplikacija ovog uređaja je i regulator podnog grejanja sa žicom u plastici, ali autor ovo nije probao.

**NAPOMENA:** Ovim uređajem nije moguće regulisati snagu "pištolj" lemilica sa transformatorom. Pravilna upotreba podrazumeva korišćenje "štap" lemilica radnog napona 220 V, koje ne sadrže elektroniku u sebi, ili bilo kakvu drugu regulaciju.



Slika 5 – Šema povezivanja lemilice na digitalni regulator

Redakcija časopisa "info Elektronika" vas poziva da se javite na e-mail: [projekti@infoelektronika.co.yu](mailto:projekti@infoelektronika.co.yu) sa idejama i predlozima, šta bi bilo interesantno uraditi kao projekat. Mi ćemo pokušati da vam izađemo u suret ukoliko je to u našoj moći.