

# Moduł zdalnego sterowania w podczerwieni, część 1

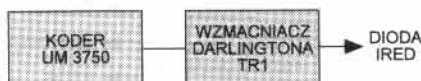
*Przedstawiony w artykule moduł pracuje w podczerwieni z kodowanym sygnałem i może zostać wykorzystany w systemach alarmowych, automatach do otwierania drzwi, układach sterujących oświetleniem itp. Możliwych zastosowań tego układu jest oczywiście znacznie więcej, a dzięki zastosowaniu sygnału kodowanego o dużej liczbie wariantów, łatwo jest wykorzystać kilka niezależnych torów tego typu w jednym pomieszczeniu.*

Niniejszy artykuł prezentuje projekt systemu zdalnego sterowania w podczerwieni i włączania urządzeń.

Najistotniejsze cechy rozwiązania to:

1. Zasięg rzędu kilku metrów.
2. Możliwość zasilania odbiornika z zasilacza sterowanego urządzenia.
3. Odbiornik nie reaguje na światło dzienne, oświetlenie pomieszczenia, inne nadajniki zdalnego sterowania itd.
4. Przenośny nadajnik jest niewielki.

Jednym z kłopotów towarzyszących uruchamianiu układów sterowania w podczerwieni jest trudność stwierdzenia, który z elementów systemu zawiódł - nadajnik czy odbiornik. Na szczęście większość Czytelników dysponuje pilotem nabytym wraz z np. telewizorem i choć pilot ten nie spowoduje zadziałania dekodera odbiornika, może być on z powodzeniem zastosowany do testowa-



Rys. 1. Schemat blokowy nadajnika do sterowania w podczerwieni.

nia czujnika optycznego i stopni wzmacniających. Omówienie systemu rozpoczniemy od omówienia nadajnika i kodera.

## Nadajnik podczerwieni

Zasadę działania nadajnika ilustruje schemat blokowy znajdujący się na rys.1. Układ zawiera koder, tranzystor Darlingtona dostarczającą prąd o odpowiednio wysokim natężeniu oraz zestaw trzech diod elektroluminescencyjnych, działających w podczerwieni.

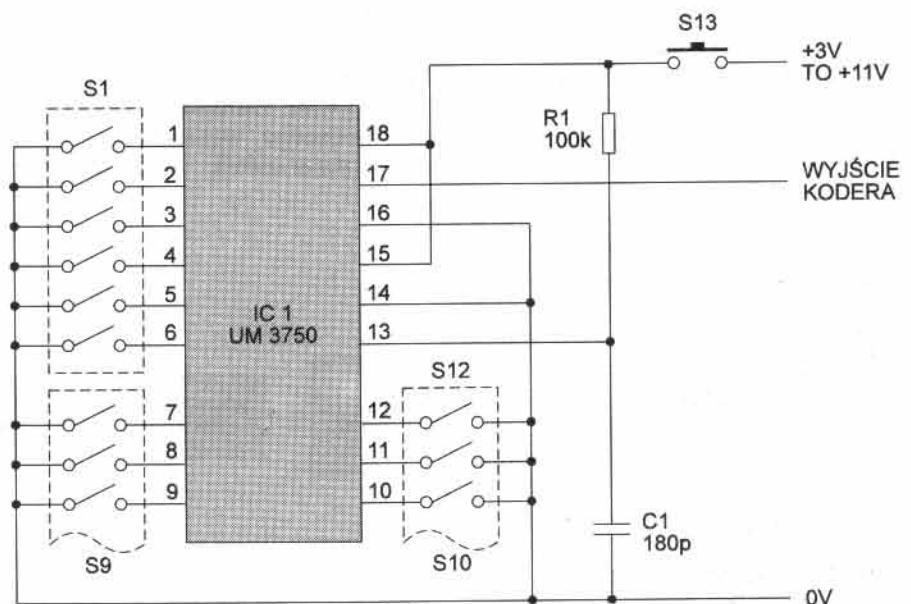
Wielu Czytelników posiada w domu co najmniej jeden, a często więcej systemów zdalnego sterowania, w związku z czym kodowanie i dekodowanie staje się niezbędne, by systemy te działały niezależnie od siebie. Kodowanie i dekodowanie ma jeszcze tę zaletę, że układ reaguje na pewien konkretny sygnał, nawet jeśli jest on słabszy niż sygnały pochodzące z innych źródeł.

