

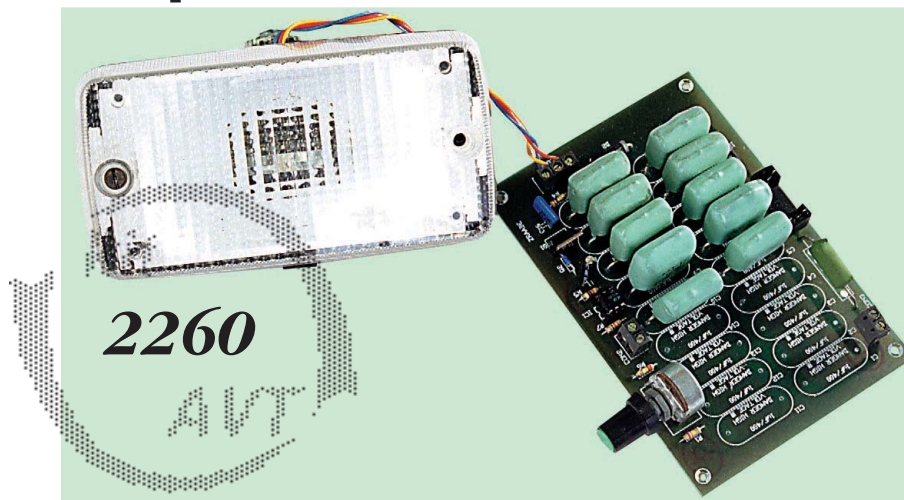
Lampa stroboskopowa

Do czego to służy?

A więc znowu zrobimy sobie kolejną, efektowną błyskającą zabawkę. Może nawet nie tylko zabawkę, bo proponowany układ można, pomimo jego prostoty wykorzystać do nieco poważniejszych celów niż oświetlenie domowej potańcówki.

Większość Czytelników EdW, ludzi najczęściej młodych zetknęła się już z stroboskopami, będącymi jednym z elementów typowego wyposażenia dyskotek. Efekt uzyskiwany za pomocą stroboskopu jest znakomity: po jego włączeniu w całkowitej ciemności postaci zaczynają się poruszać jakby skokami. Opisywane zjawisko nazywa się zresztą efektem stroboskopowym. Dlaczego jednak tak się dzieje, dlaczego nawet przy częstotliwości błysków dochodzącej do 25 Hz widzimy jakby pojedyncze klatki filmu, a nie ciągłą akcję? Przecież klatki filmowe wyświetlane są także z częstotliwością 24Hz (w TV częstotliwość ta wynosi 25Hz) a na ekranie widzimy płynny ruch, a nie pojedyncze klatki! Przyczyna leży w bardzo krótkim czasie błysku lampy stroboskopowej wynoszącym typowo ok. 0,001sek. Zdjęcia filmowe wykonuje się przy czasie otwarcia migawki wynoszącym najczęściej 1/50 sek., co powoduje, że obraz szybko poruszających się przedmiotów jest zawsze nieco nieostry. Nie przeszkadza to bynajmniej w oglądaniu filmu. Wprost przeciwnie, tylko takie obrazy oko ludzkie jest w stanie połączyć w jedną całość i stworzyć wrażenie ciągłego ruchu. Gdyby operator filmowy z nieznanych przyczyn zmniejszył czas otwarcia migawki w kamerze, to uzyskany obraz byłby w typowych scenach filmowych nie do oglądania z powodu przykrego „migotania”.

Wracamy jednak do naszego stroboskopu, o którym wiemy już jakie jest jego podstawowe zastosowanie. Nie obiecujemy jednak sobie zbyt wiele, zbudowana przez nas lampa będzie miała stosunkowo niewielką siłę błysku i z pewnością



nie oświetlimy nią sali wielkiej dyskoteki. Zbudowanie profesjonalnego stroboskopu dyskotekowego jest oczywiście możliwe, nawet w warunkach amatorskich, ale koszt takiego układu byłby bardzo wysoki. Ponadto nabycie palników wyładowczych dużej mocy przeznaczonych do pracy ciągłej jest dość trudne, a ich koszt z pewnością przeraziłby większość amatorów. Siła błysku proponowanego urządzenia okaże się natomiast całkowicie wystarczająca do oświetlenia domowej potańcówki, a nawet odbywającej się w niezbyt wielkiej sali szkolnej zabawy. Podczas stosowania lampy stroboskopowej do celów rozrywkowych musimy pamiętać, że właściwy efekt uzyskamy jedynie w całkowitej ciemności. Wszelkie oświetlenie musi zostać na czas pracy stroboskopy wyłączone, najlepiej automatycznie. Proponowany układ zawiera wejście sterujące reagujące na poziom logiczny, można więc będzie pomyśleć o sprzężeniu go np. z układem iluminofonii. Chwilowe wyłączenie światła może przy takim połączeniu powodować automatyczne włączenie stroboskopu.

