

# Menič napätia 12V / 220V pre obehové čerpadlo alebo záhradnú chatku

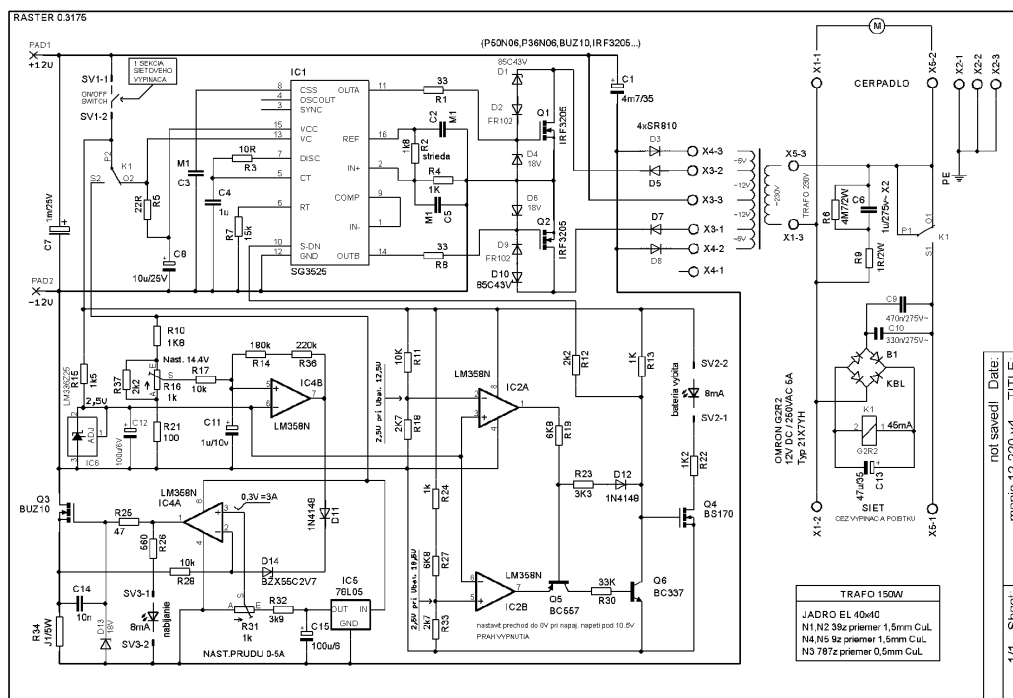
Publikované: 24.10.2017, Kategória: Silové časti

www.svetelektro.com

Uvedený menič vznikol ako záložný zdroj pre obehové čerpadlo k teplovodnému krbu. Keď sa v 90-tych rokoch z domov postupne vytrácal etážový vykurovací systém a do popredia sa dostávali systémy s núteným obehom výhrevného média a potrebou zálohovať napájanie čerpadla. Tento menič sa opäť dostal ku slovu nedávno, keď som bol viackrát oslovený s požiadavkou o stavbu tohto meniča, pre čerpadlo kúrenia aj pre chatku preto som sa rozhodol že menič zrevidujem, konštrukčne upravím a napíšem pár riadkov aj pre ďalších prípadných záujemcov o stavbu.

**Pozor! V meniči sa vyskytuje nebezpečné napätie a pri práci je treba dbať na zvýšenú opatrnosť !**

Menič pracuje ako obojsmerný zdroj. Jedným smerom je to nabíjačka a opačným menič z 12V na 220V/50Hz. Ak je na vstup privádzané sieťové napätie, menič pracuje v režime nabíjania. Čerpadlo (zťaž) je napájané sieťovým napätím a zároveň sa nabíja batéria. Pri výpadku sieťového napätia menič behom asi 30mS prejde do režimu výroby striedavého napätia 230V. Základná koncepcia bola pôvodne prevzatá z časopisu „praktická elektronika PE07/1996, páčilo sa mi, ako bola riešená silová časť meniča. Toto zapojenie som upravil a doplnil ochranu proti hlbokému vybitiu akumulátora. Tá pri napätí pod 10.5V menič vypne. K obnoveniu funkcie dôjde po dosiahnutí napätia akumulátora asi 12.5V. Ďalej som odstránil ešte ďalšie neuhy ktorými pôvodný menič trpel. Nabíjanie akumulátora najprv prebieha kontinuálne prúdom nastaviteľným v rozmedzí 500mA až 5A. Maximálny nabíjací prúd závisí aj od výkonu použitého transformátora. Po dosiahnutí napätia asi 14.4V sa nabíjanie zmení na impulzné. Hranica 14.4V je zvolená tak, aby akumulátor neplynoval. Údržba akumulátora sa tak obmedzí na jedno doliatie vody ročne. Použití je možné ľubovoľný olovený akumulátor. Menič nevytvára na výstupe sínusové napätie ale obdĺžnikové s čiastočne zaoblenými hranami. Vzhľadom na to že je menič určený na napájanie čerpadla alebo žiarovky nieje táto skutočnosť na závalu. Hranatý priebeh spôsobuje o niečo väčšiu hlučnosť čerpadla. Obvodové riešenie je jednoduché, použité sú bežné operačné zosilňovače a osvedčený obvod SG3525. Dnešný trend smeruje k použitiu mikrokontrolera ktorý by zapojenie síce zjednodušil ale vniesol by do zariadenia nespoľahlivosť a nutnosť písať program, pritom cena by sa nijak výrazne nezmenila. V zariadení sú použité bežne dostupné súčiastky z ktorých asi najdrahší je transformátor a plošný spoj, u ostatných súčiastok sa jedná o korunové položky. Pri dnešných nehorázných cenách podobných meničov sa vyplatí menič postaviť, zvlášť už len kvôli servisu ktorý si potom môže spraviť každý sám.



