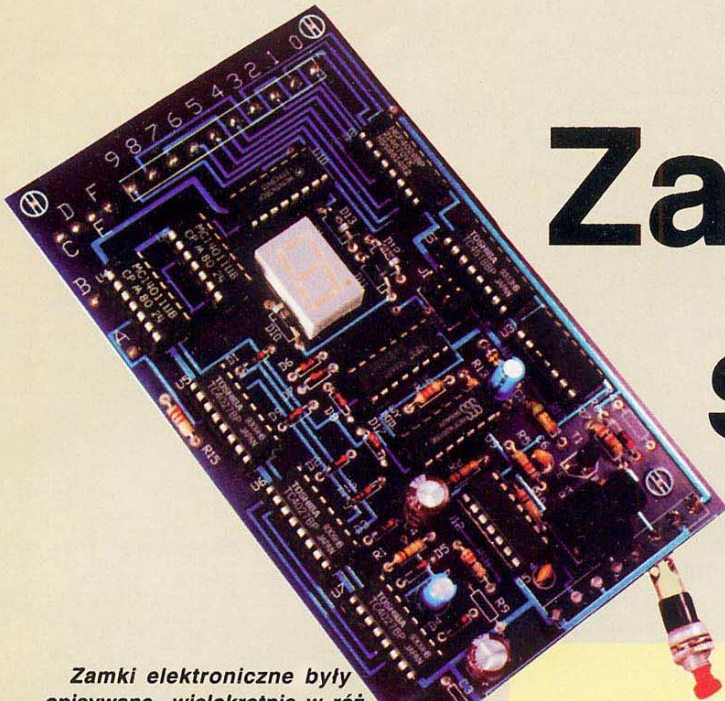


**KIT
AVT
144**

Zamek szyfrowy



Zamki elektroniczne były opisywane wielokrotnie w różnych pismach elektronicznych. Jednak ta konstrukcja zainteresuje zapewne wielu Czytelników. Układ ten ma kilka cech odróżniających go od innych rozwiązań. Przede wszystkim nie posiada on żadnej klawiatury ani żadnych otworów do wkładania czegokolwiek. Jedynym elementem dostępnym z zewnątrz chronionego pomieszczenia jest pojedynczy przycisk.

W wersji podstawowej kod otwierający zamek jest liczbą sześciocyfrową. Odgadnięcie takiej liczby jest praktycznie niemożliwe. Jeżeli jednak komuś zależałoby na jeszcze lepszym zabezpieczeniu swojego mienia to bez większych problemów może układ rozbudować, stosując kod praktycznie dowolnej długości. Ewentualna zmiana kodu jest czynnością bardzo prostą, sprowadzającą się do przykręcenia sześciu przewodów do sześciu z dziesięciu złącz typu ARK.

Obsługa zamka jest trywialnie prosta. Po naciśnięciu przycisku na wyświetlaczu zaczynają kolejno ukazywać się cyfry od 0 do 9. Kiedy wyświetla się kolejna cyfra kodu naciskamy przycisk. I tak postępujemy sześć razy. Jeżeli wybraliśmy prawidłową liczbę to serwomechanizm odsuwa rygiel zamka i pozostawia go w tym stanie przez czas równy dwóm, czterem lub ośmiu cyklom wyświetlania cyfr (ustawiane jumperem na płytce). Wychodząc z domu nie musimy oczywiście wybierać kodu. Naciśnięcie pojedynczego przycisku otwiera drzwi na czas ok. 20 sek., umożliwiając spokojne opuszczenie pomieszczenia. Po tym czasie rygiel zasuwają się automatycznie. Tak więc nigdy nie może dojść do sytuacji kiedy zapomnimy zamknąć drzwi do mieszkania.

