

Jesień jest wymarzoną porą na piesze wycieczki, nawet wielodniowe. Jednakże im dłuższa wycieczka, tym więcej sprzętu turystycznego trzeba pomieścić w plecaku, który staje się ciężki i niewygodny do niesienia. Aby ułatwić sobie transport sprzętu, namiotu i odzieży niezbędnej na wycieczce, proponujemy wykonanie praktycznego stelaża, który może być przystosowany do każdego plecaka. Jak go wykonać, piszemy na str. 67.

NA WARTACIE NA NARZĄDZIE

ELEKTRONICZNY ZAMEK SZYFROWY

Elektroniczny zamek szyfrowy służy do zabezpieczenia pomieszczeń lub urządzeń przed wtrąceniem do nich niepowołanych osób. Główne zalety tego zamka – to szybkość działania, łatwość zmiany szyfru, małe prawdopodobieństwo przypadkowego otwarcia. Znakomicie nadaje się on do zamykania pomieszczeń, z których korzysta wiele osób. W razie użycia klasycznego zamka, niezbędne byłoby przygotowanie odpowiedniej liczby kluczy. Zamek szyfrowy można założyć do drzwi w pokoju nauczycielskim, warsztacie kółka zainteresowań i w wielu podobnych miejscach.

Jedyną dostępną z zewnątrz częścią zamka jest klawiatura, składająca się z kilku przełączników typu Isostat. Otwarcie zamka następuje po prawidłowym i następującym w ustalonej kolejności wybraniu kilku kodów (kombinacji klawiszy). Liczba przycisków i ilość kodów nie ma zasadniczego znaczenia dla budowy zamka, wpływa jedynie na ilość niezbędnych elementów i określa prawdopodobieństwo otwarcia zamka. W urządzeniu modelowym zastosowano pięć przycisków i trzy kroki działania, co daje $2^{15} = 32\ 768$ kombinacji. Jest to liczba całkowicie wystarczająca; poszukiwanie odpowiedniego szyfru trwać musi wiele godzin.

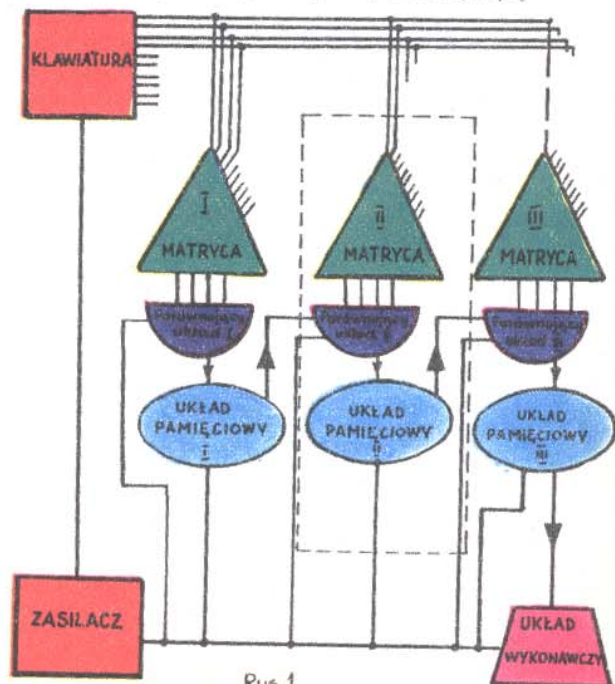
Zamek składa się z kilku, praktycznie niezależnych funkcjonalnie elementów. Pierwszym jest klawiatura, połączona z resztą urządzenia jedynie przewodami. Dalsze części – to matryca, za pomocą której ustawiamy kody szyfru, układy badające zgodność wprowadzonego kodu z kodem szyfru, układy pamięciowe, dające otwierającemu określoną ilość czasu na wprowadzenie następnego kodu, i układy wykonawcze. Całość uzupełnia zasilacz sieciowy.

Ponieważ otwarcie zamka polega na wprowadzeniu kilku kolejnych kodów, poszczególne bloki-układy powtarzają się. Pełny schemat blokowy zamka o trzech krokach działania przedstawia rys. 1. W przypadku zmiany liczby kroków należy zmniejszyć lub rozbudować układ o bloki ujęte w ramkę.

