



Jednokanałowy system sterowania przez telefon



Na łamach czasopism Elektronika dla Wszystkich oraz Elektronika Praktyczna pojawiło się już kilka projektów urządzeń umożliwiających zdalne sterowanie przez telefon. Niniejszy artykuł prezentuje nieskomplikowany układ, który umożliwia sterowanie jednym urządzeniem za pomocą dowolnego telefonu pracującego w trybie tonowym. Układ wykorzystuje częstotliwości systemu DTMF, jednak do budowy systemu nie są potrzebne żadne specjalizowane układy scalone – wystarczy cztery popularne i tanie kostki: CMOS 4093, 4011 i dwie NE567. Układy NE567 są rzadko wykorzystywane, a tymczasem te leciwe kostki z powodzeniem zastępują one skomplikowane cyfrowe dekodery tonów DTMF. W opisywanym urządzeniu wykorzystuje się tylko dwie spośród ośmiu częstotliwości systemu DTMF.

Potrzebę takiego projektu zgłosił pewien Czytelnik z Warszawy, który chciał za pomocą telefonu sterować ogrzewaniem domu letniskowego na Mazurach. Potrzebny mu był tylko jeden kanał, bo jesienią i zimą chciał przed przyjazdem odpowiednio wcześniej włączyć ogrzewanie elektryczne.

Według przyjętych założeń układ powinien być jak najprostszy. Działanie jest następujące. Opisywane urządzenie, zasilane z baterii, dołączone jest równolegle do normalnego aparatu telefonicznego, na przykład we wspomnianym domu na Mazurach. Aby włączyć lub wyłączyć ogrzewanie, należy wybrać odpowiedni numer i po kilku(nastu) dzwonekach urządzenie zgłosi się tak samo, jak automatyczna sekretarka. Aktualny stan oddalonego urządzenia (załączony/wyłączony) sygnalizowany jest na bieżąco za pomocą tonu: dźwięk przerywany – wyłączony, dźwięk ciągły – załączony. Stan ten można łatwo zmienić naciskając jeden z przycisków

klawiatury telefonicznej. Klawisz “0” wyłączy ogrzewanie, klawisz “1” włączy. Zmiana zostanie natychmiast potwierdzona tonem ciągłym lub przerywanym. Dzięki temu dzwoniący będzie miał pewność, że zmiana została dokonana. Urządzenie automatycznie przerwie połączenie po ustalonym czasie (kilkanaście... kilkadziesiąt sekund) i powróci do stanu bezprądowego oczekiwania.

Opis układu

Na pierwszy rzut oka, urządzenie może się wydać skomplikowane. W rzeczywistości okaże się proste, a jego działanie – oczywiście. Szczegółowy schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 1**. Sercem systemu jest dwucewkowy przekaźnik bistabilny oznaczony K2. Jak każdy przekaźnik bistabilny, nie musi on być zasilany ciągle. Wystarczy podać krótkie impulsy sterujące, które zmienią jego stan.

Dzięki zastosowaniu takiego przekaźnika pobór prądu w spoczynku można zmniejszyć do zera. Tak jest w opisywanym urządzeniu. Należy zauważyć, że układ jest zasilany z baterii napięciem V_b , ale w spoczynku zasilana jest tylko część układu – detektor dzwonka i układy czasowe. Dzięki obecności układów CMOS, pobór prądu w spoczynku jest pomijalnie mały (mniej niż $1\mu A$). Po pojawieniu się określonej liczby “dzwonków” (wyznaczonej przez czas T_1 zależny od C_{23} , R_6), zostanie włączony przekaźnik K1. Jeden styk tego przekaźnika dołączy do linii telefonicznej rezystor 600-omowy, co centrala potraktuje jako zgłoszenie abonenta. Drugi styk poda zasilanie na drugą część układu – obwody te oznaczone są V_{cc} . Układ pozostanie włączony przez czas T_2 (zależny od C_{21} , R_5), a potem sam się wyłączy. Dzięki takiej zasadzie pracy alkaliczne baterie R_6 starczą na co

najmniej rok pracy – ich zużycie wynikać będzie praktycznie tylko z samorozładowania.

