



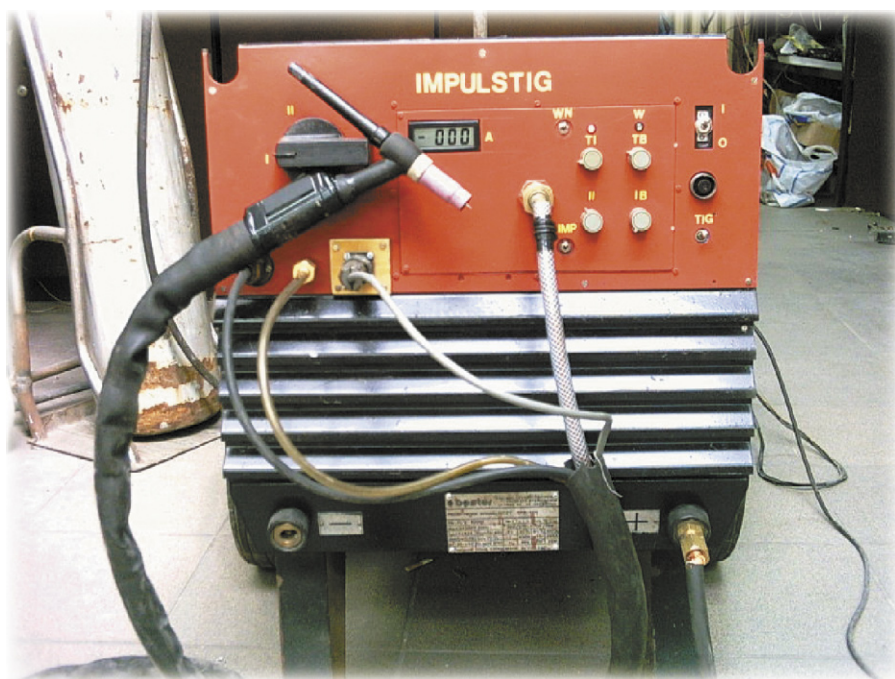
# Adaptacja spawarki SPB400 do spawania metodą IMPULSTIG

HIT NUMERU

Widoczny „zmiersch” spawania elektrodami otulonymi sprawił, że wiele tych urządzeń jest nieużywanych, a cena spawarek TIG o porównywalnych parametrach prądowych jest wysoka i stanowi skuteczną barierę dla zainteresowanych. Zatem jest doskonała okazja, aby ponosząc niewielkie nakłady, wejść w posiadanie takiego urządzenia, tym bardziej, że na różnych giełdach czy wyprzedażach spawarki do spawania elektrodami otulinowymi można nabyć za niską cenę.

### Rekomendacje:

w artykule przedstawiamy opis przerobienia spawarki prądu stałego do spawania elektrodami otulonymi na spawarkę IMPULSTIG, co otwiera drogę do nowoczesnej technologii spawania z wykorzystaniem popularnego i łatwo dostępnego sprzętu.



Metoda spawania TIG opatentowana w USA u schyłku lat dwudziestych XX wieku charakteryzuje się tym, że łuk elektryczny jarzy się w osłonie gazu szlachetnego (argon, hel) pomiędzy elektrodą wykonaną z wolframu a materiałem spawanym. Ciepło wytworzone przez łuk elektryczny nadtopia krawędzie łączonych

detali. Spawanie odbywa się bez użycia materiałów dodatkowych, bądź z ich użyciem, przy czym skład metalurgiczny materiału dodatkowego jest taki sam lub zbliżony do składu metalurgicznego elementów spawanych. Urządzeniem TIG można również wykonać połączenia metodą lutowania twardego, a jakość tych połączeń jest wysoka.

Urządzenia TIG dzielą się na dwie grupy: TIG z wyjściem na prąd stały (DC) oraz na prąd przemienny (AC). Spawarki TIG (AC) zostały skonstruowane do spawania aluminium, natomiast spawarkami DC można łączyć metale szlachetne, miedź i stopy miedzi oraz stale węglowe i nierdzewne.

W artykule opisano sposób przerobienia spawarki prądu stałego (DC) typu SPB400 produkcji BESTER Bielawa, do spawania elektrodami otulonymi, na spawarkę IMPULSTIG, przy czym nie jest to zmiana nieodwracalna, bowiem za pomocą odpowiedniego przełącznika można powrócić do oryginalnej trybu pracy spawarki. Spawarka SPB400 charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami i jest wysoko ceniona przez spawaczy, którzy spawają elektrodami otulonymi. Posiada płynną regulację prądu spawania w dwóch

## AVT-5156

W ofercie AVT:  
AVT-5156A – płytka drukowana

### PODSTAWOWE PARAMETRY

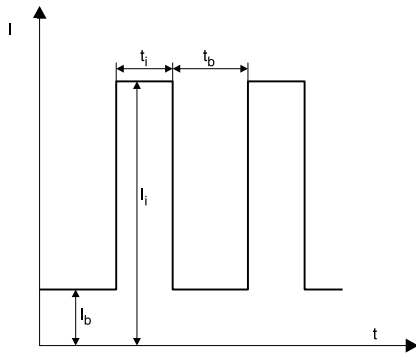
- Zasilanie: 3x380 V
- Napięcie biegu jałowego: 70 V
- Minimalny prąd spawania: 5 A
- Maksymalny prąd spawania: 400 A
- Zakres regulacji prądu bazy: 5...120 A w I zakresie, 120...400 A w II zakresie
- Zakres regulacji prądu impulsu: jak wyżej
- Zakres regulacji czasu impulsu: 0,06...1 s
- Zakres regulacji czasu pomiędzy impulsami: 0,06...1 s
- Gaz ochronny: argon
- Opóźnienie wypływu gazu: 6...15 s
- Wydatek gazu ochronnego: 8...15 l/min
- Ciśnienie cieczy chłodzącej: min 0,2 MPa
- Inicjacja łuku spawalniczego: poprzez zwarcie elektrody wolframowej do materiału spawanego lub wysokim napięciem (bezdotykowo)



### PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Amatorska spawarka	EP 11-12/1999	AVT-837
Spawarka impulsowa do spawania metodą TIG	EP 12/2003	-
Przystawka do spawania aluminium metodą TIG	EP 10-11/2006, EP 1/2007	AVT-970



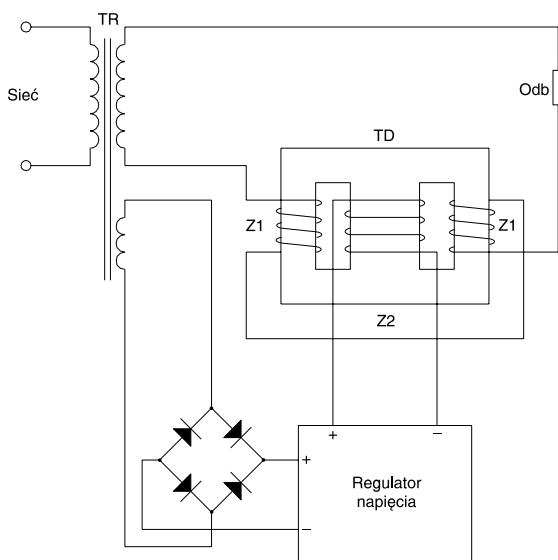
Rys. 1. Przebieg prądu spawania w funkcji czasu

podzakresach: 5...120 A i 120...400 A. Opis adaptacji nie jest ściśle związany ze spawarką SPB400, można go odnieść także do innych spawarek. Przy okazji przeróbki, można zastosować opcję spawania impulsowego (zmiana wartości prądu spawania według nastawionych parametrów prądowo-czasowych).