Pra-prototyp tego urządzenia powstał ok. 5 lat temu i wykonany był jeszcze w technologii TTL. Bez najmniejszych awarii pracuje on do tej pory w mieszkaniu autora. Kolejne wersje rozwojowe tego zamka, już w technologii CMOS, wykonane były w kilkudziesięciu egzemplarzach i w żadnym wypadku



prostota obsługi



niezawodność działania

Zastosowanie



zamek do drzwi wejściowych mieszkania, domu czy firmy



zamek do kas pancernych



sterowanie centralami alarmowymi i wszelkimi urządzeniami elektronicznymi lub elektrycznymi

nie stwierdzono poważniejszej awarii. Jedyną, troszkę straszną, troszkę śmieszną przygodą z zamkiem była sytuacja, kiedy to jego użytkownik zapomniał zmienionego wcześniej szyfru. Niestety, nawet autor nie zna metody otwarcia tego zamka bez znajomości kodu, a ponieważ nieszczęśnik ten mieszkał na 11-y piętrze przygoda ta zakończyła się interwencją znajomej alpinistki.

Podstawowe zastosowania zamka - wyłącznika szyfrowego:

1. Zamek do drzwi wejściowych mieszkania, domu czy firmy.

2. Układ ten znalazł wielokrotnie zastosowanie nie tylko do zamykania drzwi ale jako zamek do kas pancernych. Interesującym rozwiązaniem było umieszczenie w sejfie tylko serwomechanizmu napędzającego rygiel zamka. Natomiast część elektroniczna zlokalizowana została w innym pomieszczeniu (w konkretnym wypadku sejf znajdował się w sypialni na piętrze a elektronika w małej, wmurowanej w ścianę kasetce, w piwnicy domu) i połączona z sejfem wmurowanym w ścianę przewodem. W takim wypadku ewentualny intruz napotykał na gładką, bez najmniejszej szczeliny ścianę sejfu. Nawet odnalezienie ukrytego sterownika i przypadkowe, niesłychanie mało prawdopodobne,

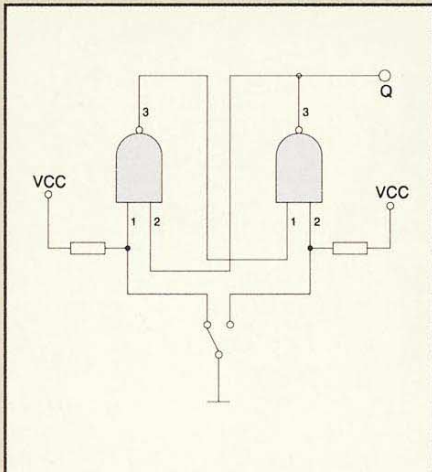
prawidłowe wybranie kodu nic by mu nie dało, ponieważ zanim dotarłby do sejfu rygiel zasunęłyby się powtórnie (w tym rozwiązaniu do otwarcia kasy potrzebne były dwie osoby!).

3. Układ może być także zastosowany do sterowania centralami alarmowymi i wszelkimi urządzeniami elektronicznymi czy elektrycznymi.

Jak widać na zamieszczonym schemacie (rys.3), układ nie jest nadmiernie skomplikowany. Niemniej zmontowanie urządzenia zawierającego 12 układów scalonych i garść elementów dyskretnych wymaga pewnej uwagi i staranności. Sprawą, do której zawsze przywiązujemy dużą wagę jest dostępność i cena elementów. W tym przypadku wszystkie zastosowane części są bardzo tanie i możliwe do kupienia w każdym sklepie z elementami elektronicznymi.

OPIS DZIAŁANIA UKŁADU

Jako punkt wyjściowy do analizy układu przyjmujemy stan spoczynkowy. Wszystkie przerzutniki są w tym momencie wyzerowane a wyświetlacz wygaszony. Przycisk P1 steruje "home made" transoptorem zbudowanym z diody LED D14 i fotorezystora R8. Czemu



