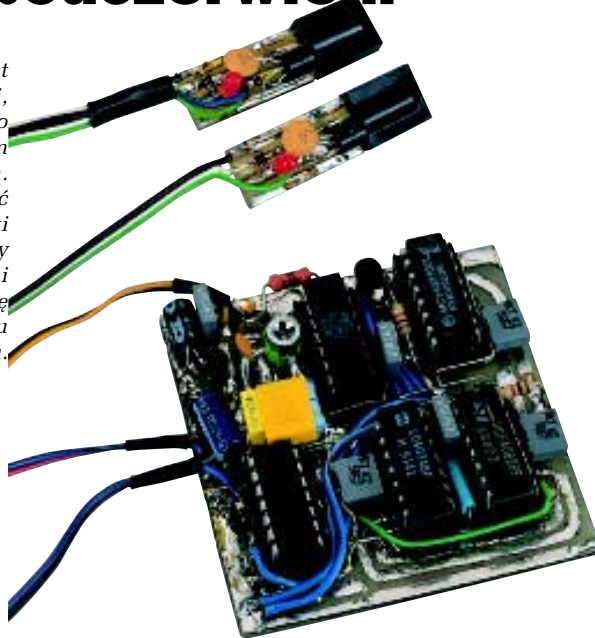


Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Booster podczerwieni

Prezentowany układ jest boosterem podczerwieni, przeznaczonym do sterowania pilotem z innych pomieszczeń. Można go więc traktować jako "przedłużacz" wiązki podczerwieni, pozwalający na sterowanie urządzeniami nie znajdującymi się bezpośrednio w „polu widzenia” pilota.



Dziś coraz więcej urządzeń sterowanych jest pilotami wykorzystującymi podczerwień. Piloty te mają dość poważną wadę - ich działanie ogranicza się do jednego pomieszczenia. Słuchając muzyki z pokoju A nie mamy możliwości sterowania zestawem muzycznym z pokoju B. Wiele osób posiada modulatory telewizyjne podłączone do wideo w pokoju stołowym i ogląda filmy na drugim telewizorze w sypialni. Włączają kasetę i szybko biegną do sypialni - dzisiaj to archaizm.

Wykorzystując stereofoniczny nadajnik UKF-FM, opublikowany w EP1/98 str. 81..82, można słuchać płyt CD lub kaset za pomocą dowolnego radia. Mamy przy tym dostęp do wszystkich funkcji naszego zestawu muzycznego sterowanych pilotem.

Wyposażając opisane urządzenie w moduły radiowe (nadawczy i odbiorczy - dostępne w ofercie AVT) można zamienić pilot podczerwieni w pilot radiowy. Umożliwi to odsłuchiwanie za pomocą walkmana wybranych utworów z płyty CD. Na łamach EP i wielu innych czasopism by-

ły zamieszczane boostery podczerwieni, nazywane buforami lub przedłużaczami. Wymagają one jednak dostrajania czułości lub częstotliwości.

Wykonane przeze mnie urządzenie nie wymaga ustawiania jego czułości, ani dostrajania częstotliwości, a ponadto pozwala na dołączenie kilku odbiorników sygnału pilota zainstalowanych w różnych (dość odległych) miejscach domu. Booster przeznaczony jest do współpracy z pilotami o częstotliwości nośnej 36kHz, a w przypadku wymiany rezonatora ceramicznego z pilotami o częstotliwości 38kHz.

Całe urządzenie składa się z odbiorników połączonych z nadajnikiem kablami trójżyłowymi. Nadajnik ma wymiary 57x57x13mm, a odbiorniki 35x10x5mm. Odbiorniki łączy się równolegle, dzięki czemu ogranicza się w znaczny sposób liczbę przewodów łączących nadajnik z odbiornikami.

