

## FOTOELEKTRYCZNY ZAMEK SZYFROWY

W poprzednim numerze „Młodego Technika” opisaaliśmy fotoelektryczny przekaźnik umożliwiający sterowanie różnorodnymi urządzeniami elektrycznymi przez wiązkę promieni świetlnych.

Korzystając z właściwości przekaźnika możemy zbudować prosty, ale niezawodny w działaniu, fotoelektryczny zamek szyfrowy. Zasada działania zamka przedstawiona została na rys. 1 i 2.

Na rys. 1 zamek jest zamknięty. Pomędzy oświetlaczem (O) i fotoopornikiem (F) umieszczony jest zespół krążków osadzonych na osi umożliwiającej ich obracanie. Krążki przewiercone są przelotowo tak, że otwory odpowiednio rozmieszczone w każdym krążku mogą znaleźć się w jednej osi (odległość otworów od osi krążków jest jednakowa) tworząc „kanał” dla wiązki światła.

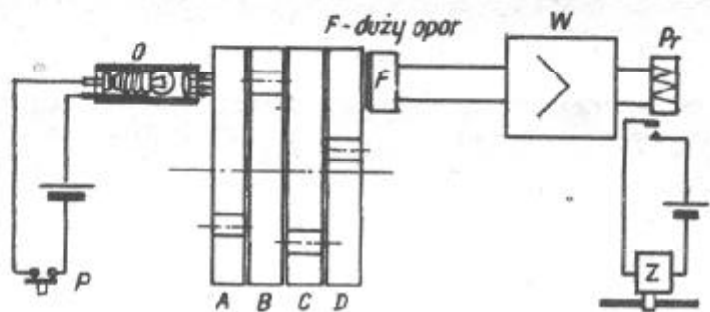
Wiązka światła nie dociera jednak do fotoopornika (F), gdyż krążki nie są ustawione zgodnie z szyfrem znajdującym się na obwodach krążków. W związku z tym oporność fotoopornika jest duża, co powoduje przepływanie tylko minimalnego prądu przez uzwojenie przekaźnika (Pr). Styki przekaźnika są rozwarne i zamek elektryczny (Z) znajduje się w spoczynku (rygiel jest wysunięty i blokuje odpowiedni system drzwi).

Aby dokonać otwarcia zamka elektrycznego, trzeba najpierw obrócić krążki (A, B, C, D) tak, aby otwory w poszczególnych krążkach znalazły się w jednej linii z oświetlaczem i fotoopornikiem, następnie zaś trzeba włączyć oświetlacz przyciskiem (P). Wówczas pod wpływem światła wysyłanego przez żarówkę nastąpi zmniejszenie oporności fotoopornika, wzmacniacz przepuści duży prąd przez uzwojenie przekaźnika, zwierając jego styki, co w konsekwencji załączy zamek elektryczny (rys. 2).

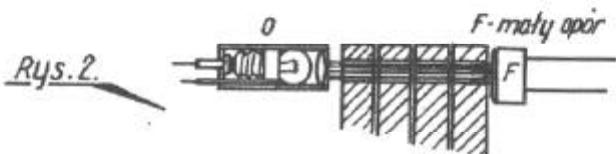
Aby uniemożliwić otwarcie zamka przez niepowołane osoby, wszystkie cztery krążki muszą być ustawione wg np. cyfrowego, szyfru. W urządzeniu prototypowym (patrz fot.) szyfr otwierający zamek tworzą cyfry 6192, które muszą być widoczne w okienku wyciętym w osłonie zamka. Łatwo więc zauważymy, że przy czterech krążkach możliwość przypadkowego otwarcia wynosi 1:9999, tzn. praktycznie 1:10 000. Dodanie piątego krążka zwiększa bezpieczeństwo dziesięciokrotnie (1:100 000) itd. A przecież nic nie stoi na przeszkodzie, by zamek wyposażony był nawet w 6–8 krążków szyfrujących.