Koder/dekoder UM3750 generuje kod zależny od stanu 12 wejść, które mogą być otwarte lub połączone z masą. Istnieje 4096

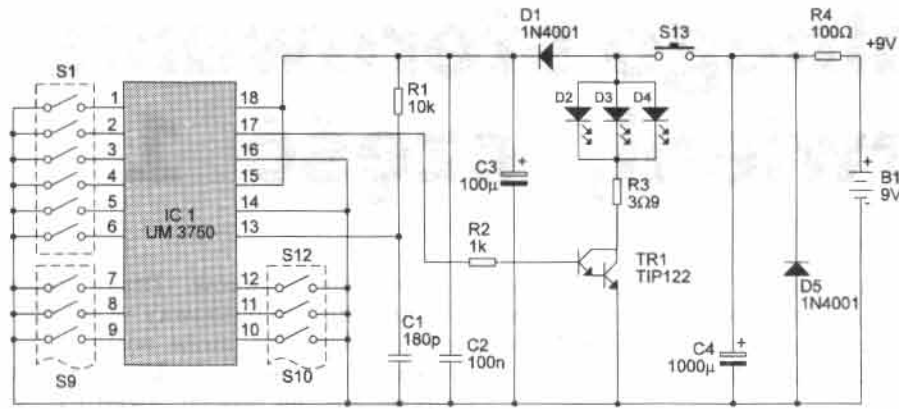
kombinacji stanów. Drugi układ UM3750, zamontowany w dekoderyze odbiornika może zostać ustawiony na taki sam kod i będzie reagował na sygnał świetlny po otrzymaniu tego właśnie kodu. Należy podkreślić, że system pracuje jednokanałowo (z jednym kodem) i może służyć do sterowania np. drzwi garażu lub zasłon. System może zostać rozszerzony do pracy wielokanałowej, jak to jest np. w przypadku pilota magnetowidu, ale wtedy należy zastosować inne, specjalizowane układy scalone.

Układ UM3750 można wykorzystać do sterowania drogą radiową, za pośrednictwem ultradźwięków lub w podczerwieni. Rys.2 przedstawia realizację procesu kodowania. Aby przesłać zakodowany sygnał, należy zewrzeć przełącznik chwilowy S13. Inne przełączniki widoczne na tym rysunku (S1 do S12) mogą być przełącznikami dwupozycyjnymi, mikroprzełącznikami scalonymi, można nawet zastąpić je zworami.

Podczas uruchamiania układu wprowadzenia 1 do 12 układu



Rys. 2. Schemat ideowy części generującej kod nadajnika. Kod ustalany jest przełącznikami S1-S12.



Rys. 3. Pełny schemat ideowy nadajnika do sterowania w podczerwieni. Przełączniki S1-S12 można zrealizować przy pomocy dwóch mikroprełączników scalonych.

IC1 mogą pozostać otwarte, jedynym powodem połączenia któregoś z nich z masą może być chęć uniknięcia przypadkowego uruchomienia urządzenia przez inny system zdalnego sterowania. Elementy C1 i R1 ustalają częstotliwość sygnału.

Zależnie od przyjętego sposobu sterowania i transmisji może zaistnieć potrzeba zmiany wartości R1 i C1. Należy wtedy bezwzględnie dokonać takich samych zmian w układzie dekodera w odbiorniku.

### Układ nadajnika

Pełny schemat nadajnika, zawierającego koder, tranzystor Darlingtona oraz rozwiązanie zapewniające ekonomiczne zużycie baterii przez emitowanie krótkotrwałego sygnału, przedstawiony jest na rys.3. Jako element Darlingtona można zastosować pojedynczy tranzystor npn Darlingtona (TIP121 lub TIP122), ewentualnie dwa tranzystory: BC184L (lub podobny) z tranzystorem mocy, np. TIP41A.

Rezystor R3, który ogranicza prąd diod D2-D4, ma niską rezystancję i dopuszczałby maksymalne natężenie prądu 1.8A. Ponieważ żadna bateria nie jest w stanie dostarczyć prądu o tak dużym natężeniu i żadna dioda LED nie może pracować przy takim natężeniu prądu, w układzie znajduje się dodatkowy rezystor R4 (100  $\Omega$ ), ograniczający natężenie prądu do około 100mA. To z kolei ograniczałoby maksymalny zasięg działania nadajnika, zastosowano więc kondensator C4 (1000 $\mu$ F). Po naciśnięciu przełącznika S13 przez

krótki okres czasu przez diody LED płynie z kondensatora prąd o wysokim natężeniu. Impuls prądowy jest zbyt krótki, by spowodować uszkodzenie układu, a jednocześnie zapewnia znaczne zwiększenie zasięgu nadajnika.