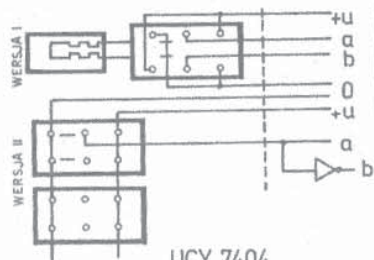
Zadania i konstrukcja poszczególnych bloków

Z każdego przełącznika są wyprowadzone dwa przewody umożliwiające stwierdzenie, czy dany segment klawiatury jest wciśnięty, czy nie. Przewody są na przemian łączone z masą lub napięciem zasilającym (rys. 2). Istnienie dwóch przewodów wynika z potrzeb dalszej części zamka, gdyż do przekazania informacji zero-jedynkowej (wciśnięte – zwolnione) wystarczyłby jeden przewód.

Klawiaturę można zbudować na dwa sposoby. Pierwszy wymaga dość zmuśnego łączenia styków przełącznika klawiszowego, drugi wymaga zastosowania dodatkowego układu scalonego pełniącego rolę inwertera (układ typu UCY 7404). Jest to rozwiązanie korzystniejsze. Inwerter to układ o jednym wejściu i jednym wyjściu. Gdy na wejście wprowadzimy sygnał „1”, czyli napięcie bliskie zasilającemu, wyjście jest zwarte z masą. Gdy wejście zewzrzemy z masą, na wyjściu pojawi się napię-



Rys. 1



UCY 7404
Topografia wyprowadzeń

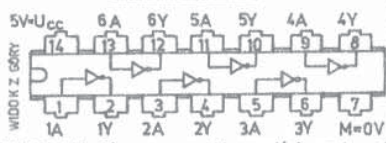
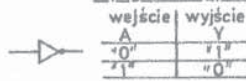


TABELA 1. Stan przewodów wyjściowych klawiatury

	przewód a	przewód b
klawisz wolny	0	+u
klawisz wciśnięty	+u	0

Rys.2

cie zasilania (w rzeczywistości zmniejszone o ułamek wolta). W układzie UCY 7404 w jednej obudowie znajduje się sześć inwerterów. Warto zwrócić uwagę na to, że wykonanie klawiatury zgodnie z drugą wersją znacznie zmniejsza liczbę przewodów biegnących pomiędzy klawiaturą a pozostałą częścią zamka (układ scalony jest oczywiście wbudowany w sam zespół zamka). Zmniejsza to poważnie możliwość pomyłki przy montażu.

Zadaniem matrycy jest zbadanie, czy położenie przełącznika klawiatury jest zgodne z położeniem przełącznika kodującego. Matryca składa się z takiej liczby „wierszy”, ile kroków działania ma mieć zamek, każdy wiersz ma tyle przełączników, ile przycisków ma klawiatura. Rozbudowanie układu klawiatury przez wprowadzenie dwóch przewodów, dało możliwość uproszczenia matrycy i ułatwiło jej montaż. Fragment matrycy przypadającej na jeden przełącznik klawiatury dla zamka o trzech krokach działania przedstawia rysunek 3.



TABELA 2. C - sygnał wyjściowy

klawisz zewn. klawiatura	klawisz matrycy	
	wciśnięty c zwarty z b +u	wciśnięty c zwarty z a 0
wolna a=0 b=-u	+u	0
wciśnięta a=-u b=0	0	+u

Rys.3.

UCY 7430

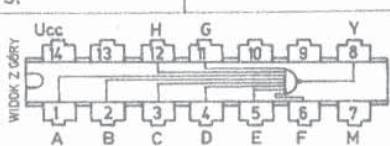


Tabela 3. Topografia wyprowadzeń

Y=A·B·C·D·E·F·G·H
Y=0 gdy: A·B·C·D·E·F·G·H=1
Y=1 w pozostałych przypadkach



Rys.5.



Rys.4.

Układ badający zgodność kodu i szyfru – to gotowy element – układ scalony UCY 7430. Jest to układ „nie i” o ośmiu wejściach. Na wyjściu tego układu panuje napięcie bliskie zasilającemu, poza jednym tylko przypadkiem – gdy na wszystkich wejściach jest wprowadzony sygnał „1”. Wtedy napięcie wyjściowe spada do zera. Układ realizuje więc funkcję „i”, która przyjmuje wartość 1 tylko wtedy, gdy wszystkie argumenty (sygnały wejściowe) przyjmują wartość 1. Ze względów praktycznych sygnał wyjściowy jest zanegowany, czyli zostaje przeprowadzony przez inwerter. Układ scalony, rozmieszczenie wyprowadzeń i sposób doprowadzania sygnałów jest przedstawiony na rysunku 4.

