



Mikrokontrolerji,
digitalije:

Silvo : **Svetlobni regulator** - Silvo Štraser
Marko11: **Tipkovnica s 24-timi tipkami** - Marko Kovačič

Avtoelektrika:

Milans: **Vžigalne svečke** - Milan Šlebnik

Napajalniki:

VolkD: **Laboratorijski napajalnik I** - Darko Volk

Energetika:

Azrael: **Priklop 3F motorja na 1F omrežje** - Friderik Back

Triki in nasveti:

Dorijan: **Internetno poslovanje** - Dorijan Morelj

www.elektronik.si Revija o elektroniki in računalništvu je občasnik internetnega foruma www.elektronik.si

Glavni in odgovorni urednik: Darko Volk , lektor: Aljaž Ogrin

Uredniški odbor: moderatorski team foruma

Revija je v elektronski obliki praviloma v pdf formatu. Sestavni deli revije so lahko tudi druge datoteke, ki predstavljajo source programske opreme objavljene v reviji. Vsi sestavni deli revije so zapakirani v ZIP format.

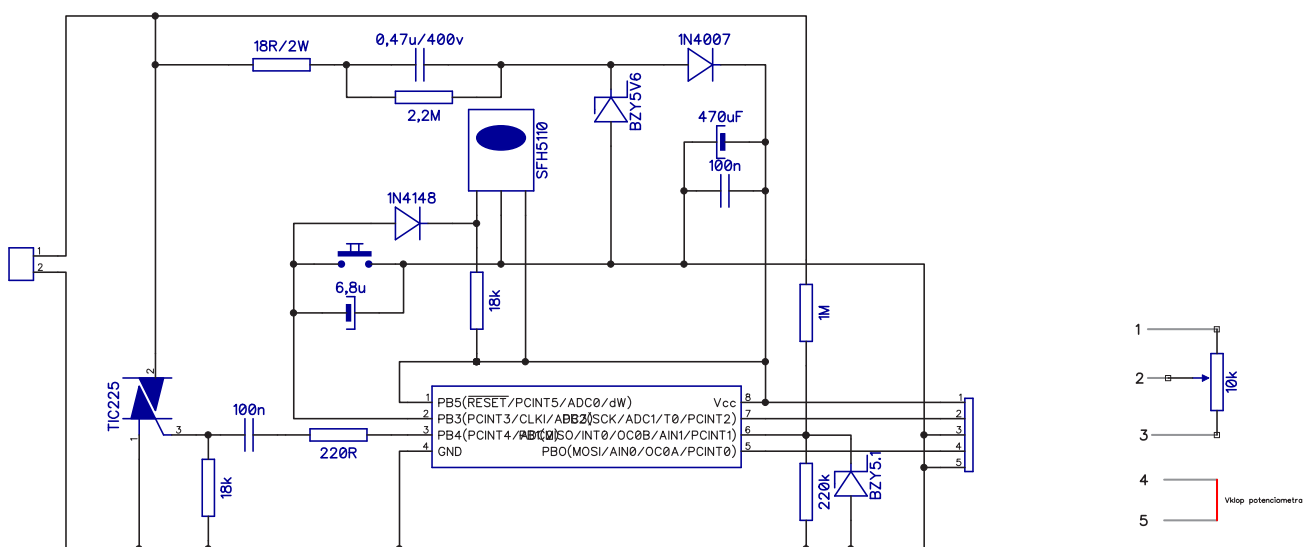
Revija objavljena na internetu je dostopna vsem uporabnikom www.elektronik.si, ki je javni forum. Cena revije je 0 eur.

Avtorstvo člankov objavljenih v tej reviji je izključna last avtorjev. Revija si ne jemlje nikakršne pravice glede objavljanja člankov v drugih medijih, če je le naveden vir in avtor.

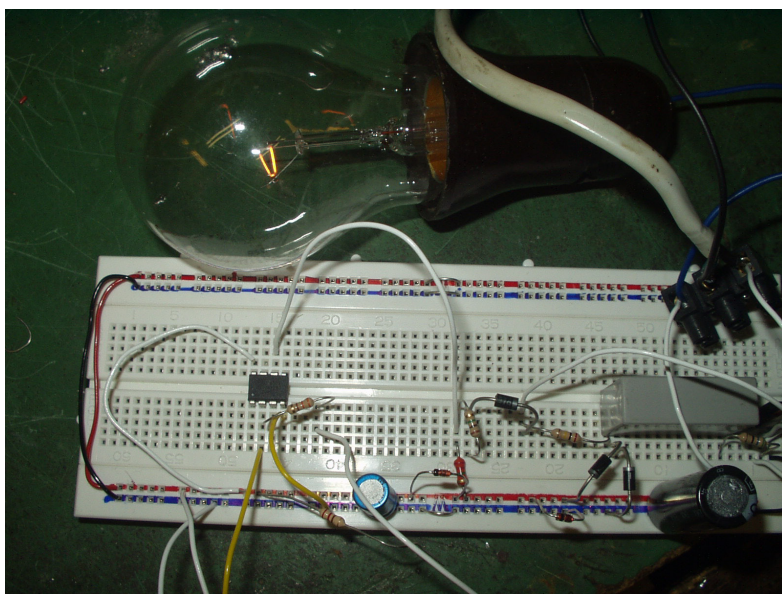
Izdelava projektov objavljenih v reviji je dovoljena zgolj za lastno uporabo.

Regulator svetlobe z mikrokontrolerjem

Pred skoraj desetimi leti sem naredil svetlobni regulator, ki ga je bilo možno upravljati z običajnim IR TV daljinskim upravljalcem. Takrat je bil uporabljen legendarni PIC16C84. Dokumentacijo za samogradnjo sem takrat objavil na forumu Elektro-N. Kasneje je bil članek tudi objavljen v reviji SE. Mimogrede lahko omenim, da je prvotna verzija pri meni še vedno v funkciji. Glede na zasebna sporočila, ki jih prejmem, ter sporočila na našem forumu je članek kljub starosti še vedno zanimiv, zato sem sklenil, da naredim novo verzijo, ki jo bom skušal še malo izboljšati.



Načrt regulatorja svetlobe z ATTiny13.



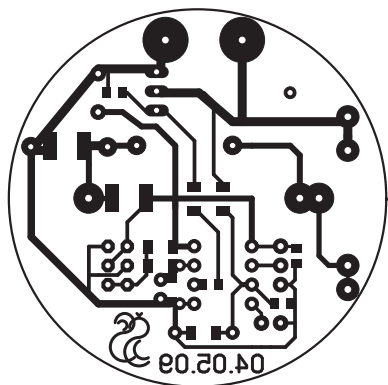
Prototip narejen na testni ploščici.

Zadnji čas nekaj več delam z AVR-ji zato sem sklenil tokratni regulator narediti z AVR-jem. Ker sama aplikacija ne bo potrebovala dosti pinov, sem se odločil, da vzamem malčka Tiny13. Pinov je več kot dovolj. Ima celo analogne vhode. Kot boste v nadaljevanju videli, sem enega uporabil tudi pri samem regulatorju.

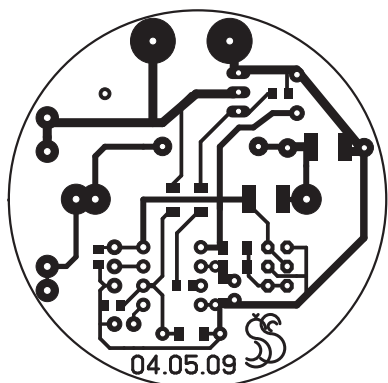
Ideja je bila, da sam regulator izvedem tako, da se lahko priključi namesto običajnega stikala, ter ne potrebuje "0". Zaradi tega sem sam napajalnik izvedel bistveno drugače kot je bil narejen v prvotni verziji. Tokrat ni bil uporabljen transformator, ampak sem napajalnik izvedel s pomočjo kondenzatorja ter dveh diod. Vežje je

zaradi tega postalo manjše, pa tudi cenejše. Pri sami izvedbi je bilo nekaj "porodnih" težav, ki sem jih uspel rešiti. Prototip je v funkciji od 5. maja ter deluje brez problema.

Kratek opis delovanja vezja



Tiskano vezje regulatorja v merilu 1:1 je inverzno.

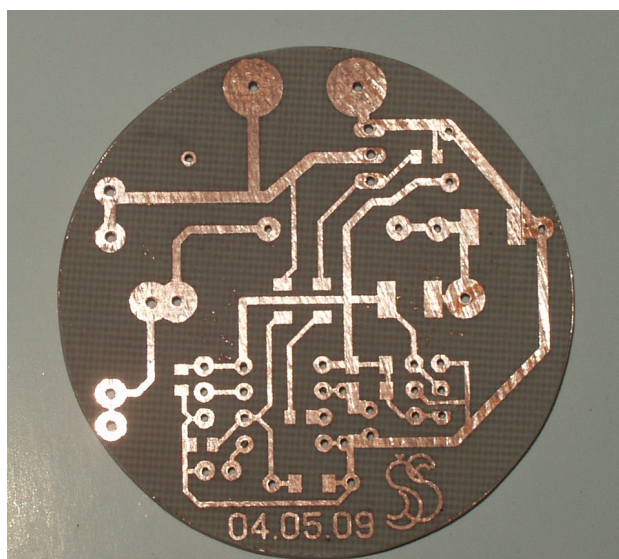


Tiskano vezje regulatorja v merilu 1:1 - običajno.

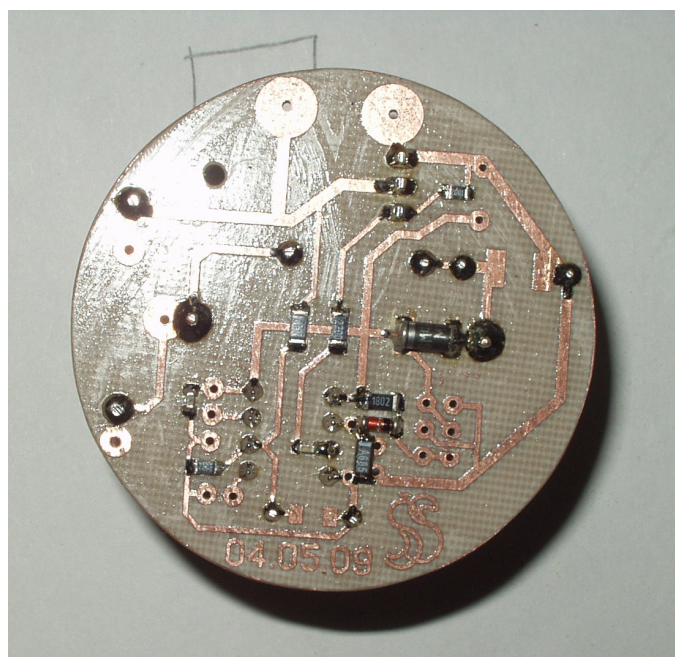
Napajalnik tvorijo: upor $18 \Omega / 2 \text{ W}$, kondenzator $0,68 \mu\text{F} / 400 \text{ V}$, zener dioda $5,6 \text{ V} / 0,5 \text{ W}$, dioda 1N4007, kondenzator $330 \mu\text{F} / 16 \text{ V}$ ter kondenzator 100 nF . Napetostni delilnik upora 1 M ter 220 k služi kot detekcija prehoda skozi "0". Zaradi varnosti sem dodal še $5,1 \text{ V}$ zener diodo, ki bi ščitila vhod mikrokontrolerja pred prenapetostjo, "če bi šlo kaj narobe". Upor 220Ω , kondenzator 100 n ter upor 18 k služijo za proženje triaca. Triac mora biti s čim manjšim I_g . Uporabil sem L6004 ($600 \text{ V}, 4 \text{ A}, I_g = 10 \text{ mA}$), ki sem ga imel na zalogi. Brez problema pa bo delal tudi TIC225M, ki je dobavljiv v vsaki trgovini z elektroniko. Kot IR sprejemnik sem uporabil TSOP2838 – prav tako domača zaloga. Poskusil sem tudi bolj znanega SFH5110, ki pa je tudi deloval. Edina razlika je bila v pinout-u.

Napotki za izdelavo

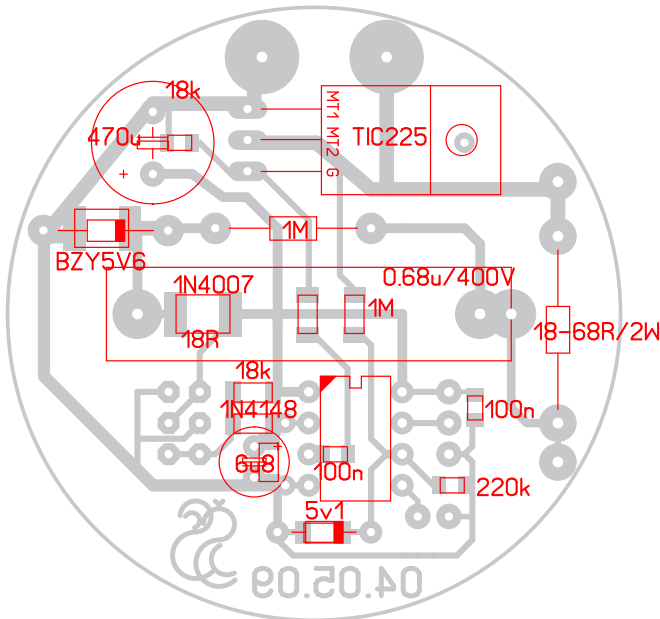
Tiskanina je enostranska in zelo enostavna. Brez težav se jo da izdelati po postopku z laminatorjem ali po fotopostopku. Vezje je delno izvedeno v SMD tehniki. Preden se lotite spajkanja najprej dobro pregledajte tiskanino. Kratek stik ali prekinjena povezava, ki je nastala



Narejeno tiskano vezje. Luknje so že narejene.



Pogled na tiskano vezje s spodnje strani

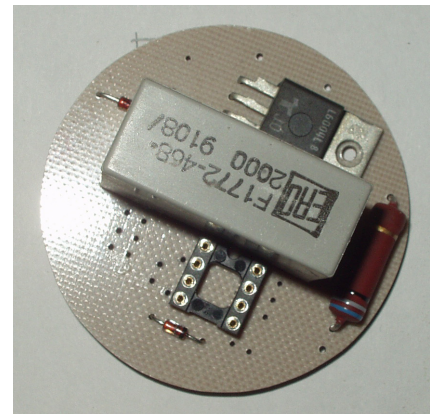


zaradi jedkanja, nam lahko zagreni samo-gradnjo, sploh če je le ta na mestu, kjer bo prekrita s kakšnim SMD elementom. Zaradi lažjega spajkanja je tiskanino smiselno premazati z raztopino kolofonije v acetonu. Sam premaz tudi zaščiti bakreno površino pred oksidacijo.

