

Lampa plazmowa

AVT-876

PROJEKT
Z OKŁADKI



Wysokie napięcia: dziesiątki, setki czy nawet tysiące kilowoltów! Jest w tym coś fascynującego, groźnego i jednocześnie pociągającego. Może pozostał w nas jakiś atawizm lub resztki psychiki człowieka pierwotnego z przerażeniem wpatrującego się w huczące nad jego głową błyskawice.

Eksperymenty Beniamina Franklina, a przede wszystkim fascynujące doświadczenia Nicolò Tesli przybliżyły nam trochę świat ekstremalnie wysokich napięć, co nie oznacza, że przestał on być groźny i tajemniczy.

Muszę przyznać, że sam zostałem w swoim czasie zafascynowany tymi eksperymentami. Stało się to wtedy, gdy zapoznałem się z opisami tajemniczego doświadczenia przeprowadzonego przez człowieka, który „badał i tworzył błyskawice” - Nicolò Teslę w Colorado Springs. Skrócony opis tego, intrygującego i rozbudzającego wyobraźnię eksperymentu miałem już okazję przedstawić Czytelnikom Elektroniki Praktycznej. Od tamtego czasu moim marzeniem stało się zbudowanie transformatora Tesli, no może nie takiego, jak w Colorado Springs, nie mam zamiaru rozbijać skorupy ziemskiej! Niestety, zadanie to tylko z pozoru jest proste. Barię, trudną do pokonania w naszych warunkach, jest zdobycie potrzebnych do budowy tego urządzenia podzespołów: transformatorów sieciowych o napięciu wyjściowym 20..30kV i mocy setek watów oraz kondensatorów na takie same napięcia. Niemniej, nie zrezygnowałem z budowy choćby niewielkiego transformatora Tesli i mam nadzieję, że kiedyś zapoznam Czytelników EP z jego budową. Tymczasem, w mojej skrzynce e-mail znalazłem list:

Uwaga! Układ jest w zasadzie bezpieczny dla zdrowego człowieka. Nie zapominajmy jednak, że jest to generator wysokiego napięcia o dość dużej wydajności prądowej, a więc lepiej zachować ostrożność.

„...przy okazji, mam dla pana pomysł na ciekawy układ. Służy on właściwie do zabawy, czy też ozdoby pracowni elektronika. Jest to mianowicie lampa plazmowa, taka jaką można oglądać np. na początku serialu z archiwum X,

jednak w mniejszej skali. Wykonałem już praktycznie ten układ i to z bardzo małym nakładem pieniężnym. Jako źródło wysokiego napięcia użyłem transformatora-powielacza z telewizora. Odwinąłem jednak uzwojenie pierwotne i nawinąłem tam 8 zwojów drutu o średnicy 1mm. Na to uzwojenie podaję napięcie 16V kłuczone z prostego układu czasowego 555 (stałe wypełnienie, regulowana częstotliwość od 20kHz do 100kHz), z tranzystorem BUZ10 jako kluczem. Nie zastosowałem prawie żadnych układów zabezpieczających tranzystor wykonawczy za wyjątkiem kondensatora 330nF/250V i diody 1N4005. Układ zasilam z zasilacza regulowanego 1,2-25V/3A. Ważne jest uziemienie masy - w przeciwnym wypadku po stronie pierwotnej transformatora także występuje wysokie napięcie. Teraz najważniejsza sprawa - lampa, czyli to co „świeci”. Użyłem zwykłej, najzwyklejszej żarówki 200W/220V - największą jaką udało mi się zdobyć. Jeden koniec uzwojenia wtórnego podłączam do zacisków żarówki, a drugi do masy. Działanie układu jest bardzo efektowne, pomimo użycia tak prymitywnych środków. W oryginale zamiast żarówki używa się kuli wypełnionej helem, jednak nie mam dostępu do helu w czystej postaci (baloniki odpustowe się nie nadają). Jeżeli zdecydowałby się pan na konstrukcję i opublikowanie opisu tego urządzenia, to proszę nie zapomnieć o moim wkładzie

w ten projekt. Fajnie by było, gdyby moje imię i nazwisko pojawiły się w EP...”

Pozdrowienia,
Krzysztof Palenta,
kesek@polbox.com

No i tak właśnie się stało, Drogi Czytelniku. Twoje nazwisko pojawia się na łamach naszego pisma i pozostaje mi tylko żałować, że pomimo mojej prośby nie wykonałeś sam tego projektu.

