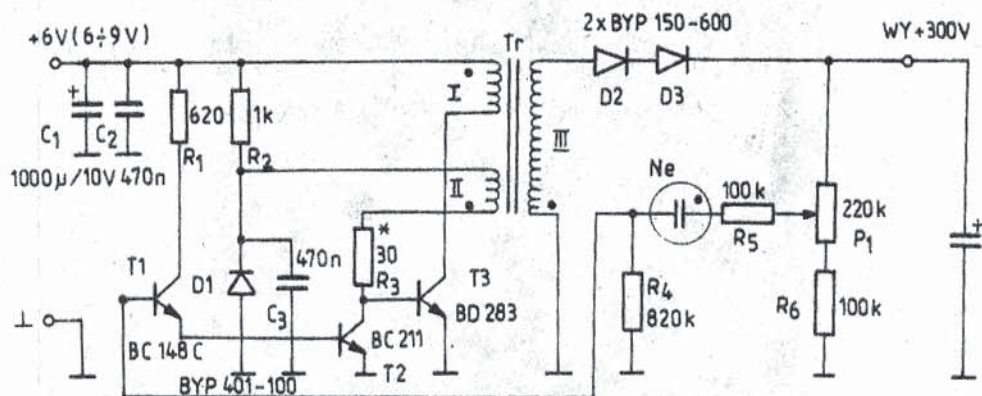


Lampa błyskowa jest jednym z podstawowych źródeł sztucznego oświetlenia stosowanym w fotografii amatorskiej. Jest ona stosunkowo niedroga i przy niewielkich wymiarach daje dość silny błysk światła białego nadającego się znakomicie do fotografii barwnej. Duża część osiągalnych w kraju lamp błyskowych zasilana jest tylko z sieci 220 V – użytkownik takiej lampy uzależniony jest więc od źródła tego napięcia, czyli dostępnych w pomieszczeniu gniazdek sieciowych. Bardzo często jednak wykonujemy zdjęcia w pomieszczeniach, w których gniazdek takich po prostu nie ma lub dostęp do nich jest bardzo utrudniony, czy też w plenerze, gdzie o zasilaniu z sieci w ogóle nie ma mowy. Nieocenione usługi oddaje wtedy odpowiednia przetwornica (lub lampa z fabrycznie wbudowaną przetwornicą zasilaną z baterii ogniw lub akumulatorów). Posiadacze sieciowych lamp błyskowych mogą podłączyć do swojej lampy taką przetwornicę bez dokonywania jakichkolwiek przeróbek, w wielu wypadkach nawet bez ingerencji w wewnętrzną strukturę lampy dokonując połączenia za pomocą standardowego przewodu sieciowego lampy. Przedstawiona poniżej przetwornica jest stosunkowo prosta w konstrukcji, a ponadto ma dwie duże zalety: po pierwsze wyposażona jest w układ automatycznego wyłączenia po osiągnięciu założonego napięcia na kondensatorze lampy błyskowej – prąd pobierany przez przetwornicę w stanie takiego wyłączenia nie przekracza kilkunastu mA. Po drugie przetwornica pracuje w tzw. układzie dwutaktowym, dla którego osiągana sprawność przy ładowaniu kondensatora przekracza 60–70% (dla specjalnych konstrukcji o wyższym napięciu zasilania dochodzi ona nawet do 95%), podczas gdy przetwornice jednotaktowe (a taka jest między innymi stosowana w polskiej lampie błyskowej z zasilaniem baterijnym 18LA1) mają sprawność teoretycznie bliską 50%, praktycznie rzędu 30–40%. Różnica jest więc duża (około 2 razy) – zyskiem z zastosowania przetwornicy dwutaktowej jest znaczna oszczęd-

ność ogniw i krótszy czas ładowania, szczególnie przy słabszych bateriach. Można więc posiadaczom lamp o zasilaniu baterijnym z przetwornicą jednotaktową (o mniejszej sprawności) polecić zabudowanie w lampie przetwornicy według poniższego opisu – korzyści mogą okazać się dość znaczne (dotyczy to także polskiej lampy 18LA1 „XELA”). Przy zasilaniu przetwornicy z baterii akumulatorów 6 V czas ładowania lampy z kondensatorem o pojemności 330 μF (czyli o energii błysku około 18J) nie przekracza 6–7 s, dla lamp o energii błysku 120 J (kondensator 2400 μF – maksymalna wartość dla palnika IFK120) wynosi około 30–40 s w zależności od wydajności prądowej akumulatorów.

