



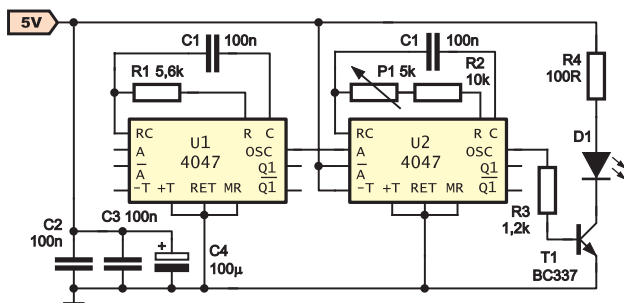
CMOS-owy w(y)łącznik światła

Układ ten służy do włączania i wyłączania światła, bez konieczności klaskania, tupania czy wydawania innych odgłosów, a nazwa „CMOS-owy” wzięła się stąd, że praktycznie cały układ jest na bazie układów cyfrowych CMOS rodziny 4000. Po prostu przy przejściu między nadajnikiem a odbiornikiem układ załącza lub rozłącza przełącznik, który jest włączony w obwód z żarówką. Układ ma trzy zadania: odróżnia wchodzenie i wychodzenie, liczy ile osób znajduje się w pomieszczeniu oraz rozpoznaje czy na zewnątrz jest ciemno czy jasno, po to, aby nie zapalać niepotrzebnie światła w dzień. Ma do tego bardzo ważną zaletę, można kilka takich włączników połączyć w sieć, po to, aby w całym domu światło włączało się automatycznie.

Opis układu

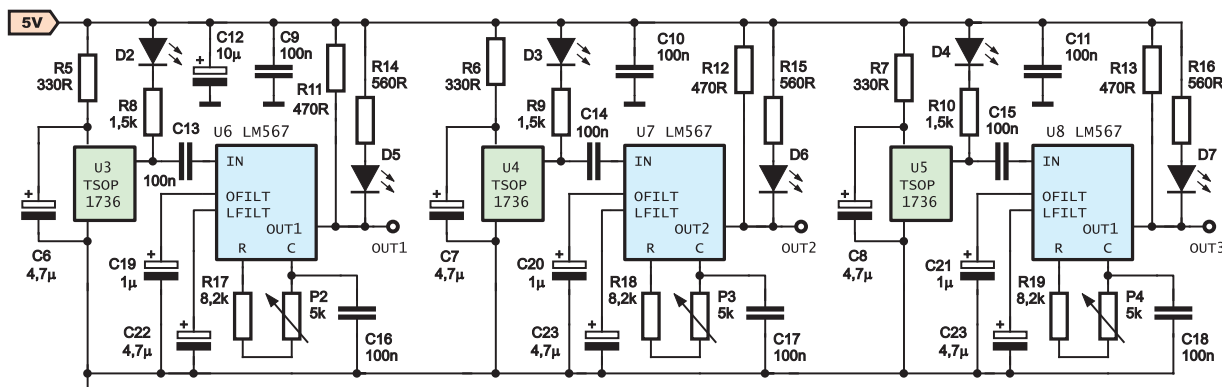
Włącznik składa się z nadajnika, odbiornika i układu przełączającego, który odpowiednio przetwarza pochodzące od niego sygnały, oraz fotorezystora, który musi być zamontowany w odpowiednim miejscu, ale o tym w dalszej części artykułu. Nadajnik (**rysunek 1**) jest złożony z dwóch układów scalonych 4047 (U1, U2). U2 wytwarza przebieg prostokątny o częstotliwości 36kHz, który trzeba odpowiednio wyregulować potencjometrem P1 i jest on modulowany przebiegiem z drugiego generatora U1 o częstotliwości około 800Hz w taki sposób, że powstają tylko krótkie impulsy. Do obwodów RC w generatorach użyłem jednopiętowych rezystorów R1 i

