

ELEKTRYCZNY ZAMEK SZYFROWY

Powszechnie spotykane w sprzedaży zamki mechaniczne zabezpieczają wprawdzie mieszkanie przed niepowołanymi osobami, ale prawdziwej satysfakcji może dostarczyć otwieranie mieszkania bez użycia klucza, przez urządzenie wykonane samodzielnie. Taki zamek może wykonać każdy, nawet mało zaawansowany majsterkowicz, jeżeli zdoła zgromadzić potrzebne części składowe (ze względu na ich znaczny koszt).

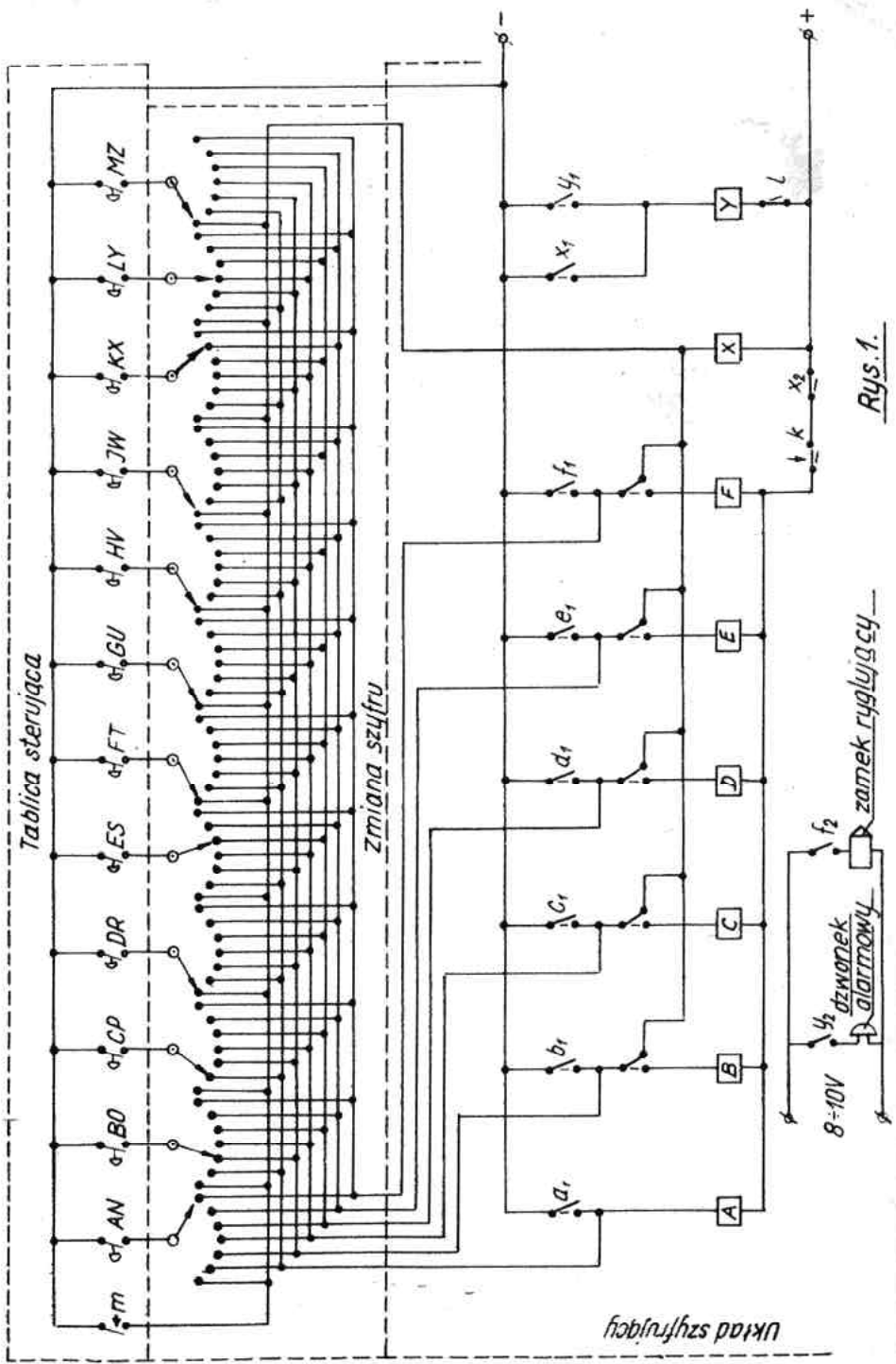
Podstawowym elementem układu jest przełącznik, praktycznie dowolnego typu, mający przynajmniej jeden zestyk zwierany, oraz jeden zestyk przełączany. Zazwyczaj przełączniki fabryczne wyposażone bywają w dużo więcej zestyków. Najbardziej odpowiedni, a także stosunkowo najłatwiej dostępny w sklepach jest przełącznik telefoniczny, płaski o napięciu 60 V. Mogą tu również pracować z powodzeniem przełączniki miniaturowe MT6 o napięciu 24 V. Dla majsterkowiczów nie mających możliwości nabycia przełączników, w dalszej części artykułu zostanie podany opis wykonania prostego przełącznika w warunkach amatorskich. Pozostałe elementy, jak: przełączniki obrotowe, przyciski, np. od młynków do kawy, lub przyciski dzwonek, płytki bakelitowe, blacha aluminiowa oraz drobne elementy montażowe, nie powinny sprawiać większych trudności.

