

Przystawka do spawania aluminium metodą TIG, część 2

W poprzednim artykule (EP12/03) opisałem budowę spawarki TIG DC, którą można spawać wiele metali z wyjątkiem aluminium. Urządzenie do spawania aluminium metodą TIG AC (prąd przemienny) jest bardziej złożone w budowie niż urządzenie TIG DC (prąd stały) i proces spawania aluminium jest na tyle specyficzny, że metal ten w trakcie spawania nie zmienia swojej barwy, a także wymagane jest usuwanie z powierzchni spawanej tlenków aluminium.

Rekomendacje: przedstawiamy opis budowy przystawki TIG AC/DC, aby chętni posiadający nawet skromne możliwości finansowe jak i techniczne, mogli wejść w posiadanie takiego urządzenia.



Instalacja wodna

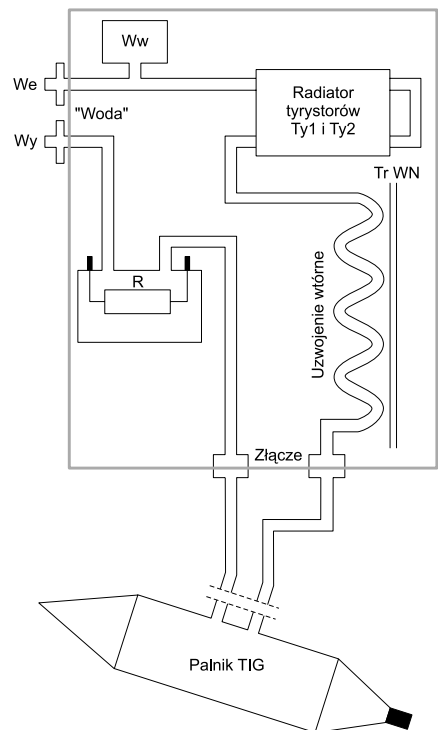
Schemat instalacji chłodzącej przedstawiono na rys. 8. Do złącza wejściowego „WODA” doprowadzamy ciecz chłodzącą, która przepływa w obwodzie: radiator wodny tyrystorów mocy, uzwojenie wtórne transformatora wysokiego napięcia (TrWN), palnik TIG, a następnie poprzez naczynie plastikowe zawierające wewnątrz opornik R, trafia do złącza wyjściowego.

Każdy palnik TIG przystosowany do schładzania wymuszonego (woda, inne ciecze). Nie należy używać bez chłodzenia, gdyż w krótkim czasie ulegnie on zniszczeniu.

Aby uniemożliwić używanie spawarki TIG bez obiegu cieczy lub jej zbyt niskiego ciśnienia w obwodzie chłodzenia, zastosowano wyłącznik wodny Ww. Jako wyłącznik wodny wykorzystano tu... regulator temperatury z lodówek starszych typów (fot. 9). Większość takich regulatorów temperatury po obciążeniu czujnika (rurki) temperatury i wypuszczeniu gazu, normalnie ma styki elektryczne rozwarne. Po wywarceniu 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, wyłącznik wodny wykrywa tylko ciśnienie cieczy chłodzącej, natomiast nie reaguje na jej przepływ, lecz stanowi prosty i tani sposób ochrony palnika i tyrystorów mocy przed zniszc-

zeniem. Wyłącznik wodny Ww jest zamontowany wewnątrz przystawki i połączony jest zbrojonymi węzłami igelitowymi z trójnikiem wykonanym z rurki miedzianej tuż za złączem wejściowym obwodu chłodzenia.

Opornik R (4 do 6 Ω /50 W), na którym wydziela się sporo ciepła jest zamontowany w plastikowym pojemniku z dokręcanym wiekiem. Opornik R wykonany jest przez nawinięcie na cylindrycznym karkasie (ceramicznym albo tekstolitowym) odpowiedniej liczby zwojów drutu oporowego. Wykorzysta-



Rys. 8. Schemat instalacji wodnej

PODSTAWOWE PARAMETRY

- max. prąd spawania AC - 400 A
- max. prąd spawania DC - 400 A
- napięcie biegu jałowego transformatora spawalniczego - 70 V
- napięcie biegu jałowego prostownika spawalniczego - 70 V
- gaz ochronny - argon, czystość 99,999%, handlowy symbol czystości: „5,0” przy spawaniu aluminium, a 99,996% przy spawaniu prądem stałym: „4,6”
- ciśnienie cieczy chłodzącej - 0,2 MPa
- opóźnienie wypływu gazu - 6 do 15 sek.
- eliminacja składowej stałej prądu spawania - ręcznie (potencjometrem).

