

“Kołowy” zamek szyfrowy

Do czego to służy?

W jednym z ostatnich numerów Elektroniki dla Wszystkich opublikowany został projekt, który ze względu na swoją oryginalność zwrócił natychmiast moją uwagę. Mam tu na myśli opis konstrukcji zamka szyfrowego, wyposażonego w dziesięcioprzyciskową klawiaturę. Pozostając pod wrażeniem tego niezwykle oryginalnego, pełnego niekonwencjonalnych rozwiązań układów projektu, chciałbym przedstawić swój własny pogląd na konstrukcję zamków szyfrowych, pogląd poparty konkretnym rozwiązaniem praktycznym.

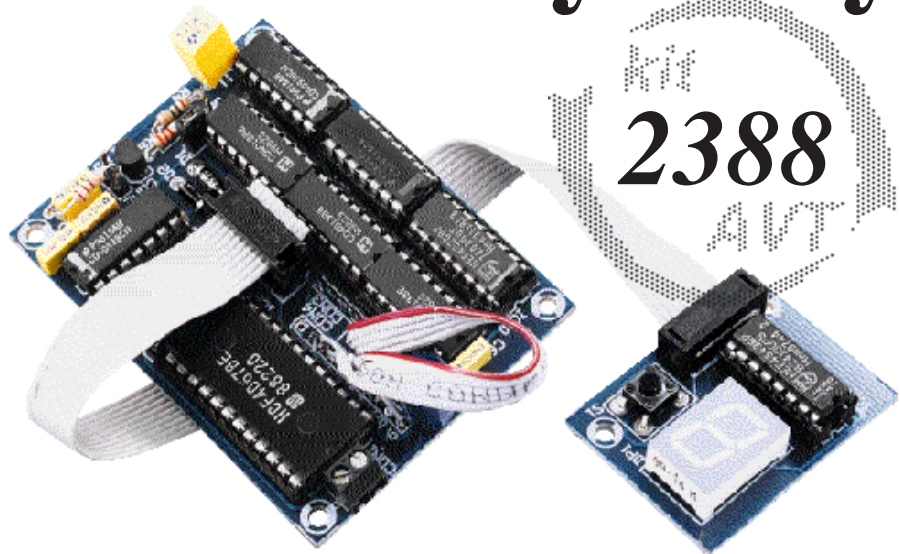
Zamki szyfrowe budowane są przez elektroników “od zawsze”. Pamiętam jeszcze projekty takich urządzeń realizowane wyłącznie na przekaźnikach, tańszych wówczas i łatwiej dostępnych niż tranzystory, nie mówiąc o układach scalonych. Prawdę mówiąc, zasada działania tamtych zamków była identyczna z opisanym w EdW: dziesięcioprzyciskowa klawiatura, na której należało wybrać kilka cyfr ustalonego uprzednio kodu.

Moim zdaniem, stosowanie typowej wieloprzyciskowej klawiatury w nowoczesnej konstrukcji zamka szyfrowego automatycznie dyskwalifikuje takie urządzenie i naraża konstruktora na posądzenie o pójście na łatwiznę, chyba że jego konstrukcja w założeniu miała być jedynie zabawką. Złamanie kodu takiego zamka jest zawsze dziecinnie łatwe, nawet bez analizowania stanu zużycia klawiszy.

Obawiam się, że w tym momencie zostałem posądzony o niekonsekwencję: z jednej strony krytykuję zamki z klawiaturami, a z drugiej zachęcam do wykonania takiej właśnie konstrukcji. Zapomniałem jednak wspomnieć, że proponowana przeze mnie konstrukcja będzie wprawdzie wyposażona w klawiaturę, ale ... z jednym tylko przyciskiem. Otwarcie zamka nastąpi po wprowadzeniu 5- cyfrowego szyfru, ale nie będzie możliwe złamanie kodu ani za pomocą analizowania stanu zużycia klawiszy, ani przez proste podejrzenie osoby otwierającej zamek.