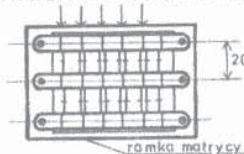
Układ pamięciowy pamięta przez kilka sekund fakt, że poprzedni krok został wykonany w sposób prawidłowy. Układ podaje sygnał „1” na jedno z wejść układu UCY 7430 dla następnego kroku i umożliwia wybranie następnego kodu. Jeśli po prawidłowym wybraniu następnego kodu matryca poda „1” na pozostałe wejścia, zostaje odblokowana następna bramka i uruchomiony następny układ wykonawczy. Jeśli prawidłowy kod nie zostanie wybrany w czasie kilku sekund, układ pamięciowy wraca do stanu podstawowego, podaje „0” do układu scalonego i blokuje bramkę. Otwieranie zamka trzeba rozpocząć wtedy znów od wybrania pierwszego kodu.

Układ pamięciowy może być wykonany na wiele sposobów, w zależności od tego, jakie elementy mamy do dyspozycji. Kilka wersji układów pamię-

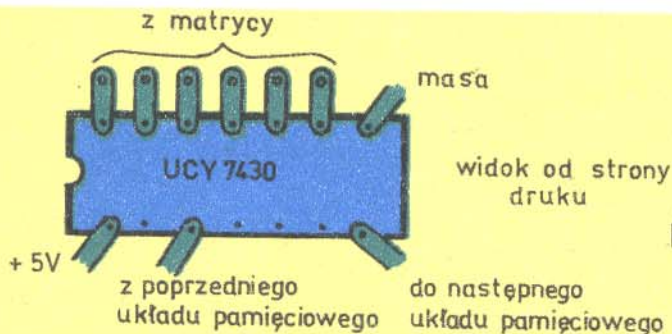


WIDOK ŚCIEŻEK OD STRONY DRUKU

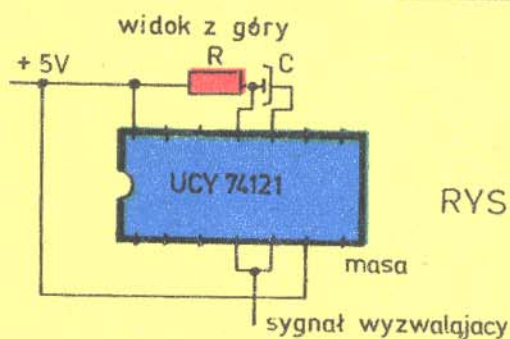
RYS.6



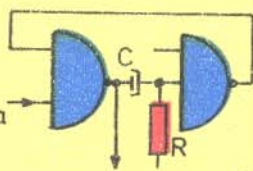
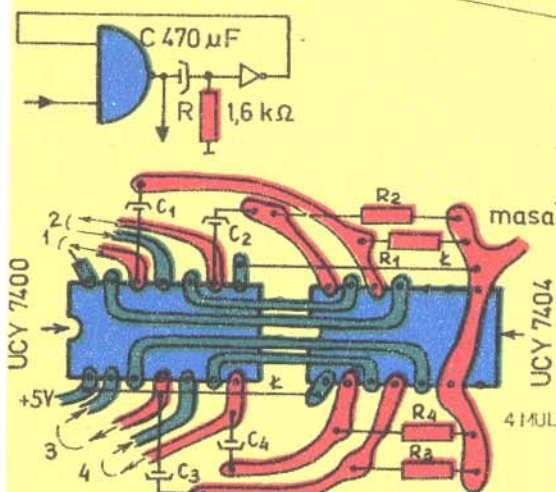
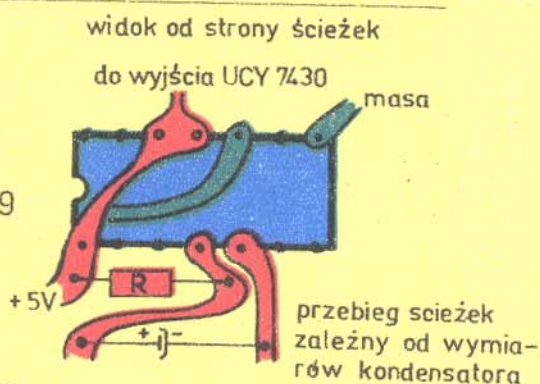
RYS.7