Schemat ideowy przetwornicy przedstawiony jest na rys. 1. Tranzystor T3 wraz z transformatorem Tr tworzy układ generatora – uzwojenie bazy (II) zapewnia konieczne dodatnie sprzężenie zwrotne. Cykl pracy generatora składa się z dwóch faz: w pierwszej tranzystor T3 jest w stanie nasycenia i prąd w uzwojeniu kolektorowym narasta liniowo – diody w uzwojeniu wtórnym są spolaryzowane zaporowo, a uzwojenie II dostarcza prądu bazy (w obwodzie dioda D1, uzw. II, rezystor R₁). Po pewnym czasie prąd uzwojenia I wzrośnie do takiej wartości, że nastąpi nasycenie rdzenia (zmagazynowana w nim energia osiągnie wartość maksymalną). Spadnie wtedy napięcie na uzwojeniu bazy II, co spowoduje spadek prądu kolektora, dalszy spadek napięcia na uzwojeniu II i w konsekwencji bardzo szybkie wyłączenie tranzystora. Możliwa jest też inna sytuacja, w której prąd kolektora T3 wzrośnie na tyle, że tranzystor ten zacznie wychodzić ze stanu nasycenia (wzrośnie spadek napięcia U_{CE}). To też spowoduje spadek napięcia na uzwojeniu II i szybkie wyłączenie tranzystora T3. Ten drugi mechanizm wyłączenia tranzystora nie dopuszczający do nasycenia rdzenia jest korzystniejszy o tyle, że zwiększa sprawność układu (mniejsze straty w rdzeniu i tranzystorze), lecz ogranicza maksymalną moc o około 30%. O tym, czy wyłączenie



Transformator Tr:

rdzeń kubkowy M26/16 $A_L = 400$, materiał F1001 lub F2001

uzwojenia:

I - 11 zw DNE 0,5

II - 5zw DNE 0,3

III - 250zw DNE 0,15, warstwy oddzielone przekładką z folii 0,1mm

* - początek uzwojenia

Ne - neonówka miniaturowa na napięcie ok. 100 ÷ 150V

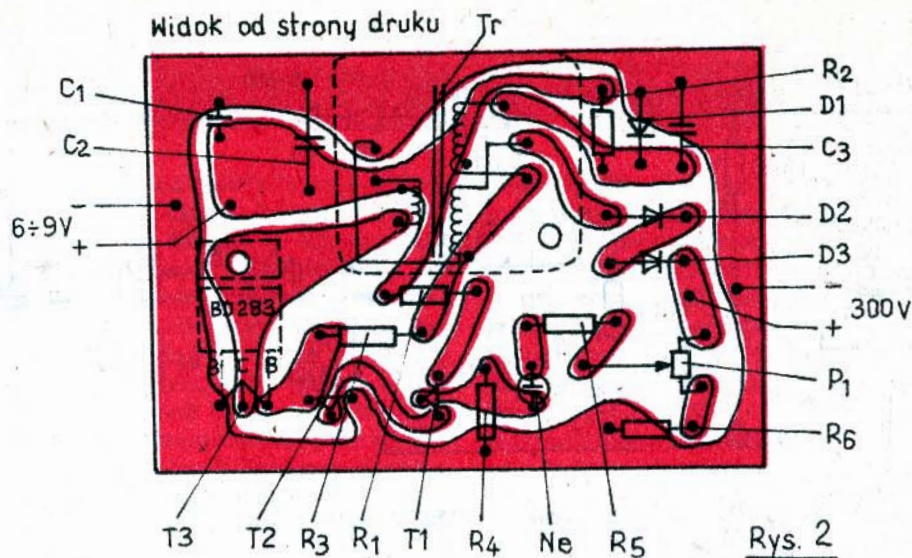
Rys.1

tranzystora T3 nastąpi w sposób pierwszy czy drugi i przy jakiej wartości prądu, decyduje wartość rezystancji R_3 (oznaczony na schemacie gwiazdką) i wartość wzmocnienia prądowego tranzystora T3.