Układ, z którego budową zapoznamy się za chwilę nie jest żadną nowością. Jest to remake mojego własnego projektu, który opublikowany został w numerze 1 Elektroniki dla Wszystkich. Z pierwowzoru pozostała zaledwie koncepcja, a schematy obydwóch układów praktycznie nie mają nic ze sobą wspólnego.

Pomimo sporej komplikacji schematu, proponowany układ, podobnie jak każda “cyfrówka”, nie powinien okazać się zbyt



trudny w budowie. Koszt elementów potrzebnych do jego wykonania także nie jest zbyt wysoki i z tych względów mogą polecić budowę mojego zamka nawet średnio zaawansowanym konstruktorom.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na rysunku 1, ale zanim przejdziemy do jego szczegółowej analizy powiedzmy sobie coś więcej na temat zasady działania tego nietypowego zamka.

Podobnie jak w zamkach z klawiaturą dziesięcioprzyciskową otwarcie zabezpieczonego pomieszczenia nastąpi po wybraniu kodu - liczby pięciocyfrowej. Zasadnicza różnica polega jednak na tym, że operować będziemy tylko jednym przyciskiem, obserwując cyfry ukazujące się na pojedynczym wyświetlaczu siedmiosegmentowym. Pierwsze naciśnięcie przycisku spowoduje uruchomienie układu i rozpoczęcie cyklicznego wyświetlania cyfr od 0 do 9. W momencie, kiedy na wyświetlaczu ukaże się kolejna cyfra kodu naciskamy przycisk. Jeżeli wprowadzone zostaną wszystkie cyfry kodu, we właściwej kolejności i nie zostanie wprowadzona żadna nie występująca w kodzie cyfra, to zamek zostanie otwarty. W każdym innym przypadku układ pozostanie zablokowany, a jego powtórne uruchomienie będzie możliwe dopiero po pewnym czasie.

Analizę schematu rozpoczniemy od momentu, kiedy układ znajduje się w stanie spoczynku. Wszystkie przerzutniki są wyzerowane, nie działa generator zegarowy i możemy przyjąć, że w tym stanie układ zbudowany na kostkach CMOS nie pobiera prądu. Na programatorze (złącza CON3 i CON4) ustawiony został kod do-

stępu, zgodnie z rysunkiem 2. Praca układu inicjowana jest naciśnięciem przycisku S1. W tym momencie zajdą następujące zdarzenia:

Krótki impuls ujemny przekazany za pośrednictwem kondensatora C2 z wyjścia bramki IC7A spowoduje włączenie przerzutnika R-S zbudowanego na bramkach IC7C i IC7D.

Stan niski pobierany z wyjścia 11 tego przerzutnika spowoduje odblokowanie licznika IC10A, dotąd permanentnie zerowanego stanem wysokim na jego wejściu RST.

Wyświetlacz siedmiosegmentowy LED zostanie włączony, ponieważ na wejściu B1 współpracującego z nim dekodera IC1 zostanie także wymuszony stan niski.

Stan wysoki z wyjścia 10 przerzutnika R-S zostanie przekazany na wejście bramki IC8A i spowoduje rozpoczęcie pracy przez generator zegarowy zbudowany na tej bramce.

Rozpatrzmy teraz, co będzie się działo, jeżeli zamek został uruchomiony przez osobę znającą szyfr. W momencie, kiedy na cyklicznie wyświetlającym cyfry od zera do dziewięciu wyświetlaczu DP1 ukaże się cyfra “5”, osoba znająca szyfr i wiedząca, że jest to pierwsza cyfra kodu naciska powtórnie przycisk. Zauważmy, że wszystkie wejścia adresowe multiplexera IC2 zostały dołączone do wyjść licznika BCD - IC6A, tego samego, który steruje wejściami dekodera IC1, co powoduje symultaniczną pracę tych układów. Tak więc w momencie drugiego naciśnięcia przycisku aktywny jest kanał Y5 multiplexera i na wejście pierwszego z szeregu przerzutników D - IC3A zostanie przekazany krótki impuls o czasie trwania określonym pojemnością C2 i rezystancją R3. Ponieważ na wejściu

Projekty AVT

danych D IC3A jest stale wymuszony stan wysoki, przelutniew ten zmienia swój stan, przegotowując jednocześnie następnego przelutniew IC3B do ewentualnego włączenia, które nastąpi jeżeli przycisk S1 zostanie naciśnięty w momencie ukazania się na wyświetlaczu cyfry "7".