RYS. 8



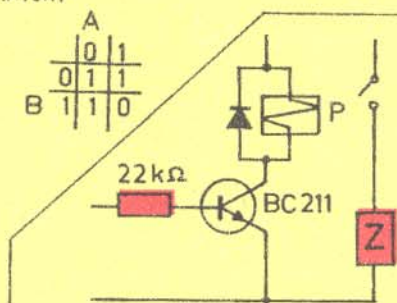
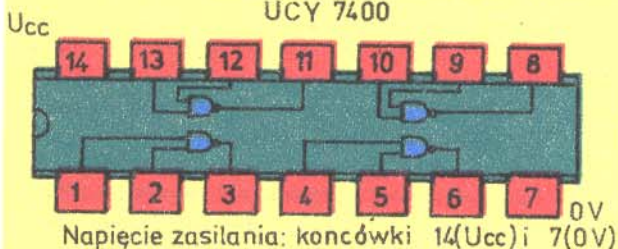
RYS. 9



RYS.10

FUNKCJA LOGICZNA : $Y = \overline{A \cdot B}$

UCY 7400



RYS.11

ciowych zostanie przedstawionych w dalszej części artykułu.

Układ wykonawczy jest zależny od konkretnego zastosowania zamka. W urządzeniu modelowym zamek sterował (przez układ pamięciowy, prosty wzmacniacz i przekaźnik) działanie zamka elektrycznego używanego często w furtkach przy domkach jednorodzinnych.

Zasilacz sieciowy zależy od wymagań stawianych przez układ wykonawczy, gdyż sama część sztyrowa zamka pobiera niewielki prąd o niskim napięciu. Jeśli zamek steruje działaniem typowego zamka elektrycznego, zasilacz można zbudować używając dowolnego transformatora o mocy ok. 6 W, dającego napięcie 8–10 V. Uzwojenie wtórne jest wtedy łączone przez styki przekaźnika z uzwojeniem zamka. Ponadto do uzwojenia wtórnego jest dołączony prostownik (najlepiej cztery diody w układzie Graëtzta) z kondensatorem elektrolitycznym o dużej pojemności. Napięcie z kondensatora zasilą bezpośrednio wzmacniacz z przekaźnikiem, a przez zasilacz stabilizowany resztę układu. Zasilacz stabilizowany jest niezbędny dla zasilania układów scalonych pracujących prawidłowo przy napięciu bliskim 5 V. Schemat blokowy zasilacza przedstawia rysunek 5.

Budowa zamka

Wykonanie zamka jest zadaniem dość trudnym, przeznaczonym raczej dla zaawansowanych majsterkowiczów. W związku z tym opis tego wykonania zostanie ograniczony jedynie do rzeczy najistotniejszych. Ponieważ ostateczna forma zamka zależy od jego przeznaczenia i miejsca zainstalowania, tutaj podamy jedynie sposób wykonania poszczególnych części zamka, a metodę połączenia ich, kształt i sposób obudowania całości – wykonawcy opracują indywidualnie.

Montaż klawiatury polega przede wszystkim na odpowiednim, zgodnie z rys. 2, przylutowaniu przewodów do lutowniczych końcówek przełączników. Przewód zasilający i przewód masowy mogą być wspólne dla wszystkich segmentów przełączających.

Wolne końcówki przewodów muszą być odpowiednio oznaczone. Ważny jest nie tylko rodzaj przewodu (sygnalowy lub zasilający), lecz także numer przełącznika, z którego dany przewód wybiega. Prawidłowe oznakowanie ułatwi uruchamianie zamka, gdyż wykrycie pomyłek po ostatecznym zmontowaniu jest – choć możliwe – dosyć pracochłonne.

Utrudnienie może stanowić znalezienie odpowiedniego przełącznika. Gotowe przełączniki będące częściami zamiennymi do urządzeń radiowo-telewizyjnych, wymagają istotnych przeróbek. Do klawiatury niezbędne są przełączniki niestabilne, czyli takie, które po ustaniu nacisku wracają do położenia wyjściowego.