Budowę zamka szyfrowego rozpoczniemy od sporządzenia krążków (rys. 3). W tym celu z twardego drewna, np. bukowego, wytoczymy na tokarni do drewna wałek o średnicy 58 mm. Następnie z wałka odetniemy przewidzianą w konstrukcji ilość krążków grubości 12 mm. Przedtem jednak przewiercimy w wałcu otwór na oś o średnicy 10 mm i otwór o średnicy 8 mm, który posłuży do przechodzenia wiązki światła z oświetlacza do fotoopornika. Wiercenie otworów przed odcięciem krążków zabezpiecza nas przed ewentualnymi odchyleniami w wypadku indywidualnej obróbki krążków.

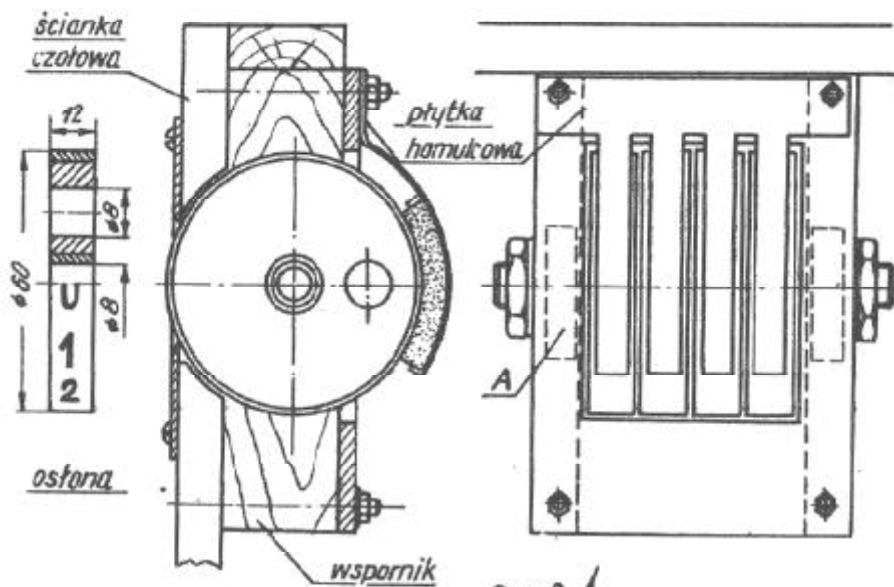
Wszystkim majsterkowiczom nie mającym dostępu do tokarni radzimy zakupić w sklepie z artykułami gospodarstwa domowego zwykły wałek do ciasta (12 zł), który ma odpowiednią dla naszych celów średnicę i wykonany jest z buczyny, a dodatkowo nie wymaga obróbki zewnętrznej powierzchni. Z takiego wałka po prostu odcinamy gotowe krążki bez konieczności toczenia. Właśnie tą metodą sporządzony został zespół krążków do zamka prototypowego. Na fot. widzimy kompletny zespół krążków



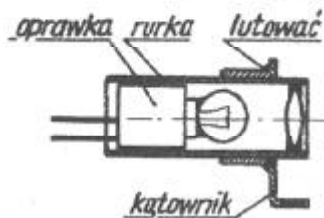
Rys. 1.



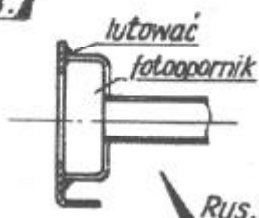
Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

zaopatrzone w oś i w pierścieniu z sztyrem cyfrowym.

