



Spawarka inwertorowa 130A



CZĘŚĆ 2

W pierwszej części artykułu podany był opis układu i część wskazówek dotyczących montażu.

Jeżeli chodzi o tranzystory dużej mocy, proponuję przeszlirować drobnoziarnistym papierem ściernym na kawałku szkła. Podobnie można postąpić z radiatorem. Polepszy to kontakt termiczny między korpusem a powierzchnią układu chłodzenia. Elementy mocy polecam montować śrubami M4, w tym celu należy rozwiertić nieco otwór w obudowie IGBT. Dodatkowo warto wykonać dociskacze (zgodnie z **fotografią 7**). Umożliwią one równy docisk tranzystora do powierzchni radiatora. Do ich wykonania potrzebna jest mosiężna blacha walcowana, ponieważ jest sztywna i sprężysta.

Przekładki izolacyjne wprowadzają dodatkowy opór termiczny między korpus klucza a po-

wierzchnię radiatora. Najlepiej stosować dzielony radiator, a tylko diody chłodzić przez podkładki. Jeśli jednak zajdzie potrzeba zastosowania przekładek, to najlepiej użyć ceramicznych. Niestety są one dość kruche i łamliwe, często przez złe składowanie potrafią się odkształcać i nie trzymają parametrów. Ich dostępność także pozostawia wiele do życzenia. Jest jeszcze możliwość stosowania przekładek mikowych, jednak muszą być one bardzo cienkie (rzędu 40µm). W handlu są dostępne w grubościach rzędu 0,15mm, jednak dają się dość łatwo rozwarstwiać i z jednej można otrzymać aż 3. Najlepiej użyć do tego nowego ostrza nożyka do tapet. Podkładkę kładziemy na stole i trzymając ostrze, próbujemy się wciąć między warstwy. Kiedy wejdzie ono do połowy, należy je delikatnie przekręcić i mika powinna się rozwarstwić. Przestrzegam przed stosowaniem przekładek silikonowych. Mają one nieporównywalnie większą rezystancję cieplną niż mika (przez nie upaliłem kilka IGBT). Pokusiłem się nawet o wykonanie badań takich przekładek na profesjonalnej stacji testującej (własność serwisu Mod-Planet). Wyniki współczynnika K/W, dla mocy 50W przedstawiają się następująco:

- sama pasta 0,273367,
- mika 0,491811,
- silikon 1,098462.

Niestety nie mam dostępu do przekładek ceramicznych o takiej powierzchni, aby przykryły cały rdzeń stacji. W przypadku podkładki silikonowej, w stacji zaczynało włączać się zabezpieczenie termiczne (a to jedynie 50W). Na dzielony radiator fa-

lownika idealnie nadaje się komputerowy boksowy układ chłodzenia pod Socket 939. Wystarczy przeciąć go na pół, w miejscu gdzie przebiega podfrezowanie na zapinkę. Krawędzie po cięciu należy równo wyszlifować. Radiator należy przykręcić do laminatu 4 śrubami M3. Na górze trzeba umieścić łącznik z materiału izolacyjnego (**fotografia 5**), który uniemożliwi złączenie się dwóch części radiatora podczas wstrząsów. Najlepiej jeszcze między obie połowki włożyć nieco większy kawałek NOMEX-u czy terespanu. Uniemożliwi on zwarcie np. opiłkiem żelaza, który może wpaść podczas prac warsztatowych. Na radiator warto skierować strumień powietrza z dodatkowego wentylatora 80mm. **Fotografia 6** przedstawia zmontowany falownik. Falownik należy przykręcić do podstawy (najlepiej metalowej, ponieważ odprowadzi ona ciepło z mostka prostowniczego) przez śrubę dociskającą mostek prostowniczy oraz kawałek tekstolitu, który będzie pełnił rolę izolatora i mocowania połówek radiatora. W tym kawałku tekstolitu należy wywiercić



Fot. 5 Łącznik izolacyjny

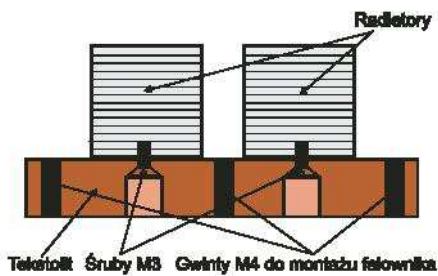
Fot. 7 Dociskacz tranzystorów



Fot. 6 Gotowy falownik



5 otworów. Dwa pod śruby mające kontakt z radiatorem, należy je głęboko wpuścić w materiał, aby nie dotykały do podstawy, gdyż grozi to w najlepszym wypadku zwarcieniem, a w najgorszym porażeniem prądem elektrycznym. Pomocą będzie rysunek 11. W otworach mocujących falownik do podstawy należy zrobić gwint pod śrubę M4. Kluczowe elementy przedstawione są na fotografiach i rysunkach.

