

Wyłącznik sterowany światłem

Wyłącznik sterowany światłem nie jest nowym pomysłem, nie oznacza to jednak, że jest urządzeniem łatwym do nabycia w sklepach. Opisany układ został zbudowany w celu włączania o zmierzchu żarówki podświetlającej numer domu. Czytelnicy zapewne znajdą także inne jego zastosowania.

Sterownik ten może obsługiwać lampy o mocy do 500W, obciążenie musi jednak mieć charakter rzeczywisty, czyli mogą je tworzyć tylko lampy żarowe. Układ nie nadaje się do włączania lamp, w skład których wchodzi dławiki. Przełączenia następują w momencie przechodzenia napięcia przez zero, co minimalizuje zakłócenia radiowe.

Poziom oświetlenia, przy którym następuje włączenie lub wyłączenie oświetlenia jest ustalony, łatwo go jednak zmienić, ponieważ zależy od oporności jednego rezystora. Działanie układu podlega pewnej histerezie, co zapobiega częstym przełączeniom w pobliżu progowego poziomu

oświetlenia. Trzeba jednak zadbać o odseparowanie czujnika od światła sterowanych przez niego lamp.

Płytką drukowaną jest przewidziana do montażu w natynkowej puszcze do instalacji elektrycznych, z wykonanym w pokrywie otworem umożliwiającym oświetlenie fotorezystora. Jest to obudowa tania i estetyczna, przewidziana do umocowania na ścianie. Prototyp został umieszczony na framudze okiennej z fotorezystorem skierowanym na zewnątrz. W razie potrzeby zainstalowania na zewnątrz, lub w miejscu narażonym na wilgoć, należy użyć obudowy wodoszczelnej.

Układ działa pod napięciem groźnym dla życia. W razie wątpliwości co do swoich umiejętności i zdolności do utrzymania się niebezpieczeństwa, należy zasięgnąć porady osoby o odpowiednich kwalifikacjach i doświadczeniu.

Działanie układu

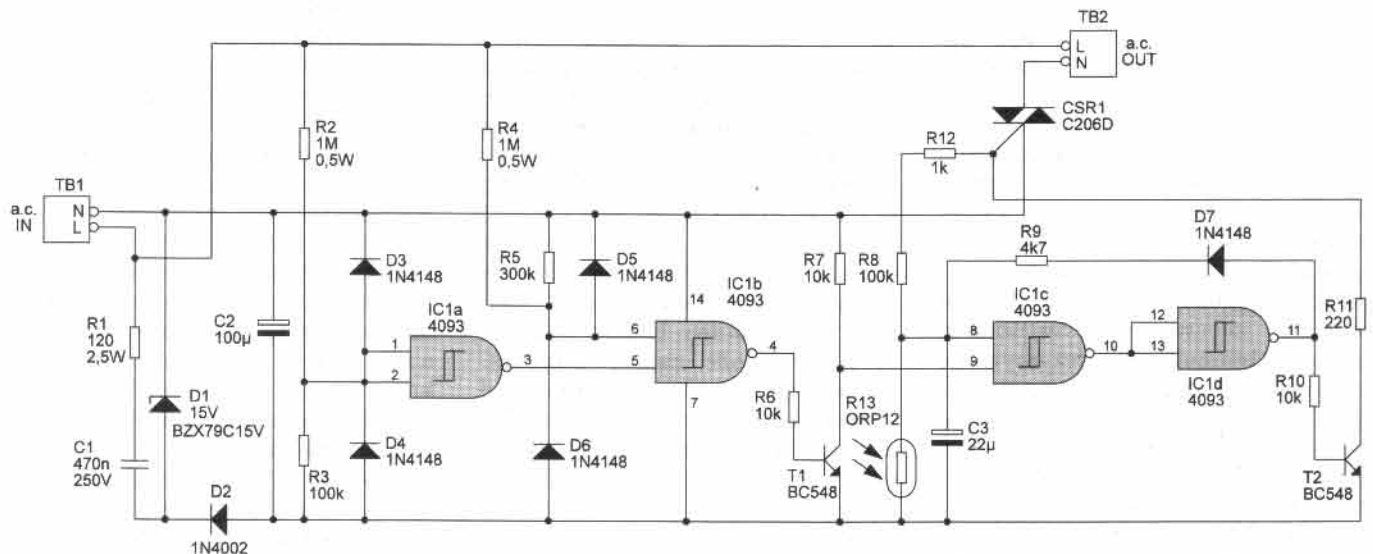
Schemat elektryczny wyłącznika sterowanego światłem jest przedstawiony na rys. 1. Niskie napięcie zasilające jest otrzymywane bez izolacji, bezpośrednio z sieci napięcia zmiennego. Napięcie to zostaje zredukowane na