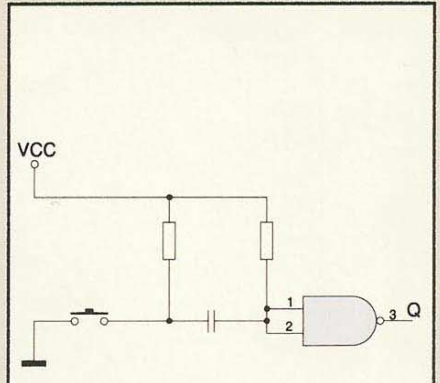
Rys. 1: Przerzutnik R-S jako przełącznik

ma służyć takie skomplikowane rozwiązanie? Ano cóż, walczymy z odwiecznym problemem drgań styków mechanicznych. Oczywiście, sprawę tę można załatwić prościej, na przykład stosując powszechnie znany układ z przerzutnikiem R-S (Rys. 1). Jednak w takim przypadku "przywiązalibyśmy

się" do przełącznika monostabilnego, np. typu MICROSWITCH. Zmniejszyłoby to swobodę projektowania części mechanicznej zamka. Stosowane jest też inne rozwiązanie likwidowania skutków drgania styków (Rys.2). Stosując je mamy wprawdzie możliwość użycia włącznika dowolnego typu, ale praktyka wykazała, że nawet przy starannym doboru rezystancji i pojemności układ taki niekiedy zawodzi, co w przypadku np. zamka do sejfu jest nie do przyjęcia. W tej sytuacji zdecydowano się zastosować układ z fotorezystorem - w miarę prosty i całkowicie niezawodny. Wykorzystujemy tu dużą bezwładność fotoopornika, który po prostu nie jest w stanie przenieść krótkich impulsów spowodowanych drganiem styków.

Naciśnięcie przycisku P1 powoduje zapalenie się diody D14 i fotorezystor R8 znacznie zmniejsza swoją oporność. Na wyjściu bramki z histerезą U12B powstaje stan niski a bramka U12C generuje krótki impuls dodatni. W tym momencie zachodzą następujące zjawiska:

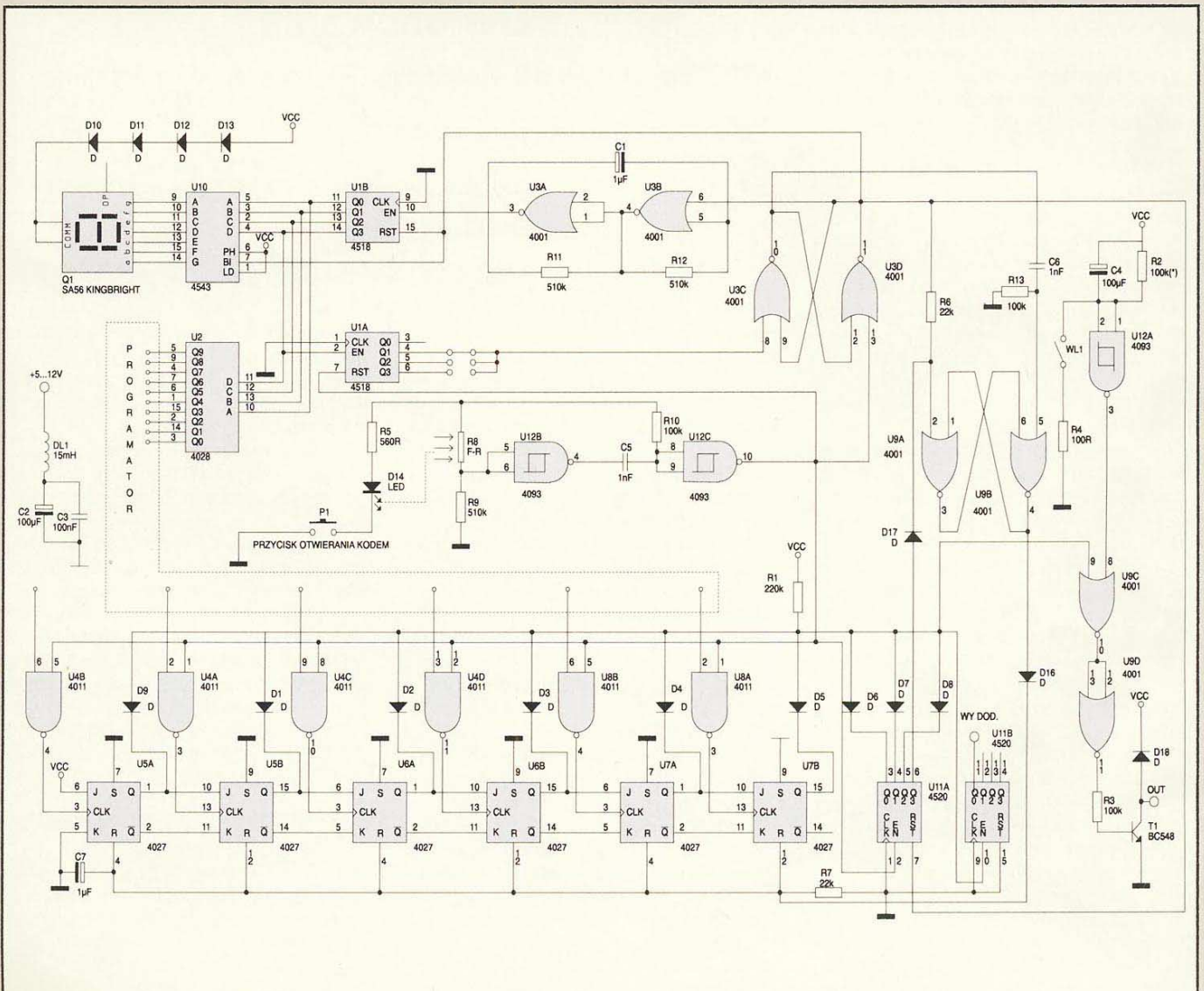
- Włącza się przerzutnik R-S zbudowany z bramek U3C i U3D. Pojawienie się stanu niskiego na wyjściu U3D 11 i wysokiego na



