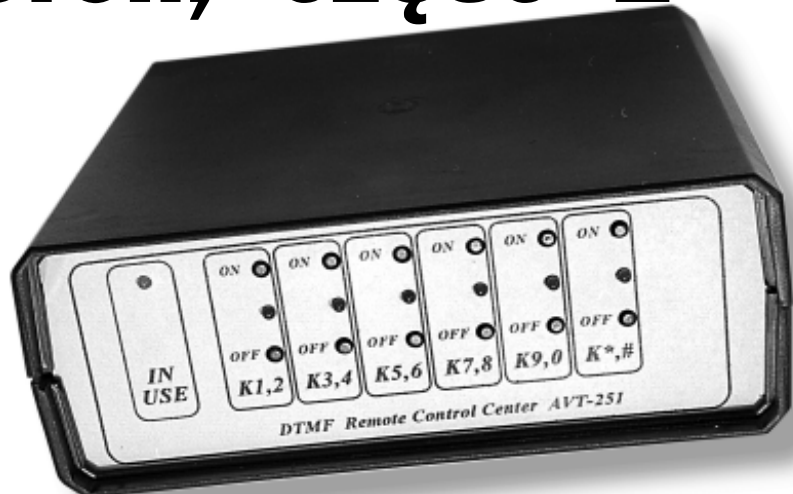


Odbiornik DTMF - - zdalne sterowanie przez telefon, część 1 kit AVT-251

Układ zdalnego sterowania przez telefon zapowiadaliśmy dość dawno i cieszył się on dużym zainteresowaniem Czytelników nadsyłających ankiety.

Spośród opracowanych w naszym laboratorium kilku wersji odbiorników wybraliśmy wersję najtańszą w wykonaniu i nie wymagającą stosowania specjalistycznych układów scalonych. Okupione to zostało pewnym skomplikowaniem konstrukcji elektrycznej urządzenia, co nie powinno stanowić jednak przeszkody dla Czytelników pragnących samodzielnie wykonać to pożyteczne urządzenie.



Praktycznie każdy aparat telefoniczny z klawiaturą ma przełącznik TONE/PULSE i w położeniu TONE jest nadajnikiem dwunastu kodów DTMF. Co prawda w systemie DTMF występuje sześćnaście kodów, ale kody oznaczane A, B, C, D są wykorzystywane bardzo rzadko.

W każdym razie aparat telefoniczny jest najprostszym nadajnikiem sygnałów DTMF. Otwiera to bardzo szerokie możliwości zdalnego sterowania przy pomocy sieci telefonicznej - oprócz zwykłego aparatu z klawiaturą wystarczy zastosować odbiornik i dekodery sygnałów DTMF.

W artykule opisano pełnowartościowy system zdalnego sterowania sześcioma urządzeniami przez linię telefoniczną. Urządzenie, nazywane dalej odbiornikiem, pracuje na zasadzie automatycznej sekretarki: jest podłączone do linii telefonicznej równolegle do istniejącego aparatu telefonicznego. Wystarczy z dowolnego krańca świata zatelefonować do siebie do domu używając aparatu mającego możliwość wybierania tonowego i po kilku dzwonek nasz odbiornik „przyjme rozmowę”, zgłosi swoją gotowość sygnałem dźwiękowym. Należy wtedy podać dwucyfrowe hasło umożliwiające dostęp do funkcji sterowania,

a potem nacisnąć jeden lub więcej klawiszy numerycznych w telefonie. W ten sposób możemy sterować różnymi urządzeniami, na przykład lampami oświetlenia zewnętrznego, systemami alarmowymi, symulatorami obecności domowników, kuchenką mikrofalową, magnetowidem, itp. Odbiornik może też być sterowany ręcznie za pomocą przycisków umieszczonych na płycie czołowej.

Opis układu

Schemat ideowy pokazany na rys. 1 może się wydawać skomplikowany. W rzeczywistości działanie układu jest proste.

