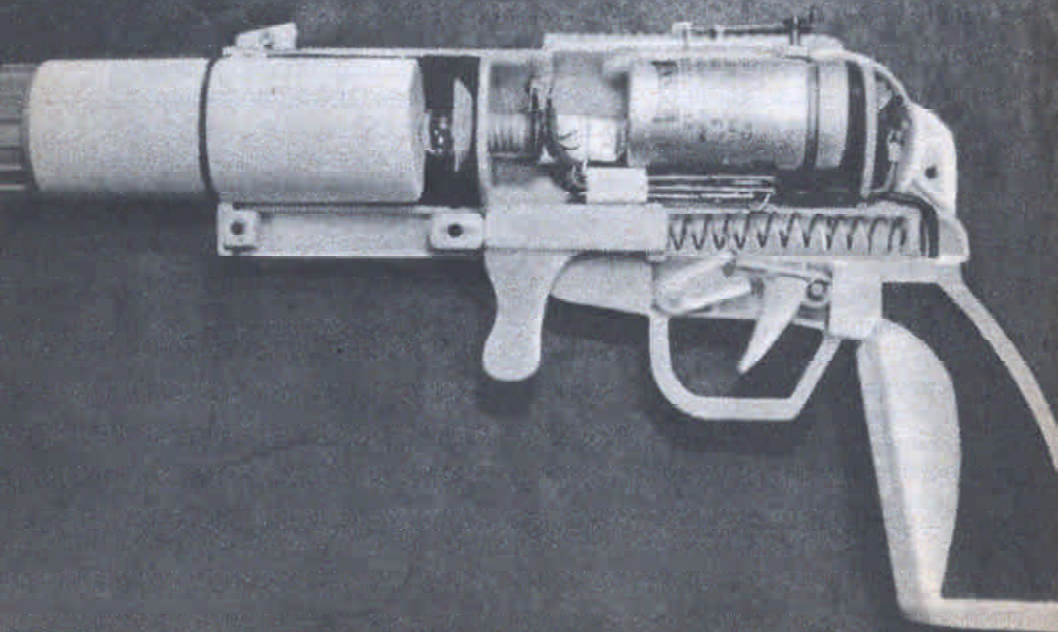


Wygląd zewnętrzny pistoletu do strzelnicy elektronicznej oraz wnętrze tego samego pistoletu po zdjęciu połowy jego osłony



NA WARSZTACIE



Pod redakcją Jerzego Pietrzyka

ELEKTRONOWA STRZELNICA (mgr Jacek Sawicki) — RAKIETY ŚNIEŻNE (Michał Paryżski) — PÓLECZKA DO ŁAZIENKI (Jerzy Pietrzyk) — PODSTAWKI POD CHOINKI — ELEMENTY RADIOELEKTRONIKI (mgr inż. Witold Kozak)

ELEKTRONOWA STRZELNICA

Strzelanie do celu było i pozostaje nadal jedną z ulubionych zabaw dzieci i młodzieży. Jest to także jedna z dziedzin sportu, w której chętnie uczestniczą również starsi.

Dotychczas strzelanie do celu, niezależnie od rodzaju urządzenia, jakim je realizowano, polegało na wyrzucaniu w kierunku tarczy jakiegoś ciała materialnego, np. strzały z łuku, pocisku z broni palnej itd. Ten rodzaj zabawy czy treningu sportowego zawsze stwarzał niebezpieczeństwo przypadkowego zranienia uczestniczących osób i wymagał odpowiednich pomieszczeń czy terenów.

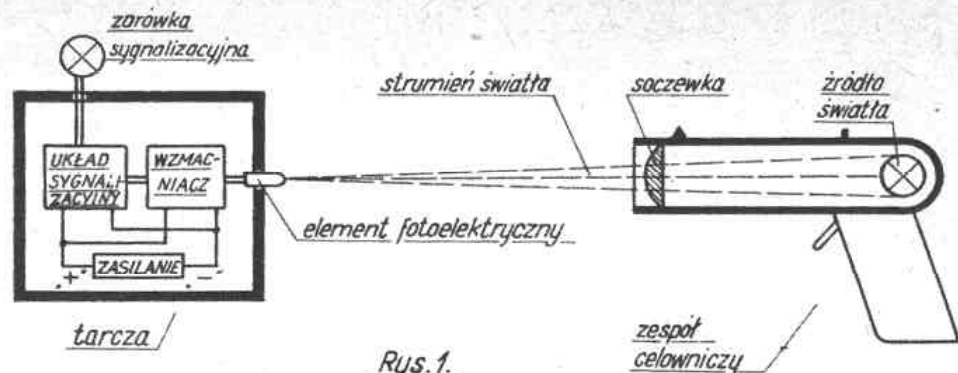
W odróżnieniu od tego rodzaju znanych urządzeń, można wykorzystać jako czynnik sprawdzający celność strzałów wąski strumień światła, wysyłany z zespołu celowniczego w kierunku tarczy. Zespół celowniczy może być zbudowany w dowolnym kształcie (np. jako pistolet, karabin itd.). Tarcza natomiast powinna być wyposażona w jeden lub kilka czujników fotoelektrycznych, przetwarzających światło na impuls elektryczny, który, odpowiednio wzmocniony, uruchomi

urządzenie sygnalizacyjne dźwiękowe lub wizualne.

