

## FOTOLEKTRYCZNE URZĄDZENIE ALARMOWE

Fotolektryczne urządzenia alarmowe pod nazwą „stróż elektronowy” czy też „elektronowe oko” znane są od dawna. Były one jednak duże, ciężkie i skomplikowane, a koszt ich budowy i eksploatacji był wysoki.

Z chwilą pojawienia się elementów półprzewodnikowych ( tranzystory, diody, fotodiody itp.) problemy związane z budową tych urządzeń znacznie się uprościły.

Opisany poniżej „stróż elektronowy” pracuje na zasadzie tzw. przekaźnika fotolektrycznego, który składa się z dwóch zasadniczych części: oświetlacza i właściwego przekaźnika. Schemat blokowy tego zespołu przedstawiony jest na rys. 1.

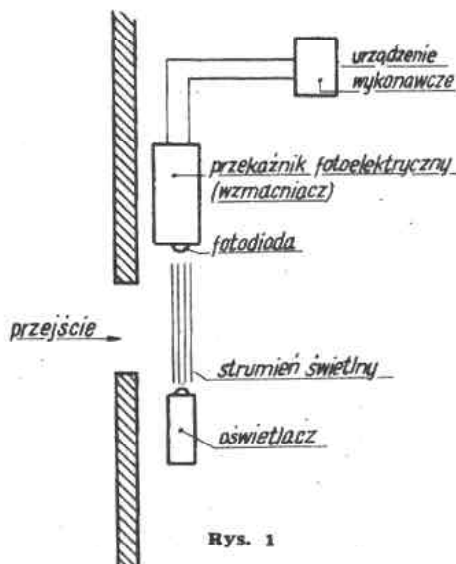
Przekaźnik fotolektryczny działa na zasadzie przerwania strumienia świetlnego padającego na element półprzewodnikowy zamieniający energię świetlną na prąd elektryczny. Elementem tym może być np. fotodioda. Zanik strumienia świetlnego powoduje powstanie impulsu

elektrycznego, który następnie wzmacniany jest w kilkustopniowym zazwyczaj wzmacniaczu tranzystorowym. Wzmacniacz ten z kolei steruje elektromagnetycznym przekaźnikiem wykonawczy. Przekaźnik może włączać urządzenia alarmowe (syrena, dzwonek), oświetlenie jakiegoś pomieszczenia, radioodbiornik, spowodować otwieranie lub zamykanie drzwi oraz wykonywać inne podobne czynności.

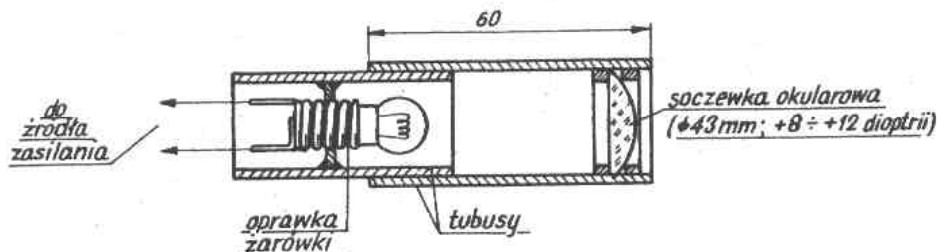
Jak widać, zastosowanie tego urządzenia jest bardzo szerokie. „Stróż elektronowy”, umieszczony przed drzwiami, może za pomocą silnika elektrycznego otwierać je, gdy tylko ktoś będzie szedł w ich kierunku. Może również wszczać alarm, jeśli konstruktor sobie tego życzy.

Jedną z zasadniczych części przekaźnika jest oświetlacz. Oświetlaczem może być po prostu latarka elektryczna lub inne źródło światła (np. żaróweczka 4–12 V/1–3 W), umieszczone w specjalnej osłonie z soczewką skupiającą. Żaróweczka może być podłączona do baterii o odpowiednim napięciu lub do transformatora dzwonekowego obniżającego napięcie sieciowe 220 V do napięcia 3–8 V. Odległość soczewki od włókna żaróweczki powinna być tak dobrana, aby strumień świetlny był maksymalnie skupiony (rys. 2). Oświetlacz powinien dawać strumień światła o takim natężeniu, aby fotodioda oświetlona co najmniej z odległości 100 cm nie powodowała zadziałania przekaźnika, tzn. aby nie było takiej sytuacji, jak w wypadku zasłonięcia fotodiody.