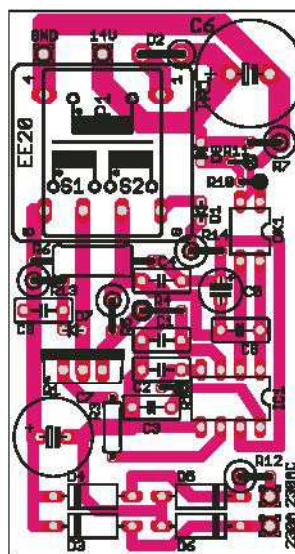


Rys. 11 Belka łącząca dzielone radiatory falownika

Układ prostowniczy należy zmontować indywidualnie, według posiadanych diod. Do połączeń najlepiej użyć blachy miedzianej. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby użyć kilku mniejszych diod połączonych równolegle. Elementy RC można podłączyć bezpośrednio do wyprowadzeń na tzw. pająka lub umieścić je na małej płytce obok i podłączyć kablami. Do izolacji pasków blachy doskonale nadają się koszulki termokurczliwe. Połączenia powinny być możliwie krótkie. Wielkość radiatora zależy od posiadanych diod i szybkości nawiewu powietrza. Im mniejsze napięcie przewodzenia będą miały, tym układ chłodzenia będzie mniejszy. Najlepiej w tej konkurencji wypadają szybkie diody Schottky'ego, gdzie U_f jest na poziomie 0,3V. Gotowy układ prostowniczy przedstawiono na fotografii 8. Do wszystkich elementów, które się grzeją, należy przykleić wyłączniki termiczne tj. radiator falownika, radiator diod, transformatora główny i dławik. Do mocowania najlepiej użyć kleju na bazie żywicy epoksydowej. W przypadku transformatora i dławika, termiki warto włożyć pod wierzchnią warstwę izolacyjną. Dzięki temu będą miały lepszy kontakt z uzwojeniami. Wszystkie termostaty należy połączyć szeregowo. Następnie trzeba je podłączyć do złącza TERMOSTAT w sterowniku. Montaż przetwornicy pomocniczej jest klasyczny, wzór płytki można zobaczyć na rysunku 12. Należy jedynie zwrócić uwagę na początki i końce uzwojeń transformatora. Przetwornicę warto uruchamiać przez żarówkę 60W – zminimalizuje to ryzyko uszkodzenia elementów w przypadku zwarcia. Żarów-

ka nie powinna świecić ani się żarzyć. Kiedy spawarka będzie już całkiem połączona, można odłączyć rezystor 100Ω na wyjściu przetwornicy. Zamiast niego warto włutować kondensator stały o wartości 470nF przystosowany do pracy impulsowej. Odciąży on nieco kondensator elektrolityczny, przez co wydłuży żywotność przetwornicy. Jeśli tranzystor będzie się grzał, można przylutować do niego kawałek blaszki miedzianej, która powiększy powierzchnię oddawania ciepła. Po uruchomieniu wszystkich modułów osobno, można wstępnie połączyć je ze sobą, opierając się o schemat montażowy (rysunek 13). Uruchomienie spawarki należy wykonywać etapami:

1. Przetwornicę pomocniczą trzeba podłączyć do sieci 230V przez żarówkę 60W. Natomiast falownik należy zasilic z transformatora podłączonego także przez żarówkę 60W do sieci. Transformator ten powinien dawać ok. 30V na wyjściu. Do wyjścia spawarki można podłączyć woltomierz. Oscyloskopem należy zmierzyć przebiegi występujące na bramkach, na transformatorze głównym oraz między kolektorem a emiterem IGBT. Na wyprowadzeniach transformatora nie powinno być żadnych szpilek. Przebiegi powinny być czyste. Na woltomierzu



Rys. 12 Schemat montażowy przetwornicy pomocniczej

powinno występować napięcie, z reguły jest ono małe. Następnie należy skrócić na minimum potencjometr od regulacji prądu i dalej trzeba podłączyć się sondą oscyloskopu do bramki któregoś z IGBT. Należy zewrzeć wyjście spawarki i zobaczyć, czy szerokość impulsu bramkowego uległa chwilowej zmianie. Jeśli tak, to znaczy, że przekładnik jest dobrze podłączony.