Układ, którego ideę przedstawił mi Czytelnik, niewiele ma wspólnego z transformatorem skonstruowanym przez Teslę, jednak podobnie jak urządzenie zbudowane przez niego służy do generowania wysokiego napięcia i prezentowania związanych z nim efektów w wyjątkowo atrakcyjnej formie. Od transformatora Tesli naszą zabawkę odróżnia także jeszcze jedna cecha: jest ona całkowicie bezpieczna w użytkowaniu (dla zdrowego człowieka), czego o transformatorach Tesli większej mocy w żadnym wypadku nie można powiedzieć.

Zmontowany przeze mnie „w pajaku” próbny układ wywołał prawdziwą sensację w redakcji Elektroniki Praktycznej. Wijące się wewnątrz szklanej bańki wstęgi wyładowań wyglądają fantastycznie i lampa taka rzeczywiście może być ciekawą ozdobą czy to naszej pracowni, czy nawet pokoju mieszkalnego. Nie do pogardzenia jest także możliwość zastosowania proponowanego układu w reklamie. Może on służyć jako przyciągająca uwagę ozdoba wystawy, np. sklepu z podzespołami elektronicznymi.

Układ jest banalnie prosty w wykonaniu, a do jego budowy potrzebne są nieliczne, tanie i łat-

we do zdobycia podzespoły. Najważniejszy element, jakim jest transformator wysokiego napięcia, można zdobyć nawet na elektronicznym złomowisku, wymontowując go ze starego, niezdatnego już do użytku telewizora.

Proponowany układ jest zabawką, a zabawki mają to do siebie, że zwykle dość szybko się nudzą, szczególnie dzieciom. Warto więc pomyśleć o jakimś dodatkowym zastosowaniu wykonanego układu. Może być nim generator jonów ujemnych, których obecność w powietrzu dodatkowo wpływa (podobno) na samopoczucie, a nawet zdrowie przebywających tam ludzi. Przeróbka układu, opisana w dalszej części artykułu, będzie równie prosta, jak jego budowa, a dodatkowe elementy także można wyjąć ze złomowanego telewizora.

Opis działania układu

Schemat elektryczny układu zasilającego naszą lampę plazmową został pokazany na rys. 1. Zgodnie z sugestią Krzysztofa, jako generator sterujący pracą przetwornicy wysokiego napięcia, jaką w rzeczywistości jest nasz układ, zastosowałem mój ulubiony układ scalony - NE555. Jest to jednak chyba trafny wybór, bo jak prościej zbudować generator o zmiennym wypełnieniu i częstotliwości?

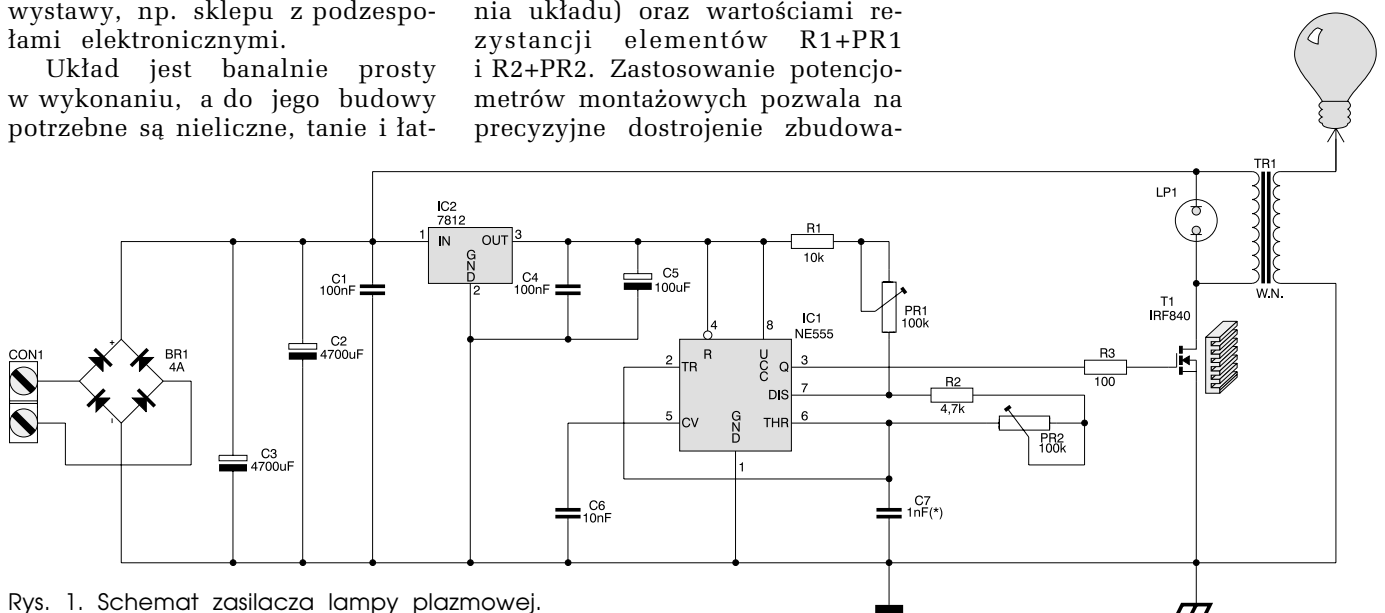
Częstotliwość przebiegu prostokątnego generowanego przez IC1 określona jest wartością pojemności kondensatora C7 (którą należy niejednokrotnie dobrać doświadczalnie podczas uruchamiania układu) oraz wartościami rezystancji elementów R1+PR1 i R2+PR2. Zastosowanie potencjometrów montażowych pozwala na precyzyjne dostrojenie zbudowa-