W egzemplarzu modelowym jako przetwornik energii świetlnej na prąd elektryczny wykorzystana została fotodioda półprzewodnikowa FG2, pracująca na zasadzie fotoogniwa, tzn. na wyprowadzeniach fotodiody pojawia się napięcie elek-



Rys. 1



Rys. 2

tryczne proporcjonalne do oświetlenia. Im większe oświetlenie — tym większe napięcie. Fotodioda reaguje na promieniowanie widzialne i bliską podczerwień. Największą czułość osiąga dla długości fali świetlnej  $1,6 \mu$  ( $1,6 \cdot 10^{-4}$  cm).

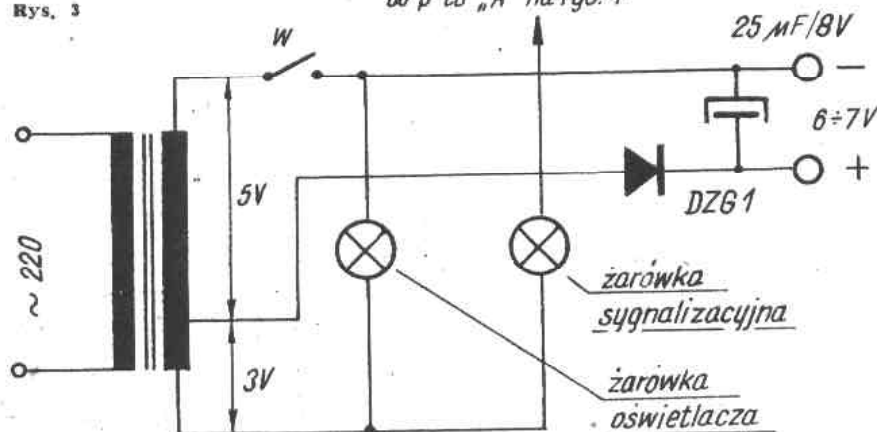
Impulsy zmian napięcia występujące na wyprowadzeniach fotodiody wzmacniane są następnie w odpowiednim wzmacniaczu prądu stałego. Układ elektryczny wzmacniacza „stróża elektronowego” powinny cechować: minimalne wymiary ogólne, ekonomia w eksploatacji i niezawodność w działaniu.

Ponieważ urządzenie ma sygnalizować przerwanie strumienia, a nie zmianę natężenia (modulację) światła, dlatego nie zachodzi potrzeba stosowania stabilizacji punktów pracy tranzystorów ani ujemnych

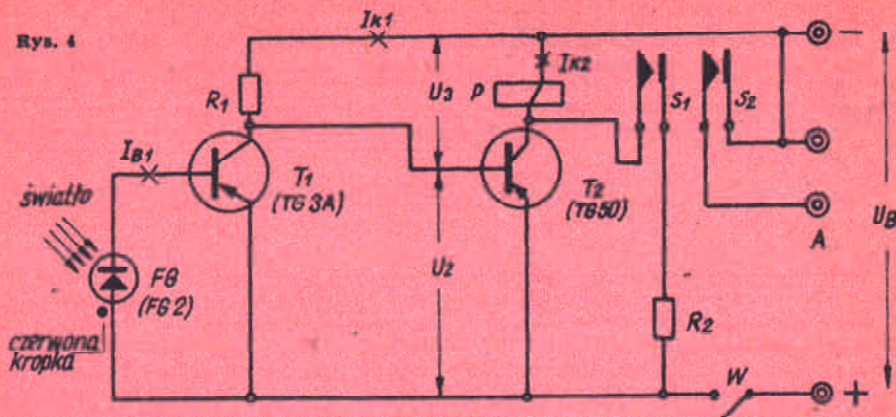
sprzężeń zwrotnych dla wyrównania charakterystyki przenoszenia wzmacnianego sygnału. Urządzenie powinno mieć jak najmniejsze wymiary ogólne, co ułatwia zainstalowanie go w dowolnym miejscu. Można to osiągnąć, stosując jako elementy wzmacniające tranzystory w połączeniu z miniaturowymi opornikami. Wzmacniacz, ze względu na małą moc wyjściową, może być zasilany z baterii 4,5—6 V lub z innego źródła prądu, np. z zasilacza, którego schemat został podany w nrze 7 „MT” z 1967 r. w artykule pt. „Generator częstotliwości akustycznej”. Oświetlacz i układ wykonawczy, np. dzwonek elektryczny lub żarówka sygnalizacyjna, pobierają większą moc i muszą być zasilane z sieci o napięciu 220 V lub z baterii o większej pojemności elektrycznej.