Elementy D1 i C3 zapewniają zasilanie układu koderu napięciem 9V nawet wtedy, gdy napięcie na kondensatorze C4 znacznie spada. Dioda D5 zapobiega zniszczeniu układu w razie przypadkowego odwrócenia polaryzacji zasilania - następuje zwarcie baterii przez rezystor i diodę. Jest to mniejsze zło niż uszkodzenie diod LED, kondensatora itd. Można byłoby wprowadzić zastosować diodę włączoną szeregowo między zasilanie a układ, ale wystąpiłby wówczas na niej spadek napięcia ograniczający moc doprowadzaną do diod LED.

### Odbiornik

Schemat blokowy odbiornika, zawierającego wzmacniacz, dekodery, przerzutnik monostabilny,

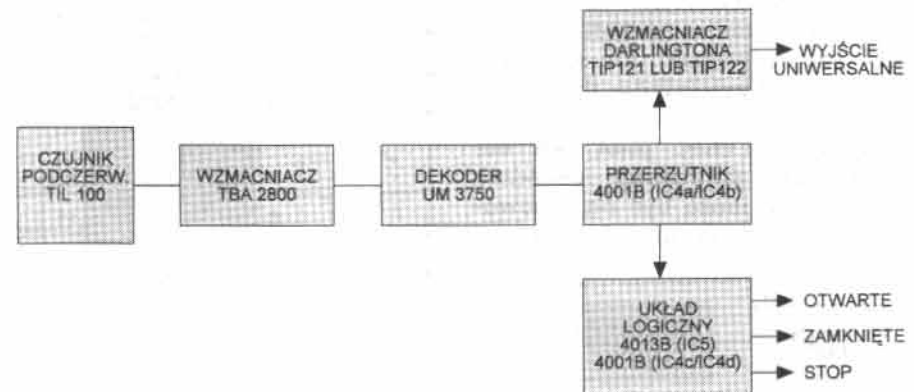
diodę LED sygnalizującą fakt odebrania sygnału oraz układ sterujący, przedstawiony jest na rys.4.

Układ sterujący przetwarza sygnały pochodzące z kolejnych transmisji na polecenia Rozsuń, Stop, Zasuń, Stop (polecenia dotyczą sterowania urządzeniem obsługującego zasłony). Oczywiście odbiornik może być wykorzystany do sterowania dowolnego urządzenia. Dioda sygnalizuje każdą transmisję. Sygnał Stop generowany jest co dwie transmisje, natomiast sygnał Otwórz (jego negację stanowi sygnał Zamknij) generowany jest co 4 transmisje.