Opis działania układu

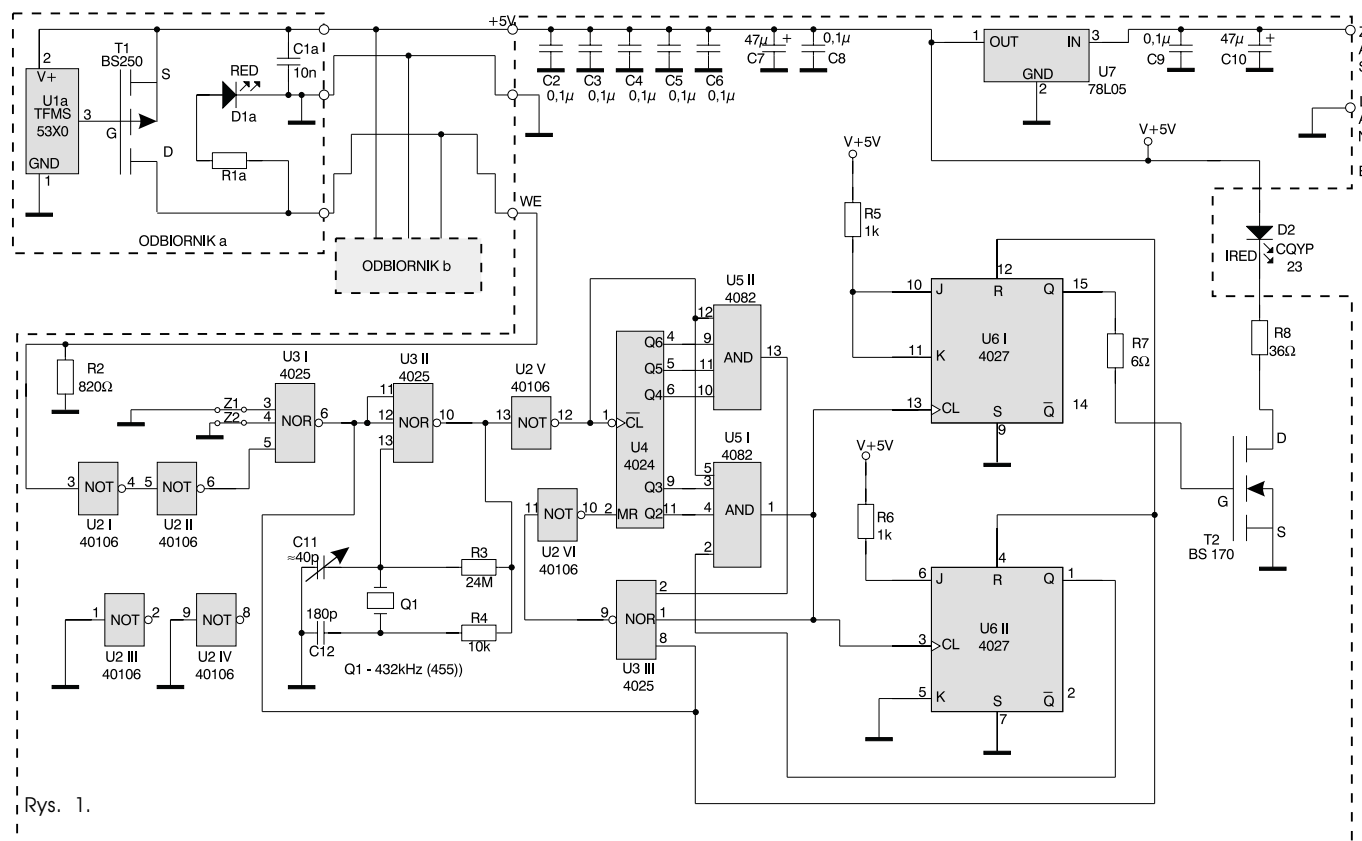
Dla łatwiejszego zrozumienia zasady pracy układu, którego schemat jest widoczny na rys. 1, jego działanie zostanie omówione dla przypadku

Projekt
068

współpracy z jednym odbiornikiem (36kHz).