Rys. 3

do p-tu „A” na rys. 4



Rys. 4



Na rys. 3 przedstawiony jest przykładowy układ zasilająco-wykonawczy (sygnalizacyjny). Składa się on z transformatora dzwonekowego, prostownika prądu zmiennego zawierającego diodę DZG, i kondensatora elektrolitycznego 25  $\mu$ F/8 V, oraz dwóch żarówek (6,3 V): oświetlającej i sygnalizacyjnej. Układ ten razem z tubusami oświetlającej i wyłącznikiem W (w tym przypadku wyłącznik W umieszczony na rys. 4 jest niepotrzebny) zbudowany został na płytce tekstolitowej o wymiarach 160  $\times$  110  $\times$  5 mm. Ogólny widok zasilacza pokazany jest na fot. 1.

Ze względu na niezawodność, układ powinien mieć jak najmniejszą ilość stopni wzmocnienia, tzn. tylko taką, aby na wyjściu wzmacniacza natężenie prądu wystarczało doysterowania przekaźnika elektromagnetycznego.

Moc wydzielana na kolektorze dla poszczególnych tranzystorów powinna być mniejsza od nominalnej o około 40%. Gdy weźmiemy pod uwagę wszystkie te zalecenia, najlepszym układem wydaje się układ elektryczny ze wspólnym emiterem (WE) o dwóch stopniach wzmocnienia. Pierwszy stopień na tranzystorze o dużym współczynniku wzmocnienia ( $T_1$ -TG3A), a drugi na tran-

zystorze o większej mocy ( $T_2$ -TG50-TG53).

Na rys. 4 przedstawiony jest schemat ideowy wzmacniacza przekaźnika. Fotodiody (FG) włączona jest w obwód bazy pierwszego tranzystora  $T_1$ , pracującego w układzie wspólnego emitera (WE — emiter połączony bezpośrednio do plusa zasilania) w ten sposób, że anoda fotodiody połączona jest z emiterem (elektroda oznaczona jest czerwoną kropką), a katoda z bazą tranzystora.

Podczas oświetlenia fotodiody (FG) strumieniem świetlnym z oświetlającej, umieszczonego naprzeciw niej, w obwodzie bazy pierwszego tranzystora popłynie prąd ( $I_{B1}$ ). Prąd ten jest następnie wzmocniony przez tranzystor  $T_1$ . Na oporności obciążenia  $R_1$  następuje spadek napięcia  $U_1$ , tak, że do bazy następnego tranzystora  $T_2$  przyłożone jest napięcie  $U_2$  będące różnicą  $U_B$  i  $U_1$ . Na skutek tego przez przekaźnik popłynie mały prąd początkowy, nie powodujący przyciągnięcia kotwiczki. W chwili przerwania strumienia oświetlającego fotodiody prąd  $I_{B1}$  przestaje płynąć. Na oporniku  $R_1$  napięcie  $U_1$  zostaje znacznie zmniejszone, a w obwodzie kolektora tranzystora  $T_2$  zaczyna płynąć duży prąd

$I_{K2}$ . Prąd  $I_{K2}$  powoduje zadziałanie przekaźnika P i włączenie przez styki  $S_1$  uzwojenia przekaźnika w szereg z oporem  $R_2$  do źródła zasilania oraz równocześnie dowolnego obwodu wykonawczego przez styki  $S_2$ .