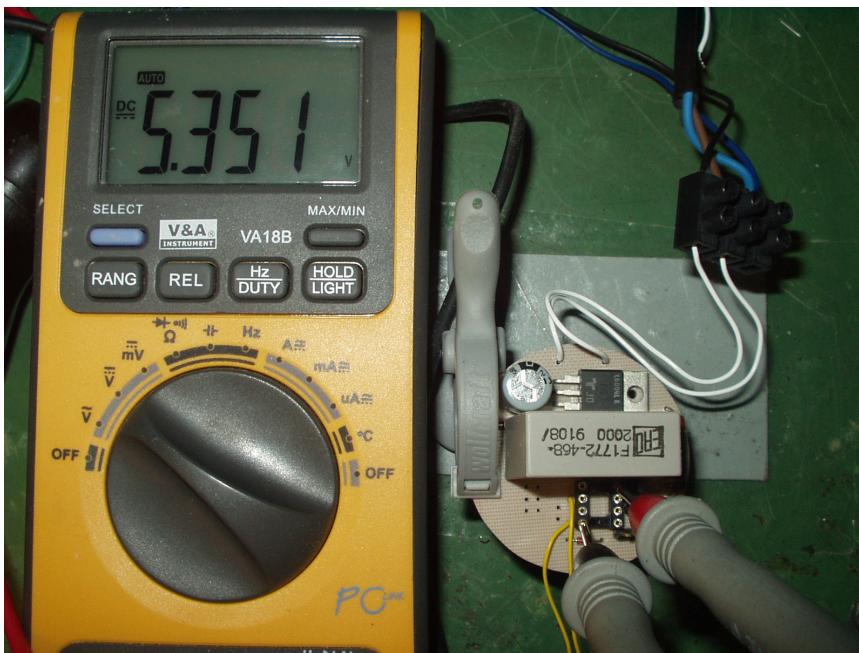
Najprej prispajkamo pasivne elemente (upore, kondenzatorje, diode, tipko...). Mikrokontroler je smiselno postaviti na podnožje zaradi morebitne nadgradnje ali spremembe softwera. Na sami tiskanini, zaradi same izvedbe napajalnika ter tudi

Razpored elementov na tiskanem vezju regulatorja osvetlitve

prostorske stiske, nisem predvidel ISP priključka, ker je vezje priključeno na omeržno napetost. Mikrokontroler je potrebno sprogrimirati ločeno. Preden vstavite mikrokontroler preverite, če napajalnik pravilno deluje. Prav tako še ne spajkajte IR sprejemnika. **POZOR!** Postopki, ki sledijo imajo opravka z omrežno napetostjo. Zato je vsako dotikanje vključenega vezja lahko



Pogled na tiskano vezje z zgornje strani



Meritev napajalne napetosti za ATTiny13

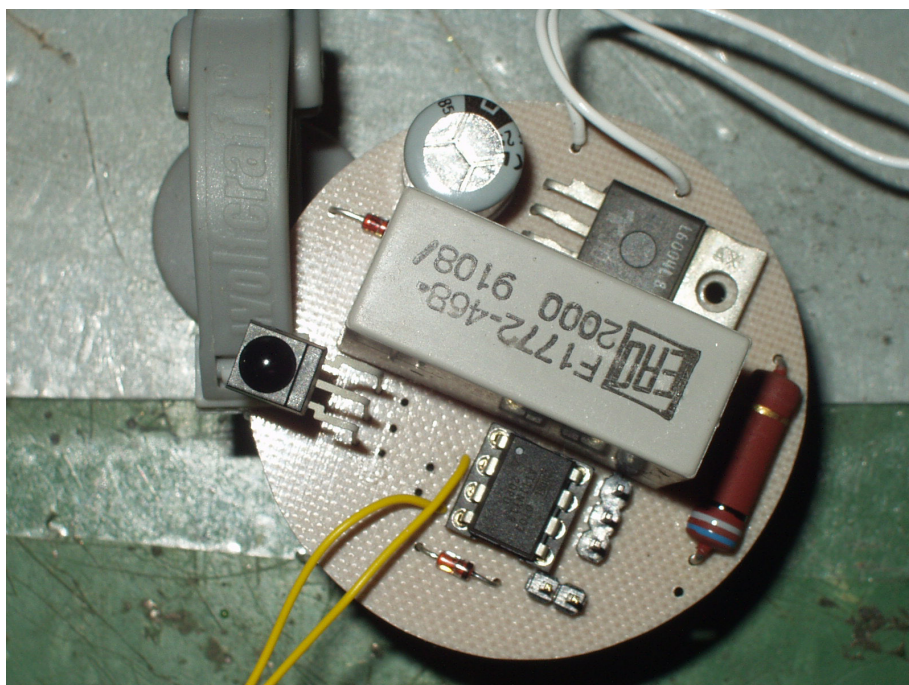
SMRTNO NEVARNO!

Najprej zvežemo zaporedno z vezjem žarnico 230 V 60-100 W. (priključek 1-2 načrta), ter vezje vključimo. Žarnica **NE SME** svetiti. V kolikor sveti, je na tiskanini nekaj narobe. Če žarnica ne sveti, z multimetrom na podnožju za mikrokontroler preverite napetost. Le ta mora biti večja od 5 V a nikakor večja od 5,5 V. Če je napetost ustrezna, se lahko vstavi mikrokontroler. Pozor **NE POZABITE IZKLJUČITI VEZJA** preden vstavlja mikrokontroler. Mikrokontroler je potrebno

predhodno sprogramirati. Vsebina je priložena v datoteki "reg_sv.hex". Potrebno je tudi sprogramirati fuse bite. Pravilno postavljeni fuse biti so 0xFF, 0x79. Vključen mora biti interni oscilator 4,8 MHz, ter Brown-out detection disabled.

Ne pozabite izključiti možnosti CKDIV8, ki je pri novem mikrokontrolerju privzeto vključena.

Ko ste mikrokontroler sprogramirali, ga vstavite v podnožje, ter vključite vezje. Žarnica mora ostati še naprej ugasnjena. Kratak pritisk na tipko (krajši od 1 s) mora žarnico vključiti z nekje 70% intenzivnosti. Če sedaj stisnete ter držite tipko, se mora intenzivnost večati ali manjšati. Smer regulacije se zamenja, če tipko spustite za dlje kot 1 sekundo, ter jo ponovno stisnete. Stisk krajši od 1 sekunde bo povzročil vklop oz. izklop. Če regulacija ter vklop pravilno deluje, lahko prispajkate IR sprejemnik. Pazite le na pravilen razpored. Na tiskanini sem predvidel dve mesta montaže za sprejemnike z



Končano in delujoče vezje regulatorja osvetlitve.

Do sedaj sem izdelal kar nekaj regulatorjev. Na enemu so se pojavile težave z utripanjem pri minimalni / maksimalni osvetlitvi. Ugotovil sem, da težavo povzroča odstopanje časovne baze. Uporabljen je namreč interni oscilator 4,8 MHz, katerega nisem kalibriral. Kalibrirna vrednost je tovarniško vpisana v mikrokontroler. Pri Tiny13 se avtomatsko naloži kalibrirna vrednost za 9,6 MHz.

V AVR studio kalibrirno vrednost preberemo v zavihku "Advanced". Izberemo frekvenco 4,8 MHz, naslov 0 ter EEPROM. Dobro je da mikrokontroler najprej sprogramiramo, nato vpišemo kalibrirno vrednost. Kalibrirna vrednost se bo namreč vpisala na 0x0 lokacijo EEPROM-a. V nasprotnem primeru se nam lahko namreč zgodi, da bo le ta obrisana, če imamo slučajno vključeno brisanje pred programiranjem. Če se za programiranje uporablja kako drugo orodje, je pomembno, da se poleg programskega dela vpiše na lokacijo 0x0 EEPROM-a še tovarniško določena kalibracijska vrednost internega oscilatorja mikrokontrolerja za frekvenco 4,8 MHz.

različnimi "pinouti". Samo upravljanje s pomočjo daljinskega upravljalca je enako kot uporabljanje s tipko.

Na začetku sporočila sem omenil rabo analognega vhoda. Na predvideno mesto na tiskanini se lahko priključi potenciometer. (načrt priključki 1-2-3) Vrednost ni kritična. Delalo bo z vsakim v rangi 1-100 k. Potrebno je še kratko skleniti priključek 4-5. S tem se preide v režim regulacije z potenciometrom. IR oz. tipka pa imata v tem primeru le funkcijo vklopa/izklopa.

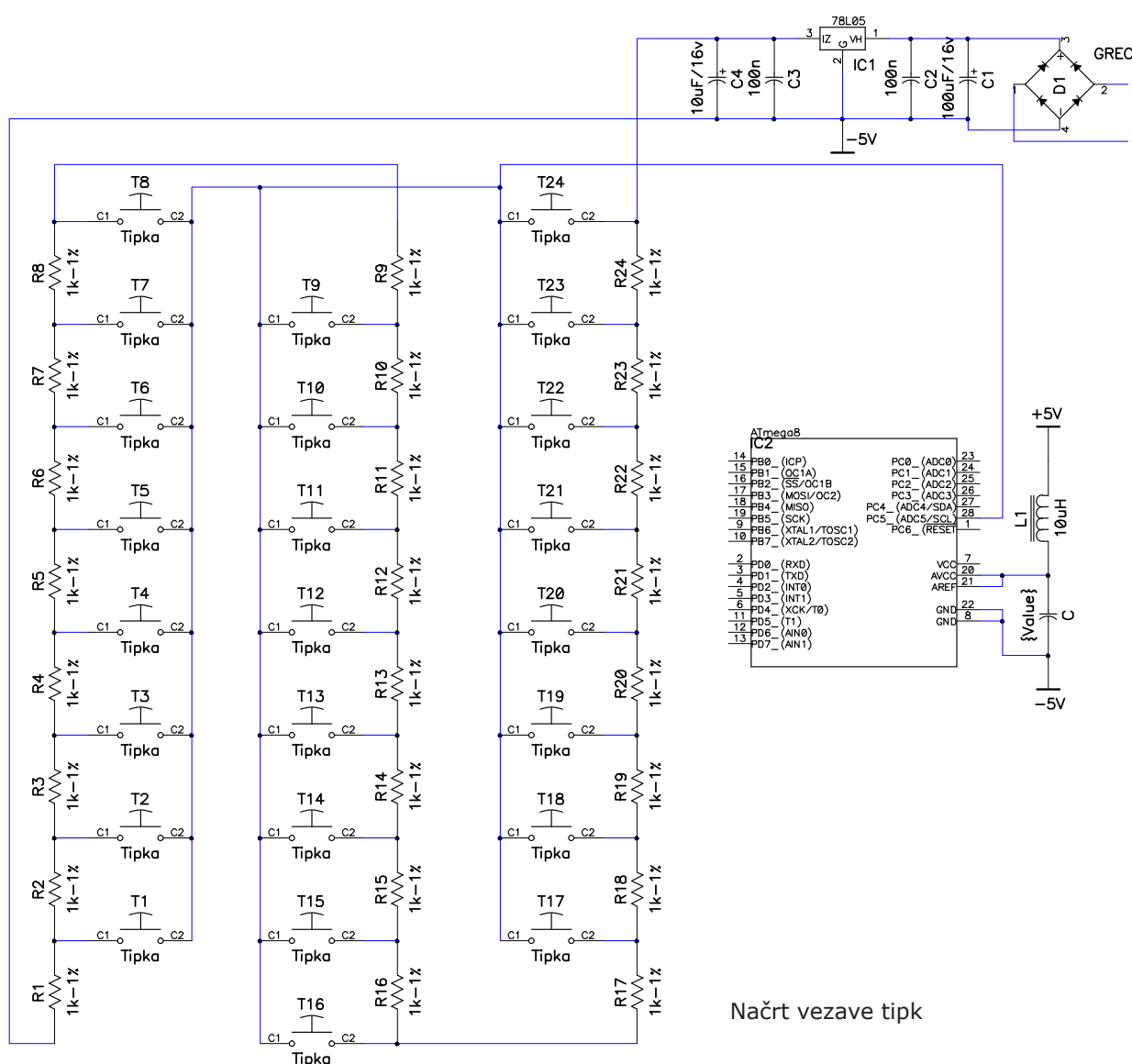
Tipkovnica s 24-imi tipkami Pričujoč članek naj opogumi začetnike v elektroniki in začetnike v pisanju, da se lotijo ter pokažejo kaj znajo in svoje izdelke. Ni pomembno kaj si, ni pomembno kaj narediš, če o tem nihče ne ve nič. Torej je zelo pomembno, da se predstavimo in svoje znanje in dosežke pokažemo. Takole se je predstavil avtor:

Sem popoln začetnik v programiranju Bascom AVR, ter samouk iz elektronike, drugače sem električar energetik, pa me to delo z mikrokontrolerji zelo veseli. Zato tudi na forumu veliko sprašujem in malo odgovarjam.

Zamislimo si, da delamo z Atmega 8 ali katerim drugim AVR mikrokontrolerjem, ki ima ADC vhode. Ko delamo projekt z zelo veliko tipkami, pa nimamo pri roki mikrokontrolerja z zadostnim številom vhodov, lahko to naredimo z uporovnim delilnikom.

Ker sem jaz potreboval 24 tipk, sem napravil vezje in program za 24 tipk, vi pa to lahko prilagodite svojim potrebam, samo več ali manj uporov potrebujete.

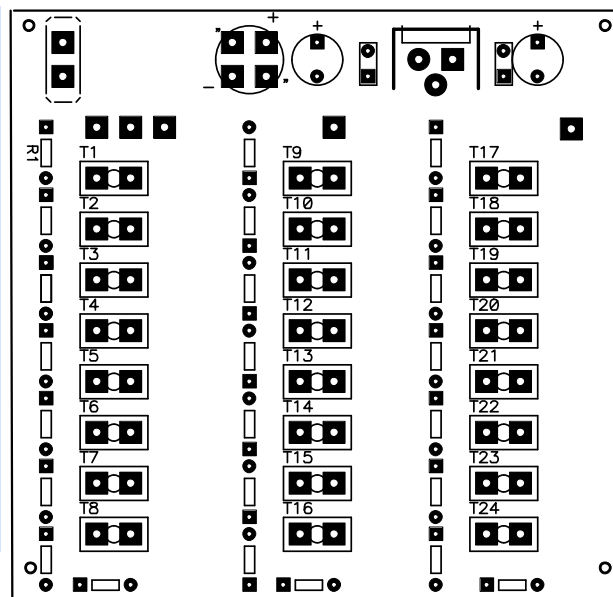
V bistvu je to zgolj volt-meter do 5V. Program prebere vrednost AD pretvornika in se



Select Case W

```
Case 25 To 31 : Tipka = 1
' vrednost 25 do 31 je odčitana ADC vrednost
' s preizkusom za vsako tipko posebej
Waitms 250
Gosub Program_1      'Skok v podprogram 1
Case 49 To 55 : Tipka = 2
Waitms 250
Gosub Program_2      'Skok v podprogram 2

Case 70 To 78 : Tipka = 3
Waitms 250
Gosub Prikaz          'skok v podprogram Prikaz
Case 90 To 97 : Tipka = 4
Waitms 250
Gosub Prikaz
```



Razporeditev elementov

```
Case 108 To 116 : Tipka = 5
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 127 To 130 : Tipka = 6
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 144 To 152 : Tipka = 7
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 161 To 168 : Tipka = 8
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 178 To 185 : Tipka = 9
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 196 To 204 : Tipka = 10
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 215 To 222 : Tipka = 11
Waitms 250
Gosub Prikaz
Case 234 To 242 : Tipka = 12
Waitms 250
Gosub Prikaz
```

```
Case Else
Tipka = 0
Gosub Prikaz
```

End Select

```
Loop
End
```

Prikaz:

```
'tukaj se izpiše št. pritisnjene tipke, ter napetost na upor
Locate 1 , 1
Lcd "TP = " : Lcd Tipka : Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd Nap : Lcd "," : Lcd Decimalke : Lcd " V" : Lcd "      "
Waitms 250
```

Return

Program_1:

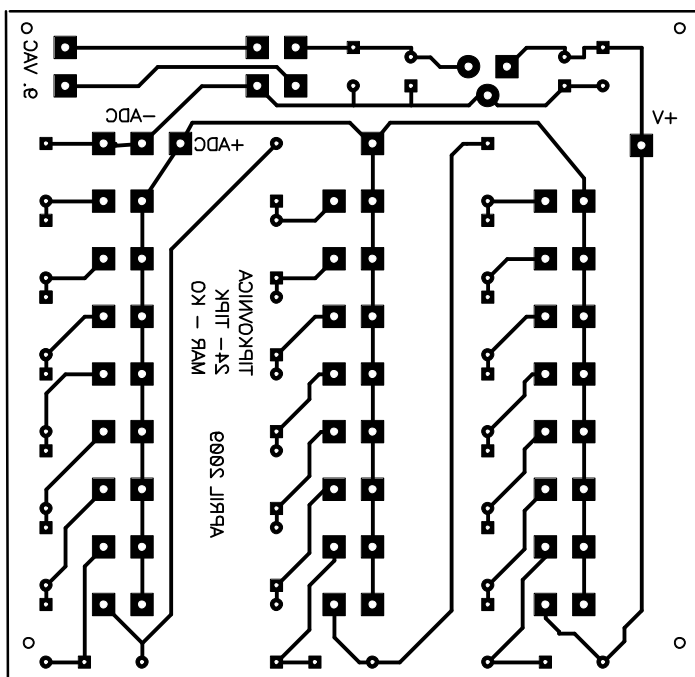
```
' Tukaj vpišete svoj del programa, ki naj se izvede ko pritisnete Tipko 1
Locate 1 , 1
Lcd "TP = 1" : Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd W : Lcd "      "
Wait 5
```

Return

Program_2:

```
' Tukaj vpišete svoj del programa, ki naj se izvede ko pritisnete Tipko 2
Locate 1 , 1
Lcd "TP = 2" : Lcd "      "
Locate 2 , 1
Lcd W : Lcd "      "
Wait 5
```

Return



na podlagi rezultata odloči za skok v posamezen Case stavek. Na koncu izpiše številko pritisnjene tipke ter preračunano napetost na LCD prikazovalnik.