Schemat ideowy zamka szyfrowego przedstawiony został na rys. 1. Urządzenie zostało wykonane z ośmiu przełączników, z dwunastoma przyciskami sterującymi. Przełączniki są typu telefonicznego o oporności uzwojeń około 1000 omów przy napięciu zasilającym 60 V. Otwarcie zamka polega na wybraniu spośród dwunastu ($n=12$) przycisków umieszczonych na tablicy sterującej sześciu ($k=6$) właściwych przycisków w ustalonej kolejności. Właściwe przyciski i ich porządek wybierania nastawia

się za pomocą ówunastu przełączników połączonych w sposób zapewniający 12 wejść (z przycisków sterujących) oraz siedem wyjść (na kolejne przekazniki).

Przyciski sterujące oraz przełączniki zostały oznaczone literami. Dzięki temu można stosować szyfr literowy łatwiejszy do zapamiętania niż szyfr liczbowy. Na schemacie pokazano położenia suwaków przełączników przy nastawionym wyrazie POLSKA. Ogólnie — szyfrem może być wyraz sześcioliterowy, nie zawierający dwóch takich samych liter oraz nie zawierający dwóch liter występujących w parze, którymi został oznaczony dowolny z przycisków. Można z powodzeniem stosować wyrazy, które mają więcej niż 6 liter, np.: KULTURA, DZBANEK itd.

Ze schematu ideowego widać, że przy wyrazie POLSKA przełącznik oznaczony literami CP został nastawiony na pozycję 1, BO na pozycję 2, LY na 3, ES na 4, KX na 5 i AM na 6. Pozostałe przełączniki nastawiono na pozycję 0, tzw. alarmową. Dopiero tak nastawiony szyfr, umożliwi otwarcie zamka. Naciskając przycisk CP zamykamy obwód dla uzwojenia przełącznika A. Przełącznik A przechodząc w stan czynny, zwierza zestyk a_1 oraz przełącza zestyk a_2 . Przełączenie zestyku a_2 przygotowuje obwód dla przełącznika B, oraz uniemożliwia zamknięcie obwodu dla przełącznika X w czasie zwierania następnego przycisku BO. Zestyk a_1 powoduje podtrzymanie przełącznika B; przyciskiem BO powodujemy zwarcie zestyku b_1 oraz przełączenie zestyku b_2 . Zwierając kolejno następne przyciski: LY, ES, KX i AM wprowadzamy w stan czynny przełączniki C, D, E i F. W wypadku jakiegokolwiek innego wybrania przycisków zostanie włączony alarm. Załóżmy dla przykładu, że jako pierwszy i drugi przyciski zwarliśmy właściwe, tzn. CP i BO,



Rys. 1.

Układ szzyfrujący

natomiast jako trzeci został zwarty przycisk ES. Wtedy poprzez zestyk C_2 zostanie zamknięty obwód przełącznika alarmowego X. Przełącznik X przechodząc w stan czynny rozwiera zestykiem x_2 obwód dla przełącznika A i B. Będących pod napięciem, zaś zestykiem x_1 zamyka obwód przełącznika Y. Przełącznik Y spełnia rolę pamięci alarmu, ponieważ podtrzymuje się na własnym zestyku y_1 , natomiast zestykiem y_2 włącza dzwonek. Alarm może skasować dopiero właściwa osoba, gdyż przycisk rozwierany (niestabilny), oznaczony na schemacie literą I, znajduje się na pokrywie urządzenia w mieszkaniu. Podobnie układ zachowa się w przypadku zwarcia przycisku niewykorzystanego do szyfru.

Ostatni w szeregu przełącznik F, oprócz zestyku f_1 służącego do podtrzymania, ma w obwodzie właściwego zamka regulującego zestyk f_2 . W momencie przejścia w stan czynny przełącznika F, zestykiem f_2 zostanie zamknięty obwód zamka ryglującego. Zamki te znajdują się w sprzedaży w cenie 140 i 185 zł. Są one przewidziane do pracy przy zasilaniu prądem stałym lub zmiennym o napięciu 8–10 V. Stosowanie prądu zmiennego jest korzystne, gdyż z zamka ryglującego otrzymujemy sygnał dźwiękowy w postaci lekkiego buczenia informującego o zwolnieniu rygla. Elektryczny zamek ryglujący powinien współpracować ze zwykłym zamkiem zatrzaskowym wyposażonym w klucz (rys. 5) lub z zatrzaskiem z jednej strony bez klamki. Oczywiście, przy otwieraniu elektrycznym nie będziemy używać klucza.

Przycisk oznaczony na schemacie literką k służy do sprowadzania układu do stanu wyjściowego. Jest to zestyk zwarty przy zamkniętych drzwiach. Miejsce zamontowania go przedstawione zostało na rys. 6.