Płytkę elektroniki została tak zaprojektowana, aby można ją było zastosować w każdej spawarce prądu stałego używanej do spawania elektrodami otulonymi, gdyż spawarki te spełniają wymogi w zakresie zewnętrznych charakterystyk statycznych stawianych urządzeniom TIG.

Spawanie metodą TIG jest często w literaturze fachowej opisane jako spawanie elektrodą „nietopliwą”. W metodzie tej, łuk elektryczny jarzący się pomiędzy elektrodą wolframową a materiałem spawanym, nadtopia krawędzie łączonych detali. Tym samym elektroda wolframowa z czasem zużywa się (wytopia), a stopień zużycia zależy od wielu czynników, takich jak: czystość argonu, zbyt duża wartość prądu spawania w stosunku do średnicy elektrody, obecność różnych pierwiastków dodatkowych w składzie elektrody, biegunowości, a także od... umiejętności spawacza.

Spawanie impulsowe TIG na stałe znalazło swoje miejsce w technice łączenia metali. W tej



Rys. 2. Sposób dołączenia transduktora do obwodu 1-fazowego

metodzie spawania, prąd zmienia swoją wartość w ściśle ustalonych przez spawacza nastawach czasowych (rys. 1). Istnieje możliwość nastawy prądów bazy  $I_b$  i impulsu  $I_i$  oraz czasów ich trwania  $T_b$  i  $T_i$ . Metoda impulsowa umożliwia spawanie elementów o małym przekroju i znacznie różniących się grubościami ścianek. Ponadto, występują znacznie mniejsze deformacje konstrukcji (wskutek naprężeń termicznych) niż przy spawaniu prądem ciągłym, bowiem wprowadza się mniej ciepła do spoiny.

Spawarką TIG można też wykonać połączenia metodą lutowania twardego. Metoda polega na wykorzystaniu łuku elektrycznego jak źródła ciepła (bez nadtopiania krawędzi łączonych detali), a następnie wprowadzenie w obszar łuku spoiwa, którego temperatura topnienia jest niższa od temperatury topnienia łączonych detali. Spośród narzędzi stosowanych do lutowania twardego, spawarka TIG umożliwia bardzo precyzyjne połączenia elementów wykonanych z różnych metali. Lutowanie twarde z użyciem spawarki TIG może się okazać dla wielu Czytelników nowością, lecz jest już coraz częściej stosowane dzięki możliwościom nieosiągalnym innymi sposobami.

### Modernizacja spawarki SPB400

Wszystkie prace przy instalacji elektrycznej spawarki, szczególnie od „strony” sieci zasilającej powinny być wykonane przez doświadczonych fachowców posiadających odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia. Do montażu należy użyć sprawdzonych podzespołów. W opisanej modernizacji, prócz dodatkowej instalacji elektrycznej należy zamontować instalację gazową, obwód chłodzenia cieczą i obwody elektroniki. Poszczególne podzespoły są ogólnie dostępne, mogą wręcz pochodzić z odzysku, oprócz palnika, który należy nabyć, a jego cena zależy od producenta i parametrów prądowych.

### Instalacja elektryczna

Spawarka SPB400 służy do spawania elektrodami otulonymi, posiada płynną regulację prądu spawania w dwóch podzakresach: 5...120 A i 120...400 A. Elementem regulującym prąd spawania jest transduktor (wzmacniacz magnetyczny) włączony w obwód prądu przemiennego. Jest to dość „wiekowe” rozwiązanie regulacji prądu spawania i charakteryzuje się licznymi wadami: gabaryty jak i ciężar regulatora są większe od transformatora spawalniczego, a także tym, że transduktor posiada dużą inercję czasową, co nie pozwala w pełni wykorzystać ten regulator do spawania impulsowego.

Na rys. 2 przedstawiono typowy sposób włączenia transduktora na przykładzie obwodu 1-fazowego. W obwód uzwojenia wtórnego transformatora TR sze-

regowo włączone jest uzwojenie Z1 transduktora TD, umieszczone na oddzielnym obwodzie magnetycznym. Na tym samym rdzeniu jest umieszczone uzwojenie Z2 zasilane prądem stałym. Wartość prądu w uzwojeniu Z2 decyduje o indukcyjności całego rdzenia transduktora. Nie wnikając w szczegóły funkcjonowania tego układu, można opisać oporność pozorną uzwojenia Z1 transduktora jest opisana wzorem

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

gdzie R to oporność czynna uzwojenia, a składnik  $X_L$  ma postać  $2\pi fL$ . Można zatem wpływać na wartość indukcyjności poprzez podmagnesowanie rdzenia prądem stałym. Przy braku zasilania, oporność pozorną uzwojenia Z1 jest największa, więc płynie przez obciążenie najmniejszy prąd. W chwili wysterowania uzwojenia Z2 maksymalnym prądem, oporność pozorną uzwojenia Z1 maleje i na obciążeniu wydziela się największa moc. Podobnie działa transduktor trójfazowy zastosowany w spawarce SPB400.