Druga faza cyklu pracy generatora przetwornicy rozpoczyna się w momencie wyłączenia tranzystora T3 - energia zmagazynowana w rdzeniu powoduje przepływ prądu w obwodzie: uzwojenie wtórne III, diody D2 i D3, kondensator lampy błyskowej. Energia ta przypadająca na jedną fazę jest stała (jest funkcją wartości prądu kolektora T3 w fazie I) i powoduje ładowanie kondensatora z pewną początkową wartością prądu zmniejszającą się liniowo tym szybciej, im większe jest napięcie wyjściowe (całka z iloczynu napięcia i prądu w czasie trwania tej fazy jest stała - zmienia się zatem czas trwania tej fazy). Po spadku prądu uzwojenia wtórnego do zera (energia zmagazynowana w rdzeniu jest w 100% przekazana do obciążenia) spada też do zera napięcie na uzwojeniu III, a tym samym i na bazowym (II) - zanika więc ujemne napięcie blokujące tranzystor T3. Napięcie z naładowanego w czasie trwania drugiej fazy kondensatora C_3 podawane jest na bazę tranzystora T3 powodując jego wysterowanie, wzrost napię-

cia na uzwojeniu bazy II i w konsekwencji pełne nasycenie tegoż tranzystora. Rozpoczyna się zatem znowu faza pierwsza, czyli „pompowanie” energii do rdzenia. Wiemy już zatem, skąd pochodzi nazwa „przetwornica dwutaktowa” - zasada jej pracy gwarantuje osiągnięcie wysokiej sprawności limitowanej jedynie przez straty w obwodzie bazy i spadek napięcia w stanie nasycenia na tranzystorze T3 oraz rozpraszanie energii w rdzeniu i diodach prostowniczych. Przy przetwornicach jednoktowych następowało trwanie co najmniej 50% energii na tranzystorze kluczującym ze względu na zmieniające się napięcie na obciążeniu.

Układ automatycznego wyłączania po naładowaniu kondensatora lampy błyskowej tworzą elementy Ne, T1 i T2 wraz z kilkoma rezystorami. Po osiągnięciu na kondensatorze zadanego napięcia (standardowo 300 V) jego część zbierana ze ślizgacza P_1 powoduje zapłon neonówki Ne i wysterowanie tranzystorów T1 i T2 połączonych w układzie Darlingtona (bardzo duże wzmocnienie małego prądu neonówki). Tranzystor T2 bocznikuje złącze baza-emiter tranzystora kluczującego T3 powodując jego wyłączenie - praca przetwornicy zostaje zablokowana. Po spadku



napięcia wyjściowego o kilka V nastąpi wyłączenie neonówki (odznaczającej się niewielką histerezą) i w konsekwencji odblokowanie przetwornicy.

Elementy R_2 , D_1 i C_3 tworzą układ startowy zapewniający jednocześnie mały pobór prądu w stanie wyłączenia, gdyż roboczy prąd bazy płynie przez diodę D_1 . W drugiej fazie cyklu kondensator C_3 ładuje się od napięcia około $-0,6$ V do około $+0,6$ V umożliwiając w ten sposób włączenie tranzystora T_3 . Częstotliwość pracy przetwornicy zmienia się w funkcji napięcia na obciążeniu od kilku kHz dla 0 V do 25–30 kHz dla 300 V. Rośnie też pobór prądu od około 100 mA do 0,5–1 A w zależności od ustawionej maksymalnej mocy przez dobór rezystora R_3 . Sprawność przetwornicy wynosi około 65% (dla zasilania 6 V).

Przetwornica zmontowana została na płytce drukowanej o wymiarach 55×80 mm (rys. 2). Tranzystor T_3 pracuje bez radiatora, gdyż dla maksymalnej wartości poboru prądu równej 1 A wydzielająca się na nim moc nie przekracza 1 W. Dużą uwagę należy poświęcić odpowiedniemu nawinięciu transformatora Tr , na ferrytowym rdzeniu kubkowym M26/16 o stałej A_L równej 400. Można oczywiście zastosować rdzeń większy (np. M30) lub o stałej A_L równej 315 lub 630. W modelu zastosowano rdzeń dostępny w swoim czasie w sklepach BOMiS, pochodzący z generatora prądu podkładu magnetofonów szpulo-

wych. Bardzo wygodne jest zastosowanie plastikowego osprzętu mocującego rdzeń do płytki (dla takiego osprzętu zaprojektowano druk), można jednak rdzeń zamocować za pomocą śruby M4 z gumowymi podkładkami.

