

System projektowania modułowego



część 5

W piątej części "Systemu projektowania modułowego" omówimy moduły wejściowe, procesorowe i wyjściowe, potrzebne do systemu zdalnego sterowania podczerwienią dowolnego z modułów wyjściowych całej serii.

Moduł wejściowy: odbiornik podczerwieni z przedwzmacniaczem;

Moduły procesorowe: koder-dekoder, przerzutniki typu D, typu T i typu J-K;

Moduł wyjściowy: nadajnik podczerwieni z impulsowym stopniem wyjściowym Darlingtona dużej mocy.

System sterujący zdalnego włączania i wyłączania, zestawiony z tych modułów, jest opisany w projekcie "Strzelnica świetlna", układzie do sprawdzania umiejętności celowania, zamieszczonym w tym numerze EdW.

Zasilanie

Zastosowane w tym urządzeniu układy scalone mają różne wymagania odnośnie napięcia zasilania. Koder-dekoder (UM5750) może działać pod napięciem od 3V do maksimum 11V. Układy CMOS, używane jako przerzutniki, można zasiląć napięciem od 3V do 15V. Jednakże maksymalne napięcie zasilania przedwzmacniacza sygnałów podczerwieni (TBA2800) wynosi 5,5V. W rezultacie, do zasilania wszystkich modułów opisanych w tej części musi zostać zastosowane napięcie 5V (4,5V).

Odbiornik podczerwieni i wzmacniacz

Istnieje cały szereg układów do odbioru sygnałów podczerwieni, ale omawianie różnych rozwiązań nie mieści się w ramach niniejszego artykułu. W wielu katalogach podzespołów elektronicznych można jednak znaleźć zamienniki dla proponowanej kombinacji fotodiody podczerwieni TIL100 i przedwzmacniacza TBA2800.

Natężenie sygnałów wyjściowych z fotodiod podczerwieni jest bardzo małe, w sygnałach tych mogą się więc znaleźć niepożądane zakłócenia, pochodzące z innych źródeł promieniowania, jak lampy, czy światło słoneczne. Przed-

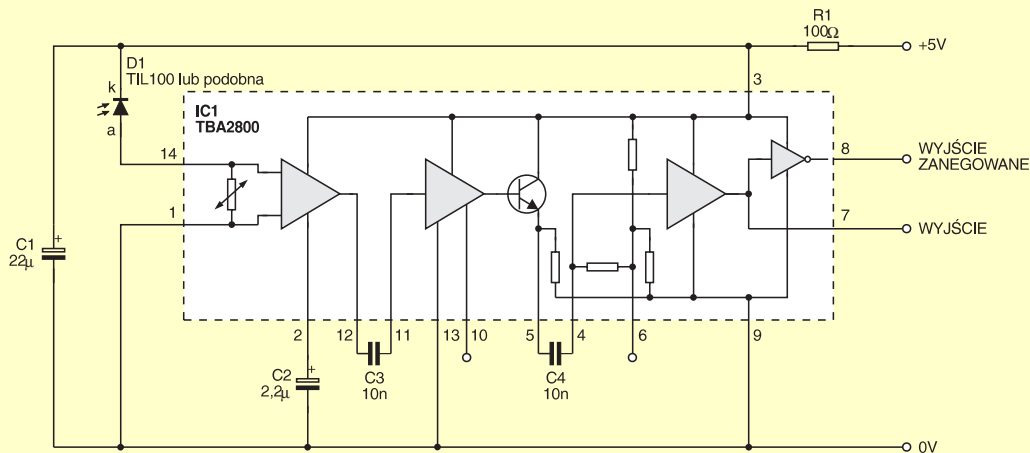
wzmacniacz musi być zatem tak zaprojektowany, aby eliminował te zakłócenia, zachowując jednakże duże wzmocnienie.

Układ TBA2800 został specjalnie zaprojektowany do współpracy z czujnikiem podczerwieni, składa się z trzech stopni wzmacniających i jest wyposażony w automatyczną regulację wzmocnienia. Jest to skomplikowany układ w małej taniej obudowie.

Cały schemat układu modułu wejściowego sygnałów podczerwieni jest przedstawiony na rys. 5.1. W pierwszej chwili wydaje się on skomplikowany, ale potrzeba tylko sześciu elementów oprócz układu scalonego, którego producent zadbał o resztę. Kropkowaną ramką wyróżniono wewnętrzny schemat TBA2800 w formie schematu blokowego. Wzdłuż ramki są rozmieszczone numery wprowadzeń układu scalonego.

Ma on dwa wyjścia, standardowe przez końcówkę 7 i odwrócone przez 8. Pojemności kondensatorów zostały dobrane do przetwarzanego sygnału. W przypadku innego rodzaju sygnałów pojemności trzeba dobrać eksperymentalnie.

