

"Przedłużacz" zdalnego sterowania

Na pierwszy rzut oka proponowany układ może wydawać się nieco podejrzany, ponieważ zmienia bezprzewodowy system sterowania w podczerwieni, np. odbiornika TV satelitarnej, magnetowidu itp., w przewodowy system zdalnego sterowania. O celowości zastosowania takiego rozwiązania przekonuje nas autor artykułu.

Cel proponowanego przedsięwzięcia na pierwszy rzut oka nie jest w pełni jasny. Urządzenie może jednak być bardzo przydatne, jeżeli np. w sypialni znajduje się odbiornik TV połączony z odbiornikiem TV satelitarnej lub magnetowidem. W sypialni można oczywiście oglądać wybrany wcześniej program lub film wideo, nie ma jednak możliwości sterowania pracą źródła sygnału. Chcąc zmienić kanał, wyłączyć magnetowid, przewinąć kasetę czy zrobić cokolwiek innego, trzeba wstać i iść do salonu.

Czy to jest zgodne ze standardami końca XX wieku? Naszym zdaniem nie.

Kable, kable...

Przewodowy system zdalnego sterowania nie jest eleganckim rozwiązaniem, jest jednak pozbawiony podstawowej wady systemu sterowania w podczerwieni, a mianowicie ograniczonego zasięgu i wymagania, aby nadajnik i odbiornik „widziały się” nawzajem. Przewód można natomiast poprowadzić przez otwory w ścianach, sufitach i podłogach, a jego długość może być bardzo duża. W opisywanym przypadku przewód zdalnego sterowania jest po prostu położony wzdłuż kabla prowadzącego sygnał do odbiornika TV. Działanie przekaźnika sterowania sprawdzono przy długości przewodu sięgającej 20m. Długość taka okaże się wystarczająca w większości przypadków, jednak system powinien działać

poprawnie również przy większych długościach kabli.

Zastosowano bardzo prosty układ ze sprzężeniem bezpośrednim, co znacznie ogranicza odległość między pilotem a przekaźnikiem - nie powinna ona przekraczać 0,5m. Mimo że pożądany byłby większy dystans, jednak nawet przy tak ograniczonym zasięgu system spełnia swe zadanie. Od strony nadajnika zasięg wynosi kilka metrów. Chociaż urządzenie pozostaje w stanie *standby* przez wiele godzin, to pobór prądu jest niewielki i możliwe jest zastosowanie zasilania bateryjnego.

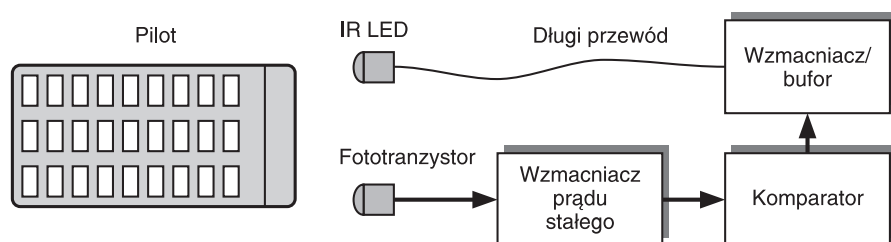
System wykorzystano do sterowania urządzeniami firm Ferguson i Toshiba. Powinien jednak współpracować ze wszystkimi urządzeniami sterowanymi w podczerwieni, wykorzystującymi standardowe układy scalone.

Opis układu

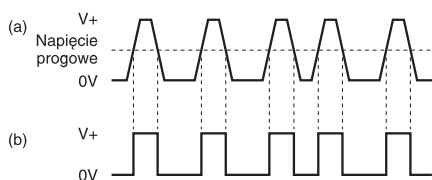
Schemat blokowy przedstawiony na **rys.1** ułatwia zrozumienie zasady działania urządzenia. Standardowy pilot wysyła impulsy światła podczerwonego, kodowane w sposób umożliwiający ich zdekodowanie w odbiorniku i wykonanie odpowiednich operacji: zwiększenie głośności, zmianę kanału, zmianę barwy itp.

W przypadku niektórych rodzajów kodowania impulsów niezbędne jest, by przebieg czasowy sygnału nie ulegał zniekształceniom, ponieważ nawet nieznaczne odchylenia mogą stać się przyczyną błędnego dekodowania. Na szczęście dzięki mechanizmom kodowania stosowanym w układach sterowania w podczerwieni transmisja jest odporna na drobne zniekształcenia i pewne rozmycie sygnału odtworzonego w odbiorniku. Sygnał wyjściowy przekaźnika sterowania powinien spełniać jednak pewne wymagania.