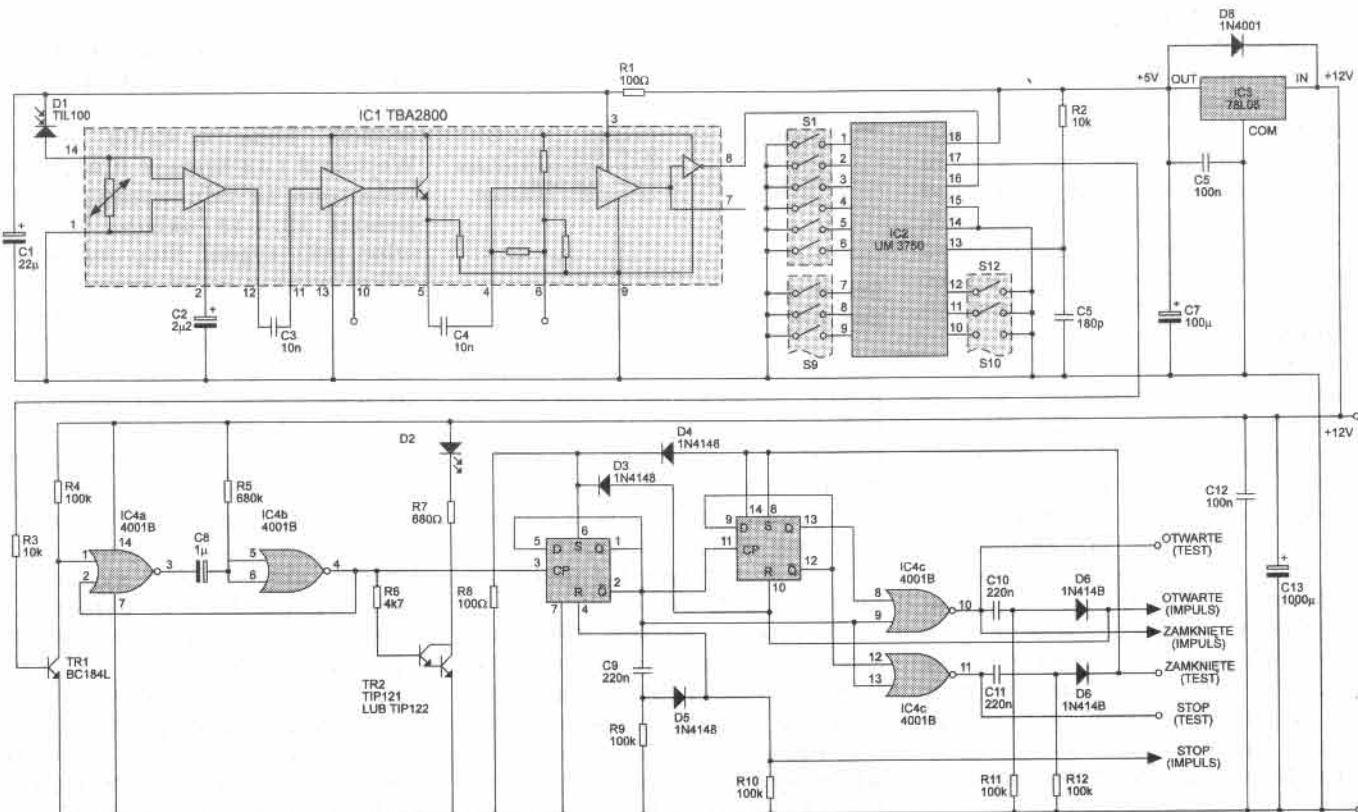
W układzie zastosowano fotodiody o własnościach zbliżonych do TIL100 oraz wzmacniacz TBA2800. Ponieważ sygnał pochodzący z fotodiody ma niewielką amplitudę, a mogą towarzyszyć mu zakłócenia pochodzące z innych źródeł (oświetlenie), wzmacniacz zaprojektowano starannie, aby wyeliminować zakłócenia i odpowiednio wzmocnić sygnał użyteczny. Wzmacniacz TBA2800 zawiera trzy stopnie wzmocnienia i wyposażony jest w automatyczną regulację wzmocnienia - jest to naprawdę złożony układ w niewielkiej, taniej obudowie.

Schemat ideowy odbiornika przedstawia rys.5, w którym wewnętrzne układy TBA2800 znajdują się na jasnym polu oddzielonym linią przerywaną. Układ ten wymaga tylko trzech elementów zewnętrznych - kondensatorów C2, C3 i C4. Elementy R1 i C1 zapewniają stabilność napięcia zasilającego układ TBA2800.

Numery wyprowadzeń układu TBA2800 podane są na rys.5 przy linii przerywanej. Układ ten po-



Rys. 4. Schemat blokowy odbiornika systemu sterowania w podczerwieni.



Rys. 5. Pełny schemat ideowy odbiornika systemu sterowania w podczerwieni.

siada dwa wyjścia - wprost (wyprowadzenie 7) oraz odwrócone (wyprowadzenie 8). Wartości pojemności kondensatorów dobrano ze względu na własności przetwarzanego sygnału.

Uwaga: Układ IC1 wymaga zasilania 5V, nie zaś 9V lub 12V. Bateria 4.5V jest doskonałym rozwiązaniem, ideałem zaś byłby stabilizator 5V.

### Dekoder

Sygnal z wyjścia układu IC1 (wyprowadzenie 8) podawany jest na wyprowadzenie 16 dekodera (IC2). Dekoder jest rozwiązany podobnie jak koder nadajnika.

Zakładając, że te same co w koderze wyprowadzenia (w części 1-12) są połączone z masą, w przypadku pojawienia się właściwego kodu na wyprowadzeniu 17 pojawia się stan niski trwający około 0.1 sek. W rzeczywistości układ IC2 czeka na pojawienie się w krótkim czasie sekwencji czterech takich samych kodów, co stanowi zabezpieczenie przed pomyłkowym zadziałaniem. Ponieważ klawisz nadajnika jest wciśnięty, oczekiwanie to nie jest zauważalne dla operatora.