Rezystor R1 izoluje w pewnym stopniu wzmacniacz od reszty układu. Wraz z kondensatorem C1 wygładza on dodatkowo napięcie zasilające. Wszystkie



Rys. 5.1. Schemat modułu wejściowego sygnałów podczerwieni, w którym zastosowano układ scalony TBA2800.

niewykorzystane wyprowadzenia powinno się pozostawić wolne. Moduł ten łączy się z opisanym dalej dekoderym przez wyjście odwracające 8.

Sprawdzanie układu

Zgodnie z doświadczeniem autora, testowanie układów sterujących podczerwienią jest jedną z najbardziej frustrujących dziedzin elektroniki. Pomocne mogą być przy tym poniższe uwagi, jeżeli jest dostępny oscyloskop. (W razie braku oscyloskopu lepiej odłożyć sprawdzanie tego układu do czasu uruchomienia nadajnika podczerwieni.)

1. Wziąć do prób pilota do sterowania magnetowidu lub telewizora.
2. Połączyć masę oscyloskopu z 0V testowanego układu.
3. Połączyć sondę oscyloskopu z anodą fotodiody podczerwieni, połączonej z końcówką 14 układu scalonego.
4. Nacelować pilota na płaską część fotodiody i przycisnąć dowolny przycisk. Na ekranie oscyloskopu powinien pojawić się sygnał.
5. Jeżeli nie, sprawdzić czy fotodiody jest połączona we właściwy sposób z układem (zob. rys. 1.14 w części 1).
6. Wzmocniony sygnał powinien pojawić się na wyprowadzeniach 5 i 7 układu.
7. Znacznie wzmocniony sygnał powinien być widoczny na wyprowadzeniu 7, a odwrócony na 8.

Kodowanie i dekodowanie

W wyniku odebrania każdej transmisji w podczerwieni na wyjściu odbornika-wzmacniacza TBA2800 pojawia się sygnał wyjściowy. Jednakże większość z nas posiada jeden, a często kilka pilotów podczerwieni. Do ich rozróżniania jest więc konieczny proces kodowania i dekodowania sygnału. Kodowanie ma

jeszcze tę zaletę, że układ można zaprogramować na odbiór konkretnego sygnału, nawet jeżeli jest on znacznie słabszy od innych źródeł podczerwieni, na przykład światła dziennego.

Istnieje wiele specjalnych układów scalonych do kodowania i do dekodowania dla różnych systemów sterowania podczerwienią. W tym wypadku wybrano układ UM3750, który wykonuje oba te zadania. Może on być używany w wielu rodzajach systemów, posługujących się podczerwienią, światłem widzialnym, falami radiowymi lub ultradźwiękowymi. Układ ten służy do wysyłania kodu, definiowanego zwarciami z masą lub rozwarciem dwunastu jego wyprowadzeń. Możliwych kombinacji jest zatem 4096. Drugi układ UM3750 nastawia się na tę samą kombinację i generuje sygnał wyjściowy tylko wtedy, gdy odbierze ten sam kod.

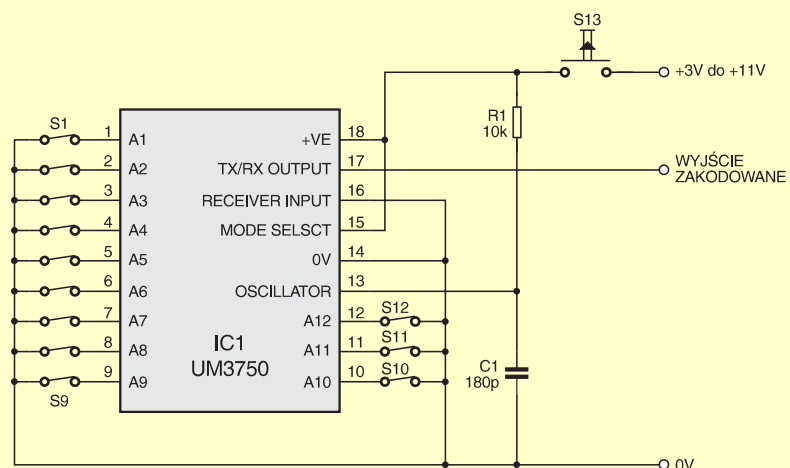
Układ jest zaprogramowany na jeden tylko sygnał, służący na przykład do otwarcia drzwi do garażu lub do zasunięcia firanek. Można dostosować go do

systemu wielokanałowego, takiego jak do sterowania magnetowidem, ale wymagałoby to zastosowania innych układów scalonych.