Program je napisan v Bascom AVR. Vezje in načrt pa sem risal s P-CAD 2001.

Za to vezje sem potreboval:
TIV 100mm x 100mm
24 uporov 1 k **tolerance 1%**
24 tipk, graetz, regulator 78L05,
2x 100 nF, 2x elektrolit.

Inverzna slika tiskanega vezja - merilo 1:1

```

$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 1000000

Config Portd = Output
Config Portb = Output
Config Portc = Input

Config Lcdpin = Pin , Db7 = Portb.6 , Db6 = Portd.4 , Db5 = Portd.3 , _
Db4 = Portd.2 , E = Portd.1 , Rs = Portd.0

Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdbus = 4
Cursor Off

Dim W As Word
Dim Nap As Word
Dim Decimalke As Word
Dim Tipka As Byte

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Off
Start Adc

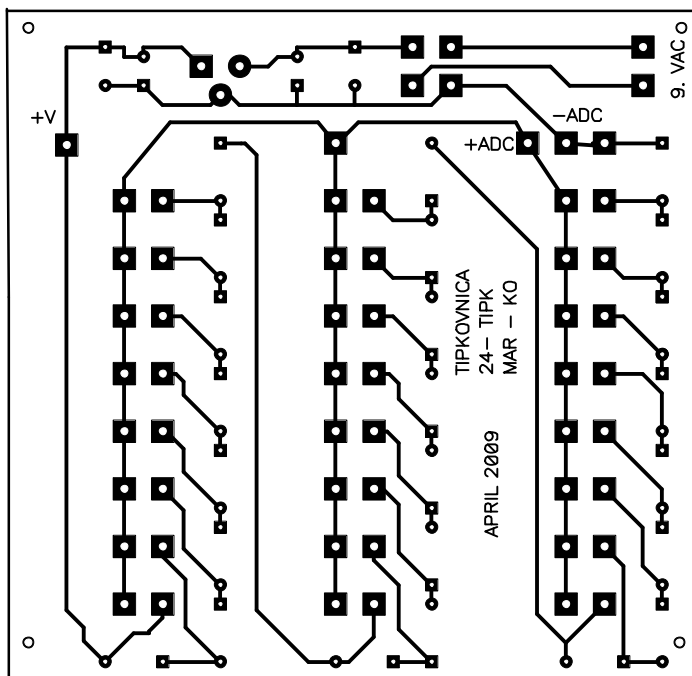
Cls
Wait 1

Do

    W = Getadc(5)

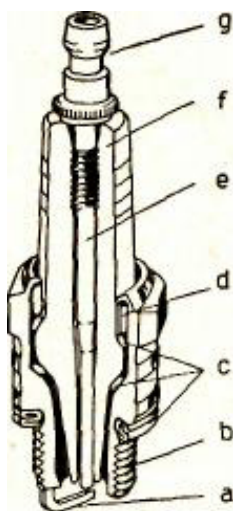
    Nap = W * 5
    Nap = Nap / 1000

    Decimalke = W Mod 1000
    
```



Slika tiskanega vezja - merilo 1:1

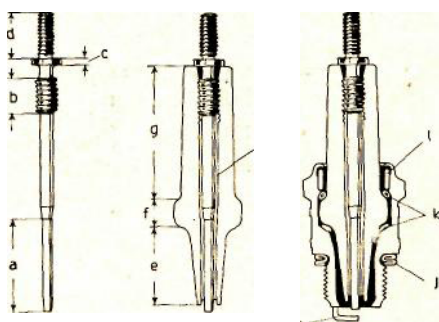
Osnovno o vžigalnih svečkah



V bencinskih motorjih dosežemo vžig mešanice bencinskih hlapov in zraka z električno iskro med dvema elektrodama. V ta namen uporabljamo vžigalne svečke, katerih naloga je, da vodijo vžigalno napetost v valj motorja do iskriča (srednja in zunanja elektroda) in obenem tudi delujejo kot iskriča.

Visoko napetost dovajamo od vžigalne tuljave oziroma od magnetnega vžigalnika preko razdelilnika vžiga z visokonapetostnim kablom na srednjo elektrodo. Kakor hitro doseže napetost dovolj visoko vrednost, preskoči iskra na iskriču. Zaradi iskre se mešanica vžge in zagori.

Vžigalna svečka (a-zunanja elektroda, c-tesnilni obroči, d-izenačevalni obroč, e-srednja elektroda, f-izolator, g-priključna sponka)



Sestavni deli svečke (a-srednja elektroda, b-navoj za vgraditev v izolator, c-pas, d-navoj za priključek dovodnega kabla, e-noga izolatorja, f-pas izolatorja, g-glava izolatorja, i-zunanja elektroda, k-tesnilna obroča, l-izenačevalni obroč.)

Zgornji del srednje elektrode je ponavadi jeklen. Na njem je navoj za priključek dovodnega kabla, pas in navoj za uvijanje v izolator. Spodnji del je privarjen na zgornjega in je iz posebne zlitine, ki je odporna na visoke temperature, oblačni obžig (obraba zaradi iskrenja) in kemičnem delovanju plinov, ki nastanejo pri zgorevanju goriva (predvsem žvepla in svinca).

Izolator je iz keramičnega materiala, ki mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- odporen mora biti na visoke in spreminjajoče se temperature
- imeti mora visoko električno upornost tudi pri visokih temperaturah
- biti mora mehansko trden in odporen proti kemičnim vplivom plinov, ki nastajajo ob zgorevanju goriva
- imeti mora dobro toplotno prevodnost in približno enak toplotni razteznostni koeficient kakor železo,
- imeti mora gladko površino in ne sme biti prozen.

Zgornji del izolatorja ima glazuro, da se vlaga in umazanija ne nasedata nanj. V izolator je uvita srednja elektroda in po vsej dolžini zatesnjena s posebnim kitom, da se toplota elektrode bolje odvaja v okolico in da je notranjost motorja nepredušno zaprta tudi pri visokih tlakih in temperaturah.

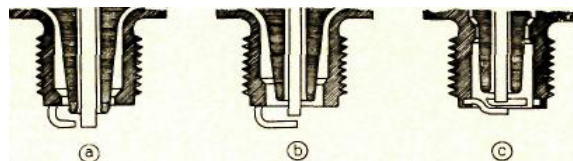
Okrov je navadno jeklen. Na spodnjem delu je navoj za pritrditev svečke v glavo cilindra.

Na čelno stran je privarjena zunanja elektroda, ki je iz posebne zlitine. Okrov je v večini primerov trdno povezan z izolatorjem, obstajajo pa tudi izvedbe, kjer se oba dela lahko ločita (razstavljive svečke). Povezava med okrovom in izolatorjem mora biti nepredušno tudi pri visokih temperaturah in visokih tlakih.

Oblika elektrod

Oblika, razdalja in sestav elektrod vpliva na napetost, ki je potrebna za preskok iskre pod pogoji, ki so v trenutku vžiga v valju in na velikost oziroma energijo iskre. Ker so razmere v posameznih motorjih različne, so tudi oblike elektrod različne, vendar jih lahko razvrstimo v tri osnovne oblike z lastnostmi kot so prikazane na desni sliki.

Zelo pogosto najdemo izvedbe z več stranskimi elektrodami, ki se sicer manj obžgejo, imajo pa to slabo stran, da pride mešanica težje do elektrod. Elektrode so lahko ostre ali tope. Ostre elektrode zahtevajo nižjo napetost, so pa manj odporne proti obžigu.



Oblika elektrod

- a: vžigalna svečka s stransko elektrodo,
b: vžigalna svečka s čelno elektrodo,
c: vžigalna svečka s stransko - čelno elektrodo

- Stranska elektroda omogoča zelo dober prosti tek motorja.
- Čelna elektroda se odlikuje po dolgi življenjski dobi.
- Stransko čelna elektroda s prstanom ima posebno dobro toplotno prevodnost. Uporablja se predvsem za dvotaktno motorje pri motornih kolesih.

Pogoji delovanja

Vžigalna svečka je pri obratovanju izpostavljena velikim toplotnim, mehanskim, kemičnim in električnim obremenitvam. Med delovanjem bencinskega motorja se spreminjata temperatura in tlak v valju med 60 in 3000 °C oziroma med 0,9 in 44 bar. Spodnji del svečke je izpostavljen tem velikim spremembam tlaka in temperature. Število sprememb je odvisno od števila vrtljajev motorja. Ob zgorevanju nastali plini so zaradi visoke temperature kemično zelo aktivni, zato morajo biti vsi deli svečke, ki pridejo v stik s temi plini, proti njim kemično odporni. Električna obremenitev je takšna, da pride pri dvotaktnem motorju pri 4000 vrt/min do 67 isker/s. Pri vsaki iskri naraste napetost na 10000 do 25000 V. Iskra mora preskočiti v točno določeni legi bata. Do preskoka iskre sme priti samo na elektrodah. Vse to zahteva od izolatorja veliko izolirno sposobnost tudi pri visokih temperaturah, ob prisotnosti različnih plinov, ki nastanejo pri zgorevanju in pri visokih tlakih, od elektrod pa veliko odpornost proti ožigu z oblokom.

Izvedbe svečk in izbira glede na toplotno vrednost

Posamezne izvedbe svečk se razlikujejo med seboj: po velikosti in obliki ter po toplotni vrednosti.

Velikost in oblika svečke sta važni, ker smo vezani na mere za vgraditev in na razpoložljiv prostor. Najvažnejši element, ki določa velikost in obliko svečke je velikost navoja.

Doslej so se udomačili predvsem naslednji navoji:

Metrični:

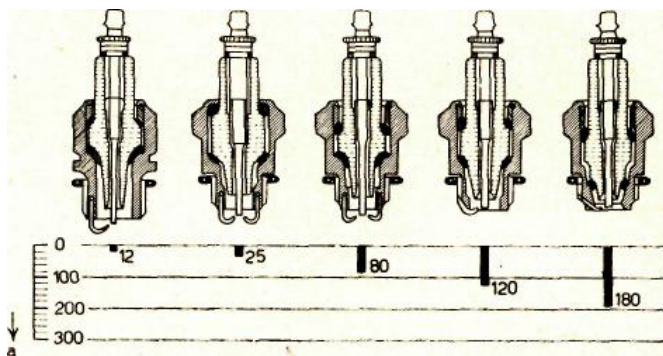
M 18 x 1,5
M 14 x 1,25
M 12 x 1,25
M 10 x 1,0

Colski:

SAE 7/8" — 18
3/4" — 14 cevni navoj
ASTP 1/2" — 14 stožčasti cevni navoj.

Pri obratovanju dosežejo elektrode in izolator temperaturo, ki je odvisna od obremenitve in izvedbe motorja. Pri tem naj bi imel spodnji rob izolatorja temperaturo med 500 in 800 °C. Če bi se svečka segrela nad 800 °C, bi prišlo do samovžiga goriva zaradi žarečega izolatorja že med sesalnim taktom, zaradi česa bi moč motorja zelo padla. Če bi bila temperatura izolatorja prenizka, bi se na spodnjem delu izolatorja nabrali električno prevodni ostanki olja in saj. Posledica tega je, da je iskra zelo šibka ali pa sploh izostane. Temperatura izolatorja mora biti vedno nad 500 °C, da ti ostanki popolnoma zgorijo in da se izolator sam čisti. Ob začetku obratovanja je sicer temperatura svečke nižja, vendar pa to ne traja dolgo in se olje ter saje ne morejo nabrati v večjih količinah na izolatorju. Toplotno obnašanje svečke označujemo s toplotno vrednostjo.

Ker so toplotne razmere pri vsakem motorju drugačne, mora biti svečka motorju prilagojena z ustrezno toplotno vrednostjo. Glede na to imamo na razpolago svečke z različnimi toplotnimi vrednostmi, ki se gibljejo med 20 in 500. Navadno se uporabljajo svečke z naslednjimi toplotnimi vrednostmi: 20, 35, 45, 95, 125, 145, 175, 225, 240, 250, 260. Navedene vrednosti se nanašajo na svečke proizvajalca Bosch. Posamezni proizvajalci označujejo toplotno vrednost na različne načine.



Oblika vžigalnih svečk z raznimi toplotnimi vrednostmi

Čim višja je toplotna vrednost svečke, tem večjim toplotnim obremenitvam jo lahko izpostavimo, ne da bi se pojavili samovžigi zaradi žarenja, in tem večja je nagnjenost k zamazanju. Svečke z nizko toplotno vrednostjo so pa nasprotno nagnjene k žarenju in so odporne proti zamazanju. V splošnem je vedno treba vgraditi v motor svečke z enakimi toplotnimi vrednostmi, kakor jih je določila tovarna, ki je izdelala motor. Če pa že odstopimo od prvotne vrednosti, je treba izbrati pri žarilnih vžigih svečke z višjo toplotno vrednostjo in ad-

ekvatno pri zamazanju svečke z nižjo toplotno vrednostjo.

Vendar lahko spremenimo toplotno vrednost samo v primeru, če so se spremenili pogoji obratovanja na primer: pri vozilu, ki vozi s pogostnimi postanki po mestu je svečka navadno hladnejša in zato nagnjena k zamazanju. V tem primeru si lahko pomagamo s svečko z nižjo toplotno vrednostjo.

Se en primer: pri vozilu, ki vozi z nizkim številom vrtljajev in majhno obremenitvijo, je v gorivu navadno precej olja, ki slabše izgoreva. Zato je svečka nagnjena k zamazanju. Pomagamo si s svečko z nižjo toplotno vrednostjo. To velja posebno za dvotaktne motorje.

Nasprotno pa ne smemo trajno spremeniti svečke v primeru, če pride do zamazanja zaradi obrabljenega valja, obrabljenih in polomljenih batnih obročkov, ali v primeru, ko je okvara na uplinjaču, ventilih ali na vžigalnih napravah. V tem primeru je treba odstraniti vzrok okvare.

Vgraditev

Vžigalno svečko vgradimo na naslednji način:

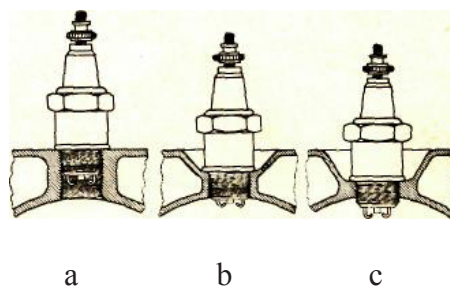
Očistimo stične ploskve med motorjem in svečko.