## Technické údaje:

Napájacie napätie I : Sieť 230V~

Napájacie napätie II : Automobilový akumulátor 12V

Výstupné napätie v režime „menič“ : 210 – 260V / 50Hz obdĺžnik.

Stabilizácia výstupného napätia: Nie

Nabíjací prúd akumulátora: Nastaviteľný 0,5 až 5A (závisí od výkonu transformátora)

Automatické odpojenie pri vybitom akumulátore: Áno, pri poklese napätia pod 10.5V.

Min. hladina napätia pre spustenie meniča: 12.5V (nastaviteľná pevným odporovým deličom)

#### Popis funkcie:

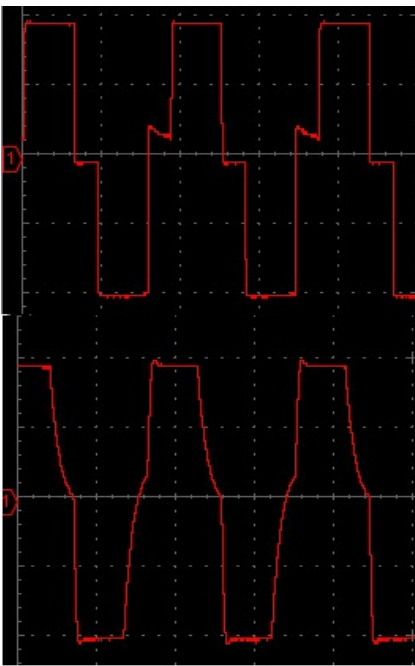
Začnem popisom sieťovej časti meniča. Sieťové napätie je privádzané cez sieťový vypínač a poistku na vstupné svorky meniča, X1-2 a X5-1. Cez zapínací kontakt relé K1 je napätie privedené na svorky čerpadla a transformátora. Cievka relé K1 je napájaná zo zdroja tvoreného kondenzátormi C9, C10, usmerňovacím mostíkom B1 a vyhladzovacím kondenzátorom C13. Reaktancia zloženého kondenzátora C9 a C10, určuje prúd cievkou relé 50mA. Je to prúd ktorý tečie cievkou práve pri 12V. Pri použití iného relé bude možno treba upraviť kapacitu C9 prípadne C10.

Kapacita kondenzátora sa vypočíta:

$$C = \left( \left( \frac{1}{\left( \frac{U_S - U_R}{I_r} \right)} \right) / (2 * \pi * f) \right) * 10^9$$

[nF,V,A,Hz]

Kde C je kapacita v nF,  $U_S$  - napätie siete,  $U_R$  - napätie relé,  $I_r$  - požadovaný prúd cievkou relé,  $f$  - kmitočet siete.



Hore bez RC člena, dolu s pripojeným R9, C6

Napr. pri  $U_S=230V$ ,  $U_R=12V$ ,  $I_r=0,055A$ ,  $f=50Hz$ , výsledná kapacita bude cca 803nF.

Jedná sa o približný výpočet, kde je zanedbaný napr. úbytok napätia na usmerňovači a pod. Pri oživovaní sa kapacita upraví tak, aby bolo na relé správne napätie. Kapacita C13 nesmie byť príliš vysoká aby sa zbytočne nepredlžovala doba zopnutia a rozopnutia relé. Pôvodné relé malo cievku na ~220V, také relé sa ťažko zháňa a je drahé. Preto som použil variantu s jednosmernou cievkou ktorých mám doma plnú krabicu. Je možné použiť prakticky akékoľvek relé a podľa toho vypustiť alebo upraviť súčiastky v obvode napájania cievky.

Uvažujme teraz že relé K1 je zopnuté a cez jeho kontakt je napájané čerpadlo a transformátor meniča. Transformátor je zapojený ako spotrebič a vyrába napájacie napätie pre nabíjanie akumulátora. RC člen zložený z C6, R9, potláča rušenie, v režime meniča napomáha harmonizácii napätia a tvorí minimálnu záťaž transformátora. Priebehy sú na obrázku v pravo. Odpor R6 je vybíjací pre kondenzátor C6.