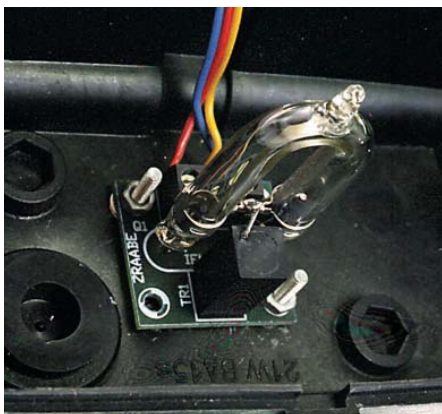
Drugim zastosowaniem naszego stroboskopu jest oświetlenie planu zdjęciowego podczas wykonywania fotograficznych zdjęć specjalnych. Za pomocą stroboskopu można uzyskać ciekawe efekty artystyczne, a także mogą one służyć celom badawczym. Zdjęcia takie należy wykonywać w całkowitej ciemności, a czas otwarcia migawki aparatu i częstotliwość błysków należy indywidualnie dobrać do rodzaju ruchu fotografowanego obiektu. Niestety, niezbyt wielką siłą błysku naszej lampy zmusi nas do stosowania filmów o największej czułości (400 i więcej ASA) i fotografowania z nie większej odległości niż 2...3m. Pamiętajcie, że podczas wykonywania zdjęć rejestrujących fazy ruchu kamera musi koniecznie być zamocowana na statywie, ponieważ w przeciwnym

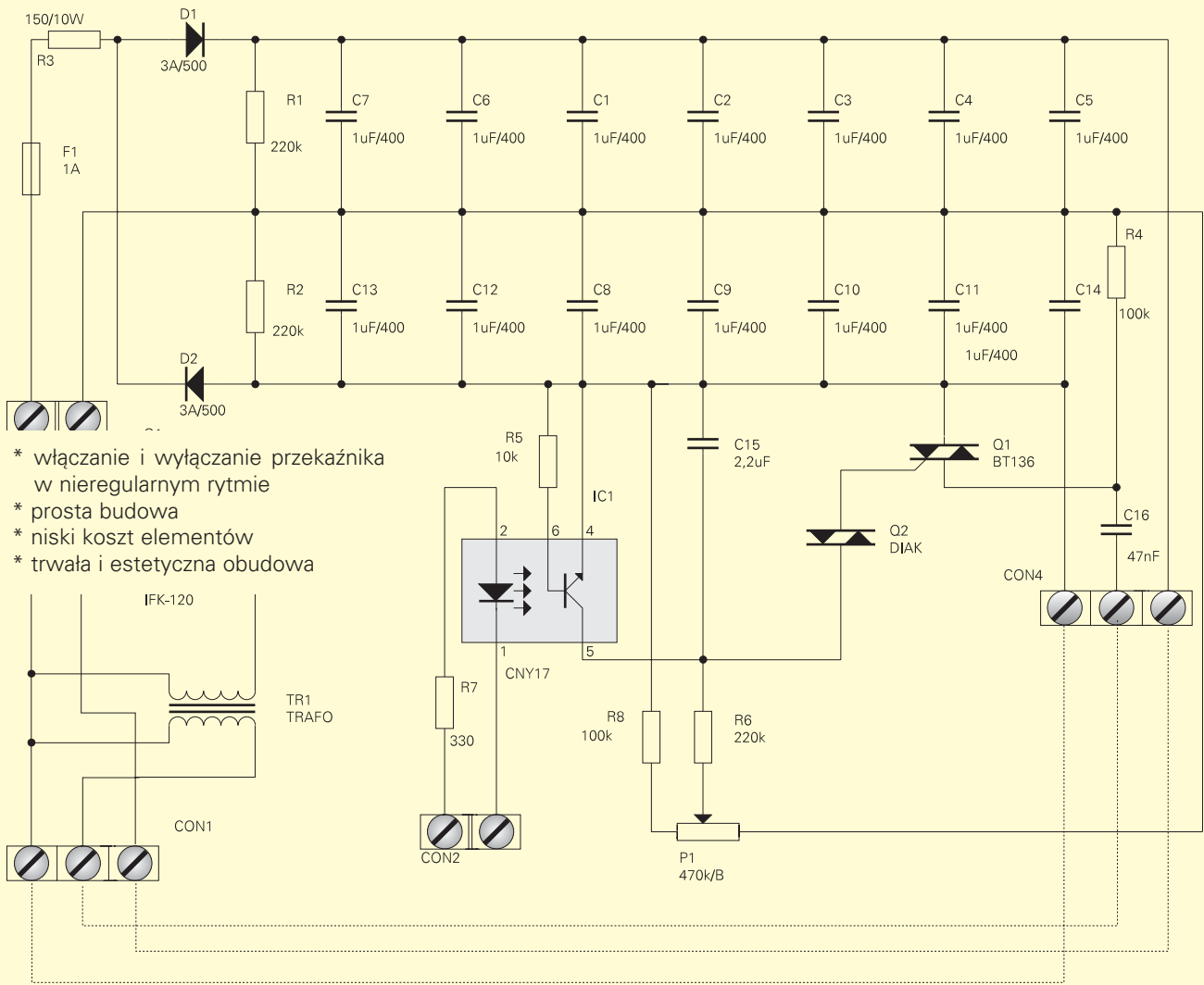
wypadku tło i inne elementy nieruchome wyjdą na zdjęciu nieostro. Typowym przykładem zarejestrowania na materiale fotograficznym fazy ruchu jest znane zdjęcie tenisisty podczas serwu. Postać tenisisty jest sfotografowana normalnie, natomiast kolejne fazy ruchu ręki utworzyły na zdjęciu coś w rodzaju wachlarza. Jeżeli uda się Wam wykonać jakieś ciekawe zdjęcie za pomocą lampy stroboskopowej, to bardzo prosimy o podzielenie się z nami rezultatami Waszej pracy.