tokątny o częstotliwości 800Hz, co będą wskazywać diody LED D2-D4 gdy są oświetlane przez nadajnik lub stan wysoki – gdy są zasłonięte. Sygnały z wyjść U3-U5 trafiają na wejścia U6-U8. Stany na wyjściach czujników U3-U5 w czasie przechodzenia między nadajnikiem a odbiornikiem pokazuje **tabela 1a**. Jak widać, wchodzenie i wychodzenie jest względem siebie częściowo symetryczne, dlatego układ w większości też jest symetryczny. Aby rozwiązać problem rozpoznawania przejścia w jedną od przejścia w drugą stronę, musiałem się skupić na kolumnie 2 i 3 oraz 5 i 6 tabeli 1a, ponieważ tylko one różnią się od siebie. U6-U8 należy wyregulować potencjometrami P2-P4 w taki sposób, że gdy na ich wejściach jest podawany przebieg prostokątny o częstotliwości 800Hz to na wyjściach powinien występować stan niski, co zasygnalizują diody LED D5-D7. Natomiast gdy na wejściu jest stan wysoki to na wyjściu także pojawia się stan wysoki. Tu także zastosowałem jednopiętowe rezystory R18-R20 oraz kondensatory MKT C17-C19. Można zauważyć, że diody D2-D4 i D5-D7 podczas wchodzenia i wychodzenia będą gasnąć i zapalać się w tym kierunku, w którym przechodzimy.