Cez druhý kontakt relé K1 je napájaný obvod nabíjania akumulátora. Prepojené sú kontakty P2 a S2 relé K1. Napätie zo sekundárneho vinutia transformátora je usmernené diódami D3, D8 a vyfiltrované kondenzátorom C1. Diódy D5, D7 blokujú vstup záporných polvln napätia na drainy tranzistorov Q1, Q2. Bez nich by tiekol cez integrované diódy v tranzistoroch Q1, Q2, neregulovateľný nabíjací prúd do batérie, ktorý by sa uzatváral mimo tranzistor Q3. Toto bol jeden z neduhov pôvodnej konštrukcie. Kondenzátor C1 sa chová ako zdroj prúdu pre

nabíjanie akumulátora. Kladný pól tohto zdroja je spojený priamo s kladným póлом batérie. Regulácia prúdu je zaradená do zápornej vetvy zdroja. Veľkosť prúdu je snímaná na rezistore R34 a regulovaná pomocou tranzistora Q3. Operačný zosilňovač IC4A porovnáva úbytok napätia na rezistore R34 s referenčnou hodnotou napätia nastavenou trimrom R31. Merané napätie je privádzané na invertujúci vstup IC4A cez odpor R28. Referenčné napätie je získavané pomocou lineárneho stabilizátora 5V typu 78L05. Napätie za stabilizátorom je filtrované kondenzátorom C15 a privedené na odporový delič R32, R31. Z trimra R31 je privedené referenčné napätie na neinvertujúci vstup OZ. Ak je napätie na invertujúcom vstupe menšie ako na neinvertujúcom vstupe, OZ sa preklolí a na jeho výstupe sa objaví napätie 12V. Cez R25 sa nabije hradlo Q3, tranzistor sa otvorí a zvýši nabíjací prúd batérie. Keď prúd prekročí nastavenú medzu, OZ opäť privrie tranzistor a zníži prúd. Takto sa udržuje prúd na nastavenej hodnote. Tranzistor pracuje v lineárnom režime a pomerne dosť sa zahrieva, je to súčiastka ktorá potrebuje najsilnejšie chladenie z celého meniča. Úbytok na rezistore R34 zodpovedá pomeru 100mV na 1A. Dióda D13 chráni hradlo Q3 pred prepätím. Kondenzátor C14 bráni rozkmitaniu regulačnej slučky. Počas nabíjania svieti zelená LED „nabíjanie“. Privedením napätia 12V na invertujúci vstup 2 IC4A cez diódu D11 a D14 sa vypína nabíjanie. IC4A sa preklolí do nízkej úrovne a trvale uzavrie Q3.

Operačný zosilňovač IC4B porovnáva napätie na akumulátore s referenčným napätím. Odpor R15, IC6 a C12 tvoria zdroj referenčného napätia 2,5V. To je privedené na invertujúci vstup IC4B (vývod 6). Napätie akumulátora je cez odporový delič R10, R16, R21 privedené na neinvertujúci vstup IC4B (vývod 5). Deliacci pomer tohto deliča je možné jemne upraviť trimrom R16 tak, aby bolo pri napätí akumulátora 14,4V napätie na vývode 3 IC4B, práve 2,5V. Počas nabíjania je na výstupe IC4B nulové napätie a dióda D11 je uzavretá. Po dosiahnutí 14,4V na akumulátore sa výstup OZ preklolí a privedením napätia cez D11, D14 na vývod 2 IC4A, vypne nabíjanie akumulátora. Odpor R14 + R36 vnáša do obvodu určitú hysteréziu. Napätie na akumulátore musí klesnúť približne o 1.5V aby sa opäť obnovilo nabíjanie. Interval medzi nabíjaním a nenabíjaním sa postupne predlžuje ako nabitie akumulátora stúpa. Keď pri nabíjaní dosiahne napätie akumulátora 14,4V,

začne nabíjač cyklovať. Dĺžka pulzov je zo začiatku niekoľko sekúnd, interval sa postupne predlžuje a pri plnom nabití môže trvať aj niekoľko hodín. V závislosti od samo vybíjania akumulátora.

Pri výpadku sieťového napätia odpadnú kontakty relé K1. Prvý kontakt relé odpojí sieťový prívod od meniča. Druhý kontakt prepne napájanie z obvodu nabíjača do obvodu meniča. Základ meniča tvorí známy obvod pre spínané zdroje SG3525. Tento „šváb“ obsahuje všetky obvody potrebné pre menič okrem výkonového koncového stupňa. Napájacie napätie pre riadiacu časť IO je filtrované RC filtrom C8,R5, koncový stupeň IO je napájaný priamo. Kapacita kondenzátora C3 zabezpečuje mäkký nábeh zdroja. Kondenzátor C4 a odpor R7 určujú kmitočet interného generátora pílovitého napätia (100Hz). Odporom R3 sa nastavuje vybíjací prúd kondenzátora C4 a tým strmosť píly. Kondenzátor C2 filtruje vnútorné referenčné napätie. Zosilňovač odchýlky má spojením vývodov 1 a 9, nastavené zosilnenie na 1. Delič R2, R4 na neinvertujúcom vstupe (vývod 2) určuje pauzu medzi kladnou a zápornou periódou signálu, teda DC (duty cycle) približne 40%. Zmenou striedy je možné doladiť napätie na výstupe meniča bez toho aby sa musel prevíjať transformátor. Výstupný signál je z IC1 privádzaný na hradla koncových tranzistorov Q1,Q2, cez rezistory R1,R8 ktoré obmedzujú prúdové špičky pri nabíjaní kapacity hradla. Diódy D1,D2,D4,D6,D9 a D10 chránia tranzistory pred prepätím.