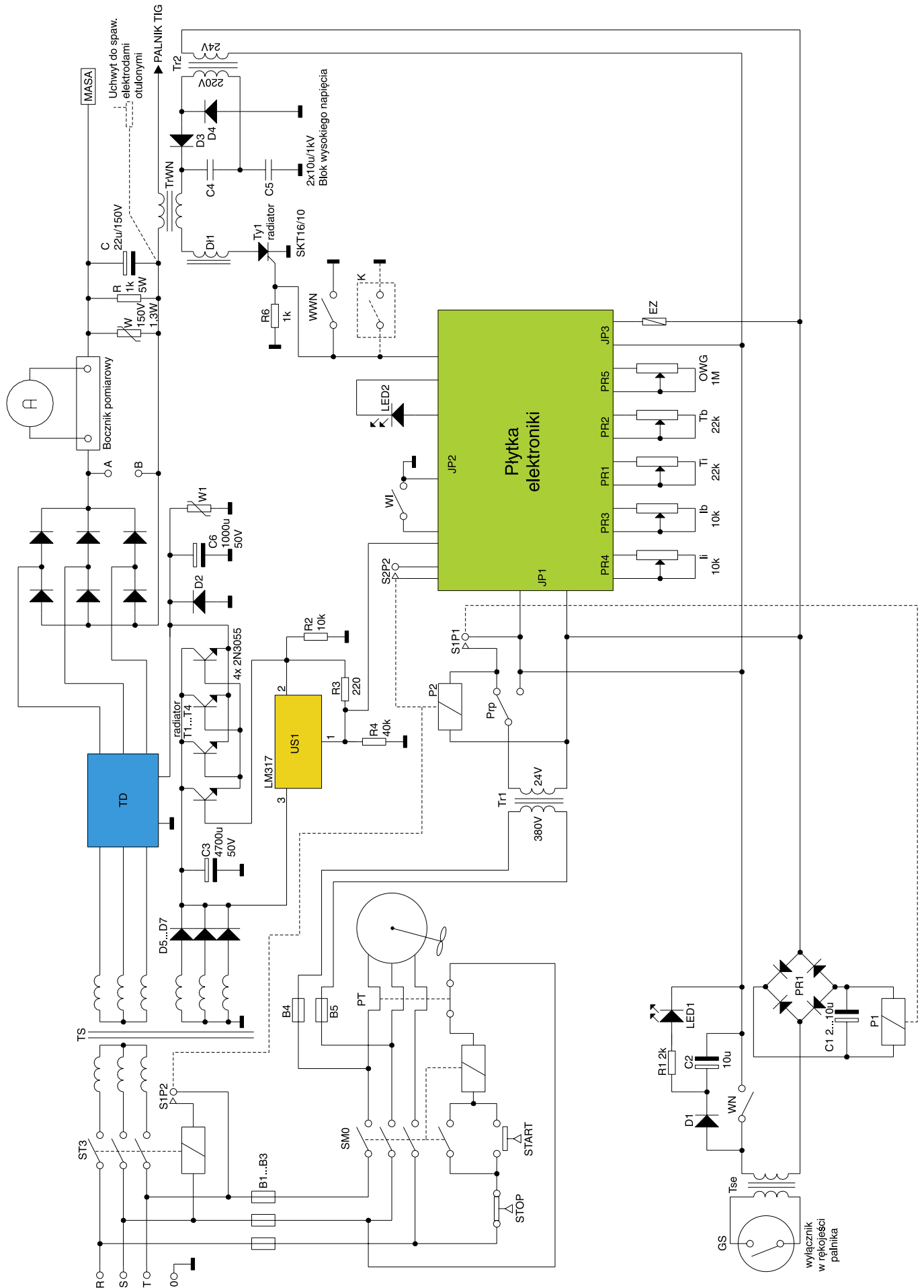
Do zasilania obwodu transduktora użyte są trzy osobne uzwojenia nawinięte na rdzeniu transformatora spawalniczego i po wyprostowaniu trzema diodami, napięcie to jest zwykle podłączone do elektronicznego regulatora prądu typu RT27. Elementami mocy regulatora są cztery tranzystory typu 2N3055. Oryginalny regulator RT27 zdecydowałem się zastąpić regulatorem napięcia wykorzystującym układ scalony LM317.

Bogatsi o wiedzę, jak działa regulacja prądu spawania w oparciu o transduktor, możemy przystąpić do przebudowy spawarki.

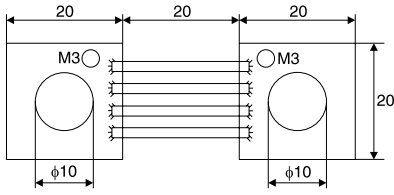
### Przebudowa spawarki

Wcześniej, zaopatrujemy się we wszystkie złącza wodno-prądowe, wodne oraz gazowe, które na trwałe zostaną zamontowane na obudowie spawarki. Różnorodność konstrukcji palników TIG chłodzonych cieczą, które są na rynku, nie pozwala mi na opis wszystkich rozwiązań, więc ograniczę się z konieczności do palnika, w którym prąd spawania, jak i wejście wody „pobierane” jest z jednego, wspólnego złącza.

Schemat elektryczny spawarki przedstawiono na rys. 3. Zarówno złącze wysokoprądowe, jak i sterujące GS (podłączone przewodem do mikrowyłącznika w rękojeści palnika), na którym występuje wysokie napięcie 6...8 kV, musi być skutecznie odizolowane od metalowej części obudowy. W tym celu należy przymocować złącza na płycie np. tekstolitowej o grubości min. 5 mm tak, aby odległość tych złącz od najbliższej części metalowej obudowy spawarki nie była mniejsza od 25 mm. Dobrze jest po montażu „wzmocnić” izolację poprzez naniesienie wokół złącz np. żywicy epoksydowej. W opisanym przykładzie, złącze wysokoprądowe jest równocześnie złączem dla „wejścia” wody i zostało wykonane z mosiądzu. Trzeba pamiętać o solidnym zamocowaniu tego złącza na płycie tekstolitowej tak, aby podczas mocowania palnika,



Rys. 3. Schemat elektryczny spawarki



Rys. 4. Sposób wykonania bocznika pomiarowego

nie uległo odkręceniu. W wypadku zastosowania palnika o innej konstrukcji (gdzie są dwa złącza wodne), złącze wejściowe wody też musi być zamocowane na płycie izolacyjnej.

Dla tak przygotowanej płyty izolacyjnej ze złączami wycinamy odpowiednią powierzchnię w przedniej części obudowy spawarki i przygotowujemy do trwałego montażu.

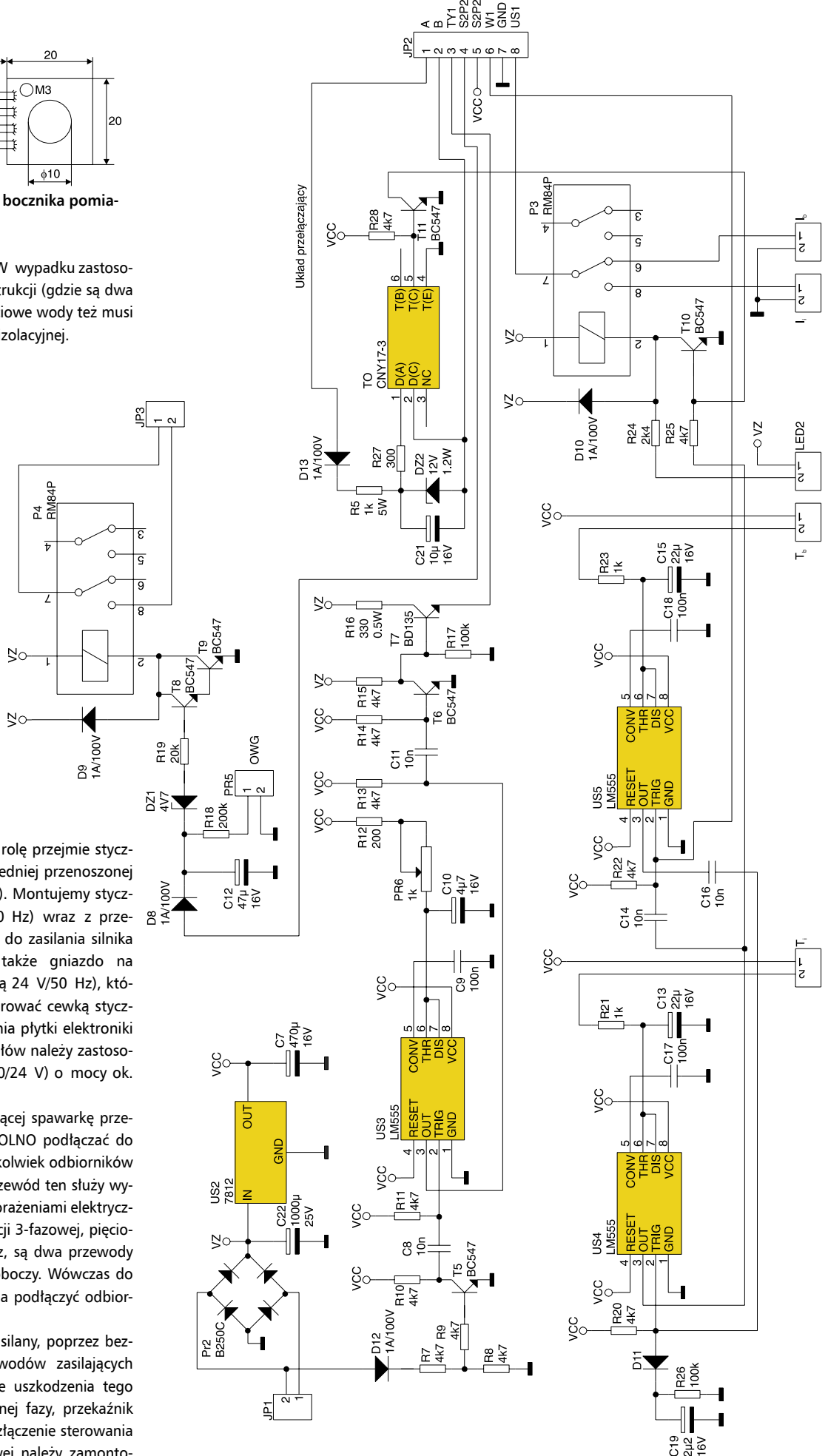
Złącze wyjściowe wody oraz wejściowe gazu mogą być zamocowane na metalowej części obudowy spawarki.