Fototranzystor odbiera impulsy światła podczerwonego pochodzące z pilota i przekształca je na impuls



Rys. 1. Schemat blokowy systemu zawierającego przekaźnik zdalnego sterowania w podczerwieni.



Rys. 2. Przebieg o wolno narastających zboczach (a) i uzyskany zeń przebieg prostokątny (b).

sy prądu o małym natężeniu. Prosty wzmacniacz o sprzężeniu bezpośrednim wzmacnia te impulsy, a na jego wyjściu pojawia się sygnał stanowiący dość dobrą replikę sygnału wejściowego.

Pierwotnie zamierzano wykorzystać ten sygnał bezpośrednio doysterowania podczerwonej diody IR LED nadajnika przekaźnika. Pomysł ten nie okazał się trafny - natężenie prądu diody LED było zbyt małe, by uzyskać rozsądny zasięg, a czasy opadania i narastania impulsów były zbyt długie. Szybkość narastania zboczy sygnału została zwiększona przez zastosowanie komparatora, gdzie sygnał jest porównywany z poziomem odniesienia. Jeśli napięcie sygnału jest niższe od napięcia odniesienia, to na wyjściu komparatora jest stan wysoki, w przeciwnym przypadku sygnał wyjściowy komparatora jest przebiegiem prostokątnym (rys.2). Sygnał ten jest następnie podawany na wzmacniacz buforowy zapewniającyysterowanie diody LED prądem o odpowiednio dużym natężeniu.

Pełny schemat ideowy przekaźnika sterowania w podczerwieni przedstawia rys.3. Fototranzystor oznaczony jest symbolem T1. Natężenie prądu fototranzystora przy braku oświetlenia jest zbliżone do prądu kolektora nieprzewodzącego tranzystora krzemowego. Padające na T1 światło powoduje wzrost natężenia prądu kolektora proporcjonalny do natężenia oświetlenia. Impulsy podczerwieni pochodzące z pilota powodować będą zatem impulsy prądu kolektora T1. Impulsy te sterują bazą tranzystora T2. Jest mało prawdopodobne, by fototranzystor T1 przewodził tak silnie, by prąd był zbyt duży dla tranzystora T2. W układzie umieszczono rezystor R1 ograniczający natężenie prądu. Stanowi on także zabezpieczenie przede wszystkim przed przypad-

kowym zwarciem wyprowadzeń fototranzystora. Aby rezystor R1 nie zakłócał normalnej pracy układu, wartość jego rezystancji powinna być niska.

Potencjometr VR1 służy do regulacji czułości, a całe urządzenie może funkcjonować poprawnie tylko przy właściwej nastawie tego potencjometru. Jeśli potencjometr VR1 jest nastawiony na maksimum rezystancji, układ będzie wykazywał wysoką czułość, a prąd o natężeniu kilku mA, pochodzący z fototranzystora, spowoduje przełączenie tranzystora T2. W praktyce tak wysoka czułość może nie być korzystna. Jedną z przyczyn jest oświetlenie tła, którego poziom jest najpewniej na tyle wysoki, by prąd fototranzystora wyniósł kilka mA, a tranzystor T2 został nasycony. Ponadto, fototranzystor T1 będzie pracował przy bardzo niskich natężeniach prądu, co nie zapewni dostatecznej szybkości odpowiedzi układu na impulsy podczerwieni.

Druga ekstremalna sytuacja występuje przy minimalnej rezystancji potencjometru VR1, kiedy to dla przełączenia tranzystora T2 niezbędny byłby prąd fototranzystora T1 o natężeniu kilku mA. Takie natężenie prądu może nie wystąpić nawet wtedy, gdy fototranzystor zostanie bezpośrednio oświetlony.

Dla pośrednich nastaw potencjometru VR1 czułość jest taka, że tranzystor T2 nie reaguje na oświetlenie tła, a fototranzystor T1 pracuje z natężeniami prądu wystarczająco dużymi, by zapewnić szybkie przełączenie układu.

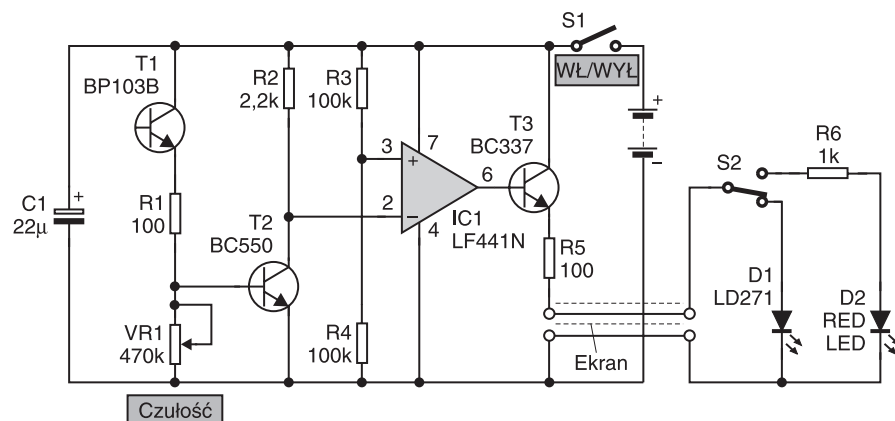
Układ IC1 jest szybkim wzmacniaczem operacyjnym pracującym w konfiguracji komparatora. Re-