Po odebraniu sygnału z pilota, na wyjściu U1 (będącym dotychczas w stanie wysokim) pojawia się zero logiczne. Jeśli paczka impulsów o częstotliwości 36kHz trwa t_{odebrane} to stan niski na wyjściu układu U1 będzie trwał $t_{\text{dekodowane}} = t_{\text{odebrane}} + 150\mu\text{s}$. Zero logiczne na bramce tranzystora T1 wprowadza go w stan przewodzenia. Powoduje to zaświecenie się diody D1 (wszystkich diod dołączonych do zacisku WE nadajnika) i przejście wejścia WE nadajnika w stan wysoki. Jedynka logiczna (podwójnie zanegowana przez U2I i U2II) sprawia, że na wyjściu bramki U3I, na którym dotychczas występował stan wysoki, pojawia się zero logiczne. Stan niski odblokowuje przerzutniki U6I i U6II, które były wyzerowane i zablokowane stanem wysokim na wejściach R. Jednocześnie jedynka logiczna na wejściach (11, 12) bramki U3II uruchamia zbudowany na niej generator. Częstotliwość tego generatora zależy od rezonatora ceramicznego i dla $Q1=432\text{kHz}$ wynosi 432kHz (dla $Q1 = 455\text{kHz}$ wynosi 455kHz). Sygnał z generatora poprzez inwerter U2V, jest kierowany na wejście zegarowe licznika U4. Wejście CL\ układu U4 reaguje na opadające zbocze, a do czasu uruchomienia generatora znajduje się w stanie wysokim. Jeśli generator pracuje z częstotliwością 432kHz, to opadające zbocza będą występowały co 2,315 μs .

Teraz warto zastanowić się, jaki wpływ na stan wyjścia bramek U5I i U5II mają, podłączone do ich wejść, wyjścia licznika U4 i sygnał zegarowy. Wyjście Q przerzutnika U6II zna-



Rys. 1.

jdzie się w stanie niskim, a jedynka logiczna wystąpi na nim po pojawieniu się rosnącego zbocza na wejściu CL tego układu. Już na pierwszy rzut oka widać, że zbocze to wystąpi, gdy na wyjściu bramki U5I pojawi się jedynka logiczna. Stan wysoki na wyjściu tej bramki wystąpi, gdy wyjścia Q4, Q5, Q6 oraz sygnał zegarowy będą w stanie wysokim. Stan wysoki na wyjściu tej bramki zeruje licznik U4 poprzez bramkę U3III i inwerter U2VI. Jednocześnie następuje zmiana stanu na wyjściu Q przerzutnika U6II ze stanu niskiego na wysoki. Wyjście bramki U5I przechodzi w stan niski, a pracujący nadal licznik U4 zlicza do momentu, gdy na jego wyjściach Q2, Q3 wystąpi równocześnie jedynka logiczna. Z chwilą przejścia sygnału zegarowego w stan wysoki następuje wyzerowanie licznika, poprzez bramkę U3III i inwerter U2VI, wskutek zmiany stanu wyjścia Q przerzutnika U6I z niskiego na wysoki. Wyzerowanie licznika powoduje przejście wyjścia bramki U5II w stan niski i rozpoczęcie zliczania. Teraz licznik będzie zliczał cyklicznie do momentu pojawienia się jedynki logicznej na wyjściu bramki U5II. Każde przejście bramki U5II ze stanu niskiego na wysoki będzie zmieniało na przeciwny stan wyjścia Q przerzutnika U6I. Pro-

ces ten będzie trwał do chwili, w której wejście WE nadajnika powróci do stanu niskiego. Zero logiczne na wejściu WE nadajnika unieruchamia generator, zeruje przerzutniki U6I, U6II, wprowadzając ich wyjścia Q w stan niski. Poprzez bramkę U3III i inwerter U2VI zostaje wyzerowany licznik U4. Nasuwa się pytanie - po jakim czasie od pojawienia się stanu wysokiego na wejściu WE nadajnika pojawi się jedynka logiczna na wyjściu Q przerzutnika U6I i z jaką częstotliwością będzie się zmieniał stan tego wyjścia?