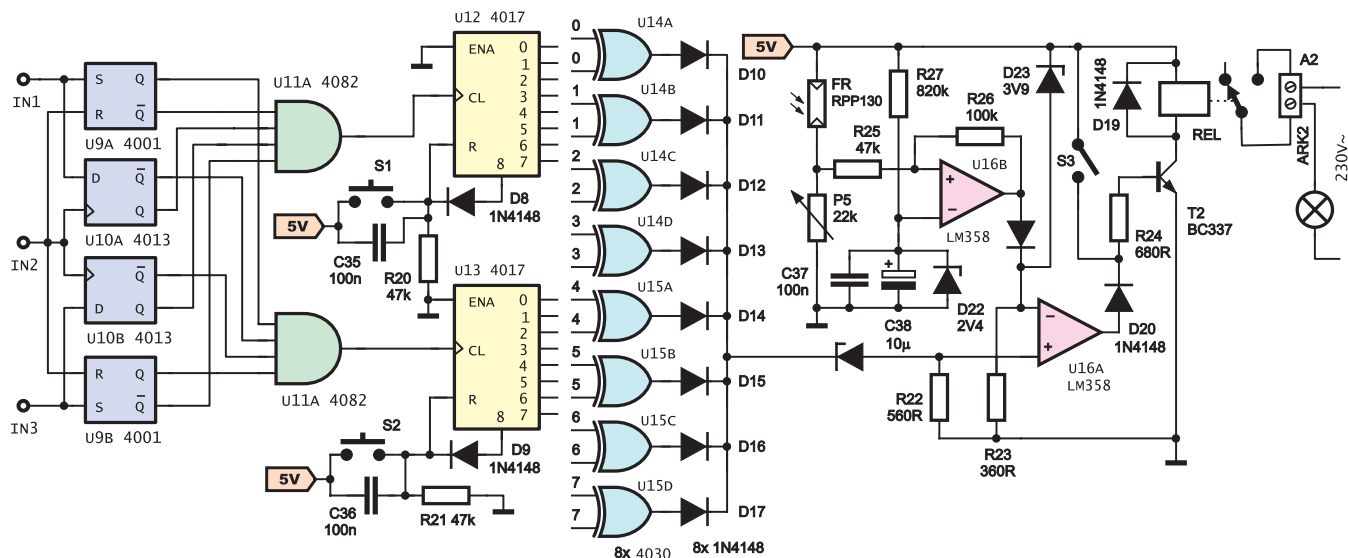
Rys. 1 Schemat ideowy nadajnika

Rys. 2 Schemat ideowy odbiornika



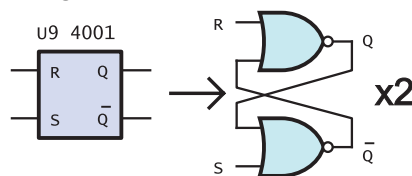
Stany na wyjściach U6-U8 pokazuje tabela 2. Taka budowa nadajnika i odbiornika jest prawie identyczna, jak w kicie AVT-2482. Jest to spowodowane tym, że nie znam lepszego sposobu na przesłanie sygnału za pomocą podczerwieni, co w tym przypadku jest nie do zastąpienia, a później na jego przetworzeniu i uzyskaniu tylko stanów wysokiego i niskiego. W moim układzie jednak nie to jest najważniejsze, ponieważ jest to tylko efekt uboczny zapotrzebowania na „czyste” stany logiczne. Sygnały z trzech wyjść odbiornika OUT1-OUT3 podawane są na wejścia układu przełączającego IN1-IN3 (rysunek 3), który jest mózgiem całego projektu. W tym miejscu nie ma sensu żebym przepisywał książkę, albo zawile tłumaczył, w którym momencie i w jaki sposób przełączają się kolejne przerzutniki. Proponuję natomiast samodzielnie przeanalizować współdziałanie układów U9-U11, a najlepiej zrobić to na dowolnym symulatorze, ponieważ jeżeli chodzi o układy logiczne to symulacja niewiele się różni od rzeczywistości. Jedno co chciałbym dodać to, że przerzutniki RS U9A i U9B są zrobione na bramkach NOR (rysunek 4), a więc jeśli na obu wejściach występuje stan wysoki to na obu wyjściach jest stan niski. Ogólna zasada działania jest taka, że w czasie przechodzenia w jedną stronę na wyjściu U11A pojawia się stan wysoki, natomiast w drugą na wyjściu U11B. Zbocza rosnące powodują zliczanie U12 i U13. Wyjścia „8” połączone są z resetami po to, aby cykl zliczania się powtarzał. Dołączyłem także automatyczne resety zrobione z C35 i R20 oraz C36 i R21, po to aby w przypadku chwilowego braku zasilania układ resetował się sam. Poza tym wszystkim zastosowałem resety mechaniczne S1 i S2 zrobione z microswitchy po to aby w razie błędu układu, co jest mało prawdopodobne, można było samemu zresetować cały układ, bez konieczności chwilowego odłączenia

Rys. 3 Układ przełączający



zasilania. Na wyjściach liczników znajdują się bramki EX-OR, które porównują stany na nich występujące, w taki sposób że każda bramka łączy te same wyjścia z dwóch liczników 0-0, 1-1 itd. Jeśli wszystkie wyjścia mają między sobą taki sam stan, to na wyjściach U14 i U15 także występuje stan niski, co oznacza że liczba wejść i wyjść jest równa i w pomieszczeniu nikogo nie ma. Wystarczy że liczba wejść i wyjść będzie się różniła tylko o jeden, a na wyjściach dwóch bramek pojawią się stany wysokie, które podane zostaną na wejście nieodwracającego komparatora U16A. Na wyjściu komparatora pojawi się wtedy stan wysoki, otwierając tranzystor T2 i włączając przekaznik REL, ale tylko wtedy gdy jest już ciemno. Gdy jest jasno światło nie zapali się ponieważ na wejściu odwracającym U16A znajduje się wyjście drugiego komparatora U16B z przerzutnikiem Schmitta. Na wejściu nieodwracającym U16B znajduje się dzielnik napięciowy zrobiony z fotorezystora FR i potencjometru P5, którym możemy ustawiać kiedy ma

Rys. 4 Przerzutnik RS na bramkach NOR



a)

	Wejście →				← Wyjście		
Czujnik 1				H	H	H	
Czujnik 2			H	H	H	H	
Czujnik 3		H	H	H			

b)

Czujnik 1		H
Czujnik 2	H	
Czujnik 3		H

Tab. 1 Przedstawienie zmian stanów na wyjściach U3-U5

Tab. 2 Przedstawienie zmian stanów na wyjściach U6-U8

	Wejście →				← Wyjście		
OUT1	L	L	L	H	H	H	L
OUT2	L	L	H	H	H	L	L
OUT3	L	H	H	H	L	L	L