Jak to działa?

Schemat elektryczny lampy stroboskopowej przedstawiony został na **rysunku 1** i od razu możemy na nim zauważyć nowy, dotychczas nie stosowany w naszych konstrukcjach element. Jest nim palnik lampy błyskowej, w naszym konkretnym przypadku typu IFK120. Warto więc przybliżyć Czytelnikom zasadę działania tego elementu, powszechnie stosowanego w aparatach i fotograficznych lampach błyskowych oraz w wielu układach sygnalizacyjnych. Na **rysunku 2** przedstawiono najprostszy układ, w jakim może pracować taki palnik.

Palnik lampy błyskowej wypełniony jest bardzo rozrzedzonym gazem – najczęściej ksenonem. Podłączony do naładowanych do napięcia ok. 300 ... 700 V kondensatorów nie przewodzi prądu. Aby nastąpiło rozładowanie kondensatorów potrzebne jest silne zjonizowanie resztek gazu w palniku. Uzyskujemy to przykładając do elektrody zapłonowej palnika wysokie napięcie, rzędu kilkudziesięciu tysięcy V. Napięcie to uzyskujemy z wtórnego uzwojenia transformatora zapłonowego, o bardzo dużym „przełożeniu”. Kiedy do tyrystora dostarczony zostanie impuls synchronizujący zapłon lampy z migawką aparatu, tyrystor ten zwiera poprzez pierwotne uzwojenie transformatora zapłonowego kondensa-





Rys. 1. Schemat ideowy

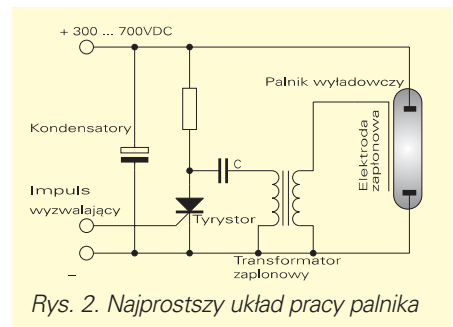
- * włączanie i wyłączenie przekaźnika w nieregularnym rytmie
- * prosta budowa
- * niski koszt elementów
- * trwała i estetyczna obudowa

tor C do masy. Na uzwojeniu wtórnym transformatora i elektrodzie zapłonowej powstaje wysokie napięcie, gaz w palniku zostaje zjonizowany i bateria kondensatorów rozładowuje się poprzez palnik emitując wielką ilość energii świetlnej.

