

Martin Šmihál a kolektiv:

Zváračív invertor

vítězná konstrukce celostátního kola soutěže
Středoškolské Odborné Činnosti (SOČ) 2008 na Slovensku

Díl 1: výkonová část



Zpracováno pro www.svarbazar.cz – www pro vaše svařování.

SVARBAZAR

Poznámka: na Svarbazaru v sekci **SVARINFO** naleznete v článku „**Jak se bastlí invertor**“ také krátké video z vývoje invertoru! Další informace z vývoje a stavby + schéma ve velkém rozlišení naleznete v článku „**Amatérský invertor ze Slovenska I.**“

Popis výkonové části invertoru.

Sieťové vstupné napätie je cez hlavný vypínač S privedené na klasicky zapojený odrušovací filter. Tento filter má zabrániť prenikaniu rušenia z invertora do rozvodnej siete. Pretože v tomto zapojení dochádza k priamemu usmerňovaniu sieťového napätia, do vyhladzovacích kondenzátorov tečú úzke impulzy nabíjacieho prúdu o sieťovej frekvencii 50Hz. Tieto impulzy obsahujú veľký podiel vyšších harmonických, ktoré sa prenášajú do siete a môžu ovplyvňovať ďalšie spotrebiče. Tomu má práve zabrániť odrušovací filter.



Obr.1: vstupný filter

Za filtrom je zapojený **Soft-start** (reprezentovaný rezistormi $390\Omega / 3W$) a primárny diódový usmerňovač. Tu je použitý klasický dvojcestný usmerňovač – mostík na prúd 35A a je umiestnený na chladiči. Usmernené sieťové napätie o veľkosti 320V a privedené na vyhladzovacie kondenzátory C. Soft-start má zaistiť pomalé nabíjanie vybitých kondenzátorov a uplatňuje sa len pri zapnutí zväračky. Tento obvod pomalého nábehu je riadený z dosky riadiacich obvodov. Vyhladzovacie kondenzátory sú v elektrolytické a ich kapacita je $3 \times 470\mu F / 400V$. Podľa výkonu invertora sa obvykle osadzujú 2 až 4

kondenzátory paralelně a odpor R6 slouží na ich vybíjení po vypnutí invertora. Toto vyfiltrované napětí je privádzané na striedač.



Obr.2: odpory soft startu

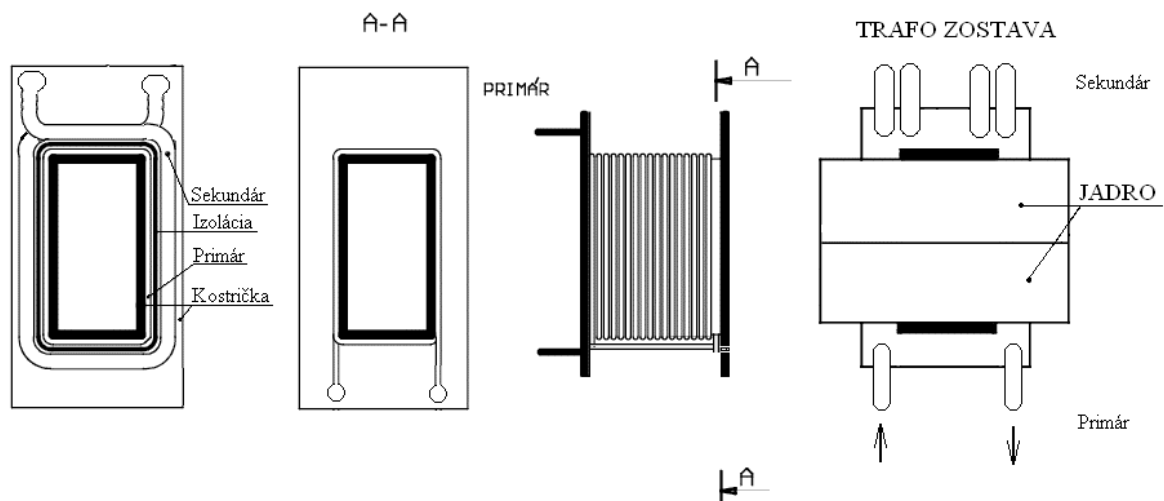
V našej variante striedača bolo použité zapojenie typu forward, tzv. dvojspínačový priepustný menič pozostávajúci dvakrát paralelne zapojených tranzistorov typu IGBT HG TG30N60. Taktiež bola skúšaný variant s MOSFET tranzistormi rôznych typov. Ďalej v zapojení striedača sú použité dve antiparalelne zapojené nulové diódy ktoré slúžia na „resetovanie“ transformátora. Obvod striedača je taktiež doplnený RC členmi ktoré slúžia na zachytenie prepäťových špic vzniknutých pri spínaní tranzistorov do indukčnej záťaže. Je taktiež nutné zaistiť spoľahlivý odvod tepla z tranzistorov pretože pri zváraní dochádza k rýchlej zmene ich teploty a jej prudkému nárastu, čo má za následok spálenie tranzistory z dôvodu preťaženia, taktiež je nutné zvráť s „prestávkami“ aby dochádzalo k regenerácii výkonových prvkov v zväračke.