Budowę zamka należy rozpocząć od wykonania konstrukcji wsporczej dla przełączników (rys. 2). Najbardziej odpowiednim materiałem na konstrukcję

będzie blacha aluminiowa, na którą ołówkiem lub ostrym ryłcem nanosimy wszystkie szczegóły. Następnie blachę zaginamy wzdłuż dolnej linii; później wycinamy prostokątne otwory i wykonujemy zagięcie wzdłuż linii górnej. Zagięcia można wykonać w imadle zaciskając w jego szczękach razem z blachą dwie odpowiedniej grubości płyty metalowe. Długość płyt powinna być przynajmniej taka sama, jak długość linii zagięcia.

Na końcu wiercimy w blasze otwory i zaokrąglamy ostre krawędzie powstałe podczas obróbki.

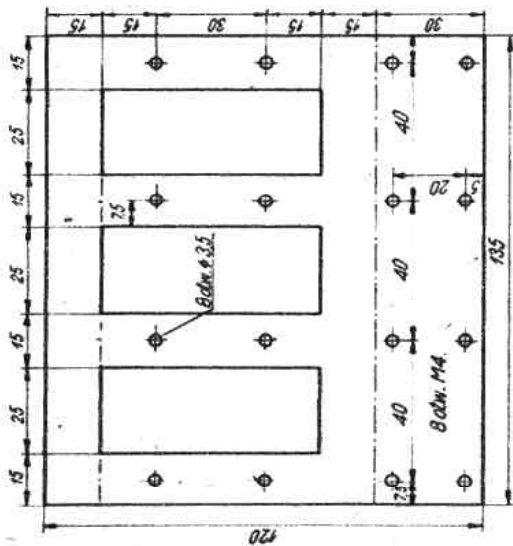
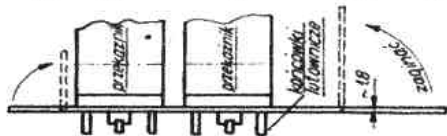
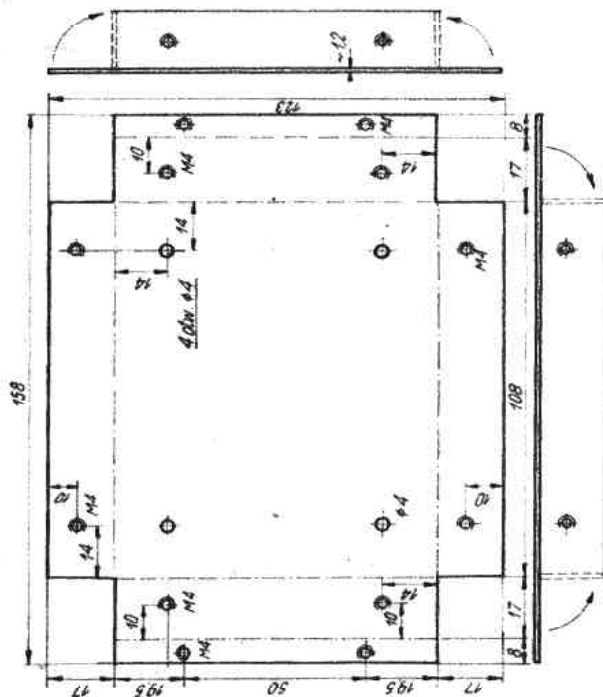
Do tak przygotowanej blachy mocujemy przełączniki, zaś konstrukcję wsporczą umieszczamy na podstawie preszpanowej lub bakelitowej grubości 3 mm (rys. 8). Dopiero teraz można przystąpić do wykonania elektrycznych połączeń przełączników. Połączenia należy wykonać bardzo starannie i uważnie. Aby uniknąć ewentualnych pomyłek, już wykonane połączenia warto zaznaczyć ołówkiem na schemacie ideowym. Wprowadzenia sprężyn przełączników trzeba przed lutowaniem porozginać, a później za pomocą wkrętaka powcisnąć między sprężyny kawałki igelitu lub tektury. W tego rodzaju układach długość połączeń nie odgrywa roli, można więc zmiany kierunku przewodu wykonywać tylko pod kątem prostym.

Wszystkie połączenia układu szyfrującego z układem zmiany szyfru, oraz doprowadzenia z tablicy sterującej, należy wykonać na listwie połączeniowej posiadającej około 25 punktów lutowniczych.

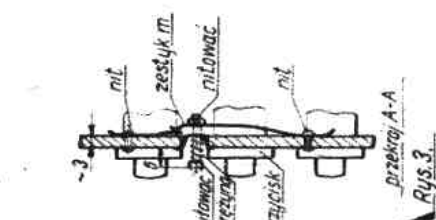
Budowę bloku zmiany szyfru należy rozpocząć od wykonania ścianki wierzchniej (rys. 7). Wzajemne położenie podstawki przełączników i bloku zmiany szyfru przedstawione zostało na rys. 9.