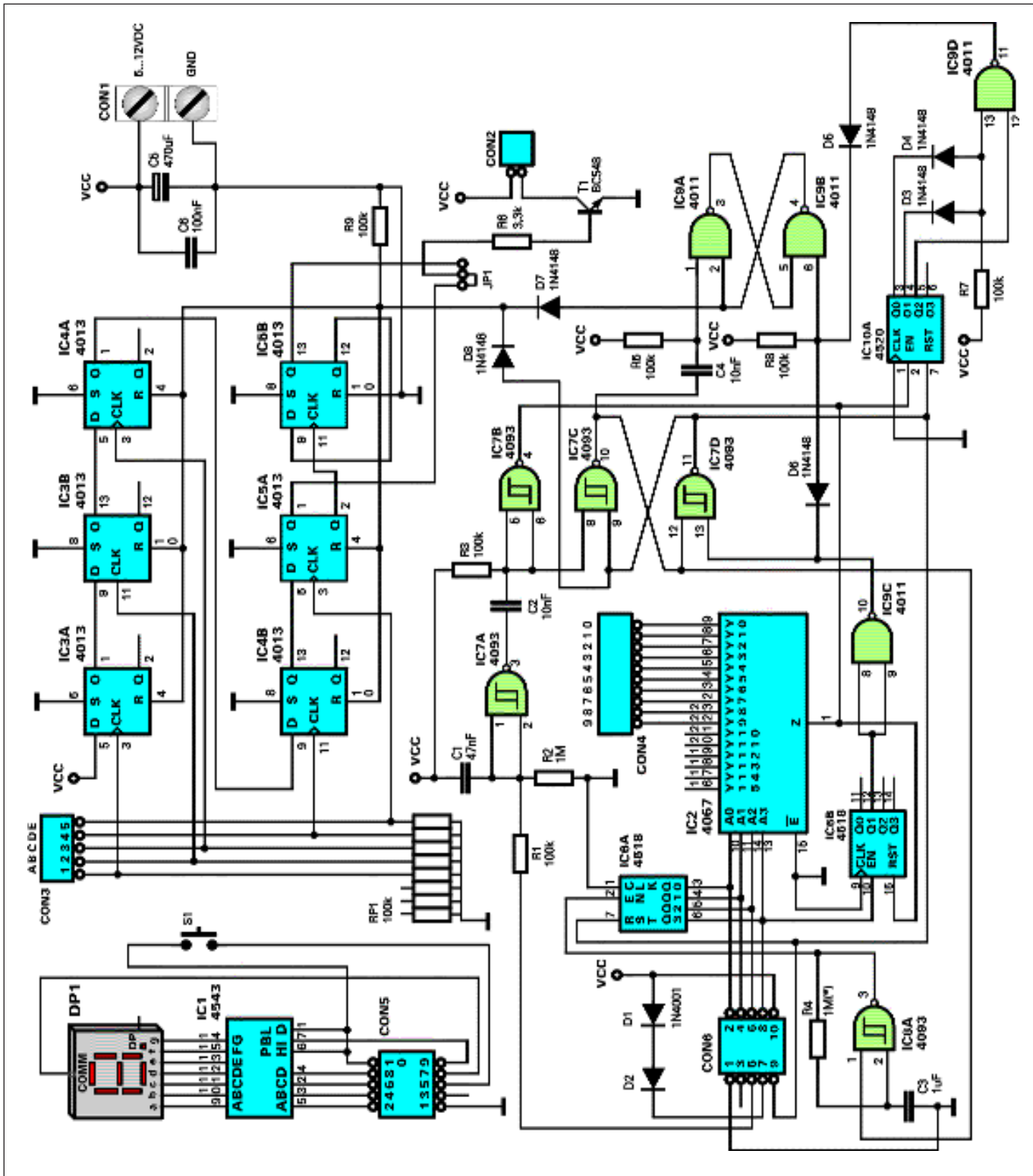
Kolejne naciśnięcie przycisku, w momentach, kiedy na wyświetlaczu ukazywać się będą kolejne cyfry ustawionego kodu, będzie powodować włączenie kolej-