się włączać światło. Natomiast na odwracającym dioda Zenera D22, która stabilizuje napięcie 2,4V. Jeśli jest jasno fotorezystor ma małą rezystancję i napięcie na wejściu nieodwracającym jest większe od napięcia na odwracającym. Wtedy na wyjściu pojawi się stan wysoki, który uniemożliwi podanie na bazę T2 przez U16A stanu wysokiego i włączeniu żarówki. Na wyjściu U16A występuje także przełącznik S3, który po przełączeniu uruchamia na stałe przekaznik. W takim położeniu, jeśli z żarówką połączylibyśmy szeregowo zwykły wyłącznik klawiszowy na 230V, można by było przejść na tryb ręczny

go włączania i wyłączania światła, bez względu na to czy jest ciemno czy jasno. Na koniec chciałbym dodać, że w układzie występuje duża liczba układów scalonych, a niektóre ze ścieżek są dosyć długie, dlatego zastosowałem trzy kondensatory odprężające o pojemności 10μF i 100nF na każdy układ.

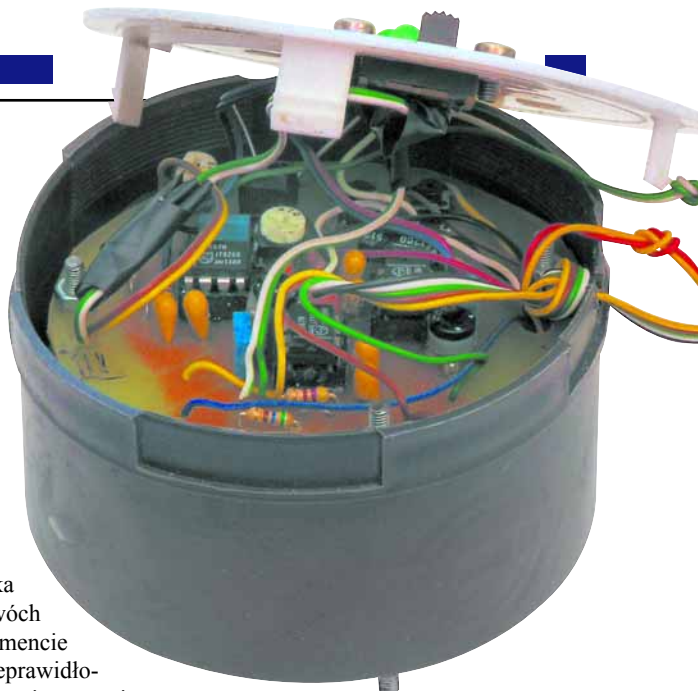
Zalety i ograniczenia

Układ takiego włącznika z pewnością można wykonać przy pomocy procesora, co bardzo uprościłoby całe urządzenie, ale to jedyna przewaga procesora nad układami CMOS. Natomiast układ zrobiony przeze mnie ma takie zalety jak: niska cena i łatwa dostępność układów cyfrowych, nie musimy posiadać komputera, odpowiednich programów ani urządzenia programującego. Nawet nie musimy dokładnie rozumieć zasady działania takiego układu, żeby go wykonać i użytkować. Natomiast w przypadku procesora trzeba znać przynajmniej podstawy, żeby móc chociaż przepisać odpowiedni listning. Niektórzy Czytelnicy zadają już sobie pytanie dlaczego zastosowałem trzy czujniki podczerwieni zamiast dwóch, przecież dałoby się zbudować taki włącznik tylko z dwoma a przy tym byłby tańszy i prostszy. Racja, zrobiłem taki układ i działał, ale trzeba wziąć pod uwagę, że osoba przemieszczająca się z jednego pomieszczenia do drugiego, nagle w przejściu może zmienić zdanie i postanowi zawrócić. Wtedy powstanie kilka kombinacji stanów na wyjściach czujników zależnych od tego, w którym momencie ta osoba zawraca do pomieszczenia, w którym się przed chwilą znajdowała. Taki układ mógłby nieprawdopodobnie zareagować dopóki cykl przejścia nie będzie zakończony, tak jak w tabeli 1a. Dlatego zastosowałem trzy czujniki, pomimo tego, że powstało jeszcze więcej kombinacji stanów ich wyjść, to układ działa bezbłędnie w każdej sytuacji z jedną osobą w przejściu, pomijając oczywiście stany wyjść czujników jak w tabeli 1b, ponieważ takie sytuacje nie mogą zaistnieć w przypadku normalnego i zdrowego człowieka. Także szybkość poszczególnych układów scalonych w ogóle nie ma wpływu na działanie układu. Układ ma dwa ograniczenia, ale jedno z nich w prosty sposób można zlikwidować. Pierwszym ograniczeniem jest liczba osób, które mogą wejść do jednego pomieszczenia. Układ ten może zliczyć tylko do siedmiu osób, co jest spowodowane liczbą wyjść układów U12, U13 i oznacza maksymalną różnicę między wyjściami odpowiadającymi za sterowanie U14-U15. Jeśli wejdzie ósma osoba zgaśnie światło, ponieważ cykl zliczania zacznie się powtarzać. Aby powrócić do stanu z naliczonymi siedmioma osobami wystarczy, że ta „nadprogramowa” osoba opuści pomieszczenie. Taki układ ma 10 wyjść, w tym jedno potrzebne jest do połączenia z resetem po to, aby cykl zliczania się powtarzał, a jedno jest niewyko-