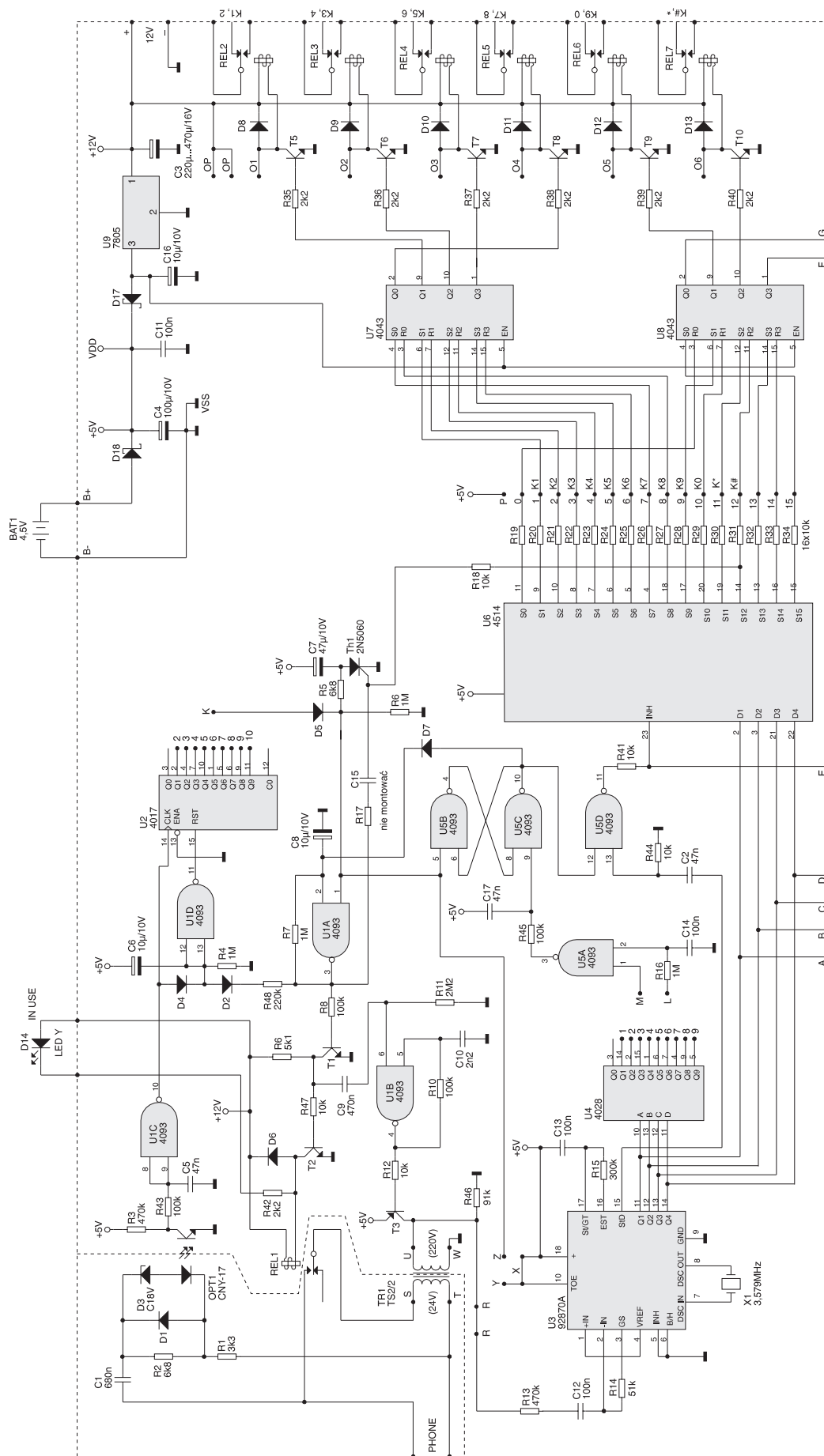
Urządzenie jest zasilane napięciem 12V. Napięcie 5V, potrzebne do układów scalonych, jest uzyskiwane za pomocą stabilizatora oznaczonego U9.