zystory R3 i R4 dają napięcie odniesienia równe połowie napięcia zasilania, doprowadzane do wejścia nieodwracającego układu IC1, natomiast sygnał z kolektora tranzystora T2 jest podany na wejście odwracające tego układu.

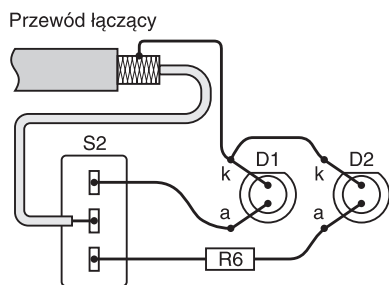
Różnica potencjałów między wejściami wzmacniacza operacyjnego jest bardzo silnie wzmacniana (zazwyczaj 100000 razy lub więcej). Tak więc wystarczy, by potencjał na wejściu nieodwracającym był tylko nieznacznie wyższy od potencjału wejścia odwracającego, by na wyjściu komparatora pojawiło się napięcie zbliżone do napięcia zasilania lub nieznacznie niższe od potencjału wejścia odwracającego, by na wyjściu wystąpiło napięcie zbliżone do zera. Zapewnia to przekształcenie sygnału wyjściowego z tranzystora T2, o stosunkowo wolno narastających zboczach, na przebieg prostokątny.

Tranzystor T3 pracuje w układzie wtórnika emiterowego, który stanowi bufor wzmacniacza IC1 i przez rezystor R5ysterowuje diodę IR LED emitującą w podczerwieni. Impulsy prądu płynące przez diodę IR LED mają natężenie około 50mA, co zapewnia rozsądny zasięg urządzenia bez ryzyka uszkodzenia tej diody.

Sygnał jest odwracany przez tranzystor T2 pracujący w układzie wspólnego emitera, ale komparator wprowadza kolejne odwrócenie fazy, w związku z czym fazy sygnałów wejściowego i wyjściowego są zgodne. Jest to bardzo ważne, ponieważ sygnał odwrócony w fazie najpewniej zostałby błędnie zdekodowany. Następnym, niekorzystnym skutkiem



Rys. 3. Schemat ideowy przekaźnika zdalnego sterowania w podczerwieni.



Rys. 5. Okablowanie diody IR LED i czerwonej diody nadajnika.

odwrócenia fazy sygnału byłoby świecenie diody LED w stanie standby, co oznacza podwyższony pobór prądu. Przy zgodności faz obu sygnałów dioda LED oraz tranzystory T1 i T2 są w stanie standby wyłączone.

Jako IC1 użyto wzmacniacza operacyjnego o niskim poborze prądu. Również rezystory R3 i R4 mają dość duże rezystancje, co sprawia, że przez dzielnik rezystancyjny przepływa prąd o małym natężeniu. Dzięki tym zabiegom pobór prądu w stanie standby wynosi około 200mA i nawet tania bateryjka typu PP3 zapewni działanie układu przez kilka tysięcy godzin.

Nadajnik mógłby zawierać wyłączenie pracującą w podczerwieni diodę IR LED D1, ale przydatna może być także możliwość użycia zwykłej czerwonej diody LED (D2). Zapewnia to przełącznik S2, a rezystor R6 ogranicza natężenie prądu do wartości bezpiecznej dla zwykłej diody LED.

Światło emitowane przez diodę IR LED nie jest widzialne, co utrudnia uruchamianie urządzenia. Włączenie diody D2 pozwala stwierdzić, czy czułość nie została źle dobrana - jest ona zbyt mała i brak jest sygnału wyjściowego lub zbyt duża i dioda emituje w sposób ciągły. Ułatwia to w znacznym stopniu właściwe ustawienie potencjometru VR1.

Montaż układu

Układ jest montowany na uniwersalnej płytce drukowanej. Z powodu prostoty układu nie podajemy proponowanego rozmieszczenia elementów.