nych przelutniewów, aż do momentu wybrania wszystkich 5 cyfr. Analizując sposób działania układu łatwo zauważyć, że do włączenia wszystkich przelutniewów nie tylko niezbędne jest wprowadzanie właściwych cyfr, ale także musi zostać zachowana ich kolejność.

Gdybyśmy na tym etapie projektowania konstrukcji zamkniechali jej dalszej rozbudowy, to jego otwarcie byłoby dziecinnie proste. Wystarczyłoby wybierać wielokrotnie kolejno wszystkie cyfry, aż

wreszcie włączyłyby się wszystkie przelutniewy. Przed takim działaniem zabezpiecza nas układ z licznikiem IC10A, który zlicza impulsy powstające przy naciskaniu przycisku S1. Stan licznika IC10A jest dekodowany w układzie z bramką IC9D i diodami D3 i D4 (zastosowanie tych diod jest wyjątkowo "nieeleganckim" rozwiązaniem, ale nie chciałem nadmiernie rozbudowywać układu przez stosowanie dodatkowych bramek trójwejściowych). Na wyjściu bramki IC9D utrzymuje się stan wyso-

Rys. 1. Schemat ideowy



ki aż do momentu osiągnięcia przez licznik IC10A stanu 0111_{BIN}. Stan taki wystąpi w momencie naciśnięcia przycisku S1 po raz siódmy (pierwsze naciśnięcie inicjujące pracę układu jest także zliczane przez IC10A) i spowoduje włączenie przerzutnika R-S zbudowanego na brankach IC9A i IC9B. Stan wysoki, pojawiający się na wejściach RST wszystkich przerzutników, powoduje ich stałe wyzerowanie, aż do momentu powtórnego uruchomienia układu zamka. Tak więc nasz zamek został zabezpieczony przed otwarciem metodą wielokrotnego wybierania wszystkich cyfr. Warto też zwrócić uwagę, że potencjalny intruz nawet nie będzie mógł zorientować się, że jego wysiłki skazane są na niepowodzenie i że teraz może nacisnąć przycisk aż do ... no, wszyscy wiemy, jakiej śmierci!

Wyobraźmy sobie teraz następującą sytuację: nasz zamek został zamontowany na drzwiach mieszkania lub domu i oczywiście zaczął wzbudzać zupełnie zrozumiałe zainteresowanie otoczenia. Trudno nawet

sterować elementami wykonawczymi i jakie mogą być te elementy? Do sterowania urządzeniami wykonawczymi służy w naszym układzie tranzystor T1, który może być podłączony na dwa sposoby, wybierane za pomocą jumpera JP1. W pozycji JP1, takiej, jak na schemacie, baza tranzystora polaryzowana jest z wyjścia ostatniego z szeregu przerzutników - IC5A. Tak więc tranzystor zacznie przewodzić po prawidłowym wybraniu kodu i stan taki będzie utrzymywał się przez ok. 20s. Ten tryb pracy można wykorzystywać do sterowania siłownikami rygli zamków lub zamkami elektromagnetycznymi, w tym ostatnim przypadku stosując przełącznik pośredniczący.