negu urządzenia i uzyskanie maksymalnie wysokiego napięcia na jego wyjściu. Podczas prób, przeprowadzonych z pierwszym prototypem układu, okazało się, że nie tylko częstotliwość, ale i wypełnienie impulsów ma znaczący wpływ na amplitudę napięcia uzyskiwanego na uzwojeniu wtórnym transformatora. Stąd wyniknęła konieczność zastosowania aż dwóch elementów regulacyjnych.

Napięcie o przebiegu prostokątnym z wyjścia generatora IC1 jest podawane na bramkę tranzystora T1. Jako tranzystor kluczujący zastosowałem MOSFET IRF840, o maksymalnym prądzie przewodzenia 16A i napięciu przebicia źródła - dren 400V. Dodatkową ochroną tranzystora przed uszkodzeniem jest neonówka LP1, ograniczająca wartość napięcia indukowanego na uzwojeniu pierwotnym transformatora.

Układ zasilany jest z prostownika pełnokresowego BR1. Do wejścia CON1 należy dołączyć uzwojenie wtórne transformatora sieciowego, o napięciu ok. 17..24VAC. Na kondensatorach C1 i C2 występuje napięcie, które może dochodzić do 36V i dlatego zastosowałem w układzie stabilizator napięcia IC1, redukujący to napięcie do poziomu 12VDC.

Zajmijmy się teraz drugim zastosowaniem proponowanego układu - jonizatorem powietrza, czyli **generatorem euforii**. O co tu jednak chodzi i do jakiego celu może służyć układ zwiększający nasyce-



Rys. 1. Schemat zasilacza lampy plazmowej.

nie atmosfery ujemnie naładowanymi cząsteczkami?

Istnieje kilka definicji jonów. Na nasze potrzeby przyjmujemy z dużym uproszczeniem, że jon jest elektrycznie naładowanym atomem lub grupą atomów. Jony z ładunkiem dodatnim wykazują niedomiar elektronów, a jony z ładunkiem ujemnym - nadmiar elektronów. W powietrzu normalnie istnieje równowaga między jonami ujemnymi a jonami dodatnimi, lecz w pewnych warunkach ta równowaga zostaje zaburzona. Najczęściej wiąże się to z warunkami klimatycznymi, a także z niszczącą środowisko naturalne działalnością człowieka.

Wpływ warunków meteorologicznych, a w tym zaburzenia równowagi jonów dodatnich i ujemnych w powietrzu, na samopoczucie człowieka zauważane bywa głównie w krajach śródziemnomorskich, gdzie ludzie odczuwają depresję lub nerwowość w czasie, gdy wieje mistral (zimny wiatr północny lub północno - zachodni). Także w Polsce, w jej południowych rejonach, daje się zauważyć wpływ wiejącego w Tatrach halnego na samopoczucie ludzi, a także na wzrost zachorowań na niektóre choroby. Wiatrom tym z zasady towarzyszy wysoka koncentracja jonów dodatnich w powietrzu.