Wartość maksymalna prądu spawania zależy od prądu przewodzenia tyrystorów mocy, przekrojów instalacji „wysokoprądowej” w przystawce oraz od zastosowanego palnika TIG.



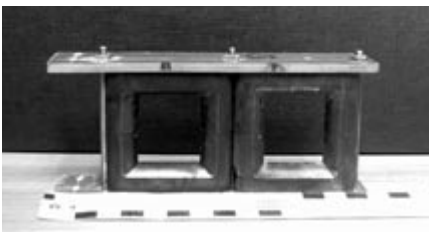
Fot. 9. Wygląd czujnika ciśnienia

tu można np. solidne plastikowe opakowanie od pasty BHP do mycia rąk. Na wieku zamocowane są króćce wejściowe i wyjściowe cieczy chłodzącej oraz zaciski opornika R, a wszystkie złącza uszczelniamy silikonem. Dla pewności, uszczelnione silikonem i zakręcone wieko, na obwodzie mocujemy dodatkowo opaską zaciskową (metalową).

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. Używając do chłodzenia przystawki TIG wody spożywczej w obiegu otwartym, pojawiają się dwa aspekty przemawiające za zaniechaniem tego sposobu. Pierwszy, to finansowy, którego nie trzeba komentować, a drugi, to społeczny, może bardziej ważny, 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: rezerwuuar cieczy (zbiornik o pojemności kilkudziesięciu litrów), pompa, wymiennik ciepła. Warto wybrać



Fot. 10. Wygląd rdzenia transformatora TrWN

łanie mrozu, może doprowadzić do uszkodzenia palnika i transformatora WN (jeśli jest chłodzony 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.

Instalacja gazowa

Gaz ochronny doprowadzamy do złącza „GAZ” umieszczonego na tylnej ścianie przystawki. Elektrozwór gazu (EZ) zamocowany jest wewnątrz przystawki, sterowany jest z płytki elektroniki poprzez przełącznik P4 i wraz z potencjometrem opóźnienia wypływu gazu PR4 (OWG) oraz złączami wejściowym i wyjściowym oraz węzami igelitowymi (zbrojonymi) stanowi instalację gazową. Elektrozwór EZ zostaje załączony w chwili naciśnięcia przycisku w palniku TIG, a jego wyłączenie następuje z opóźnieniem po skończonym spawaniu (zwykle w przedziale 6 do 15 s). Czas opóźnienia reguluje się płynnie potencjometrem „GAZ”, zamocowanym na płycie czołowej przystawki. Zwłoka czasowa w wyłączeniu elektrozworu gazu wynika z konieczności chronienia gorącej jeszcze elektrody wolframowej i niezastygłego obszaru spawania przed wpływem powietrza.

W tym projekcie zastosowałem elektrozwór gazu powszechnie stosowany w urzą-

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 dzia-

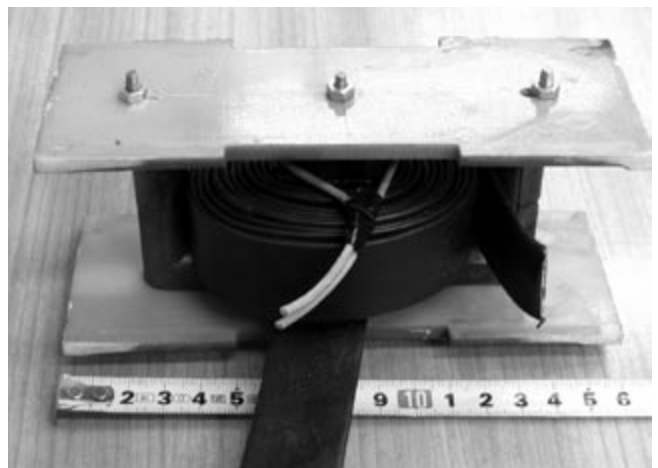
zeniach spawalniczych (można go nabyć niemal we wszystkich hurtowniach artykułów spawalniczych). Ma cewkę o zasilaniu 24 V/50 Hz i jedną wadę: kosztuje ok. 100 zł. O połowę tańsze są elektrozwory stosowane w samochodowych instalacjach gazowych, a ich cewka jest zasilana napięciem stałym 12 V. Są też zwory „darmowe”, bowiem wystarczy odwiedzić najbliższy skład złomu i za zgodą personelu zdemontować sprawny elektrozwór wody od pralki automatycznej, albo zmywarki naczyń. Zwory te są zasilane napięciem sieciowym (230 V/50 Hz) i po prostej adaptacji oraz przewożeniu cewki, doskonale spełniają swoją rolę.