rzystane. Teoretycznie można wykorzystać „9” wyjście, ale uznałem to za nieopłacalne, ponieważ wtedy trzeba by zamontować dodatkowy układ scalony z bramkami EX-OR, przy czym tylko jedna bramka z czterech byłaby wykorzystana. Drugą sytuacją, której nie potrafiłem zlikwidować dotyczy przypadku dwóch lub więcej osób, każda z nich będzie musiała wtedy przechodzić pojedynczo, w przeciwnym razie układ może zliczyć kilka osób jako jedną. Przejście dwóch lub więcej osób w jednym momencie może też spowodować inną nieprawidłową reakcję np. światło w ogóle nie zostanie zapalone. Problem wydaje się niezbyt poważny w przypadku pomieszczenia z jednym wejściem, wtedy wystarczy, że osoby będą wchodzić jedna za drugą w odstępach około 20cm lub więcej. Natomiast w przypadku pomieszczeń wielowejściowych jest to dosyć poważna wada ze względu na to, że do pomieszczenia nie mogą wchodzić ani z niego wychodzić dwie osoby w jednym czasie nawet jeśli korzystają z oddzielnych przejść.

Montaż i uruchomienie

Elementy montujemy na 5 płytkach drukowanych, w tym 3 zaprojektowanych w taki sposób, żeby można było umieścić je w puszcze elektrycznej. Rysunki płytek w formacie PDF można ściągnąć z Elportalu EdW. Na płytkach zaznaczyłem dodatkowo otwory na przeprowadzenie przewodów łączących, co umożliwiło znaczne zmniejszenie rozmiarów płytek. Montaż proponuję zacząć standardowo od zwór i podstawek pod układy scalone a skończyć na wlutowaniu największych elementów (przełącznik, czujniki) i umieszczeniu w podstawkach układów scalonych. Przełącznik powinien być dobrany z zapasem jeśli chodzi o dopuszczalny prąd, ponieważ żarówka w chwili włączania ma małą rezystancję i płynie większy prąd niż w przypadku kiedy jest nagrzana. Jak już wspominałem, fotorezystor należy umieścić w specjalnym miejscu. W takim gdzie żadne źródło światła oprócz słonecznego nie będzie mieć wpływu na jego rezystancję. Pamiętajmy także, że nie możemy umieścić FR na zewnątrz, ponieważ czynniki atmosferyczne mogłyby doprowadzić do jego zniszczenia. Przyklejenie go do szyby i osłonięcie od strony pomieszczenia także nie jest dobrym pomysłem, ponieważ światło wychodzące na zewnątrz także ma na niego wpływ. Zrobiłem testy i zauważyłem, że jego wartość zmienia się w sposób wykładniczy tzn. im jest ciemniej na zewnątrz, tym zapalenie światła powoduje większą zmianę jego rezystancji. Fotorezystor musi mieć więc bar-