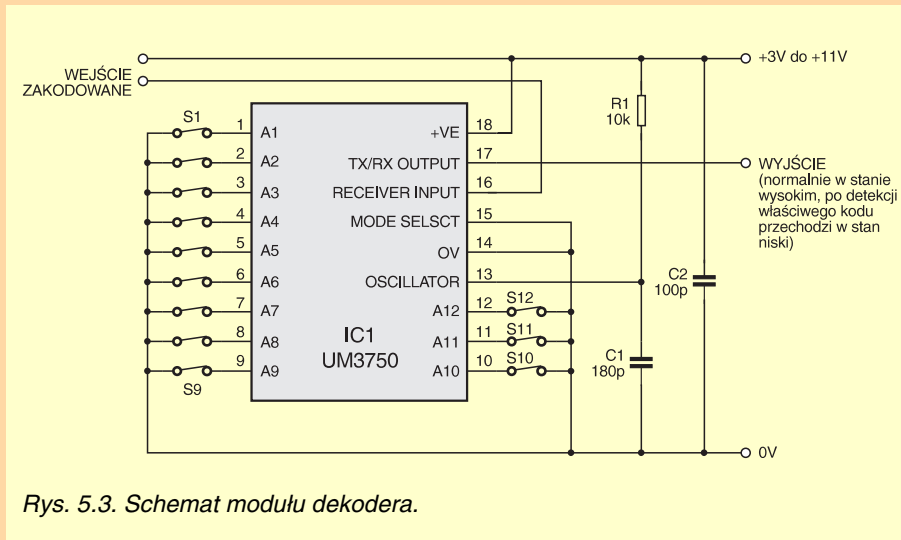
Niezależnie od systemu przesyłania sygnału sterującego, do którego taka para układów może być użyta, istotna jest identyczność kodu sygnału w obu układach.

Układ kodujący

Jedna z metod kodowania jest przedstawiona na rys. 5.2. S1...S12 mogą być zwykłymi, dwurzędowymi (DIL) przełącznikami do druku albo po prostu włutowanymi zworkami, których pozycje tworzą określony kod. W celu wysłania tego kodu trzeba nacisnąć przycisk S13. W czasie eksperymentowania wszystkie wyprowadzenia 1...12 można zostawić wolne (nie połączone). Jedyną przyczyną zwarcia niektórych do masy mogłaby być potrzeba uniemożliwienia innemu systemowi zdalnego sterowania (z takim samym układem) przypadkowego uruchomienia testowanego urządzenia.



Rys. 5.2. Schemat modułu kodera.



Rys. 5.3. Schemat modułu dekodera.

Obwód R1-C1 wyznacza częstotliwość kodowanego sygnału. Zależnie od użytego systemu nadawania i odbioru, R1 i lub C1 mogą wymagać zmiany. Jest bardzo ważne, aby identycznej zmiany dokonać w układzie dekodera.

Dekoder

Układ dekodera, bardzo podobny do układu kodera, jest pokazany na rys. 5.3. Do testowania układów wyjścia kodera (rys. 5.2) można połączyć z wejściem dekodera (rys. 5.3). Wyjście dekodera w okresie spoczynkowym pozostaje w stanie wysokim. Gdy zostanie odebrany poprawny kod wyjście to przechodzi na krótko (około 0,1s) w stan niski. W rzeczywistości dekodery czekają na odbiór krótkiej serii czterech właściwych kodów, co eliminuje możliwość błędnego wyzwalańia.

Obwód wyjściowy ma wydajność do 2mA w stanie niskim (aktywnym). Wyjście to można bezpośrednio wykorzystać do sterowania LED za pośrednictwem tranzystora, ale krótki czas trwania impulsu wyjściowego skłania do posłużenia się przerzutnikiem monostabilnym (opisanym w części 2, rys. 2.8 i rys. 2.9), przedłużającym ten czas albo prostym układem zatrząskowym (część 3, rys. 3.8, 3.10 i 3.11).

Wyzwalany krótkim impulsem przerzutnik monostabilny generuje impuls wyjściowy o wymaganej długości. Układ przerzutnikowy natomiast umożli-

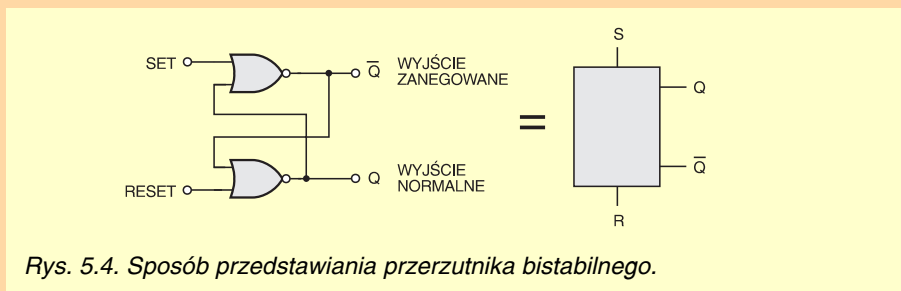
wia za pomocą krótkiego impulsu wejściowego przełączenie urządzenia wyjściowego na nieograniczony czas. Oczywiście w praktyce jest potrzebny jakiś sposób otwierania (kasowania) przerzutnika w odpowiednim momencie. Zostanie więc krótko opisane kilka bardziej złożonych przerzutników bistabilnych. Są one ustawiane pierwszym odebrany impulsie a kasowane następnym itd.