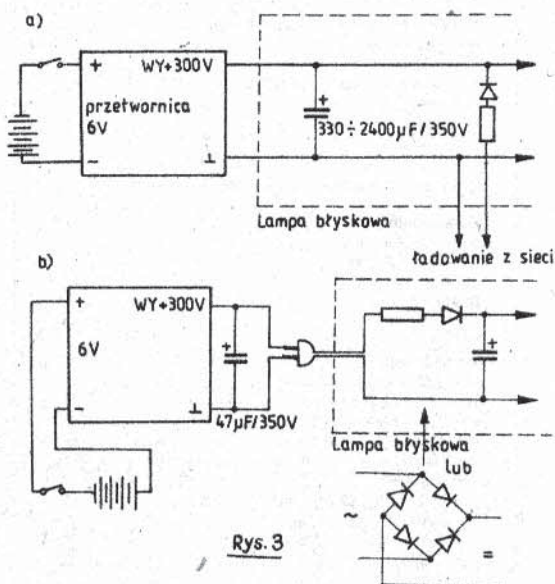
Poszczególne uzwojenia należy nawijać bardzo starannie. Zaczynamy od uzwojenia I – kolektorowego, zaznaczając kolorową koszulką jego początek. Następnie zakładamy przekładkę międzyuzwojenną (mogą to być 2–3 zwoje przezroczystej taśmy samoprzylepnej) i nawijamy uzwojenie II, również zaznaczając jego początek. Bardzo ważne jest, aby wszystkie uzwojenia nawijane były w tym samym kierunku – unikniemy w ten sposób wielu kłopotów przy uruchamianiu przetwornicy. Jako ostatnie nawijamy uzwojenie wtórne – III. Należy je wykonać ze szczególną starannością, gdyż występuje na nim napięcie zmienne w wartości międzyszczytowej ponad 600 V. Poszczególne zwoje starannie układamy jeden obok drugiego zachowując odstęp między pierwszym oraz ostatnim zwojem każdej warstwy i ścianką karkasu, równy 1–1,5 mm. Po nawinięciu każdej warstwy wykonujemy przekładkę międzywarstwową, najlepiej z dwóch zwojów przezroczystej taśmy samoprzylepnej przyciętej na odpowiednią szerokość. Wprowadzenia uzwojenia wykonujemy za pomocą odcinka nieco grubszego drutu lub linki w izolacji. Koniec uzwojenia podłączony do diod D_2 i D_3 należy ponadto

zaizolować plastikową koszulką. Przy użyciu tym także należy pamiętać o właściwym (niezmiennym) kierunku nawijania.

Po zamontowaniu wszystkich elementów możemy przystąpić do uruchomienia przetwornicy. Najpierw jednak skręcamy potencjometr P_1 w lewe skrajne położenie (suwak do wyprowadzenia +300 V) i do wyjścia dołączamy kondensator elektrolityczny o pojemności minimum 47 μF na napięcie co najmniej 350 V.

UWAGA! Nie wolno włączać zasilania przetwornicy przy nie podłączonym do wyjścia kondensatorze – grozi to uszkodzeniem elementów półprzewodnikowych oraz transformatora. Włączamy teraz zasilanie +6 V (lub więcej, do 9V) i za pomocą woltomierza kontrolujemy napięcie na wyjściu przetwornicy. Tuż po załączeniu powinien pojawić się krótki, cienki pisk o zwiększającej się następnie częstotliwości, a jednocześnie napięcie na wyjściu zaczyna rosnać, najpierw szybciej, potem trochę wolniej. W pewnym momencie zaświeci się neonówka i przetwornica się wyłączy. Po chwili napięcie na kondensatorze nieco spadnie (trochę się on rozładuje) neonówka zgaśnie i nastąpi powtórne włączenie przetwornicy (pisk nie jest już słyszalny, gdyż jego częstotliwość przekracza 20 kHz). Należy teraz tak doregulować potencjometr montażowy P_1 , aby wyłączenie przetwornicy następowało przy napięciu 300 V – dokonujemy tego bardzo powoli, aby nie doprowadzić do nadmiernego wzrostu napięcia na wyjściu.