Na tylnej części obudowy spawarki montowane są trzy złącza: wejście i wyjście wody oraz wyjście gazu.

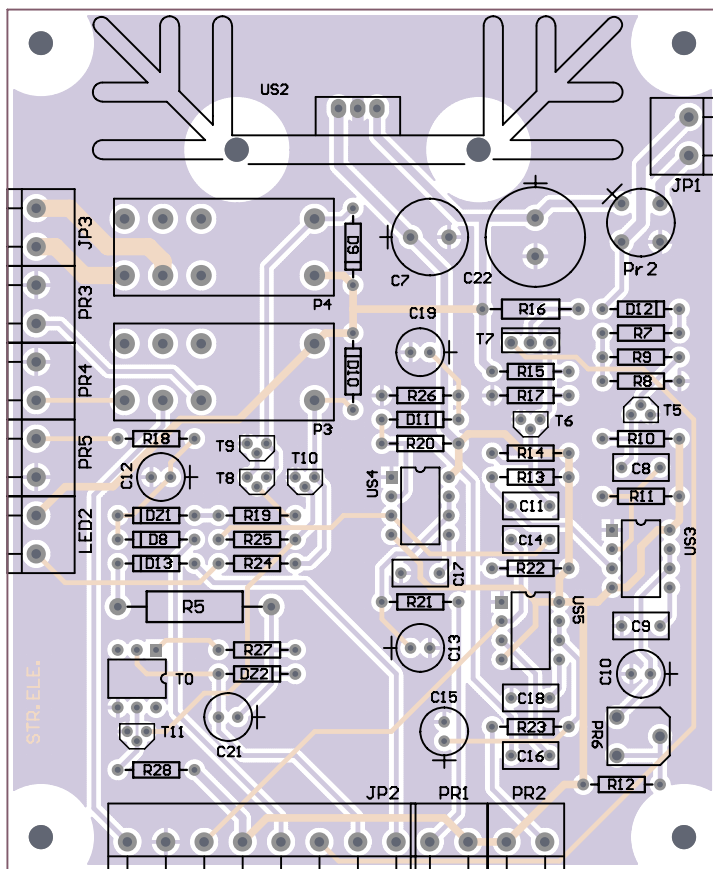
Zdemontowany zostaje również sporych rozmiarów wyłącznik pakietowy (sieciový), jego rolę przejmie stycznik ST3 lub inny o odpowiedniej przenoszonej mocy (cewka 380 V/50 Hz). Montujemy stycznik SM0 (cewka 380 V/50 Hz) wraz z przekaźnikiem termicznym (PT) do zasilania silnika wentylatora spawarki, a także gniazdo na przekaźnik P2 (R15 z cewką 24 V/50 Hz), który będzie bezpośrednio sterować cewką stycznika mocy (ST3). Do zasilania płytki elektronicznej oraz pozostałych podzespołów należy zastosować transformator Tr1 (380/24 V) o mocy ok. 80 VA.

Korzystając z sieci zasilającej spawarkę przewodem 4-żyłowym, NIE WOLNO podłączać do przewodu zerowego jakichkolwiek odbiorników (np. na 230 V), bowiem przewód ten służy wyłącznie do ochrony przed porażeniami elektrycznymi. Inaczej jest w instalacji 3-fazowej, pięciożyłowej, gdzie oprócz 3 faz, są dwa przewody „zerowe”, tj. ochronny i roboczy. Wówczas do przewodu roboczego można podłączyć odbiorniki elektryczne ~230 V.

Transformator Tr1 jest zasilany, poprzez bezpieczniki B4 i B5, z przewodów zasilających silnik wentylatora i w razie uszkodzenia tego silnika, albo np. braku jednej fazy, przekaźnik termiczny PT spowoduje rozłączenie sterowania spawarki. Na płycie czołowej należy zamontować przełącznik Prp, którym wybiera się opcję



Rys. 5. Schemat układu sterowania



Rys. 6. Schemat montażowy

spawania: elektroda otulona, albo TIG. Przyciski: START i STOP służą do włączenia zasilania wentylatora i sterowania spawarką.

Gniazda bezpieczników B1...B5 mocowane są wewnątrz spawarki, gdyż na płycie czołowej zabraknie dla nich miejsca.

Na koniec montowany jest transformator Tr2 (o mocy ok. 30 VA), który służy do zasilania bloku wysokiego napięcia. Na rys. 3 przedstawiono uproszczony schemat spawarki SPB400,

nie uwzględniono na nim przełącznika zakresów prądu spawania.