Preverimo dolžino navoja, da sega svečka pravilno v valj (glej sliko).

Svečko pritegnemo z občutkom, da dobro tesni in ne poškoduje navoja. Pritegnemo s cevni ključem z veliko izvrtino za glavo izolatorja. Ključ mora stati pravokotno na svečko, da ne poškodujemo ali zlomimo glave izolatorja.

Pri odvijanju svečke, ki zelo trdno sedi v navojih, to najprej nekoliko odvijemo, navoje namažemo (posprejamo) s sredstvom za odvijanje ali petrolejem in jo ponovno privijemo. Nato počakamo nekaj minut in jo popolnoma odvijemo.

Če se svečka še vedno trdo odvija, lahko uporabimo tehniko, da svečko malo odvijemo in malenkost privijemo in tako nadaljujemo dokler svečka ni odvita do konca. Posebej je to priporočljivo za motorje ki imajo glave motorja iz aluminija.



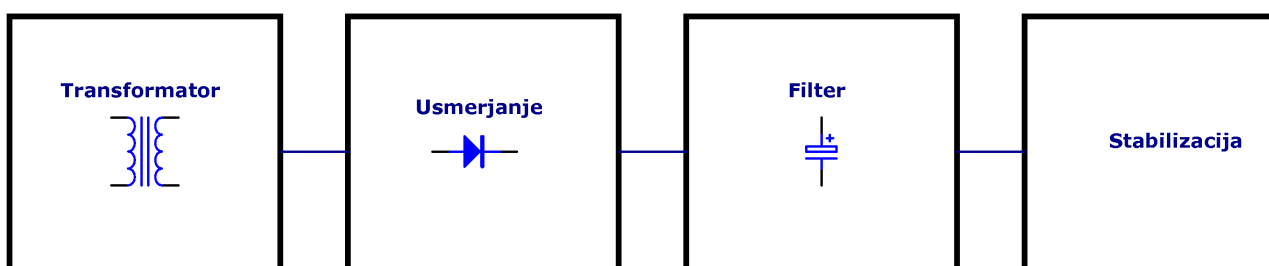
a: nepravilno izbrana vžigalna svečka,
b: pravilno vgrajena vžigalna svečka,
c: pregloboko vgrajena vžigalna svečka

Laboratorijski napajalnik

Pričujoči članek je sestavljen iz dveh delov in bo objavljen v dveh nadaljevanjih. V prvem delu je nekdo rekel, da je teorija, vendar to odločno zanikam. To je zgolj nekaj idej in razmišljanj kako se napajalnika lotiti. Ne bom vas torej obremenjeval z matematiko, želim le, podati fizikalno sliko dogajanja v taki napravi. V drugem delu bodo na račun prišli vsi, ki žele napravo narediti.

Pod izrazom napajalnik običajno mislimo na napravo, ki nam iz omrežja (230 V) da ustrezno enosmerno napetost z željeno tokovno sposobnostjo. V zadnjem času se vse bolj uveljavljajo tako imenovani stikalni napajalniki. To so napajalniki, ki imajo nekoliko drugačen način delovanja od klasičnih. Za razumevanje njihovega delovanja pa je nujno potrebno najprej razumeti nekaj osnov klasičnih napajalnikov.

Običajen načrt napajalnika je sestavljen iz mrežnega transformatorja, usmerjanja, glajenja enosmerne napetosti ter stabilizacije izhodne napetosti.



V posebnih primerih je posamezne dele mogoče izpustiti, le usmerniški del vedno ostane. To je tudi razlog, da se je tovrstnih naprav prijelo ime "usmernik". Če izpustimo transformator, potem je napetost takega napajalnika direktno odvisna od napetosti omrežja. To je lahko sicer povsem zadovoljivo, a moramo vedeti, da je takšen napajalnik lahko nevaren, saj na svojih sponkah ponudi tudi neželjene potenciale proti zemlji. Mnogokrat to sploh ni problematično in je tak način konstrukcije napajalnika povsem upravičen. Lep primer je svetlobni regulator objavljen v tej številki revije.

Prav tako imamo pri nekaterih cenejših polnilcih akumulatorjev primer, ko filtra, ki ga predstavljajo kondenzatorji za glajenje, preprosto ni. Primerov, ko napajalnik nima stabilizatorja, pa naravnost mrgoli. Vse tiste črne škatlice, ki jih dandanes vtikamo direktno v omrežne priključke so običajno narejene na tak način. Izjema so stikalni napajalniki, ki pa se od prejšnjih razlikujejo predvsem po tem, da so bistveno lažji, saj je transformator, ki je v njih, mnogo manjši.

Taki napajalniki niso primerni za napajanje elektronike brez dodatne stabilizacije.

Transformatorji

Kot bomo še tudi kasneje videli je izbira transformatorja kar zahtevno opravilo. Problema se lahko lotimo na dva načina. Dobimo nek transformator in potem ugotovljamo, če bo ustrezal našim namenom. Precej bolj pametno pa je postaviti zahteve in ustrezen transformator naročiti. Sicer tudi pri slednjem ne gre brez težav, a vseeno.

Ne glede na vse to, moramo celoten napajalnik in s tem tudi transformator varovati z varovalko. Pri izvedbi mrežnega priključka bi priporočil EURO konektor za mrežno napetost in to takega, ki ima že vgrajeno varovalko, saj si s tem prihranimo vrtanje še ene luknje. Primer takega konektorja je na sliki.



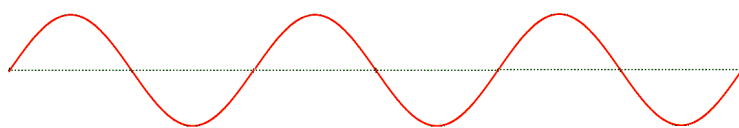
Euro konektor z varovalko.

Če je napajalnik v stalnem obratovanju, zna biti taka zaščita problematična, še posebej na področju, kjer je mnogo atmosferskih razelektritev (strel). Vsaka atmosferska inducirana napetost bi nam jedro takega transformatorja zelo hitro pognala v zasičenje. Posledica tega je seveda skurjena varovalka. Če torej naročamo transformator za take namene je dobro, da se s proizvajalcem dogovorimo, da transformator navije za manjšo magnetno gostoto. Dobro je, če je pod 1 T. No, mnogokrat tak zahtevek ne da rezultatov, ker se pametnjakovičev, ki izdelujejo transformatorje, ne da prepričati, da želimo nekaj drugega kot oni običajno izdelujejo. V tem primeru naročimo transformator, ki se bo priključeval na medfazno napetost 400 V, za želeno sekundarno napetost pa rečemo da je 1,7 x večja kot jo v resnici potrebujemo.

Tak transformator v resnici priključimo na 230 V omrežje. Bo sicer nekaj večji, tako po obliki, teži in ceni, a se bomo znebili kup neprijetnosti, še posebej pri neprekinjenem obratovanju.

Usmerniki

Usmerniki so vezja s pomočjo katerih iz izmenične napetosti dobimo pulzno enosmerno napetost. Poznamo kar nekaj različnih usmerniških vezij. V glavnem jih delimo na pol in polnovalna usmerniška vezja. Polvalna usmerniška vezja imajo precej slabih lastnosti in za resno uporabo v napajalnikih skoraj ne pridejo v poštev. Uporablja se jih v glavnem tam, kjer valovitost ni pomembna, ali pa pri visokih napetostih in majhnih tokovih.



Sinusna oblika napetosti

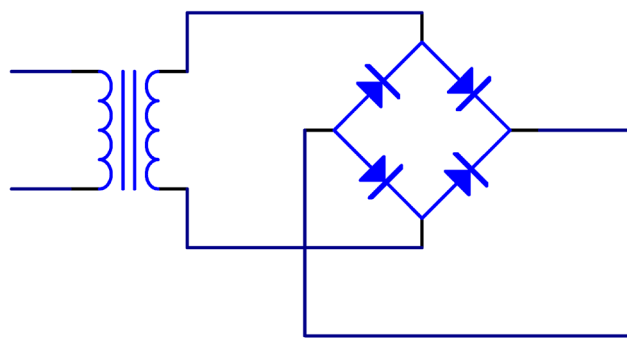


Polvalno usmerjanje



Polnovalno usmerjanje

Nekaj več bom povedal o dveh tipih polnovalnih usmerniških vezjih. Najprej je na vrsti klasičen Graetz-ov mostiček (po izumitelju Leo Graetz-u, marsikje narobe napisano kot "Greatz-ov mostič", op. l.). To je pravzaprav spoj štirih diod v vezje, kot je prika-

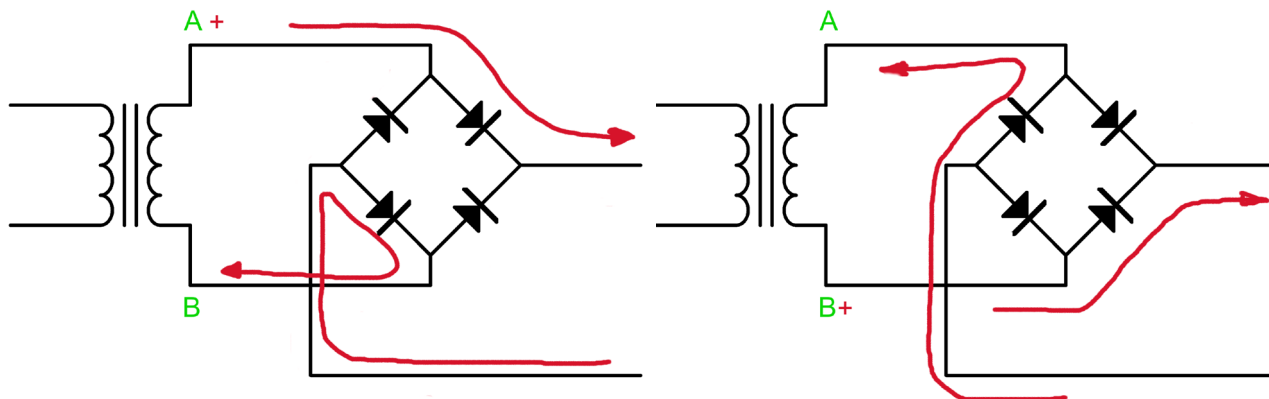


Načrt napajalnika z transformatorjem in Graetzovim mostičkom

zано na sliki.

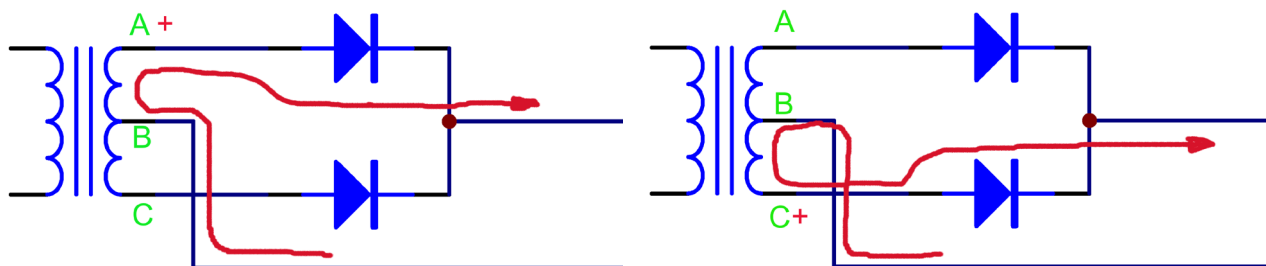
Delovanje je povsem preprosto. Na sledečih dveh slikah je s puščicami narisano kako vezje prevaja v primeru, ko se na sponki A pojavi pozitivna polperioda in kako prevaja, ko se na sponki A pojavi negativna polperioda sinusnega signala. Opazili bomo, da isti tok vedno teče preko najmanj dveh diod. Na obeh diodah se ustvarja, za ti diodi karakterističen padec napetosti, ki ob danem toku predstavlja izgube usmernika. Če je željena usmerjena napetost majhna (reda nekaj V) predstav-

Ijajo te izgube, gledano v procentih, kar veliko vrednost. Pri velikih tokovih pa so to tudi nominalno velike izgube, ki povzročajo gretje mostička. To toploto pa je potrebno primerno odvajati.



Slika prikazuje prevajanje diod pri Graetzovem mostičku v obeh polperiodah.

Naslednje vezje, ki je vredno našega ogleda, je usmernik s srednjim odcepom. Za izvedbo takega usmernika potrebujemo transformator, ki ima navitje s srednjim odcepom ali še bolje, transformator, ki ima dve čim bolj enaki navitji.



Prevajanje diod v usmerniku z srednjim odcepom

Iz načrta se takoj vidi, da tak usmernik potrebuje manj diod. V vsaki polperiodi teče tok le čez eno samo diodo. To pa pomeni, da je tudi izgub manj. Ker pa sta obe vezji približno enako aktualni v današnji elektroniki, se moramo upravičeno vprašati tudi o slabosti tega načina, saj bi ga v nasprotnem koristili vsi. Slabost je v tem, da potrebujemo dve navitji na transformatorju. Res je sicer, da je žica obeh navitij sicer nekoliko tanjša, a je še vedno potrebno narediti več izvodov in poskrbeti za dodatno izolacijo, še posebej, če so napetosti visoke.

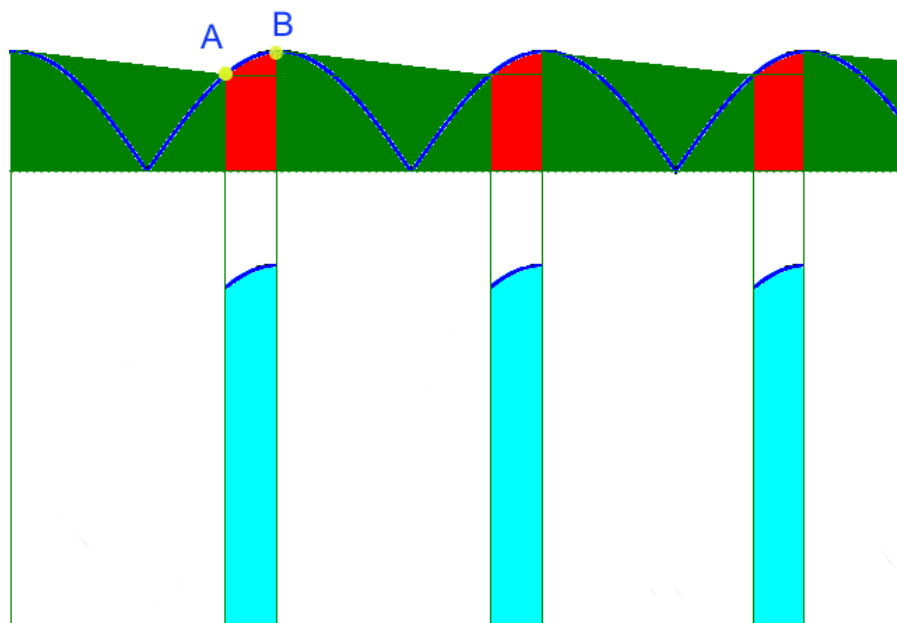
Nekaj logičnega razmišljanja nas pripelje namreč do tega, da je napetost takega usmernika med točkama A in C še enkrat višja kot pa je napetost med A in B pri usmerniku z mostičem. Kasneje bomo to dejstvo s pridom izkoristili.

Filter

Napetost, ki jo dobimo iz usmernika, še vedno ni enosmerna, temveč je pulzna. Vsebuje sicer veliko enosmerne komponente, a na žalost so tu prisotne tudi izmenične komponente in to v kar precejšnji meri. Ker teh ne želimo, moramo narediti filter. Zelo učinkovito filtriranje je s pomočjo dušilke in elektrolita. Žal pa postanejo dušilke pri

večjih tokovih enormno velike. Naprava postane torej velika, in kar je še huje, zelo težka. Razen na teži pa se taka rešitev pozna tudi pri ceni. To pa je glavni razlog, da se tak način filtriranja opušča.