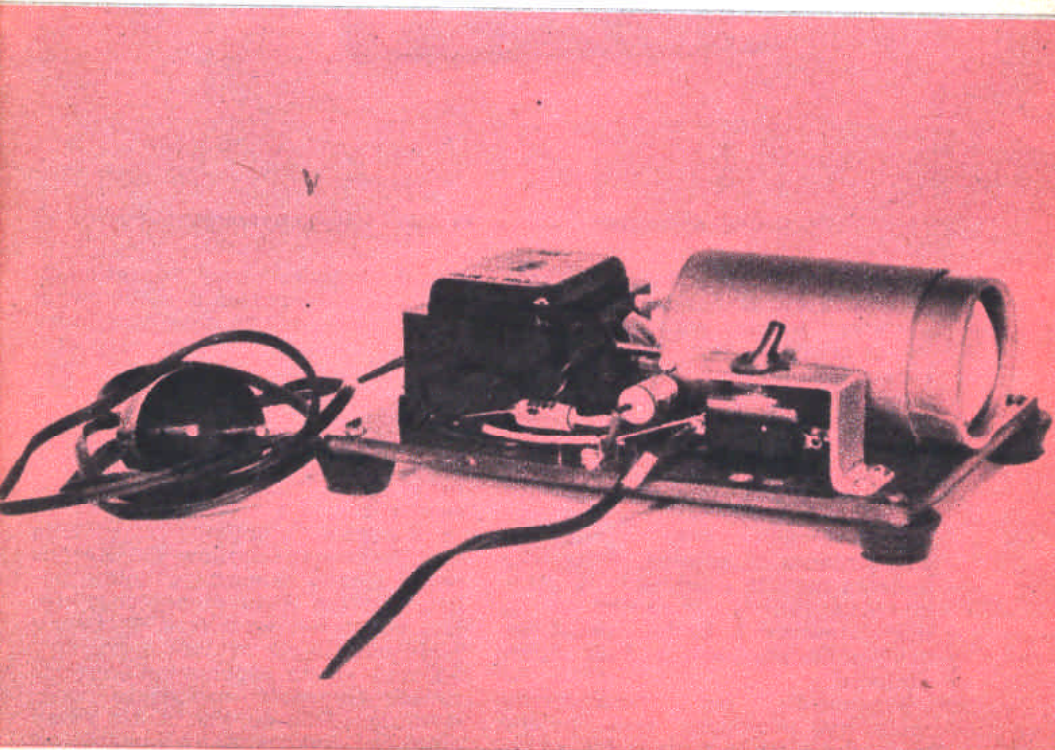
Złączenie styków  $S_1$  powoduje stałe przyciągnięcie kotwicy przekaźnika, ponieważ następuje samozablokowanie, tzn. przez uzwojenie przekaźnika płynie bez przerwy prąd, nawet po usunięciu przeszkody na drodze strumienia świetlnego. Powrót urządzenia do stanu początkowego następuje po wyłączeniu napięcia zasilającego wyłącznikiem W i ponownym włączeniu.

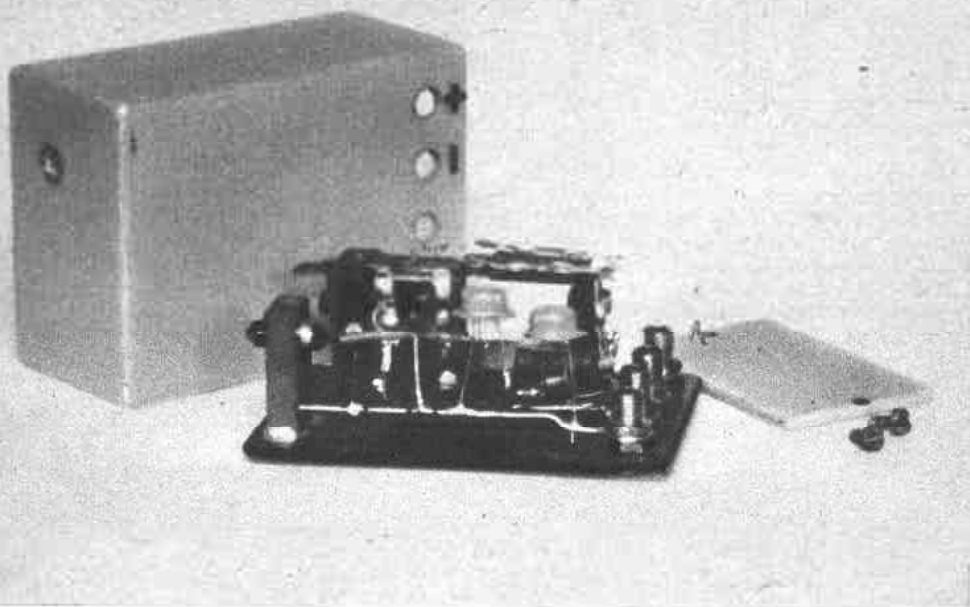
Gdyby ktoś przechodząc przeciął strumień świetlny z oświetlacza, czyli zasłonił sobą fotodiode i po-

szedł dalej, to i tak włączy się np. dzwonek lub żarówka. Będzie to tak długo trwało, aż „stróż elektronowy” zostanie wyłączony wyłącznikiem W. Po ponownym włączeniu urządzenie znajdzie się w stanie gotowości do ponownego zadziałania.

