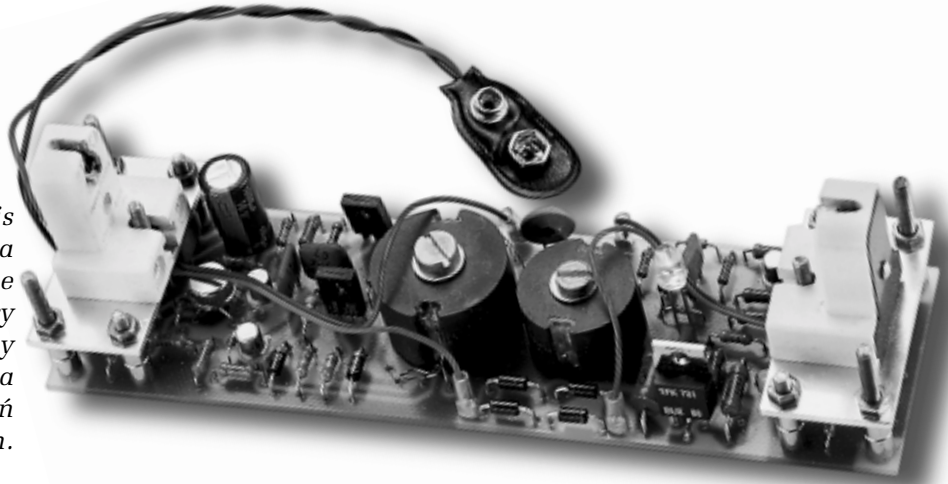


Długowieczna świetlówka turystyczna, część 2

kit AVT-811

Kończymy opis niskonapięciowego zapłonika do świetlówki, który ze względu na parametry użytkowe należy zakwalifikować do grona niezwykłych rozwiązań układowych.



Wykonanie płytki oraz elementów indukcyjnych

Pracę należy rozpocząć od przygotowania elementów wymagających samodzielnego wykonania. Najlepszym materiałem na płytkę drukowaną jest jednostronny laminat szklanopoksydowy, ponieważ pożądane są dobre właściwości dielektryczne (z uwagi na wysokie napięcie) oraz duża sztywność płytki.

Na **rys. 2** przedstawiono rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej, a mozaikę ścieżek znajdziecie na wkładce wewnątrz numeru.

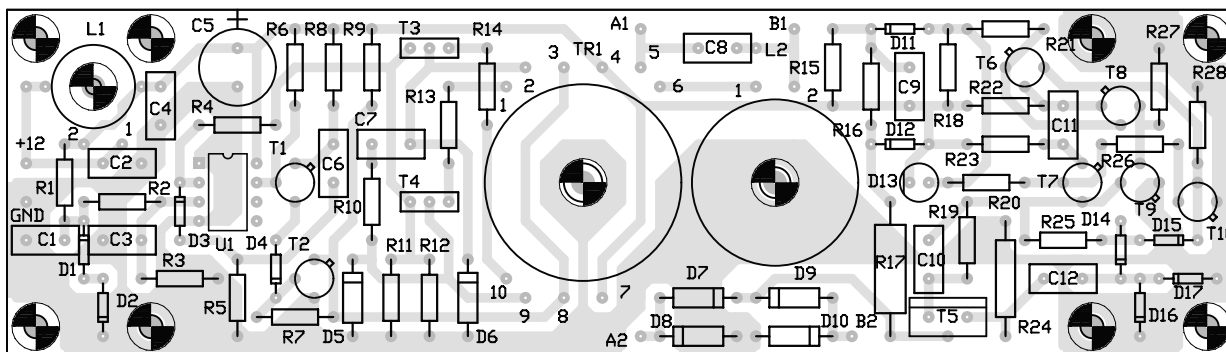
Transformator przetwornicy oraz „statecznik“ należy wykonać na rdzeniach z ferrytu F1001, F806 lub F807. Nawinięcie uzwojenia „statecznika“ (drutem nawojowym $\phi 0,35\text{mm}$) nie przedstawia większych trudności. Zwoje należy ułożyć w siedmiu równych warstwach. Staranne nawinięcie pierwszej warstwy liczącej 20 zwojów nie tylko gwarantuje łatwe ułożenie pozostałych warstw, ale zwalnia także z konieczności liczenia zwojów w całym uzwojeniu. Stosowanie izolacji międzywarstwowej nie jest konieczne. Należy tylko zaizolować folią „Estrofol“ (o grubości około $30\mu\text{m}$) powierzchnię czołową uzwojenia od

strony wyprowadzenia wewnętrznego. Ostatni zwój należy unieruchomić paskiem takiej samej folii.