Filtriramo lahko tudi samo s kondenzatorjem. Kako to vpliva na usmernik in njegove elemente pa si bomo ogledali malo podrobneje.



Polnjenje in praznjenje kondenzatorja, ter tok skozi diode.

komponenta. Ta signal imenujemo tudi "ripple". Ker želimo nivo tega izmeničnega signala obdržati v razumnih mejah, moramo torej povečati kondenzator. V praksi pridemo do zaključka, da je povsem dovolj kondenzator kapacitete med

2000 in 4000 μF za vsak A željenega toka.

Slika pa nam pove še precej več. Oglejmo si jo malo pozorneje. Zaradi napetostnih razmer so diode odprte le v času med točko A in točko B.

Zelena površina označuje čas ko se kondenzator prazni, rdeča pa čas ko se kondenzator polni.

Ker "perpetuum mobile" ne obstaja, je povsem jasno, da je prejeta in oddana energija v kondenzator enaka. Izhodni tok je venomer enak. Napetostni potek pa je viden na sliki. Zaključek je seveda ta, da so tokovne špice (spodnji del slike) zelo velike. Krepko večje kot je izhodni tok napajalnika, saj je čas trajanja polnenja mnogo manjši od časa praznjenja.

Kaj se zgodi, če v želji čim bolj izgladiti napetost, uporabimo enormno velike elektrolitske kondenzatorje? Točka A se pomakne navzgor in desno. Če so elektroliti res veliki zaide v neposredno bližino točke B. S tem se čas polnjenja elektrolitov enormno zmanjša, tokovni impulzi pa se izrazito povečajo. S tem se povečajo izgube na diodah, ki se začno zelo segrevati. Mnogokrat pride do njihovega uničenja. Razlog je nerazumevanje zgoraj opisanega mehanizma, saj konstruktorji za 3 A napajalnik pač vzamejo 3 A diode, kar je seveda zelo zgrešeno. Povečajo se seveda tu di izgube v transformatorju, saj ni grajen za tako velike tokovne konice in zaradi tega njegovo jedro preide v magnetno zasičenje.

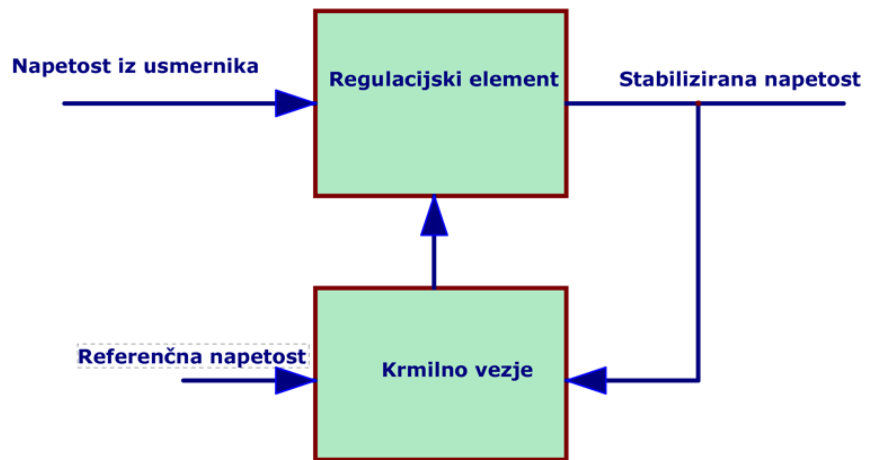
Pri dimenzioniranju kondenzatorjev in diod moramo biti torej pazljivi.

Slika na levi strani nam o dogajanju pove veliko. S temno modro je narisana enosmerna pulzirajoča napetost, ko jo s kondenzatorjem gladimo in dobimo napetost, ki po obliki ustreza zeleni in rdeči skupaj. Zelena barva predstavlja čas, ko se kondenzator prazni, rdeča pa čas ko se kondenzator polni. Če zmanjšamo upornost bremena, bo seveda tekel večji tok in bo hitreje praznil kondenzator. Rumena točka A se bo torej spustila precej bolj levo in navzdol. S tem se bo povečala izmenična

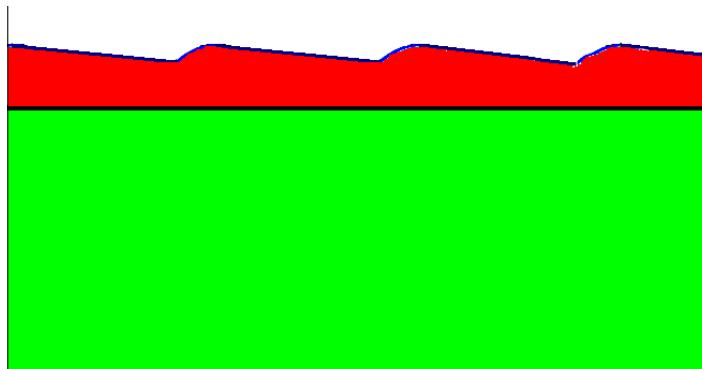
Stabilizacija

Stabilizacijo si lahko predstavljamo kot napetostni delilnik, ki je z nekim vezjem krmiljen na tak način, da je izhodna napetost vedno enaka želeni vrednosti. Pri tem je en od obeh uporov delilnika pravzaprav regulacijski element stabilizatorja. Preko njega torej teče ves tok, ki ga tak napajalnik daje. Povsem logično je torej, da bo to nek močnostni element, ki zmore prevajati željen tok. Vprašamo se seveda kolikšna

moč se na takem elementu razvija? Podatek je pomemben, saj narekuje velikost in dimenzijo hladilnega telesa. Regulacijski element je namreč potrebno dokaj intenzivno hladiti, saj ga v nasprotnem kaj hitro uničimo. Kolikšna moč se razvija na tem kontrolnem elementu je odvisno od želene napetosti napajalnika, od napetosti po usmerniku in seveda od toka. Pri napajalniku s fiksno izhodno napetostjo je ta moč, ob primerni izbiri napetosti na transformatorju lahko relativno majhna. Tako situacijo vidimo na sledeči sliki.



Delovanje stabilizacijskega vezja

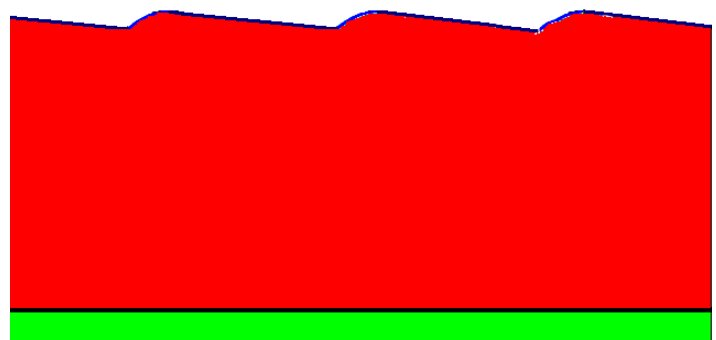


Razporeditev moči v stabilizacijskem vezju

element in porabnik. Prikazuje pa seveda tudi delovanje stabilizacijskega vezja. Črna črta, ki prikazuje izhodno napetost je namenoma nekoliko odebeljeno narisana, saj neka minimalna nihanja napetosti še vedno ostanejo.

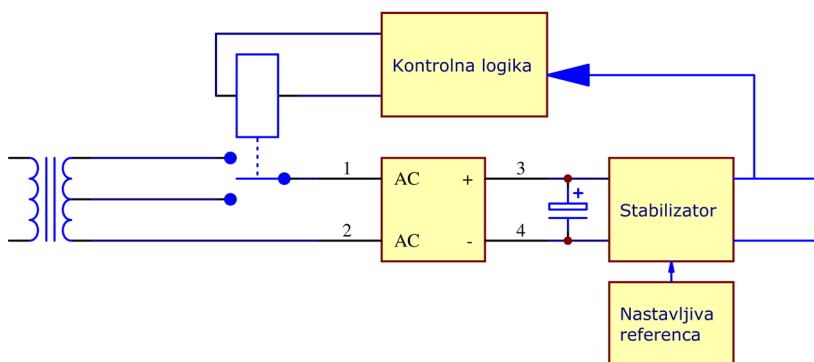
Pri laboratorijskem napajalniku imamo v idealnem primeru povsem podoben situacijo kot tu. Ko pa je željena izhodna napetost zelo majhna pa nastane precej neugodna situacija, ko se večina moči sprošča na regulacijskem elementu. Situacijo ponazarja slika na desni strani. Pri majhni napetosti in velikem toku laboratorijskega napajalnika bo torej regulacijski element oddal veliko količino toplote.

Na sliki se vidi valovitost, ki nastane ob določeni obremenitvi napajalnika. Nastane zaradi praznjenja elektrolitskih kondenzatorjev. Napetost, ki jo predstavlja ravna črna črta v sredini je izhodna napetost napajalnika. Zelena površina predstavlja moč, ki se troši na porabniku, rdeča površina pa je moč, ki segreva regulacijski element. Diagram je seveda pravilen le ob konstantnem toku napajalnika in služi le prikazu razdelitve moči na regulacijski



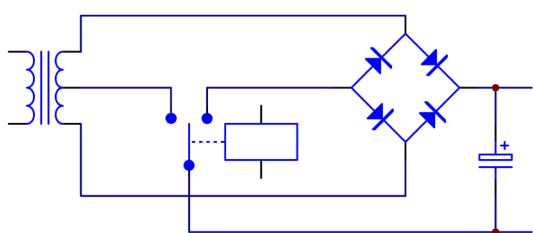
Razporeditev moči je pri laboratorijskem napajalniku precej neugodna.

Ideja, kako se izogniti taki situaciji, je preprosta. S stikalom (relejem) preklapljam med odcepi transformatorja. S tem dosežemo, da je vhodna napetost v stabilizator ustrezno nižja. Porabljena energija na kontrolnem elementu je zato manjša in s tem se

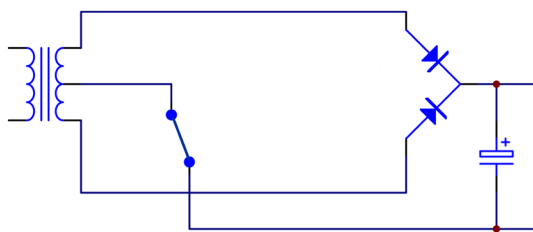
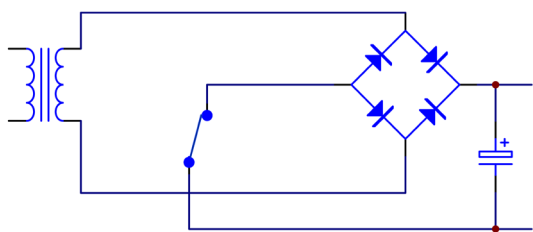


Princip zmanjševanja vhodne napetosti stabilizatorja, ko je izhodna napetost dovolj majhna.

moč transformatorja, glede na presek jedra, bi morala biti žica spodnjega dela navitja debelejša. To seveda pomeni uporabo nestandardnega transformatorja, kar prav gotovo precej vpiva na ceno.



Preklapljanje med usmernikom z graetzovim mostičem in usmernikom s srednjim odcepom



Aktivni deli vezja ob posameznem preklopu

zmanjša tudi potreba po velikih hladilnih telesih. Nekateri cenejši modeli, predvsem kitajskega porekla, imajo vgrajeno povsem enako rešitev, ki pa žal ni ravno najboljše, saj kontakti releja ob preklopu na višjo napetost precej trpijo, ker steče takrat zelo velik polnilni tok kondenzatorja. Tak rele sčasoma odpove zaradi uničenih kontaktov.

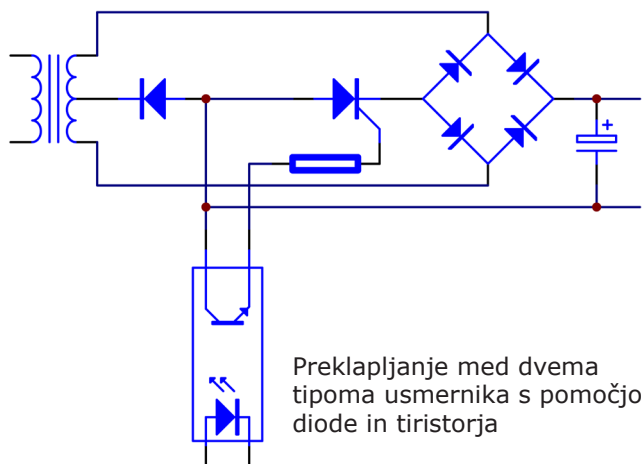
Je pa še en pomislek pri tem vezju. Če bi s tako vezavo hoteli izkoristiti celotno

Drugačna in seveda boljša rešitev je prikazana na levi sliki. Tu ne gre za preklapljanje med različnimi napetostmi na sekundarju transformatorja, temveč za preklapljanje med dvema topologijama usmerniškega vezja. Rezultat je seveda podoben. Na izhodu dobimo, v primeru usmernika s srednjim odcepom (spodnja slika), za pol manjšo napetost, kot pri usmerniku z graetzom (srednja slika). In v čem je ta vezava pravzaprav boljša?

Transformator bolje izkoriščen, ko je napetost majhna, torej v vezavi napajalnika s srednjim odcepom. V tem primeru namreč lahko dobimo precej večje tokove. Razlog je v tem, da dobimo del toka iz zgornjega dela navitja, del pa iz spodnjega (vsako drugo polperiodo).

Prikazano vezje je dovolj dobro za razumevanje. Za resno uporabo kontakti releja tu nimajo kaj iskati. Preklapljanje mora biti izvedeno s kakšnim drugim elementom. V poštev pridejo diode, tiristorji, triaki in mosfeti.

V prikazanem primeru sem se odločil za izvedbo z diodo in tiristorjem. Tiristor je zaradi različnih napetostnih nivojev potrebno krmiliti preko optosklopnika. Načrt je prikazan na sledeči sliki.



Preklapljanje med dvema tipoma usmernika s pomočjo diode in tiristorja

večjih tokovih grejeta. Tu je smiselno izbrati močno schottky diodo, ki ima v prevodni smeri manjši padec napetosti.

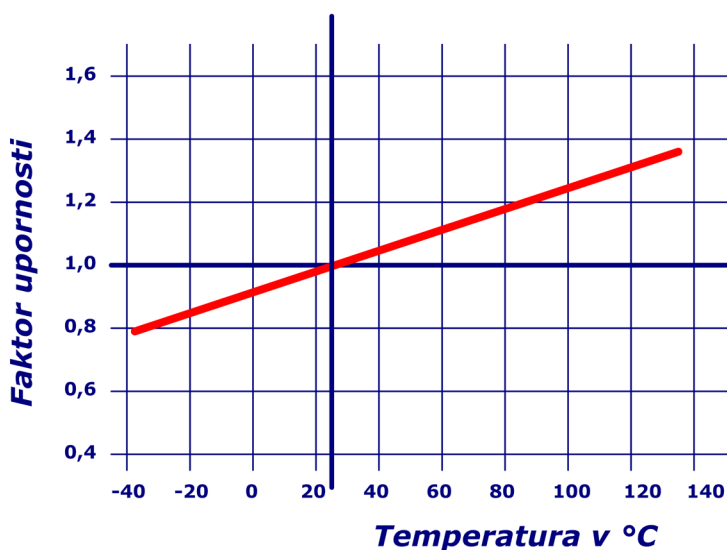
Vse to smo naredili zato, da bi na regulacijskem elementu imeli manjše izgube in s tem manjše segrevanje. Na ta način smo res znatno zmanjšali porabo energije in s tem obremenitev polprevodnikov v regulacijskem elementu. Če pa si želimo nekaj večjih tokov, moramo še vedno razmišljati o vzporedni vezavi več polprevodnikov.