Poznámka: Schéma zapojení výkonové časti je v závere tohoto textu!



Obr.3: pohľad na hornú dvojicu tranzistorov, filtračné kondenzátory v medziobvode, teplotné čidlo, budič, RC členy a trafo.

Transformátor je zložený z dvoch jadier typu E55 a navíjaný lankovým vodičom (pozor, každé lanko je lakované), tento vodič bol použitý aj na tlmivku vo filtri.

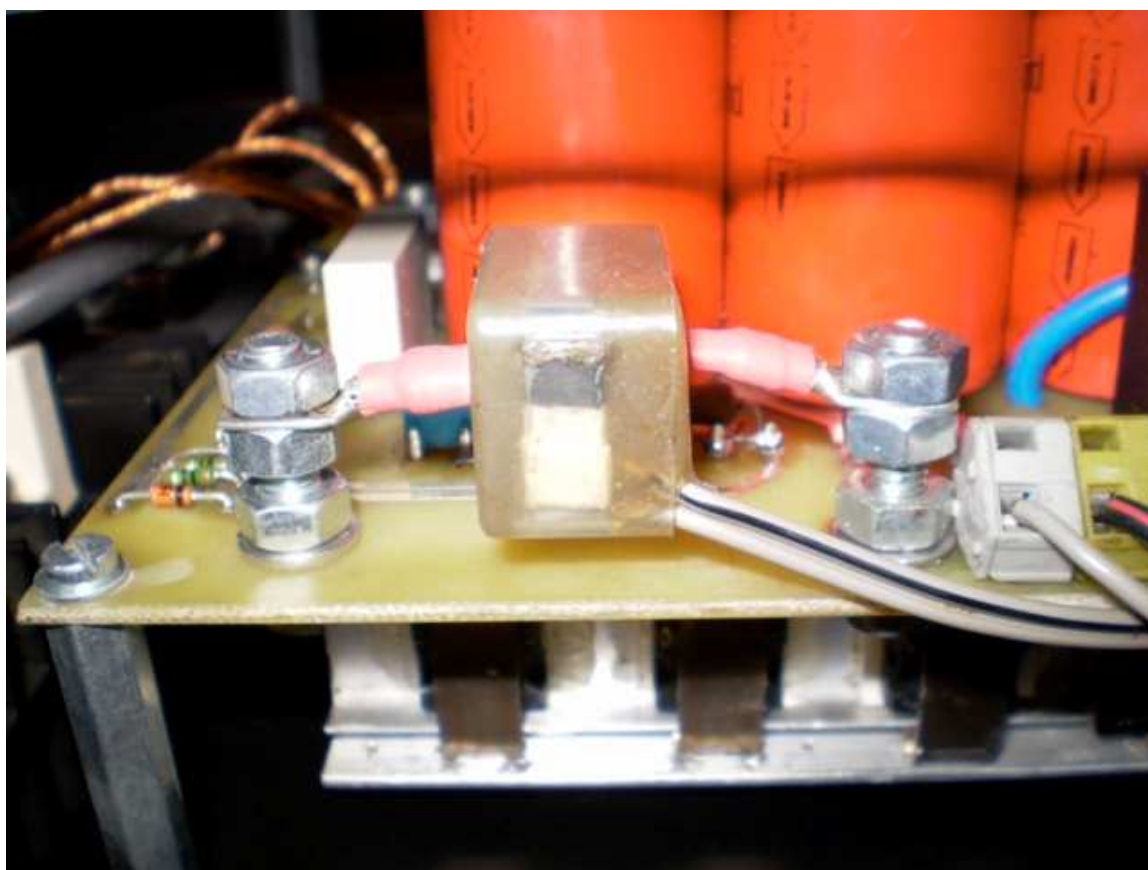


Obr.4: transformátor

Primárne vinutie obsahuje 18 závitov VF lanka o priemere 3mm, indukčnosť bola nameraná o veľkosti 780 μ H.