W analogiczny sposób nawijamy dławik filtracyjny, z tym, że stosowanie jakiejkolwiek izolacji jest tu zbędne. Uzwojenie liczy cztery warstwy drutu nawojowego $\phi 0,3\text{mm}$ (orientacyjnie 40 zwojów).

Trudniejsze jest wykonanie transformatora Tr1. Konieczne jest ściśle przestrzeganie kierunków nawinięcia (zgodnie z **rys. 3, 4, 5**), aby uniknąć wszelkich niejasności podczas montażu transformatora na płytce drukowanej.

W pierwszej kolejności należy nawinąć bifilarne uzwojenie pierwotne. W tym celu należy przygotować dwa odcinki drutu nawojowego $\phi 0,45\text{mm}$ o długości po 2m. Do szczeliny karkasu wprowadzamy najpierw jeden z przewodów, nawijamy pół zwoju, po czym do drugiej szczeliny po tej samej stronie karkasu wprowadzamy drugi przewód. Teraz nawijamy ciasno pierwszą warstwę. Po jej nawinięciu nawijamy pozostałe trzy warstwy, układając zwoje pomiędzy zwojami poprzednich warstw. Ważniejsze jest tu nawinięcie czterech pełnych warstw przewodu, aniżeli dokładne zachowanie liczby zwojów. Bez-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

względnie natomiast należy zachować symetrię obu części uzwojenia, oraz zadbać, aby koniec każdej połówki uzwojenia wychodził z tej samej szczeliny karkasu co jego początek. Orientacyjna liczba zwojów uzwojenia pierwotnego wynosi 2x38.

Po owinięciu uzwojenia pierwotnego paskiem folii „Estrofol“ (o grubości rzędu 80µm) należy nawinąć bifilarne uzwojenie sprzęgające. Liczy ono 2x8 zwojów drutu nawojowego $\phi 0,35\text{mm}$. Postępujemy tu podobnie jak przy nawijaniu uzwojenia pierwotnego, z tym, że zwoje rozmieszczamy luźno na całej długości karkasu. Całość ponownie owijamy paskiem folii „Estrofol“.

Wreszcie nawijamy ostatnie, wtórne uzwojenie transformatora, liczące (orientacyjnie) 148 zwojów drutu nawojowego $\phi 0,28\text{mm}$. Przedtem jednak należy zaizolować folią „Estrofol“ (o grubości około 30µm) wszystkie powierzchnie czołowe. Pierwsza, trzecia i piąta warstwa liczą po 30 zwojów, pozostałe po 29 zwojów ułożonych pomiędzy zwojami warstw nieparzystych. Ostatni zwój należy unieruchomić paskiem folii. Nawijanie bezładne („masowe“) jest - podobnie jak w przypadku statecznika - niedopuszczalne.

Wszystkie uzwojone karkasy należy nasycić parafiną. Należy czynić to z dużą ostrożnością, gdyż zbyt gorąca parafina może spowodować deformację karkasu. Zaimpregnowane karkasy należy owinać folią „Estrofol“. Skrawki folii należy umieścić także wewnątrz kubków ferrytowych, aby zabezpieczyć wyprowadzenia przed przetarciem.

Zaimpregnowane i zaizolowane karkasy umieszczamy w kubkach ferrytowych. Kubki skręcamy delikatnie wkrętami M2 (dławik filtracyjny), M4 („statecznik“) oraz M5 (transformator).