Po wycięciu kształtu, zagięciu i wywierceniu otworów ściankę wierzchnią należy odpowiednio wygładzić. Obróbkę blachy trzeba rozpocząć papierem ściernym oznaczonym nrem 2 (grube ziarno)

158

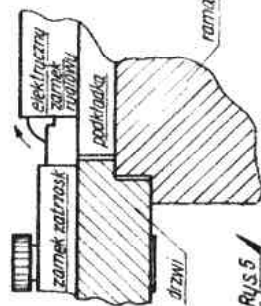


Rys. 2.

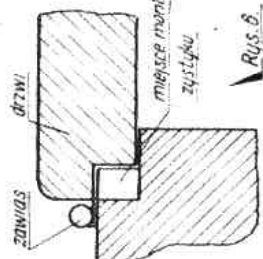


Rys. 5.

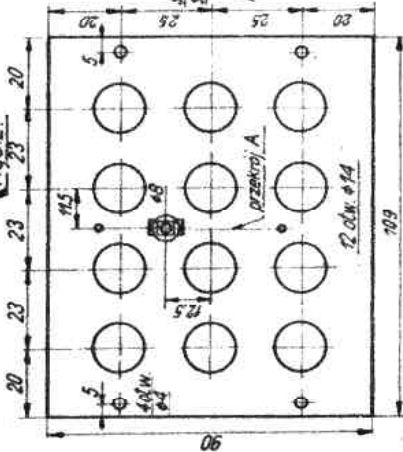
Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 3.

przechodząc następnie do coraz drobniejszego. W ten sposób można osiągnąć dużą gładkość powierzchni aluminiowych, uzyskując tym samym estetyczny wygląd urządzenia.

Połączenia elektryczne przełączników wykonamy przed zamocowaniem ich na ściance wierzchniej, gdyż końcówki lutownicze znajdują się od strony ścianki. Połączenia bloku zmiany szyfru z listwą lutowniczą wykonamy za pomocą giętych przewodów (linka) pozostawiając zapas około 20 cm tak, aby można było zdjąć ściankę wraz z przełącznikami, bez konieczności odlutowywania przewodów od listwy.

Połączenie mechaniczne przełączników ze ścianką wykonamy za pomocą śrub M3 z nakrętkami, wykorzystując tulejki dystansowe długości około 4—5 mm, wykonane np. z prętów preszpanowanych znajdujących się w sprzedaży.

Budowę tablicy sterującej rozpoczniemy od wycięcia z preszpanu lub bakelitu płytki o wymiarach 90 · 109 mm (rys. 3). Po wywierceniu w blasze aluminiowej otworów służących do zamocowania przycisków, sporządzimy z niej dolne i górne pudełka tablicy (rys. 4 i 10). Aby otwory w poszczególnych częściach tablicy sterującej wypadły dokładnie naprzeciw siebie, wiercenie ich należy przeprowadzić jednocześnie, przynajmniej w 2 elementach. W przypadku, gdy jeden otwór jest gwintowany, jednocześnie wiercenie wykonamy wiertłem cieńszym, następnie nagwintujemy odpowiedni otwór, a otwór nie gwintowany powiększymy do średnicy śruby.

Przy wierceniu otworów o większych średnicach w miękkich materiałach o niewielkiej grubości należy stosować dobrze naostrzone wiertła lub ich końce owijać cienką szmatką. Unikniemy w ten sposób powstawania trójkątnych otworów.

Oprócz przycisków sterujących na płycie tablicy należy zamocować zestyk „m” (rys. 3). Zabezpieczy on tablicę sterującą przed demontażem przez osobę niepożądaną. Po zdjęciu górnego

pudełka zestyk „m” zostany zwarty powodując włączenie alarmu.

Na zakończenie należy dokonać połączenia tablicy sterującej z zamkiem, a całe urządzenie przyłączyć do źródła zasilania. Napięcie zasilacza będzie zależęć od napięcia pracy przełączników. Dla napięć niższych od 24 V z powodzeniem można stosować szeregowo połączone baterie płaskie. Dla napięć wyższych od 24 V korzystne będzie wykonanie zasilacza przemieniającego prąd zmienny z sieci oświetleniowej na prąd stały o odpowiednio niższym napięciu. Prosty zasilacz transformatorowy do zasilania przełączników można zbudować bez zastosowania specjalnych filtrów wygładzających RC lub LC spotykanych w akustycznych układach lampowych lub tranzystorowych. W najprostszy przypadku prostownik jednopółkowy może składać się z transformatora, diody półprzewodnikowej oraz kondensatora elektrolitycznego (rys. 12). Zadaniem transformatora jest obniżenie napięcia zmiennego 220 V na napięcie potrzebne dla danego typu przełącznika. Dioda półprzewodnikowa D_1 zamienia prąd zmienny na prąd pulsujący, który zostaje wygładzony przez kondensator C_1 . Budowa prostowników dwupółkowych z symetrycznym uzwojeniem wtórnym lub z układem Graetza jest tu zupełnie zbyteczna.