Zjawisko odwrotne, tj. poprawę samopoczucia w momencie wzrostu koncentracji jonów ujemnych w otoczeniu, znamy chyba wszyscy. Poczucie rześkości i orzeźwienia po burzy lub w pobliżu wodospadów i naturalnych zbiorników wodnych nie wynika tylko z ochłodzenia i wzrostu wilgotności powietrza. Przypuszcza się, że ma ono związek z nadmiarem tym razem ujemnych jonów w atmosferze.

Szczególnym przypadkiem załócenia równowagi jonów w powietrzu jest klimatyzacja. Ten jeden z większych (moim zdaniem) wynalazków XX wieku ma to do siebie, że zapewniając nam wspólny komfort cieplny i możliwość normalnej egzystencji podczas nawet największych upałów, jednocześnie wysusza powietrze w klimatyzowanych pomieszczeniach i naładowuje je jonami dodatnimi. Oczywiście nie mam na myśli kosztownego „Full Air Conditioning“, stabilizującego także wilgotność i jonizację powietrza.

Biorąc pod uwagę powyższe spostrzeżenia, mam wrażenie, że warto zająć się budową prostego i taniego układu, bazującego na konstrukcji naszej lampy plazmowej, który miałby za zadanie wytwarzanie jonów ujemnych i nasywanie nimi powietrza. Ze względu na pozytywne skutki działania takiego urządzenia dla naszego nastroju, można nazwać ten układ *generatorem euforii*. Popatrzmy zatem na **rys. 2**, na którym widoczny jest przerobiony nieco schemat zasilacza lampy plazmowej. Zmiany są niewielkie: do układu dodany został element prostowniczy D1, będący w rzeczywistości kilkoma diodami połączonymi szeregowo dla uzyskania odpowiednio wysokiego napięcia przebicia. Jako D1 można także zastosować goto-

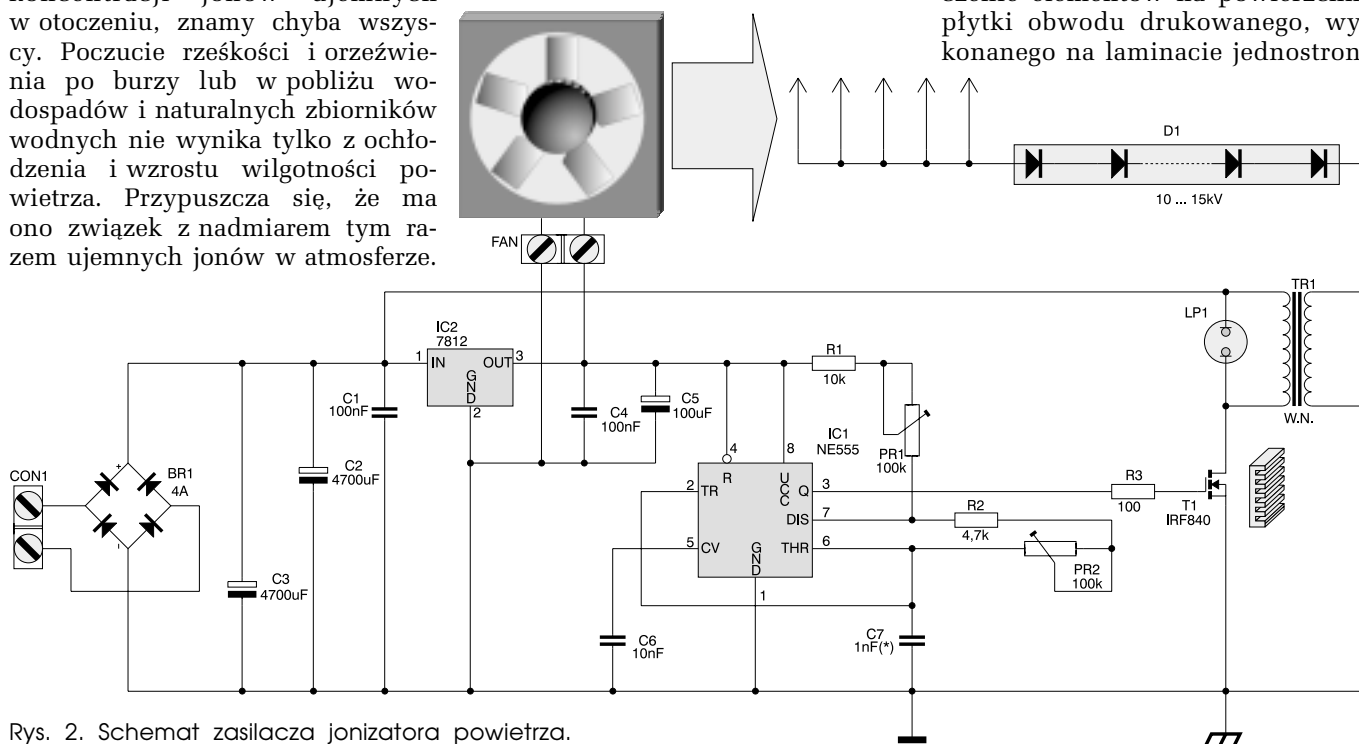
wy element: prostownik napięcia zasilania kineskopu.