kondensatorze C1 i rezystorze R1 oraz obcięte przez diodę Zenera D1 do -15V i +0,6V względem masy. Dzięki przesunięciu fazy wemu o 90° redukcja napięcia za pomocą kondensatora nie powoduje strat mocy rzeczywistej. W wyniku prostowania ujemnych półokresów przez diodę D2 na kondensatorze C2 powstaje wygładzone napięcie zasilające -15V.

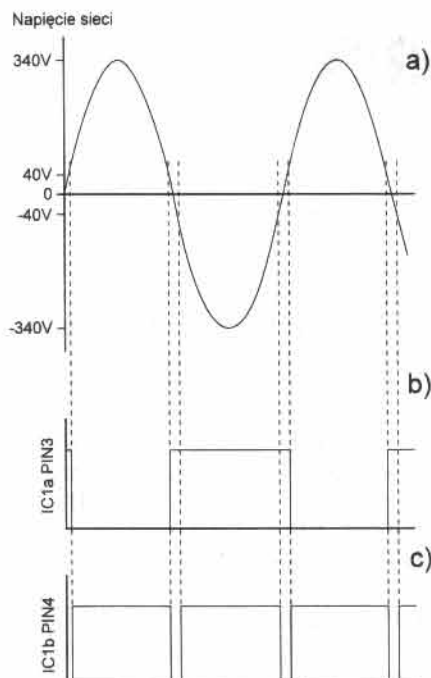
Kondensator C1 musi być elementem klasy X, przystosowanym do ciągłej pracy pod napięciem sieci napięcia zmiennego. Kondensatory takie są sprzedawane jako kondensatory przeciwzakłócenia. Zwyczajny kondensator wysokonapięciowy nie nadaje się do tego celu i nie należy go używać.

Rezystor R1 jest elementem przeciwudarowym, który ogranicza nagły wzrost prądu, gdyby układ został włączony w fazie bliskiej szczytowej wartości napięcia sieci. Powinien to być rezystor drutowy, odporniejszy na udary od węglowych czy metalizowanych.

Układ bramek NAND Schmitta, IC1a i IC1b, służy do generacji impulsów w momencie przejścia napięcia sieci przez zero. Przebiegi sygnału w tym układzie są



Rys. 1. Schemat wyłącznika sterowanego światłem.



Rys. 2. Przebiegi sygnałów w IC1a i IC1b.

pokazane na **rys. 2**. Wejścia 1 i 2 IC1a są utrzymywane przez rezystor R3 w stanie niskim, w wyniku czego wyjście 3 IC1a jest w stanie wysokim. Gdy napięcie sieci (przebieg a) wzrośnie powyżej około +40V, napięcie docierające do wejść bramki IC1a przekroczy próg wyzwalania, i wyjście 3 przerzuci się do stanu niskiego. Gdy napięcie wejściowe obniży się z powrotem poniżej progu +40V, to wyjście 3 IC1a przerzuci się z powrotem do stanu wysokiego (przebieg b). Diody D3 i D4 obcinają przebieg wejściowy do poziomów napięcia zasilania i chronią IC1 przed zbyt dużymi sygnałami wejściowymi. Przerzutniki Schmitta w IC1 zapewniają niezawodne przełączanie.