Rys. 2: Układ przełącznika odpornego na drgania styków

wyjściu U3C 10 powoduje:

- "0" na wejściu U3B 5, co umożliwi rozpoczęcie pracy przez generator zbudowany z bramek U3A i U3B.
- wyzerowany uprzednio licznik BCD - U1B rozpoczyna zliczanie impulsów tworzonych przez ten generator.



Rys. 3: Schemat elektryczny zamka szyfrowego

- stan niski na wejściu 7 dekodera U10 powoduje zapalenie się wyświetlacza. - wyzerowany uprzednio licznik U11A zostaje przygotowany do zliczania impulsów wejściowych.

- przekazany przez kondensator C6 dodatni impuls z wyjścia 10 U3C włącza kolejny przerzutnik R-S, zrealizowany na bramkach U9A i U9B. Stan "0" z wyjścia 4 U9B zostaje z opóźnieniem wnoszony przez kondensator C7 przekazany na wejścia zerujące szeregu przerzutników J-K (U5 - U7). Wprowadzenie opóźnienia powoduje, że nawet gdyby pierwszą cyfrą kodu było 0 to przerzutnik U5A nie włączy się.

Od tego momentu układ jest przygotowany do wprowadzenia kodu, na wyświetlaczu pojawiają się kolejne cyfry a, na odpowiadających im wyjściach dekodera U2 pojawia się stan "1".

Rozważmy teraz następujące sytuacje:

1. Prawidłowe wybranie kodu.

W momencie, kiedy na wyświetlaczu ukazała się pierwsza cyfra ustawionego kodu, naciskamy przycisk. Dodatni impuls z wyjścia 10 U12C zostaje przekazany na wejścia bramek U4 - U5, w tym także na wejście 1 U4A. Drugie wejście tej bramki połączone jest poprzez programator z odpowiadającym aktualnie wyświetlanej cyfrze wyjściem dekodera U2. Tak więc na wejściach bramki U4A mamy przez chwilę stany "1". Uzyskany na wyjściu 3 U4A impuls jest doprowadzony do wejścia zegarowego przerzutnika J-K U5A. Przerzutnik ten zostaje włączony. "1" z jego wyjścia Q i "0" z wyjścia Q zostają podane na wejścia J i K kolejnego przerzutnika - U5B, przygotowując go do przyjęcia impulsu zegarowego. Kiedy wyświetla się następna cyfra kodu, ponownie naciskamy przycisk. Tym razem uzyskujemy impuls na wyjściu 4 bramki U4B, włączenie przerzutnika U5B i przygotowanie przerzutnika U6A. Kolejne wybranie prawidłowych cyfr kodu zmienia stany kolejnych przerzutników i po wprowadzeniu wszystkich cyfr uzyskujemy stany "1" na wszystkich ich wyjściach Q.