Transformator Tse wraz z mostkiem prostowniczym Pr1, kondensatorem C1 oraz przełącznikiem małej mocy P1 trzeba dobrać eksperymentalnie. Układ ten służy do załączenia spawarki w opcji TIG. Transformator Tse jest małej mocy (ok. 5 VA i przekładni np. 220/24). Ważne jest, aby jego uzwojenia pierwotne i wtórne były umieszczone na karkasie obok siebie. Do

załączenia przełącznika P1 (styki 1 A, cewka 24 V na prąd stały), który jest umieszczony w obwodzie uzwojenia transformatora Tse, wykorzystano zjawisko znacznego wzrostu prądu w uzwojeniu pierwotnym w razie zwarcia uzwojenia wtórnego. Kondensator elektrolityczny C1 (2,2...10  $\mu$ F/50 V) ułatwia włączanie przełącznika P1. Natomiast uzwojenie wtórne Tse jest podłączone do złącza GS. Po przeprowadzeniu prób z zespołem Tse, przełącznikiem i kondensatorem C1, transformator Tse umieszczamy w stosownym naczyniu z plastiku i zalewamy żywicą epoksydową. W szereg z uzwojeniem pierwotnym Tse włączony jest wyłącznik wodny Ww, który uniemożliwia pracę spawarki w razie braku cieczy lub przy zbyt niskim jej ciśnieniu w obwodzie chłodzenia palnika.

Równolegle do styków wyłącznika wodnego Ww włączony jest układ sygnalizacji braku cieczy lub jej zbyt niskiego ciśnienia w obwodzie chłodzenia palnika. Składa się on z diody LED1 (pulsującej), opornika R1, diody D1 oraz kondensatora C2.

Wskazane jest umieścić w obwodzie spawania bocznik pomiarowy i zaopatrzyć go w amperomierz analogowy albo cyfrowy. Oryginalny bocznik jest dość drogi, dlatego warto pokusić się o wykonanie go we własnym zakresie. Dwie płytki miedziane o grubości 2 mm (rys. 4) są połączone ze sobą metodą lutowania twardego z czterema prętami drutu oporowego o średnicy 3 mm. W płytkach miedzianych są nawiercone i nagwintowane otwory dla śruby M3, gdzie będą zamocowane przewody probiercze. Skalowanie „własnego” bocznika jest bardzo proste. Do tego potrzebny będzie wycechowany bocznik (oryginalny) i opornik bardzo dużej mocy, którym obciążymy wyjście spawarki, np. 100 A. Porównując wskazania boczników, „nasz” bocznik korygujemy np. potencjometrem 1 k $\Omega$ .

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

- R: 1 k $\Omega$ /5 W
- R1: 2 k $\Omega$
- R2: 10 k $\Omega$ /0,5 W
- R3: 220  $\Omega$
- R4: 40 k $\Omega$
- R5: 1 k $\Omega$ /5 W
- R6: 1 k $\Omega$
- R7...R11, R13...R15, R20, R22, R25, R28: 4,7 k $\Omega$
- R12: 200  $\Omega$
- R16: 330  $\Omega$ /0,5 W
- R17: 100 kv
- R19: 20 k $\Omega$
- R18, R26: 200 k $\Omega$
- R21, R23: 1 k $\Omega$
- R24: 2,4 k $\Omega$
- R27: 300  $\Omega$
- PR1, PR2: potencjometr 22 k $\Omega$ /A
- PR3, PR4: potencjometr 10 k $\Omega$ /A
- PR5: potencjometr 1 M $\Omega$ /A
- PR6: 1 k $\Omega$  (montażowy)

**Kondensatory**

- C: 22  $\mu$ F/150 V
- C1: 2...10  $\mu$ F/25 V
- C2: 10  $\mu$ F/50 V

- C3: 4700  $\mu$ F/50 V
- C4, C5: 100  $\mu$ F/1 kV (MKP27 – impulsowe)
- C6: 1000  $\mu$ F/50 V
- C7: 470  $\mu$ F/16 V
- C8, C11, C14, C16: 10 nF
- C9, C17, C18: 100 nF
- C10: 4,7  $\mu$ F/16 V
- C12: 47  $\mu$ F/16 V (dobrac)
- C13, C15: 22  $\mu$ F/16 V
- C19: 2,2  $\mu$ F/16 V
- C21: 10  $\mu$ F/16 V
- C22: 470  $\mu$ F/35 V

**Półprzewodniki**

- D1, D2, D8...D10, D12: 1 A/100 V
- D3, D4: 1 A/700 V
- D5, D6, D7: 5 A/100 V
- D11: dowolna dioda małej mocy
- DZ1: dioda Zenera 4,7 V
- DZ2: dioda Zenera 12 V/1,2 W
- Pr1, Pr2: mostek prostowniczy 1 A/100 V
- LED1, LED2: dowolna dioda LED
- W: warystor 150 V/1,3 W
- W1: warystor 50 V/1,3 W
- T1...T4: 2N3055
- T5, T6, T8...T11: BC107 (lub podobny)
- T7: BC211

- US1: LM317
- US2: 7812
- US3...US5: NE555
- TO: transoptor CNY17-3
- Ty1: SKT16/10 (16 A/1000 V)

**Inne**

- Tr1: transformator 380/24 V/80 VA
- Tr2: transformator 220/24 V/30 VA
- Tse: transformator, patrz opis
- TrWN: transformator wysokiego napięcia, patrz opis
- D11: dławik, patrz opis
- P1: przełącznik, patrz opis
- P2: przełącznik R15 (cewka 24 V/50 Hz), trzy zestawy styków
- P3: przełącznik 1 A, cewka 24 V=, dwa zestawy styków (np. RM84P)
- P4: przełącznik 5 A, cewka 24 V= (np. RM84P)
- Ww: wyłącznik wodny, patrz opis
- Prp: przełącznik 5 A/100 V
- W1, WVN: wyłącznik 1 A
- K: dowolny kontaktron
- EZ: elektrozwawór, patrz opis
- B1...B3: bezpiecznik 6,3 A
- B4, B5: bezpiecznik 1 A
- PT: dobrac do silnika wentylatora





## Płytki elektroniki

Płytki elektroniki (rys. 5) zawiera układ zapłonowy dla tyrystora Ty1, dwa układy monostabilne US4 i US5 (połączone kaskadowo tworzą generator) oraz układ czasowy, opóźniający wyłączenie elektrozaworu gazu EZ. Płytki jest zasilana tylko jednym napięciem 24 V poprzez przełącznik rodzaju pracy Prp. Ponadto jest na tyle uniwersalna, że można stosować ją w wielu spawarkach do spawania elektrodą otuloną, które zamierzamy przerobić na urządzenie TIG.

Układ zapłonowy tyrystora Ty1 składa się z detektora „zera” sieci zasilającej, zbudowanego w oparciu o tranzystor T5. Opadające zboczne sygnału z kolektora T5 poprzez kondensator C8 uaktywnia wejście 2 układu scalonego US3. Na jego wyjściu 3 pojawia się impuls, którego czas trwania równy 5 ms ustalamy potencjometrem montażowym PR6. Czas ten odpowiada maksymalnemu napięciu, do którego ładują się kondensatory C4 i C5 w bloku wysokiego napięcia. Opadające zboczne tego sygnału poprzez kondensator C11 odblokowuje tranzystor T6 i wówczas na emiterze tranzystora T7 pojawia się krótki impuls wyzwalający tyrystor Ty1.