Linia telefoniczna jest podłączona do zacisków oznaczonych PHONE. Urządzenie, tak jak automatyczna sekretarka, ma odbierać telefony. Przychodzący z centrali sygnał wywołania (dzwonienia) o częstotliwości 25Hz i amplitudzie kilkudziesięciu woltów przechodzi przez układ wywołania z elementami R1, C1 i powoduje pulsujące świecenie diody LED zawartej w transporcie OPT1.

Bramki U1C oraz U1D formują sygnały do licznika U2. W stanie

Podstawowe cechy układu

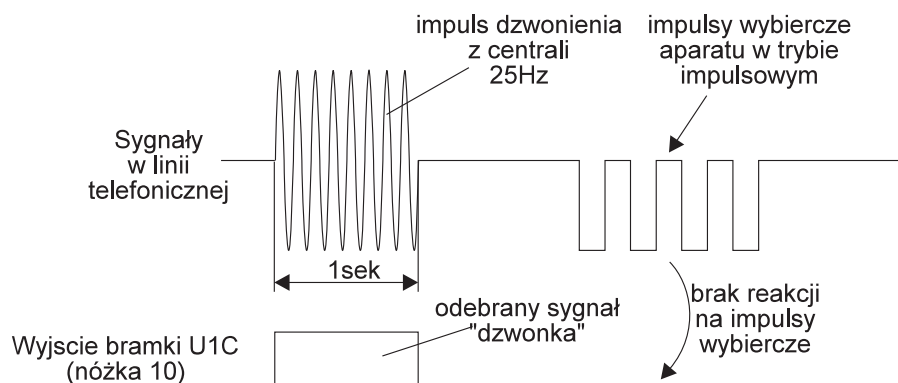
- ✓ umożliwia zdalne sterowanie przy użyciu dowolnego klawiszowego aparatu telefonicznego;
- ✓ dostęp dla uprawnionych po podaniu dwucyfrowego hasła;
- ✓ możliwość sterowania za pomocą lokalnej klawiatury;
- ✓ możliwość sterowania pracą 6 urządzeń;
- ✓ niezależność od sieci energetycznej dzięki rezerwowemu zasilaniu;
- ✓ prosta konstrukcja dzięki zastosowaniu specjalizowanego dekodera DTMF;
- ✓ niski koszt wykonania.



Rys. 1. Schemat elektryczny odbiornika.

spoczynku dioda LED transoptora nie świeci, przez fototranzystor nie płynie prąd, i na wyjściu bramki U1C występuje stan niski. Kondensator C6 jest naładowany, a więc na wyjściu bramki U1D i na wejściu zerującym kostki U2 występuje stan wysoki - licznik jest wyzerowany. Podczas dzwonięcia są wysyłane z centrali jednosekundowe impulsy sygnału dzwonięcia w cztero-sekundowych odstępach. Aby jednak układ (podłączony na stałe równoległe do telefonu) nie reagował na przebiegi powstające podczas wybierania impulsowego, zastosowano diodę Zenera D3 oraz układ opóźniający R3, R43, C5. Dzięki temu, na wyjściu bramki U1C powinien pojawiać się stan wysoki tylko podczas impulsów dzwonięcia. Pokazano to na rys. 2. Impulsy dzwonia powodują chwilowe przewodzenie fototranzystora w transoptorze OPT1. Kondensator rozładowuje się przez rezystor R43. Dzięki zastosowaniu rezystora R43 układ jest niewrażliwy na krótkie impulsy, jakie mogłyby się pojawić w linii, na przykład podczas wybierania w trybie impulsowym.

W efekcie każdy przychodzący jednosekundowy impuls dzwonięcia powoduje powstanie jednosekundowego dodatniego impulsu na wyjściu bramki U1C. Już pierwszy z tych impulsów rozładowuje przez diodę D4 kondensator C6. Na wyjściu bramki U1D pojawia się stan niski. Umożliwia to pracę licznika U2. Licznik U2 zlicza kolejne



Rys. 2. Reakcja układu na sygnały w linii telefonicznej.