2. W drugim etapie zostaną przeprowadzone próby na docelowym napięciu wejściowym. Wprowadzamy korektę do układu testowego – wymieniamy transformator niskonapięciowy na transformator separacyjny o mocy co najmniej 300W lub żarówkę 150W (najlepiej przez oba zabezpieczenia). Tutaj należy dodać, że napięcie na falownik i na przetwornicę pomocniczą podaje się jednocześnie. Dzięki temu następuje opóźnienie

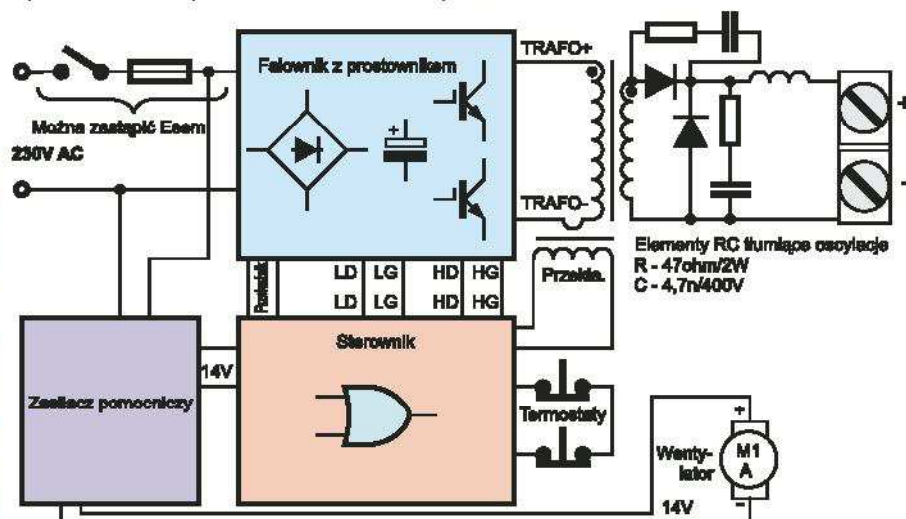
załączenia przekładnika i sterownika. Podczas jałowej pracy żarówka może się lekko żarzyć, jednak nie może świecić. Ponownie należy zbadać przebiegi na poszczególnych elementach. Potencjometr od regulacji prądu należy ustawić w połowie. Następnie patrząc na przebieg bramkowy, zewrzeć wyjście cienkim drucikiem miedzianym (ok. 0,5mm). Powinien on natychmiast spłonąć, a impuls musi ulec zwięźeniu. Jeśli tak się nie stało, należy spróbować odwrócić przekładnik prądowy. Jeżeli spawarka nie ma mocy, należy sprawdzić, czy transformator główny jest dobrze podłączony (końce i początki uzwojeń).

3. Ostatnim etapem jest podłączenie spawarki bez żarówek według schematu montażowego. Należy skontrolować przebiegi. Następnie spróbować zajarzyć łuk. Na początek proponuję szybko przejechać elektrodą po materiale. Jeśli będzie słycał głośny jazgot, może znaczyć to, że odwrotnie podłączony

Fot. 8 Moduł prostowniczy



Rys. 13 Blokowy schemat montażowy spawarki



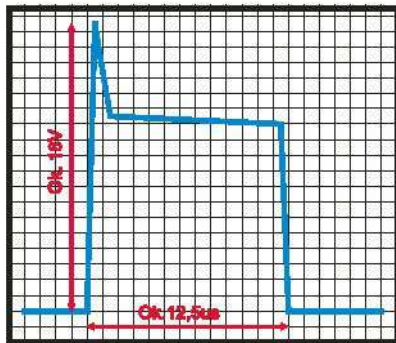
jest przekładnik, ewentualnie transformator. Kiedy wszystko wygląda dobrze, można spróbować chwilę pospawać. Warto zmierzyć prąd wyjściowy, ewentualnie dokonać korekty rezystora przy przekładniku.