Układy scalone US4 i US5 pracują jako przerzutniki monostabilne w połączeniu kaskadowym, zamkniętym. Oznacza to, że opadające zboczne sygnału wyjściowego jednego z przerzutników uaktywnia drugi przerzutnik. Czas trwania impulsu na wyjściu każdego z generatorów zależy od pojemności kondensatorów C13 i C15 oraz nastaw potencjometrów PR1 i PR2. Wyjście 3 układu US4 steruje również tranzystorem T10, włączającym przełącznik P3. Styki przełącznika P3 przełączają potencjometry ustalające prądy bazy i impulsu (PR3 i PR4). Styk ruchomy przełącznika P3 jest podłączony do końcówki 1 układu scalonego US1 (LM317). Wyjście układu US1 steruje bazą tranzystora T1, którego emiter steruje bazami trzech równolegle połączonych tranzystorów T2...T4. Tranzystory te zasilają uzwojenie prądu stałego transduktora TD i wraz z tranzystorem T1 są zamocowane na wspólnym radiatorze. Obwód stałoprądowy uzwojenia transduktora TD jest zasilany z półokresowego prostownika trójfazowego (diody D5...D7).

Równolegle do cewki przełącznika P3 podłączona jest dioda LED2, która jest umieszczona na płycie czołowej spawarki i sygnalizuje czas trwania impulsu prądu. Działanie przerzutników można unieruchomić, zwierając do masy przełącznikiem WI (wejście 2 układu US5). Wówczas prąd spawania można regulować tylko potencjometrem PR3. Dioda D11, kondensator C19 oraz opornik R26 ułatwiają start przerzutnika

US4 w chwili włączenia napięcia zasilającego.

Przełącznik P2 (typu R15), posiadający trzy zestawy styków, uaktywnia poprzez styki S2 układ czasowy sterowania elektrozaworu gazu EZ. Kondensator C12 należy tak dobrać, aby przełącznik P4 załączający elektrozawór był jeszcze włączony przez 6...15 s po skończonym spawaniu. Czas w tym zakresie jest płynnie regulowany potencjometrem PR5 (Opóźnienie Wypływu Gazu).

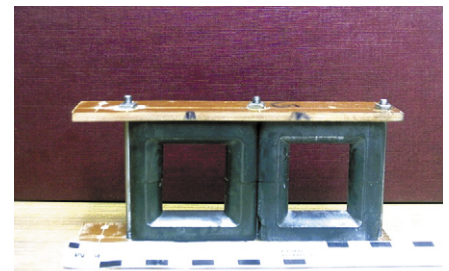
Na rys. 5 jest również Układ Przełączający, którego zadaniem jest natychmiastowe przełączenie sterowania transduktora (albo innego sterownika prądu spawania) na prąd bazy w razie zwarcia elektrody wolframowej do masy. Punkty A i B łączymy odpowiednio z punktami A i B na wyjściu prostownika spawalniczego (rys. 3). Zaleca się, wykonanie tego układu na oddzielnej płytce, aby nie wprowadzać napięć występujących na wyjściu spawarki bezpośrednio na płytke główną elektroniki.

Schemat montażowy płytki drukowanej przedstawiono na rys. 6.

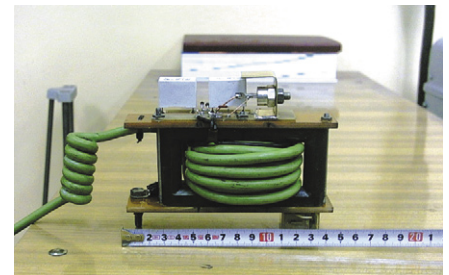
## Transformator wysokiego napięcia

Do wykonania transformatora WN użyto rdzeni ferrytowych z uszkodzonych transformatorów wysokiego napięcia od odbiorników TV, albo monitorów komputerowych starszych typów. W oryginale, transformator WN składa się z dwóch kształtek typu „C”, zatem trzeba użyć czterech jednakowych kształtek „C”, aby w efekcie powstały dwie kształtki typu „E” o sumarycznej powierzchni kolumny środkowej ok. 3 cm<sup>2</sup>. Całość usztywniono przy pomocy dwóch płytek tekstolitowych o grubości 5 mm oraz trzech prętów stalowych nagwintowanych z obu końców (fot. 7).

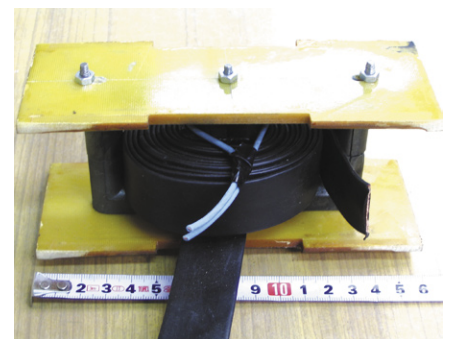
Uzwojenie wtórne TrWN jest wykonane stosownie do obciążenia prądowego. I tak, jak w spawarce TIG opisanej w EP12/2003, wystarczy przewód miedziany (linka) o przekroju 16 mm<sup>2</sup>, w oryginalnej izolacji. W tym przypadku uzwajamy skręcony rdzeń (bez karkasu) aż do „wypełnienia”. Przy uzwajaniu przydatna okazała się suszarka do włosów dużej mocy, bowiem jej ciepło znacznie uelastyczyło izolację. Po nawinięciu, należy przylutować końcówki prądowe. Jedną z końcówek TrWN (od strony prostownika mocy) stanowi cewka (6 zwojów) o średnicy wewnętrznej 10 mm. Wewnątrz tej cewki jest umieszczony kontaktron, który zwiera bramkę i katodę tyrystora Ty1 po zainicjowaniu łuku spawalniczego. Uzwojenie pierwotne TrWN stanowi 1 zwoj przewodu Cu (linki w izolacji) o przekroju ok. 2 mm<sup>2</sup>. Na fot. 8 widoczny jest transformator TrWN wraz z blokiem WN.



Fot. 7. Rdzeń transformatora wysokiego napięcia



Fot. 8. Transformator TrWN wraz z blokiem WN



Fot. 9. Transformator TrWN uzwojony taśmą miedzianą

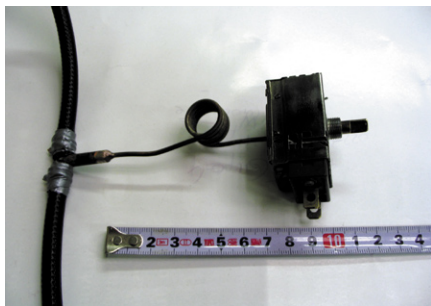
Konstrukcja TrWN, co do przekroju kolumny środkowej rdzenia ferrytowego oraz „obsługującej” go elektroniki jest taka sama, niezależnie od wielkości przepływającego prądu spawania. Różnica polega na zastosowaniu różnych przekrojów uzwojenia wtórnego w zależności od prądu spawania. Obciążenie tego uzwojenia nie może przekraczać 10 A/mm<sup>2</sup>.

Na fot. 9 widoczny jest transformator TrWN uzwojony taśmą miedzianą o wymiarach 28x1,5 mm, co daje przekrój 42 mm<sup>2</sup>. Zatem uzwojenie to można maksymalnie obciążyć prądem 420 A. Najlepszym, ale najtrudniejszym rozwiązaniem jest wykonanie tego uzwojenia z rurki miedzianej o średnicy zewnętrznej 6 mm i wewnętrznej 3 mm. Wewnątrz uzwojenia płynie również płyn chłodzący, co daje zabezpieczenie przed przegrzaniem się uzwojenia.