Jak widać, strzelnica elektronowa jest urządzeniem pozwalającym na zabawę i rozwijanie umiejętności strzeleckich w sposób absolutnie bezpieczny, nie wymagający specjalnych pomieszczeń. Zastępuje ona kosztowny sprzęt i oszczędza drogą amunicję.

Zasada działania „strzelnicy elektronowej” została przedstawiona na rys. 1. W skład strzelnicy wchodzi następujące zespoły: zespół celowniczy — wytwarzający wiązkę światła, i tarcza przetwarzająca impuls świetlny na sygnał akustyczny lub optyczny.

Zespół celowniczy musi być wyposażony w źródło światła i skupiający układ optyczny oraz urządzenie powodujące powstanie krótkiego błysku imitującego pojedynczy „strzał”. Może to być zrealizowane na drodze elektrycznej lub mechanicznej. W wypadku najprostszym spust może spełniać rolę wyłącznika źródła światła i wtedy czas trwania błysku zależny byłby od czasu przyciskania spustu. Takie rozwiązanie ze sportowego



Rys. 1.

punktu widzenia byłoby niewłaściwe, gdyż umożliwia ono naprowadzanie wiązki światła na cel w sposób ciągły.

W opisywanym urządzeniu został wybrany najprostszy system wytwarzania błysku za pomocą rozładowywania kondensatora poprzez zwykłą żaróweczkę od latarki kieszonkowej (rys. 2).

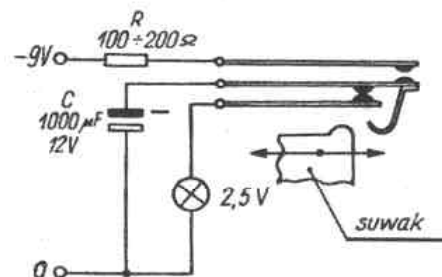
Źródłem światła dla elektronicznej strzelnicy jest żaróweczka na napięcie 2,5 V. Najlepsze są żaróweczki z włóknem wykonanym z cienkiego drutu, aby po włączeniu prądu natychmiast rozżarzały się dając krótki błysk światła (włókno o małej bezwładności cieplnej). Długość spirali powinna być jak najmniejsza, w celu uzyskania prawie punktowego źródła światła.

Do zasilania może służyć bateria sucha lub bardzo prosty prostownik. Ze względów praktycznych najlepsze są

miniaturowe bateryjki od odbiorników tranzystorowych. Jednak należy pamiętać, że do żaróweczki powinien dochodzić krótkotrwały impuls elektryczny, aby błysk światła był jak najkrótszy. Nieodczonną porcję energii elektrycznej możemy zgromadzić w kondensatorze. Przed oddaniem „strzału” kondensator ładuje się przez odpowiednio umieszczone styki do napięcia baterii zasilającej (rys. 2).

Po naciśnięciu spustu, związane z nim styki elektryczne przyłączą naładowany kondensator do żaróweczki, przez którą zostaje on rozładowany.

Jak widać z rys. 2, kondensator (C) o dużej pojemności podłączony jest przez styki normalnie zamknięte do źródła zasilania. Czyli kondensator stale jest naładowany. Jako źródło zasilania można wykorzystać miniaturową baterię o napięciu 9 V. Jedną okładką kondensatora jest bezpośrednio połączona z jedną końcówką spiralki żarówki. Po naciśnięciu spustu, tzn. przy „wystrzale” styk kontaktowy łączy drugą okładkę kondensatora z drugą końcówką żaróweczki. Prąd rozładowania kondensatora przepływając przez włókno żaróweczki rozgrzewa je, dając krótkotrwały błysk światła. Ładowanie kondensatora do napięcia (9 V) przewyższającego napięcie nominalne żaróweczki (2,5 V) nie jest błędem, ponieważ energia elektryczna dostarczana podczas błysku



Rys. 2

do żaróweczki jest za mała, aby spowodować jej przepalenie.

Pojemność kondensatora może zawierać się w granicach od 400 do 1000 μF . Pojemność ta zależy od typu żarówki i odległości „strzału”. Im większa pojemność, tym napięcie nominalne żarówki powinno być większe. Ze względu na potrzebną dużą pojemność, należy stosować kondensatory elektrolityczne miniaturowe.