Wyprowadzenia tranzystora T2 należy pozostawić nieco dłuższe, ponieważ przed montażem trzeba będzie dostosować je do otwo-

rów. Wzmacniacz LF441N nie jest wrażliwy na ładunki elektrostatyczne, niemniej jednak dobrze byłoby montować go w podstawie. Pamiętajmy o prawidłowym wlutowaniu kondensatora C1. Fototranzystor BP103B swym wyglądem przypomina diodę LED o średnicy 5mm. Inne fototranzystory, jak np. TIL81, nie zapewniają prawidłowego działania układu i nie należy ich stosować.

Fototranzystor można zamontować na płytce poniżej otworu wykonanego w obudowie. Rozwiązanie takie zapewnia dobrą ochronę przed światłem tła, czyli pochodzącym z otoczenia. Łatwiejszym i chyba bardziej eleganckim rozwiązaniem jest montaż fototranzystora bezpośrednio na obudowie, w gniazdku pod diodę LED i połączenie go przewodami z płytką. Kolektor fototranzystora znajduje się od strony spłaszczenia obudowy, a jego wyprowadzenie jest krótsze od wyprowadzenia emitera. Fototranzystor nie ma wyprowadzenia bazy.

Jako obudowa „główniej“ części układu posłużyć może niemal każde małe lub średnie pudełko z tworzywa sztucznego. Płytkę należy zamocować przy pomocy śrub M3 do pokrywy obudowy, która staje się zdejmowalną płytą tylną.

Potencjometr VR3, przełącznik S1 oraz (ewentualnie) fototranzystor T1 należy zamontować do drugiej części obudowy. Przewód łączący z nadajnikiem można połączyć z płytką przy pomocy np. gniazdka i wtyku typu jack 3,5mm. W prototypie przewód ten został po prostu poprowadzony przez otwór wykonany w obudowie i przylutowany do płytki. Przewód nie musi być ekranowany, niemniej jednak najlepszy wydaje się cienki ekranowany kabel audio.

Mniejsza z obudów bez trudu pomieści cztery podzespoły nadajnika. Nieskomplikowane okablowanie tego układu przedstawia rys.4: rezystor R6 jest wlutowany między odpowiednią końcówką przełącznika S2 i anodą diody D2.

Uruchamianie i eksploatacja

Uruchamianie należy rozpocząć od włączenia diody D2 w układ nadajnika przy pomocy

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R5: 100Ω
- R2: 2,2kΩ
- R3, R4: 100kΩ
- R6: 1kΩ
- VR1: 470kΩ, obrotowy, węglowy, liniowy

Kondensatory

- C1: 220μF/16V, wyprowadzenia jednostronne

Elementy półprzewodnikowe

- D1: LD271 dioda IR LED (lub odpowiednik), φ5mm
- D2: czerwona dioda LED, φ5mm
- T1: BP103B
- T2: BC550
- T3: BC337
- IC1: LF441N

Różne

- S1: przełącznik jednobiegunowy, jednopozycyjny
- S2: przełącznik dwubiegunowy, jednopozycyjny
- Bf1: bateria 9V (PP3)

przełącznika S2. Po włączeniu urządzenia i skierowaniu fototranzystora w stronę źródła światła, regulacja potencjometrem VR1 powinna prowadzić do włączenia i wyłączenia diody D2. Ze względu na znaczne wzmocnienie układu punkt przejścia między obydwojema stanami powinien być bardzo dobrze określony, nie powinien natomiast występować obszar świecenia z obniżoną jasnością. Jeśli układ zachowuje się inaczej, należy wyłączyć zasilanie i sprawdzić połączenia.

Podczas normalnej eksploatacji fototranzystor nie może być kierowany w stronę źródeł światła mogących zakłócić prawidłową pracę urządzenia. Należy ustawić potencjometr VR1 w skrajnym lewym położeniu (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara) i skierować nadajnik pilota w stronę fototranzystora T1.

Należy pamiętać, że zarówno nadajnik pilota, jak i fototranzystor T1 są elementami o kierunkowych charakterystykach czułości optycznej i powinny być ustawione dokładnie liniowo względem siebie.

Urządzenie powinno działać przy takiej właśnie nastawie VR1 po przełączeniu S2, tzn. po włączeniu diody IR LED D1 do

obwodu. Dioda ta winna być skierowana w stronę magnetowidu lub odbiornika TV satelitarnej, a odległość między nimi nie powinna przekraczać jednego lub dwóch metrów.

Dalszy obrót potencjometru

VR1 w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara powinien przynieść zwiększenie czułości, ale jej nadmierny wzrost sprawi, że urządzenie przestanie działać. Znalezienie optymalnego położenia VR1 wymaga eksper-

mentowania.

Duncan Boyd

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".