Wszędzie tam, gdzie został zastosowany oscyloskop (chodzi głównie o pomiar impulsów bramkowych), możliwe jest użycie miernika częstotliwości. Jednak taki sposób uruchamiania

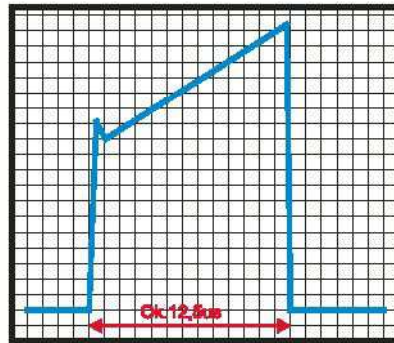
nie zapewni bezpiecznego i łagodnego uruchomienia urządzenia. Przykładowe przebiegi przedstawiono na rysunkach 14 i 15.

Po udanych próbach, moduły składowe najlepiej umieścić w metalowej obudowie. Rozmieszczenie poszczególnych elementów jest bardzo ważne. Warto zwrócić uwagę na takie wymiary i układ obudowy, aby wytworzył się tunel powietrzny. Dzięki niemu elementy będą dobrze chłodzone. W przypadku dzielonych radiatorów falownika należy uważać na to, aby nie dotykały obudowy, gdyż grozi to porażeniem. Wrażliwą elektronikę, tj. przetwornicę pomocniczą i sterownik, warto oddzielić przegrodą. Dzięki niej nie będą się kurzyły, powinno to znacznie podwyższyć niezawodność sprzętu. Ściankę przednią i tylną najlepiej wykonać z grubszej blachy, aby były sztywne. Wentylatory należy zabezpieczyć grillami.

Wewnątrz wszystkie przewody najlepiej spiąć w jedną grubą wiązkę tak, aby nie utrudniała ona przepływu powietrza. Kabel zasilający musi mieć 3 żyły. Powinny mieć one co najmniej 2,5mm² przekroju. Przewód uziemiający musi mieć dobry kontakt z obudową. Montując wszystkie elementy do obudowy, należy uważać na zwarcia. W miejscach narażonych na wysokie potencjały (np. pod płytą falownika czy przetwornicy pomocniczej) warto przykleić trochę terespanu, lub folii. Montaż przełącznika układu AS jest opcjonalny, jed-



Rys. 14 Przykładowy przebieg występujący na bramce IGBT



Rys. 15 Przykładowy przebieg napięcia występujący na wejściu Current-Sense układu UC sterownika spawarki

nak czasami przydaje się możliwość wyłączenia tego systemu.

Diody sygnalizacyjne najlepiej zamontować na kawałku taśmy przewodowej, aby uzyskać możliwość manipulacji.

Wentylatory wewnątrz obudowy najlepiej skierować wylotem w stronę tylnej ścianki. Dzięki temu powietrze będzie zasysane z przodu, a wyrzucane z tyłu. Gotowe urządzenie może wyglądać tak jak na fotografii 9.

Płytę z opisami można zrobić na dwa sposoby. Pierwszy polega na zalaminowaniu papieru i przyklejeniu go do przedniej ścianki taśmą dwustronną. W drugim należy przykryć papier z opisami kawałkiem plek-siglasu. Wierząc w nim otwory, można łatwo osadzić diody sygnalizacyjne.

Po wsadzeniu wszystkiego w obudowę można włączyć spawarkę. Warto wykonać test na zadziałanie zabezpieczeń termicz-

nych. Można dokonać tego, podłączając spawarkę pod solidną spiralę grzejną (np. od pieca hartowniczego) lub wyspawać kilkanaście elektrod.

Fotografia 10 przedstawia gotową spawarkę. Opisaną spawarką doskonale spawa się elektrodami rutyłowymi, celulozowymi i zasadowymi. Po dodaniu uchwytu TIG, spawarkę można wykorzystać jako źródło spawalnicze. W tym przypadku niestety nie będzie możliwości bezstykowego zajarzania łuku. Jest to temat na osobny artykuł.

Możliwości zmian

Moc spawarki można dostosować zależnie od swoich potrzeb. Na poniższej konstrukcji po drobnych modyfikacjach można wykonać spawarkę 300A zasilaną z 3 faz. Jednak wymaga to dość rozbudowanej wiedzy z dziedziny przetwornic impulsowych.

W oparciu o jednofazowe zasilanie maksimum wyznacza sztywność sieci. Radzę nie przekraczać wartości 200A, ponieważ jest to groźne dla

Fot. 10 Gotowa spawarka



Fot. 9 Rozkład modułów w obudowie



instalacji elektrycznej. Wartość 200A także nie jest wielkością stałą, jaką można pobierać ciągle. Przy takim prądzie przewody w domowej instalacji elektrycznej na pewno będą się grzały. Przy chęci wyciśnięcia 200A z podobnego układu trzeba się liczyć z koniecznością zastosowania potężnego transformatora, bardziej rozbudowanego falownika oraz solidnego dławika. Dużą przeszkodą będzie wyprostowanie takiego prądu oraz zachowanie sensownych przekrojów uzwojeń.