Przerzutniki bistabilne

W części 3 został omówiony przerzutnik bistabilny zestawiony z dwóch bramek NOR (rys. 3.11) i jego zastosowanie w formie zatrząsku. Przerzutnik taki jest to układ charakteryzujący się dwoma stabilnymi stanami. Graficzny sposób jego przedstawiania pokazuje rys. 5.4.

Jeżeli założyć, że początkowo wejścia SET (ustawiające) i RESET (kasujące) są w stanie niskim, po czym SET na moment zostanie przerzucone w stan wysoki, to wyjście Q zatrząskuje się w stanie wysokim, a wyjście Q̄ (nie-Q) w stanie niskim. Gdy na moment wejście RESET zostanie wprowadzone w stan wysoki, to wyjście Q zostanie zatrząśnięte w stan niskim, a Q̄ w wysoki.

W przerzutniku typu D stosuje się dwa dodatkowe wejścia, impuls zegarowy CP (clock pulse) i danych D (data). Przerzutnik taki, pokazany na



Rys. 5.4. Sposób przedstawiania przerzutnika bistabilnego.

rys. 5.5, ignoruje stan wejścia D, dopóki napięcie wejścia zegarowego nie zostanie przerzucone ze stanu niskiego do wysokiego. Dla uproszczenia stan wyjścia Q nie będzie już wspominany, ponieważ zawsze jest odwrotny niż Q̄.

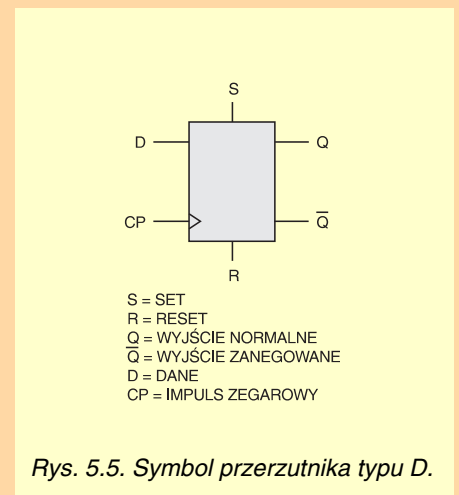
Założmy, że początkowo wyjście Q jest w stanie niskim (0V), podobnie jak wejście zegarowe CP. Jeżeli stan wejścia danych D zmieni się ze stanu niskiego do wysokiego lub na odwrót, to stan wyjścia nie zmieni się. Gdy wejście danych D będzie w stanie wysokim i w tym samym czasie wejście zegarowe CP zostanie przerzucone ze stanu niskiego do wysokiego, to wyjście Q skopiuje wejście D, czyli przejdzie w stan wysoki. Zmiana ta nastąpi dokładnie w momencie przetrzucania się wejścia CP ze stanu niskiego w wysoki.

Jeżeli wejście D zostanie przerzucone z powrotem do stanu niskiego, to wyjścia nie zmienią stanu, nawet jeżeli wejście zegarowe będzie jeszcze w stanie wysokim. Jeżeli wejście zegarowe powróci do stanu niskiego, to wyjścia i teraz nie zmienią stanu. Jednakże jeżeli wejście zegarowe zostanie znowu przełączone do stanu wysokiego, to Q skopiuje stan wejścia D i przerzuci się w stan niski.

Rekapitulując, na wyjście Q wpisuje się stan wejścia D w momencie zmiany stanu na wejściu zegarowym z niskiego na wysoki. Wejścia SET i RESET mogą być używane normalnie i kontrolują stan przerzutnika niezależnie od wejść D i CP, podobnie jak w przerzutniku RS.