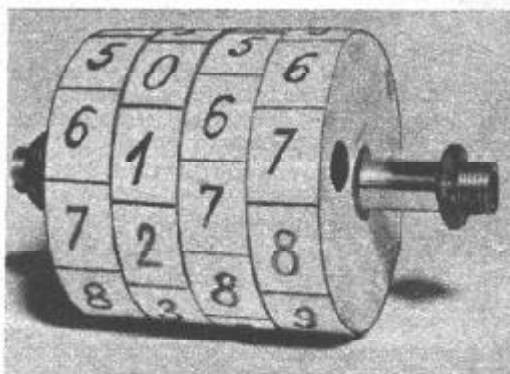
Oś zespołu krążków przechodzi przez otwory, w których znajdują się panewki sprowadzone z paska blachy mosiężnej zwiniętej tak, by grubość panewki wynosiła 1 mm. Ponieważ średnica osi wynosi 8 mm, do jej wykonania użyjemy gotowego łącznika od lamp elektrycznych (łączącego oprawkę żarówki w lampie wiszącej z kostką łączeniową pod sufitem). Łącznik taki można nabyć w sklepie z artykułami elektrotechnicznymi.

Pierścienie z sztyrem cyfrowym sklejmy z pasków białego kartonu. Po podzieleniu zewnętrznej powierzchni pierścieni na 10 części, na każdej z nich wpisujemy cyfrę (od 0 do 9) np. redi-sówką grubości 1 mm. W pierścieniu wkleimy krążki, zaś na koniec zewnętrznej powierzchni pierścieni oklejmy przezroczystym przyklepcem, aby zabezpieczyć je przed brudem i uszkodzeniem.

Zespół krążków szyfrowych zamocowany jest do kawałka sklejk grubości 10 mm w drewnianych wspornikach. Sklejka, do której przymocowane są wsporniki, tworzy przednią ściankę, np. drzwiczek kasetki, szafki czy innego chronionego pomieszczenia. W związku z tym w ściance tej musi być wycięte okienko, przez które będzie można obracać krążki i odczytywać szyfr. Okienko to jest przykryte cienką osłoną metalową grubości 1—2 mm, aby zabezpieczyć krawędzie okienka przed uszkodzeniem.

Po przeciwnej stronie wsporników zamocowany jest kawałek cienkiej sklejk grubości 2—3 mm, na której zmontowany jest układ elektroniczny, oświetlacz (w miejscu A) i fotoopornik (w miejscu B). Oprócz tego znajduje się tu płytka hamulcowa z gumowymi nakładkami ocierającymi się o powierzchnię krążków i zabezpieczającymi je przed zbyt luźnym obracaniem.

Okienko wytniemy pilą włósnicową. Wymiary okienka muszą być dopasowane do podanej średnicy krążków, jed-



Zespół krążków zamka fotoelektrycznego

nakże w wypadku zmiany krążków na większe lub mniejsze, wymiary okienka należy dopasować do nowych warunków.

Oświetlacz (rys. 4) składa się z tekturowej rurki zamocowanej w metalowym wsporniku. Wewnątrz rurki znajduje się soczewka dwuwypukła, za soczewką zaś umieszczona jest żarówka na napięcie 3,5 V, w oprawce oklejonej kartonem tak, by tworzyła wałek dający się wcisnąć do wnętrza rurki. Budowę oświetlacza rozpoczniemy od wykonania rurki, którą zwiniemy z papieru lub kartonu i sklejimy klejem kazeinowym. Średnica wewnętrzna rurki powinna wynosić około 10 mm, zaś grubość jej ścianki 2 mm. Teraz w przednią część rurki delikatnie wkleimy soczewkę o średnicy 10 mm. Soczewkę taką można uzyskać np. z małej lupki nabytej w sklepie ze sprzętem fotograficznym. Natomiast w wypadku trudności z nabyciem soczewki można ją po prostu pominąć, a siłę światła oświetlacza powiększyć przez zastosowanie w nim żarówki na 2,5 V zasilanej napięciem wyższym niż znamionowe (np. 4 V). Żarówka taka szybciej się przepali, jednakże ze względu na jej krótkotrwałą pracę, takie rozwiązanie jest zupełnie możliwe.