„dzwonki“. Zwora między punktem K a jednym z wyjść U2 decyduje, po ilu dzwonekach odbiornik zareaguje i niejako „odbierze rozmowę“.

Pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu licznika połączonym z punktem K rozładowuje kondensator C7 przez diodę D5 i rezystor R5. Stan wysoki na wejściu (nóżka 1) bramki U1A wymusza na jej wyjściu stan niski. Tranzystor T1 przestaje przewodzić, a włącza się tranzystor T2. Zapala się dioda D14 i łapie przekaźnik REL1.

Pojawienie się stanu niskiego na wyjściu bramki U1A przyspiesza ładowanie kondensatora C6 przez diodę D2 i rezystor R48. Po mniej więcej jednej, dwóch sekundach spowoduje to wyzerowanie licznika U2 stanem wysokim z wyjścia bramki U1D.

Przekaźnik REL1 dołącza do linii uzwojenie wtórne transformatora TR1. W roli transformatora separującego układ od linii telefonicznej zastosowano transformator sieciowy TS2/24. Spośród popularnych dwuwatowych transformatorów ten ma największe napięcie wtórne (24V) i najlepiej nadaje się do takiego celu.

Wraz z zadziałaniem przekaźnika REL1 w linii telefonicznej zaczyna płynąć prąd stały, co centrala interpretuje jako podniesienie słuchawki w aparacie telefonicznym. Centrala przestaje wysyłać sygnały dzwonienia i zestawia rozmowę.

Dla poinformowania abonenta wywołującego o gotowości odbiornika wprowadzono generator z bramką U1. W momencie zadziałania przekaźnika REL1, na czas ustalony przez wartości C9, R11 uruchomiony zostanie także

generator impulsów prostokątnych z bramką U1B. Impulsy te o częstotliwości około 1..2kHz zostaną wysłane w linię telefoniczną za pośrednictwem tranzystora T3. Tym samym urządzenie dźwiękiem poinformuje abonenta wywołującego o swej gotowości do przyjęcia rozkazów - sygnałów DTMF. Abonent wywołujący naciśnie teraz w swym aparacie przełączonym w tryb wywołania tonowego (nie impulsowego - przełącznik w pozycji TONE) odpowiednie klawisze. Sygnały DTMF przychodzące z linii są podawane przez rezystor R13 i kondensator C12 na wejście kostki U3, która jest właściwym odbiornikiem, czy też dekoderm sygnałów DTMF. W momencie odebrania każdego ważnego sygnału DTMF, na wyjściu StD (nóżka 15) kostki U3 pojawia się dodatni impuls, świadczący że na wyjściach Q1..Q4 pojawił się świeżo odebrany kod. Sygnał z wyjścia StD umożliwia pracę dekodera U6. Dekoder U6 nie zostanie jednak odblokowany, jeśli na początku nie zostanie odebrane właściwe hasło. Hasło to składa się z dwóch różnych cyfr dowolnie wybranych z zakresu 1..9.