Drugą czynnością regulacyjną jest dobranie rezystora R_3 określającego maksymalny pobór prądu. Prąd ten dla niedużych baterii typu R6 czy 3R12 nie powinien przekraczać 0,5 A, dla większych (R20) i dla akumulatorów można go zwiększyć do 1 A (przy napięciu zasilania w przedziale 6 do 9 V), co skróci dwukrotnie czas ładowania kondensatora lampy. Pobór prądu kontrolujemy za pomocą amperomierza przy nominalnym napięciu pracy i prawie całkowicie naładowanym kondensatorze lampy błyskowej – wtedy pobór prądu jest największy. Doświadczalne dobranie wartości rezystora R_3 jest konieczne ze względu na rozrzut parametrów T3 (wartość jego wzmocnienia prądo-



Rys. 3

wego) oraz konieczność dostosowania do określonego źródła prądu, a zawierać się ona może w przedziale od 10 do 100 omów. Zmniejszeniu wartości rezystora R_3 odpowiada oczywiście zwiększenie prądu pobieranego przez przetwornicę.

W zasadzie poprawnie zmontowany układ (z prawidłowo podłączonymi początkami poszczególnych uzwojeń) powinien od razu pracować poprawnie. Jeżeli jednak nie nastąpi wzbudzenie drgań, to przede wszystkim kontrolujemy prawidłowość dołączenia początków i końców uzwojeń transformatora T_r oraz obwód bazy tranzystora T_3 (czy nie ma przerwy). Przyczyna niewzbudzenia się drgań może też leżeć w zwarcu międzywarstwowym lub międzyzwojowym. Sprawdzenie elementów przed wlutowaniem oraz staranne wykonanie transformatora powinno uchronić nas od niespodzianek podczas uruchamiania oraz późniejszej eksploatacji.

Kilka słów dotyczących podłączenia przetwornicy do lampy błyskowej. Najlepiej wyjście przetwornicy podłączyć bezpośrednio do kondensatora lampy błyskowej (rys. 3a) – układ ładowania z sieci nie wpływa na pracę przetwornicy i nie jest konieczne jego odłączenie, jak również nie trzeba odłączać przetwornicy przy ładowaniu lampy z sieci. Jeżeli nie decydu-

Rezystory (wszystkie 0,25 lub 0,5 W):

- R₁ – 620 omów,
- R₂ – 1 k,
- R₃ – dobierany, od 10 do 100 omów,
- R₄ – 820 k,
- R₅ – 100 k,
- R₆ – 100 k,

Potencjometr montażowy 220 k typ TVP poziomy.

Kondensatory:

- C₁ – 1000 MF/16 V,
- C₂ – 470 μ F/100 V,
- C₃ – 470 μ F/100 V.

Diody:

- D1 – BVP401-100,
- D2, D3 – BVP150-600.

Tranzystory:

- T1 – BC148C lub odpowiedniki,
- T2 – BC211 lub odpowiedniki,
- T3 – BD283 lub BD285

Neonówka Ne – miniaturowa na napięcie około 100-150 V

Transformator Tr – na rdzeniu ferrytowym M26/16 A_L – 400.

Dane uzwojeń:

- I – 11 zw. DNE \varnothing 0,5 mm,
- II – 5 zw. DNE \varnothing 0,3 mm,
- III – 250 zw. DNE \varnothing 0,15 mm.

Jemy się na ingerencję w wewnętrzną strukturę lampy, to stosujemy podłączenie według rys. 3b – do wyjścia przetwornicy dołączamy kondensator 47 μ F/350 V (obowiązkowo!), a ładowanie kondensatora lampy błyskowej prowadzone jest przez obwód ładowania z sieci. Na ogół lampy wyposażone są w prostownik jednopółprzewodnikowy i konieczne jest odpowiednie dołączenie przewodu sieciowego lampy do wyjścia przetwornicy (przy niewłaściwym, po prostu nie zastąpi naładowanie kondensatora – należy się obawiać uszkodzenia elementów przy takim podłączeniu).

Wartości zastosowanych w przetwornicy elementów nie są krytyczne, dopuszczalne są odchylenia rzędu 20-30%. Przetwornicę można umieścić wraz z bateriami lub akumulatorami w plastikowym pudełku, instalując dodatkowo wyłącznik zasilania oraz gniazdko do połączenia z lampą błyskową. Można też zmontować przetwornicę na płytce o innych wymiarach dostosowanych do wielkości posiadanej lampy błyskowej – konfiguracja połączeń drukowanych nie jest krytyczna. Należy tylko pamiętać o zapewnieniu odpowiedniej izolacji obwodów znajdujących się pod napięciem 300 V (uwaga podczas uruchamiania!).

Grzegorz Zalot