Aby żarówkę można było stabilnie i centrycznie zamocować we wnętrzu

rurki oświetlacza, a jednocześnie, aby można było zbliżyć ją lub oddalać od soczewki, należy jej oprawkę okleić paskiem papieru na taką grubość, by wsunięta do wnętrza rurki ciasno dała się wzdłuż niej przesunąć. Na zewnątrz oklejonej oprawki powinny wystawać dwie końcówki lutownicze do połączenia żarówki ze źródłem prądu.

Wspornik oświetlacza wykonamy z blachy stalowej lub miedzianej czy mosiężnej grubości 0,5 mm. We wsporniku wywiercimy dwa otwory o średnicy 3 mm do zamocowania go wkrętami do drewna oraz otwór o średnicy 12 mm, w który wluwujemy pierścień z blachy służący za obsadę rurki oświetlacza.

Fotoopornik zamocujemy po przeciwnej stronie zespołu krążków za pomocą wspornika z przylutowanymi pierścieniami (rys. 5). Średnica otworu w czołowej płaszczyźnie wspornika powinna być mniejsza o 2 mm od średnicy fotoopornika, pierścieni mocujących zaś powinny mieć 2—4 języczki zagięte po włożeniu fotoopornika do jego wnętrza. Wspornik fotoopornika zamocujemy dwoma wkrętami do drewna, o średnicy 3 mm i długości 10 mm.

Pod zespołem szyfrującym i układem elektronicznym trzeba umieścić zespół baterii zasilających, wkładanych do specjalnego pojemnika zamocowanego w wolnym miejscu pod ścianką czołową. Do zasilacza zamka najlepiej jest użyć baterii złożonej z ogniów typu R20 lub R14, które mają większą pojemność niż baterie płaskie. Rozwiązania konstrukcji pojemnika nie podajemy, gdyż nie ma on wpływu na działanie urządzenia, a jego wykonanie nie powinno stwarzać trudności.

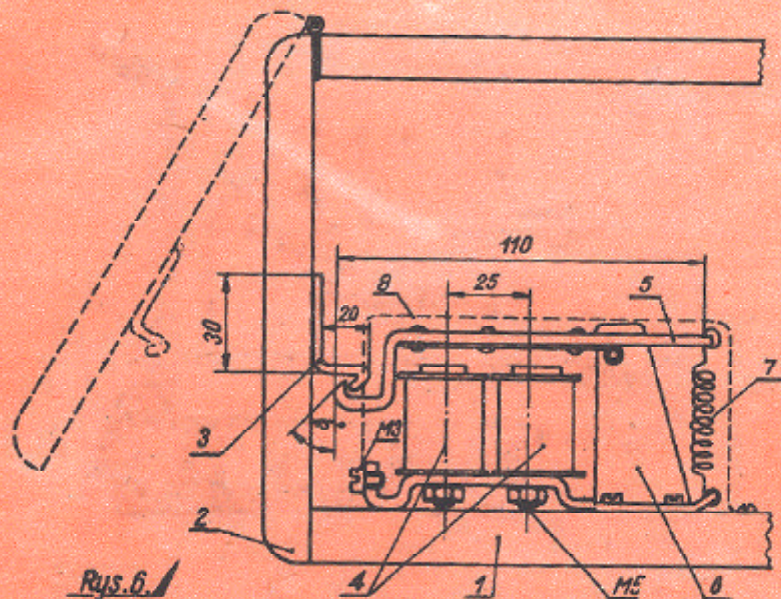
Zajmiemy się natomiast omówieniem sposobu wykonania najprostszego zamka ryglującego z napędem elektrycznym (rys. 6). Zamek zamocowany jest na wewnętrznej stronie przedniej ścianki, np. drewnianej kasetki (1), z otwieranym wiekiem (2) obracającym się na zawiasach. Do wieka przykręcony wkrętami