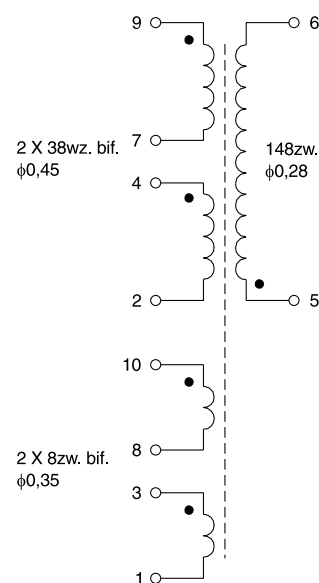
Zmontowane elementy indukcyjne należy ponownie zaimpregnować parafiną. Końcówki transformatora należy rozmieścić zgodnie z rozmieszczeniem otworów montażowych na płytce. W razie jakichkolwiek wątpliwości można posłużyć się omomierzem.

Montaż zasilacza

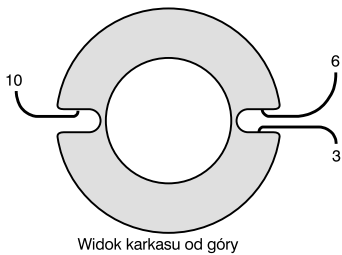
W pierwszej kolejności należy zmontować i uruchomić przetwornicę. W tym celu montujemy elementy obwodu zasilania: dławik filtracyjny L1 oraz kondensatory C2, C4 i C5. Następnie montujemy podstawowe elementy przetwornicy: transformator Tr1, rezystory R9.. R14, kondensator C7, diody D5 oraz D6, wreszcie tranzystory T2.. T4. Podczas montażu transformatora należy zwrócić uwagę, aby nie zamienić miejscami końcówek jednej z połówek uzwojenia pierwotnego, gdyż grozi to natychmiastowym zniszczeniem tranzystorów podczas próbnego włączenia zasilania. Do mocowania elementów indukcyjnych należy stosować wkręty mosiężne, lub, w ostateczności, ze stali kwasoodpornej. Nakrętki mocujące dławik i transformator dokręcamy bardzo ostrożnie, aby nie uszkodzić kruchych rdzeni. Najlepiej jest użyć podkładek wykonanych z cienkiej blachy mosiężnej, wyklepanych na kształt płytek „miseczek“. Wskazane jest przy tym umieścić krążki gumowe (np. ze zniszczonej dętki rowe-

rowej) pomiędzy rdzeniami ferrytowymi a płytką drukowaną.

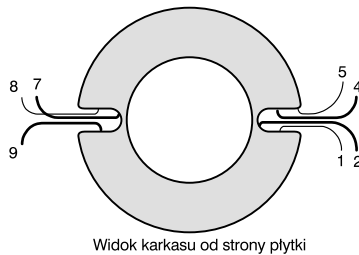
Teraz można dokonać próbnego uruchomienia przetwornicy. W tym celu zwieramy prowizorycznie z masą bazę tranzystora T2. Dołączamy napięcie zasilające, najlepiej z regulowanego zasilacza ustawionego na 9V. Przetwornica powinna „wystartować“, co możemy rozpoznać po cichym dźwięku wydawanym przez transformator Tr1. Unikajmy przy tym dotykania końcówek uzwojenia wtórnego transformatora, gdyż występujące tam podwyższone napięcie może spowodować nieprzyjemne „kopnięcie“. Jeżeli dysponujemy oscyloskopem, możemy skontrolować przebiegi występujące na kolektorach T3 i T4 (lekko odkształcone napięcie prostokątne o współczynniku wypełnienia bliskim 0,5), a także na ich emiterach (przebieg zbliżony do piłokształtnego).



Rys. 3. Uzwojenia transformatora zapłonowego.



Rys. 4. Układ wyprowadzeń 3, 6, 10 TR1.



Rys. 5. Układ pozostałych wyprowadzeń TR1.

Jeżeli przetwornica nie funkcjonuje, nie należy przystępować do dalszego etapu montażu, lecz znaleźć przyczynę. Najprawdopodobniej zostały zamienione końcówki połówek uzwojenia sprzęgającego, względnie wyprowadzenia bazy i emitera w tranzystorach T3 i T4.

Po uzyskaniu poprawnej pracy przetwornicy przystępujemy do budowy układu stabilizacyjnego. Montujemy „statecznik“ L2, rezystory R1..R8, kondensatory C1, C3 i C6, diody D1..D4, tranzystor T1 oraz komparator U1. Pomiedzy końcówki A1 oraz B1 włączamy prowizorycznie rezystor o mocy min. 2W i rezystancji rzędu 30Ω.