Od momentu "obudzenia" układu licznik U11A zlicza kolejne impulsy, generowane przez U12C. Tak więc, po pierwszym, uruchamiającym układ naciśnięciu przycisku i po wybraniu wszystkich cyfr na wyjściach tego licznika mamy stan 0111(BIN). Żadna z diod połączonych z jego wyjściami Q0, Q1 i Q3 ani też diody dołączone do wyjść Q szeregu przerzutników nie zwierają już wejścia 9 U9C do masy. Stan "1" na tym wejściu wymusza "0" na wyjściu 10 U9C i stan "1" na wyjściu bramki U9D. Tranzystor T1 zaczyna przewodzić, i przekaźnik (nie pokazany na tym schemacie) uruchamia serwo mechanizm ot-

wierający rygiel zamka.

Licznik U1B zlicza kolejne cykle wyświetlania cyfr a każde naciśnięcie przycisku zeruje go. Po wybraniu wszystkich cyfr licznik ten przestaje być zerowany i w zależności od ustawienia jumpera J1 po 2, 4, lub 8 cyklach stan "1" z wybranego wyjścia tego licznika, doprowadzony do wejścia 8 U3C, zeruje przerzutnik R-S U3C, U3D. Wyświetlacz zostaje wyłączony, generator zatrzymany. Przerzutnik U9A, U9B także zostaje wyłączony, U5A - U7B wyzerowane i układ powraca do stanu spoczynkowego. Tranzystor T1 przestaje przewodzić i serwo mechanizm zamyka drzwi.

2. Nieprawidłowe wybranie kodu. Przeanalizujmy następujące przypadki:

- Przycisk został przypadkowo naciśnięty (np. przez kogoś, kogo zainteresowało dziwne urządzenie zamontowane na drzwiach) i nie zostały potem wprowadzone żadne cyfry. W takim przypadku układ pozostaje włączony przez 1, 2, 4 lub 8 cykli wyświetlania i powraca do stanu czuwania.

- Została wprowadzona cyfra nie występująca w kodzie. Nie dzieje się nic specjalnego, ale fakt naciśnięcia przycisku został zarejestrowany przez licznik U11A. Nawet jeżeli pozostałe cyfry zostaną podane prawidłowo, to zamek nie otworzy się, ponieważ przekroczymy dopuszczalną ilość wprowadzonych cyfr. Licznik U11A osiągnie stan 1000(BIN) i stan "1" z wyjścia Q3 tego licznika wyłączy przerzutnik R-S U9A U9B, co spowoduje natychmiastowe wyzerowanie ew. włączonych przerzutników J-K. Dalsze naciśnięcie przycisku spowoduje jedynie odwołanie momentu przejścia układu w stan czuwania i możliwości jego ponownego włączenia.