Produkowanych jest wiele rodzajów palników wyładowczych: od palników o małej maksymalnej mocy i małych wymiarach, przeznaczonych do montowania w popularnych aparatach fotograficznych do palników wielkiej mocy stosowanych w atelierowych lampach błyskowych i układach sygnalizacyjnych. W naszym układzie zastosowaliśmy palnik typu IFK120, produkcji rosyjskiej o maksymalnej mocy błysku 120Ws (watosekund). Do stroboskopu ma on nieco za małą moc, ale jego użycie było kompromisem pomiędzy ceną, a jakością. Palniki produkcji zachodniej są bardzo drogie, ale autor w swoich konstrukcjach atelierowych lamp błyskowych używał wielokrotnie palników typu IFK2000. Były to potężne palniki o maksymalnej mocy 2000Ws, stosowane między innymi w samolotach

komunikacyjnych byłego ZSRR (to właśnie to, co błyska w każdym samolocie będącym w powietrzu). Kiedyś takie palniki można było kupić za grosze, obecnie są bardzo trudne do zdobycia. Jeżeli jednak któryś z Czytelników posiadałby taki palnik, to można go z powodzeniem wykorzystać do budowy stroboskopu o mocy co najmniej dwudziestokrotnie większej od naszego urządzenia.

Omówmy teraz schemat naszej lampy stroboskopowej. Elementem gromadzącym energię, która ma zostać następnie rozładowana przez palnik jest bateria połączonych szeregowo – równoległe kondensatorów C1 C14. Bateria ładowana jest bezpośrednio z sieci energetycznej za pomocą podwajacza napięcia zbudowanego z diod D1 i D2 i rezystora szeregowego R3 ograniczającego maksymalny prąd płynący przez układ ładowania. Zakładając, że napięcie w sieci energetycznej wynosi rzeczywiście 220VAC, bateria kondensatorów naładuje się do napięcia ok. 626V. Warto więc teraz pokusić się o obliczenie, jaka będzie ener-



Rys. 2. Najprostszy układ pracy palnika

gia pojedynczego błysku naszego stroboskopu. Wzór na energię zgromadzoną w kondensatorze jest następujący: $E [Ws] = C [\mu F] \times U [kV] / 2$. Tak naprawdę, to w przypadku lampy błyskowej wzór ten nie jest do końca prawdziwy, ponieważ kondensatory nigdy nie rozładowują się do zera i zawsze pozostanie na nich napięcie ok. 60V. Dla naszych celów nie warto jednak komplikować obliczeń i przyjąć przybliżoną wartość energii błysku. Pojemność każdego z bloków połączonych ze sobą równoległe kondensatorów wynosi 7uF, a po połączeniu ich

Wykaz elementów

Rezystory

R1, R2, R6: 220kΩ
R3: 150Ω/10W
R4, R8: 100kΩ
R5: 10kΩ
R7: 330Ω
P1: 220 470kΩ/B

Kondensatory

C1 C14: 1μF/400
C15: 2,2μF/40
C16: 47nF

Półprzewodniki

D2, D1: 3A/500
IC1: CNY17
Q1: BT136
Q2: diak

Pozostałe

CON1, CON4: ARK3
CON2, CON3: ARK2
F1: bezpieczni topikowy 1A z oprawką
TR1: transformator zapłonowy do lampy błyskowej
Q3 palnik typu IFK120

szeregowo pojemność całej baterii wyniesie 3,5uF. Przyjmując napięcie baterii wynoszące 626V obliczamy, że energia pojedynczego błysku wyniesie 0,681408, w przybliżeniu 0,7Ws. Zaraz, zaraz, przecież maksymalna energia jaką może przekazać zastosowany w układzie palnik wynosi 120Ws! Dlaczego więc nie możemy zastosować baterii kondensatorów o większej pojemności i zwiększyć mocy naszego stroboskopu? Niestety, nie jest to możliwe, ponieważ palnik już i tak pracuje na granicy swoich możliwości. Podawana przez producenta maksymalna energia błysku dotyczy typowych warunków pracy palnika przeznaczonego do wykorzystywania w fotograficznych lampach błyskowych, gdzie częstotliwość błysków nie jest większa od jednego na kilkanaście sekund. Nasz stroboskop będzie pracował z częstotliwością dochodzącą do 20 Hz i w takich warunkach palnik pracujący pełną mocą uległby natychmiastowemu zniszczeniu.