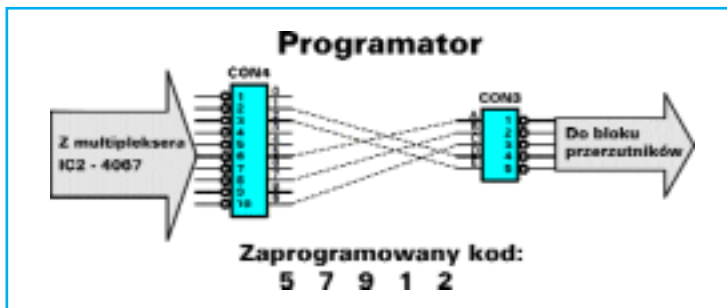
Zwróćmy teraz uwagę na szósty przerzutnik typu D - IC5B. Jest on włączony w układzie licznika modulo 2 z wejściem zegarowym dołączonym do wyjścia !Q przerzutnika IC5A, który włącza się po każdorazowym prawidłowym wybraniu kodu. Tak więc każde wybranie szyfru będzie

zmieniać stan IC5B na przeciwny. Dołączając za pośrednictwem jumpera JP1 bazę tranzystora T1 do wyjścia Q IC5B uzyskujemy drugi tryb pracy, który może być wykorzy-

być to podstawki bardzo dobrej jakości. Zmontowane płytki łączymy ze sobą przewodem taśmowym 10-żyłowym, zaopatrzone w dwa zaciskane wtyki.

Układ zmontowany ze sprawdzonych elementów nie wymaga ani uruchamiania, ani w zasadzie regulacji. Jedynym elementem, z którego wartością możemy poeksperymentować jest rezystor R4 określający wraz z pojemnością C3 szybkość ukazywania się cyfr na wyświetlaczu. Z wartościami elementów podanymi na schemacie częstotliwość pracy generatora z IC8A wynosi w przybliżeniu 1Hz, co powinno zapewniać szybkość wyświetlania nie za wielką nawet dla osób o "refleksie szachisty".

Na zakończenie warto będzie wspomnieć jeszcze o układach wykonawczych, jakich możemy użyć do współpracy z zamkiem. W przypadku zastosowania zamka do drzwi wejściowych do domu rozwiązaniem najprostszym, ale i nie pozbawionym wad będzie zastosowanie tzw. rygla elektromagnetycznego. Rygiel taki, zasilany zazwyczaj napięciem przemiennym musimy dołączyć do naszego układu za pośrednictwem przełącznika i całość zastosować do zamykania pomieszczenia nie wymagającego zbyt wysokiego poziomu



Rys. 2. Przykładowy kod dostępu

wyobrazić sobie, aby przechodzące koło takich drzwi dziecko nie nacisnęło z ciekawości tajemniczego przycisku. Byłoby wysoce niepożądane, aby po takim eksperymencie nasz układ pozostawał zbyt długo włączony, szczególnie jeżeli zasilany jest z baterii. Przed powstaniem takiej sytuacji chroni nas układ z kolejnym licznikiem - IC6B. Wejście tego układu zostało dołączone do najstarszego wyjścia licznika IC6A, tak że zlicza on kolejne cykle wyświetlania cyfr. Po dwóch pełnych cyklach na wyjściu Q1 IC6B pojawia się stan wysoki, który po zanegowaniu przez bramkę IC9C powoduje natychmiastowe wyłączenie przerzutnika R-S z IC7C + IC7D i powrót układu zamka do stanu oczekiwania. Podczas wybierania kodu licznik IC6B jest stale zerowany po każdym naciśnięciu przycisku. Daje to nam pewną rezerwę czasu i możliwość wybrania kolejnej cyfry w drugim cyklu zliczania, nawet jeżeli "przegapiliśmy" ją w pierwszym cyklu. Oczywiście, po prawidłowym wybraniu kodu zamek także zostanie wyłączony po dwóch cyklach zliczania, czyli po ok. 20s.