W sklepach bywają przełączniki niezależne, w których każdy przełącznik można włączyć bez zmiany położenia innych, i zależne, w których wciśnięcie jednego przycisku powoduje wyłączenie pozostałych. Przełączniki niezależne są lepsze dla naszych celów, gdyż przeróbka sprowadza się tylko do usunięcia sprężynki dociskowej i kołka blokującego. Jednocześnie przełączniki takie są wygodniejsze do zastosowania w matrycy.

Przeróbka przełącznika zależnego jest trudniejsza. Trzeba go całkowicie rozebrać, usunąć listwę blokującą suwaki i jej sprężynę, a następnie z powrotem złożyć przełącznik.

UWAGA! Wysunięcie suwaka z obudowy przełącznika bardziej, niż to następuje w czasie normalnej pracy, grozi uszkodzeniem przełącznika lub zmniejszeniem pewności jego działania.

Jeśli klawiatura będzie wykonana zgodnie z wersją II, na płytce drukowanej należy zapewnić miejsce dla układu scalonego współpracującego z klawiaturą. Ścieżki biegnące do końcówek układu przedstawia rys. 6. Bezpośrednie połączenie z resztą układu mają tylko końcówki zasilania (5 V i masa), zamocowanie więc tego podzespołu na płytce nie powinno sprawiać trudności.

W przypadku gdy klawiatura liczy więcej niż 6 przycisków (wydaje się to niezbyt celowe i niewygodne) niezbędne jest zastosowanie dwóch układów scalonych.

Wykonanie matrycy sprowadza się właściwie do przygotowania odpowiedniej ramki, do której zostaną przymocowane przełączniki. Wymiary ramki zależą od rodzaju użytych przełączników, należy jednak zachować odpowiednią odległość pomiędzy otworami do mocowania przełączników. Umożliwi to bezpośrednie lutowanie końcówek przełączników kolejnych kroków działania zamka, tak jak to zostało pokazane na rys. 7.

Jeśli segmenty przełącznika są nierównej długości (a takie są zwykle w przełącznikach do radiodbiorników), należy wykorzystać segment najdalszy od przycisku, gdyż ułatwi to później lutowanie.

Przed ostatecznym montowaniem matrycy trzeba przygotować i przylutować wyprowadzenia – przewody oznaczone na rysunku 3 literą „c”. W tym przypadku istotne jest jedynie, aby zebrać

razem wszystkie przewody danego kroku; oznaczenie klawisza, jakiemu odpowiada dany przewód, nie jest przy tym konieczne. Aby ułatwić sobie montaż i zapobiec zwarciom, trzeba skrócić z jednej strony i całkowicie usunąć z drugiej strony końcówki, do których są dołączane przewody oznaczone literą „c”. Po przykręceniu przełączników do ramki i złutowaniu stykających się końcówek „a” i „b” pomiędzy przełącznikami, do tych samych końcówek wystających na zewnątrz pakietu przełączników dołączamy przewody biegnące do klawiatury. W tym wypadku trzeba koniecznie zwracać uwagę na to, by zarówno rodzaj przewodu („a” lub „b”), jak i numer przełącznika klawiatury zgadzał się z numerem oznaczonym na schemacie.

Wykonanie układu badającego zgodność szyfru i kodu sprowadza się do wlutowania układu scalonego i przewodów biegnących z matrycy. Niewykorzystane wyprowadzenia mogą pozostać wolne. Nie wpływają one na działanie układu.

Przebieg ścieżek na fragmencie płytki drukowanej zależy nieco od tego, czy jest to część pierwszego, czy dalszego stopnia. W pierwszym przypadku do wejść układu doprowadzamy jedynie przewody z matrycy, w drugim – trzeba zapewnić kontakt z wyjściem członu pamięciowego (rys. 8).

Układ pamięciowy jest typowym przykładem multiwibratora monostabilnego. Multiwibrator monostabilny ma – podobnie jak inne multiwibratory – dwa stany. Jeden z nich, spoczynkowy, jest stanem trwałym. W drugim stanie multiwibrator znajduje się jedynie wtedy, gdy na jego wejście zostanie podany sygnał wyzwalający. Czas trwania w stanie zadziałania zależy od wartości elementów użytych do budowy multiwibratora, a nie od czasu trwania impulsu wyzwalającego. Ta cecha powoduje, że multiwibrator monostabilny pracuje doskonale w układzie pamięciowym.