Budowę zasilacza rozpoczniemy od obliczenia mocy, na jaką powinien być zaprojektowany transformator:

$$P_T = \frac{1}{T} (U_w \cdot I_w)$$

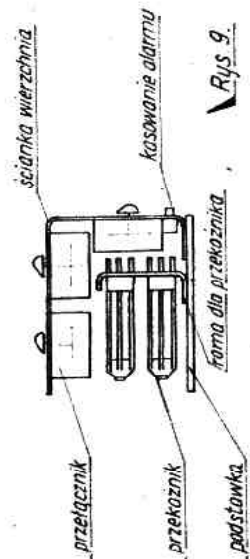
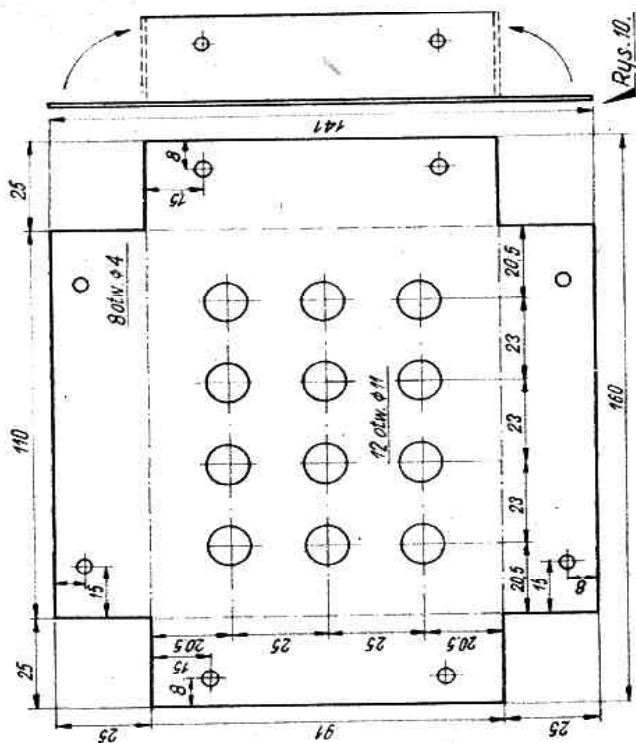
gdzie: $T = 0,7 - 0,85$ (sprawność transformatora)

$U_w =$ napięcie prądu wtórnego

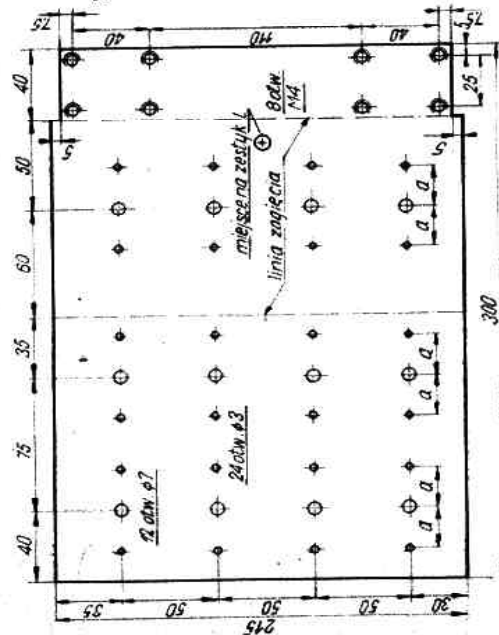
$I_w =$ natężenie prądu wtórnego

Prąd I_w wyznaczmy dzieląc napięcie U_w przez oporność R wszystkich przełączników połączonych równolegle. Następnie korzystając z przybliżonej zależności:

$Q_2 \cdot Q_0 = (1,6 - 2) P_T$ dobieramy odpowiedni rdzeń.

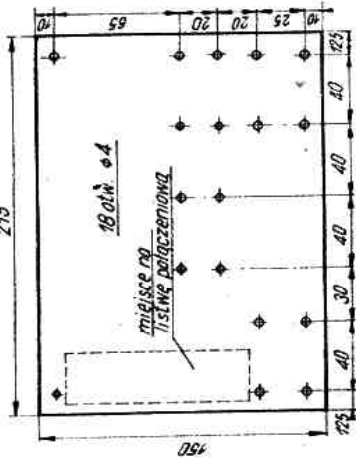


Rys. 9.



wymiar a dobrac do typu przełącznika

Rys. 7.



Rys. 8.

Wielkość $Q_z = 0,9a \cdot c$ przedstawia pole przekroju rdzenia natomiast $Q_0 = b \cdot h$ jest powierzchnią okna (rys. 13). Dobierając odpowiedni iloczyn $Q_z \cdot Q_0$ określamy wielkość rdzenia.

Ilość zwojów uzwojenia pierwotnego obliczymy ze wzoru:

$$Z_p = (48-50) \frac{U_p}{Q_z}$$

gdzie: U_p — napięcie pierwotne.