Fragment układu z potencjometrem P1, kondensatorem C15 i diakiem Q2 służy wyzwalamu błysków stroboskopu i regulacji ich częstotliwości. Kondensator C15 ładuje się z szybkością zależną od położenie suwaka potencjometru P1. W układzie znajduje się jeszcze jeden element, który był stosowany w konstrukcjach serii 2000 tylko raz – diak. Przypomnijmy sobie zasadę jego działania, która jest następująca: nie przewodzi on prądu poniżej napięcia progowego, zwykle ok. 12 ..20V. Jeżeli jednak napięcie to zostanie przekroczone, diak zaczyna przewodzić i w odróżnieniu od diod Zenera przewodzi prąd, aż napięcie spadnie do wartości bliskiej zeru. W pewnym momencie napięcie na kondensatorze C15 osiąga wartość włączania diaka. Diak zaczyna przewodzić rozładowując

kondensator poprzez bramkę triaka Q1. Włączenie triaka Q1 spowoduje zwarcie do minusa zasilania kondensatora C16 i przepływ znacznego prądu przez pierwotne uzwojenie transformatora zapłonowego, a w konsekwencji indukowanie się impulsu wysokiego napięcia na uzwojeniu wtórnym tego transformatora. Wysokie napięcie przyłożone do elektrody zapłonowej palnika powoduje zjonizowanie resztek gazu w jego wnętrzu i wyzwolenie błysku. Kondensatory baterii i rozładowują się i opisany proces rozpoczyna się od początku.

Włączanie i wyłączanie naszego stroboskopu polegające na dołączaniu układu do zasilania 220VAC w wielu sytuacjach może okazać się co najmniej niewygodne. Dlatego też zastosowano dodatkowy układ sterujący zrealizowany na transoptorze IC1. Pełni on dwie, ważne funkcje. Po pierwsze umożliwia włączanie i wyłączanie stroboskopu za pomocą podawania na wejście CON2 wysokiego lub niskiego stanu logicznego, lub po, prostu napięcia o wartości kilku kilkunastu voltów. Drugą, niemniej ważną funkcją pełnioną przez transoptor jest odizolowanie będącego pod napięciem sieci układu stroboskopu od układu nim sterującego. Napięcie przebicia transoptora wynosi kilka kilowoltów, tak więc możemy zupełnie bezpiecznie manipulować w układzie sterującym pracą stroboskopu.

Podanie stanu wysokiego na wejście CON2 spowoduje zaświecenie diody LED umieszczonej w strukturze transoptora IC1, a w konsekwencji przewodzenie połączonego z nią optycznie fototranzystora. Kondensator C15 zostanie trwale zwarty do minusa zasilania i generacja impulsów wyzwalamych triak Q1 zostanie zatrzymana. Tak więc w naszym układzie stan wysoki na wejściu powoduje wyłączenie stroboskopu, a stan niski jego włączenie.

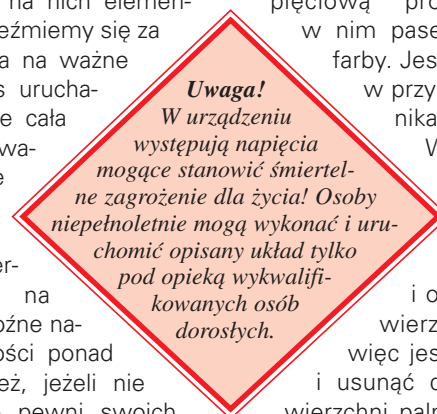
Montaż i uruchomienie

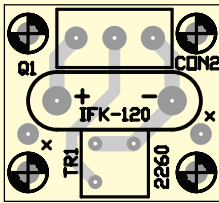
Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono mozaikę ścieżek dwóch płytek drukowanych oraz rozmieszczenie na nich elementów. Zanim jednak weźmiemy się za budowę układu, pora na ważne ostrzeżenie. Podczas uruchamiania układu prawie cała płytka obwodu drukowanego znajduje się nie tylko pod niebezpiecznym dla życia napięciem sieci energetycznej. Wystąpi na niej także, równie groźne napięcie stałe o wartości ponad 600VDC! Dlatego też, jeżeli nie jesteś całkowicie pewni swoich

umiejętności powinniśmy poprosić o pomoc kogoś bardziej doświadczonego. W każdym przypadku w pomieszczeniu, w którym uruchamiać będziemy stroboskop jeszcze bez obudowy, powinna przebywać druga osoba, znająca zasady udzielania pierwszej pomocy. Pamiętajcie także o zasadzie pracy jedną ręką!