- Została wprowadzona cyfra występująca

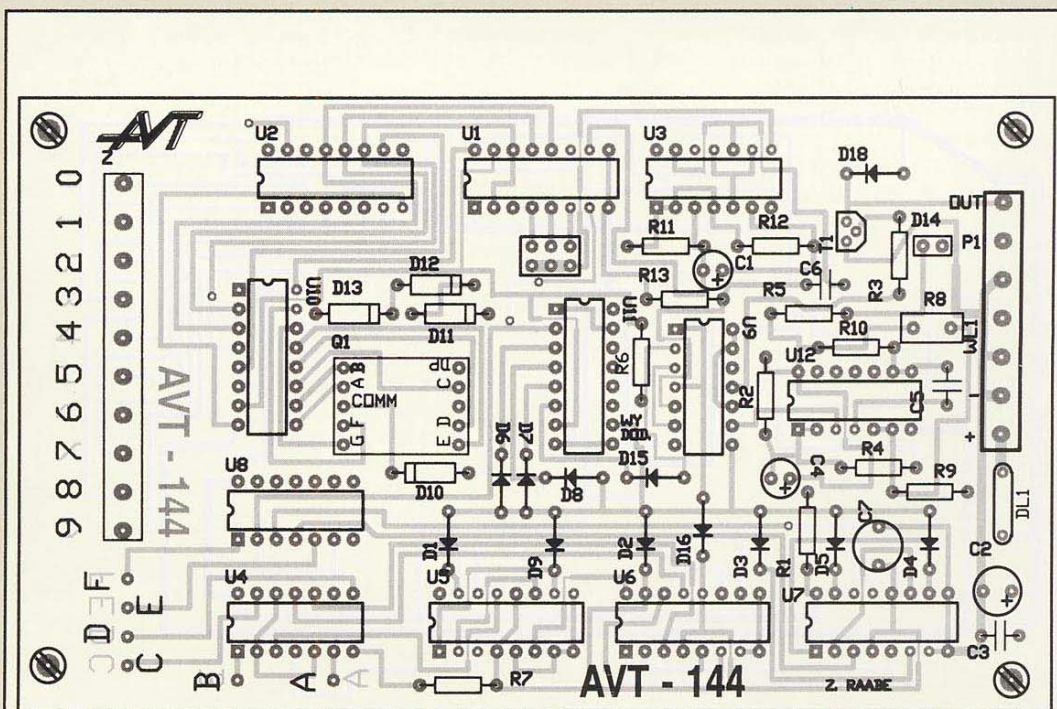
w szyfrze, lecz w złej kolejności. Odpowiadający tej cyfrze przerzutnik J-K nie włączy się, ponieważ poprzedzający go przerzutnik także nie jest włączony. I w takim przypadku nie mamy już żadnej szansy na otwarcie zamka, ponieważ nawet podając prawidłowe cyfry, przekroczymy ich dopuszczalną ilość.

Podsumowując: zamek możemy otworzyć wtedy i tylko wtedy kiedy wprowadzimy właściwą ilość właściwych cyfr we właściwej kolejności. Ponieważ ilość możliwych liczb 6-o cyfrowych jest bardzo wielka, możemy przyjąć że opisane urządzenie w pełni zabezpiecza nasze mienie.

Otwieranie od wewnątrz drzwi własnego mieszkania przy pomocy szyfru nie miałoby najmniejszego sensu. Temu celowi służy układ zrealizowany na bramce z histerezą - U12A, rezystorze R2 i kondensatorze C4. Włączenie WL1 spowoduje rozładowanie kondensatora i w konsekwencji pojawienie się stanu wysokiego na wyjściu bramki U12A. Stan ten podany na jedno z wejść U9C spowoduje przewodzenie tranzystora T1 i w konsekwencji otwarcie zamka.

MONTAŻ I URUCHOMIENIE

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga uruchamiania a tylko drobnych czynności regulacyjnych. Pamiętajmy jednak, że zamek do drzwi wejściowych czy sejfów musi cechować absolutną niezawodność. Spędzenie nocy na słomiance przed własnym mieszkaniem z powodu awarii zamka z pewnością nie należy do przyjemności. Dlatego też stanowczo odradzam stosowanie układów scalonych firmy "Krzak" a jedynie układy renomowanych producentów zakupione w solidnej firmie (przypominamy o możliwości zakupu kompletu



Rys. 4: Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

markowych elementów z płytką drukowaną w postaci kitu AVT - 144 oferowanego w sieci handlowej AVT - zamówienie na wkładce kartonowej).

Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej przedstawiono na **rysunku 4**. Jest to, oczywiście, płytka dwustronna z metalizacją.

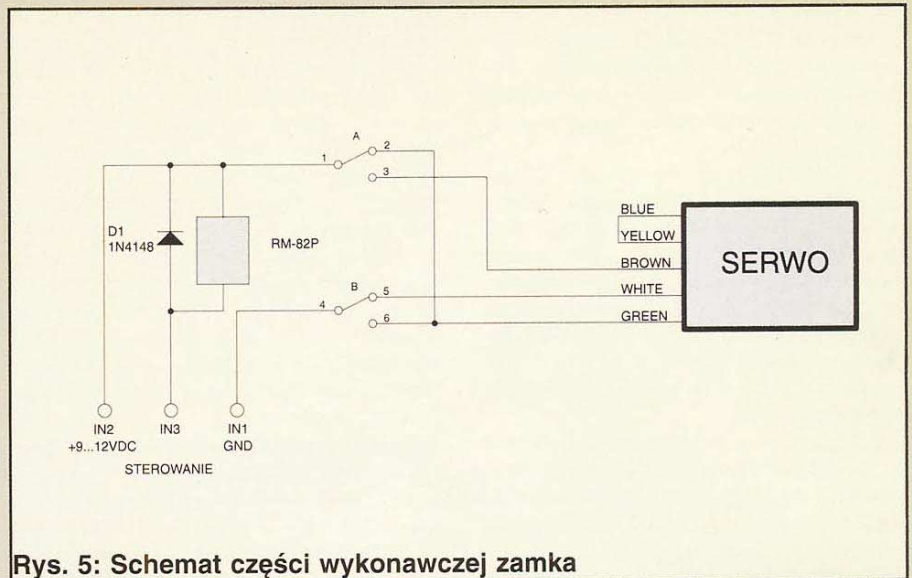
Odrobiny pomysłowości wymaga montaż diody LED i fotorezystora R8. Elementy te muszą być umieszczone jak najbliżej siebie i osłonięte przed światłem. W egzemplarzu modelowym przednia część diody została oszlifowana na płasko i przyklejona klejem Super Glue do powierzchni fotorezystora. Całość została następnie grubo pomalowana czarną farbą nitro.

Po zmontowaniu płytki ustawiamy na programatorze jakąś liczbę, najlepiej składającą się z kolejnych cyfr (np. 1, 3, 5, 7, 9, 0), co z oczywistych powodów skraca czas testowania układu. Po włączeniu zasilania układ "obudzi się" w trudnym do przewidzenia stanie. Najprawdopodobniej będzie to stan aktywny i będzie trzeba chwilę poczekać, aż wyświetlacz wyłączy się. Następnie naciskamy przycisk i wprowadzamy ustawiony kod. Jeżeli po siódmym naciśnięciu przycisku na wyjściu 11 U9D pojawi się stan wysoki, to urządzenie możemy uznać za sprawne. W przeciwnym wypadku mozolnie szukamy błędów w montażu.

Pozostały nam jeszcze drobne czynności regulacyjne. Częstotliwość pracy generatora, a tym samym szybkość wyświetlania cyfr zależy od pojemności C1 i rezystancji R14, R13. Zmieniając wartości tych elementów możemy dostosować szybkość wyświetlania do naszego refleksu. Pamiętajmy przy tym o osobach starszych korzystających z zamka.

Następnie musimy zdecydować, ile cykli wyświetlania drzwi mają pozostawać otwarte i ustawiamy zworkę w jumperze J1 w odpowiednim położeniu. Pojemność C4 i rezystancja R2 decydują z kolei o czasie otwarcia zamka po naciśnięciu przycisku wewnątrz mieszkania. Zmieniając te wartości dostosujemy ten czas do naszych potrzeb. Uwaga, WL1 może być zrealizowany jako włącznik bistabilny lub przycisk monostabilny. W pierwszym przypadku mamy możliwość zablokowania zamka w stanie otwarcia na dowolnie długi okres czasu.