Ujemne napięcie o wartości ok. 10kV dostarczane jest do kilku elektrod mających kształt zaostzonych igieł. Silne pole elektryczne powoduje jonizację powietrza, a w efekcie umożliwia wytworzenie jonów ujemnych. Swobodne ładunki elektryczne rozprzestrzeniają się we wszystkich kierunkach. Po przebyciu niewielkiego dystansu zderzają się z molekułami powietrza i jonizują je. Jonizacji podlegają także cząsteczki tlenu, które przekształcają się w ozon (trójatomowe cząsteczki tlenu, O_3). Potencjał nie jest wysoki, więc ilość ozonu jest niewielka. Mimo wszystko nie zalecam stosowania jonizatora w otoczeniu osób chorych na astmę. Nie należy też umieszczać urządzenia zbyt blisko ludzi przebywających w pomieszczeniu, gdyż nawet mała ilość tego bardzo aktywnego chemicznie gazu może podrażnić system oddechowy.

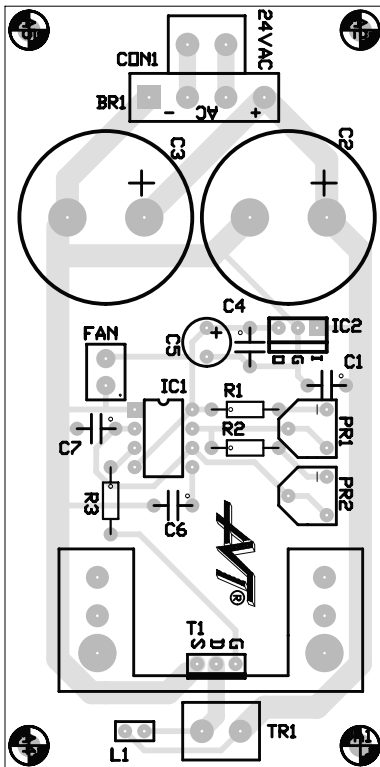
Jonizator pełni jeszcze inną funkcję: swobodne elektrony nie tylko jonizują powietrze, lecz także nadają ładunek elektryczny kurzowi. Naładowane cząsteczki gromadzą się na jonizatorze i w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

Montaż i uruchomienie

Na **rys. 3** pokazano rozmieszczenie elementów na powierzchni płytki obwodowej drukowanej, wykonanej na laminacie jednostron-



Rys. 2. Schemat zasilacza jonizatora powietrza.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

nym. Montaż układu wykonujemy typowo, rozpoczynając od wlutowania w płytke elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych i tranzystorze mocy wraz z radiatorem. Tylko ta ostatnia czynność wymaga bardziej szczegółowego omówienia.

Tranzystor T1 musimy najpierw prowizorycznie (niezbyt mocno) przykręcić do radiatora, nie zapominając o zastosowaniu pasty silikonowej zmniejszającej oporność cieplną na styku tranzystora z radiatorem. Następnie końcówki tranzystora i kołki ustalające położenie radiatora wkładamy w otwory przeznaczonych dla nich punktów lutowniczych i starannie lutujemy. Ostatnią czynnością będzie mocne przykręcenie tranzystora do radiatora. Taka kolejność montażu pozwala na uniknięcie naprężeń termicznych, które mogłyby w szczególnych przypadkach doprowadzić do uszkodzenia końcówek tranzystora.