Dvojitý OZ IC2 realizuje obvod kontroly stavu nabitia akumulátora. Celé zapojenie okolo IC2 realizuje preklápací obvod podobný časovaču 555, ten som však nepoužil hlavne kvôli nízkemu napájaciemu napätiu časovača a problémom so vstupmi. Predpokladajme teda že je akumulátor nabitý a menič je v činnosti. Na výstupe IC2B je 12V. Tranzistor Q5 má na emitore napájacie napätie. Z bázy Q5 cez R19 tečie prúd na výstup IC2A kde je 0V a tranzistor je otvorený. Kolektorový prúd tečúci cez R30 udržuje Q6 v otvorenom stave. Napätie na kolektore Q6 a na hradle Q4, je blízke nule. Q4 je uzavretý a LED dióda „batéria vybitá“ nesvieti. Zároveň je cez R12 držaný vstup S-DN IC1 v logickej nule a menič beží. Napätie na akumulátore pomaly klesá. Prvá polovica OZ IC2A sleduje hornú hranicu napätia ktorá je deličom R11 a R18 nastavená na 12.5V. Keď napätie klesne pod 12,5V IC2A sa preklopí a na výstupe je teraz 12V. Na stav obvodu to ale nemá vplyv, tranzistor Q5 je udržiavaný v otvorenom stave prúdom tečúcim cez R23 a D12. Preklopenie obvodu je blokované až do doby keď sa preklopí IC2B do 0V pri poklese napätia batérie pod 10,5V. Tranzistor Q5 sa uzavrie pretože emitor stratí napájanie, preruší sa prúd aj do bázy Q6 a ten sa uzavrie. Napätie na kolektore Q6 vyskočí na asi 10V udržiavané prúdom z R13 a posilnené prúdom z výstupu IC2A cez R19,R23,D12. Zároveň pôsobí na Q5 pri zatváraní aj kladná spätná väzba tým, že sa zníži prúd tečúci cez R23. Napätie na báze Q5 sa zvýši a urýchli uzavretie tranzistora. Kolektorové napätie Q6 je teraz privádzané cez R12 na vstup S-DN IC1, menič je vypnutý. Zároveň sa otvorí aj Q4 a rozsvieti LED „batéria vybitá“, ktorá indikuje že je akumulátor vybitý.

Predpokladajme teraz že bola dodávka prúdu v sieti obnovená a začal sa nabíjať akumulátor. Po prekročení úrovne 10,5V sa IC2B preklopí do hornej úrovne a privedie napájanie na emitor Q5. Ten ale zostáva uzavretý, z bázy nemôže tiecť prúd pretože na IC2A je takisto vysoká úroveň. K preklopeniu obvodu dôjde až po dosiahnutí 12,5V na vstupe IC2A kedy sa tento preklopí do 0V a otvorí tranzistor Q5. Rýchlejšiemu otvoreniu a stabilnému preklopeniu Q5 napomáha dočasné uzavretie D12 ktorá na dobu preklopenia obvodu odpojí R23. Dej sa znova opakuje ako som popísal hore. Obvod teda vytvára hysteréziu asi 2V medzi Odstavením a znovu obnovením funkcie meniča. Toto je potrebné jednak kvôli tomu že pri nabíjaní je napätie na akumulátore zdvíhané nabíjaním, pričom akumulátor je stále vybitý a mohlo by dôjsť k nežiadanej obnove funkcie meniča pri vybití batérie. Ale aj bez nabíjania, pokiaľ je akumulátor vybitý a naraz sa odpojí záťaž, stúpne napätie na 12V. Bez spomínanej hysterézie by sa menič opäť zapol. Samozrejme na vybití batérie by napätie ihneď spadlo a menič by sa vypol. Na to napätie opäť stúpne a menič by sa znova zapol. Došlo by k cyklovaniu meniča. To je nebezpečný a nežiaduci režim pre menič aj pre akumulátor.

#### Použité súčiastky:

Kondenzátor C1 je lepšie použiť s nízkym sériovým odporom „ LOW ESR“, kvôli životnosti. Na pozícií D3,D8,D5,D7 sú lepšie Schottky diódy pretože obyčajné sa hrejú. D2,D9 nejaké rýchle diódy aspoň 80V a 0.5A. Výkonové tranzistory môžu byť ľubovoľného typu s N kanálom a odporom zopnutom stave do 200mΩ. IC4 musí byť so vstupmi pracujúcimi od nuly. Relé K1 doporučujem použiť čo najkvalitnejšie, s kvalitnými kontaktmi, napr. Omron 21X7YH alebo Finder 40.52 s usporiadaním kontaktov G2R2 (2 x prepínací). Trimre je lepšie použiť kvalitnejšie viacotáčkové, prípadne cermentové chránené proti prachu.