Sekundárne vinutie je zložené z bifilárneho vinutia (dvojmo) s počtom závitov 4 pomocou VF lanka o priemere 3mm, na tomto vinutí bola nameraná indukčnosť 100 μ H. Pri jednočinnom striedači, ktorý bol použitý v našom prípade, sú vinutia zapojene do série. Pri dvojčinnom meniči je počet závitov štyri, preto sa vinutia sa zapoja paralelne, prípadne vyžijú ako zapojenie s vyvedeným stredom pre uzlový typ usmerňovača. Táto konštrukcia bola volená z dôvodu, že v čase navrhovania sme ešte neboli rozhodnutí pre konkrétny typ striedača.

Prúd tečúci do transformátora je meraný prúdovým transformátorom navinutým na jádre U 23x15,5mm s počtom závitov 105 o priemere 0,1mm na sekundári, primár tvorí jeden závit resp. je tvorený vodičom, ktorý priamo prechádza do impulzného transformátora, je hermeticky zaliaty epoxidom pre mechanickú odolnosť. Výstup z tohto trafka je vedený do riadenia kde sa vyhodnocuje nameraná hodnota so žiadanou hodnotou zväracieho prúdu.



Obr.5: prúdové trafo

Výstupný usmerňovač tvorí dvojdiodový modul od firmy Semikron SKMD202E, jeho parametre sú napríklad: $V_{RRM} = 200-300$ V; $I_{FRMS} = 325$ A; $I_{FAV} = 202$ A.

Výstupná tlmivka je vzduchová o priemere 12 mm navíjaná lakovaným drôtom $\phi 3\text{mm}$.

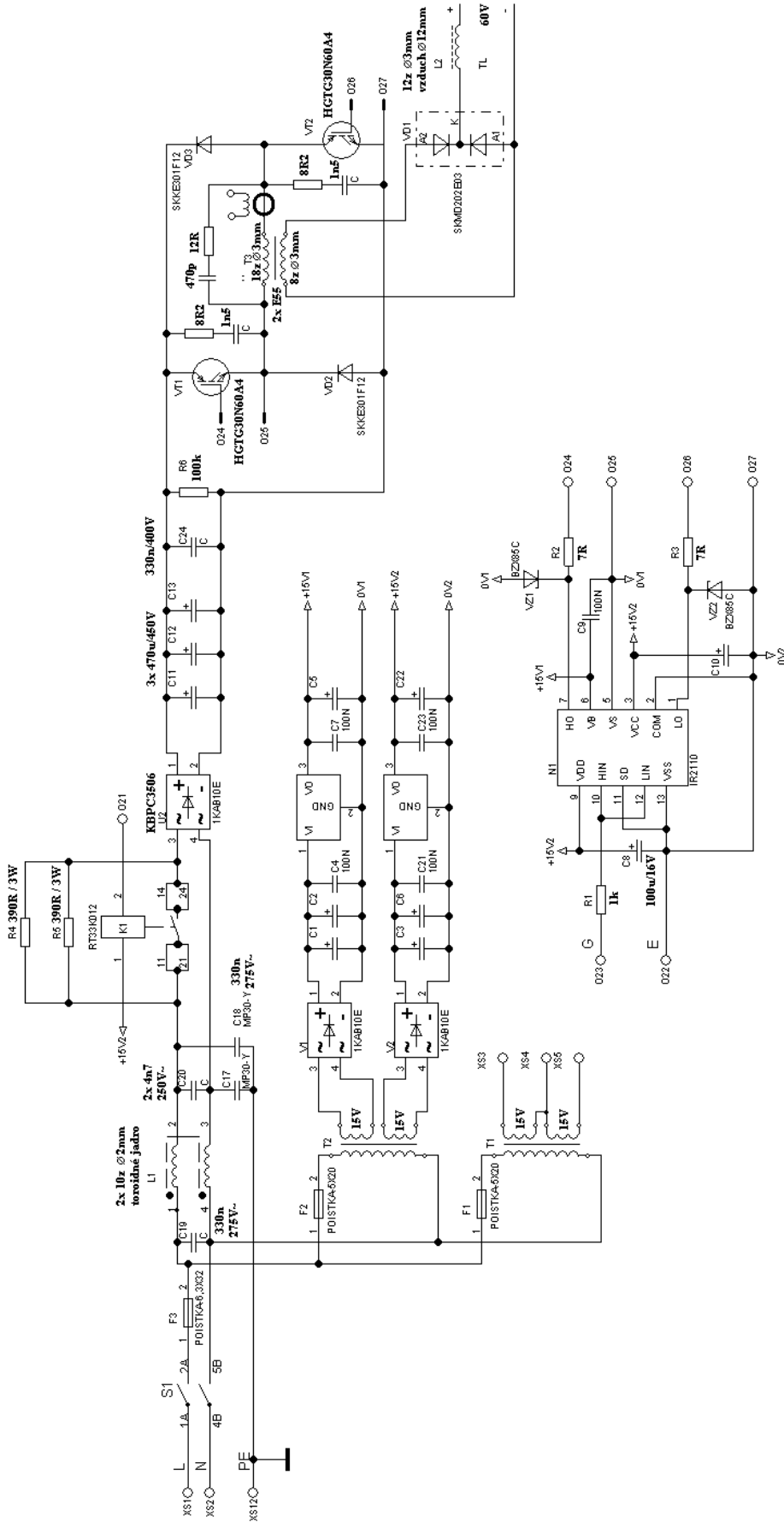
Vo výkonovej časti je umiestnený tiež budič IR2110 ktorý je určený na budenie MOSFET tranzistorov keďže IGBT majú takmer rovnaké budiace parametre je ho možné použiť aj na tento typ tranzistorov bez zmeny zapojenia alebo zmeny budiča.