W czasie T_2 osoba dzwoniąca może zmienić stan przekaźnika wykonawczego K2. Nastąpi to po naciśnięciu klawisza “0” albo “1” w telefonie pracującym w trybie tonowym.

Sygnaly DTMF przychodzące z linii telefonicznej kierowane są do dwóch detektorów tonu z układami NE(LM)567. Sygnal “0” to w kodzie DTMF mieszanina tonów o częstotliwościach 941Hz i 1209Hz. Z kolei sygnal “1” zawiera składowe o częstotliwościach 697Hz i 1209Hz. Dekodery tonu z układami LM567 (NE567) reagują na składowe 697Hz oraz 941Hz i bezpośrednio sterują cewki przekaźnika bistabilnego. (Dzięki temu prostemu sposobowi dekodowania układ reaguje też na naciśnięcia klawiszy “2” i “#” oraz “*” i “#”, ale nie ma to znaczenia.)

Co bardzo ważne, jeden ze styków przekaźnika wykonawczego K2 pracuje w obwodzie generatora informacji zwrotnej. W zależności od stanu tego styku, generator 2kHz pracuje albo w sposób ciągły (styk zwarty), albo przerywany sygnałem 2Hz (styk rozarty). Wytworzony sygnał 2kHz przesyłany jest przez linię telefoniczną do abonenta wywołującego – w ten prosty sposób otrzymuje on niezawodną informację o aktualnym stanie urządzenia.

A oto szczegółowy opis. W stanie spoczynku linia telefoniczna dołączona jest do obwodu detektora sygnału dzwonięcia (R_1 , R_2 , C_1 , D_1 , D_4 , OPT_1 , R_3 , R_4 , C_2 , U_{1A}). Pojawienie się w linii sygnału dzwonięcia (jedna sekunda – impuls, trzy sekundy przerwy) powoduje zmianę stanu na wyjściu U_{1A} z niskiego na wysoki. Dioda D_2 powoduje, że naładowany w spoczynku kondensator C_{21} zostanie szybko rozładowany. Napięcie na nim i na wejściu bramki U_{1B} mierzone

względem masy wzrośnie, natomiast napięcie na wyjściu U1B spadnie. Rozpocznie się proces powolnego rozładowania kondensatora C23 przez rezystor R6. Jednosekundowy impuls dzwonka rozładowuje szybko kondensator C21, a w ciągu trzech sekund przerwy nie zdąży się on naładować i w efekcie na wyjściu bramki U1B będzie się w czasie dzwonięcia utrzymywał stan niski. Po czasie T1, wyznaczonym przez R6, C23, na wyjściu bramki U1C pojawi się stan niski, który spowoduje zadziałanie przełącznika K1. Przede wszystkim jeden styk przełącznika poda zasilanie na część układu z kostkami U2, U3, U4 – napięcie to oznaczono Vcc. Drugi styk włączy w obwód linii telefonicznej rezystor R9. Dołączenie do linii rezystora R9 o typowej "telefonicznej" wartości 600Ω (590...620Ω) zostanie zinterpretowane w centrali jako podniesienie słuchawki. Centrala przestanie wysyłać sygnał dzwonięcia i połączy rozmowę. Sygnały akustyczne z linii zostaną podane przez kondensatory C3, C4 na wzmacniacz filtrujący z tranzystorem T3 i dalej na dekodery tonu U2, U3. Tranzystor T3 wchodzi w skład filtru dolnoprzepustowego o częstotliwości granicznej około 1kHz. Filtr ten nie dopuszcza na wejścia kostek U2, U3 sygnałów wyższej częstotliwości, które mogłyby spowodować błędne działanie urządzenia. Jednocześnie tranzystor T3 wzmacnia kilkakrotnie sygnały użyteczne.

Rys. 1 Schemat ideowy

Jeśli na linii pojawi się ton 697Hz związany z naciśnięciem przez abonenta wywołującego klawisza "1", zadziała dekodery U2. Układ NE567(LM567) ma wyjście z otwartym kolektorem i do tego wyjścia podłączone jest bezpośrednio jedno z uzwojeń przełącznika bistabilnego K2. Drugie uzwojenie podłączone jest do wyjścia takiego samego układu U3, reagującego na ton 941Hz, związany z naciśnięciem klawisza "0". Kostki LM567 pracują tu w typowej aplikacji. Potencjometry PR1, PR2 pozwalają dostroić dekodery do podanych częstotliwości.