Najwyższy czas poruszyć dość ważną sprawę: w jaki sposób nasz zamek może

stanąć np. do blokowania dostępu do układów elektronicznych lub elektrycznych. Zarówno włączenie, jak i wyłączenie takiego urządzenia będzie wymagać podania prawidłowego hasła - szyfru.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 została pokazana mozaika ścieżek płytek obwodów drukowanych wykonanych na laminacie dwustronnym z metalizacją oraz rozmieszczenie na nich elementów. Układ zamka szyfrowego zmontujemy na dwóch płytkach, połączonych ze sobą przewodem taśmowym. Na mniejszej płytce umieszczony został wyświetlacz siedmiosegmentowy i dekodery, a na większej cała pozostała część układu. Takie rozmieszczenie elementów powinno zapewnić konstruktorowi dużą swobodę w wyborze rodzaju obudowy i sposobu zlokalizowania i zamontowania konstrukcji zamka.

Montaż układu przeprowadzimy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlotowaniu w płytkę kondensatora elektrolitycznego. Pod układy scalone warto zastosować podstawki, ale biorąc pod uwagę specyfikę konstrukcji powinny

Wykaz elementów

Kondensatory

C1	.....	.47nF
C2, C4	.....	.10nF
C3	.....	.1uF
C5	.....	.470uF/16V
C6	.....	.100nF

Rezystory

RP1	.....	R-pack 22k ... 100kΩ
R1, R3, R5, R7, R8, R9	.....	.100kΩ
R2, R4	.....	.1MΩ
R6	.....	.3,3kΩ

Półprzewodniki

DP1	.....	wyświetlacz siedmiosegmentowy LED wsp. anoda SA52-11 EWA
D1, D2	.....	.1N4001 lub odpowiednik
D3, D4, D5, D6, D7, D8	.....	.1N4148 lub odpowiednik
IC1	.....	.4543
IC2	.....	.4067
IC3, IC4, IC5	.....	.4013
IC6	.....	.4518
IC7, IC8	.....	.4093
IC9	.....	.4011
IC10	.....	.4520
T1	.....	BC548 lub odpowiednik

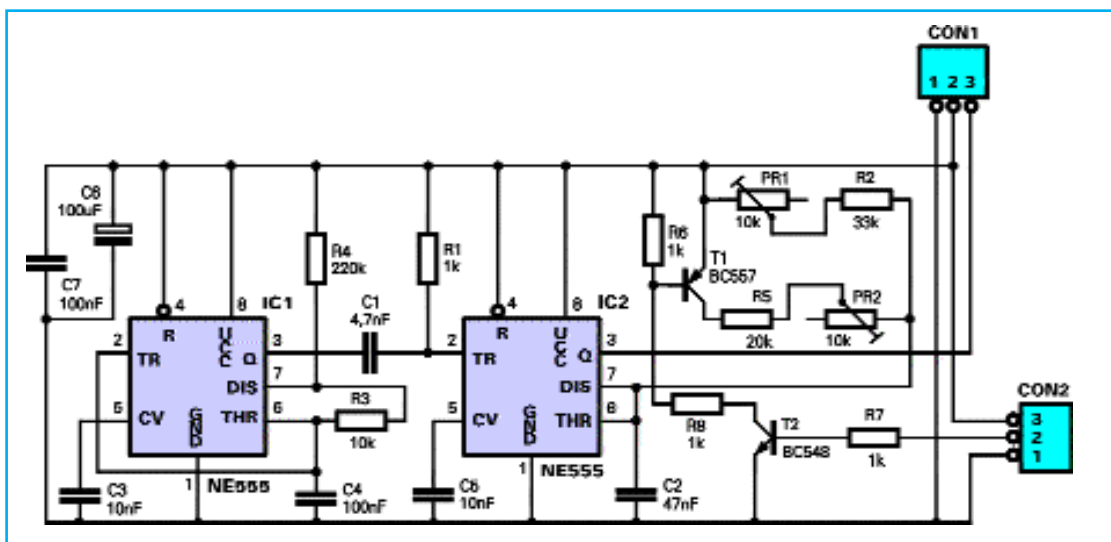
Pozostałe

CON1	.....	.ARK2 (3,5mm)
CON5, CON6	.....	.goldpin 5X + kabel taśmowy 10 żyłowy z wtykami zaciskowymi
JP1	.....	.3x1 goldpin + jumper
S1	.....	.przycisk typu microswitch
CON2	.....	.2x1 goldpin