Pri taki vezavi moramo vedeti, da ne bomo nikoli dobili povsem enakih polprevodnikov, zato bo en element prevajal nekoliko večji tok, se posledično bolj segrel in tako postal potencialni kandidat za elektronska nebesa. Neenakosti med posameznimi elementi do neke mere rešimo z izenačevalnimi upori. Pri tranzistorjih so ti upori reda 0,5 ohma in se jih poveže v serijo z emitorji vseh v paralelo vezanih tranzistorjev. Če uporabimo MOSFET-e, potem so upori lahko nekaj manjši in sicer reda 0,1 ohm. Vežemo jih v source vejo od vsakega paralelno povezanega MOSFET-a.

Pri odločitvi, kakšne polprevodnike uporabiti, je vsekakor odločilno dejstvo, ki ga opisuje zgornja slika. MOSFET-om se, za razliko od bipolarnih tranzistorjev, njihova notranja upornost s temperaturo povečuje. To lastnost se izplača izkoristiti. Če si torej za regulacijske elemente izberemo MOSFET tranzistorje in jih obremenimo z nekim bremenom, bo skozi njega tekla nek tok. Ker seveda niso vsi enaki, bo skozi enega od njih tekla nekaj večji tok. To bo povzročilo, da se bo ta element bolj segrel. Z naraščanjem temperature, da se bo njegova upornost bolj povečala, kot upornost ostalih elementov (glej zgornjo sliko). S tem se bo tok skozi ta element samodejno zmanjšal in ustvarilo se bo ravnovesje med vsemi močnostnimi elementi. Pri bipolarnih tranzistorjih je pojav ravno obraten, zaradi segrevanja se tranzistorju

Polarizacija tranzistorja v opto elementu mogoče izgleda na prvi pogled napačna. Potrebno je malo pomisliti, da je ob zaprtjem tiristorju njegova katoda bolj negativna kot anoda in slika o polarizaciji se takoj zbistri.

Če vezje krmilimo z mikrokontrolerjem, je uporaba opto elementa zares primerna rešitev, saj potrebujemo le še upor za omejitev toka skozi LED v opto elementu, in že lahko vezje priključimo na mikrokontroler. Žal velja omeniti, da se na diodi in tudi na tiristorju ustvari nek padec napetosti, ki je sicer majhen, a vseeno povzroča dodatne izgube. Oba elementa se torej pri



Tipična temperaturna odvisnost pri MOSFET-ih.

upornost zmanjša, tok se poveča, kar dodatno segreje element. Mehanizem dogajanja seveda vodi v uničenje tranzistorja.

Se eno dejstvo govori v prid uporabi MOSFET tranzistorjev in sicer tokovno ojačanje. Pri uporabi bipolarnih tranzistorjev se moramo največkrat zateči k uporabi darlington vezave, MOSFET-i pa imajo dovolj veliko tokovno ojačanje.

Izbira MOSFET-a za uporabo v regulacijskem elementu je torej boljša, čeprav manjkrat uporabljena. Razlog zakaj mi je delno nerazumljiv, delno pa opažam, da se načrti napajalnikov že 30 let ne spreminjajo bistveno. Avtorji ideje večinoma od nekje kopirajo in izboljšujejo le malenkosti.

Na srečo lahko v večini vezjih, kjer so uporabljeni bipolarni tranzistorji v darlington vezavi, oba tranzistorja direktno zamenjamo z enim MOSFET-om.

Krmilno vezje

Vrnimo se raje h krmilnemu vezju, ki skrbi za stabilno izhodno napetost. To vezje je pravzaprav diferencialni ojačevalnik, ki primerja referenčno napetost z izhodno napetostjo napajalnika. Vezje zagotavlja, da sta obe vrednosti stalno izenačeni. Vsako napako izhodne napetosti vezje ojači in jo z obratno polariteto vrne v regulacijski element. Na ta način poskrbi, da je izhodna napetost vedno enaka.

Problem seveda nastane, če je to ojačanje preveliko, saj se tako ojačana napaka lahko pojavi na izhodu, tokrat z obratno polariteto. Ker je nenadoma izhodna napetost drugačna kot referenca se prej opisan postopek ponovi. S tem namesto stabilnega napajalnika dobimo precej močan nekontroliran oscilator, katerega amplitude so za priključene naprave lahko usodne.

Preveliko ojačanje ojačevalnika napake je torej nezaželjeno, saj je lahko potencialni izvor problemov. Prav tako na tem mestu odsvetujem uporabo operacijskih ojačevalnikov. Razlog je podoben. Vsaka najmanjša indukcija motnje na + ali - nožici takega operacijskega ojačevalnika bi se na izhodu še kako poznala. Vezje, narejeno z operacijskim ojačevalnikom, ima sicer zelo dobro določeno ojačanje z dvema uporoma, a motnja se lahko pojavi v skupni točki obeh uporov in v tem primeru se motnja ojači z vsaj 10^5 , kolikor znaša interno ojačanje današnjih operacijskih ojačevalnikov. Še huje je, če se v tej točki inducira radijski signal. Operacijski ojačevalnik tega signala sicer ne more ojačati, ker je frekvenca običajno previsoka. Lahko pa ga demodulira in rezultat je, med drugim, tudi enosmerna komponenta, ki lahko zelo izkrmili operacijski ojačevalnik, in na takem napajalniku se potem pojavi najvišja možna napetost. Če je na takšen nestabilen napajalnik priključena draga radijska postaja, potem črnega scenarija raje ne bom opisoval.

Izgovor, da se z radijskimi postajami ne mislimo ukvarjati, je iz trte zvit, saj danes skoraj vsak s seboj nosi mobilni telefon, katerega motnje, inducirane na slabo načrtovanih napravah, so nam vsem poznane.

Na tem mestu je torej smiselno uporabiti diferencialni ojačevalnik zgrajen z diskretnimi komponentami. Pri izbiri elementov moramo vsekakor paziti na maksimalne prebojne napetosti tranzistorjev. Izberemo torej tak tip tranzistorja, ki ima čim večjo C-E napetost ($U_{CE0\ MAX}$).

Referenčna napetost

Referenčna napetost mora biti čim bolj stabilna. S spreminjanjem le te se seveda spreminja tudi izhodna napetost napajalnika. Če si omissimo vezje, ki zna tako napetost poljubno nastavljati, dobimo spremenljivo izhodno napetost. To pa je tudi bistvo laboratorijskega napajalnika.



Priklop trifaznega asinhronskega motorja na enofazno električno omrežje

V nekaterih primerih je potrebno majhen trifazni asinhronski motor s kratkostično kletko priklopiti na enofazno električno omrežje. V tem članku so zbrane informacije, kako to izvesti.

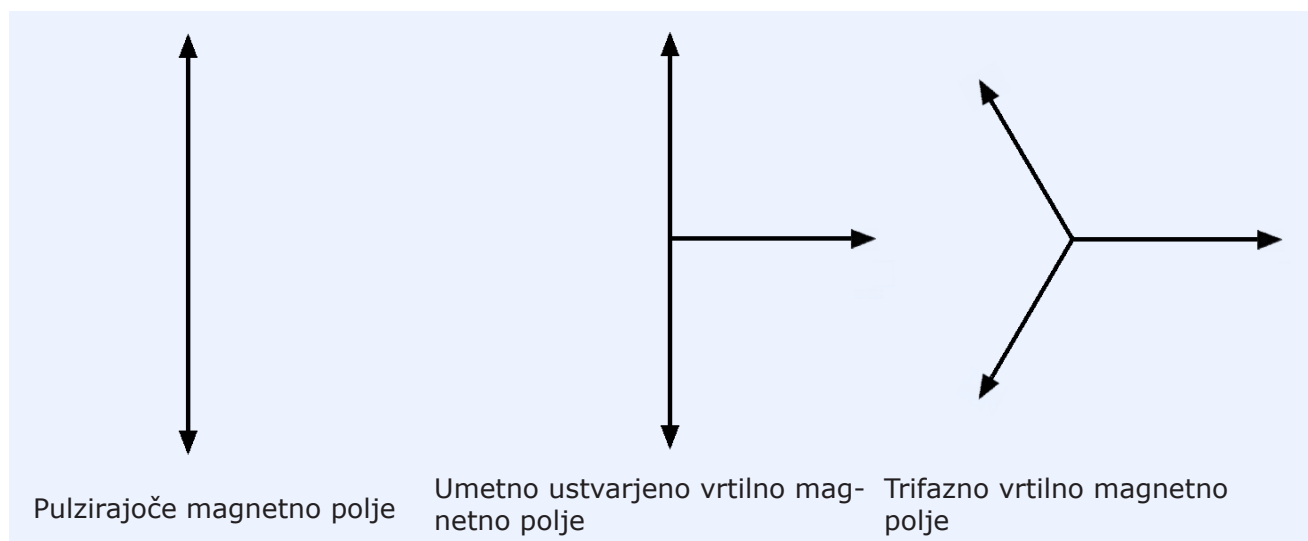
Nekaj teorije

Trifazni asinhronski motor lahko z zmanjšano močjo deluje tudi na eno fazo, saj je tako obratovanje identično primeru, ko tak motor deluje brez ene od treh faz.

Problem predstavlja zagon takega motorja, saj enofazni električni tok v statorju motorja ustvari pulzirajoče magnetno polje namesto vrtilnega in tako motor po priklopu na omrežje ne more steči brez tuje pomoči, niti v primeru, če je motor povsem neobremenjen.

Motor v takem primeru nima lastnega zagonskega momenta in steče samo v primeru, če se rotor ročno ali kako drugače zavrti levo ali desno in tako določi smer vrtenja.

Da se vsaj do neke mere doseže vrtilno magnetno polje v statorju takega motorja za samostojen zagon, je potrebno ustvariti še eno, tako imenovano umetno fazo in na ta način pulzirajoče magnetno polje spremeniti v umetno vrtilno magnetno polje:



Vektorski prikaz različnih magnetnih polj

V ta namen je pri enofaznem priklopu trifaznega asinhronskega motorja potrebno motorju dodati kondenzator. Možna bi bila tudi uporaba dušilke in upora, vendar je ta rešitev slabša iz naslednjih razlogov:

- zagonski navor motorja je slabši kot v primeru uporabe kondenzatorja;
- po končanem zagonu je dušilko in upor potrebno prevezati oziroma odklopiti, saj povzročata nepotrebne izgube (gretje) in tudi zmanjšujeta moč motorja;
- zaradi odklopljene dušilke in upora, se v primeru velike kratkotrajne obremenitve motor lahko ustavi, vendar ne bo več stekel, ko se obremenitev zmanjša;
- določitev in izdelava ustrezne dušilke in upora je bistveno težja in posledično tudi dražja.

Omejitve in pomankljivosti

Zaradi težkega zagona lahko zagonski tok lahko doseže 7- do 10-kratnik nazivnega toka. Zaradi tega se uporaba takšne vezave ne priporoča za motorje z moči nad 1 kW in odsvetuje za moči nad 2,2 kW.

Metoda tudi ni primerna za dvobrzinske (Dahlander vezava) in ostale večbrzinske asinhronske motorje, ki so grajeni za eno samo napetost, in ta napetost ni enaka napetosti enofaznega električnega omrežja, na katerega bo priklopljen motor, saj bo v takem primeru možno izkoristiti le majhen odstotek nazivne moči motorja.

Vezava s kondenzatorjem ni primerna za motorje z navitjem na rotorju in drsnimi obroči, saj navor motorja ni stalen, kot pri trifaznem napajanju, ampak močno pada z večanjem upornosti uporov v rotorskem tokokrogu.

Tudi za ostale specialne izvedbe trifaznih motorjev, kot so Schrage, sinhronizirane asinhronske, komutatorske in podobne motorje, takšna vezava ni primerna.

Moč, zagonski ter delovni navor (moment) tako uporabljenega asinhronskega motorja je približno 40% do 60% moči in navora tega motorja, ko le ta obratuje na trifaznem omrežju ustrezne napetosti. Razlog je, da v primeru enofaznega priklopa navitja niso polno izkoriščena, nekoliko pa so povečane tudi termične izgube v bakru in železu, saj so zaradi pulzirajočega magnetnega polja v rotorju prisotne tudi višje harmonske komponente.

Določitev in izbira kondenzatorja

Za določitev kapacitete kondenzatorja, za pogon trifaznega motorja pri enofazni napetosti 230 V, se uporablja naslednja izkustvena relacija:

8 μ F za vsakih 100 W moči trifaznega motorja

Izbrati je potrebno kondenzator, ki je namenjen za trajno obratovanje na enofaznih asinhronskih elektromotorjih in ima nazivno napetost najmanj 250 V pri 50 Hz, priporočljivo pa je uporabiti takšne z delovno napetostjo 350 ali 400 V.

Zagonski kondenzatorji niso primerni, saj brez okvare lahko delujejo samo nekaj sekund in je njihova morebitna uporaba tudi zelo nevarna zaradi velike možnosti eksplozije.

Če bo kondenzator pritrjen na motor, oziroma se je med obratovanjem mogoče dotakniti njegovih priključnih kontaktov, je uporaba zaščitne kape nujna in obvezna!



Zaščitna kapa na kondenzatorju



Pritrditev kondenzatorja na motor naj bo izvedena z objemko. Če bo kondenzator vgrajen v ohišje naprave, se za pritrnitev lahko uporabi tudi vijak na dnu ohišja kondenzatorja.

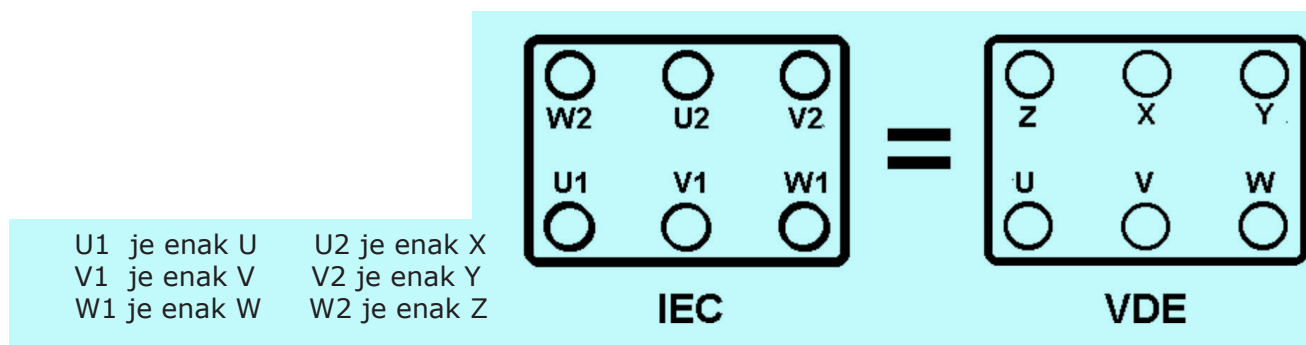
Označevanje priključnih sponk in izvodov asinhronskih motorjev

V Evropski Uniji je v veljavi označevanje izvodov trifaznih asinhronskih motorjev po IEC 60034-8 standardu. Vendar, ker je še vedno precej motorjev, ki imajo izvode označeno po starejšem VDE 0530 standardu, najdejo pa se tudi motorji, ki imajo izvode označene po ameriškem NEMA MG1 standardu, najprej primerjalna tabela in skice označevanja po različnih standardih.