Do wyjścia układu IC2 znajdującego się w stanie niskim może

wpłynąć prąd o natężeniu do 2mA. Krótki czas trwania niskiego stanu narzuca konieczność zastosowania układu monostabilnego wydłużającego impuls wysterowujący diodę LED, mimo że możliwości prądowe wyjścia układu IC2 są wystarczające.

### Zasilacz

Nadszedł odpowiedni moment, by poświęcić nieco uwagi problemom zasilania. Wzmacniacz IC1 powinien być zasilany napięciem 5V. Układ IC2 wymaga zasilania napięciem od 3V do 11V, wobec czego 5V może służyć do zasilania obu wzmacniaczy. Pozostałe części systemu (urządzenie do sterowania zasłon) wymagają zasilania napięciem 12V, tak więc pojawia się konieczność zastosowania stabilizatora IC3, zapewnianego układom IC1 i IC2 zasilanie 5V. Kondensatory C6 i C7 odsprężają zasilanie, natomiast dioda D8 chroni stabilizator przed uszkodzeniem w przypadku, gdy zostanie wyłączone napięcie 12V, a po stronie wtórnej stabilizatora panuje wyższe napięcie - ze względu na obecność kondensatora C7.

W stanie spoczynkowym na wyjściu układu IC2 (wyprowadze-

nie 17) panuje stan wysoki, czyli napięcie około 5V. Wyjście to jest połączone przez rezystor R3 z bazą tranzystora TR1. Prąd przepływający przez R3 utrzymuje tranzystor w stanie nasycenia, w związku z czym napięcie na kolektorze TR1 jest bliskie 0V, i taki sam poziom napięcia jest oczywiście na wyprowadzeniu 1 układu IC4.

Pojawienie się kodu defekowanego przez dekoderek powoduje spadek napięcia na wyjściu IC2 do 0 i zatkanie tranzystora TR1, po czym napięcie na jego kolektorze narasta do 12V. Tranzystor ten działa nie tylko jako inwerter, ale także jako element pośredniczący między częścią układu zasilaną napięciem 5V i częścią zasilaną napięciem 12V.

Przerzutnik monostabilny zbudowany jest z bramek a i b układu IC4. Skok napięcia na wejściu 1 powoduje spadek napięcia na wyprowadzeniu 3, a zmiana ta propaguje się przez kondensator C8 na wyprowadzenia 5 i 6 bramki IC4b, powodując spadek napięcia na wyjściu przerzutnika (wyprowadzenie 4).

Na rezystorze R5 występuje różnica potencjałów i płynie prąd ładujący kondensator C8. Po upły-

wie czasu wynikającego z wartości R5 i C8 (stała czasowa) potencjał wejść 5 i 6 IC4b wzrośnie na tyle, że nastąpi zmiana stanu na wyjściu przerzutnika. Czas trwania stanu niskiego na wyjściu przerzutnika zależy wyłącznie od stałej czasowej elementów R5 i C8, nie zaś od czasu trwania impulsu wejściowego przerzutnika, a więc układ ten generuje standardowe impulsy.

Sygnal z wyjścia IC4b podawany jest przez rezystor R6 na element Darlingtona TR2. Nasyce nie tej pary powoduje włączenie diody LED; element Darlingtona może być również wykorzystany doysterowania przełącznika.

Dotychczas omówione układy wystarczają już do pewnych zastosowań. Na schemacie z rys.5 widnieją jeszcze dwa przerzutniki typu T (IC5) oraz para bramek (IC4c, IC4d), które zapewniają nieco bardziej złożone sterowanie urządzenia do obsługi zasłon.

### Układ sterowania

Przedstawiany system zdalnego sterowania działa z jednym sygnałem i oferuje tylko jeden sygnał na wyjściu dekodera IC2. Można oczywiście zaproponować wielofunkcyjny system sterowania, taki jak w przypadku TV, ale system z jednym kodem daje znacznie większe bezpieczeństwo - urządzenie uruchamia jedna kombinacja z 4096. Zadaniem układu sterowania jest przetworzenie pojedynczego sygnału sterującego w taki sposób, by zapewnić możliwość sterowania silnika z trzech wyjść następującą sekwencją poleceń:

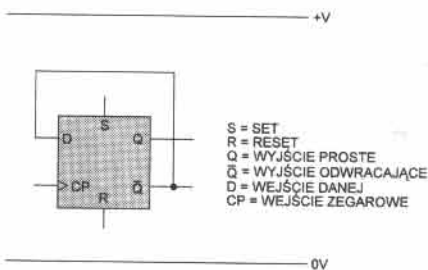
Naprzód/Stop/Wstecz/Stop

Takie rozwiązanie umożliwia zastosowanie systemu do sterowania urządzenia obsługującego zasłony.