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2388

Projekty AVT

ochrony. Rozwiązaniem znacznie lepszym, które szczególnie polecałbym do zamykania drzwi mieszkań lub domów a także kas pancernych jest zastosowanie solidnego rygla mechanicznego i mechanizmu poruszającego go, sterowanego przez nasz zamek. Napotkalibyśmy tu jednak na problemy z wykonaniem odpowiedniej przekładni i innych elementów mechanicznych, gdyby nie ... nasi "starzy znajomi" - serwomechanizmy modelarskie. Serwo nadaje się doskonale do poruszania nawet bardzo ciężkich rygla i zasuw, a wymagać będzie jedynie prostego układu sterującego. Na szczęście taki układ, banalnie prosty i tani został już dawno przeze mnie zaprojektowany, a jest nim "Sterownik rygla z serwomechanizmem". Na rysunku 4 pokazany został schemat tego sterownika, którego nie będę komentował, ponieważ uczyniłem to już w jednym z numerów Elektroniki Praktycznej opisując kit AVT-2388. Wspomnę jedynie, że przy współpracy z tym sterowni-



Rys. 4. Schemat sterownika

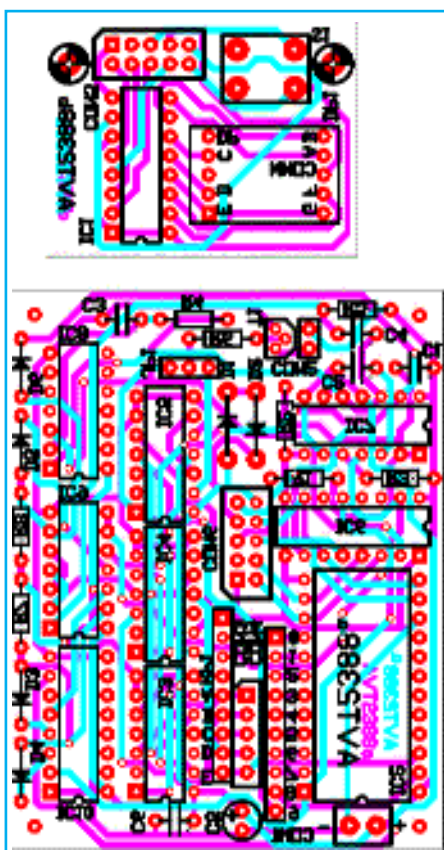
kiem nie musimy montować tranzystora T1 ani rezystora R6 (w układzie z Rys.1) a pin 2 złącza CON2 dołączyć bezpośrednio do środkowej nóżki jumpera JP1.

Obojętne, jaki system otwierania drzwi zastosujemy, pozostaną one otwarte przez czas równy dwukrotnemu cyklowi wyświetlania cyfr na wyświetlaczu, co najczęściej okaże się zupełnie wystarczające do wejścia lub opuszczenia pomieszczenia bez zbędnego pośpiechu. Jeżeli jednak chcielibyśmy, aby drzwi pozostawały dłużej otwarte, to można dołączyć wejścia bramki IC8A do wyjścia Q2 licznika IC6B, co da czas otwarcia drzwi równy czterokrotnemu cyklowi wyświetlania.

A jednak wrodzone mi roztarżnienie dało znowu o sobie znać: zapomniałem napisać choćby paru słów o sposobie programowania zamka. Najprostszym i jednocześnie najbardziej przeze mnie polecanym rozwiązaniem będzie połączenie właściwych pól lutowniczych złącz CON3

i CON4 za pomocą krótkich odcinków przewodów, przylutowanych do tych pól. Jest to najpewniejsze rozwiązanie, bez stosowania jakichkolwiek ruchomych elementów mechanicznych. I jeszcze jedna uwaga: cyfry w ustawianym kodzie oczywiście mogą, się powtarzać.

Zbigniew Raabe



Rys. 3. Schemat montażowy

REKLAMA-REKLAMA-REKLAMA-REKLAMA