Dodanie przycisków

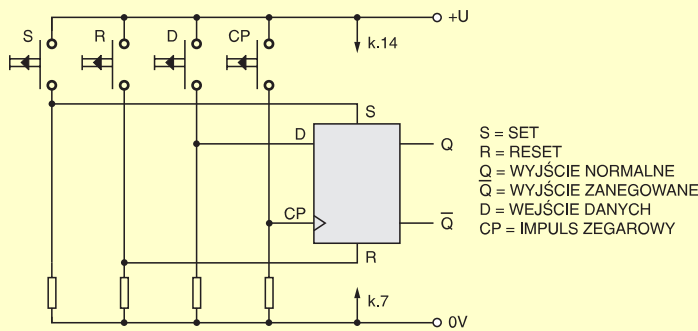
Na rys. 5.6 pokazano, jak można sprawdzać przerzutnik typu D za pomocą przycisków czynnych (normalnie rozwartych). Każde z wejść jest utrzymywane przez rezystor na poziomie 0V, dopóki naciśnięcie przycisku nie wymusi stanu wysokiego. Ta metoda przełączania i polaryzacji została już pokazana w poprzednich częściach serii.



Rys. 5.5. Symbol przerzutnika typu D.

Uwaga praktyczna

Jeżeli używa się przerzutnika typu D, takiego jak CMOS 4013B, dodatkowo napięcie zasilające doprowadza się do końcówki 14, a 0V do 7. Wszystkie wejścia muszą być w jakiś sposób połączone, czyli nie mogą być pozostawione wolne. W zależności od potrzeby łączy się je albo do 0V albo do +U. Na przykład układ CMOS typu 4013B zawiera dwa przerzutniki typu D. Jeżeli jeden z nich nie jest potrzebny, to wszystkie jego wejścia można połączyć z 0V. Natomiast wyjścia należy pozostawić nie połączone.



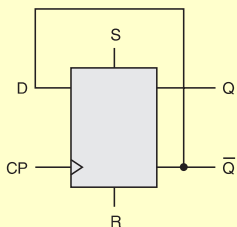
Rys. 5.6. Schemat układu do testowania przerzutnika typu D.

W praktyce ten sposób połączenia wejść danych i zegarowego jest rzadko stosowany, ale jest użyteczny dla wejść SET i RESET i jest doskonałym sposobem eksperymentowania. Do monitorowania stanów wyjścia Q można używać voltomierza. Alternatywnym wskaźnikiem może być LED z szeregowym rezystorem około 330Ω, połączona pomiędzy wyjściem a 0V.

Zastosowania przerzutników typu D mogą nie wydawać się oczywiste, ale przerzutniki te są podstawowymi składnikami niemal wszystkich urządzeń liczących i komputerowych, a przede wszystkim dają się łatwo przekształcić w bardzo użyteczne przerzutniki typu T.

Przerzutnik typu T

Przerzutnik typu T działa podobnie jak wciśkowy przełącznik włączania-wy-



S = SET
R = RESET
Q = WYJŚCIE NORMALNE
Q-bar = WYJŚCIE ZANEGOWANE
D = WEJŚCIE DANYCH
CP = IMPULS ZEGAROWY

Rys. 5.7. Zastosowanie przerzutnika typu D jako przerzutnika typu T.

łączania, typu często stosowanego w telewizorach i innych urządzeniach. Pierwsze naciśnięcie zatrzaskuje przełącznik a drugie go zwalnia. Przerzutnik typu T dokonuje tego elektronicznie, i jak widać na rys. 5.7 może zostać łatwo utworzony z przerzutnika typu D. Odwrócone wyjście Q-bar jest połączone z wejściem D. Dzięki temu połączeniu wyjście Q zmienia stan za każdym przejściem wejścia zegarowego ze stanu niskiego do wysokiego. A oto jak on działa.

Zaczynając od stanu początkowego, w którym Q jest w stanie wysokim, a Q-bar w niskim, gdy wejście zegarowe przechodzi ze stanu niskiego do wysokiego, to stan wysoki z wejścia D (Q-bar jest w stanie wysokim) zostaje skopiuwany do wyjścia Q. Pomimo że wejście zegarowe pozostaje w stanie wysokim, wyjścia będą stabilne w nowym stanie, ponieważ dane są kopiowane do Q tylko w momencie gdy wejście zegarowe zmienia stan z niskiego na wysoki.

Wyjście Q-bar, a zatem i wejście D, są teraz w stanie niskim. Nic się nie stanie, gdy wejście zegarowe powróci do stanu niskiego. Jednakże gdy wejście zegarowe znowu przejdzie w stan wysoki, to stan wejścia D zostanie skopiuwany do Q, którego stan przejdzie w niski, a zatem Q-bar w stan wysoki.