dzo

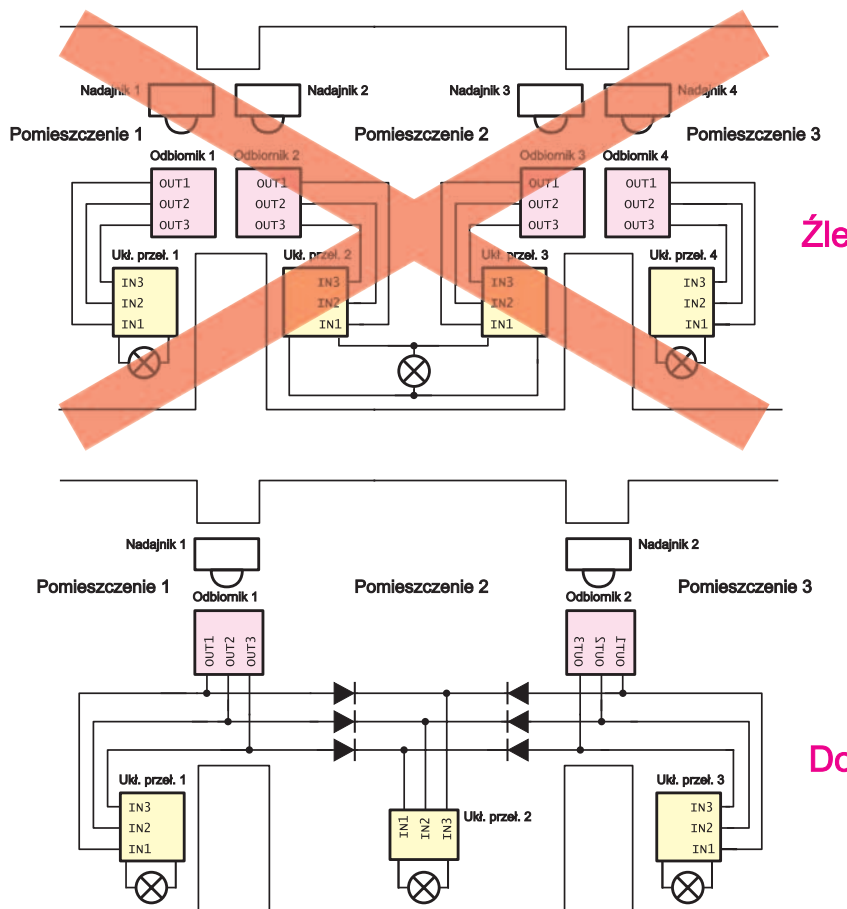
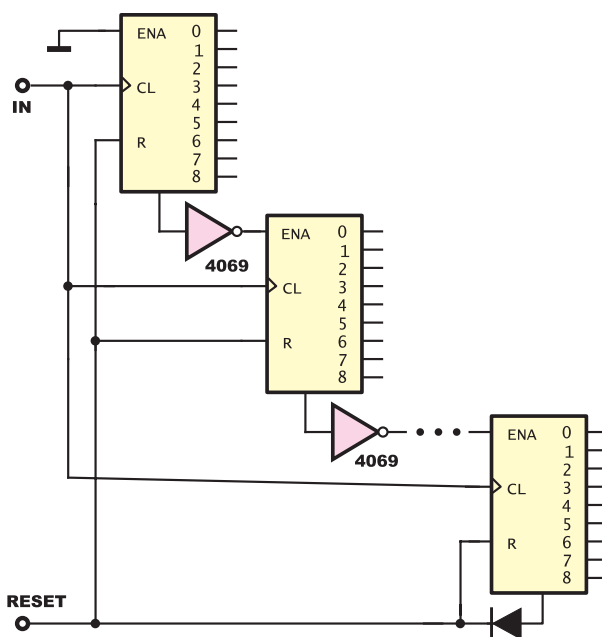
komfortowe warunki, dlatego sugeruję umieścić go jak najwyżej – może być na przykład blisko dachu, ale tak by go nie zasłaniał. Powinien być w specjalnej obudowie, która będzie zatrzymywać światło z pomieszczenia. Na szczęście fotorezystor włączony jest w takim miejscu, że można jeden dołączyć do kilku układów przełączających. Pamiętajmy jednak, że podłączenie kilku układów do jednego fotorezystora spowoduje, że kilka potencjometrów P5 będzie wtedy połączonych równolegle a ich rezystancja wypadkowa będzie mniejsza im więcej układów dołączymy. Nie jest to jednak dużym problemem, ponieważ mamy duży zakres regulacji, kiedy ma się zapalić światło. Jeśli układ działa jak należy, co można sprawdzić bez czekania na wieczór przekręcając potencjometr P5 w któreś ze skrajnych położeń, co z pewnością spowoduje zaświecenie żarówki, można wyregulować układ. Najlepiej to zrobić w chwili kiedy robi się ciemno, po prostu jak stwierdzimy, że w tym momencie powinno zapalać się światło to regulujemy potencjometrem. Jak żarówka się zaświeci od razu przestajemy kręcić potencjometrem i pozostawiamy go w takim położeniu. Od tej chwili układ będzie włączał światło zawsze w tym samym czasie – chodzi o to jak faktycznie jest ciemno na dworze a nie która jest godzina. Rano układ także sam wyłączy światło gdy zrobi się trochę jaśniej niż w przypadku włączania. Puszkę, w której znajduje się układ przełączający montujemy w taki sposób abyśmy mieli do niego dostęp na zewnątrz pomieszczenia, w którym znajduje się żarówka, którą steruje. Jeśli będziemy go resetować za pomocą przycisków S1 i S2 to wtedy nikt nie powinien znajdować się wewnątrz, ponieważ po zresetowaniu układ ma taki stan jak gdyby w środku nikogo nie było.