Przygotowanie taśmy, bądź rurki miedzianej

R E K L A M A

forum.ep.com.pl



Fot. 10. Wylącznik wodny

do uzwajania nie stanowi większego problemu. Dobrze jest przed powleczeniem izolacji z koszulek termokurczliwych poddać uzwojenie czynności tzw. „wyzarzania”. Polega to na nagraniu palnikiem zwiniętego w „kłębek” uzwojenia do temperatury ok. 550°C (miedź lekko zabarwia się na kolor ciemnowiśniowy) i natychmiastowym schłodzeniu w zimnej wodzie. Wówczas miedź jest bardzo miękka, co znaczenie ułatwia uzwajanie. Po tej operacji, taśmę, albo rurkę trzeba starannie wyprostować oraz usunąć ostre krawędzie i nałożyć izolację z koszulek termokurczliwych. W handlu dostępne są odcinki tej izolacji o długości 1 m, zatem należy pamiętać, aby koniec poprzedniego odcinka izolacji z początkiem następnego odcinka był łączony na zakładkę (15...20 mm), a nie na styk. Dla pewności izolacji, można nałożyć dwie warstwy koszulek termokurczliwych, lecz w tym samym „oknie” transformatora zmieści się mniej zwojów.

Końcówki prądowe w przypadku uzwojenia z taśmy, przygotowujemy poprzez nawiercenie odpowiedniego otworu, natomiast w przypadku uzwojenia wykonanego z rurki, na obu końcach uzwojenia należy zalutować na miękko dwa paski miedzi.

### Nie stosujemy w TrWN żadnego karkasu.

Aby wykonać uzwojenie wtórne TrWN należy zbudować szablon kolumny środkowej rdzenia ferrytowego, najlepiej z zespalanych ze sobą prętów stalowych. Oczywiście szablon ten będzie nieco większy np. o 1 mm. Przed rozpoczęciem uzwajania szablon powlekamy taśmą teflonową (2 do 3 zwoje) o odpowiedniej szerokości i grubości min. 0,3 mm. Użycie taśmy teflonowej znacznie ułatwia zdjęcie gotowego uzwojenia z szablonu. Cenną pomocą okazał się klej Super Glue, który „pozbawia” sprężystości taśmy bądź rurki w trakcie uzwajania.

O ile przy uzwajaniu taśmą nie ma większego problemu z zachowaniem wysokości uzwojenia, (należy zadbać, aby szerokość uzwojenia zmieściła się w „oknie” rdzenia), o tyle przy uzwajaniu rurką miedzianą należy na bieżąco kontrolować zarówno wysokość, jak i szerokość uzwojenia. Jakikolwiek korekty mechaniczne uzwojenia w czasie umieszczania go w rdzeniu ferrytowym kończą się marnie, bowiem rdzeń pęka i staje się bezużyteczny. Trzeba starannie przemyśleć „tak-

tykę” uzwajania, gdyż chodzi o wykonanie jak największej liczby zwojów przy ograniczonej powierzchni „okna” transformatora.

Po pomyślnym zamocowaniu uzwojenia na rdzeniu, zabezpieczamy je przed mechanicznym przemieszczaniem np. silikonem. Na jednej z płytek tekstolitowych „spinających” rdzeń, zamocowana będzie płytka drukowana zawierająca elementy bloku WN (fot. 9).

Montaż mechaniczny transformatora TrWN wraz z blokiem WN wewnątrz spawarki należy przeprowadzić, tak, aby rdzeń ferrytowy nie miał kontaktu z jakąkolwiek metalową częścią spawarki.

### Blok Wysokiego Napięcia

Blok wysokiego napięcia zawiera powielacz napięcia: diody D3 i D4 oraz kondensatory impulsowe C4 i C5. Zasilany jest z transformatora Tr2. Można zastosować kondensatory z izolacją olejową, albo mikową, o napięciu nie mniejszym od 400 V – są pewniejsze w działaniu. Tyrystor Ty1 typu SKT16/10 (Semikron) jest umocowany na radiatorze z blachy o powierzchni do 10 cm<sup>2</sup>.

Kondensatory C4 i C5 są ładowane w dwóch półokresach sieci zasilającej do napięcia ok. 620 V. Rozładowanie tych kondensatorów przebiega cyklicznie z częstotliwością 50 Hz w obwodzie: tyrystor Ty1, kondensatory C4 i C5, dławik D11 oraz uzwojenie pierwotne TrWN (1 zwoj drutu Cu o przekroju 2 mm<sup>2</sup>). Dławik D11 (12 zwojów drutu DNE 0,8 na rdzeniu stalowym o średnicy 6 mm) chroni tyrystor przed zbyt stronnym narastaniem prądu podczas rozładowania kondensatorów C4 i C5. W uzwojeniu wtórnym TrWN indukuje się jednokierunkowy impuls wysokiego napięcia, którego ujemna biegunowość występuje od strony palnika TIG. Teoretycznie, napięcie na uzwojeniu wtórnym TrWN jest równe iloczynowi napięcia 620 V i liczby zwojów.

Stosowanie dodatkowej cewki w obwodzie Z2 TrWN wraz z kontaktronem nie jest konieczne. Od strony spawarki obwód WN jest „zwierany” zespołem elementów R, W i C, których zadaniem jest ochrona prostownika mocy spawarki przed zniszczeniem.

Pomiędzy bramką a katodę tyrystora Ty1 przylutowany jest opornik R6, a także przewody do wyłącznika wysokiego napięcia WWN, umieszczonego na płycie czołowej spawarki. Linią przerywaną zaznaczono kontaktron K, który będzie wykorzystany do automatycznego wyłączania wysokiego napięcia po zainicjowaniu łuku spawalniczego.

### Instalacja gazowa

Elektrozawór gazu EZ zamocowany wewnątrz spawarki, sterowany z płytki elektronicznej poprzez przekaźnik P4 i wraz z potencjometrem opóźnienia przepływu gazu (OWG), króćcami wejściowym i wyjściowym oraz wę-

zami igelitowymi stanowi instalację gazową. Elektrozawór EZ zostaje załączony w chwili naciśnięcia przycisku w palniku TIG, a jego wyłączenie następuje z opóźnieniem 6...15 s, po skończonym spawaniu. Czas opóźnienia można regulować płynnie potencjometrem OWG, zamocowanym na płycie czołowej spawarki. Zwłoka czasowa w wyłączeniu elektrozaworu gazu wynika z konieczności ochrony przed wpływem powietrza jeszcze gorącej elektrody wolframowej i niezastygłego obszaru spawania.