Wzmacniacz wraz z fotodiode i przekaźnikiem elektromagnetycznym został zbudowany na płycie bakelitowej o wymiarach  $78 \times 55 \times 1,5$  mm (fot. 2). Fotodioda (FG) unieruchomiona jest za pomocą wspornika. Jest to kostka z dowolnego materiału o wymiarach  $23 \times 14 \times 5$  mm z otworem w środku o średnicy 5 mm. Napięcie zasilające doprowadzane jest do wzmacniacza poprzez dwa odpowiednio oznakowane gniazdka radiowe. Inne dwa gniazdka służą do podłączenia

Fot. 1. Ogólny widok zasilacza





Fot. 2. Kompletny układ przekaźnika fotoelektrycznego

z zewnątrz obwodu wykonawczego do kontaktów  $S_2$  przekaźnika.

Płytkę montażową umieszczoną jest w obudowie (rys. 5), wykonanej z kawałków polistyrenu. Naprzeciw fotodiody i gniazdek radiowych w obudowie wywiercone są odpowiednie otwory (fot. 2). Do obu boków pudełka przyklejone są dwa paski (1) z tego samego materiału, co pudełko, a służące jako przewodnice przy wsuwaniu płytki montażowej wzmacniacza do pudełka. Pokrywkę pudełka mocuje się dwoma wkrętami M2,6 lub M3, wkręcanymi do nagwintowanych kostek polistyrenowych (2), przyklejonych do boków pudełka.

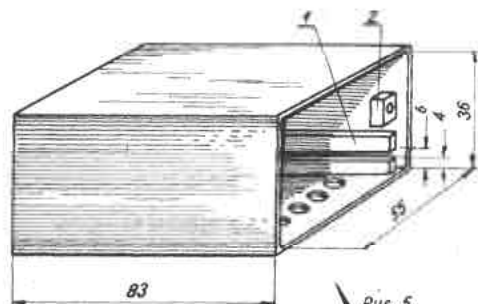
Przekaźnik elektromagnetyczny może być dowolnego typu, byleby miał odpowiednią czułość, tzn. przy-

ciągał kotwicę przy określonym prądzie (w urządzeniu modelowym prąd ten wynosił 20 mA). Musi mieć także przynajmniej dwie pary styków, zwierających się z chwilą, gdy elektromagnes przyciągnie kotwicę.

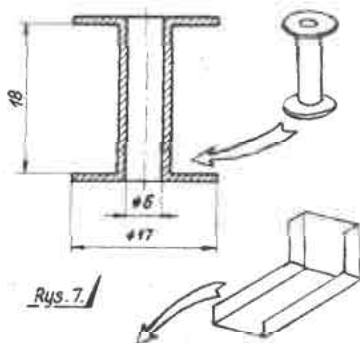
Przekaźnik taki można wykonać również całkowicie we własnym zakresie. Na rys. 6 pokazany jest przekaźnik wykonany samodzielnie (widok z góry i z boku). Składa się on z cewki (1), kotwicy (2), rdzenia (3), jarzma (4) i styków (5). Korpus cewki można skleić z celulołu, polistyrenu lub tektury nasyconej klejem polistyrenowym (rys. 7). Uzwojenie nawija się drutem o średnicy 0,1 mm aż do zapelnienia korpusu cewki. Oporność uzwojenia może wynosić od 50 do 100  $\Omega$ . Na rdzeń może być wykorzystany kawałek osi

potencjometru o następujących wymiarach: średnica 6 mm, długość 23 mm. W rdzeniu na jednym końcu należy wywiercić otwór o  $\varnothing$  2,4 mm na głębokość 10 mm i nagwintować go gwintownikiem M3. Jarzmo wykonane jest z miękkiej blachy stalowej o grubości 1,2 — 1,5 mm, w sposób podany na rys. 8. W przekąźniku modelowym wykorzystano część obejmy rdzenia transformato-