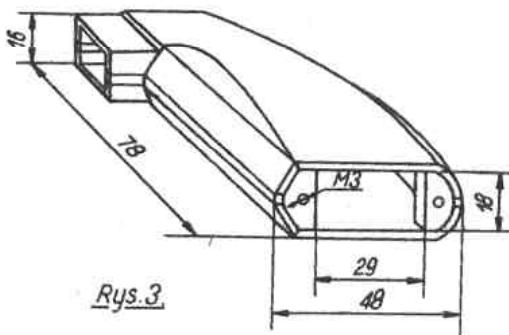
Opornik (R) włączony w szereg z kondensatorem zapobiega szybkiemu wyczerpaniu się baterii, ponieważ w pierwszym momencie ładowania bateria byłaby praktycznie zwarta (bardzo duży początkowy prąd ładowania). Impuls światła z żaróweczki powinien padać na światłoczuły cel. Inaczej mówiąc strumień świetlny musi skupić się punktowo w celu. Aby to uzyskać, należy zastosować soczewkę skupiającą.

Urządzenie skupiające wymaga bardzo precyzyjnego wykonania, ponieważ promień światła na tarczy nie powinien dawać znaku o średnicy większej niż 20 mm. Można to osiągnąć za pomocą systemu odbijającego (reflektora od latarki elektrycznej) i dwuwypukłej soczewki o ogniskowej równej odległości soczewki od żaróweczki. Ogniskowa soczewki powinna mieć długość od 6 do 12 cm. Najlepiej nadaje się do tego celu lupa zegarmistrzowska typu LU4 \ Z (cena 12,6 zł).

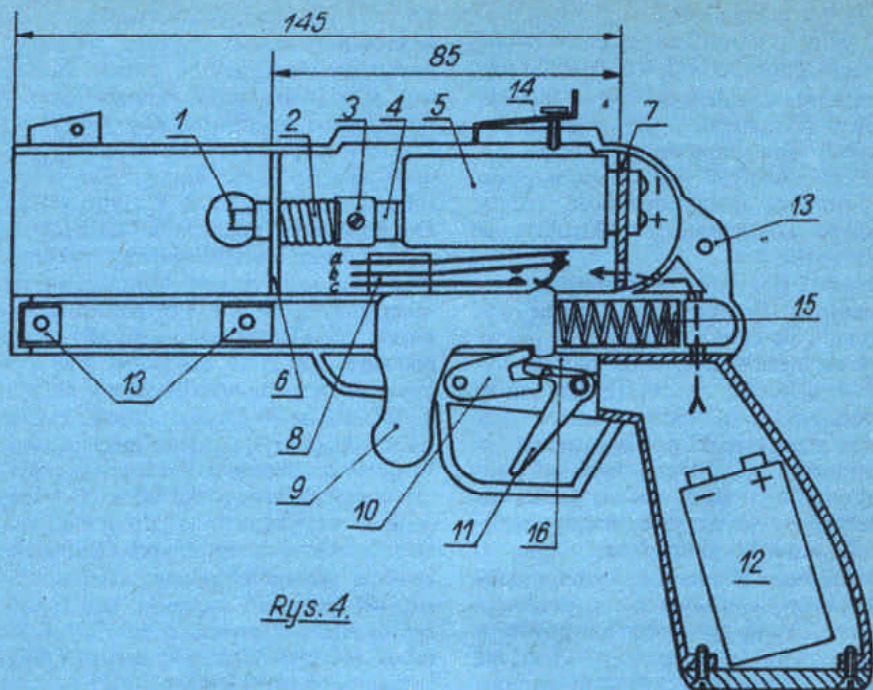
Zespół celowniczy może być wykonany w dowolnej formie. W urządzeniu modelowym została wykonana w tym celu specjalna obudowa, a większość elementów konstrukcyjnych urządzenia celowniczego adaptowano z pistoletu polistyrenowego na piłeczki pingpongowe (cena ok. 30 zł).

Pracę należy rozpocząć od przepiłowania całego pistoletu na dwie połowy (nie przepiłować mechanizmu spustowego). Następnie odcinamy rękojeść z obu oddzielnych połówek i przygotowujemy je wg rys. 3. Między połówki rękojeści klejamy odpowiednio wyciętą