Reasumując, działanie przerzutnika typu T jest następujące:

Pierwszy impuls zegarowy wywołuje przerzut Q do stanu wysokiego. Drugi impuls zegarowy wywołuje przerzut Q do stanu niskiego. Trzeci impuls ze-

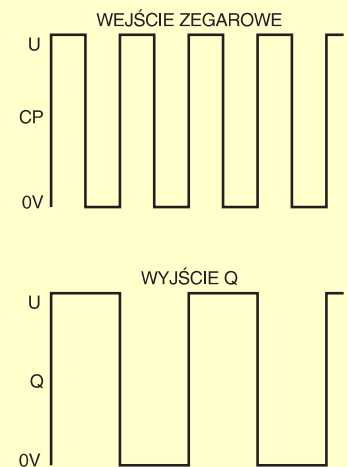
garowy wywołuje przerzut Q do stanu wysokiego ... itd.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że Q przerzuca się ze stanu niskiego do wysokiego z częstotliwością dwukrotnie niższą od częstotliwości impulsów zegarowych. Z tej przyczyny układ ten jest czasem nazywany dzielnikiem częstotliwości.

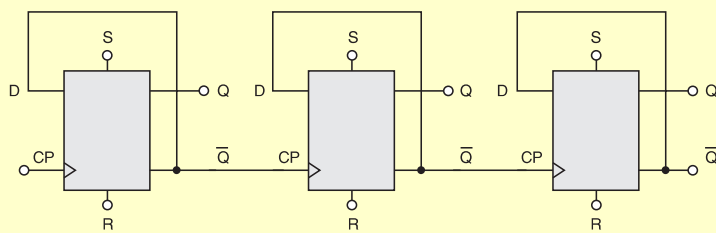
Dwa przebiegi, pokazane na rys. 5.8, ilustrują zależność stanów na wyjściu Q od stanów na wejściu zegarowym CP. Współczynnik wypełnienia (stosunek szerokości impulsów do przerw) sygnału zegarowego może być, ale nie musi równy jedności, natomiast na wyjściu Q współczynnik ten zawsze wynosi 1, jeżeli tylko częstotliwość zegarowa jest stabilna.

Takie przełączanie jest bardzo użyteczne. Można je na przykład wykorzystać w prostym systemie sterującym, do zdalnego włączenia światła jednym sygnałem i do wyłączenia następnym.

Moduły te można łączyć ze sobą kaskadowo (kilka modułów łączyć jeden za drugim) i używać do dzielenia częstotliwości, każdy bowiem stopień dzieli częstotliwość przez dwa. Połączone kaskadowo przerzutniki typu T są pokazane na rys. 5.9. Na tej zasadzie są zbudowane liczniki dwójkowe. Na schemacie przedstawiono trzy przerzutniki, ale w ten sposób moniżnaczyć dowolną ich liczbę. Wyjście Q-bar każdego przerzutnika jest połączone z własnym wejściem D i równocześnie z wejściem zegarowym następnego stopnia. Jeżeli pomiędzy każdym wyjściem Q a masą (0V) zostanie włączona LED (z odpowiednim rezystorem szeregowym), to można obserwować zachowanie całego systemu. Funkcje SET i RESET mogą być używane tak jak dotychczas.



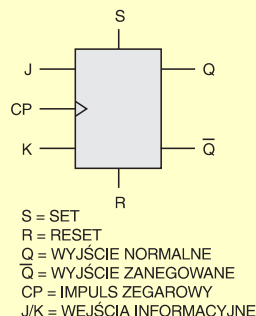
Rys. 5.8. Przebiegi przedstawiające zależność stanów wyjścia od stanów wejścia w przerzutniku typu T.



Rys. 5.9. Kaskadowe połączenie przerzutników typu T.

Tab. 5.1.

Wejście J	Wejście K	Wyjście Q
niski	niski	bez zmian
wysoki	niski	przerzut do stanu wysokiego
niski	wysoki	przerzut do stanu niskiego
wysoki	wysoki	przerzut za każdym impulsem zegarowym



Rys. 5.10. Symbol przerzutnika typu J-K.

Jak już wspomniano, wejścia nie mogą być pozostawione wolne. Muszą zostać połączone z 0V bezpośrednio albo przez rezystory, jak na rys. 5.6, jeżeli potrzebne są przełączniki do ich kasowania i ustawiania.

Przerzutnik J-K

Przerzutnik J-K jest układem jeszcze bardziej uniwersalnym. Jego symbol jest pokazany na rys. 5.10. Wejścia SET i RESET działają w ten sam sposób jak w przerzutniku typu D. Oznacza to, że są niezależne i mają pierwszeństwo przed wejściami J, K i CP.

Wejścia J i K wpływają na stan wyjść, ale tylko w momencie przerzutu wejścia zegarowego ze stanu niskiego do wysokiego (tab. 5.1). Innymi słowy, przerzutnik J-K działa tak jak przerzutnik T, gdy stan wejść J i K jest wysoki.

Przerzutnik typu J-K jest bardziej uniwersalny od standardowego przerzutnika typu D, jest jednak nieco od niego droższy i ma więcej wyprowadzeń.

Typowym przykładem podwójnego przerzutnika J-K jest CMOS 4027B

w 16-stykowej dwurzędowej (DIL) obudowie.