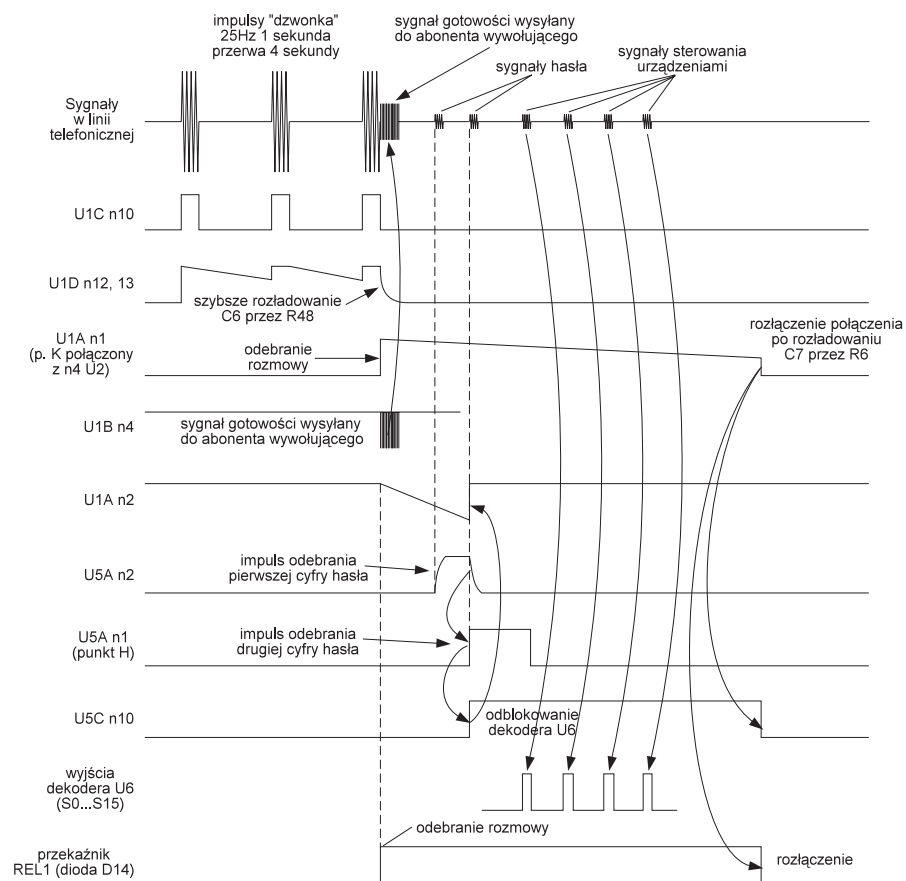
Działanie dekodera hasła jest bardzo proste. Należy pamiętać, że na wyjściach kostki U3 znajdują się rejestry zatraskowe, czyli kod ostatnio odebranego sygnału jest pamiętany aż do przyścia następnego sygnału. W bloku identyfikacji hasła pracują układy U4 i U5.

Przykładowo chcemy, by hasłem była liczba 25. W takim wypadku punkt L należy połączyć z wyjściem Q2 kostki U4, a punkt M - z wyjściem Q5. Jeśli abonent

wywołujący naciśnie w swym aparacie kolejno klawisze 2 i 5, to na wyjściach Q1..Q4 kostki U3 pojawi się najpierw liczba binarna 0010, czyli dwa, potem 0101, czyli pięć. Najpierw pojawi się więc stan wysoki na wyjściu Q2 kostki U4, a potem stan wysoki na wyjściu Q5 kostki U4. Dzięki obwodowi opóźniającemu R16, C14 stan wysoki występujący po odebraniu kodu „2“ utrzyma się przez chwilę także po nadejściu kodu „5“. To wystarczy, aby na wyjściu bramki U5A pojawił się krótki impuls ujemny (o czasie zależnym od R16, C14). Ten stan niski na wejściu przerzutnika RS zbudowanego z bramek U5B i U5C ustawi wyjście, czyli nóżkę 10 bramki U5C, w stan wysoki. Ten stan wysoki umożliwi pracę bramki U5D. W konsekwencji, po podaniu właściwego hasła, następne kody DTMF będą dekodowane przez kostkę U6. Dodatkowo impulsy z wyjść tej kostki ustawiają lub wyzerują przerzutniki RS zawarte w kostkach U7 i U8. Sygnały z wyjść sześciu przerzutników sterują pracą tranzystorów T5..T10 i przekaźników wykonawczych REL2..REL7. Zastosowanie przekaźników o prądzie styków do 16A umożliwia sterowanie urządzeniami o dowolnie dużej mocy (w razie potrzeby można zastosować dodatkowo stycznik).

Aby włączyć lub wyłączyć dowolne spośród sześciu urządzeń należy, oprócz dwucyfrowego hasła, nadać jednocyfrowy kod sterujący. Układ został tak zaprojektowany, żeby łatwo było zapamiętać poszczególne kody.