ramkę polistyrenową, grubości ok. 2,5 mm tak, by uzyskać wewnątrz rękojeści pojemnik na baterię. Następnie poszerzamy rękojeść w części środkowej, a jej dolną część zaopatrujemy w przykręcaną na dwa wkręty pokrywkę. Jeśli zostaną zachowane wymiary podane na rys., to we wnętrzu swobodnie zmieści się baterijka 9 V (typu 6F22). Do połączenia przewodów zasilających z kontaktami baterii można wykorzystać taką samą płytkę kontaktową od innej zużytej baterii. Przygotowaną rękojeść przyklejamy do pozostałej części pistoletu, ale tylko do jednej jego połówki, w sposób przedstawiony na rys. 4 i fot. na str. 76. Druga połówka będzie stanowiła pokrywę całego mechanizmu. W połowie złączonej z rękojeścią musimy umieścić żaróweczkę 2,5 V (1) wkręconą w oprawkę używaną do oświetlania skali odbiorników radiowych (2). Należy zwrócić szczególną uwagę na współosiowość żarówki i soczewki, tzn. środek spirali żarówki powinien znajdować się na osi soczewki. Oprawkę żarówki przykręcamy do przyklejonej kostki polistyrenowej (3) z wtopioną nakrętką M3. Tym samym wkrętem przykręcamy kątownik metalowy lub polistyrenowy (4), który przytrzymuje kondensator elektrolityczny (5), tzn. dociska go do wklejonego polistyrenowego krążka (7). Krążek (6), przez który przechodzi oprawka żarówki, stanowi reflektor i należy go pomalować „srebrem”. Pod kon-



Rys. 3



Rys. 4.

densatorem znajdują się styki, które można uzyskać z uszkodzonego przełącznika hebelkowego lub dowolnego przekaźnika elektromagnetycznego. Poszczególne styki wklejone są pomiędzy płytki polistyrenowe, natomiast kostka (8) utworzona z tych płytek przyklejona jest do obudowy. Do zwierania styków służy suwak (9), który wykonamy wg rys. 5 z kawałków polistyrenu. Kotwiczka (10) i spust (11) pozostaną niezmiennione. Na rys. 4, dla zachowania przejrzystości, nie zostały pokazane połączenia elektryczne, jedynie linia przerywana wskazuje drogę, którą należy poprowadzić przewody zasilające od baterii (12).

Lupa zegarmistrzowska wklejona jest w tulejkę polistyrenową, np. po lekarstwach, lub wykonaną z papieru prze-

syconego klejem polistyrenowym (rys. 6). Tubus z soczewką powinien mieć możliwość przesuwania się w lufie pistoletu niezbyt luźno, tak, żeby nie zmienił swojego położenia w momencie „strzału”. Przesuwanie tubusa pozwala na ogniskowanie strumienia świetlnego na powierzchni tarczy.

Ponieważ nie można przeprowadzić ogniskowania kontrolnego podczas normalnego „strzału” ze względu na krótkotrwały błysk, zrobimy to przy ciągłym świeceniu żarówki. W tym celu do żarówki podłączymy prowizorycznie baterię o napięciu 1,5—3 V, złożymy obie połówki pistoletu i przesuwając tubus w lufie postaramy się uzyskać obraz żarnika żarówki na powierzchni tarczy dla danej odległości. Każda zmiana odległości między tarczą a pistoletem

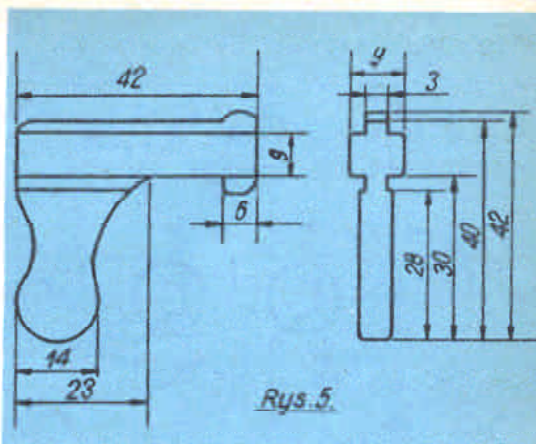
pociąga za sobą regulację położenia tubusa. W związku z tym dobrze jest wykonać znaczki na powierzchni tubusa z oznaczeniem odległości.

Kostki polistyrenowe z nakrętkami (13), przyklejone w miejscach pokazanych na rys. 4, służą do połączenia obu połówek pistoletu. Dla naszych celów oryginalną sprężynę (15) należy skrócić mniej więcej o połowę.

Na lufie przyklejamy muszkę celowniczą wykonaną z kawałka płytki polistyrenowej, a z paska sprężystej blachki (np. z końcówki baterii 4,5 V) — szczerbinkę. Wysokość szczerbinki regulujemy wkrętem (14).