A teraz najstraszniejsze: montaż na drzwiach. Tu można jedynie sugerować pewne sprawdzone w praktyce rozwiązania. Pomimo usilnych starań nie udało się znaleźć gotowej obudowy do zamka. W rozwiązaniu modelowym obudowa została wykonana w prosty sposób: zlutowano ją z kawałków laminatu. Proste, tanie i szybkie rozwiązanie! W obudowie został wycięty otwór umożliwiający obserwację wyświetlacza. W drzwiach zamontowano "judasz", w którym soczewkę rozpraszającą wymieniona została na skupiającą, a pod nim przycisk uruchamiania zamka. Jako rygla użyto najtańszej zasuwy do drzwi jaką udało się nabyć, z której usunięto całą mechanikę. Natomiast połączenie serwo z rygłem najlepiej wykonać



Rys. 5: Schemat części wykonawczej zamka

przy pomocy kawałka sztywnego, stalowego drutu, np. szprychy motocyklowej.

trali alarmowej.

Część wykonawcza układu

Zbigniew Raabe

Prototyp zamka współpracował z serwo-mechanizmem firmy WEBRA stosowanym w modelach zdalnie sterowanych. Było to rozwiązanie idealne lecz, niestety bardzo kosztowne. W obecnej chwili serwomechanizm taki kosztuje ok. 100 zł, a ponadto trudno go kupić. Na szczęście w ofercie handlowej AVT znajdują się siłowniki elektryczne służące do sterowania zamkami w samochodach. Siłownik taki można nabyć za stosunkowo niewielką kwotę 27 zł, a do naszych celów nadaje się on doskonale. Na **rysunku 5** przedstawiono schemat prostego układu sterowanego przez nasz zamek a sterującego silnikiem siłownika do zamków samochodowych. Ani sposób działania części wykonawczej ani jej montaż nie wymagają komentarza. Wspomnieć jedynie warto, że wprawdzie siłowniki takie przystosowane są fabrycznie do zasilania 12V, ale pracują doskonale już przy 6...7V.

Zasilanie układu

Układ zamka możemy zasilac dowolnym napięciem z przedziału 5...15V. Istotną sprawą może być zasilanie awaryjne. Wprawdzie zbieg okoliczności polegający na wyłączeniu prądu podczas naszego powrotu do domu jest mało prawdopodobny, ale lepiej byłoby wyposażyć nasz układ w zasilacz awaryjny lub też zasilac go cały czas z okresowo doładowywanego akumulatora (pamiętajmy, że urządzenie nie pobiera praktycznie prądu w stanie spoczynku!).

MOŻLIWE MODYFIKACJE

W układzie pozostała nam wolna półowka kostki U11. Wykorzystano ją jako przerzutnik zmieniający swój stan po każdorazowym wybraniu kodu. Z jego wyjścia Q0 możemy korzystać przy sterowaniu jakiegoś urządzenia włączanego i wyłączanego sztyfem, np. cen-

WYKAZ ELEMENTÓW

1. Półprzewodniki

U1: 4518
 U2: 4028
 U3, U9: 4001
 U4, U8: 4011
 U5, U6, U7: 4027
 U10: 4543
 U11: 4520
 U12: 4093
 D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D16, D17, D18 1N4148 lub odpowiednik
 D10, D11, D12, D13: Dowolna dioda 1A
 D14: dowolna dioda LED
 T1: BC548 lub odpowiednik
 Q1: wyświetlacz SA56 KINGBRIGHT lub odpowiednik

2. Kondensatory

C1, C7: 1uF/63V
 C4, C2: 100uF/16V
 C3: 100nF
 C5, C6: 1nF
 5 1DL1 15mH

3. Rezystory

R1: 220k
 R2: 100k(*)
 R3, R10, R13: 100k
 R4: 100R
 R5: 560R
 R6, R7: 22k
 R8: fotorezystor o możliwie małych wymiarach
 R9, R11, R12: 510k

4. Pozostałe

P1: przycisk wg opisu
 WL1: włącznik wg opisu