Obwód wejścia 6 IC1b jest podobny, ale jest ono utrzymywane przez rezystor R5 na poziomie wysokim. Bramka ta działa zatem w czasie ujemnych półokresów napięcia sieci. Zróżnicowanie oporności rezystorów R3 i R5 wynika z faktu, że napięcie wejściowe jednej z bramek jest utrzymywane na poziomie masy, a drugiej 15V poniżej poziomu masy. Drugie wejście IC1b, końcówka 5, jest połączone z wyjściem 3 IC1a, zatem bramka ta sumuje sygnały obu półokresów sieci. Przebieg na wyjściu 4 IC1b jest pokazany na **rys.**

2c. Sygnał ten jest następnie odwracany przez tranzystor TR1, który dostarcza impulsów stanu wysokiego, zsynchronizowanych z przejściem napięcia sieci przez zero.

IC1c wraz z IC1d tworzą dwuwejściową bramkę AND. Wejście 9 tej bramki jest sterowane impulsami z TR1. Pojawiają się one na wyjściu 11 IC1d tylko wtedy, gdy napięcie na wejściu 8 jest wyższe od połowy napięcia zasilającego. Zaś napięcie na wejściu 8 jest zależne od oświetlenia fotorezystora R13.

Fotorezystor R13 jest czujnikiem światła, o oporności malejącej ze wzrostem oświetlenia. W jaskrawym świetle oporność fotorezystora może spaść nawet do 100Ω, a w ciemności osiągnąć 10MΩ. Dzielnik napięcia R8-R13 wyznacza napięcie wejścia 9 bramki IC1c, której stan zostaje przełączony, gdy oporność R13 zrównuje się z opornością R8. W razie potrzeby oporność tę można modyfikować, można też w szereg z R8 umieścić potencjometr montażowy, ale nigdy nie należy dokonywać tego pod napięciem. Napięcie dzielnika jest blokowane kondensatorem C3, aby uniemożliwić reagowanie układu na szybkie zmiany oświetlenia, powodowane na przykład przez przechodniów lub zwierzęta.

Gdy oświetlenie obniży się na tyle aby nastąpił przerzut, dodatni impuls z wyjścia 11 IC1d zostaje skierowany przez diodę D7 i rezystor R9 z powrotem do wejścia 8 IC1c. Wywołany tym wzrost napięcia wejściowego zostaje spowolniony przez kondensator C3. To sprzężenie zwrotne nadaje układowi histerezę, poziom oświetlenia, przy którym może nastąpić ponowne wyłączenie staje się wyższy niż poziom przy którym nastąpiło włączenie. Dzięki temu, nawet jeżeli nieco światła włączonych lamp dotrze do czujnika, nie spowoduje to wyłączenia układu. Jeżeli jednak czujnika przez lampy będzie większe, to układ może zacząć migotać.

Dodatni impuls z wyjścia IC1d, wzmocniony przez tranzystor TR2, w krótkim przedziale czasu wokół przejścia napięcia sieci przez zero wyzwala triak CSR1. Przewodzi on do momentu, w którym przepływający przez niego prąd

w trakcie następnego przejścia napięcia przez zero obniży się poniżej minimalnego natężenia. Jeżeli poziom oświetlenia fotorezystora nadal jest niski, to triak zostanie wtedy ponownie wyzwolony.

System ten z obciążeniem indukcyjnym nie będzie jednak działał poprawnie z powodu przesunięcia fazy prądu względem napięcia.