Montaż większej płytki wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlotowaniu kondensatorów wysokonapięciowych. Pod transoptor warto zastosować podstawkę. Natomiast montażowi mniejszej płytki należy poświęcić teraz chwilę uwagi. Płytką tą została zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić umieszczenie palnika wraz z transformatorem zapłonowy wewnątrz obudowy wręcz idealnie nadającej się do tego celu. Obudową taką jest lampa światłą cofania, jaką możemy nabyć za niewielkie pieniądze w każdym sklepie z artykułami motoryzacyjnymi. Palnik musi zostać zamocowany na płycie pionowo, ale w żadnym wypadku nie powinien zostać do niej przylutowany! Palnik mocno nagrzewa się podczas pracy i ponieważ rozszerzalność cieplna laminatu i szkła są różne, mógłby pęknąć. Autor poleca własny, wypróbowany w prototypie sposób zamocowania palnika. Należy w tym celu wykorzystać jedno ze złączy wymontowanych z tzw. kostki elektrotechnicznej. Złącze takie przecinamy na dwie części i do każdej z nich przylutowujemy odcinek srebrzanki lub dość grubego drutu miedzianego. Następnie drutu przekładamy przez otwory oznaczone na płytce symbolem „x” i przylutowujemy od strony ścieżek do punktów oznaczonych „+” i „-”. Następnie, zwracając baczną uwagę na biegunowość zasilania, przykręcamy palnik do dwóch, zapatrzonych w śrubki złączy. Takie zamocowanie palnika jest całkowicie pewne mechanicznie, a jednocześnie zabezpiecza przed powstaniem na nim naprężeń termicznych.

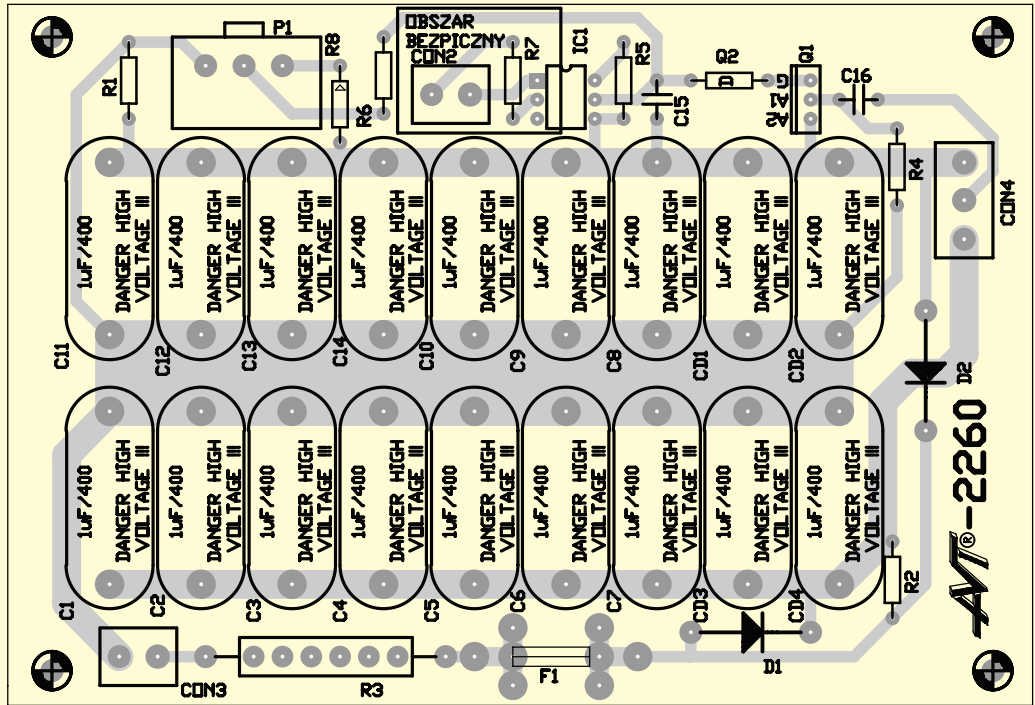
Jeszcze jedna uwaga dotycząca montażu palnika. Jako elektrodę wysokonapięciową producent zastosował w nim pasek przewodzącej prąd farby. Jest to rozwiązanie dobre w przypadku stosowania palnika w lampie błyskowej. W stroboskopie jednak palnik dość intensywnie się nagrzewa i zdarza się że farba wypala się i odpada od szklanej powierzchni bańki. Najlepiej więc jest wyprzedzić wypadki i usunąć delikatnie farbę z powierzchni palnika, a następnie owi-