Jak widać na rys. 1, numery nieparzyste włączają urządzenia, a parzyste - wyłączają. Pierwszy tor (z przekaźnikiem REL2) zostanie włączony, jeśli abonent wywołujący naciśnie klawisz z cyfrą „1“, wyłączony zaś, gdy naciśnie klawisz „2“. Dwa ostatnie tory są sterowane kodami „9“ i „0“ oraz „*“ i „#“. Warto pamiętać, że kostka UM92870 (i wszystkie oryginalne układy MT8870) dekoduje kod DTMF oznaczony „0“ jako liczbę dziesięć (binarnie 1010), kody „*“ i „#“ jako jedenaście i dwanaście (binarnie 1011 i 1100).



Rys. 3. Przebiegi w głównych punktach układu podczas pracy urządzenia.

Taki sposób jest łatwy do praktycznego wykorzystania. Kilkakrotne naciśnięcie tego samego klawisza nie spowoduje błędnej reakcji. Wystarczy zapamiętać, że numery nieparzyste włączają poszczególne tory, a nieparzyste - wyłączają.

Warto też prześledzić, co stanie się, jeśli połączenie nie dojdzie do skutku. Jeśli abonent wywołujący odłoży słuchawkę przed zadziałaniem urządzenia, wtedy brak impulsów dzwonienia po pewnym czasie wyzeruje licznik U2. Gwarantuje to obwód D4, R4, C6. Każdy odebrany impuls dzwonka rozładowuje kondensator C6, czyli utrzymuje na wejściach bramki U1D wysoki stan logiczny. Tym samym na wejściu zerującym RST kostki U2 utrzymuje się stan niski - licznik może zliczać. Jeśli jednak nie pojawią się kolejne dzwonki, kondensator C6 naładuje się pomału przez rezystor R4, co spowoduje wyzerowanie licznika. Tu przy okazji widać, że stała czasowa ładowania R4, C6 musi być większa od 4 sekund, aby licznik nie został wyzerowany w przerwie między kolejnymi sygnałami dzwonka.

Jeśli natomiast urządzenie odbierze przypadkowy telefon od osoby, która nie zna zasady działania odbiornika i nie nada żadnych sygnałów DTMF, wtedy po pewnym czasie nastąpi samoczynne rozłączenie układu. Zadba o to obwód R7, C8. Bramka U1A z elementami R7, C8 w rzeczywistości jest generatorem wyzwalanym stanem wysokim na nóżce 1. Jeśli po kilku sekundach od zgłoszenia się urządzenia nie zostanie odebrane właściwe hasło, wtedy po czasie wyznaczonym przez R7, C8 na wyjściu bramki U1A pojawi się znów stan wysoki, co rozłączy przełącznik REL1.

Jeśli w ciągu tych kilku sekund zostanie odebrane prawidłowe hasło, wtedy stan wysoki z wyjścia przerzutnika z bramek U5B, U5C dzięki diodzie D7 wymusi stan wysoki na kondensatorze C8. Zapobiegnie to wyłączeniu urządzenia przez obwód R7, C8.

Ale urządzenie musi w jakiś sposób rozłączyć połączenie w przypadku, gdyby przypadkowo (lub nieprzypadkowo) ktoś niepowołany podał właściwe hasło i niejako włą-

mał się do systemu. Jest to mało prawdopodobne, ale nie można wykluczyć takiego zdarzenia. Przede wszystkim dla zmniejszenia prawdopodobieństwa takiego włamania można skrócić czas wyznaczony przez R7, C8 (należy zmniejszyć wartość R7). Ale nawet w przypadku włamania, urządzenie po pewnym czasie się wyłączy dzięki elementom C7 i R6.