Ilość zwojów dowolnego z uzwojeń wtórnych wyznaczamy z zależności:

$$Z_w = (52-56) \frac{U_w}{Q_z}$$

Przyjmując gęstość prądu $I = 2A/mm^2$, najmniejszą dopuszczalną średnicę drutu nawojowego obliczymy ze wzoru:

$d_w = 0,8 I_w$ (uzwojenie wtórne)

$d_p = 0,8 I_p$ (uzwojenie pierwotne)

Prąd I_p uzwojenia pierwotnego obliczymy z zależności:

$$I_p = 1,1 \frac{P_T}{U_p}$$

Na zakończenie obliczeń należy jeszcze sprawdzić, czy w ten sposób zaprojektowane uzwojenia zmieszczą się w powierzchni okna rdzenia. W tym celu należy obliczyć ilość zwojów w jednej warstwie dzieląc wielkość „ h ”, pomniejszoną o grubość ścianki korpusu, przez średnicę drutu w emalii. Ilość warstw, obliczymy dzieląc ilość zwojów uzwojenia przez ilość zwojów w warstwie. Mając ilość warstw, przy uwzględnieniu grubości przekładek izolacyjnych między warstwami, oraz średnicę drutu możemy obliczyć wysokość uzwojenia. Obliczenia takie należy przeprowadzić dla wszystkich uzwojeń, a otrzymana sumaryczna wysokość uzwojeń powinna być mniejsza od wielkości „ b ”.

Czytelnicy, posiadający w swoich zapasach transformatory sieciowe od odbiorników radiowych, mogą je wykorzystać do zasilacza po niewielkiej przeróbce. Mogą to być transformatory o przekroju $Q_z = 9-10 \text{ cm}^2$. Po wy-

jęciu blach i odwinieciu dotychczasowych uzwojeń wtórnych nawiniemy nowe uzwojenia wtórne, do obliczenia których posłużymy się wzorem na przekładnię transformatora:

$$\frac{U}{U_w} = \frac{Z_p}{Z_w}$$

Ze względu na straty transformatora (sprawność) w ten sposób obliczona ilość zwojów Z_w daje napięcie nieco mniejsze od założonego. Dzięki zastosowaniu elektrolitu C_1 wartość skuteczna napięcia wyprostowanego, jest zawsze podniesiona i nierzadko może przekroczyć wartość założoną!

Najmniejszą średnicę drutu nawojowego można obliczyć z wcześniej podanego wzoru.

Montaż zasilacza rozpoczniemy od zamocowania transformatora na sztywnej płytce. Kondensator, diodę, wyłącznik oraz bezpiecznik można umieścić na ściance czołowej (rys. 14).

Przy doborze elementów zasilacza należy zwrócić uwagę, aby dopuszczalny prąd diody był o około 20% większy od prądu płynącego przez przekładniki, zaś napięcie przebicia kondensatora było przynajmniej o 120% wyższe od istniejącego. Kondensator powinien mieć pojemność przynajmniej 100 μF .

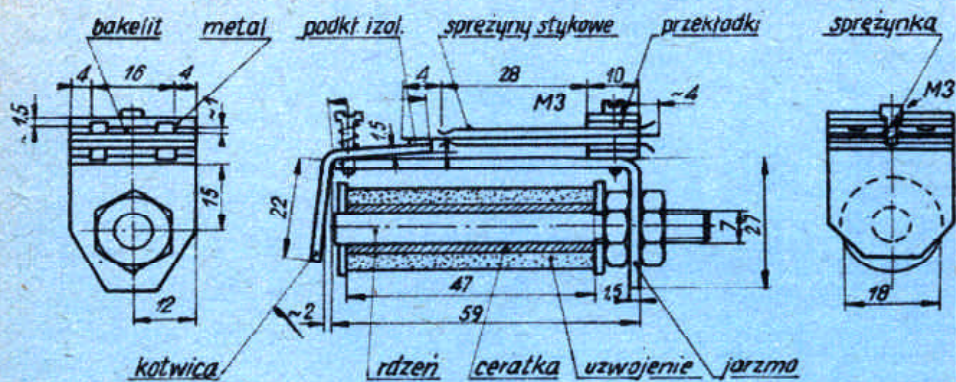
Prawdopodobieństwo otwarcia zamka przez osobę nie znającą szyfru można obliczyć z zależności:

$$p = \frac{(n-k)!}{n!}$$

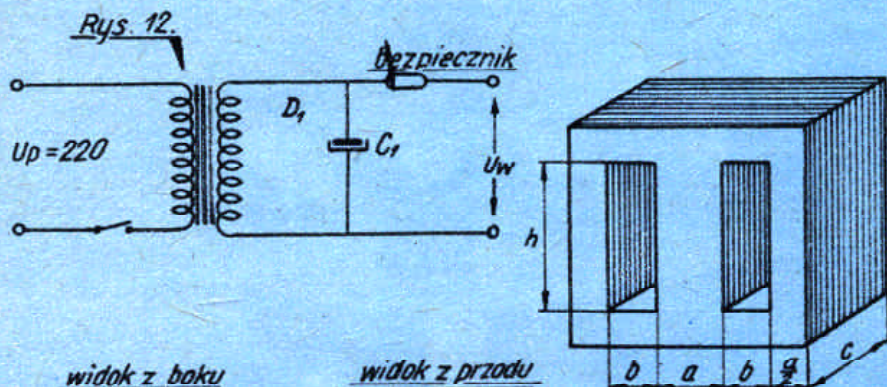
Dla wersji pokazowej na schemacie $n=12$, $k=6$ prawdopodobieństwo wynosi:

$$p = \frac{(12-6)!}{12!} = \frac{1}{665\,280}$$

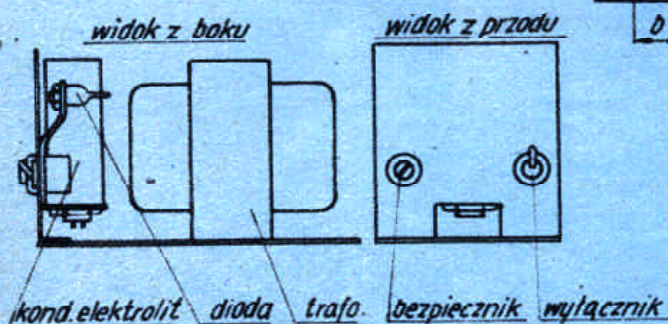
Czytelnicy, którzy napotkają trudności ze skompletowaniem przekładników, mogą zbudować zamek mniejszy, np. na 6 przekładnikach z 9 przyciskami sterującymi. Wówczas otwarcie zamka nastąpi po wybraniu $k = 4$ przy-



Rys. 11.



Rys. 13.



Rys. 14.

cisków we właściwej kolejności spośród $n=9$ przycisków sterujących. Prawdopodobieństwo otwarcia zamka wykonanego w tej wersji będzie wynosić:

$$p = \frac{(9-4)!}{9!} = \frac{1}{3024}$$

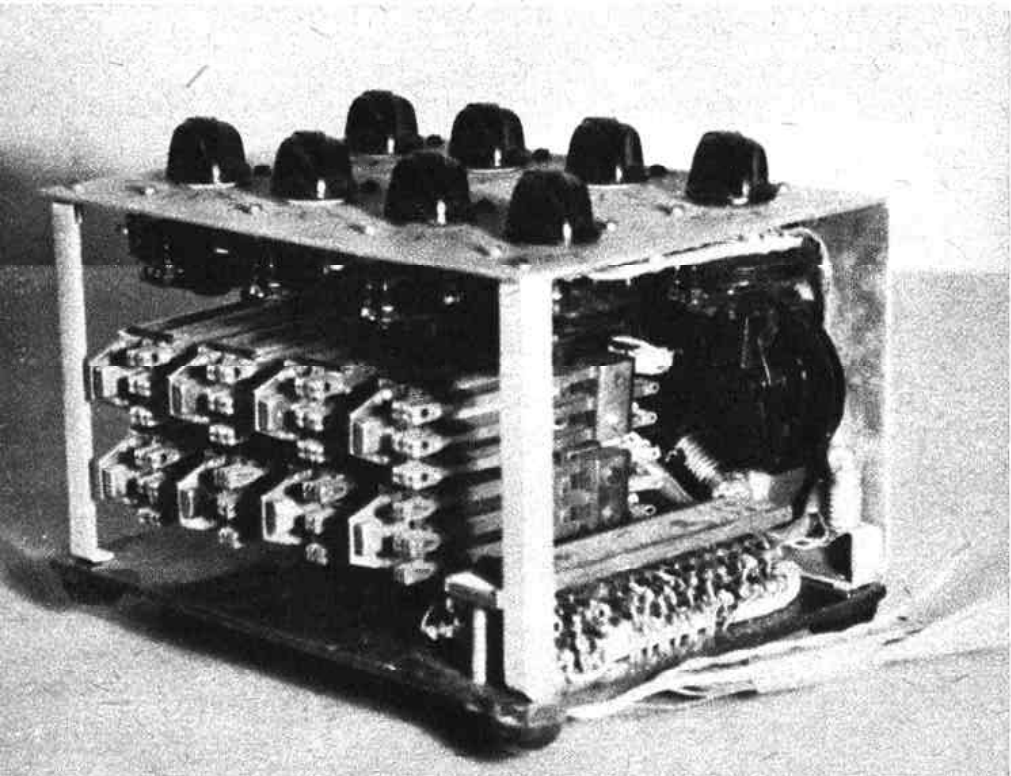
Widać więc, że prawdopodobieństwo otwarcia dla drugiej wersji znacznie się zmniejszyło. Powstaną również pewne zmiany w schemacie ideowym. Przede wszystkim nie będzie przełączników E i P, także zestyków e_1 i e_2 oraz f_1 . Zaś miejsce zestyku f_2 w obwodzie zamka ryglującego zajmie część zwierana zestyku d_2 . Natomiast w zmianie szyfru staną się żbyteczne poz. 5 i 6. Również zmniejszy się (o 3) liczba przycisków sterujących i przełączników. W związku