Boli tu osadené dva malé transformátory na napájanie podporných obvodov, ako napríklad 2x15V na napájanie budiča, relé soft startu, ďalej napájanie riadenia a prípadne ventilátora. Bolo to použité s úmyslom galvanického oddelenia jednotlivých častí.

Pri konštrukcii výkonovej časti ako samostatnú časť je možné k nej pripojiť rôzne druhy riadenia, a taktiež sa ponuka možnosť vlastného experimentovania. Tento článok viac-menej berte ako taký úvod do problematiky zvracacích invertorov a je myslený ako štartovný podklad na tvorbu a laborovanie na svojom vlastnom diele. Všetky dôležité údaje sú uvedené v schéme, a tie hodnoty, čo chýbajú je každý amatér schopný si „domyslieť“, plošný spoj neuvádzam pretože pri vývoji došlo v drobným zmenám a bude ešte zmenený na nový plošný spoj kde bude osadená aj riadiaca časť. Nechcem Vás odrádzať, ale pokiaľ Vám schéma nič nehovorí, tak nemá význam sa púšťať do stavby a oživovania, potom by nervy stratené pri neúspechoch prevyšovali cenu hotových invertorov. Je nutné si uvedomiť, že sa pohybujete v sfére čo oči nevidia a uši nepočujú, ale dôsledky sú jasné a napätie na primárnej strane invertora životu nebezpečné. Napriek všetkým problémom Vám prajem veľa úspechov a s Vašimi dotazmi či pripomienkami alebo výsledkami z Vášho laborovania sa teším na e-mailovej adrese MacoSmihi@gmail.com.

S pozdravom Martin Šmihál, spolu s celým tímom.