Bramki układu scalonego U4 tworzą dwa generatory. Generator z bramkami U4C, U4D wytwarza cały czas przebieg o częstotliwości około 2Hz. Przebieg ten podawany jest przez rezystor R28 na wejście bramkujące drugiego generatora o częstotliwości około 2kHz (U4A, U4B). Na rezystorze R25 występuje więc sygnał modulowany, ale tylko wtedy, gdy styki przełącznika wykonawczego są w położeniu (na rysunku) spoczynkowym. Gdy styki te są zwarte, na wejście bramkujące (nóżka 6 U4B) podawany jest stan wysoki i generator 2kHz generuje ton ciągły. Ciągły lub przerywany sygnał 2kHz przekazywany jest z wyjścia bramki U4A przez R25, C5, T2, R18 na linię telefoniczną. W ten sposób abonent wywołujący (na drugim końcu linii) jest na bieżąco informowany, że jego rozkazy są realizowane.

Opisane czerwonym kolorem elementy R20, R21, R22, C16, C17, C18 tworzą filtr dolnoprzepustowy. Pierwotnie miał on filtrować

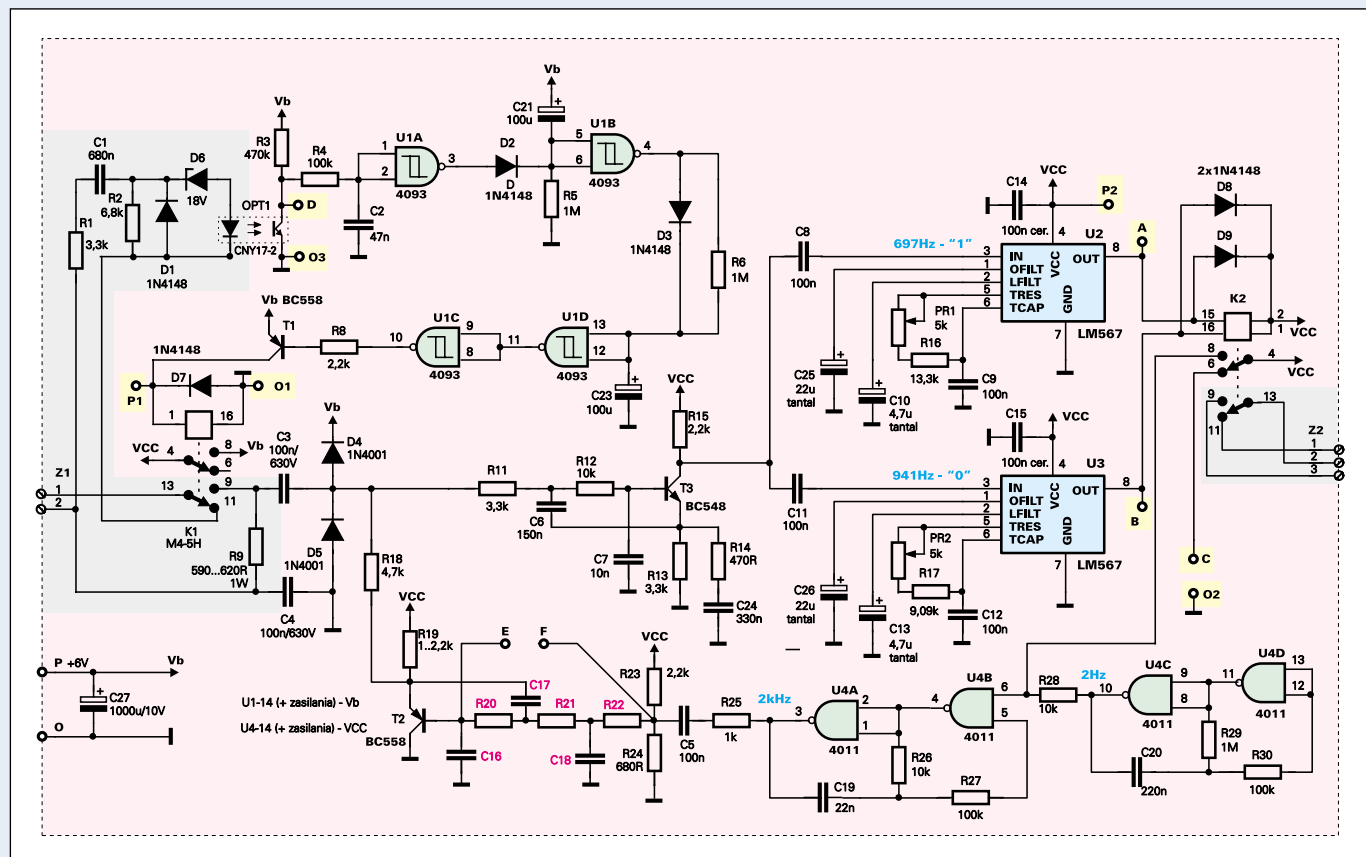
wyższe składowe i wpuszczać w linię (a także na wejścia dekodery U2, U3) czysty sygnał sinusoidalny. W trakcie testów modelu okazało się, że filtr ten nie jest potrzebny – niewielkie wyższe harmoniczne nie zakłócają pracy kostek U2, U3. W wersji podstawowej elementy te nie będą montowane – zamiast nich należy wykonać zworę między punktami E, F.