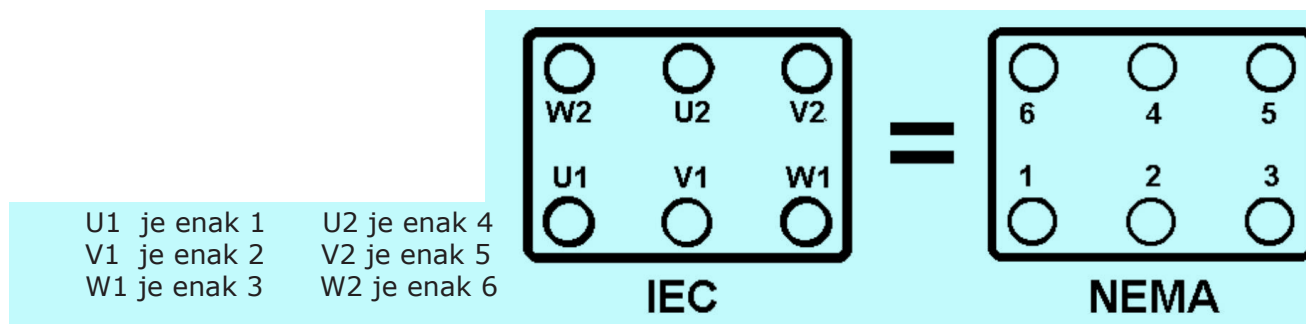
Primerjalna tabela in skica razporeda izvodov tuljav posameznih faz navitij enobrinskega trifaznega asinhronskega motorja s šestimi izvodi:

IEC	VDE	NEMA	Pomen izvoda
U1	U	1	Začetek prve faze navitja
V1	V	2	Začetek druge faze navitja
W1	W	3	Začetek tretje faze navitja
U2	X	4	Konec prve faze navitja
V2	Y	5	Konec druge faze navitja
W2	Z	6	Konec tretje faze navitja

Primerjalna skica oznak po IEC in VDE standardu:

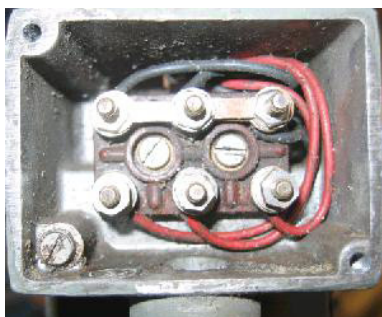


Primerjalna skica oznak po IEC in NEMA standardu:



Pri motorji, ki so grajeni po NEMA standardu, je uporaba priključne deščice relativno redka in so posledično oznake na izvodih samih !

Izbira vrste priklopa glede na napetost motorja in enofaznega električnega omrežja



Obstaja več različnih načinov priklopa trifaznega asinhronskega motorja na enofazno omrežje, izbira je odvisna od karakteristik in izvedbe motorja ter napetosti enofaznega električnega omrežja. Motor je potrebno, najpogosteje s pomočjo mostičkov na priključni deščici, spojiti v ustrezen stik (zvezda ali trikot, oziroma v enega od spojev s povečanim zagonskim navorom), izbira vezave pa je odvisna od zahtevanih karakteristik motorja, nazivne napetosti motorja in napetosti enofaznega omrežja.

Primeri:

3~ MOT		D / Y 220 / 380 V	
1.9 / 1.1 A		0.37 kW	
50 Hz		2750 min ⁻¹	
Cosφ 0.9	IP 54	Izkl F	B 3

Če ima motor na tablici naveden podatek o delovni napetosti 127 / 220 V in se ga želi uporabiti za napajanje z enofazno napetostjo 230 V, mora motor biti spojen v zvezdo.

Motor grajen za 220 / 380 V ali 230 / 400 V je za uporabo pri napetosti 230 V potrebno spojiti v trikot.

Stik s povečanim zagonskim navorom

Možna sta tudi dva priklopa (v odvisnosti od delovne napetosti motorja in napetosti omrežja), ki v nekaterih primerih za nekaj odstotkov povečata zagonski navor motorja. Vendar je rezultat odvisen od samih karakteristik motorja in je v nekaterih primerih končni rezultat slabši, kot v primeru priklopa v zvezdo ali trikot. Slabost te vezave je tudi bolj zapletena izvedba zaščite motorja pred preobremenitvijo, kar je prikazano v nadaljevanju.

Izjeme

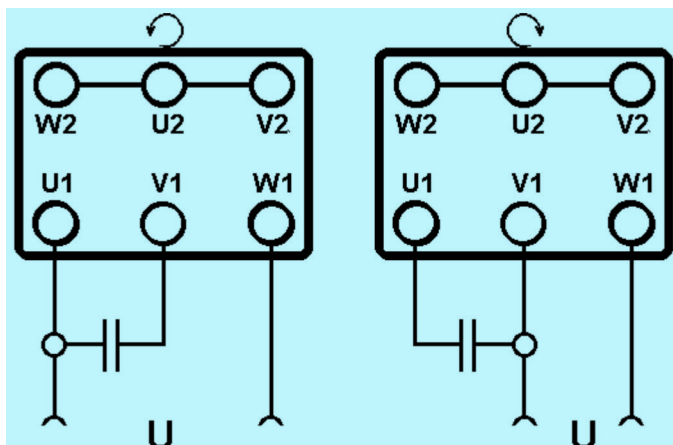
V primeru, ko ima motor samo tri izvode (U1, V1 in W1) in ni možno spremeniti njegove vezave navitij, se motor lahko uporabi kot tak, vendar se je potrebno zavedati, da bo moč in navor motorja pri enofaznem napajanju, ki ima napetost za $\sqrt{3}$ nižjo od nazivne napetosti motorja, le 10 do 20%, nazivnih vrednosti. Enaka omejitev velja tudi za dvo- in več-brzinske motorje, katerih delovna napetost je za $\sqrt{3}$ višja od napetosti enofaznega električnega omrežja.

Priklop zvezda

Če je napetost enofaznega omrežja ustrezna napetosti motorja v stiku zvezda, se mora motor priklopiti na sledeč način:

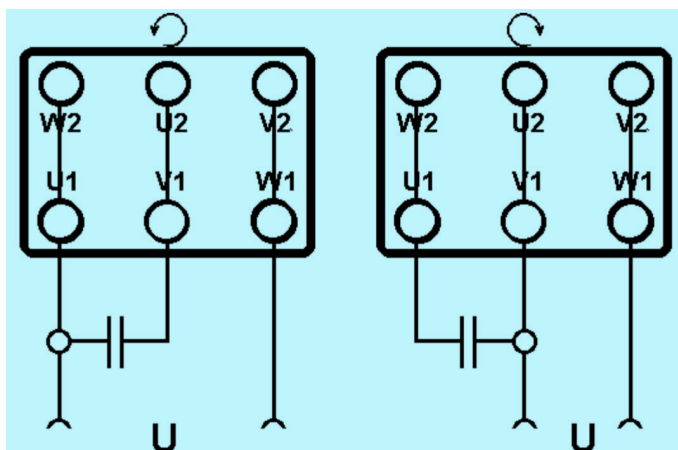
Opomba:

Prikazan stik se pri nas le redko uporablja, saj motorji, katerih delovna napetost v stiku zvezda je 220 ali 230 V, so prej izjema kot pravilo.



Priklop trikot

Prikaz priklopa, če je napetost enofaznega omrežja enaka napetosti motorja v spoju trikot:

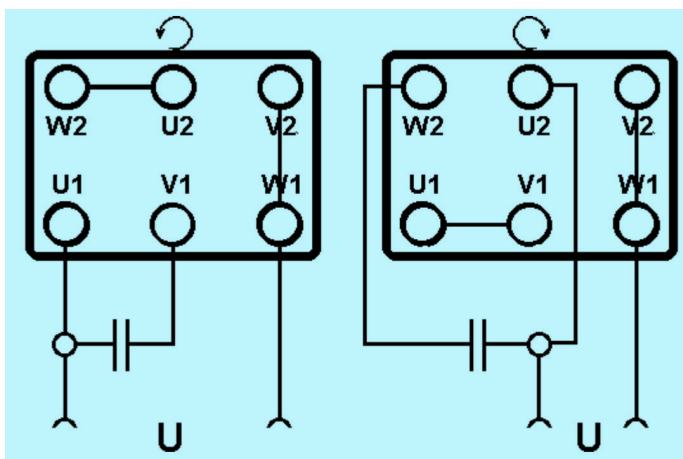


Opomba:

Prikazana vezava, je pri nas (fazna napetost 230 V, 50 Hz) najbolj pogosta, saj je večina asinhronskih elektromotorjev malih moči, pri katerih je enofazno napajanje možno in smiselno, grajena za napetost 220 / 380 V (starejši), oziroma 230 / 400 V (današnji), kakor tudi motorji grajeni za britanski trg z napetostjo 240 / 440 V.

Priklop s povečanim zagonskim navorom za motorje v stiku zvezda

Relativno majhen zagonski navor je mogoče povečati za nekaj odstotkov s priklopom prikazanim v nadaljevanju. Priklop se uporablja za motorje, katerih delovna napetost v stiku zvezda ustreza napetosti enofaznega omrežja.

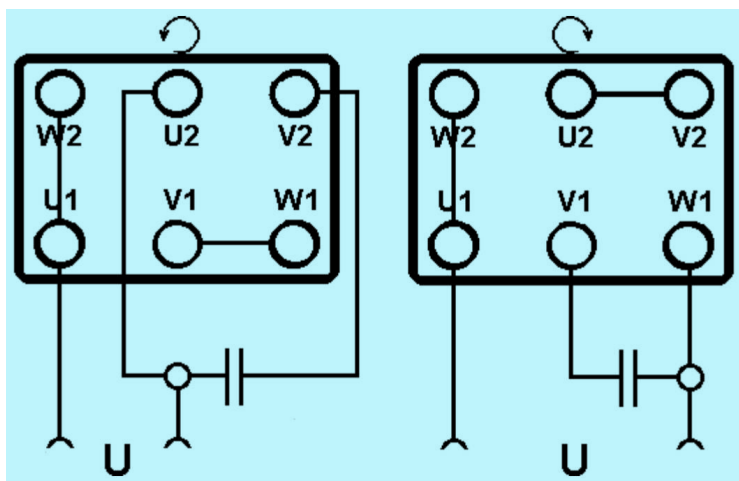


Opomba:

Zagonski navor se poveča le za nekaj odstotkov, vendar se močno poveča zagonski tok, ki lahko doseže 10 kratnik nazivnega !

Priklop s povečanim zagonskim navorom za motorje v stiku trikot

Priklop, podoben predhodnemu, je možen tudi za motorje, ki so grajeni za stik trikot pri izbrani enofazni napetosti. Razlika je samo v tem, da je glavna faza vezana neposredno na omrežno napetost, ostali dve fazi, ki tako predstavljata pomožno fazo, pa sta vezani na napajanje preko zaporedno vezanega kondenzatorja.



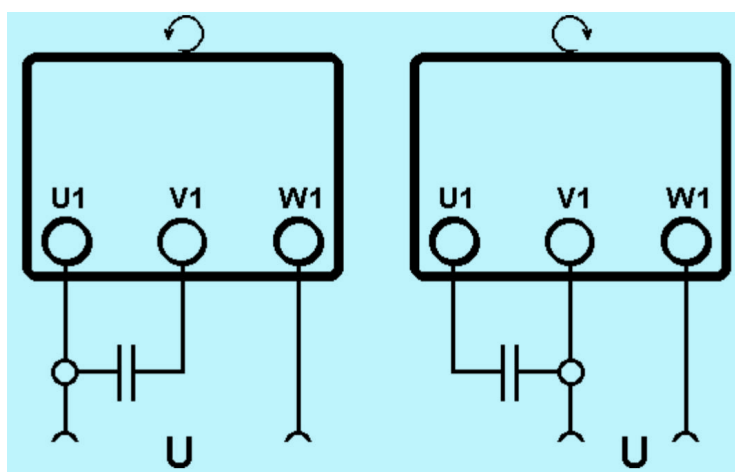
Opombi:

Nekateri motorji v tej vezavi izkazujejo še slabše lastnosti, kot če so pri enofaznem obratovanju spojeni v "klasičen" trikot po shemi na strani 23. Ni izboljšanega navora.

Uporabljeni kondenzator, mora biti pri napajanju motorja z enofazno napetostjo 230V, grajen najmanj za 350 V in 50 Hz!

Motor s tremi izvodi

Za primere, ko ima motor samo tri izvode (U1, V1 in W1), oziroma je večbrzinski in ima vsaka brzina samo 3 izvode, je priklop naslednji:



Opomba:

Če je napetost enofaznega napajanja za $\sqrt{3}$ manjša od nazivne vrednosti za izbran motor (primer: 230 V za 400 V motor), bo motor imel le 10 do 20% nazivne moči in navora!

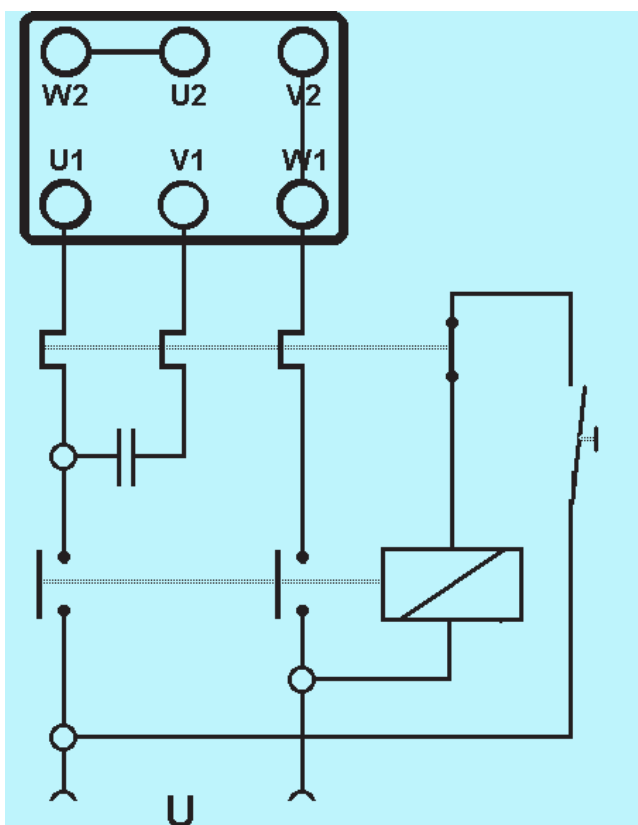
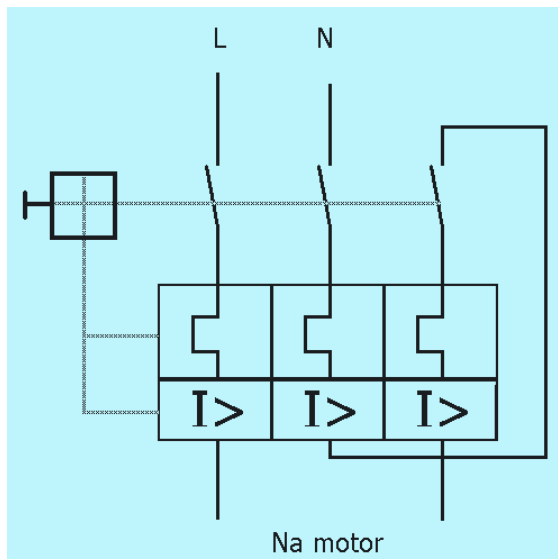
Zaščita motorja pred preobremenitvijo

Zaščita motorja pred preobremenitvijo se najpogosteje izvede z motorskimi zaščitnimi stikali s termičnim (bimetalnim) sprožilnikom, lahko tudi v kombinaciji z elektromagnetnim sprožilnikom. Za spoje zvezda, trikot in motor s tremi izvodi, se zaščitno sti-

kalo priklopi v dovod na način enofaznega priklopa, kot je prikazano na skici desno. Motorsko zaščitno stikalo se nastavi na nazivni tok motorja pri izbranem stiku.