Przejdźmy teraz do ostatniej czynności przed uruchomieniem układu i umieszczeniem go w eleganckiej obudowie: do przeróbki transformatora wysokiego napięcia. Trudno mi tu podać szczegółowy opis tej czynności, ponie-

waż nie wiem, jakimi transformatorami będziecie dysponować. W układzie prototypowym zastosowałem transformator wymontowany ze „śmietnikowego“ telewizora o marce trudnej do zidentyfikowania, najprawdopodobniej z VELI. Po rozebraniu transformatora na elementy pierwsze usunąłem wszystkie uzwojenia pierwotne, a na ich miejsce nawinałem nowe, składające się z 10 zwojów drutu o przekroju 1 mm². Następnie transformator należy starannie zmontować z powrotem, a jego uzwojenie niskonapięciowe dołączyć do złącza na płytce obwodu drukowanego.

Układ zmontowany z dobrych elementów „odpala“ natychmiast, co nie oznacza, że nie musi zostać wyregulowany. Regulację wykonujemy „na czucie“, kierując się uzyskaniem maksymalnego natężenia wyładowań elektrycznych w dołączonej do uzwojenia wtórnego transformatora W.N. żarówce (może to być nawet przepalona żarówka!). Najpierw za pomocą potencjometru montażowego PR2 staramy się uzyskać najbardziej odpowiednie wypełnienie impulsów, a później potencjometrem PR1 ustalamy optymalną częstotliwość pracy generatora. Efektem kilkukrotnie powtórzonej regulacji powinny być piękne, wijące się wewnątrz żarówki wyładowania elektryczne.

Podczas ostatecznego montażu układu w przewidzianej dla niego obudowie należy pamiętać, aby połączenie pomiędzy wtórnym uzwojeniem transformatora wysokiego napięcia a żarówką wykonać przewodem w odpowiednio grubej izolacji. Najodpowiedniejszy byłby tu odcinek przewodu w izolacji teflonowej, służącego do łączenia świec w silniku samochodowym z kopułką rozdzielacza.

Zajmijmy się teraz drugą wersją układu: generatorem jonów ujemnych. Jego wykonanie jest równie proste, jak naszej lampy plazmowej. Różnice wystąpią jedynie w sposobie przeróbki transformatora i dodaniu trzech dodatkowych elementów: prostownika wysokiego napięcia (także od telewizora), rzędu prostych do wykonania igieł i małego wentylatora. Transformator wysokonapięciowy przerabiamy podobnie jak w układzie lampy plazmowej,

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

PR1, PR2: potencjometr montażowy miniaturowy 100kΩ
R1: 10kΩ
R2: 4,7kΩ
R3: 100Ω

Kondensatory

C1, C4: 100nF
C2, C3: 4700µF/50V
C5: 100µF/16V
C6: 10nF
C7: 1nF (ewentualnie dobrać podczas regulacji układu)

Półprzewodniki

BR1: mostek prostowniczy 4A
IC1: NE555
IC2: 7812
T1: IRF840

Różne

2 złącza ARK2
1 złącze ARK2 (3,5mm)
transformator wysokonapięciowy od telewizora (nie wchodzi w skład kitu)

z tym, że nawijamy jako uzwojenie pierwotne ok. 30..40 zwojów drutu o przekroju 1mm².

Pewnym problemem może być wykonanie prostownika wysokiego napięcia. Najprostsze będzie wykorzystanie dwóch połączonych ze sobą prostowników, stosowanych w układach zasilania kineskopu telewizora. W przypadku trudności ze zdobyciem tych elementów można użyć 20 diod typu 1N4007 połączonych ze sobą szeregowo i umieszczonych wewnątrz dość długiej rurki wykonanej z tworzywa sztucznego. Doskonale nadają się do tego celu przewody paliwowe lub od spryskiwaczy używane w samochodach.

Elektrody emitujące elektrony do atmosfery najlepiej zrobić z kilku - kilkunastu igieł krawieckich, w formie krótkiego grzebienia. Tak wykonany element należy umieścić w polu działania wentylatora, wewnątrz plastikowej obudowy, w której należy zrobić dwa spore otwory wentylacyjne.

Zbigniew Raabe, AVT
zbigniew.raabe@ep.com.pl

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.