#### Transformátor:

Pôvodný 150W transformátor mal nasledujúce parametre, prierez jadra 40x40mm, primár 787 závitov drôtom 0,5mm, prvý a druhý sekundár 39 závitov drôtom priemer 1.5mm, tretí a štvrtý sekundár 9 závitov drôtom 1.5mm. Priznám sa že neviem ako autor dospel k presne týmto počtom závitov a k prierezu. Počty závitov ale približne súhlasia (asi ± 2%) s ďalej uvedeným postupom výpočtu. Transformátor v tejto konfigurácii pracuje dobre. Na výstupe meniča som namerlal 245V, pri nabíjaní batérie a pripojenom 50W čerpadle.

Každopádne transformátor treba použiť s výkonom aspoň 60W aby dodal prúd pre nabíjanie aspoň 2.5A. Jadro treba zvoliť radšej väčšie, inak sa vinutie do okienka nezmesť. Pred časom som vinul 60W transformátor na jadro s prierezu stĺpika 23x34mm. Vinutie tam bolo veľmi ťažké dostať a to som ho navíjal na navíjačke. Najlepšie sa mi javí použiť jadro od 30x30 hore, pretože od tohto rozmeru je kostra širšia. Primárne vinutie treba vinúť na 250V. Sekundárna strana transformátora má dve 17V vinutia s 12V odbočkami. Ak bude napätie nízke (< 17V), pri nabíjaní nebude možné dosiahnuť požadovaný prúd 3A, čo nemusí pri menšom akumulátore vadiť. Ak bude napätie naopak príliš vysoké, bude sa silno zahrievať tranzistor Q3 pretože na ňom bude veľký úbytok napätia a tým aj veľký stratový výkon pri nabíjaní.

#### Výpočet 150W transformátora:

Požadované vinutia: 250V, 2 x 12V, 2 x 7V

Sýtenie jadra 1 Tesla. Prierez jadra 35 x 35mm tj. 12.25cm<sup>2</sup> tj. 0.001225m<sup>2</sup>

Počet závitov sa vypočíta:

$$N = U / 4 / S / B / f \quad [V, m^2, T, Hz]$$

Kde: N - počet závitov, U - napätie na vinutí, S - plocha stredného stĺpika jadra v metroch štvorcových, B - požadované sýtenie jadra v Teslách, f - kmitočet prúdu.

Príklad pre spomínaný 60W transformátor:

$$N_{prim} = 250 / 4 / 0.001225 / 1 / 50 = 1020 \text{ závitov}$$

$$N_{sec1,2} = 12 / 4 / 0.001225 / 1 / 50 = 49 \text{ závitov}$$

$$N_{sec3,4} = 7 / 4 / 0.001225 / 1 / 50 = 28 \text{ závitov}$$

Prúd primár:  $I_{prim} = P_{max} / U / \gamma = 150 / 220 / 0.8 = 0.85A$

Kde  $\gamma$  je účinnosť 80%, 220V je najnižšie napätie pri napájaní zo siete.

Prierez vodiča primárneho vinutia:  $S = I / \delta S_{Cu} = 0.85 / 2.5 = 0.34mm^2$

Kde  $\delta S_{Cu}$  je prúdová hustota 2.5A na 1mm<sup>2</sup>.

Primárne vinutie je navinuté vnútri a horšie sa chladí, preto volíme prúdovú hustotu nižšiu. Priemer vodiča  $\Phi_{prim} = 2 * \sqrt{s / 3,14} = 2 * \sqrt{0,34 / 3,14} = 0.65mm$ , zvolíme najbližší priemer.

Prúd sekundár 1,2  $I_{sek} = P / U / \gamma = 150 / 12 / 0.8 = 7.8 / 2 = 3,9 A$

Delíme dvoma lebo máme dve sekundárne vinutia.

Prierez vodiča sekundára.  $S = I / \delta S_{Cu} = 3.9 / 3 = 1.3 mm^2$

Prúdová hustota je 3A na 1mm<sup>2</sup>.

Sekundárne vinutie je navinuté navrchu, preto volíme prúdovú hustotu vyššiu.

priemer vodiča sek.  $\Phi_{sek} = 2 * \sqrt{1,3 / 3,14} = 1.28 mm$ , volíme najbližší priemer 1.2 mm.

Prúd sekundár 3,4  $I_{sek} = 150 / 19 = 7,89A / 2 = 3.95A$  V tomto prípade nepočítame s účinnosťou pretože sa jedná o čisto sekundárne vinutie a na primáre už je účinnosť pripočítaná.