Na to pytanie odpowiedź należy szukać na wykresie obrazującym pracę licznika U4 - rys. 2. Widać na nim, że po pojawieniu się jedynki logicznej na wejściu WE nadajnika licznik odliczy 56,5 okresu. Zostanie wyzerowany i będzie czekał 0,5 okresu na opadające zbocze. Kolejne odliczanie licznika będzie trwało 5,5 okresu, po czym nastąpi zmiana stanu wyjścia Q przerzutnika U6I, a po upływie 0,5 okresu nastąpi kolejne odliczanie licznika. Zmiany stanu wyjścia Q przerzutnika U6I będą następowały co 6 okresów. Dla częstotliwości generatora 432kHz jedynka logiczna na wyjściu Q przerzutnika U6I pojawi się po 142,361µs. Częstotliwość przebiegu (o wypełnieniu 50 %) na

wyjściu Q przerzutnika U6I będzie wynosiła 36000Hz. Dla częstotliwości generatora 455kHz, jedynka logiczna na wyjściu Q przerzutnika U6I pojawi się po 135,165µs. Wówczas częstotliwość przebiegu (o wypełnieniu 50%) na wyjściu Q przerzutnika U6I będzie wynosiła 37917Hz). Sygnał o częstotliwości 36kHz pojawi się z opóźnieniem około 140µs, aby wyeliminować zniekształcenie sygnału pilota wywołane przedłużeniem odebranego sygnału o około 150µs przez układ U1.

Wyjście Q przerzutnika U6I steruje bramką tranzystora T2. Tranzystor ten steruje prądem płynącym przez diodę D2. Po przeanalizowaniu działania układu można dojść do wniosku, że układ kopiuje odebrane paczki impulsów o częstotliwości 36kHz (38kHz) z opóźnieniem 140µs.

Opóźnienie to w żaden sposób nie wpływa na pracę urządzeń sterowanych pilotem, a tym bardziej jest niezauważalne przez użytkownika. Odbiorniki zostały wyposażone w tranzystory T1, aby mogły być oddalone na znaczną odległość, a także po to, by odbiór sygnału z pilota był sygnalizowany diodą świecąca. Ustalając wartość rezystora R1 we wszystkich odbiornikach i

wartość rezystora R2 należy mieć na względzie parametry tranzystora T1 (dla BS250 $I_{Dmax}=500mA$, $P_{TOTmax}=800mW$). Dobierając wartość rezystora R1 należy uwzględnić prąd diody D1 oraz spadek napięcia na przewodzie zasilającym odbiornik, ponieważ zbyt duży spadek napięcia może negatywnie wpłynąć na pracę układu U1. Układ U1 należy dobrać do częstotliwości, na której będzie pracował booster: dla 36kHz układ TFMS5360, a dla 38kHz układ TFMS5380.

Bramki U2I i U2II (z przerzutnikami Schmitta) zastosowałem w celu eliminacji zniekształceń sygnału, które mogą wystąpić w przypadku użycia długich przewodów pomiędzy nadajnikiem a odbiornikami. Trymer C11 służy do dokładnego dostrojenia częstotliwości generatora. W przedstawionym układzie zastosowałem trymer 15-60pF i bez względu na jego ustawienie układ pracował poprawnie. Rezystor R7 został zastąpiony zworą, gdyby jednak jako T2 miał być zastosowany tranzystor bipolarny, rezystor ten powinien mieć wartość około 2,2kΩ. Rezystory R5, R6 chronią diody zabezpieczające na wejściach J, K przerzutników U6I, U6II. Jak najbliżej nóżek zasilających układów U1-U6 należy