Odbiornik z nadajnikiem można zamontować na futrynie na przeciwko siebie, najlepiej na wysokości około 140cm lub po przekątnej,

Możliwości zmian

Rys. 5 Schemat blokowy połączenia kilku układów

Rys. 6 Schemat ideowy połączenia dodatkowych liczników

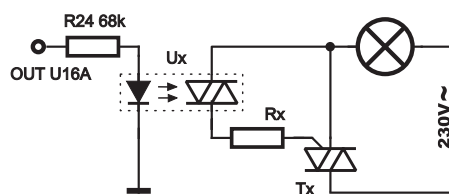


Wykaz elementów

R1	5,6k Ω 1%
R2	10k Ω 1%
R3	1,2k Ω
R4	100 Ω
R5-R7	330 Ω
R8-R10	1,5k Ω
R11-R13	470 Ω
R14-R16	560 Ω
R17-R19	8,2k Ω 1%
R20,R21,R25	47k Ω
R22	560 Ω
R23	360 Ω
R24	680 Ω
R26	100k Ω
R27	820 Ω
P1-P4	4,7k lub 5k Ω
P5	22k Ω

C1, C16-C18	100nF MKT
C2,C3, C9-C11,C13-C15,C28-C37	100nF
C4	100μF
C5	1nF MKT
C6-C8	4,7μF
C12,C25-C27,C38	10μF
C19-C21	1μF tantalowy
C22-C24	4,7μF tantalowy

D1	IRED nadawcza
D2-D7	LED
D8-D20	1N4148
D21, D22	Zenera 2V4
D23	Zenera 3V9
T1, T2	BC337
U1, U2	4047
U3-U5	TSOP1736 lub TFMS5360
U6-U8	LM 567
U9	4001
U10	4013
U11	4082
U12,U13	4017
U14,U15	4030
U16	LM 358
Inne		
S1, S2	microswitch
S3	dwupozycyjny
FR	RPP 130
A1	ARK2 (3,5mm)
A2	ARK2 (5mm)
REL	4A...16A/250V



Rys. 7 Schemat ideowy zmienionej końcówki sterującej

można wykonać układ z **rysunku 6** i wstawiając go w miejsce U12 i U13. Pamiętajmy, że trzeba zwiększyć przy tym liczbę bramek i diod na wyjściach, przy czym wejścia bramek nie łączymy między wyjścia kaskadowo połączonych liczników tylko między licznikami tych samych „poziomów”. Inna modyfikacja jaką możemy wprowadzić dotyczy zastosowania tego układu, przy którym przekładnik

mógłby się za szybko zużywać. Proponuję zrobić układ z optotriakiem i triakiem, taki jak na **rysunku 7**, przy czym rezystor R24 należy wymienić na 68 . Elementy Rx, Ux i Tx można dobrać dowolnie zależnie od potrzeb.

Michał Gołaszewski