Prierez vodiča sekundára.  $S = I / \delta S_{Cu} = 3,95 / 3.5 = 1.13 mm^2$

Prúdová hustota je 3A na 1mm<sup>2</sup>.

priemer vodiča sek.  $\Phi_{prim} = 2 * \sqrt{1,13 / 3,14} = 1.19 mm$ , volíme najbližší vyšší priemer 1.2 mm.

Ako prvé na kostru navinieme primárne vinutie, potom 7V vinutia a nakoniec 12V vinutia. Tento postup som zvolil preto aby sa pri prípadných úpravách transformátora nemuseli odvíjať ostatné vinutia. Tento výpočet treba brať s rezervou, jedná sa o akýsi hrubý zjednodušený výpočet. Nie sú v ňom zohľadnené napríklad úbytky napätia na spínačoch, straty v jadre, materiálové konštanty a pod.. Tieto záležitosti budú na každom výrobku iné. Bude skrátka treba navinúť transformátor a po odskúšaní ho prípadne upraviť. To je ale až krajný prípad, pretože napätie je možné nastaviť vo veľkom rozsahu zmenou striedy.

#### Konštrukcia:

Menič je postavený na jednostrannej doske plošných spojov. Výkonové diódy D3,D8,D5,D7 a rezistory R9,R34 sú osadené na vysokých vývodoch kvôli chladeniu. Popod tieto vysoko umiestnené súčiastky sú umiestnené nízke súčiastky, takže pozor pri osadzovaní. Výkonové tranzistory Q1, Q2, Q3 sú otočené zrkadlovo, aby mohli byť pripevnené zospodu na chladič.

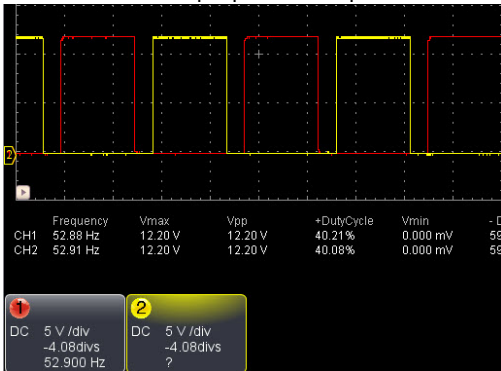
Integrované obvody treba dať radšej do päťíc, najlepšie do precíznych a po oživení sa do kríža prispájajú dva vývody, aby IO nemohol vypadnúť. Pred výrobou plošného spoja treba zhromaždiť všetky súčiastky a skontrolovať či sedia puzdra prípadne spoj upraviť. Toto je dôležité pretože súčiastky sú uložené dosť natesno. Na doske treba niektoré spoje hrubo pocínovať, kde sa má med' pocínovať zobrazuje vrstva hacesoft!

#### Oživenie a nastavenie:

Najprv treba zapojiť káble, dvojpólový vypínač a LED diódy. Zapojenie je zakreslené pri doske plošného spoja. **Nezabudnite pripojiť k vodiču PE (zelenožltý) aj jadro transformátora, v zapojení nieje zakreslené! Sieťový prívod musí byť istený poistkou 2A, takisto kladný pól batérie treba priviesť do meniča cez 10A poistku.**

Oživovanie začneme bez pripojeného transformátora a akumulátora. Na vstupné svorky privedieme sieťové napätie, relé K1 musí zopnúť. Skontrolujeme či je správne napätie na cievke relé, toto napätie závisí od typu použitého relé. Prípadne napätie upravíme zmenou veľkosti C9,C10. Odpojíme od siete. Teraz nastavíme preklápací obvod s IC2. Na svorky akumulátora pripojíme laboratórny zdroj a nastavíme 14V. Odber nesmie prekročiť niekoľko miliampér, inak je niekde skrat. Na vývode 3 a 6 IC2 musí byť referenčné napätie 2.5V. Vývod 1 IC2A musí byť preklopený na nízku úroveň ( $U < 2V$ ) a na vývode 7 IC2B musí byť vysoká úroveň. ( $U > 10V$ ) LED „batéria vybitá“ nesvieti. Pomaly znižujeme napätie zdroja a sledujeme výstup 1 IC2A. Pri poklese napätia pod 12.5V musí dôjsť k preklopeniu výstupu 1 IC2A do vysokej úrovne. Ak sa obvod preklápa pri inom napätí treba zmeniť hodnotu R11 prípadne R18. Dobré je si dočasne nahradiť R11 trimrom, po doladení zmerať nastavený odpor a nahradiť pevným rezistorom. Presnosť nastavenia v tomto prípade nieje nijak kritická, doporučujem dodržať interval  $\pm 200mV$ . Pokračujeme nastavením dolného prahu napätia. Napätie na zdroji znižujeme až na

10.5V, sledujeme preklopenie výstupu 7 IC2B do nízkej úrovne. Tu je dôležité aby sa obvod preklopil dolu práve pri 10.5V  $\pm 100\text{mV}$ , preklopenie späť na vysokú úroveň nieje dôležité. Doladíme odporom R27 prípadne R33. Po preklopení výstupu IC2B do nízkej úrovne musí svietiť LED „batéria vybitá“. Prechádzaním napätia v rozsahu 10 až 14V musí obvod reagovať tak, že sa LED rozsvieti pri poklese napätia na svorkách batérie pod 10.5V a zhasne až po prekročení 12.5V.