do drewna jest blaszany hak (3), zabezpieczający się z odpowiednim elementem zamka ryglującego. Napęd zamka odbywa się za pomocą dwóch elektromagnesów (4) przyciągających kotwicę (5). Kotwica po stronie haka (3) jest odpowiednio wygięta tak, by przyciśnięcie wieka kasetki spowodowało zatrzaśnięcie rygli. Natomiast po drugiej stronie kotwica zamocowana jest obrotowo w metalowym wsporniku (6). Ruch powrotny kotwicy odbywa się dzięki sprężynie spiralnej (7) łączącej kotwicę z odpowiednio ukształtowanym występem wspornika (6). Zamek ryglujący osłonięty jest pokrywą (8), która chroni go przed kurzem i mechanicznymi uszkodzeniami.

Budowę zamka ryglującego rozpoczniemy od wykonania elektromagnesów. Elektromagnesy zamocowane są do stalowego płaskownika grubości 2—3 mm i szerokości 28 mm za pomocą nakrętek wkręcanych na nagwintowane końce rdzeni przechodzących przez otwory wywiercone w płaskowniku. W części płaskownika przylegającej do ścianki czołowej wywiercone są cztery otwory o średnicy 4 mm, służące do zamocowania zespołu elektromagnesów za pomocą wkrętów do drewna. Dodatkowo w zagiętym końcu płaskownika wywiercony jest i nagwintowany otwór (M3) do zamocowania osłony zamka. Rdzenie elektromagnesów wykonamy z miękkiej stali, np. z pręta o średnicy 10 mm. Jeżeli okaże się, że pręt wykonany jest z twardej stali, a dodatkowo został on zahartowany, to przed przystąpieniem do sporządzenia z niego rdzeni należy pręt silnie nagrzać (do czerwoności), a następnie powoli ostudzić. Po tym zabiegu stal będzie nadawała się do naszych celów.

Uzwojenie elektromagnesów nawiniemy na szpulkach sklejonych z materiału izolacyjnego, w ostateczności ze sztywnego kartonu. Bardzo istotny dla poprawnego działania elektromagnesów jest sposób nawijania drutu. Należy pa-





Rys. 6.

niętać, że jeżeli na jeden elektromagnes nawijamy drut zgodnie z ruchem wskazówek zegara, to na drugi elektromagnes musimy nawijać drut w kierunku przeciwnym. Natomiast połączenia obydwóch elektromagnesów dokonujemy łącząc koniec uzwojenia pierwszego elektromagnesu z początkiem drugiego, a do źródła prądu łączymy początek pierwszego uzwojenia i koniec drugiego.

Uzwojenia elektromagnesów nawiniemy drutem miedzianym izolowanym emalią DNE  $\varnothing 0,3$  mm. Obydwa uzwojenia mają jednakową ilość zwojów (po 500 zwojów) nawiniętych warstwami, bez przekładek izolacyjnych.

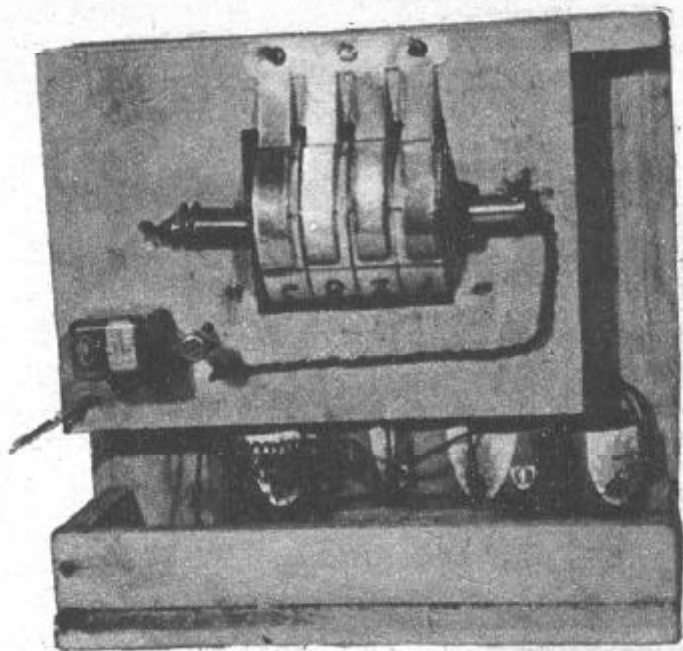
Jeżeli dysponujemy starym, niepotrzebnym dzwonkiem elektrycznym czy brzęczykiem, to możemy wykorzystać z niego elektromagnesy, co oczywiście znacznie uprości budowę zamka. Jednakże w tym wypadku trzeba będzie nieco zmodyfikować konstrukcję, aby przystosować ją do innego zamocowania elektromagnesów.