V primeru uporabe ene od vezav s povečanim zagonskim navorom, je potrebno motorsko zaščitno stikalo nastaviti na nazivni tok motorja v trikotu, ne glede na to, kateri od obeh stikov je uporabljen.

Vendar pozor. Tok skozi glavno in pomožno fazo, pri obeh možnih vezavah s povečanim zagonskim navorom, se zelo spreminja v odvisnosti od obremenitve motorja. Z obremenitvijo tok v glavni fazi raste, v pomožni pa pada, zato je na desni prikazana izvedba zaščite pogosto nezanesljiva.



Variacije vezav

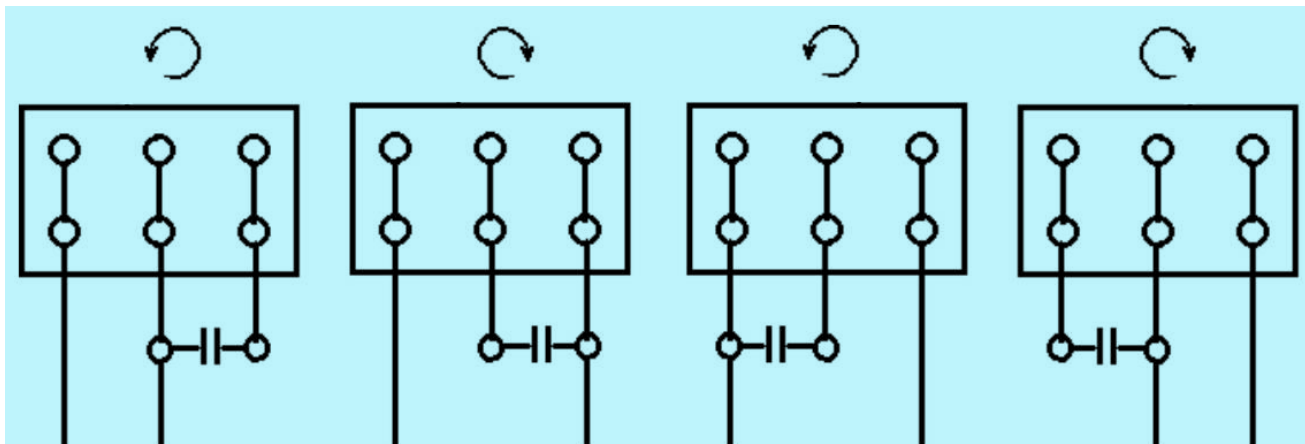
Prikazani priklopi niso edini mogoči, saj je kljub enaki razporeditvi mostičkov na priključni deščici mogoče tudi drugače razporediti priklop kondenzatorja in napajanja, vendar gre samo za variacije prikazanih stikov, zahvaljujoč dejstvu, da so navitja v tri-faznih asinhronskih motorjih razporejena simetrično. Naslednje slike prikazujejo nekaj možnih variant.

Iz tega razloga je za varovanje motorja pred preobremenitvijo bolj priporočljiva uporaba kontaktorja in bimetalnega sprožilnika, kot prikazuje shema na levi strani.

V primeru uporabe ostalih varint teh dveh vezav se ustrezno prestaviti mostičke na priključni deščici motorja.

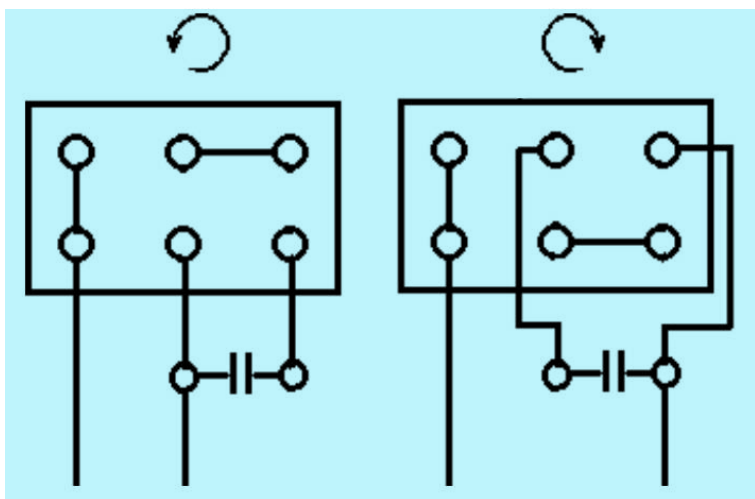
V primeru uporabe principov te sheme, brez izjeme, katera od obeh vezav s povečanim zagonskim navorom je uporabljena, mora biti bimetalni sprožilnik nastavljen na nazivni tok motorja v spoju zvezda.

Stik trikot: *

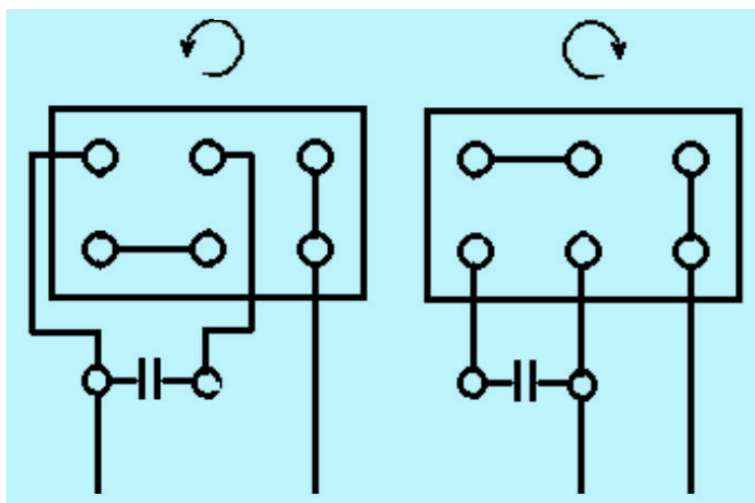


* Prikazano velja v enaki meri tudi za stik zvezda in priklop, ko ima motor samo tri izvode.

Vezava z največjim navorom za motorje v stiku zvezda:



Vezava z največjim navorom za motorje v stiku trikot:



Izvedba:

Predelava mehansko in električno brezhibnega motorja mora biti izvedena kvalitetno v vseh pogledih. Kondenzator mora biti pritrjen na motor ali ohišje naprave mehansko stabilno. Ne sme biti izpostavljen možnim udarcem ali dodatnim vibracijam, saj mu zelo škodijo (izguba kapacitete, lom priključnih kontaktov).

Vsi električni kontakti morajo biti primerno dimenzionirani in zaščiteni pred dotikom. Vsi kabli morajo biti ustreznega preseka, mehansko nepoškodovani in v motor speljani skozi brezhibne uvodnice, katerih velikost mora biti primerna debelini uporabljenih kablov. V nobenem primeru se ne sme opustiti zaščitnega (ozemljitvenega) vodnika ali pozabiti pravilno dimenzionirati zaščito motorja pred preobremenitvijo.

Naslednje slike prikazujejo nekaj hudih, toda žal zelo pogostih napak.

Primer priklopa v priključni omarici motorja, kjer čisto nič ni tako, kot bi moralo biti:

- manjka ozemljitev, smrtno nevarno!
 - manjka uvodnica, oziroma je poškodovana ali uničena, posledično se kabli z lahkoto izpulijo;
 - kontakti so mehansko in električno zelo slabi, nujna je uporaba ustreznih kabelskih čevljev ter peresnih podložk, ki pomagajo preprečevati odvijanje matic;
 - vodnika do kondenzatorja nista primerna
 - morebiten manjkajoč pokrov čez priključno omarico pa je samo še pika na i.
- Tudi pri priklopu kondenzatorja je zaslediti vse vrste malomarnosti:

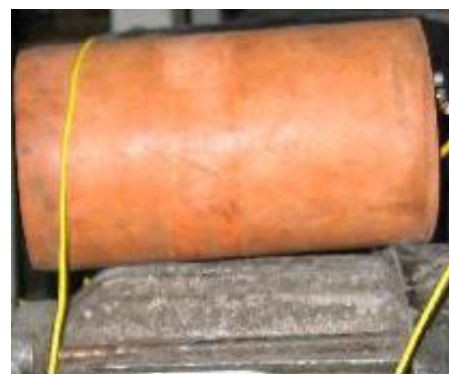


Uporaba izolacije preko faston kabelskih čevljev nič ne pripomore pri izboljšanju varnosti, če so preostali prosti kontakti na kondenzatorju še vedno dostopni in nezavarovani pred dotikom.

Odprti in dostopni kontakti so nedopustni in je nujna uporaba zaščitne kape ali drugih zaščitnih ukrepov pred dotikom.



Na sliki je priklop vodnikov na kondenzator, ki ni v čast nikomur. Kontakti morajo biti brezpogojno izvedeni električno in mehansko stabilno, saj v nasprotnem ni mogoče pričakovati zanesljivega obratovanja takšnega motorja.



Žica, lepilni trak in vrvice niso primeren material za pritrditev kondenzatorja na motor ali v ohišje naprave! Čeprav izdelava ustreznih objemk vzame nekaj več časa, je uporaba le teh nujna za zagotavljanje varnega in zanesljivega obratovanja predelanega motorja.

Viri - knjige:

Tehnički priručnik SOUR Rade Končar, 1980

Sheme spajanja u elektrotehnici,

avtorja Zvonimir Vistrička in Ivan Uremović v izdaji Tehnička knjiga Zagreb 1959.

Viri - spletne strani:

<http://www.web-books.com/eLibrary/Engineering/Circuits/AC/>

<http://www.usmotors.com/Connections/Connections.htm>

<http://www.sever.co.yu/>

Internetno poslovanje za elektronike ali Visa Electron, Farnell, PayPal in Ebay

Velikokrat sem opazil vprašanja na forumu glede naročanja elektronike in drugih dobrin iz tujine, saj marsikdo misli, da je to zahteven postopek; nekaterim pa je zgolj neprijetno zaradi plačevanja z bančno kartico na spletu. Zato bom v tem članku opisal pridobivanje in uporabo VISE Electron na Farnellu ter izdelavo PayPal računa za nakupovanje na Ebayu. Za VISO Electron sem se odločil, ker sem študent in kot tak nimam rednega dohodka, ki je pogoj za pridobitev kreditne kartice. To je debetna kartica, kar pomeni, da je račun bremenjen takoj in ne enkrat na mesec. Razen tega je enaka navadni VISA kartici in deluje skoraj povsod kjer deluje navadna VISA, kar prepoznamo po njihovem logotipu na strani.



Ker sem sam komitent Banke Koper, sem si pri njih naročil tudi kartico. Za imetnike i-net banke je možno naročiti kartice prek spleta v kategoriji "Naročanje storitev", tako, da jo je potrebno le dvigniti na matični banki, dober teden po naročilu. Tudi pri ostalih bankah je to enostaven postopek, ki od vas zahteva le en do dva obiska poslovalnice.



Sedaj, ko kartico imamo, lahko že začnemo zapravljati. To bom prikazal na spletni trgovini si.farnell.com. Ne bom se spuščal v podrobnosti kako si odpreti račun na Farnellu, ampak zgolj del glede plačevanja. Ko napolnimo svojo košarico stisnemo na povezavo **Blagajna**

kjer imamo okvirček **Informacije o plačilu**. Kliknemo na gumba **Uredi** in **Dodaj nov način plačila**, izberemo **Kreditna kartica** in potrdimo s klikom na gumb **Shrani**.

Podatki o imetniku kartice

*Tip kartice

*Številka kartice

Veljavna od

*Veljavna do

Številka izdaje

*Ime lastnika kartice

*Telefon imetnika kartice



* številka kartice

** datum veljavnosti

Vnesemo zahtevane podatke. Obstaja možnost, da vas bodo poklicali, oziroma poslali email, da preverijo datum veljavnosti kartice. Pritisnemo **Shrani** in kartica je dodana.

Na prvi strani **informacije o plačilu** je še okvirček **Varnostna koda (CVV2)**, ki jo je potrebno vnesti ob vsakem naročilu. To je 3 ali 4 mestna številka na zadnji strani kartice pri okvirčku za podpis. Stisnemo kljukico, pri **Strinjam se s pogoji poslovanja** in **Potrdi naročilo** (POZOR! Ko enkrat potrdite naročilo ga ne morete več preklicati, tako da preverite, če so vsi podatki pravilni in imate prave izdelke in količine v košarici). Svetujem vam, da naročate zgolj izdelke, ki so označeni **Na zalogi**, saj v tem primeri pride pošiljka v enem do dveh dneh.

PayPal omogoča anonimno, hitro ter razmeroma varno poslovanje na globalni ravni. Glavni namen, zaradi katerega si nekdo naredi PayPal račun je nakupovanje in






prodaja na strani ebay.com, o katerem malo kasneje. V Sloveniji je omogočeno prejemanje denarja na PayPal račun, plačevanje preko sistema PayPal in dvig denarja iz PayPal računa na kreditno kartico. Tudi tu je uporaba

precej enostavna. Naredimo si svoj račun na strani www.paypal.com in najprej vnesemo osebne podatke, kot so ime, priimek, naslov, in podobno, nato pa imamo v kategoriji **Profile** povezavo **Add/Edit credit card**


*First Name:

*Last Name:

*Card Type:

*Card Number:   

*Expiration Date:

*Card Verification Number:  (On the back of your card, find the last 3 digits) [Help finding your Card Verification Number](#) | [Using AmEx?](#)

Ime in priimek imamo že izpolnjen, kot kartico izberemo VISA, vpišemo številko kartice brez presledkov, izberemo datum veljavnosti, in varnostno kodo (številko na zadnji strani kartice, pri okvirčku s podpisom). Za aktiviranje kartice nam PayPal po nekaj dneh odtrga 1,5 € z računa, na bančnem izpisku, ki ga dobite konec meseca oz. na i-net banki, Klik in podobnih storitvah za spletno bančništvo se bo pokazala transakcija, ki zglada nekako takole:

>>> EL-4786 PAYPAL--*EXPUSE <<<

na email naslov boste dobili navodila kako aktivirati račun. Ko to enkrat naredite, se vam vrednost 1,5 € prenese na vaš PayPal račun s katerim lahko že trgujete in to nas pripelje do zadnje točke v tem članku.



Na ebay-u je veliko izdelkov, ki so veliko cenejši kot pri nas, in takih, ki se jih pri nas sploh ne dobi. Za elektronika je izredno uporabna rubrika z elektro elementi:

Home > Busines & Industrial > Electronic & Test Equipment > Electronic Components

Oziroma za nemški - ebay.de

Startseite > Business & Industrie > Elektronik & Elektrotechnik > Bauelemente > Electromechanische Bauelemente

Tudi tukaj je postopek isti, narediš si Ebay račun, najdeš želeni izdelek ali več njih če je to pri ebay trgovini, ter izbereš nakup, tam vneseš PayPal uporabniško ime in geslo, potrdiš nakup in to je to. Ebay je lastnik PayPal-a, tako da je postopek poenostavljen do točke, ki še omogoča varno poslovanje. Za izdelke plačane s PayPal računom velja tudi zavarovanje za različne primere, ko recimo izdelka ne bi prejel oziroma bi dobil drugačnega kot je v opisu in podobno. (Malenkost podrobnejši opis kaj ebay in PayPal ponujata, si oglejte na strani mladipodjetnik. Ne pozabite preveriti prodajalca in njegove ocene, še posebno če ima "rating" 100% in le 5 do 15 glasov s kakšnimi čudnimi uporabniškimi imeni (računalniško generiranimi).

Kot vidite je nakupovanje preko spleta izredno enostavno, saj se ponudniki teh storitev izredno potrudijo pri temu, da bi nam olajšali zapravljanje pri njih. Pri vsem tem pa še opomin, bodite previdni pri poslovanju prek spleta, ne puščajte osebnih in bančnih podatkov razen tik pred nakupom, in le na strani, ki ji zaupate.