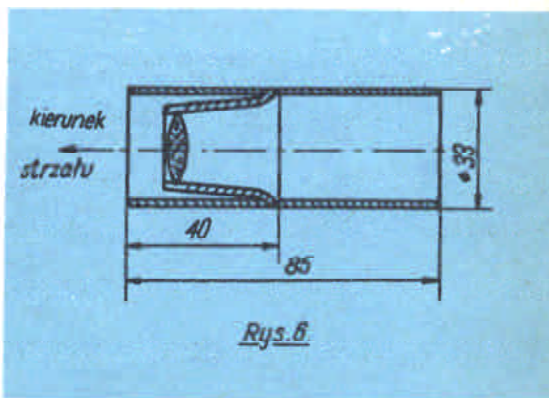
Na rys. 4 pokazane jest wzajemne położenie elementów w fazie przygotowania do „strzału”. Suwak (9) po naciśnięciu zaskakuje za kotwiczkę (10), która odchylana jest przez spust (11) pod wpływem sprężyny (16). Sprężyna (15) zostaje ściśnięta. Styk (b) zwarty jest ze stykiem (a), a kondensator zostaje naładowany. Po naciśnięciu spustu (11) kotwiczka (10) zwalnia suwak (9), który pod działaniem sprężyny (15) przesuwa się aż do kostki (13). W tym czasie styk (b) łączy się ze stykiem (c) powodując błysk żarówki.

W skład tarczy wchodzi element światłoczuły, dwustopniowy wzmacniacz i urządzenie wykonawczo-sygnalizacyjne (multiwibrator monostabilny z przełącznikiem elektromagnetycznym jako obciążenie). Schemat układu elektronicznego tarczy przedstawiony został na rys. 7. W chwili naciśnięcia spustu następuje krótkotrwale oświetlenie fotodiody, przy założeniu, że „strzał” był celny, co powoduje, że napięcie polaryzujące bazę pierwszego tranzystora (T_1) zostaje zachwiane (nieco powiększy się). Baza drugiego tranzystora (T_2) otrzyma impuls dodatni, który po wzmocnieniu i odwróceniu zostaje pobrany z oporności obciążenia (R_4) i przez kondensator (C_2) zmniejszy napięcie

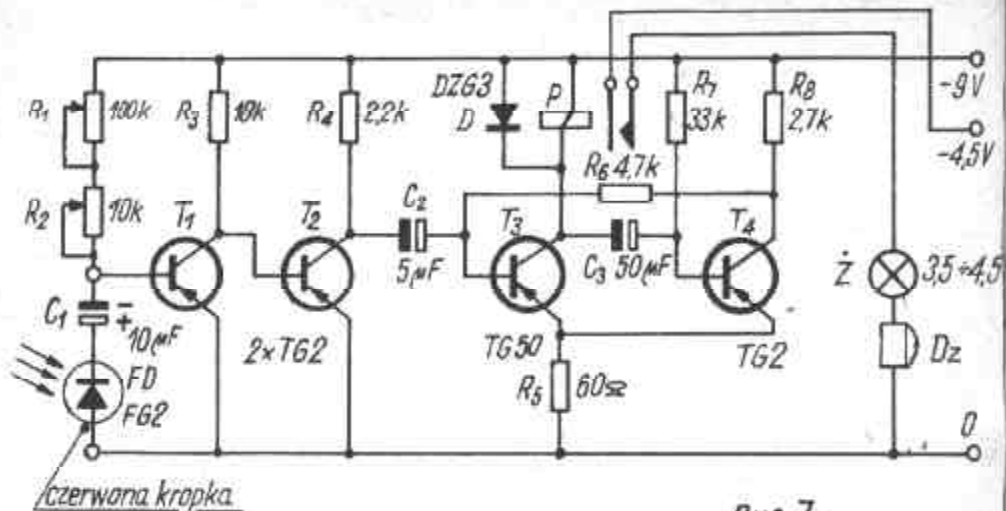


Rys. 5.

zatykające polaryzacji na bazie tranzystora (T_2). To powoduje wyzwolenie multiwibratora monostabilnego. Tranzystor (T_3) zaczyna przewodzić, a (T_4) jest zatkany. Przełącznik elektromagnetyczny (P) sterowany prądem kolektora tranzystora (T_3) może wtedy zadziałać i włącza sygnalizację (dzwonek i lampkę sygnalizacyjną). Styki przełącznika (P) pozostają zamknięte na przeciąg czasu określonego szybkością rozładowania się kondensatora C_3 . Czas ten dla wartości elementów podanych na schemacie wynosi ok. 2 s. Podczas wyłączenia przełącznika, prąd płynący przez jego uzwojenie gwałtownie maleje po-