Włączamy napięcie zasilające (12V). Poprawność pracy przetwornicy poznajemy po obecności impulsów na wyjściu komparatora. W razie braku oscyloskopu możemy je wykryć np. przy pomocy miernika uniwersalnego wyposażonego w nieskomplikowaną sondę prostowniczą. Jeśli impulsów brak, powodem może być zbyt niskie wzmocnienie prądowe tranzystorów T3 i T4. Dla prądu kolektora równego 1A wzmocnienie to powinno wynosić minimum 40.

W poprawnie pracującej przetwornicy minimalna wartość napięcia zasilającego, przy którym pojawiają się impulsy na wyjściu komparatora, powinna wynosić 10V lub mniej. W razie potrzeby można zmniejszyć wartość rezystorów R13 i R14.

Po uzyskaniu poprawnej pracy układu stabilizacyjnego przystępujemy do budowy pozostałe elementy urządzenia. Na miejsce elektrod świetlówki włączamy prowizorycznie dwa rezystory po ok. 20Ω.

Uruchomienie

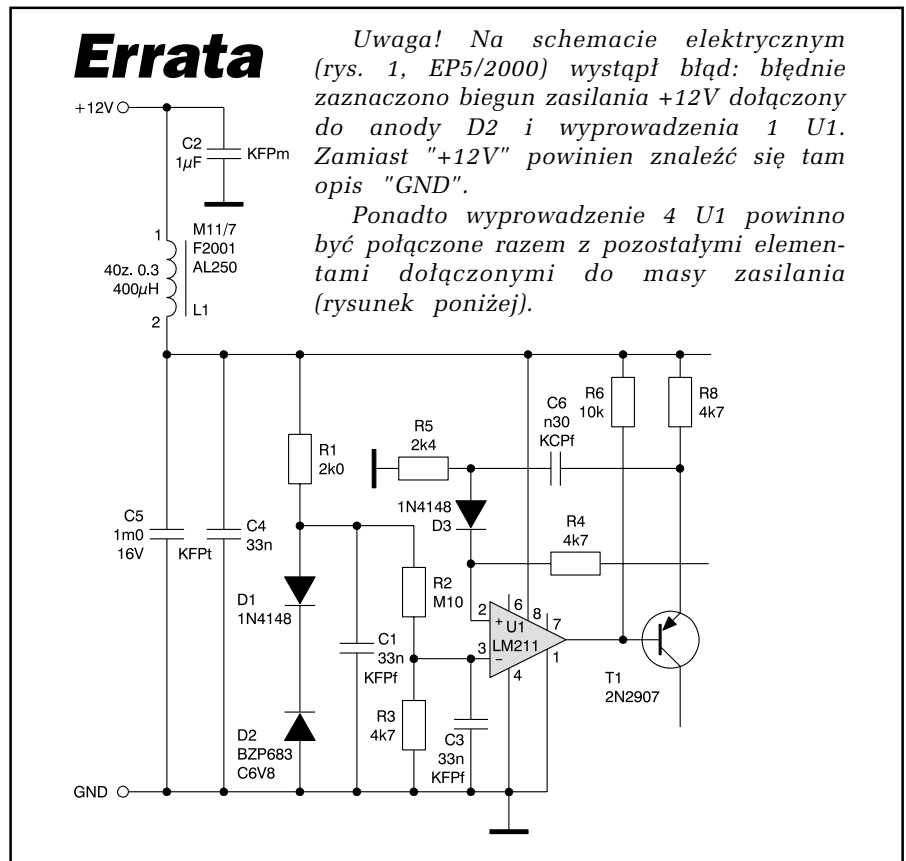
Po włączeniu napięcia zasilającego (12V) dioda LED powinna się zaświecić. Włączenie, podczas pracy układu, dodatkowego rezystora 30Ω pomiędzy końcówki A1 oraz B1 powinno spowodować zgaśnięcie diody.

Jeżeli na kolektorze T5 (lub na katodzie diody D12) impulsy występują parami, świadczy to o zbyt małej szybkości reakcji układu zapłonowego. Należy wówczas zmniejszyć rezystancję R20 lub pojemność C9. Odwrotnie postępujemy, jeżeli tylne zbrocza impulsów są zbyt silne (sprawiają wrażenie „obciętych”).