W momencie odebrania rozmowy, kondensator C7 jest rozładowany przez diodę D5 i rezystor R5. Ponieważ licznik U2 jest wyzerowany już po około dwóch sekundach po odebraniu rozmowy, kondensator C7 zaczyna się powoli ładować przez rezystor R6. Po czasie kilkudziesięciu sekund, wyznaczonym przez stałą czasową R6, C7, napięcie na nóżce 1 bramki U1A spada poniżej dolnego poziomu przełączania i na jej wyjściu pojawia się stan wysoki, co bezwarunkowo rozłączy rozmowę. Tu widać, że stała czasowa R6, C7 nie może być zbyt krótka, aby uprawniony użytkownik zdążył włączyć lub wyłączyć potrzebne urządzenia. Czas ten powinien wynosić przynajmniej kilkadziesiąt sekund.

W układzie przewidziano też inny sposób wyłączenia urządzenia. W wielu wypadkach nie będą wykorzystywane wszystkie kanały sterujące w liczbie sześciu. Jeśli szósty kanał nie będzie wykorzystany do sterowania, do rozłączenia połączenia można wykorzystać znak # (któremu odpowiada liczba binarna 1100, czyli dwanaście). Po podaniu hasła i ustawieniu poszczególnych urządzeń należy nacisnąć klawisz „#”. Wtedy na wyjściu S12 kostki U6 (nóżka 14) pojawi się stan wysoki. Przez rezystor R18 popłynie prąd i wyzwolony zostanie tyrystor. Prąd płynący przez tyrystor naładuje kondensator C7. Spadek napięcia na nóżce 1 bramki U1A wyłączy przełącznik REL1. Oczywiście, gdyby używane były wszystkie kanały sterujące, rezystora R18 i tyrystora Th1 nie należy montować - w takim wypadku rozłączenie będzie następować samoczynnie po upływie czasu wyznaczonego przez R6, C7.

Przebiegi napięć w głównych punktach układu pokazano na rys. 3.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 3,3kΩ/0,5W
 R2, R5: 6,8kΩ
 R3, R13: 470kΩ
 R4, R6, R7, R16: 1MΩ
 R8, R10, R43, R45: 100kΩ
 R9: 5,1kΩ
 R11: 2,2MΩ
 R12, R18, R19..R31, R44, R47: 10kΩ
 R14: 51kΩ
 R15: 300kΩ
 R35..R40, R42, RA1..RA6: 2,2kΩ
 R41: wlotować zworę
 R46: 91kΩ
 R48: 220kΩ

Kondensatory

C1: 680nF
 C2, C5, C17: 47nF
 C3: 220..470μF/16V
 C4: 100μF/10V
 C6, C8, C16: 10μF/10V
 C7: 47μF/10V
 C9: 470nF
 C10: 2,2nF

Półprzewodniki

D1, D2, D4..D13: 1N4148
 D3: Dioda Zenera 18V
 D14: LED φ3mm żółta
 D18, D17: Dioda Schottky'ego 1A
 D19..D24: LED φ3mm czerwona

OPT1: CNY17
 T1, T2, T5..T10: dowolny NPN np. BC548
 T3: dowolny PNP np. BC558
 Th1: 2N5060..64 (ZN6564, ZN6565 lub podobny)
 U1, U5: 4093
 U2: 4017
 U3: 92870A lub MT8870
 U4: 4028
 U6: 4514
 U7, U8: 4043
 U9: 7805

Różne

X1: 3,579MHz
 REL1: RM81 12V lub DS2Y 12V
 REL2..REL7: RM81 12V lub RM96 12V
 TR1: TS2/24
 obudowa KM-60
 płytka drukowana układu
 płytka drukowana klawiatury
 microswitch z ośką min. 6mm 8szt.
 zacisk ARK2 1szt
Uwaga!

Elementy D15, D16, T4 nie występują w układzie. Nie montować elementów R17, C15. Ponadto następujące elementy nie wchodzi w skład kitu AVT-251: można je zamówić oddzielnie REL3 - REL7, D17, D18, R19, R32-R34.

jednak zidentyfikować wszystkie 16 sygnałów. Pozostałe cztery sygnały sterują dwoma przerzutnikami RS z kostki U8. W razie potrzeby do sterowania dwóch dodatkowych urządzeń można wykorzystać wyjścia oznaczone na schemacie literami F i G. Do nadawania wszystkich 16 sygnałów DTMF można wykorzystać kostkę UM91531, opisaną w EP 10/94 na str 17.