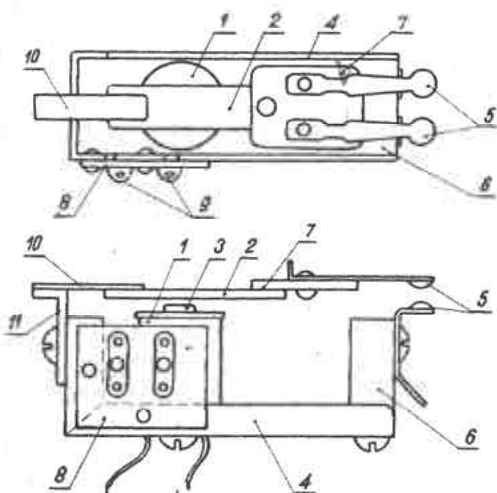
ra głośnikowego. Najwięcej kłopotu może sprawić odpowiednie zestawienie styków przekąźnikowych. Powinny one mieć powierzchnię styku odpowiednio przygotowaną, np. posrebrzoną. Styki można wykonać z innych materiałów, trzeba jednak nalutować na nie nakładki (kawałki złomu srebrnego o wymiarach około  $2 \times 2 \times 0,5$  mm). W opisywanym przekąźniku zastosowano styki



Rys. 5.

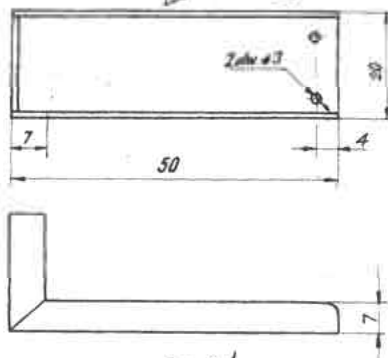


Rys. 7.

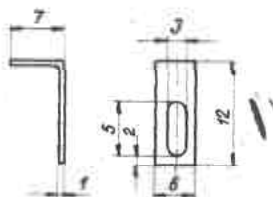


przewodzenie cewki  
elektromagnesy

Rys. 8



Rys. 8.



Rys. 9.

posrebrzone od przełącznika zakresów fal. Jedna para styków połączona jest z kotwicą, a druga, wykonana z materiału izolacyjnego o wymiarach  $16 \times 20 \times 5$  mm, przytwierdzona jest do wspornika (6). Również styki ruchome są odizolowane od siebie oraz od kotwicy za pomocą płytki bakelitowej (7).

Oczywiście, nie można do ruchomych styków dolutować bezpośrednio grubego przewodu montażowego, bo ruch kotwicy byłby utrudniony lub wręcz niemożliwy. Dlatego też z boku przełącznika przynitowana jest płytka izolacyjna (8) z końcówkami lutowniczymi (9), które połączone są ze stykiem ruchomym cienkim przewodem wielożyłowym (tzw. licą w.cz. wziętą z cewek radiowych), zwiniętym w spiralę. Na rys. 6, dla lepszej jego czytelności, przewody te pominięto. Do końcówek lutowniczych znajdujących się na płytce (8) można już dolutować przewody montażowe o dowolnej grubości.

Kotwica (2) wykonana z tego samego materiału co jarzmo, ma wymiary  $25 \times 8$  mm. Jest ona połączona z kątownikiem (11) za pomocą kawałka żyłki (10) o rozmiarach  $18 \times 6 \times 0,08$  mm. Dobrze odtłuszczony kawałek żyłki jednym końcem jest przylutowany do kotwicy, a drugim do kątownika, który z kolei przykręcony jest wkrętem M3 do jarzma (4). Wymiary kątownika (11) podane są na rys. 9. Owalne wycięcie służy do regulacji odległości między powierzchnią rdzenia a kotwicą.

Po sprawdzeniu połączeń elektrycznych na podstawie schematu ideowego (rys. 4), można podłączyć źródło zasilania. W tym momencie powinien zadziałać przełącznik, włączając sygnalizację, o ile fotodiody nie była odpowiednio oświetlona. Z chwilą dobrego oświetlenia fotodiody i po ponownym włączeniu urządzenia, sygnalizacja nie powinna działać. Może to nastąpić dopiero po przerwaniu strumienia świetlnego.

**Mgr Jacek Sawicki**