Najprostszy układ pamięciowy można zbudować stosując gotowy multiwibrator – układ scalony UCY 74121. Poza układem scalonym pozostają wtedy jedynie dwa elementy: kondensator C i opornik R (rys. 9). Elementy te są umieszczone poza układem, gdyż od ich wartości zależy czas trwania impulsu, a więc trzeba je dobierać w zależności od potrzeb. Czas trwania impulsu wynosi $0,7 \cdot R \cdot C$. Jednocześnie trzeba spełniać warunek, by $R < 50 \text{ k}\Omega$. Aby uzyskać czas rzędu kilku sekund, należy użyć kondensatora elektrolitycznego o pojemności 50–100 μF i opornika 47 $\text{k}\Omega$. Ponieważ rzeczywista pojemność elektrolitów jest na ogół znacznie (do 50%) większa od znamionowej, czas działania multiwibratora może znacznie różnić się od obliczonego.

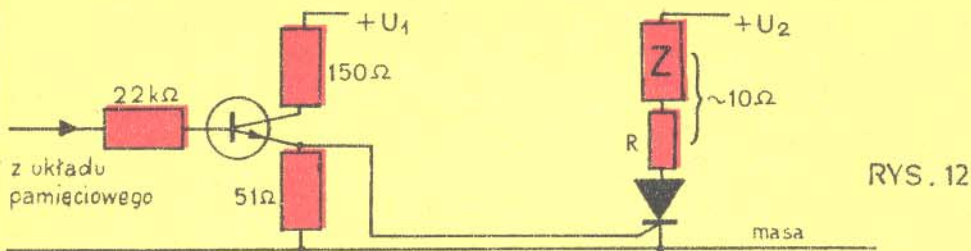
W razie trudności z nabyciem niezbyt niestety popularnego układu UCY 74121, można zbudować multiwibrator stosując układy scalone UCY 7400 i UCY 7404. Drugi z nich został już opisany, pierwszy zaś – to cztery bramki realizujące funkcję „nie i”. Bramki układu UCY 7400 mają po dwa wejścia. Sposób połączenia układów przedstawia rysunek 10. Sygnał „1” pojawiający się na wyjściu bramki ładuje kondensator C przez opornik R. Wskutek odpowiedniego połączenia układów logicznych przez cały czas ładowania na wyjściu układu jest sygnał „0”, odpowiadający działaniu multiwibratora. Ponieważ dla prawidłowego działania zamka koniecznie trzeba, by wzbudzony układ pamięciowy dawał na wyjściu „1”, niezbędne jest czerpanie sygnału wejściowego z „wnętrza” multiwibratora, z wyjścia bramki. W tym przypadku opornik R musi mieć wartość 1,6 $\text{k}\Omega$, a kondensator ok. 470 μF . Ponieważ układ UCY 7400 zawiera 4 bramki, a UCY 7404 ma 6 elementów negacji, z dwóch układów scalonych można zbudować cztery multiwibratory.

Inwertery można zastąpić w podanym układzie przez dodatkowe bramki, w których wykorzystywane jest tylko jedno wejście. Zaletą tego rozwiązania jest większa zwartość układu, w multiwibrato-rze bowiem pracuje jedynie fragment jednego układu scalonego. Bramka z niewykorzystanym wejściem działa jako inwerter.

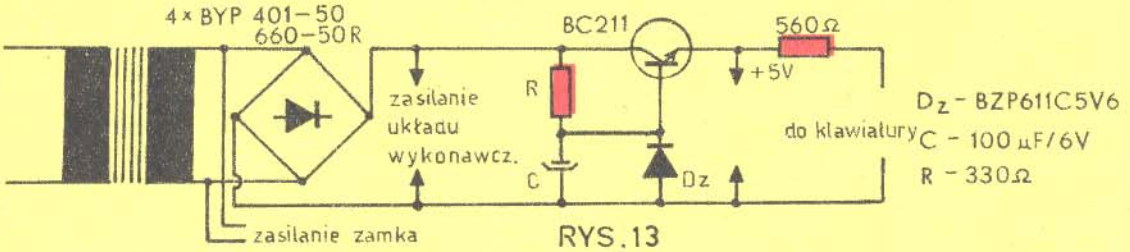
Układ wykonawczy – to prosty, jednotranzystorowy wzmacniacz sterowany bezpośrednio przez sygnał wyjściowy ostatniego układu pamięciowego. W obwodzie kolektora jest umieszczona cewka przekaźnika (rys. 11). Opór cewki przekaźnika powinien wynosić kilkaset omów, a obciążalność styków winna przekraczać 1 A.