Transformator wysokiego napięcia

Uzwojenie wtórne TrWN włączone jest w szereg z obwodem spawania. Do wykonania transformatora WN użyto rdzeni ferrytowych z uszkodzonych transformatorów wysokiego napięcia od odbiorników TV albo monitorów komputerowych starszych typów. Woryginał, 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 cm² (fot. 10).

Całość usztywniono przy pomocy dwóch płytek tekstolitowych o gr. 5 mm, oraz trzech prętów stalowych z obu końców nagwintowanych (M4).

Uzwojenie wtórne TrWN (min. 10 zwojów) wykonane jest stosownie do obciążenia prądowego. Po nawinięciu, należy przylutować koń-



Fot. 11. Wygląd transformatora TrWN z uzwojeniem

cówki prądowe. Uzwojenie pierwotne TrWN stanowi 1 zwoj przewodu Cu (linka w izolacji) o przekroju ok. 2 mm².

Konstrukcja transformatora 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/mm².

Na fot. 11 jest widoczny transformator TrWN uzwojony taśmą miedzianą o wymiarach 28x1,5 mm, co daje przekrój 42 mm², a zatem uzwojenie to można maksymalnie obciążyć prądem 420 A. Najlepszym rozwiązaniem, a zarazem trudnym w wykonaniu jest uzwojenie wykonane z rurki miedzianej o średnicy zewnętrznej 6 mm, a wewnętrznej 3 mm. Wewnątrz uzwojenia płynie ciecz chłodząca, co daje zabezpieczenie przed jego przegrzaniem.

Przygotowanie taśmy, bądź rurki miedzianej do uzwajania nie stanowi większego problemu. Dobrze jest przed powleczeniem izolacji z koszulek termokurczliwych poddać uzwojenie czynności tzw. „wyżarzania”. 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 znacznie 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 do 20 mm), a nie na styk. Dla pewności izolacji, można nałożyć dwie warstwy koszulek termokurczliwych, lecz tym samym zmieści się w „oknie” transformatora mniej zwojów. Transformator TrWN uzwajamy aż do „wypełnienia” (dot. uzwojenia wtórnego).

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. 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 trakcie umieszczania go w rdzeniu ferrytowym kończą się marnie, bowiem rdzeń pęka i staje się bezużyteczny. Trzeba starannie przemyśleć „tastykę” 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.

Montaż mechaniczny transformatora TrWN wraz z blokiem WN wewnątrz przystawki należy przeprowadzić, tak, aby rdzeń ferrytowy nie miał kontaktu z jakąkolwiek metalową częścią obudowy. Na górnej płycie tekstolitowej „spinającej rdzeń transformatora TrWN będzie zamocowana płytka P13.