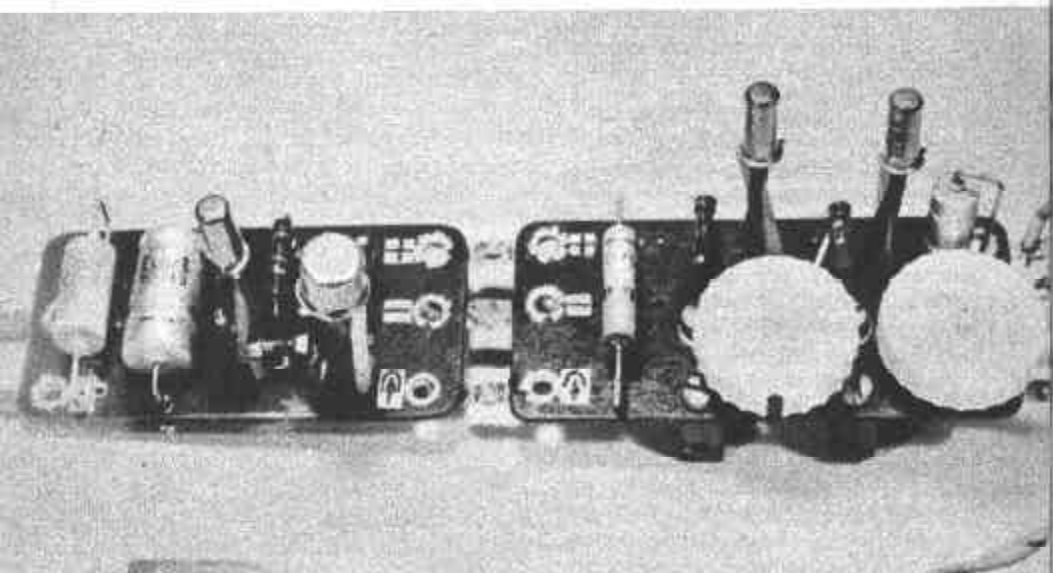


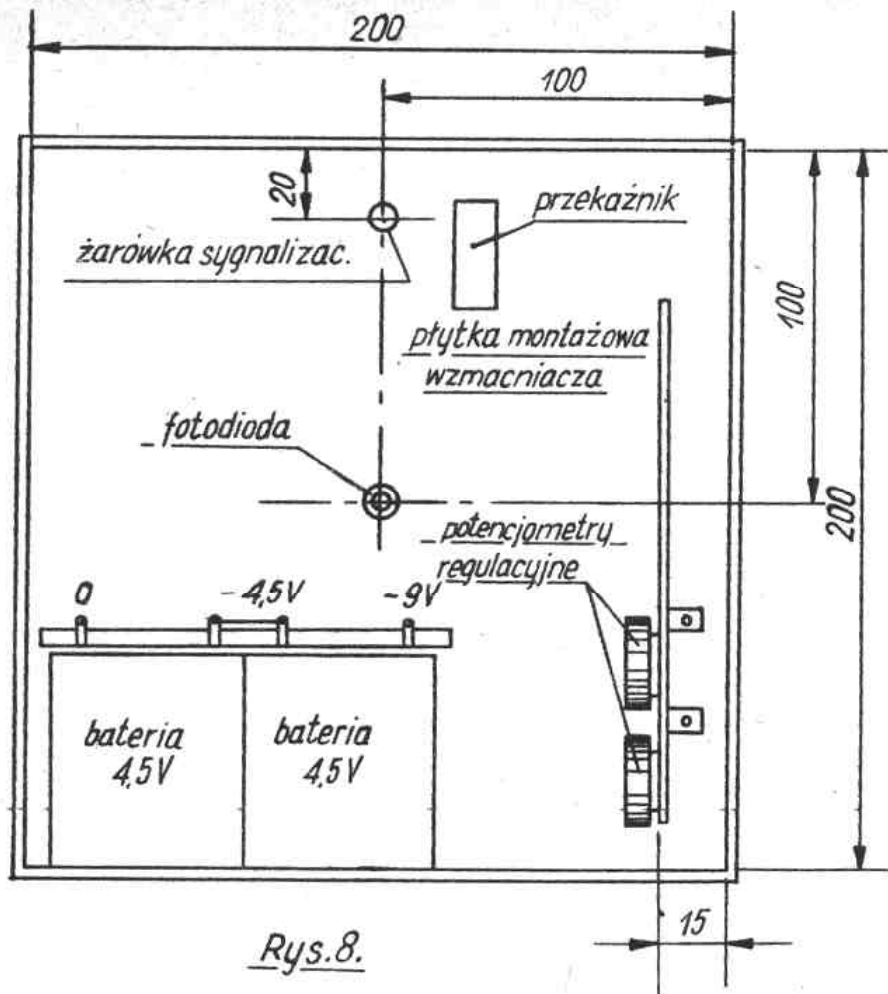
Rys. 6.



Rys.7.