Teraz skontrolujeme či pracuje menič. Napätie na vstupných svorkách meniča nastavíme na 14V. Na gate Q1,Q2 musia byť hranaté budiace impulzy o amplitúde asi 12V. Pozri obrázok vpravo. Frekvencia 50Hz. Frekvencia sa doladí úpravou R7 prípadne C4. Na vývode 5 IC1 je pílavité napätie s frekvenciou 100Hz. Znižujeme napätie na zdroji až pod 10.5V kedy dôjde k rozsvieteniu LED „batéria vybitá“, na gate Q1,Q2 musia impulzy zmiznúť. Po obnovení napätia nad 12.5V sa musia opäť obnoviť. Strieda by mala byť okolo 40%, inak doladíme zmenou odporu R2.

Nastavenie nabíjacej časti. Ako prvý nastavíme napätový komparátor. Zdroj nastavíme na nulu. Prepojkou prepojíme kontakty P2 a S2 relé K1. Na zdroji nastavíme 14.4V, trimer R16 nastavíme tak aby sa výstup 7 IC4B práve preklopil na vysokú úroveň. Tento komparátor má

hysteréziu, takže pre kontrolu musíme napätie znížiť až pod asi 12.7V aby sa preklopil späť dolu.

Napätie treba viackrát pretočiť hore dolu a skontrolovať nastavenie aby preklopenie na vysokú úroveň nastalo práve pri 14.4V.

Nastavenie regulácie prúdu. Trimer R31 vytočíme na minimum (GND). Pripojíme čiastočne vybitý akumulátor. Laboratórny zdroj pripojíme na kondenzátor C1 alebo takto, kladný pól zdroja na kladný pól akumulátora a záporný pól zdroja na anódu D3. Nastavíme napätie na 15V. Musí začať tiecť nabíjací prúd, predpokladáme že zdroj je schopný dodať požadovaný prúd. Trimrom R31 nastavíme požadovaný prúd, ak regulácia na trimer nereaguje môže byť vadný alebo nevhodný typ OZ na pozícii IC4, prípadne vadný Q3. Ak laboratórny zdroj prúd nedodá, nevadí, skontrolujeme iba či regulácia reaguje. Požadovaný nabíjací prúd nastavíme neskoršie počas skúšobnej prevádzky. **Odstránime prepojkou medzi P2 a S2!**

Odpojíme akumulátor, vypneme hlavný vypínač meniča a pripojíme transformátor. Na výstup dáme nejakú záťaž napr. 40W žiarovku. **POZOR odteraz bude v meniči nebezpečné napätie!** Opäť pripojíme akumulátor. Menič pripojíme do siete, najlepšie cez oddeľovací transformátor. Zapnúť vypínač. Žiarovka sa musí rozsvietiť. Pokiaľ bol vybitý akumulátor bude svietiť LED nabíjania. Teraz skontrolujeme nabíjací prúd, do niektorého prívodu batérie zaradíme ampérmeter. Trimrom R31 môžeme upraviť nabíjací prúd. Na svorky batérie pripojíme voltmeter a sledujeme napätie. Pri dosiahnutí 14.4V musí byť nabíjanie prerušené. LED nabíjania zhasne. Napätie na batérii bude pomaly klesať, keď napätie poklesne asi na 12.7V musí sa nabíjanie obnoviť. Ak napätie neklesá môžeme zaťažiť batériu napr. autožiarovkou. Ak je všetko v poriadku odskúšame menič. Odpojíme napájanie zo siete, menič okamžite naskočí. Treba zmerať napätie na výstupe ktoré by sa malo pohybovať v rozmedzí 210 – 260V. Ak je napätie príliš vysoké môžeme doladiť napätie zmenou striedy, namiesto R2 pripojíme trimer 5k a nastavíme napätie na 250V. Prípadne upravíme transformátor. Ak je všetko v poriadku sledujeme napätie na batérii. Menič treba nechať bežať až do vybitia batérie. K vypnutiu meniča musí dôjsť keď napätie na batérii spadne pod 10.5V. Pod toto napätie sa nesmie akumulátor dostať, jedná sa o hlboké vybitie. V tomto stave nesmie byť akumulátor dlho. Na elektródach začnú rásť kryštály a za krátky čas prerastú cez separátory medzi elektródami a je po batérii. Po obnovení napájania zo siete musí byť okamžite spustené nabíjanie. Ak napájanie zo siete viackrát vypneme a zapneme pri skoro vybitom akumulátore, menič nesmie naskočiť. Menič môže byť spustený až keď napätie na akumulátore dosiahne 12.5V, až keď zhasne červená LED „batéria vybitá“. Počas tejto skúšky treba kontrolovať teplotu transformátora aj chladiča, hlavne pri nabíjaní sa budú zahrievať. Ak sa príliš hrejú treba zlepšiť chladenie alebo znížiť nabíjací prúd. Optimálna hodnota prúdu je okolo 3 až 5A, pre akumulátor do 70Ah. Naopak pri prevádzke z batérie sa menič skoro nezahrieva.