przylutować kondensatory o takich samych numerach jak układy - C1 przy U1 itd, przy U7 kondensatory C7, C8, C9, C10.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu należy wykonać zgodnie z obowiązującymi zasadami. Pod układy scalone zalecam zastoso- wać podstawki. Rezonator ceramiczny warto dolutować do wyprowadzeń rezystorów R3, R4, tak by jego wymiana nie wymagała wylutowywania z płytki. Rezystor R8 należy wlutować tymczasowo. Poprawnie wykonany układ nie wymaga uruchamiania, a jedynie sprawdzenia poprawności działania. Prezentowany układ został wykonany na napięcie zasilające 8-12V, z tego powodu kondensator C10 jest na napięcie 16V. W przypadku zastosowania kondensatora na wyższe napięcie, układ można zasilać napięciem 8-30V. Tak szeroki zakres napięć zasilających pozwoli na zasilanie układu ze sterowanego urządzenia (TV, VIDEO, zestaw AUDIO). Układ w stanie czuwania powinien pobierać $I_{CZUWANIA} = I_{U7} + N I_{U1}$, gdzie I_{U7} to około 3mA, I_{U1} to około 0,5mA, N - liczba odbiorników. Poprawność działania odbiornika sygnalizowana jest szybko mrugającą diodą D1. Po zbliżeniu na odległość 1cm diody D2 do odbiornika podczerwieni sterowanego urządzenia, booster powinien zacząć działać. Jeśli booster nie chce realizować swoich zadań, za pomocą częstotłociomierza lub oscyloskopu można zmierzyć częstotliwość na jego wyjściu (dren tranzystora T2) po zwarceniu wejścia WE

nadajnika z zaciskiem +5V.

Osobom, które nie dysponują częstotłociomierzem lub oscyloskopem, polecam uproszczoną metodę diagnostyczną. Należy wylutować rezystor R8, następnie między dren tranzystora T2 a zacisk +5V trzeba włączyć głośnik 16Ω. Zamiast układu U5 należy włożyć podstawkę ze zwartymi pinami 1, 4, 13. Po zwarceniu wejścia WE nadajnika z zaciskiem +5V w głośniku powinien pojawić się pisk (f 6750Hz dla Q1=432kHz, f 7109Hz dla Q1=455kHz). Pisk powinien milknąć po rozwarciu połączenia wejścia WE nadajnika z zaciskiem +5V. Prezentowany układ zaczął działać bez żadnych problemów.

Ostatnią czynnością po uruchomieniu układu jest ustawienie prądu diody D2. Diodę D2 można umieścić przy sterowanym urządzeniu dzięki połączeniu jej z nadajnikiem za pośrednictwem przewodów. W przypadku, gdy booster będzie sterował kilkoma urządzeniami umieszczonymi w pewnej odległości od siebie, należy diodę D2 umieścić w takim miejscu, by znajdowały się one w polu jej działania lub zastosować kilka obwodów wyjściowych (T2, R8, D2). W zależności od czułości odbiorników podczerwieni sterowanych urządzeń, należy dobrać wartość prądu diody D2. Górna wartość prądu diody D2 jest ograniczona parametrami diody D2, tranzystora T2, układu U7. Dla diody CQYP23 i większości diod prąd przewodzenia wynosi 150mA, prąd stabilizatora 78L05 100mA, dla tranzystora BS170 $I_{Dmax} = 500mA$ ($P_{TOTmax} = 800mW$). Elementem

w głównej mierze decydującym o zasięgu nadajnika bo- ostera jest rezystor R8.

Prezentowany układ z R8=36Ω miał zasięg 1,5m. Aby ustawić prąd diody D2, należy dołączyć ją za pośred- nictwem przewodów którymi będzie w przyszłości połączo- na na stałe z nadajnikiem. Mi- liamperomierz trzeba włączyć pomiędzy dodatni biegun na- pięcia zasilającego, a zacisk połączony z końcówką IN (pin 3) układu U7. Należy wyluto- wać rezystor R8 i zasilić układ. Pobierany prąd powin- nien wynosić $I_{CZUWANIA} = I_{U7} + N I_{U1}$. Teraz trzeba ze- wrzeć wejście WE nadajnika z zaciskiem +5V i zmierzyć prąd I_{PRACY} (prezentowany układ wyposażony w dwa od- biorniki pobierał 18,5mA). Po wlutowaniu rezystora R8, na- leży ponownie zmierzyć po- bór prądu po zwarceniu wejścia WE nadajnika z zaciskiem +5V. Zmierzony prąd $I_{BOOSTER} = I_{PRACY} + I_{D2}$. Zmniejszając war- tość rezystora R8 wpływamy na wzrost prądu diody I_{D2} , a co za tym idzie na zasięg nadajnika boostera.