Montaż

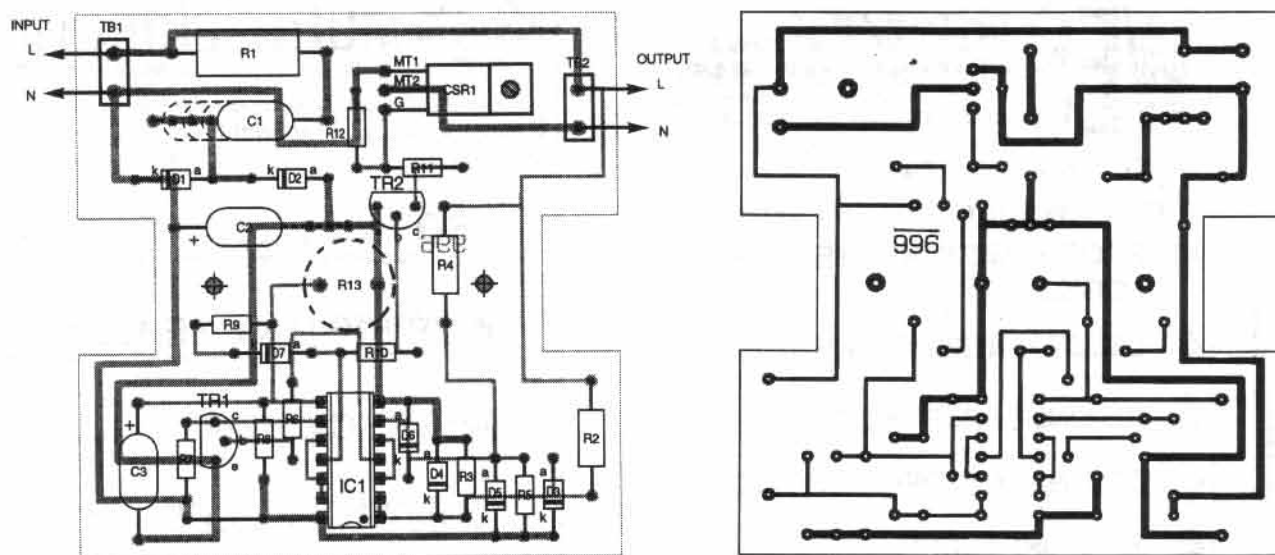
Montaż układu na gotowej płycie drukowanej jest bardzo prosty. Na **rys. 3** pokazano mozaikę ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Kolejność montażu jest dowolna. Warto zalecić użycie podstawki pod układ scalony, który wstawia się dopiero po sprawdzeniu całego układu. Dla kondensatorów C1 i C2 przygotowano po kilka otworów dla ułatwienia użycia różnych ich rozmiarów. Triak CSR1 przykręca się do płytki za pomocą wkręta M3 z nakrętką. Bloki zaciskowe TB1 i TB2 należy umieścić na płycie ze skierowanymi na zewnątrz otworami na przewody. Fotorezystor R13 montuje się na płycie od strony przewodów, przylutowanie jego należy jednak odłożyć do ostatecznego montażu płytki w puszcze.

Zmontowaną płytkę trzeba sprawdzić bardzo starannie, zwłaszcza R1, D1, D2 i C2. Pomyłka w tego rodzaju układzie zasilania z sieci po włączeniu może wywołać okropne skutki!

Front obudowy tworzy pokrywa puszki. Otwór w pokrywie trzeba wiercić ostrożnie, na wolnych obrotach lub ręczną wiertarką, aby nie pękła, materiał ten bywa kruchy.

Tyłną część obudowy stanowi pojedyncza puszka natynkowa o standardowej wysokości 25mm (na głębokość gniazdka). Przed zakupem należy upewnić się, że posiada dwa nagwintowane gniazda na wkręty mocujące pokrywę, a nie cztery w narożach. W ściankach puszki trzeba będzie wylamać jedno lub dwa wyprowadzenia na kable.

Nic nie wymaga regulacji, więc sprawdzenie polega tylko na stwierdzeniu, czy układ działa. Trzeba pamiętać, że cała płytka



Rys. 3. Mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów.

jest połączona z siecią elektryczną, grozi więc śmiertelnym porażeniem.