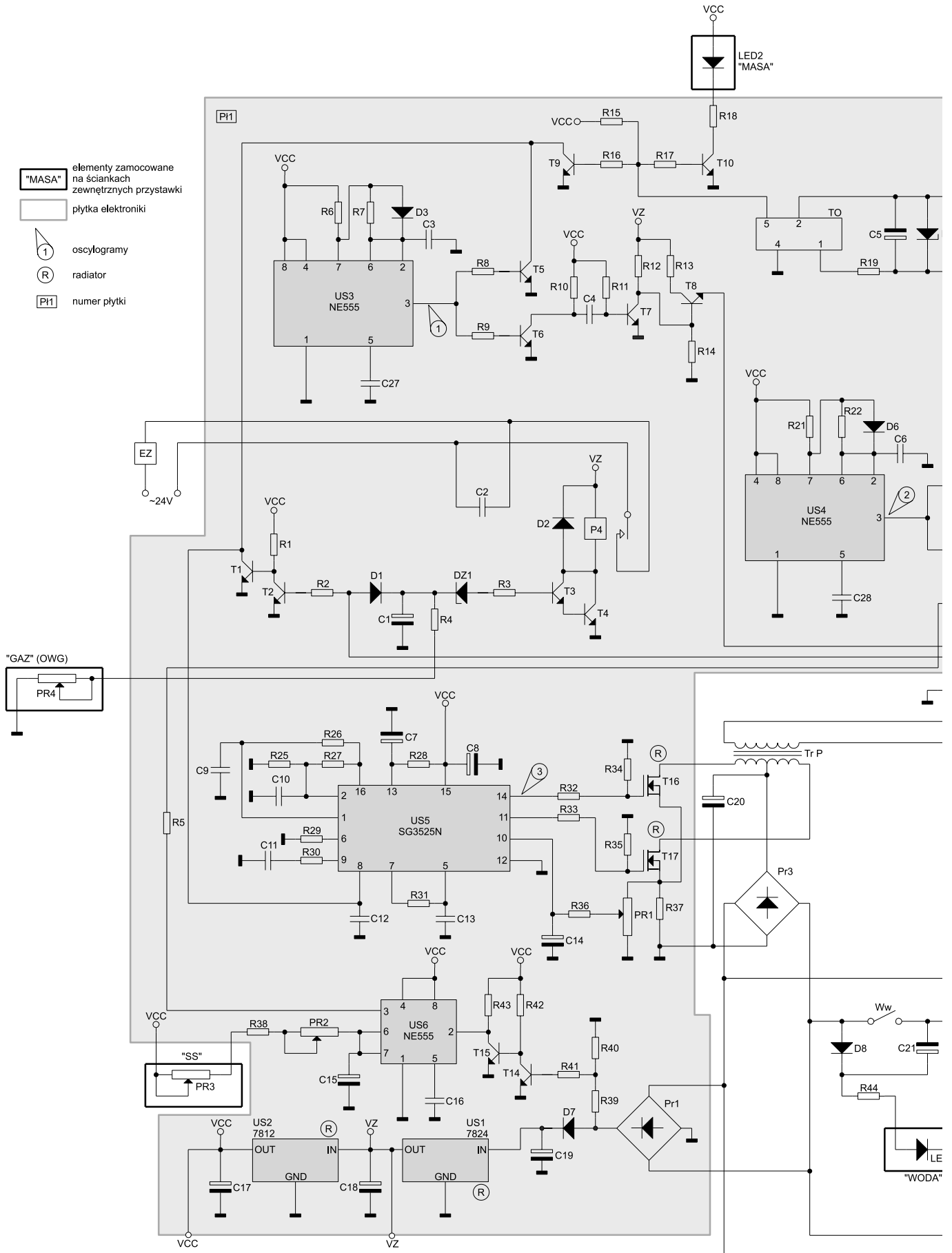
Transformator przetwornicy

Transformator przetwornicy TrP służy do dostarczenia do bloku WN odpowiedniego napięcia o wystarczającej mocy. Przyjęto, iż napięcie na uzwojeniu wtórnym TrP wynosi 600 V, a napięcie na uzwojeniu pierwotnym wynosi 30 V. Nie wdając się w szczegóły parametrów