Autor nie ponosi odpowiedzialności za szkody wyrządzone nieprawidłową pracą urządzenia lub nieprawidłową jego eksploatacją. Jednocześnie przestrzegam przed samotnym testowym uruchamianiem tego urządzenia z uwagi na niebezpieczeństwo porażenia.

Aleksander „Olinek2” Głuszek
olinek.g@neostrada.pl



Uwaga! Podczas uruchamiania i użytkowania urządzeń HV w ich obwodach występują napięcia groźne dla życia i zdrowia. Osoby niedoświadczone i niepełnoletnie mogą wykonać wyłącznie pod kierunkiem wykwalifikowanego opiekuna, na przykład nauczyciela.

Wykaz elementów

Falownik	C2,C8 1nF stały	R20..... 1,47kΩ
Rezystory	C3,C4 100nF ceramiczne	R21..... 3,2kΩ
R1,R2 100Ω 1W	C5..... 47μF/35V	Kondensatory
R3..... 33Ω 5W	C6..... 220μF/25V	C1..... 10nF
R4,R5 100kΩ 1W	C7..... 4,7μF/400V	C2..... 2,2nF
Kondensatory	C9..... 1nF 1kV ceramiczny	C3,C6,C7..... 100nF
C1,C2 470μF/400V	Półprzewodniki	C4..... 10μF
C3,C4 1nF 1kV ceramiczne	D1..... 1N4148	C5..... 1,5nF
Półprzewodniki.....	D2..... 1N5822	C8..... 1000μF/16V
D1,D2 HFA15TB60	D3-D6..... 1N4007	C9..... 470μF/25V
D3,D4 FR107	D7..... FR107	Półprzewodniki
T1,T2..... IGBT	D8..... Zenera 13V	D1-D4,D6,D8,D9..... 1N4148
Inne.....	IC1..... UC3845N	D5,D7..... 1N5022
B1..... KBPC3506	OT1..... PC817	IC1..... UC3845N
PK1..... 16A lub większy	T1..... IRF840	LED1..... AS!
Przetwornica pomocnicza	Inne	LED2..... TI
Rezystory	Tr1..... transformator według opisu	LED3..... Ready!
R1..... 10kΩ 0,25W	Sterownik	LED4..... ogr
R3,R10 10Ω 0,25W	Rezystory	OK1..... CNY17
R4..... 470Ω 0,25W	R1,R4,R10,R16,R23..... 470Ω	Q1..... IIRF540
R5..... 2,2Ω 2W	R2,R6,R8,R9 390Ω	T1,T2..... BC327
R6..... 220kΩ 2W	R3,R5 4,7Ω	T3,T5..... BC547
R7..... 100Ω 2W	R7,R12,R24..... 10kΩ	VR1..... TL431
R11..... 220Ω 0,25W	R11..... 10Ω	Inne
R12..... 10Ω 1W	R13..... 5,6kΩ	SL1..... przekładnik
R13..... 47kΩ 0,5W	R14..... 2,2kΩ	SL2..... AS-OFF
R14..... 4,7Ω 0,25W	R15..... *opis w tekście	SL3..... termostat
Kondensatory	R17,R18 39kΩ	SL4..... przekaźnik
C1..... 4,7nF stały	R19..... 4,7kΩ	TR1..... trafo sterujące

R E K L A M A

Kompletny kurs podstaw elektroniki

OŚLA ŁĄCZKA MAXI

Elektroniczny zestaw edukacyjny dla początkujących - wersja maxi
Komplet obejmuje lekcje podstaw elektroniki wraz z zestawami elementów niezbędnych do przeprowadzenia ćwiczeń. Wszystkie układy można zmontować bez konieczności lutowania, na specjalnej płytce stykowej.

Skład kompletu:

- dwa tomy z lekcjami elektroniki "Wyprawy w świat elektroniki"
- sześć zestawów niezbędnych elementów A01-A06
- prototypowa płytka stykowa SD12N
- komplet łączówek SD JUMPER

dla szkół i prenumeratorów EDW i MT rabat 10%

kod handlowy: EDW AKPLN
cena: 289,99 zł

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11
tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl