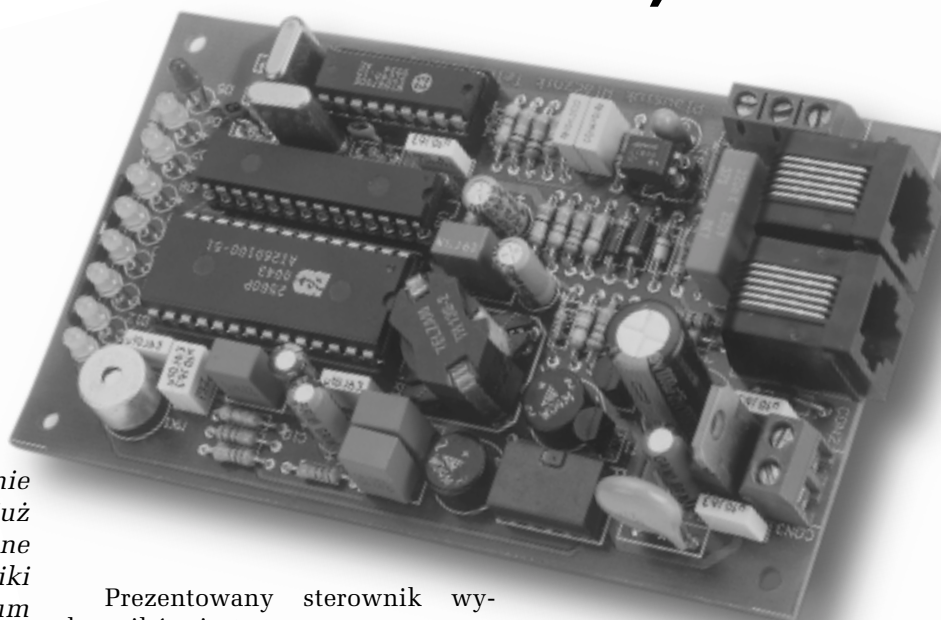


Interaktywny, telefoniczny moduł zdalnego sterowania, część 1

AVT-5071



Różnego rodzaju zdalnie sterowane wyłączniki były już niejednokrotnie prezentowane na łamach Elektroniki Praktycznej. Jako medium transmisyjne sygnału załączania i wyłączania wykorzystywano podczerwień, fale radiowe, a także kable telefoniczne. Opracowany w redakcyjnym laboratorium kolejny moduł zdalnego sterowania różni się zasadniczo od wcześniej opisanych - jest on w pełni interaktywny i informuje użytkownika głosem o kolejnych czynnościach obsługi.

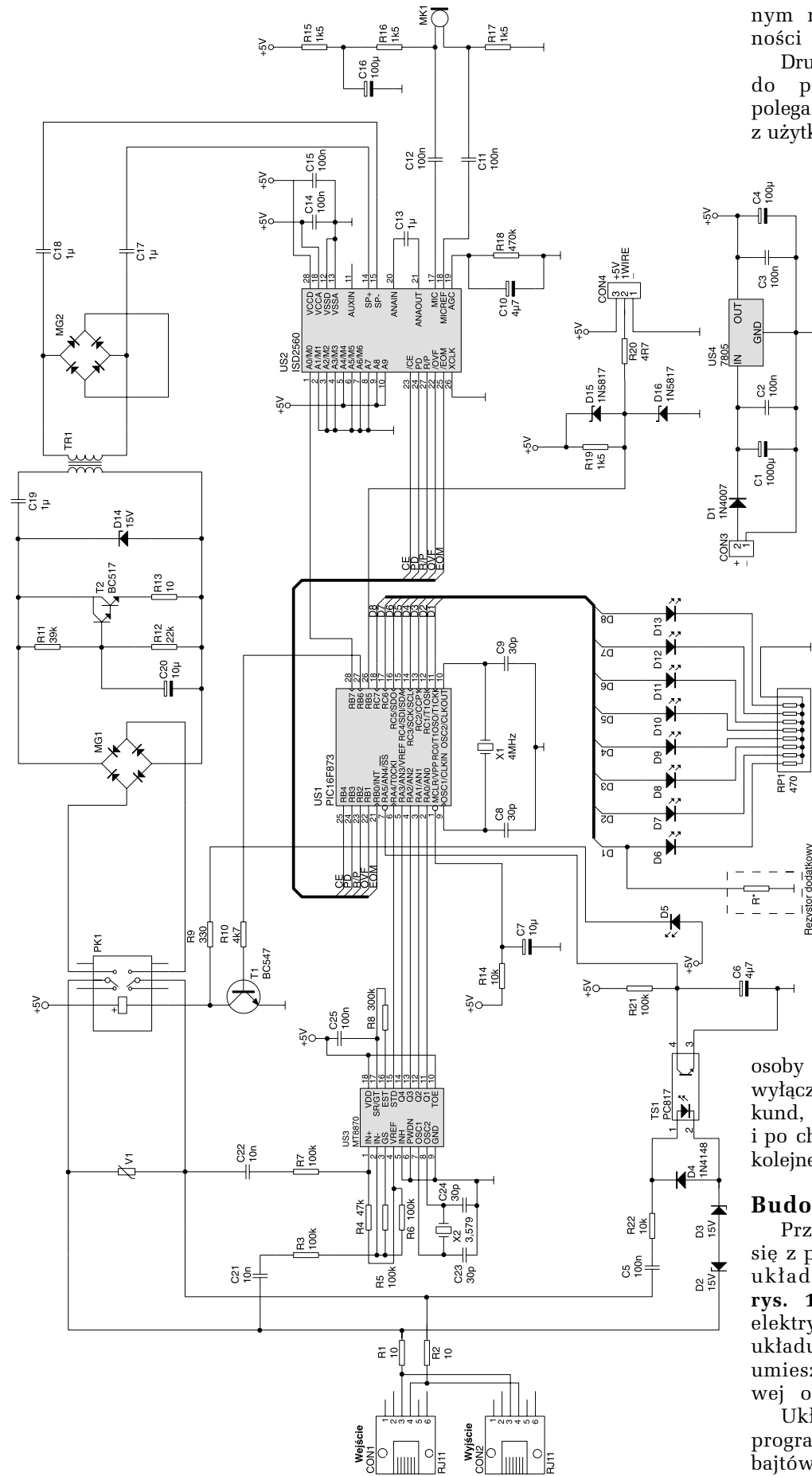
Prezentowany sterownik wyłączników jest sterowany za pomocą sygnałów DTMF poprzez linię telefoniczną, co stwarza możliwość nadzorowania urządzeń domowych praktycznie z każdego miejsca na świecie. Po podłączeniu układów wykonawczych wyłącznika do oświetlenia domowego lub sprzętu muzycznego można go wykorzystać do symulacji naszej obecności w domu - wystarczy wtedy zadzwonić do domu i za pomocą odpowiednich komend włączyć światło czy telewizor. Można również przed powrotem do domu zdalnie włączyć ogrzewanie.

Sterownik wyłączników umożliwia niezależne sterowanie ośmioma urządzeniami, które mogą być rozmieszczone w dowolnych miejscach mieszkania, przy czym nie jest konieczne stosowanie rozbudowanego okablowania.

Umieszczenie przekaźników załączających na płytce sterownika jest niepraktyczne, gdyż do każdego urządzenia należałoby układać kable zasilające (220VAC). Zdecydowałem się na inny sposób załączania poszczególnych urządzeń: układy wykonawcze zostały oddzielone od płytki sterownika i stanowią autonomiczne układy załączające

sterowane przez mikrokontroler. Możliwe jest dołączenie dwóch rodzajów układów wykonawczych. W zależności od prądu pobieranego przez urządzenia może być zastosowany moduł z przekaźnikiem lub z triakiem. Moduł z triakiem może być wykorzystany do sterowania oświetleniem, a za pomocą przekaźnika mogą być włączane urządzenia pobierające duży prąd - na przykład grzejniki lub urządzenia zasilane innym napięciem niż 220V, także napięciem stałym.

Ze względu na dość duży prąd pobierany przez uzwojenie przekaźnika, moduły przekaźnikowe wymagają zewnętrznego zasilania 12V. Do komunikacji pomiędzy wszystkimi układami wykonawczymi zastosowano protokół magistrali jedнопроводowej 1-Wire. Taki sposób komunikacji umożliwia „rozmawianie” procesora z dowolnym układem dołączonym równolegle do tej magistrali, co ułatwia wykonanie okablowania (nie trzeba układać osobnego kabla do każdego urządzenia, wystarczy tylko rozprowadzić jeden kabel 3-żyłowy). Układy wykonawcze mogą być dołączane w dowol-



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika wyłącznika telefonicznego

nym miejscu magistrali, w zależności od potrzeb.

Druga innowacja wprowadzona do prezentowanego wyłącznika polega na sposobie jego komunikacji z użytkownikiem. Sterowanie ośmio-

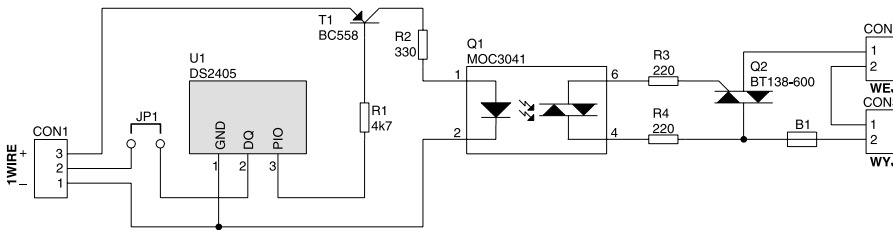
ma urządzeniami poprzez telefon jest dość skomplikowane, a zastosowanie tylko sygnałów dźwiękowych sygnalizujących stan danego wyłącznika jest kłopotliwe. Stan obwodów wykonawczych jest więc sygnalizowany za pomocą komunikatów głosowych. Dodatkowo, przed dokonaniem zmiany stanu dowolnego przełącznika użytkownik jest informowany - również głosowo - o operacjach, jakie może wykonać w danej chwili. Przełącznik odbiera połączenie automatycznie po zaprogramowanej dla niego liczbie dzwonek. Liczba dzwonek, po której rozmowa zostanie przyjęta, może być programowana w zakresie od 1 do 8. Dostęp do sterowania urządzeniami po przyjęciu połączenia jest zabezpieczony czterocyfrowym hasłem. Połączenie może być przerwane przez użytkownika lub automatycznie przez procesor, jeśli zostanie wykryty 30 sekundowy okres bezczynności (brak sygnałów DTMF pochodzących z klawiatury), który może być spowodowany rozłączeniem się

osoby dzwoniącej. W takiej sytuacji wyłącznik, po odczekaniu 30 sekund, zwalnia linię telefoniczną i po chwili jest gotowy do przyjęcia kolejnego wywołania.

Budowa przełącznika

Przełącznik telefoniczny składa się z płytki sterownika oraz płytek układów wykonawczych. Na rys. 1 przedstawiono schemat elektryczny sterownika. Sercem układu jest procesor PIC16F873, umieszczony w wąskiej 28-nóżkowej obudowie.

Układ PIC16F873 ma pamięć programu o pojemności 4K, 192 bajtów pamięci RAM oraz 128 bajtów nieulotnej pamięci EEP-



Rys. 2. Schemat układu wykonawczego z triakiem

ROM. W oscylatorze sygnału zegarowego zastosowano zewnętrzny rezonator kwarcowy o częstotliwości 4 MHz. Układ zerujący procesora wykonano na elementach C7 i R14. Jest on wspomagany przez wewnętrzne układy wydłużające impuls zerujący, co gwarantuje prawidłowy start procesora nawet przy wolno narastającym napięciu zasilania.

Ponieważ wszystkie komendy programowania i obsługi wyłącznika są wydawane z klawiatury telefonu, niezbędny jest w urządzeniu odbiornik DTMF. Jako odbiornik sygnałów DTMF zastosowano układ US3 podłączony bezpośrednio do linii telefonicznej. Monitoruje on wszystkie pojawiające się sygnały bez względu na to czy linia telefoniczna jest zajęta przez moduł wyłączników, czy przez telefon. Elementy C21, C22 i R4...R6 powodują dostosowanie poziomu sygnałów pochodzących z linii telefonicznej do wartości właściwej dla prawidłowej pracy wzmacniacza wejściowego układu US3. Odebrane przez US3 prawidłowe sygnały DTMF są przekazywane na wyjście danych układu Q1...Q4. Po wystąpieniu na wyjściu binarnej wartości odpowiadającej odebranej kombinacji tonów, na wyjściu „STD” układu US3 pojawia się wysoki poziom informujący procesor, że został odebrany nowy kod DTMF.

Sterownik wyłączników odbiera połączenia przychodzące, musi więc być również wyposażony w detektor dzwonienia. Do wykrycia prądu dzwonienia zastosowano transoptor TS1, który wraz z elementami R21, R22, C5, C6, D2, D3, D4 stanowi „wykrywacz” napięcia przemiennego pojawiającego się na linii telefonicznej w czasie dzwonienia. Diody D2 i D3 zapobiegają tłumieniu sygnałów rozmównych w czasie rozmowy. W przypadku braku diod Zenera w czasie normalnej rozmowy użyteczny sygnał

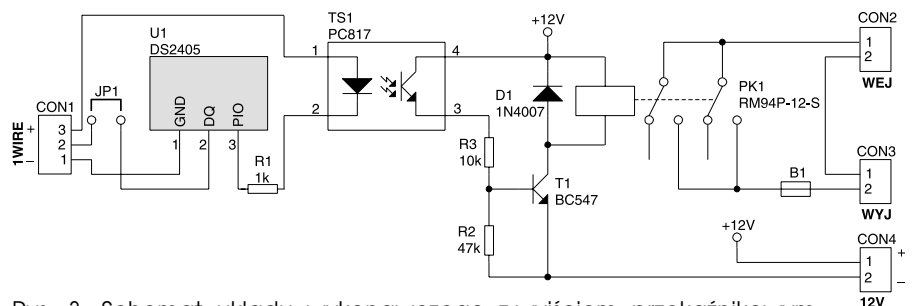
byłby tłumiony przez kondensator C5, gdyż linia telefoniczna byłaby zwierana przez jego pojemność, co spowodowałoby ograniczenie pasma rozmównego. Choć w czasie rozmowy nie jest to zbytnio kłopotliwe, to praca modemu zostałaby zakłócona. W czasie rozmowy na linii telefonicznej występuje napięcie około 10V. Zastosowane diody Zenera powodują blokowanie sygnałów o amplitudzie mniejszej niż 15V, dlatego w czasie rozmowy odłączają one kondensator C5, a prąd dzwonienia o znacznie wyższej amplitudzie napięcia jest „przepuszczany”.

Kolejnym blokiem sterownika jest blok komutacji z linią telefoniczną. W torze przesyłania dźwięków pracuje przekaźnik PK1 służący do obciążania linii telefonicznej sztucznym obciążeniem symulującym aparat telefoniczny. Przekaźnik jest włączany za pomocą tranzystora T1, a dioda świecąca D5 sygnalizuje czy przekaźnik jest załączony, czy rozłączony. Mostek prostowniczy wraz z tranzystorem T2, rezystorami R11, R12, R13 i kondensatorem C20 stanowi, po dołączeniu do linii telefonicznej, obciążenie dla składowej stałej sygnału i powodując obniżenie napięcia do około 10V „zajmuje” linię telefoniczną. Obwód ten dla sygnałów rozmównych nie wprowadza tłumienia. Dioda D14 zabezpiecza tranzystor T2 przez ograniczenie napięcia między emiterem i kolektorem do wartości równej 15V.

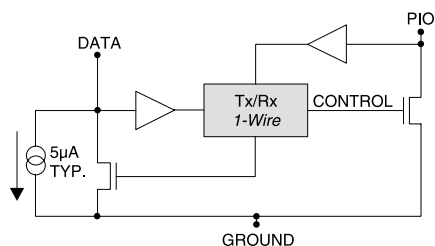
Linia telefoniczna jest narażona na indukowanie się wysokich napięć, dlatego szczególną uwagę zwrócono na ochronę wszystkich podzespołów wyłącznika. Warystor V1 wraz z rezystorami R1 i R2 stanowi zabezpieczenie przed wysokimi napięciami, powodując zwieranie linii w przypadku pojawienia się napięcia przekraczającego 140V - w tym czasie cały prąd płynie przez rezystory R1 i R2.

Aby zabezpieczyć wzmacniacz wyjściowy układu US2 dołączanego do linii telefonicznej zastosowano separację galwaniczną za pomocą transformatora TR1. Kondensator C19 „odcina” składową stałą sygnału od uzwojenia pierwotnego transformatora. Mostek prostowniczy MG2 zabezpiecza przed indukowaniem się wysokich napięć w uzwojeniu wtórnym transformatora. Kondensatory C17 i C18 oddzielają składową stałą sygnału z wyjścia wzmacniacza układu US2. Takie środki ostrożności są konieczne, aby w wyniku przepięć, często występujących szczególnie w długich liniach kablowych lub napowietrznych, nie został uszkodzony układ US2.

Bardzo istotnym z punktu widzenia użytkownika elementem wyłącznika jest układ US2. To właśnie dzięki niemu obsługa wyłącznika jest komfortowa. Dzięki informacjom głosowym użytkownik dokładnie wie, na jakim etapie obsługi się znajduje. Układ ten umożliwia zapisanie komunikatów słownych o łącznym czasie trwania jednej minuty. Komunikaty zostają zapisane w jego wewnętrznej nieulotnej pamięci, a następnie mogą być dowolnie odtworzone. Układ ISD2560 zawiera wzmacniacz mikrofonowy, do którego został dołączony poprzez kondensatory C11 i C12 mikrofon pojemnościowy MK1. Rezystory R15...R17 i kondensator



Rys. 3. Schemat układu wykonawczego z wyjściem przekaźnikowym



Rys. 4. Schemat układu DS2405

C16 zapewniają odpowiednie zasilanie mikrofonu.

Zawarty wewnątrz wzmacniacz sygnału wyjściowego umożliwia bezpośrednie wysterowanie głośnika, a więc można było podłączyć jego wyjście bezpośrednio do transformatora separującego TR1. Zapisane w układzie ISD2560 komunikaty mogą być odtworzone w dowolnej kolejności, bez znajomości adresu komunikatu w pamięci wewnętrznej. Do komunikacji z procesorem wystarczy tylko sześć linii połączeniowych.

Diody świecące D7...D13 sygnalizują stany poszczególnych układów wykonawczych. Sterowanie poszczególnymi urządzeniami odbywa się za pomocą jedнопроводowej magistrali 1-Wire. Umożliwiło to komunikację ze wszystkimi wyłącznikami przy wykorzystaniu tylko jednego wyprowadzenia procesora. Rezystor R19 podciąga linię do poziomu wysokiego wymaganego w standardzie zastosowanej magistrali. Diody D15 i D16 oraz rezystor R20 zabezpieczają port procesora przed wysokim napięciem mogącym wystąpić na przewodach rozproszonych na dużą odległość. Przy zastosowanych wartościach elementów układ modelowy pracował bez problemów na skrętkę telefoniczną o długości 60 metrów. Do zasilania całego układu zastosowano stabilizator napięcia +5V typu LM7805 z kondensatorami C1...C4. Dioda D1 zabezpiecza układ w przypadku odwrotnej polaryzacji napięcia zasilającego.

Jak wspomniano, układ wykonawczy wyłącznika został wykonany w dwóch wersjach, przystosowanych do niewielkich obciążeń prądowych, na przykład oświetlenia oraz do obciążeń znacznie większych (grzejników). Na rys. 2 przedstawiono schemat elektryczny układu wykonawczego przystosowanego do małych obciążeń. Sygnały z magistrali 1-

Wire, wraz z napięciem zasilającym, są doprowadzone do złącza CON1, następnie przez zworkę JP1 trafiają do wejścia „DQ” układu DS2405. W zależności od informacji przesyłanych magistralą 1-Wire, układ US1 może zmieniać stan wyjścia „PIO” (sposób komunikacji procesora z układami DS2405 zostanie opisany w dalszej części artykułu). Wyjście „PIO” układu DS2405 jest typu otwarty kolektor, z którego może być pobierany maksymalny prąd równy 4mA. Ponieważ do sterowania optotriakiem Q1 potrzebny jest prąd o wartości około 15mA, konieczne stało się zastosowanie wzmacniacza prądowego w postaci tranzystora PNP. W momencie pojawienia się ujemnego napięcia na wyjściu „PIO” układu US1, tranzystor T1 zaczyna przewodzić i włącza diodę świecącą zawartą w optotriaku, a tym samym powoduje załączenie triaka Q2 i urządzenia odbiorczego (oczywiście do wejścia CON2 należy dołączyć napięcie 220V). Dzięki zastosowaniu optotriaka płytka główna przełącznika jest oddzielona galwanicznie od sieci energetycznej.

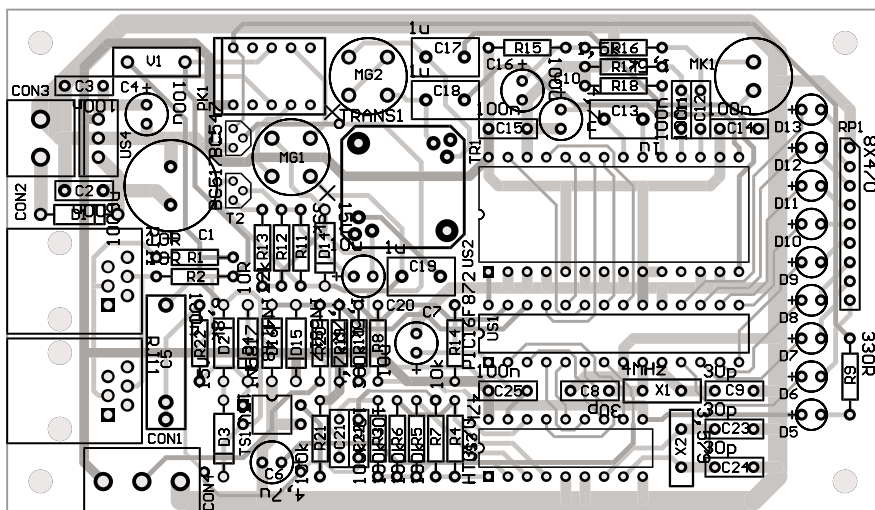
Na rys. 3 przedstawiono schemat elektryczny układu wykonawczego wykonanego na przełączniku. Tak jak w układzie z triakiem, przewody magistrali 1-Wire dołączane są do złącza CON1. Wyjście „PIO” układu US1 steruje diodą transoptora, który włącza tranzystor T1, w którego obwodzie kolektora jest włączone uzwojenie przekładnika. Zastosowanie transoptora w celu izolacji galwanicznej w układzie z przekładnikiem wydaje się być niecelowe, ponieważ sam przekładnik spełnia takie zadanie, ale w tym układzie jest konieczna dodatkowa izolacja. Użycie przekładnika wymaga zastosowania dodatkowego napięcia zasilającego 12V w miejscu zainstalowania układu wykonawczego (właściwego wyłącznika). Połączenie masy tego zasilania z masą magistrali 1-Wire powoduje powstawanie zakłóceń w transmisji. Jest to szczególnie odczuwalne przy dużych długościach magistrali 1-Wire. Wykorzystanie do sterowania przekładnikiem napięcia dołączonego wraz z magistralą 1-Wire jest również niemożliwe, gdyż już przy kilkunastometrowej długości przewodów powsta-

ją zbyt duże spadki napięcia, więc zasilanie zewnętrzne jest konieczne. Zastosowany przekładnik umożliwia załączanie obciążeń o mocy do 3kW. Jest to wystarczająca moc do podłączenia grzejnika czy innego urządzenia pobierającego dużą moc. Za pomocą styków przekładnika mogą być załączane urządzenia zasilane nie tylko napięciem 220V, lecz również inne, na przykład zasilane napięciem stałym.

Komunikacja z układem DS2405

Układ DS2405 jest przełącznikiem dołączanym do magistrali 1-Wire. Tak jak wszystkie układy przystosowane do pracy z tą magistralą, jest zasilany bezpośrednio z linii danych. Posiada jedno wyprowadzenie, którego stan może być zdalnie odczytywany lub zmieniany (schemat blokowy tego układu pokazano na rys. 4). Wyjście układu jest typu otwarty kolektor, w związku z czym mogą występować na nim dwa stany: zera logicznego i wysokiej impedancji. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość zdalnego odczytania stanu linii „PIO”, co umożliwia dołączenie do jedнопроводowej magistrali nawet kilkuset takich układów. Stan każdego z nich może być odczytywany i zmieniany przy użyciu tylko jednego wyprowadzenia portu procesora.

Jak wszystkie układy współpracujące ze sobą poprzez magistralę 1-Wire, układ DS2405 reaguje na komendy ROM pojawiające się na magistrali. Oprócz standardowych komend rozpoznawanych przez wszystkie układy, takich jak: *odczytaj ROM*, *dopasuj ROM*, *odszukaj ROM* i *przeskocz ROM*, układ DS2405 obsługuje jeszcze jedną komendę - *odszukaj tylko aktywny ROM*. Komenda ta ma na celu odszukanie układów dołączonych do magistrali, u których sygnał sterujący wewnętrznym tranzystorem *Control* ma poziom wysoki (stan logiczny „1”). Na wyjście „PIO” układu może panować stan „0” w dwóch sytuacjach: jeśli zero zostało wymuszone przez wewnętrzny tranzystor lub w przypadku wymuszenia przez sygnał zewnętrzny. Dlatego przy sprawdzaniu stanu tego wyjścia odczytanie stanu „PIO” nie daje jednoznacznej informacji co jest przyczyną



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej sterownika

wystąpienia zera na tym wyjściu. Do jednoznacznego stwierdzenia stanu oraz przyczyny wywołania tego stanu na wyjściu „PIO“ należy odczytać stan sygnału *Control* oraz stan wyjścia „PIO“.

Poniżej przedstawione są komendy sterujące układem DS2405, umożliwiające odczyt oraz zmianę stanu na wyjściu „PIO“:

Odczytaj ROM (33h) - wysłanie komendy powoduje, że układ DS2405 podaje swój unikalny numer seryjny.

Dopasuj ROM (55h) - procesor sterujący wysła na magistralę numer seryjny (numer, który wcześniej został odczytany za pomocą komendy *odczytaj ROM*), jeśli jest dołączony układ o takim numerze seryjnym, to jak w przypadku wszystkich układów „jednoprzewodowych“ odpowie impulsem obecności oraz dodatkowo: zmieni stan wyjścia „PIO“ na przeciwny, jeśli procesor wystawi na magistralę dodatkową szczylinę czasową odczytu. Wówczas układ DS2405 wystawi na magistralę stan swojego wyjścia „PIO“. Jeśli wyjście

„PIO“ ma stan „1“ to odpowie szczyliną czasową logicznej „1“, w przeciwnym przypadku odpowie szczyliną czasową zera logicznego. Komenda *dopasuj ROM* umożliwia więc zmianę na przeciwny stan wyjścia „PIO“ oraz odczyt tego wyjścia. Jest to jednak komenda niepraktyczna do sprawdzenia stanu wyjścia „PIO“, gdyż za każdym razem, gdy będziemy chcieli sprawdzić jego stan, będziemy jednocześnie zmieniali go na przeciwny. Dlatego w celu sprawdzenia stanu „PIO“ bez jego zmiany należy użyć dwóch innych komend przedstawionych poniżej.

Odszukaj ROM (F0h) - komenda ta została stworzona do identyfikacji wszystkich układów dołączonych równolegle do magistrali i umożliwia odczytanie numeru dowolnego układu nawet jeśli do magistrali jest dołączonych kilka równolegle. W przypadku układów DS2405 komenda ta umożliwia dodatkowo odczytanie stanu wyjścia PIO - bez jego zmiany. Wiemy więc już jaki stan panuje na wyjściu „PIO“. Nie wiadomo jeszcze tylko czym ten stan jest spowodowany. Aby to sprawdzić, należy jeszcze odczytać stan sygnału *Control*. Do tego celu służy następująca instrukcja.

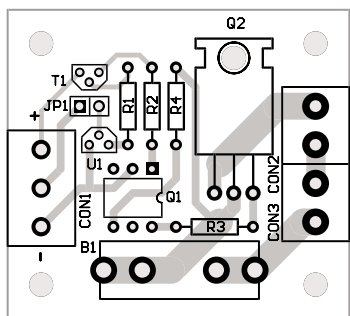
Odszukaj tylko aktywny ROM (ECh) - wysłanie tej komendy powoduje, że swoją obecność sygnalizują tylko układy, których wewnętrzny sygnał *Control* jest równy „1“, czyli wyjście „PIO“ ma stan „0“ wymuszony przez wewnętrzny tranzystor. Po odczytaniu stanu wyjścia „PIO“ i sygnału *Control* można jednoznacznie określić stan

wyjścia „PIO“ oraz jego przyczynę (wywołanie). Jeśli „PIO“ jest równe „0“, a *Control* jest równy „1“, oznacza to, że na wyjściu „PIO“ jest stan „0“ wymuszony przez układ DS2405. Jeśli zaś „PIO“ jest równe „0“ i *Control* jest również równe „0“, to oznacza, że na wyjściu „PIO“ jest stan „0“ wymuszony przez sygnał zewnętrzny.

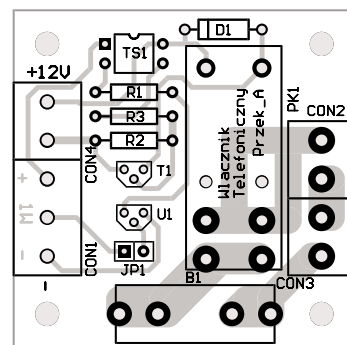
Montaż i uruchomienie

Montaż rozpoczynamy od płytki sterownika (schemat montażowy pokazano na rys. 5). Ze względu na duże upakowanie elementów należy zwrócić szczególną uwagę na poprawność montażu. Elementy montujemy poczynając od rezystorów, następnie diody oraz podstawki pod układy scalone. Gdy wlotujemy już elementy najniższe, montujemy kondensatory oraz złącza, a na końcu montujemy przełącznik i transformator TR1. Jeśli jako odbiornik DTMF zastosujemy układ HT9170, to należy wlotować także kondensatory C23 i C24. Jeśli zaś będzie to układ MT8870, kondensatory te są zbędne.

Po wlotowaniu wszystkich elementów przystępujemy do uruchomienia sterownika wyłączników. W tym celu do złącza CON3 dołączamy napięcie zasilania o wartości około 9V (układy scalone wyjęte z podstawek) i sprawdzamy miernikiem czy napięcia na wyjściu stabilizatora i na odpowiednich wyprowadzeniach podstawek układów scalonych wynoszą około 5V. Jeśli napięcia są prawidłowe, wyłączamy zasilanie, i montujemy układy scalone i ponownie je włączamy. Jeśli płytka sterownika została zmontowana poprawnie, to po włączeniu zasilania powinny zaświecić się diody



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej modułu z triakiem



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej modułu wykonawczego z przełącznikiem

WYKAZ ELEMENTÓW
Sterownik
Rezystory

R1, R2, R13: 10Ω
 R3, R5...R7, R21: 100kΩ
 R4: 47kΩ
 R8: 300kΩ
 R9: 330Ω
 R10: 4,7kΩ
 R11: 39kΩ
 R12: 22kΩ
 R14, R22: 10kΩ
 R15...R17: 1,5kΩ
 R18: 470kΩ
 R19: 1,5kΩ
 R20: 4,7Ω
 R*: 100Ω
 RP1: 8x470Ω

Kondensatory

C1: 1000μF/25V
 C2, C3, C11, C12, C14, C15,
 C25: 100nF
 C4, C16: 100μF/16V
 C5: 220nF/250V
 C6: 4,7μF/16V tantalowy
 C7, C20: 10μF/25V
 C8, C9, C23, C24: 30pF
 C10: 4,7μF/16V
 C13, C17...C19: 1μF polipropyleno-
 wy
 C21, C22: 10nF/100V

Półprzewodniki

D1: 1N4007
 D2, D3, D14: dioda Zenera 15V
 D4: 1N4148
 D5: LED 3mm czerwona
 D6...D13: LED 3mm żółta
 D15, D16: 1N5817
 MG1, MG2: mostek prostowniczy
 1A/400V
 T1: BC547
 T2: BC517
 TS1: PC817
 US1: PIC16F873 zaprogramowany
 US2: ISD2560
 US3: MT8870
 US4: 7805

Różne

X1: rezonator kwarcowy 4MHz
 X2: rezonator kwarcowy 3,579MHz
 MK1: mikrofon pojemnościowy
 TR1: transformator 600/600 TR136-2
 CON1, CON2: gniazdo telef. RJ11
 6/6 do druku
 CON3: ARK2(5mm)
 CON4: ARK3(5mm)
 PK1: przekaźnik OMRON 5V
 Typ G6H
 V1: warystor SIOV-S10K140

Moduł wykonawczy (z triakiem)
Rezystory

R1: 4,7kΩ
 R2: 330Ω
 R3, R4: 220Ω

Półprzewodniki

T1: BC547
 Q1: MOC3041
 Q2: BT138-600
 U1: DS2405

Różne

CON1: ARK3(5mm)
 CON2, CON3: ARK2(5mm)
 JP1: goldpin 1x2 + Jumper
 B1: bezpiecznik

**Moduł wykonawczy
(z przekaźnikiem)**
Rezystory

R1: 1kΩ
 R2: 47kΩ
 R3: 10kΩ

Półprzewodniki

D1: 1N4007
 T1: BC547
 TS1: PC817
 U1: DS2405

Różne

CON1: ARK3(5mm)
 CON2, CON3: ARK2(5mm)
 CON4: ARK2(5 mm)
 JP1: goldpin 1x2 + Jumper
 B1: bezpiecznik
 PK1: RM 94P-12-S

dy świecące D7...D13 i po dwóch sekundach zgasnąć. Jeżeli tak nie jest, należy ponownie sprawdzić poprawność montażu.

Po wstępnym uruchomieniu płytki sterownika rozpoczynamy montaż układów wykonawczych (rys. 6 i 7). Elementy montujemy poczynając od tych o najmniejszych gabarytach. Jak wspomniano, sterownik może „obsłużyć“ maksymalnie osiem takich układów, ale może również pracować z jednym. Moduły wykonawcze nie wymagają

uruchomienia, a ich działanie będzie można sprawdzić dopiero po dołączeniu do płytki sterownika. Do zasilania modułów z przekaźnikiem należy przygotować dodatkowy zasilacz o napięciu około +12V i prądzie około 100mA.

Krzysztof Pławiuk, AVT

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/lipiec02.htm> oraz na płycie CD-EP07/2002B w katalogu PCB.