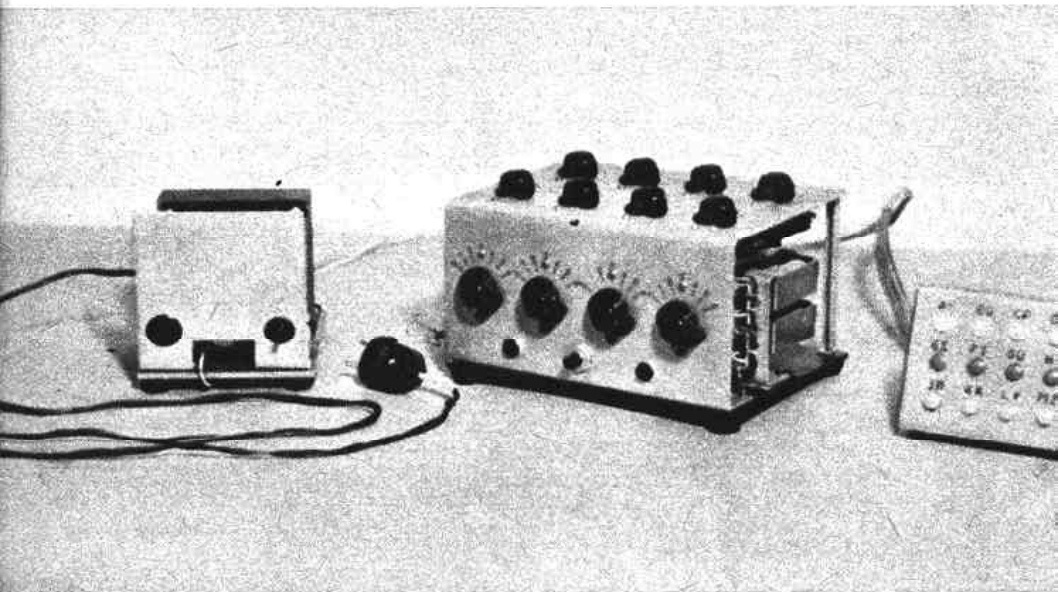
z tym stanie się możliwe przejście na szyfr liczbowy.

Bardziej zaawansowani majsterkowiec, nie mający możliwości nabycia przełączników fabrycznych, mogą wykonać prosty przełącznik dobrze pracujący w opisanym układzie. Przełącznik możliwy do zbudowania w warunkach amatorskich pokazano na rys. 11. Jarzmo, rdzeń i kotwicę należy wykonać ze stali miękkiej. Krążki ograniczające długość uzwojenia oraz przekładki między sprężynami można wykonać z preszpanu lub bakelitu grubości około 1 mm, sprężyny zaś wykonać rozcinając na połowę dłuższe wyprowadzenia baterii płaskich.

Budowę przełącznika rozpoczniemy od przygotowania pręta długości 70 mm

Wnętrze elektrycznego zamka szyfrowego





Elektryczny zamek szyfrowy wraz z tablicą przycisków sterujących i zasilaczem

o średnicy 7 mm. Rdzeń należy nawinąć z jednej strony na długości około 20 mm gwintownikiem M7, z drugiej zaś można pilnikiem lekko zmniejszyć średnicę rdzenia o około 1 mm. Następnie na rdzeniu mocujemy na wcisk krążki limitujące długość uzwojenia. Aby unieruchomić krążek znajdujący się od strony kotwicy, należy rdzeń lekko roznitować, a później wyrównać pilnikiem. Pomiedzy krążkami rdzeń należy owinać ceratką transformatorową lub w ostateczności papierem nasączonym parafiną. Na tak przygotowanej szpuli można nawinąć uzwojenie przekaznika złożone z około 4000 zwojów, drutu o średnicy 0,1 mm. W ten sposób powinniśmy otrzymać uzwojenie o oporności około 300 Ω . Następnie wg rys. 11 wykonamy jarzmo oraz kotwicę przekaznika. Połączenie mechaniczne jarzma i kotwicy należy wykonać za pomocą wkręta M3 oraz sprężynki. Nacisk sprężynki trzeba dobrać doświadczalnie po zmontowaniu przekaznika, przez

wkręcanie lub wykręcanie śruby. Bardzo ważne jest staranne wykonanie sprężyn stykowych przekaznika, gdyż od nich zależy poprawna praca układu. Styki nitowane na sprężynach fabrycznych można zastąpić odpowiednim wygięciem sprężyn (rys. 11). Napięcie zasilające przekaznik należy dobrać doświadczalnie, nie powinno ono jednak przekroczyć 20 V.

Wszystkie przekazniki, oprócz X i Y, powinny być wykonane dokładnie z tych samych materiałów i w ten sam sposób. W przeciwnym razie czasy zwalniania będą się zbyt dużo różniły i wówczas układ podczas samego otwierania drzwi (rozwierania zestyku k) może włączyć samoczynnie alarm.

W wypadku budowy zamka z przekaznikami innego typu, rysunki podane w opisie należy traktować jako orientacyjne, dostosowując wszystkie szczegóły i wymiary do nowych warunków.

Mgr inż. Andrzej Dyja