Sterowanie logiczne

Czasami jest niezbędne wykonywanie sekwencji poleceń, kolejno uruchamianych impulsami zegarowymi. Jako przykład może posłużyć rys. 5.11. Przedstawia on dwa przerzutniki typu D z dwoma bramkami NOR w układzie sterowania sekwencją trzech poleceń, OPEN (otwórz), CLOSE (zamknij) i STOP (zatrzymaj).

Sekwencją tą steruje się sygnałem doprowadzonym do wejścia zegarowego CP. Sygnał ten może zostać wzięty z innego układu, albo może być generowany ręcznie przez naciskanie przycisku.

Na początku cyklu w stanie wysokim jest wyjście STOP, a wyjścia OPEN i CLOSE w stanie niskim. Po naciśnięciu przycisku w stan niski przechodzi STOP, a OPEN w stan wysoki. Po następnym naciśnięciu przycisku wyjście OPEN przechodzi w stan niski, a STOP w wysoki. Dalsze naciśnięcie przycisku wprowadza STOP w stan niski, a CLOSE w wysoki. Następne naciśnięcie doprowadza moduł z powrotem do stanu pierwotnego.

Podsumowując, sekwencja sterowana układem z rys. 5.11 przebiega następująco:

STOP - OPEN - STOP - CLOSE - STOP

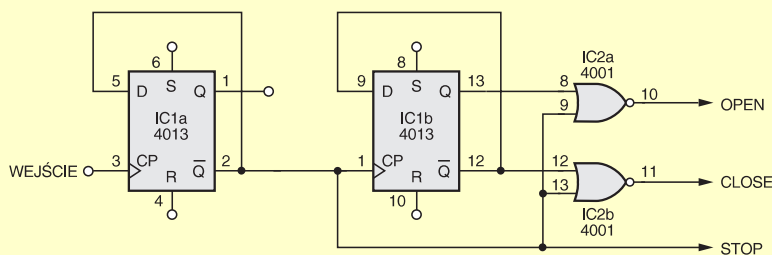
Taka powtarzalna sekwencja jest bardzo użyteczna do zdalnego sterowania takich mechanizmów jak drzwi do garażu, zasłony itp.

W celu zrozumienia działania tego układu trzeba najpierw przypomnieć sobie logikę tabeli prawdy bramki NOR, w której stan wysoki jest oznaczony przez 1 a stan niski przez 0:

Wejście A	Wejście B	Wyjście
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Odnosząc tę tabelę do IC2a, można przyjąć, że wejście 8 jest wejściem A, wejście 9 wejściem B, a wyjście 10 wyjściem. W IC2b są to odpowiednio wejścia 12 i 13 oraz wyjście 11.

W schemacie na rys. 5.11 impulsy zegarowe są doprowadzone do wejścia



Rys. 5.11. Układ sterujący sekwencją 3 poleceń.

Tabela 5.2. Tabela logiczna układu z rys. 5.11.

Uwarunkowanie	IC1	IC1	IC1	IC1	IC2	IC2	Stan
wyjście	1	2	13	12	10	11	
reset	0	1	0	1	0	0	stop
1-szy impuls	1	0	0	1	1	0	open
2-gi impuls	0	1	1	0	0	0	stop
3-ci impuls	1	0	1	0	0	1	close
4-ty impuls	0	1	0	1	0	0	stop

zegarowego 3 IC1a. Jego wyjście Q (1) nie jest wykorzystane, a wyjście Q (2) służy jako źródło impulsów zegarowych dla następnego przerzutnika oraz dostarcza logicznego poziomu wejściowego do wejścia B obu bramek NOR, IC2a i IC2b. A zatem:

- poziom wyjścia 10 IC2a jest rezultatem funkcji NOR pomiędzy poziomem wyjścia 2 IC1a i poziomem wyjścia 13 IC1b.
- poziom wyjścia 11 IC2b jest rezultatem funkcji NOR pomiędzy poziomem wyjścia 2 IC1a i poziomem wyjścia 12 IC1b.

Sekwencja logiczna jest zestawiona w tabeli 5.2.

Moduł wyjściowy

Opisywany moduł pokazuje sposób połączenia kodera z tranzystorem Darlingtona, tworzących razem nadajnik zdalnego sterowania podczerwienią. Sposób kodowania sygnału został pokazany na rys. 5.2. Potrzebny jest jeszcze sposób takiego wzmocnienia prądu, aby można byłoysterować trzy podczerwone LED do pełnej ich mocy.

W części 1 opisano parę tranzystorów w układzie Darlingtona do wzmocniania małych prądów (rys. 1.13b). Głównym układem nadajnika na schemacie na rys. 5.12 jest układ Darlingtona. W kropkowanej ramce oznaczonej

TR1, znajdują się dwa tranzystory tworzące parę. W praktyce może to być albo jeden tranzystor Darlingtona, taki jak TIP121 lub TIP122, albo dwa oddzielne tranzystory npn, jak BC184L lub podobny z tranzystorem mocy np. TIP41A.