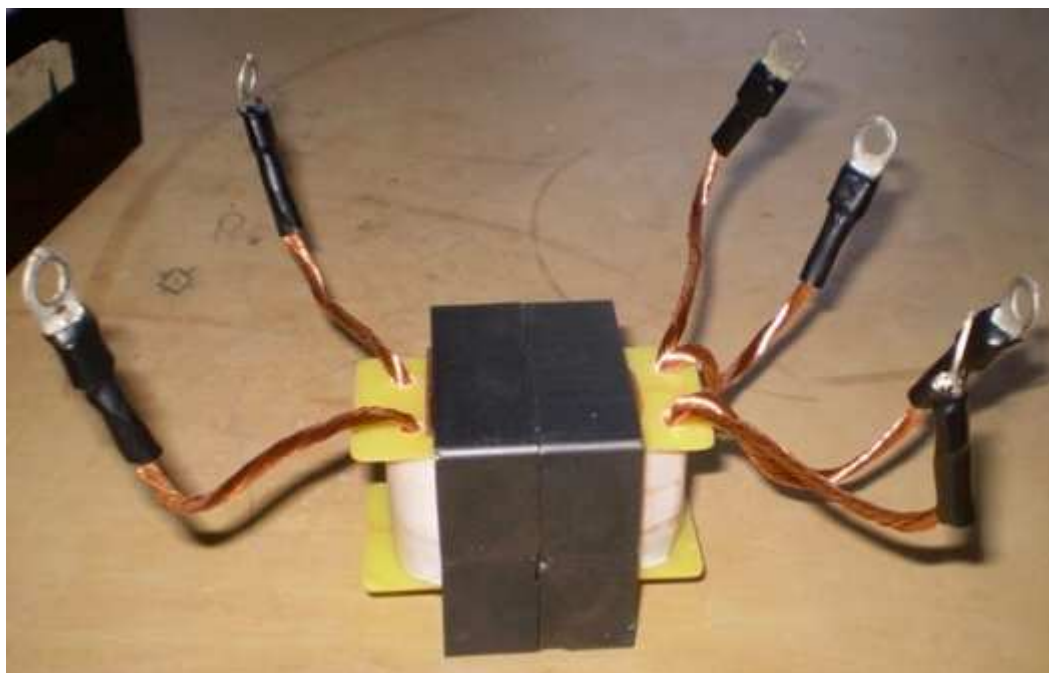
Schéma zapojení silové části invertoru:



Obrazová příloha:



Deska výkonové části a deska řídicí části



Transformátor



Invertor na soutěži SOČ



Ing. Ján Meravý LIGHTNING - služby elektro
911 01 TRENČÍN, ul. Dolný Štánek 6-18A Tel./fax: 032 - 6 525 032, Tel.: 032 6 529 954
mobil: 0905 480 681, e-mail: lightning@tn.psg.sk, http:www.lightning.sk

PROTOKOL č. 1 /2008

o pravidelnej odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického spotrebiča vykonanej podľa normy STN/ČSN 33 1610

Názov a typ spotrebiča		
Zvárač invertor		
Protokol o meraní		
<i>prenosný spotrebič *</i>		
Výrobca:	Výrob./Invent. číslo: Rok výroby:	
Práca SOČ:	2008	
Men.nap. U_n (V)	Men. prúd I_n (A)	Men.výkon P_n (VA)
230V		
Trieda ochrany:	Skupina používania:	Majiteľ: <i>SPŠ E</i>
<i>I</i>	<i>A B C D E *</i>	<i>Dubnica n/Váhom</i>
Sieť.prívod: <i>oddeliteľný*</i>	Materiál, dĺžka (m), prierez (mm ²)	
	CYSY 3Cx 1,5 mm ² 1,5 m	
Poznámka:		
Merania a meracia metóda:		
Odpor ochranného vodiča Rsi	0,235 Ω <i>Vyhovuje / nevhovuje *</i>	
Izolačný odpor Riso	310 MΩ <i>Vyhovuje / nevhovuje *</i>	
Unikajúci poruchový prúd:	1,77 mA	
Náhradný unikajúci prúd I _{EA}	<i>Vyhovuje / nevhovuje *</i>	
Rozdielový chybový prúd δI	<i>Vyhovuje / nevhovuje *</i>	
Merací prístroj:		
<i>SECUTEST 0702SH GOSSEN METRAWATT</i>		
vyr.číslo: <i>M46926985</i>	rok kalibrácie: <i>2006</i>	

Výsledok OPaOS:

Prehliadka: *dobrý stav* *chybný stav* *medzný stav* *vyžaduje opravu **

Skúška chodu: *dobrý stav* *chybný stav* *medzný stav* *vyžaduje opravu **

Predmetný el. spotrebič: *vyhovuje* *nevhovuje* *vyradiť **

Termín nasledujúcej OPaOS:

OPaOS vykonal: Meno, priezvisko: *Ing. Ján Meravý*
Osvvedčenie číslo: *019 ITN 1997 EZ E B E1* Oprávnenie číslo: *065 ITN 1997 EZ M, O, S A, B E1*

Miesto: *Trenčín* Dátum: *6.3.2008* Podpis: *J. Meravý*

* NEHOJACE SA PREČIARKNÚT

Platná revizná zpráva na hotový invertor