W układzie przewidziano też możliwość sterowania zdalnego za pomocą kodów innych niż DTMF, na przykład z odbiornika kodu RC5 albo innego systemu, choćby z kostkami MC145026..028 lub UM3758. W tym celu mogą być wykorzystane wejścia A, B, C, D, umożliwiające dostęp do wejść dekodera U6. Nie jest to jednak takie proste, bo wymaga ingerencji w obwód wejścia TOE, sterującego wyjściami Q1..Q4 (nóżka 10 U3) i w linię sygnału zegarowego (wyjście StD, nóżka 12 U3). Należy pamiętać, że wejście TOE steruje trójstanowym buforem wyjściowym kostki U3. Gdy na wejściu TOE napięcie jest niskie, wyjścia Q1..Q4 są odcięte i są w stanie trzecim (dużej impedancji). Więcej informacji o dekodernach DTMF rodziny 8870 (UM92870) można znaleźć w EP 1/95 str 35 oraz w EdW 11/96 str. 56. Dla wykorzystania takich dodatkowych możliwości, na płytce drukowanej przewidziano odpowiednie punkty oznaczone Y oraz Z, a także wejście E, umożliwiające odblokowanie dekodera U6. Właśnie dla rozszerzenia możliwości układu przewidziano rezystor R41 - w typowym układzie pracy należy zamiast niego wlotować zworę.

Punkty A, B, C, D mogą też służyć jako wyjście odebranych kodów, do współpracy z dodatkowym układem wykonawczym, na przykład zewnętrznym „zamkiem kodowym“, reagującym na hasło dłuższe niż dwucyfrowe.

Gdyby ktoś z Czytelników samodzielnie zaprojektował odpowiedni układ współpracy opisanego urządzenia z innymi systemami zdalnego sterowania, istnieje możliwość zaprezentowania takiego układu na łamach EP.

Piotr Górecki, AVT

Oprócz funkcji zdalnego sterowania, urządzenie musi mieć możliwość sterowania lokalnego. Potrzebne są także kontrolki obrazujące stan urządzenia. Dioda D14 wskazuje, że urządzenie właśnie „odebrało telefon“.

Kontrolę działania przekaźników zapewniają diody świecące, dołączone do punktów O1..O6.

Sterowanie lokalne polega na podaniu stanu wysokiego (napięcia +5V, a nie +12V) bezpośrednio na wejścia przerzutników pamiętających zawartych w kostkach U7 i U8. Umożliwiają to punkty oznaczone O..15 oraz rezystory R19..R34.

Do zasilania układu należy wykorzystać zewnętrzny zasilacz o napięciu wyjściowym 12V i prądzie rzędu kilkuset miliamperów. Przy zastosowaniu wszystkich sześciu przekaźników wykonawczych typu RM81 12V, wydajność zasilacza nie powinna być mniejsza niż 500mA.

Jak widać na schemacie, urządzenie może być zasilane z baterii rezerwowej BAT1. Przy braku zasilania sieciowego układ co prawda nie będzie pracował, jednak nie zapomni stanów przerzutników z kostek U7 i U8. Umożliwi to poprawną pracę po przywróceniu zasilania.

Źródło zasilania rezerwowego może być pominięte tylko wtedy, jeśli w miejscu instalacji sprzętu nigdy nie występują przerwy w dostawie energii elektrycznej. Jest to sprawa ważna, ponieważ wyłączenie napięcia zasilającego i jego ponowne włączenie spowoduje przypadkowe ustawienie zawartości przerzutników z kostek U7 i U8, a tym samym przypadkowe stany przekaźników wykonawczych.

Typowy aparat telefoniczny może nadać 12 spośród 16 sygnałów kodu DTMF. Dlatego liczbę torów wykonawczych ograniczono do 6. Odbiornik potrafi