W tym projekcie zastosowano elektrozawór gazu powszechnie występujący w urządzeniach spawalniczych (można go nabyć niemal we wszystkich hurtowniach artykułów spawalniczych). Posiada cewkę o zasilaniu 24 V/50 Hz. Tańsze są elektrozawory stosowane w samochodowych instalacjach gazowych, których cewka jest zasilana napięciem stałym 12 V. Są też zawory „darmowe”, bowiem wystarczy odwiedzić najbliższy skup złomu i za zgodą personelu zdemontować sprawny elektrozawór wody pralki automatycznej, albo zmywarki do naczyń. Zawory te są zasilane napięciem sieciowym ~230 V i po prostej adaptacji z powodzeniem można zastosować w spawarce TIG. Zastosowanie elektrozaworu zasilanego napięciem innym niż 24 V/50 Hz wymaga odpowiednich zmian w zasilaniu tego obwodu.

Argon, jako gaz osłonowy, nie musi być najwyższej czystości, praktycznie wystarczy 99,996%, co odpowiada handlowemu symbolowi czystości gazu: „4,6”.

### Instalacja wodna

Każdy palnik TIG przystosowany do chłodzenia wymuszonego (woda lub inne ciecz) nie powinien być używać bez chłodzenia, gdyż w krótkim czasie ulegnie zniszczeniu. Aby uniemożliwić używania spawarki TIG bez obiegu cieczy lub jej zbyt niskiego ciśnienia w obwodzie chłodzenia, zastosowano wyłącznik wodny Ww. Jako wyłącznik wodny wykorzystano regulator temperatury z lodówek starszych typów (fot. 4). Większość tych regulatorów temperatury po obciążeniu czujnika (rurki) temperatury i wypuszczeniu gazu, normalnie ma styki elektryczne rozwarne. Po wywarciu ciśnienia, tym razem cieczy chłodzącej palnik TIG, naczynie mieszkowe wewnątrz Ww, rozszerza się i oddziałuje na styk elektryczny. Próg zadziałania „hydrostatu” ustala się pokrętkiem, które wcześniej służyło do regulacji temperatury wewnątrz lodówki. Wprawdzie, Ww wykrywa tylko ciśnienie cieczy chłodzącej, natomiast nie reaguje na jej przepływ, lecz

Zainteresowanych Czytelników odsyłam do dwóch książek traktujących o spawalnictwie: „Maszyny i urządzenia spawalnicze”, Edward Dobaj, WNT, Warszawa, 1998 oraz „Technologia spawania i cięcia metali”, Andrzej Klimpel, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1997.



stanowi prosty i tani sposób ochrony palnika przed zniszczeniem. Wyłącznik wodny Ww jest zamontowany wewnątrz spawarki i jest połączony zbrojonymi węzami z trójnikiem wykonanym z rurki miedzianej tuż za króćcem wejściowym obwodu chłodzenia.

Króćce wejściowy i wyjściowy cieczy chłodzącej są zamontowane na tylnej obudowie spawarki. Należy wyraźnie oznaczyć króćce wejściowy i wyjściowy obwodu chłodzenia.

Intensywność chłodzenia palnika zależy od wartości prądu i czasu spawania i podaną w „Danych technicznych” wartość ciśnienia cieczy chłodzącej: 0,2 MPa, należy traktować orientacyjnie.

W opisie obwodu chłodzącego używam określeń: woda czy też ciecz chłodząca. Stosując do chłodzenia spawarki TIG wodę spożywczą w obiegu otwartym, pojawiają się dwa aspekty przemawiające za zaniechaniem tego sposobu. Pierwszy, to finansowy, którego nie trzeba komentować, a drugi, to społeczny, może ważniejszy, bowiem trudno pogodzić się z faktem, aby spore ilości wody spożywczej po przepłynięciu przez obwody spawarki, były odprowadzane do ścieku. Dlatego proponuję wykonać układ chłodzenia w obiegu zamkniętym. Skład obwodu chłodzenia: rezerwuar cieczy (zbiornik o pojemności kilkudziesięciu litrów), pompa, wymiennik ciepła. War-

to wybrać się do pobliskiego składu złomu, tam łatwo znaleźć wymiennik ciepła, często ze sprawnym wentylatorem, a pochodzącym np. z dużych lodówek. O pompę będzie trudniej, lecz nie jest to niemożliwe.

W okresie zimy pozostawienie urządzenia TIG z wodą wewnątrz układu chłodzenia na działanie mrozu, może doprowadzić do uszkodzenia palnika i transformatora WN (jeśli chłodzony jest cieczą). To jest ważny aspekt, przemawiający za zastosowaniem chłodzenia zamkniętego, bowiem w okresie występowania ujemnych temperatur, do chłodzenia używa się tych samych płynów, co w silnikach samochodowych, albo ostatecznie mieszaniny wody i denaturatu.

## Uwagi końcowe

W spawarkach, w których jest zastosowany transduktorowy regulator prądu spawania, nie w pełni można wykorzystać opcję spawania impulsowego ze względu na dużą inercję czasową regulatora. Należy też ostrożnie postępować w przypadku montażu bloku wysokiego napięcia, bowiem wiele spawarek ma na swoim „wyjściu” różnego rodzaju czujniki, czujnik obecności napięcia itd. Ignorując zabezpieczenia, szczególnie w postaci warystora od strony prostownika mocy, można doprowadzić do poważnej awarii. Należy zadbać, aby przewody

i złącza będące pod wysokim napięciem były starannie odizolowane od metalowej obudowy spawarki jak i pozostałych podzespołów.

Przed przystąpieniem do używania przerobionej spawarki należy przeprowadzić serię badań technicznych, szczególnie na skuteczność zerowania i oporność izolacji, jakie są stawiane urządzeniom TIG.

Spawanie łukowe oprócz oczywistej efektywności łączenia metali, niesie ze sobą wiele zagrożeń dla zdrowia, więc warto zadbać, aby przejść choćby podstawowe przeszkolenie w tym zakresie. Wiele instytucji organizuje kursy spawania na różnych poziomach trudności.

I tradycyjnie przypominam o środkach ochrony osobistej podczas spawania łukowego. Odpowiedni ubiór chroniący całe ciało, a szczególnie maska spawalnicza zabezpiecza przed przykrymi konsekwencjami dla zdrowia.

Szczególne podziękowanie składam Panu dr. inż. Andrzejowi Bobrowiczowi z Politechniki Szczecińskiej za rzeczowe uwagi dotyczące zagadnień spawalniczych oraz Panu Prezesowi Bogusławowi Deręgowskiemu z firmy SUT Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne dla Ochrony Środowiska w Szczecinie, za nieodpłatne udostępnienie argonu oraz spoiwa do lutowania twardego.

**Stanisław Krasicki**  
skrasicki@wp.pl

R E K L A M A M A A

Advertisement for Elproma Elektronika, featuring a collection of electronic components and logos of suppliers. The components include connectors, switches, relays, and modules. The logos shown are Cannon, ITT Industries, C&K, Lorlin, Mec switches, Bbulgin, Kycon, Motorola, Advanced Interconnections, Bluegiga, and Carling Technologies.

ul. Szymanowskiego 13, 05-092 Łomianki  
tel. 022 751 76 80, faks 022 751 76 81

www.elproma.com.pl  
info@elproma.com.pl

**ELPROMA** ELEKTRONIKA