Na schemacie zaznaczono żółtym kolorem dodatkowe punkty A, B, C, O1, O2, O3, P1, P2. Okażą się one wręcz nieocenione przy uruchamianiu i testowaniu urządzenia.

Bardziej zaawansowani elektronicy powinni jeszcze zwrócić uwagę na pewne sprawy. W opisywanym urządzeniu oddzielono galwanicznie linię telefoniczną od głównego układu. Gwarantują to transformator OPT1, przełącznik K1 oraz kondensatory C3, C4 o wysokim napięciu pracy (630V). Takie oddzielenie nie ma co prawda większego znaczenia w przypadku urządzenia zasilanego z baterii, jednak jest dobrym zwyczajem. Dodatkowo oddzielenie galwaniczne zapewnia przełącznik K2. Obwody oddzielone galwanicznie od głównego układu zaznaczono na schemacie ideowym jasnym kolorem szarym.

Montaż i uruchomienie

Układ można zamontować na jednostronnej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 2. Montaż nie jest trudny. Należy go rozpocząć od wykonania pięciu zaznaczonych zwór, a następnie lutować kolejno elementy, poczyna-



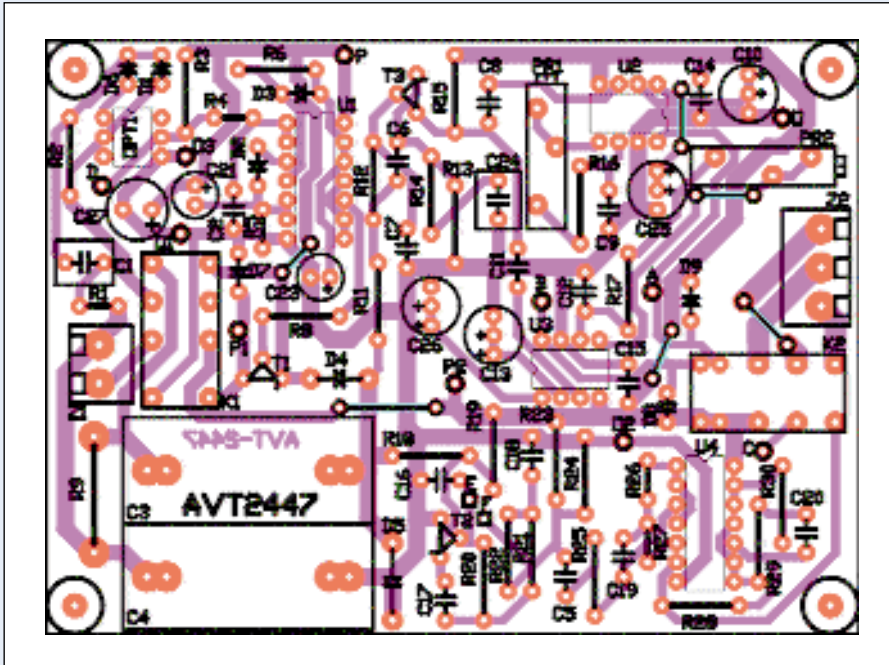
nając od najmniejszych. Stopień trudności projektu wyznaczono na dwie gwiazdki, jednak samo zmontowanie nie powinno sprawić kłopotów nawet mniej doświadczonym. Nie należy montować R20, R21, R22, C16, C17, C18 – zamiast nich wykonać zworę między punktami E, F.