Fot. 1. Kompletny wzmacniacz do elektronowej strzelnicy zmontowany na dwóch płytkach montażowych. Człon wstępny wzmacniacza z tranzystorami T_1 i T_2 oraz z dwoma potencjometrami R_1 i R_2 zmontowany został na większej płytce (po prawej stronie), natomiast człon końcowy z diodą DZG2 na mniejszej płytce (po stronie lewej). Tego rodzaju montaż bardzo ułatwi wszelkie eksperymenty z układem elektronicznym strzelnicy



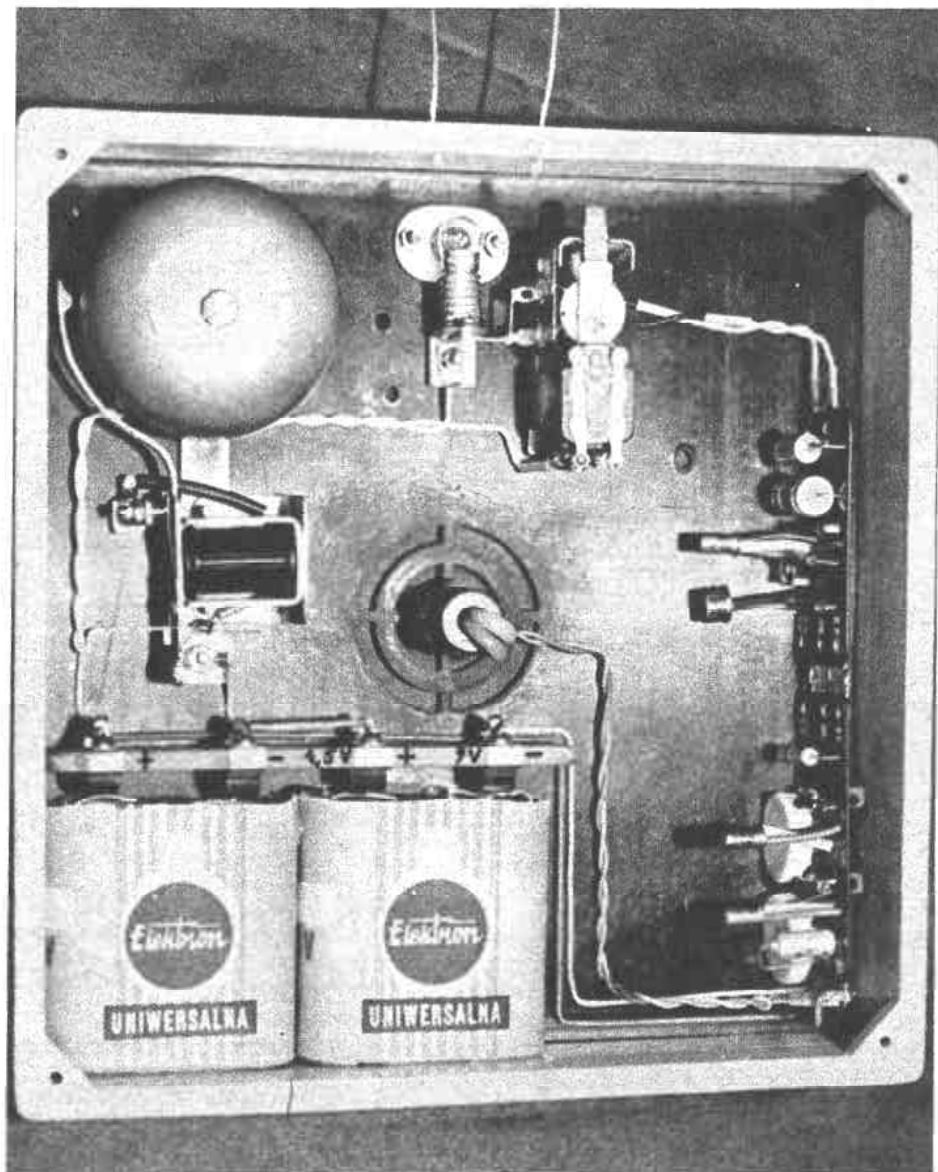


wodując przepięcie mogące uszkodzić tranzystor na skutek samoindukcji. Dla ochrony przed tym zjawiskiem należy równolegle do uzwojenia przekaźnika włączyć zaporowo diodę (D), która zwiera prąd samoindukcji.

Fotodioda (FD) umieszczona jest w środku tarczy w tulejce o średnicy wewnętrznej 5,5 mm i zewnętrznej 16–18 mm, wysokości około 25 mm. Rurkę można przykleić lub przykręcić (po uprzednim nagwintowaniu) do tarczy, którą wykonamy w postaci płaskiego pudełka o wymiarach wewnętrznych 200 ×

× 200 / 35 mm z dowolnego materiału. Czołową powierzchnię tarczy pomalujemy na biało lub nakleimy na niej brystol. Oprócz fotodiody na czołowej powierzchni znajduje się również okienko dla żarówki sygnalizacyjnej oraz pokrętła potencjometrów (R_1 i R_2).