Oporność równolegle połączonych rezystorów R2...R4 (3,3 Ω) pozwala na przepływ prądu o natężeniu około 2A. Oczywiście ani LED, ani zwykłe baterie nie zniosą tak dużego prądu. W układzie więc znalazł się dodatkowy rezystor 100 Ω , R12, który ogranicza prąd do poziomu niższego od 100mA. Rezystor ten zbytnio zmniejszyłby zasięg nadajnika, więc prądem tym ładuje się kondensator elektrolityczny C1. Po naciśnięciu przycisku S1 z kondensatora przez krótką chwilę płynie prąd o dużym natężeniu. Impuls jest zbyt krótki, aby wywołać jakąkolwiek szkodę, ale jego natężenie wystarcza do zwiększenia zasięgu nadajnika do kilku metrów.

Jak już wspomniano w części 1, tranzystory nie zaczęły przewodzić, dopóki do bazy (b) przez rezystor R1 nie zostanie doprowadzone napięcie co najmniej 1,4V. Napięcie to zwykle ma postać impulsową, moduł ten może więc być sterowany przez uprzednio opisany moduł kodera.

Diody D1...D3 służy do ochrony przed skutkami omyłkowego odwrócenia napięcia zasilającego. Bateria wtedy zostałaby zwarta przez diodę i rezystor, co byłoby lepszą alternatywą od zniszczenia całego układu. Można użyć diody szeregowej zamiast równoległej, ale spadek napięcia na jej oporności przewodzenia powodowałby stratę cennej mocy.

W czasie uruchamiania nadajnika warto sprawdzić jego własności kierunkowe. Przy starannym odbiorniku może okazać się, że wystarczą dwie diody, a nawet jedna. Warto także poeksperymentować z podczerwonymi LED o zwiększonej wydajności, jeżeli są dostępne.

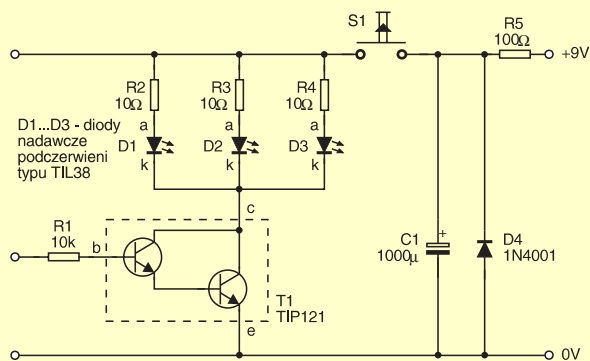
Wyprowadzenia

Opisy wyprowadzeń półprzewodników stosowanych w "Systemie" zostały zamieszczone w części 1, rys. 1.14. Wyprowadzenia przerzutników CMOS 4013 i 4027, diod TIL138 i TIL100 są podane na rys. 5.13.

Część szósta

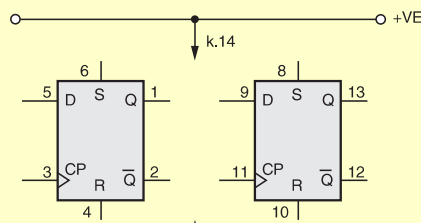
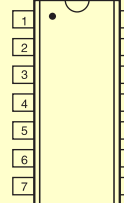
W części 6 "Systemu projektowania modułowego" zostaną omówione: odkłócanie przełączników, liczniki i dekodery sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego.

Max Horsey

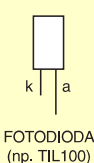
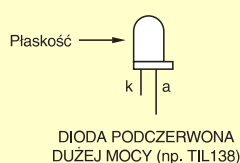
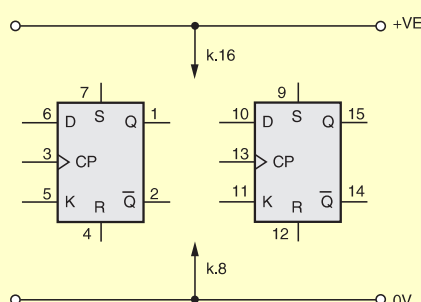
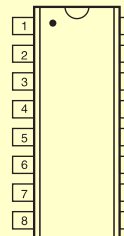


Rys. 5.12. Schemat nadajnika podczerwieni.

UKŁAD SCALONY
CMOS TYPU 4013B



UKŁAD SCALONY
CMOS TYPU 4027B



Rys. 5.13. Dodatkowe opisy wyprowadzeń półprzewodników.