Model pokazany na fotografii różni się kilkoma szczegółami od płytki z rysunku 2. Wynika to z modyfikacji i ulepszeń, jakie wprowadzono po laboratoryjnych testach prototypu.

Na **rysunku 3** pokazano układ wyprowadzeń (widok od spodu) maleńkich przekaźników bistabilnych serii firmy P MEISEI, które wyroby są popularne na krajowym rynku.

Po zmontowaniu układu i gruntownym sprawdzeniu poprawności montażu należy podłączyć źródło zasilania, najlepiej z włączonym szeregowo amperomierzem. Pobór prądu powinien szybko zmaleć do wartości rzędu mikroamperów. Należy pozostawić układ w tym stanie co najmniej przez godzinę, by aluminiowe kondensatory elektroli-

Jeśli układ reaguje prawidłowo, należy wyregulować potencjometry PR1, PR2, ustalając częstotliwość roboczą detektorów tonu U2 i U3 dokładnie na 697Hz i 941Hz. To jest najtrudniejsza operacja. Na szczęście nie trzeba do tego żadnych przyrządów – wystarczy jakikolwiek aparat telefoniczny z klawiaturą tono-

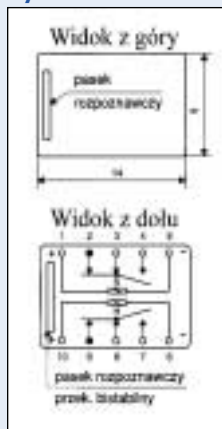


Rys. 2 Schemat montażowy

Układ można umieścić w dowolnej obudowie, choćby popularnej KM-60.

Jeśli ktoś będzie miał trudności ze zdobyciem przekaźnika dokładnie takiego samego jak w modelu, może śmiało zastosować jakikolwiek **dwucewkowy** przekaźnik bistabilny **na napięcie 5V**. Zapewne będzie on miał inny rozkład wyprowadzeń, więc trzeba go będzie wlutować na przewodach, umieszczając nad płytką. Nie będzie to trudne, należy jednak zwrócić uwagę,

Rys. 3



czy na obudowie przekaźnika nie zaznaczono biegunowości – niektóre przekaźniki (polaryzowane) wymagają określonej biegunowości napięcia podawanego na cewki. Co ciekawe, identyczne z wyglądu przekaźniki innych firm nie mają takich wymagań.

tyczne C21, C23 zdążyły się zaformować. Dobrze byłoby na ten czas zewrzeć R5 albo dolutować równolegle rezystor o oporności kilku kiloomów.

Dopiero po zaformowaniu C21 i C23 można testować układ. **Rysunek 4** pokazuje sposób podłączenia urządzenia podczas pierwszych prób. Na tym etapie przydatność swą pokażą dodatkowe punkty na płytce. Do punktów D, O3 należy podłączyć przycisk S1, który będzie zastępował sygnał dzwonięcia z centrali. Do punktów P1, O1 należy podłączyć diodę LED i rezystor (330...750Ω).

Na początku trzeba sprawdzić, czy działają obwody dzwonięcia i czasowe. W tym celu należy naciskać przycisk S1 w rytmie:

- 1 sekunda naciśnięty,
- 3...5 sekund – zwolniony.