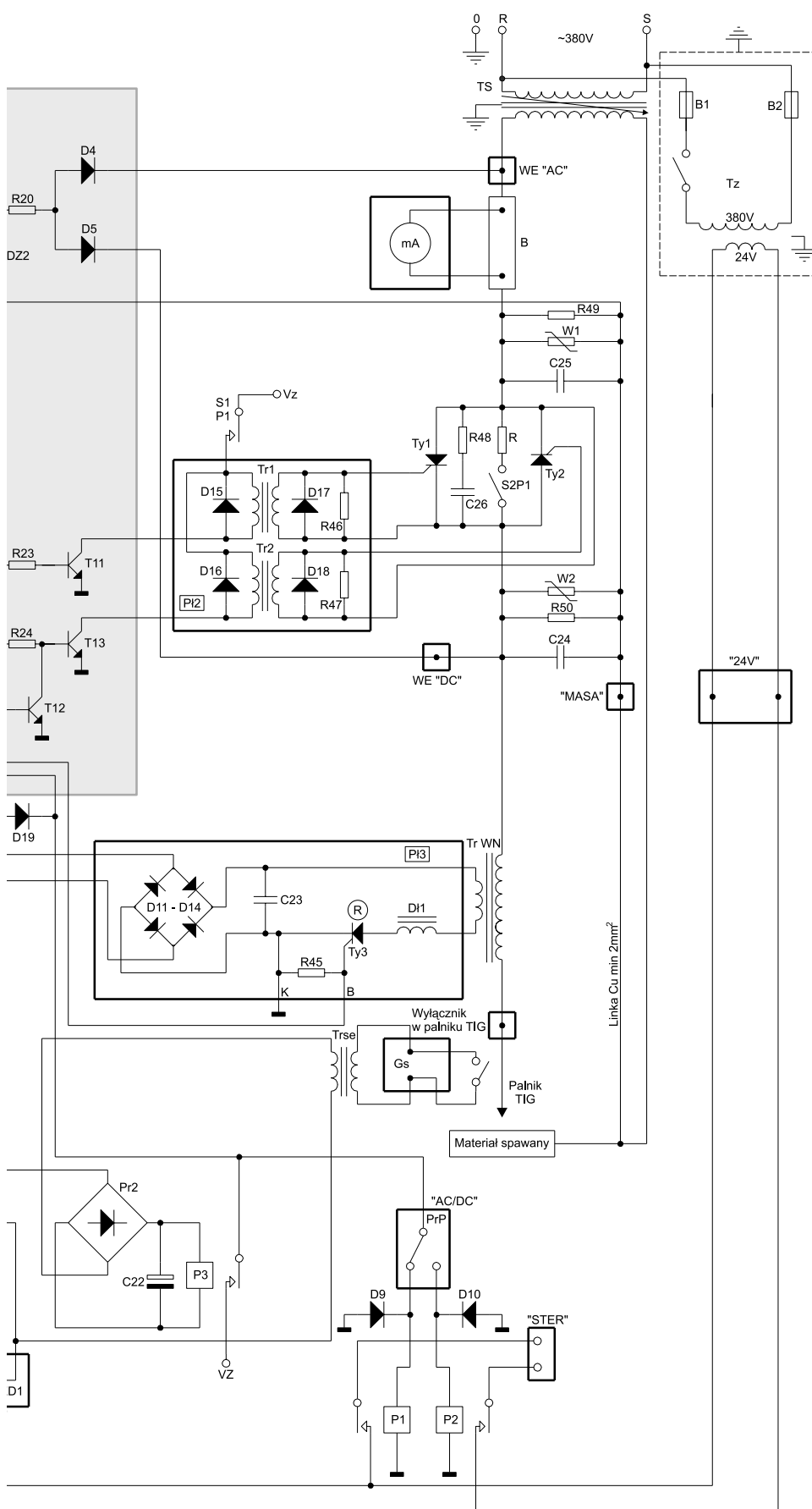
rdzeni ferrytowych, znajomość których jest podstawą przy projektowaniu przetwornic o podwyższonej częstotliwości, założono, że przekrój kolumny środkowej rdzenia, nie powinien być mniejszy niż 7 cm² przy częstotliwości pracy rzędu 10 do 20 kHz. Przy tak dobranym rdzeniu, stosunek liczby zwojów do napięcia wynosi 0,2. Zatem, uzwojenie wtórne, nawijane jako pierwsze, posiada 120 zwojów (DNE 0,5 do 0,7 mm), a ilość zwojów w uzwojeniu pierwotnym wynosi 2x6 (DNE 1,5 do 2 mm). Na schemacie ideowym, kropką zaznaczono początek uzwojenia. Jako rdzeń ferrytowy można wykorzystać dwie monolityczne kształtki typu E o odpowiednim przekroju kolumny środkowej, albo „baterię” rdzeni pochodzących z uszkodzonych transformatorów WN od odbiorników telewizyjnych, podobnie, jak przy transformatorze TrWN. W tym przypadku należy zastosować aż osiem jednakowych kształtek typu C. Uzwojenie transformatora TrP w przypadku braku karkasu, dokonujemy podobnie, jak w transformatorze TrWN. Należy zbudować szablon odpowiednio sztywny, powlekamy go taśmą teflonową, na której nawijamy np. dwie warstwy odpowiednio przyciętego paska brystolu. Uzwojenie zaczynamy od uzwojenia wtórnego, przy czym należy zwrócić uwagę na staranne umieszczenie taśmy izolacyjnej z brystolu pomiędzy warstwami zwoi. Oczywiście, pod ręką należy mieć niezastąpiony klej Super Glue. Potem, wykonujemy uzwojenie pierwotne (2x6 zwojów), które usztywniamy klejem oraz silną dratwą. Tak wykonane uzwojenie po zdjęciu z szablonu, obficie impregnujemy np. kalafonią rozpuszczoną wcześniej w rozpuszczalniku „Biol”. Po wyschnięciu impregnatu, uzwojenia umieszczamy w rdzeniu ferrytowym i usztywniamy całość podobnie, jak w transformatorze TrWN.