Przed połączeniem z siecią płytkę należy umieścić w obudowie. Do złącza TB1 (faza od strony brzegu płytki) trzeba przykręcić odcinek dwuprzewodowego

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

jeśli nie podano inaczej 0,25W, 5%

R1: 120Ω, 2,5W, drutowy

R2, R4: 1MΩ, 0,5W

R3, R8: 100kΩ

R5: 330kΩ

R6, R7, R10: 10kΩ

R9: 4,7kΩ

R11: 220Ω

R12: 1kΩ

R13: fotorezystor ORP12

Kondensatory

C1: 470nF/250V klasy X

C2: 100μF/25V, leżący

C3: 22μF/25V, leżący

Półprzewodniki

D1: BZX79C15, dioda Zenera

D2: 1N4002, prostownicza

D3...D7: 1N4148, sygnałowa

TR1, TR2: BC548, npn

CSR1: C206D, triak

IC1: 4093, poczwórna 2-wejściowa bramka NAND Schmitta, CMOS

Różne

TB1, TB2: 2-stykowy blok zaciskowy do druku, na napięcie sieci

płytki drukowanej kod 966

puszka z pokrywą

wtyczka sieciowa z uzziemieniem

3-żyłowy przewód sieciowy

kabla z wtyczką). Do TB2 w podobny sposób drugi odcinek, co najmniej 1-metrowy, zakończony oprawką żarówki, do której należy wkręcić żarówkę 60W. Żarówkę trzeba odsunąć na maksymalną odległość od fotorezystora.

Pozostaje teraz włączenie całości do sieci, najlepiej przez wyłącznik nadmiarowy (na przykład przeznaczony do narzędzi elektrycznych). Na szczęście nic strasznego się nie stało!

Jeżeli teraz zasłonić ręką fotorezystor, to po kilku sekundach lampa powinna się zaświecić. Po usunięciu ręki powinna zgasnąć. I to wszystko.

Instalacja

Instalacja zależy od przeznaczenia układu. Prototyp został przymocowany do kawałka deski wraz z gniazdkiem. Do jego połączenia z siecią użyto trójprzewodowego przewodu z wtyczką. Fazę i zero doprowadzono do układu, a ziemię bezpośrednio do gniazdka. Gniazdko zaś zostało połączone z wyjściem układu. Należy użyć gniazdka z uzziemieniem, nawet jeżeli obciążenie nie wymaga uzziemienia. W przyszłości ktoś może przyłączyć obciążenie wymagające uzziemienia.

Prototyp przymocowano do framugi okna od strony wewnętrznej, a przewód wyjściowy wprowadzono przez otwór na zewnątrz do choinki. Przepisy nie zezwalają na włączenie układu na stałe w domową instalację elekt-

ryczną. Obciążenie włączane przez wyłącznik nie może być uważane w stanie odłączenia za bezpieczne, ponieważ rozłączaniu podlega wyprowadzenie masy a nie fazy. Rozwiązanie takie zmniejsza różnicę napięcia pomiędzy układem a ziemią, ale upływ przez zablokowany triak może wystarczyć do porażenia. Wszelkich czynności przy obwodzie elektrycznym układu i obciążenia wolno dokonywać tylko po całkowitym odłączeniu od sieci.

Wyłącznik (fotorezystor) należy umieścić poza zasięgiem światła lamp przez niego sterowanych, na przykład od innej strony budynku. W lampach ulicznych czujnik światła montuje się od góry, podczas gdy lampa świeci w dół.

Do montażu na zewnątrz układ wymaga hermetycznej obudowy wodoszczelnej z uszczelnionymi wprowadzeniami kabli, proponowana nadaje się tylko do wnętrza. Płytki drukowanej układu nie może zawilgnąć. Trudności może wywołać konieczność zapewnienia dostępu światła do fotorezystora, przezroczysta pokrywa jest wtedy konieczna.

Paul Stenning, EwPE

**) W Wielkiej Brytanii każda wtyczka sieciowa mieści bezpiecznik. W Polsce bezpiecznik na płytce drukowanej okazuje się konieczny (przyp. tłum.).*

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika „Everyday with Practical Electronics“.