Jeżeli pracę układu zapłonowego uznajemy za zadowalającą, mo-

żemy dołączyć świetlówkę. Powinna to być lampa o rezystancji elektrod (w stanie zimnym) około 20Ω. Wymaganiom tym odpowiadają dostępne obecnie w sprzedaży świetlówki produkowane przez firmy PHILIPS oraz OSRAM. Użycie świetlówek o elektrodach niskorezystancyjnych (około 5Ω), produkowanych niegdyś przez zakłady POLAM, wymagałoby obniżenia częstotliwości pracy układu, a w konsekwencji powiększenia indukcyjności oraz rozmiarów „statecznika“ i transformatora.

Po włączeniu zasilania (12V), wraz z zaświeceniem się diody LED elektrody świetlówki powinny się rozżarzyć. Po upływie ok. 1s powinien nastąpić zapłon lampy oraz zgaśnięcie diody. Pobór prądu przy znamionowym napięciu zasilającym (12V) powinien wynosić ok. 380mA. Można go skorygować przez dobór rezystora R3. Im większa jest wartość tego rezystora, tym większy prąd pobiera przetwornica. Trzeba jednak zwracać uwagę, aby wskutek zmiany wartości R3 napięcie na wejściu odwracającym komparatora U1 nie spadło poniżej 0,3V. Komparator typu LM311 pracuje bowiem



poprawnie jedynie wówczas, gdy przynajmniej na jednym jego wejściu występuje napięcie nie niższe od 0,3V. Także zbyt wysokie napięcie jest niepożądane, gdyż rosną wówczas straty mocy w rezystorach emiterowych R11 i R12.

Dla utrzymania właściwej wartości napięcia na wejściu odwracającym komparatora, korekcji po-

boru prądu przez przetwornicę zaleca się dokonywać przez dobór rezystorów R11 i R12 (zwiększenie wartości tych rezystorów powoduje spadek poboru prądu).

Urządzenie przewidziane jest zasadniczo do zasilania z akumulatora samochodowego 12V. W związku zaleca się zasilać układ napięciem z przedziału 10,5V..15V. Napięcie poniżej 10V nie gwarantuje zapłonu świetlówki, chociaż po zapłonie napięcie może obniżyć się aż do ok. 8V bez wpływu na pracę urządzenia. Maksymalne napięcie zasilające wynosi 16V i jest limitowane groźbą przebicia kondensatora C5 oraz złącz baza - emiter tranzystorów przetwornicy. W przypadku zasilania z baterii (lub akumulatorów NiCd) zaleca się użyć dziesięciu ogniw. Zwiększenie napięcia zasilającego ponad wartość znamionową przyniesie korzyść w postaci zmniejszenia poboru prądu na początku eksploatacji baterii oraz możliwość lepszego wykorzystania energii.

Podsumowanie

Przedstawiony układ, niewątpliwie bardziej złożony w porównaniu z dotychczas stosowanymi, wykazuje następujące ważne zalety:

- Pracuje stabilnie w całym zakresie dopuszczalnych napięć zasilających, przy utrzymaniu stałej mocy.
- Gwarantuje szybki, „gorący“ zapłon świetlówki oraz symetryczny przebieg prądu zasilającego, czego wynikiem jest duża trwałość lampy.
- Cechuje się bardzo wysoką sprawnością, o czym świadczy fakt, że niewielkie tranzystory wykonawcze (BD135) pracują bez jakiegokolwiek radiatora, a mimo to ich nagrzewanie jest tylko z trudem zauważalne.
- Uszkodzenie lub wyjęcie lampy (nawet podczas pracy urządzenia) lub jej zużycie nie grozi zniszczeniem przetwornicy. Pobór prądu maleje wówczas wielokrotnie.

Tak więc, przedstawiona lampa może stanowić atrakcyjną alternatywę zarówno dla spotykanych dotychczas, kapryśnych „świetlówek turystycznych“, jak i dla bardziej od nich niezawodnych, ale mało wydajnych lamp z żarówkami.

Tomasz Janiszewski

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP06/2000 w katalogu PCB.