Kotwicę ryglującą wytniemy ze stalowego płaskownika grubości 2 mm i szerokości 20 mm. Po przewierceniu w płaskowniku trzech otworów o średnicy 3 mm do połączenia kotwicy z nakładką łożyskową i jednego otworu o średnicy 2 mm do zamocowania sprężyny powrotnej, płaskownik zamocujemy w szczękach imadła i nadamy mu odpowiedni kształt lekkimi uderzeniami młotka.

Kotwica połączona jest obrotowo ze wspornikiem za pomocą stalowego kołka o średnicy 4 mm przechodzącego przez tulejkę zwiniętą ze stalowej blachy grubości 1 mm, stanowiącej nakładkę przynitowaną do kotwicy trzema nitami o średnicy 3 mm.

Rygiel zamka, mocowany do odchylanego wieka, wykonany z blachy stalowej grubości 3 mm i szerokości 15—18 mm. Do zamocowania rygla służą dwa otwory o średnicy 4 mm, przez które przechodzą wkręty do drewna.

Po wycięciu odpowiedniego kawałka blachy, przewiercimy w niej otwory,



Część szyfrująca fotoelektrycznego zamka szyfrowego

a następnie wygnieśmy go w imadle, zwracając uwagę na zachowanie kąta  $45^\circ$  pomiędzy częścią rygła współpracującą z kotwicą a powierzchnią płaskownika prostopadłego do płaszczyzny wieka.

Wspornik kotwicy można wyciąć z kawałka blachy i odpowiednio wygiąć go tak, by odległość pomiędzy jego ramionami była większa niż szerokość kotwicy o około 0,5—1 mm.

Montaż zamka jest prosty, lecz wymaga staranności, szczególnie podczas dobierania odległości pomiędzy rygłem i kotwicą. Na zakończenie cały zamek osłonimy pokrywą zamocowaną do płaskownika mocującego elektromagnes. Pokrywę można zlutować np. z kawałka blachy uzyskanej z puszki po konserwach.

Do zasilania zamka użyjemy czterech ogniw typu R20 połączonych szeregowo, co daje napięcie 6 V. Napięcie za-

silania można zwiększyć nawet do 9 V stosując dwie baterie płaskie połączone szeregowo ( $2 \times 3R12$ ) lub 6 ogniw typu R20. Sposób połączenia zamka ryglującego ze źródłem zasilania oraz z częścią szyfrową zamka fotoelektrycznego przedstawiają rys. 1 i 2.

Na zakończenie warto dodać, że w konstrukcji krążków szyfrowych można przewidzieć sposób zmiany szyfru. W tym celu pierścienie z kartonu opasujące krążki muszą mieć możliwość obracania się tak, by otwory stanowiące kanał dla wiązki światła mogły zmieniać położenie w stosunku do cyfr czy liter na pierścieniach.

Inny sposób zmiany szyfru może polegać np. na wywierceniu w każdym z krążków większej ilości otworów, z których jeden będzie otworem czynnym, wszystkie pozostałe zaś zatkać np. małymi korkami.

Jerzy Pietrzyk