Po kilkudziesięciu sekundach takiego naciskania zadziała przekaźnik K1 i zaświeci się lampka LED1. Należy wtedy pozostawić w spoczynku przycisk S1 – po dalszych kilkudziesięciu sekundach przekaźnik się wyłączy. Na czas tej próby warto dolutować równolegle do R5 i R6 rezystory o wartości 100...220kΩ - pozwoli to szybciej sprawdzić działanie obwodów współpracujących z kostką U1.

Wykaz elementów

Rezystory

R1,R11,R13	.....	3,3kΩ
R2	.....	6,8kΩ
R3	.....	470kΩ
R4,R27,R30	.....	100kΩ
R5,R6,R29	.....	1MΩ
R8,R15,R23	.....	2,2kΩ
R9	.....	590Ω 1W
R12,R26,R28	.....	10kΩ
R14	.....	470Ω
R16	.....	13,3kΩ
R17	.....	9,09kΩ
R18	.....	4,7kΩ
R19	.....	1...2,2kΩ
R20,R21,R22	.....	zwora F-F nie montować
R24	.....	680Ω
R25	.....	1kΩ
PR1,PR2	.....	5kΩ helitrim

Kondensatory

C1	.....	680nF
C2	.....	47nF
C3,C4	.....	100nF/630V
C5,C8,C9,C11,C12	.....	100nF MKT
C6	.....	150nF MKT
C7	.....	10nF MKT
C16-C18	.....	nie montować
C10,C13	.....	4,7μF/10V tantalowy
C14,C15	.....	100nF ceramiczny
C19	.....	22nF MKT
C20	.....	220nF
C21,C23	.....	100μF/10V
C24	.....	330nF MKT
C25,C26	.....	22μF/10V tantalowy
C27	.....	1000μF/10V

Półprzewodniki

D1-D3,D7-D9	.....	1N4148
D4,D5	.....	1N4001
D6	.....	dioda Zenera 18V
OPT1	.....	CNY17-2
T1,T2	.....	BC558
T3	.....	BC548
U1	.....	4093
U2,U3	.....	LM567
U4	.....	CMOS 4011
Inne		
K1	.....	przekaźnik M4-5H lub odpowiednik
K2	.....	przekaźnik DS2E-L2 5V lub odpowiednik
Z1	.....	ARK2
Z2	.....	ARK3

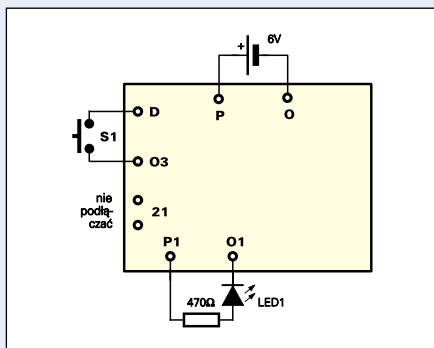
Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT - 2447

wą. Układ należy zestawić według **rysunku 5**, dodając trzy diody LED i dwa rezystory. Punkty D, O3 są tym razem zwarte, co gwarantuje ciągłą pracę przekaźnika K1 i detektorów tonu.

Potrzebny też będzie zasilacz o napięciu co najmniej 18V i rezystor Rx. Należy zastosować rezystor o takiej wartości i mocy strat, by przez aparat telefoniczny po podniesieniu słuchawki płynął prąd rzędu 15...30mA. Aparat będzie wtedy poprawnie pracował i wysyłał do budowanego urządzenia sygnały DTMF.

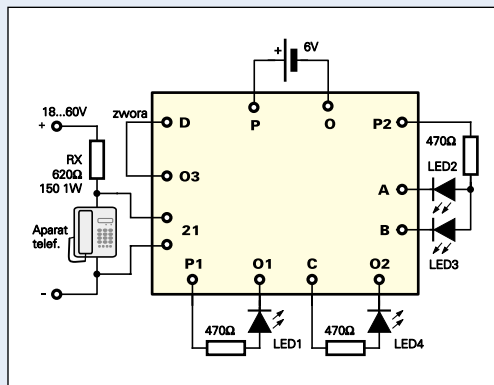
Aby wyregulować układ U2, należy we współpracującym aparacie (słuchawka zdjęta