Jeśli wynikną trudności ze zdobyciem podobnego przekaźnika, można wykonać czysto elektroniczny układ wykonawczy, stosując tyrystor, włączony w mostkowy układ złożony z czterech diod BYP 401-50 (rys. 12). Układ ten jest pewniejszy w działaniu, lecz znacznie droższy.

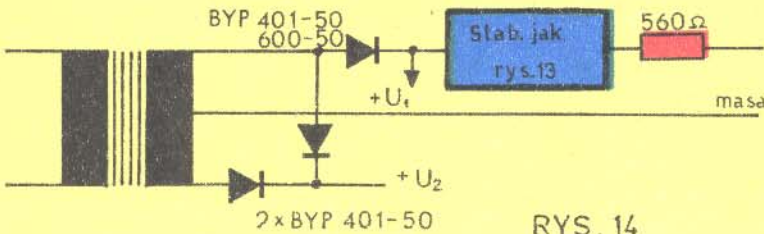
Zasilacz do układu z przekaźnikiem jest pokazany na rys. 13, a do układu z tyrystorem – na rys. 14. Typ transformatora zależy od użytego zamka. Niektóre z nich mogą być uruchamiane za pomocą transformatora dzwonicowego, inne wymagają wyższego napięcia zasilania. W razie zastosowania układu tyrystorowego, nieuniknione straty w obwodzie zamka powodują konieczność użycia transformatorów o wyższym napięciu. Najlepiej zastosować fabryczne transformatory sieciowe typu TS 15/4



RYS. 12

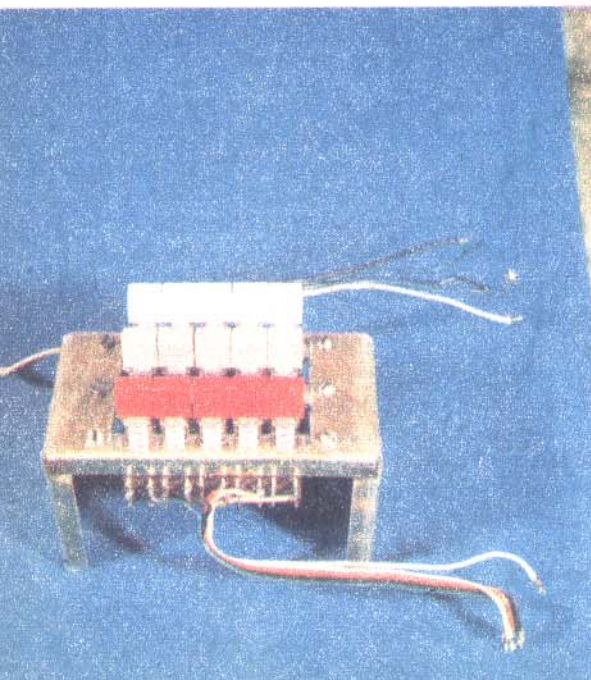


RYS. 13



RYS. 14

Klawiatura elektronicznego zamka zmontowana z trzech rzędów pojedynczych przełączników typu Isostat



(konieczny w przypadku układu tyrystorowego) lub TS 8/1.

Dalsze części zasilacza – to prostownik pełnookresowy oraz stabilizator. Opornik 560 Ω, przez który jest zasilana klawiatura, zabezpiecza stabilizator przed zwarciami, które mogą powstać, gdy uszkodzeniu ulegnie któryś z przełączników.

Przed rozpoczęciem pracy należy korzystając z zamieszczonych w artykule rysunków fragmentów urządzenia zaprojektować kompletną płytkę drukowaną. Trzeba się przy tym starać, by połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami nie były zbyt długie, a układ elementów logiczny. Ułatwi to później montaż zamka i pozwoli na uniknięcie błędów.

Układy scalone są elementami delikatnymi, mogą ulec uszkodzeniu w przypadku przegrzania i dlatego montujemy je na płytce na końcu.

Kod ustawiamy na matrycy wciskając te klawisze, które odpowiadają wybranemu szyfrowi.

Zbigniew Gawryś