Układ wzmacniacza i sygnalizatora zmontowany został na dwóch oddzielnych płytkach (fot. 1) ze względów praktycznych (możliwość wykorzystania tych podzespołów w innych konstrukcjach amatorskich). Łatwiej jest jednak cały układ zmontować na płytce bakelitowej



Fot. 2. Wnętrze tarczy strzelniczej po zdjęciu tylnej osłony. Płytki wzmacniacza zamocowane zostały do bocznej ścianki obudowy, natomiast wszystkie pozostałe elementy przykręcono wkrętami do ścianki przedniej. Należy zwrócić uwagę na centralne umieszczenie fotodiody, dokładnie w przecięciu przekątnych kwadratowej ścianki czołowej. Dzwonek sygnałowy bez obudowy fabrycznej został także zamocowany wkrętami bezpośrednio do obudowy tarczy

o wymiarach 120×35 mm. Z jednego końca płytka wzmacniacza powinna być zaopatrzona w zanitowane końcówki lutownicze służące do podłączenia zasilania i fotodiody, a z drugiej do połączenia uzwojenia przekaźnika elektromagnetycznego. Połączenia elementów na płycie można przeprowadzić metodą pseudodruku, tzn. z jednej strony płytki będą znajdować się elementy elektroniczne, a po drugiej stronie połączenia pomiędzy nimi. Na jednym końcu płytki (na wejściu wzmacniacza) znajdują się dwa potencjometry (R_1 i R_2) służące do regulacji czułości tarczy. Jeden z potencjometrów powinien być sprzężony z wyłącznikiem napięcia zasilania.

Przekaźnik elektromagnetyczny może być dowolnego typu pod warunkiem, że będzie przyciągał kotwicę przy prądzie o natężeniu około 20 mA. Oporność uzwojenia przekaźnika powinna wynosić od 50 do 100 omów. Musi mieć on także przynajmniej jedną parę styków zwierających się w chwili zadziałania. Przekaźnik taki można wykonać również całkowicie we własnym zakresie wg opisu zamieszczonego w nrze 1/68 „M.T.” w art. pt. „Fotoelektryczne urządzenie alarmowe”.

W prototypie strzelnicy elektronicznej zastosowany został taki właśnie przekaźnik doskonale spełniający swoje zadanie. Dwie pary styków należy wtedy połączyć równolegle, co zwiększy ich obciążalność prądową.

Rozmieszczenie poszczególnych podzespółów pod tarczą zostało przedstawione na rys. 8 i na fot. 2.

Regulację czułości tarczy przeprowadzimy w ten sposób, że potencjometrem R_1 — z grubsza, a potencjometrem R_2 — dokładnie, ustawiamy napięcie początkowe bazy tranzystora T_1 . Przekroczenie prawidłowego progu napięcia powoduje wzbudzenie się całego układu, objawiające się tym, że żarówka sygnalizacyjna (Z) pali się w sposób ciągły lub migą.

Najłatwiej będzie ustawić czułość tarczy posługując się latarką kieszonkową i oświetlając nią fotodiodę z odległości 30—50 cm.

Układ elektronicznej tarczy zasilany jest z dwóch baterii płaskich (4,5 V) połączonych szeregowo. Do zasilania żarówki sygnalizacyjnej oraz dzwonka wykorzystamy napięcie 4,5 V z jednej baterii. Prąd pobierany przez wzmacniacz bez sygnału wynosi około 7 mA, a podczas działania przekaźnika około 25 mA.

Ze strzelnicy można korzystać zarówno w dzień, jak i przy świetle sztucznym, pod warunkiem, że fotodioda nie jest bezpośrednio oświetlona przez słońce albo przez silną żarówkę z niewielkiej odległości. Przy prawidłowym ustawieniu czułości odległość pistoletu od tarczy może wynosić nawet 8 m.

Mgr Jacek Sawicki

WYKAZ ELEMENTÓW

Oporniki dowolnej mocy:

- R_1 — 100 k Ω , potencjometr miniaturowy lub montażowy
- R_2 — 10 k Ω potencjometr miniaturowy lub montażowy
- R_3 — 18 k Ω
- R_4 — 2,2 k Ω
- R_5 — 60 Ω
- R_6 — 4,7 k Ω
- R_7 — 33 k Ω
- R_8 — 2,7 k Ω

Kondensatory:

- C — 400—1000 μ F/12 V
- C_1 — 10 μ F/6 V
- C_2 — 5 μ F/12 V
- C_3 — 50 μ F/12 V

Elementy półprzewodnikowe:

- T_1 ; T_2 ; T_3 — TG 2 — 5
- T_4 — TG50 — 53
- FD — FG2 (lub inna dowolna fotodioda)
- D — DZG2—5
- P — przekaźnik elektromagnetyczny 50—100 Ω
- Z — żarówka 2,5—4,5 V
- Baterie: $2 \times 4,5$ V oraz 9 V (6F22).
- Dz — brzęczyk lub dzwonek na prąd stały.