Blok wysokiego napięcia

Schemat elektryczny przystawki pokazano na rys. 12. Blok wysokiego napięcia zawiera diody „szybkie” D11 i D14 (3 A/1000 V, 500 ns) oraz kondensator impulsowy C23 (typ MKP 27, 100 nF/1 kV) i jest zasilany z uzwojenia wtórnego transformatora przetwornicy TrP. Można zastosować kondensatory z izolacją olejową, albo mikową o napięciu



Rys. 12. Schemat elektryczny przystawki



Rys. 12. cd

pracy nie mniej niż 1000 V – są pewniejsze w działaniu. Tyrystor Ty1 typ SKT 16/10 (16 A/ 1000 V, firmy Semikon) umocowany jest w radiatorze z blachy o grubości 2 mm i powierzchni do 10 cm². Należy starannie dobrać ten tyrystor, bowiem nie wszystkie tyrystory o odpowiednich parametrach prądowo napięciowych, pracują pewnie przy podwyższonej częstotliwości. Całość jest zmontowana na oddzielnej płytce (P13), która zamocowana jest bezpośrednio na transformatorze TrWN.

Kondensator C23 jest ładowany do napięcia ok. 600 V. Rozładowanie kondensatora C23 przebiega cyklicznie z częstotliwością ponad 500 Hz w obwodzie: tyrystor Ty1, kondensator C23, uzwojenie pierwotne TrWN (1 zwoj drutu Cu o przekroju 2 mm²) oraz dławik D1 (12 zwojów drutu DNE 0,8 na rdzeniu stalowym o średnicy 6 mm), który chroni tyrystor przed zbyt stromym narastaniem prądu podczas rozładowania kondensatora. W uzwojeniu wtórnym TrWN indukuje się jednokierunkowy impuls wysokiego napięcia. Teoretycznie, napięcie na uzwojeniu wtórnym TrWN wynosi 600 V pomnożone przez liczbę zwojów. Pomiedzy bramkę, a katodę tyrystora Ty3 wlotowany jest opornik R45 (1 kΩ).

Od strony spawarki, obwód uzwojenia wtórnego TrWN jest „zwierany” zespołem elementów tłumiących przepięcia: C24, C25, R49, R50, W1, W2 oraz dodatkowo C26 i R48 których zadaniem jest ochrona prostownika mocy spawarki oraz tyrystorów Ty1 i Ty2 przed zniszczeniem.

Stanisław Krasicki
skrasicki@wp.pl

Szczególne podziękowanie składam: Panu dr inż. Andrzejowi Bobrowiczowi z Politechniki Szczecińskiej za rzeczowe uwagi dot. zagadnień spawalniczych oraz Panu Prezesowi, Bogusławowi Deręgowskiemu z Firmy SUT Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne dla Ochrony Środowiska w Szczecinie, za nieodpłatne udostępnienie argonu.