Poznámka: Ak sa vypne vypínač, vypne sa napájanie záťaže (čerpádlu) aj menič, preto má vypínač dve sekcie. Keby sa vypol iba istič čerpádlu v kotolni, ako to býva v obľube, čerpadlo by bežalo z batérie. Takže treba vypnúť vypínač na meniči, ten vypne všetko.

### Záver:

V článku nieje popísané pripojenie rôznych termostatov a snímačov. Niektorí používajú napr. snímač ktorý spustí čerpadlo až po zakúrení keď voda dosiahne nastavenú teplotu. Podobné veci nieje problém po krátkej úvahe k meniču pripojiť. Ak si niekto s pripojením nebude vedieť rady, nech sa spýta v diskusii k článku alebo nech pošle správu, rád poradím ako to zapojiť. Výroba vlastného meniča je veľmi dobrá alternatíva ku komerčne predávaným a predraženým meničom. Tento menič zatiaľ nesklamal, ako dôkaz budiž to, že ho používam viac ako 15 rokov. Neraz mi pomohol, pri výpadku siete. Batéria dosiahla obdivuhodnú životnosť, po 10 rokoch prevádzky mala pôvodne 55Ah batéria, ešte stále vyhovujúcu kapacitu 40Ah. Výdrž tohto vzorku s 60W transformátorom a pripojeným čerpadlom 40W, na batériu s kapacitou 45Ah, sme namerali 12 hodín. To je viac než dosť dlhá doba na vyhorenie paliva v kotle. Výstupné napätie behom merania bolo okolo 220V a odoberaný prúd bol okolo 3,3A.

V trocha obmenenej variante som menič namontoval do horskej chatky. Inštalované bolo niekoľko 5W a 7W LED žiaroviek a zásuvky pre nabíjanie mobilu. S 55Ah batériou je možné svietiť v tejto chatke niekoľko dní. Samozrejme za

predpokladu že sa trochu šetrí prúdom. Elektrická inštalácia používa vypínače č.2 (dvojpólové). Jeden pól pripája žiarovku a druhý pól spustí menič. Keď je batéria vybitá alebo treba pripojiť nejaký väčší spotrebič naštartuje sa malá elektrocentrála. Snáď som popísal všetko, za prípadné chyby sa ospravedlňujem.

Balíček projektu stiahni tu: [Menic\\_12-220V.rar](#)

Tab.1 zoznam súčiastok

|                        |                   |             |                        |
|------------------------|-------------------|-------------|------------------------|
| R1,R8                  | 33R               | C1          | 4m7/35V LOW ESR        |
| R23                    | 3K3               | C2,C3,C5    | 100n                   |
| R3                     | 10R               | C4          | 1u fóliový             |
| R4,R13,R20,<br>R24,R29 | 1K                | C6          | 1u/275V~ X2            |
| R5                     | 22R               | C7          | 1m/25V                 |
| R6                     | 4M7/2W            | C8          | 10u/25V                |
| R9                     | 1R/5W             | C9          | 470n/250 ~             |
| R2,R10                 | 1K8               | C10         | 330n/250 ~             |
| R11,R17,R28            | 10K               | C11         | 1u/10V                 |
| R12,R37                | 2K2               | C12,C15     | 100u/6                 |
| R14                    | 180K              | C13         | 47u/35                 |
| R22                    | 1K2               | C14         | 10n                    |
| R18,R33                | 2K7               | B1          | KBL B80C800            |
| R19,R27                | 6K8               | D1,D10      | BZX55C43               |
| R21                    | 100R              | D2,D9       | FR102,UF4001...        |
| R25                    | 47                | D3,D8,D5,D7 | P1000,SR806...         |
| R26                    | 560R              | D4,D6,D13   | BZX55C18               |
| R30                    | 33K               | D11,D12     | 1N4148                 |
| R32                    | 3K9               | D14         | BZX55C2V7              |
| R34                    | 0R1/5W            |             |                        |
| R16,R31                | Trimer 1k 64W ... | IC1         | SG3525                 |
| R36                    | 220K              | IC2,IC4     | LM358,LM2904 ...       |
| R15                    | 1K5               | IC5         | 78L05                  |
| R7                     | 15k               | IC6         | LM336Z25,LM336-2.5 ... |
| Q1,Q2                  | IRF3205,50N06 ... |             |                        |
| Q3                     | BUZ10             |             |                        |
| Q4                     | BS170             | SV1,2,3     | MX-6410-02A            |
| Q5                     | BC557             | K1          | G2R2 12V/250V5A        |
| Q6                     | BC337             | X1,2,3,4,5  | ARK500,TB-5.0 3P       |