Rys. 4



z widełek) wcisnąć klawisz "1" i tak ustawić PR1, by zaświeciła się lampka LED2. Następnie należy delikatnie pokręcać PR1 i ustawić go niejako w środku zakresu świecenia diody LED2. Analogicznie przy naciśnięciu klawisza "0" w aparacie telefonicznym należy wyregulować PR2 na podstawie wskaźnika lampki LED3. Operacji tej warto

Rys. 5



poświęcić trochę czasu, by potencjometry ustawione były na środku zakresu trzymania układów U2, U3, a nie gdzieś na skraju. Zapewni to niezawodną pracę także przy zmianach temperatury i napięcia baterii.

Kontrolka LED4 pozwoli sprawdzić, jak zachowuje się przekaźnik K2 w czasie pracy – kiedy zmienia stan swych styków. Później, w czasie normalnego użytkowania diody LED nie są potrzebne i należy je odlutować. Mogłyby wprowadzić pozostać, ale zwiększą pobór prądu z baterii.

Jeśli układ pracuje, można dołączyć obciążenie. Miniatury

rowy bistabilny przekaźnik K2 na pewno nie nadaje się do pracy przy napięciu sieci i znacznym obciążeniu. Dlatego absolutnie niezbędny jest dodatkowy przekaźnik, włączający właściwe obciążenie. Można też wykorzystać triak. Przykłady pokazane są na **rysunku 6**.

Możliwości zmian

Przede wszystkim można zmieniać czas reakcji układu na sygnał dzwonięcia, inaczej mówiąc, zmieniać liczbę dzwonek, potrzebną do zadziałania układu. Najlepiej będzie, gdy czas ten będzie długi (kilkanaście dzwonek), by opisywane urządzenie nie przeszkadzało w normalnym użytkowaniu podłączonego równolegle telefonu.

W razie potrzeby można zmienić wartość C23 (10...1000μF) oraz R6 (100k...1MΩ).

W większości przypadków nie zajdzie natomiast potrzeba zmiany czasu automatycznego wyłączenia (obwód

C21, R5).

Gdyby się okazało, że podczas użytkowania przyrządu czas T1 wyznaczony przez R6 C23 stopniowo się zwiększa, oznacza to, że kondensator C23 pozostający stale pod napięciem przeformowuje się i jego pojemność wzrasta. Zjawisko takie może zachodzić, gdy kondensator C23 jest zwykłym aluminiowym elektrolitem. W przypadku użycia "tantala" takie zjawisko powinno wystąpić. To samo dotyczy czasu automatycznego wyłączenia T2, wyznaczonego przez C21. Kondensatory tantalowe generalnie nie ulegają przeformowaniu (ani rozformowaniu), jednak po długim okresie pracy (lub składowania) mogą mieć zwiększony prąd upływu. Warto wtedy zmniejszyć wartość współpracujących rezystorów do 470k lub jeszcze bardziej.

Piotr Górecki

Uwaga! Opisywany układ nie posiada

homologacji Ministerstwa Łączności i powinien być traktowany tylko jako przykład rozwiązania ciekawego problemu. Dołączanie do publicznej sieci telekomunikacyjnej urządzeń nie mających homologacji jest prawnie zabronione. Osoby chcące wykorzystać taki układ w praktyce, uczynią to na własną odpowiedzialność.

REKLAMA · REKLAMA · REKLAMA · REKLAMA

TOK8705

RADIOELEKTRONIKA 200

CENA: 130zł

Pełny program nauczania radioelektroniki. Można wykonać 200 układów eksperymentalnych: wzmacniacze, generatory, zasilacze, syreny, odbiorniki radiowe, układy logiczne, muzyczne, sterujące itp.. W skład zestawu wchodzi: układy scalone, tranzystory, diody, kondensatory, rezystory, silnik, głośnik, fotokomórka, konsola plastikowa i inne.

Do podanej ceny należy doliczyć 7% VAT.
AVT Korporacja Dział Handlowy, ul. Burleska 9, 01-939 Warszawa,
tel./fax: (0-22) 835-66-88, 835-67-67, 864-64-82.

Rys. 6