Rys. 3. Schemat montażowy nóg go kilkoma zwojami cienkiego przewodu, przyłutowanego następnie do metalowego mostka, lub bezpośrednio do wyprowadzenia transformatora zapłonowego.

Przechodzimy teraz do najważniejszego chyba etapu montażu stroboskopy – obudowy. Palnik wraz z transformatorem najlepiej zamocować we wspornianej już obudowie od samochodowego światła cofania (stosowana w FIAT126). Natomiast sam układ elektroniczny **bezwzględnie** musimy zamontować w **bardzo solidnej obudowie, metalowej lub z tworzywa sztucznego. Jakikolwiek prowizorki czy przysłowiowe „pudełka od butów” są absolutnie niedopuszczalne i mogą grozić nieszczęśliwym wypadkiem!** W ofercie AVT znajduje się co najmniej kilka rodzajów obudów, które mogą nadawać się do wykorzystania przy budowie naszego stroboskopy. Prototyp został umieszczony w obudowie plastikowej



Rys. 4. Schemat montażowy

typu KM. Natomiast stosowanie obudowy metalowej wymaga szczególnie stabilnego i pewnego zamocowania płytki i wykonania nieco trudniejszych niż w przypadku obudowy z tworzywa prac mechanicznych. Obie płytki układu lampy stroboskopowej muszą być ze sobą połączone za pomocą krótkiego odcinka przewody trzy żyłowego. Tu także jakiegokolwiek prowizorki i stosowanie przewodów zbyt cienkich i w kiepskiej izolacji jest

absolutnie niedopuszczalne! Najbardziej odpowiednim rodzajem przewodu jest trójżyłowy kabel stosowany przy dołączaniu urządzeń elektrycznych do sieci energetycznej.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2260.

ciąg dalszy ze str. 63

zbudowany z bramką U1A. Ten drugi generator będzie na przemian włączał i wyłączał tranzystory T1 – T3. Gdy tranzystory będą przewodzić, przejmą na siebie prąd diod LED D4 – D6, powodując ich gaśnięcie. Tym samym diody LED będą migać w rytm generatora U1A. Miganie diod można wyłączyć, zwierając na chwilę zasilanie przyciskiem S1. Powrót przerywacza U1B, U1D do stanu spoczynkowego zapewniają elementy R24, C8.

Montaż i uruchomienie

Wskaźnik można zmontować na płycie pokazanej na rysunku 3. Montaż jest klasyczny: najpierw elementy bierne, potem półprzewodniki. Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i od razu pracuje poprawnie. Układ należy umieścić w solidnej

obudowie, skutecznie zabezpieczającej przed porażeniem.

Zastosowanie kondensatora C4 o pojemności 47nF daje dużą czułość układu. Sygnalizacja zostanie włączona, gdy napięcie jednej z faz zmniejszy się już o około 20V w stosunku do pozostałych. Czułość tę można zmniejszyć, dobierając pojemność kondensatora (mniejsza pojemność C4 = większa czułość), ewentualnie stosując R22 dla zmniejszenia czułości.

Skuteczność zabezpieczenia można sprawdzić w „warunkach bojowych”, dołączając układ do zacisków silnika trójfazowego i wykręcając jeden bezpiecznik w czasie pracy tego silnika – sygnalizacja powinna się włączyć. Gdyby było inaczej, należy zmniejszyć pojemność C4.

Należy pamiętać, że na elementach układu występują napięcia do 400V (międzyfazowe napięcie sieci), dlatego należy zachować szczególną ostrożność i nigdy nie eksperymentować z układem bez podjęcia skutecznych środków bezpieczeństwa (nie dotykać w żadnym wypadku płytki, gdy układ jest dołączony do sieci; obowiązkowa obecność drugiej osoby).

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

K