Uwagi końcowe

W przypadku nie stosowa- nia bramek U2I, U2II za- miast CMOSa 40106 można zastosować 4069. Stosując większą liczbę odbiorników zalecam zbudowanie dwóch lub trzech obwodów wejści- owych wykorzystując wejścia bramki U3I zwarte zworami Z1, Z2 do masy. Kuszając propo- zycją jest dołączenie do jednego z wejść bramki U3I radiowego modułu odbiorcze- go, a jednocześnie połączenie jednego z odbiorników jedy- nie z radiowym modułem na- dawczym. Dzięki takiemu po-

WYKAZ ELEMENTÓW

Odbiornik

Rezystory

R1: 820Ω

Kondensatory

C1: 10nF

Półprzewodniki

D1: LED jasna

T1: BS250

U1: TFMS5360 (36 kHz) lub

TFMS5380 (38 kHz)

Nadajnik

Rezystory

R2: 820Ω

R3: 24MΩ

R4: 10kΩ

R5, R6: 1kΩ

R7: 0Ω

R8: 36Ω

Kondensatory

C2..C6: 100nF

C7, C10: 47μF

C8, C9: 100nF

C11: 40pF trymer

C12: 180pF

Półprzewodniki

D2: CQYP23

T2: BS170

U2: CD 40106

U3: CD 4025

U4: CD 4024

U5: CD 4082

U6: CD 4027

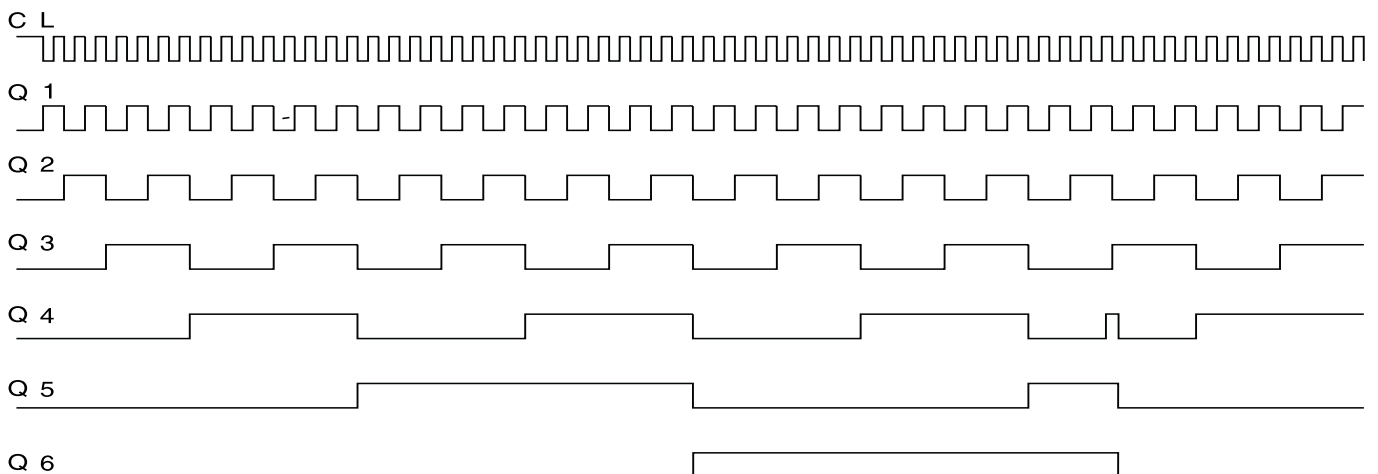
U7: 78L05

Różne

Q1: rezonator ceramiczny 432 kHz (dla 36 kHz) lub 455 kHz (dla 38 kHz)

łączeniu powstanie pilot ra- diowy na bazie prezentowa- nego boostera.

Krzysztof Bieniek



Rys. 2.