### Przerzutnik T

Wymaganą sekwencję uzyskać można wykorzystując przerzutnik typu T, który po każdym impulsie zegara zmienia stan.

Sposób skonfigurowania układu 4013 tak, by działał jako przerzutnik T, przedstawia **rys.6**. Układ 4013 zawiera dwa przerzutniki typu D. Przerzutnik D wyposażony jest w wejście danych D, które są przekazywane na wyjście



Rys. 6. Sposób uzyskania przerzutnika T z przerzutnika D.

Q przerzutnika w chwili wystąpienia narastającego zbocza impulsu zegarowego. Zmiany stanu na wejściu występujące w innych momentach nie są przekazywane na wyjście. Przerzutnik D jest wyposażony także w wejście ustawiające S, zerujące R i zanegowane wyjście Q $\bar$ .

Połączenie wyjścia Q $\bar$  z wejściem D czyni z przerzutnika D przerzutnik T. Ponieważ zmiany stanu na wyjściu przerzutnika T następują co dwa zbocza narastające sygnału zegarowego, przerzutnik ten bywa także nazywany dzielnikiem częstotliwości.

Wracając do schematu z rys.5 - układ IC5 - 4013 - zawiera dwa przerzutniki D, skonfigurowane do działania jako przerzutniki T. Sygnał wyjściowy przerzutnika monostabilnego IC4 podany jest na wejście zegarowe układu IC5a. Każdemu zboczu narastającemu na tym wejściu towarzyszy zmiana stanu na wyjściach 1 i 2 układu IC4a. Po wyzerowaniu układu na wyjściu 2 panuje stan wysoki i dlatego sygnał z tego wyjścia wykorzystywany jest jako sygnał Stop. Jak wynika ze schematu, sygnał ten wyprowadzony jest bezpośrednio na wyjście Stop Test. Zmieniające stan po każdym impulsie pochodzącym z przerzutnika monostabilnego wyjścia 1 i 2 przerzutnika IC5a można wykorzystać do sterowania dwustanowego. Ponieważ jednak urządzenie obsługujące zasłony i podobne wymagają bardziej złożonej sekwencji poleceń (Naprzód/Stop/Wstecz/Stop), niezbędne są dalsze elementy: drugi przerzutnik T oraz dwie bramki. Bramki te (wolne bramki układu IC4) służą do dekodowania stanów wyjść 2, 12 i 13 układu IC5.

Stan na wyjściu bramki NOR jest wysoki wtedy, kiedy na obu jej wejściach panuje stan niski.

Tak więc jeśli sygnał Stop jest wysoki, na wejściach 9 i 13 bramek IC4c i IC4d będzie panował również stan wysoki, a więc ich wyjścia będą w stanie niskim. Wejścia 8 i 12 bramek IC4c i IC4d połączone są odpowiednio z wyjściami 12 i 13 układu IC5, tak więc jeśli sygnał Stop jest niski, tylko jedno z wyjść bramek NOR może być w stanie wysokim. Uzyskuje się dzięki temu sekwencję: Stop - stan wysoki na wyjściu 10 IC4c - Stop - stan wysoki na wyjściu 11 IC4d itd.

Jeśli na wyjściu 10 układu IC4c panuje stan wysoki, aktywny jest sygnał Rozsuń. Jeśli na wyjściu 11 układu IC4c panuje stan wysoki, aktywny jest sygnał Zasuń. Wyjścia 10 i 11 układu IC4 są dostępne na płycie i oznaczone opisem OPEN TEST I CLOSE TEST. Są one przydatne przy testowaniu układu, ponieważ występują na nich stałe poziomy. Ponieważ urządzenie obsługujące zasłony sterowane jest impulsami, nie zaś poziomami, zastosowano w układzie kondensatory C10 i C11, rezystory R11 i R12 oraz diody D6 i D7.

**Max Horsey**

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