





# NA WARSZTACIE



## F O T O T E L E F O N

Nazwa „fototelefon” wyjaśnia już zasadę działania opisywanego urządzenia, gdyż oznacza ona „przesyłanie dźwięków na odległość przy pomocy promieni świetlnych”. Pomysł przesyłania informacji przy pomocy światła jest chyba tak stary jak wynalezienie ognia. Informacja zakodowana była w bardzo prosty sposób, polegający na zakrywaniu i odsłanianiu źródła światła w umówiony sposób (np. telegraf świetlny).

Dopiero rozwój elektroniki pozwolił na konstruowanie małych, przenośnych urządzeń fotoelektrycznych, przy pomocy których można przesyłać dowolne informacje bez potrzeby kodowania. Można to zrealizować poprzez modulację natężenia strumienia świetlnego. Istnieje więc możliwość bezpośredniego przesyłania mowy lub muzyki (tak jak na falach radiowych).

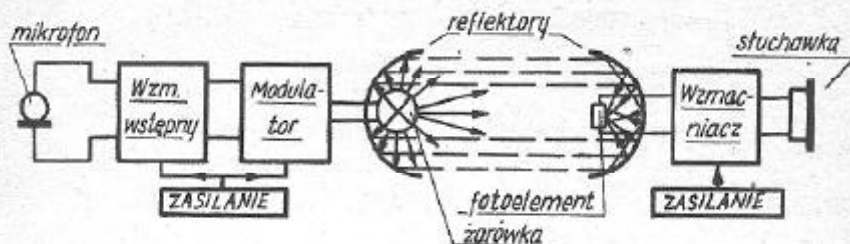
Przesyłanie informacji przy pomocy fototelefonu ma podstawową zaletę, a mianowicie nie wymaga żadnego zezwolenia. Fototelefon pozwala na prowadzenie rozmów lub przesyłanie muzyki na odległość nawet kilkuset metrów np. pomiędzy kolegami mieszkającymi w sąsiednich domach lub podczas gier harcerskich w otwartym terenie. Wadą urządzenia jest natomiast stosunkowo mały zasięg i konieczność bezpośredniej widoczności. Pomimo tej wady korzystanie z fototelefonu jest bardzo miłą i pożyteczną rozrywką, szczególnie aktualną podczas wakacji.

Zasada działania fototelefonu przedstawiona jest na rys. 1, który wyjaśnia łączność jednostronną. Dla dwustronnej łączności potrzebne będą dwa takie komplety.

Jak widać na rys. 1, do wejścia wzmacniacza wstępnego dołączony jest mikrofon lub inny przetwornik, np. adapter. Po wstępnym wzmocnieniu, sygnał elektryczny steruje modulatorem. Modulatorem jest stopień końcowy mocy. Modulator ten spełnia ważną rolę w pracy całego urządzenia w trakcie nadawania. Mianowicie w obwodzie kolektora lub emitera tranzystora mocy znajduje się źródło światła, które zmienia prąd elektryczny o częstotliwości akustycznej w strumień światła o zmiennym natężeniu. Znaczy to, że natężenie światła zmienia się zgodnie ze zmianami amplitudy i częstotliwości dźwięków, jakie chcemy przesyłać.

Promienie świetlne formowane są przy pomocy układu optycznego w możliwie wąski strumień skierowany w stronę odbiornika.

W skład odbiornika wchodzi przetwornik fotoelektryczny, np. fotodioda lub fotoopornik i wzmacniacz pozwalający na zasilanie słuchawek lub głośnika. Odbiornik wyposażony jest również w układ optyczny pozwalający na maksymalne skoncentrowanie strumienia świetlnego na przetworniku fotoelektrycznym, zamieniającym zmienne natężenie



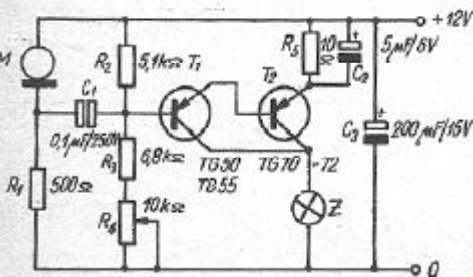
Rys. 1. Zasada działania fototelefonu

światła na prąd elektryczny o częstotliwości akustycznej.

W dalszej części artykułu omówione zostaną praktyczne sposoby realizacji budowy fototelefonu. Na wstępie należy zaznaczyć, że sposobów tych może być wiele, ale układ modelowy został wykonany w oparciu o schemat elektryczny bardzo uproszczony. Wiąże się to z maksymalnym obniżeniem kosztów elementów i prostotą konstrukcji. Opis dotyczy oczywiście jednego kompletu nadawczo-odbiorczego.

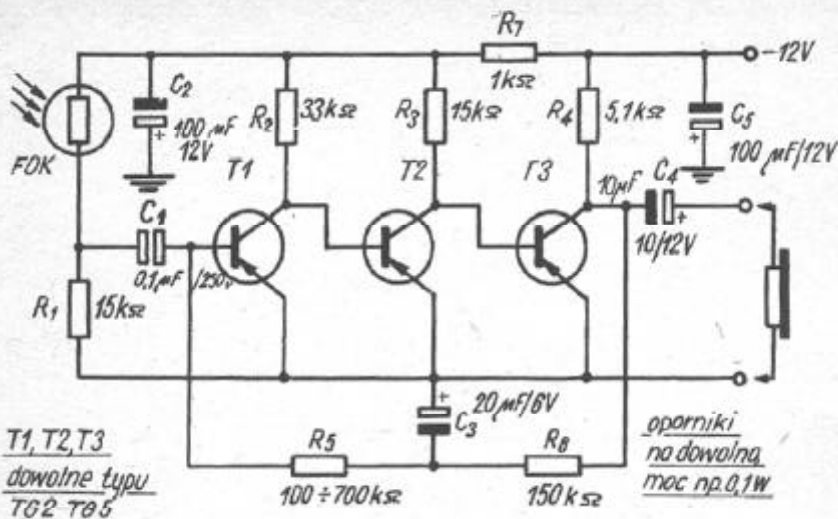
Na rys. 2 przedstawiony został schemat elektryczny nadajnika, a na rys. 3 odbiornika. Obydwa układy zmontujemy we wspólnej obudowie, chociaż stanowią one zupełnie oddzielne podzespoły. Budowę należy rozpocząć od nadaj-

Rys. 2. Schemat elektryczny nadajnika



nika, gdyż może to ułatwić potem wszelkie próby związane z uruchomieniem odbiornika.

Jak widać ze schematu, układ nadajnika jest dwustopniowym wzmacniaczem, którego stopień końcowy ( tranzystor T2) jest jednocześnie modulatorem światła. W obwodzie kolektora tranzystora T2 znajduje się żarówka Z, której natężenie światła zależy od amplitudy sygnału sterującego wejście wzmacniacza. Każda żarówka elektryczna ma jednak dużą tzw. bezwładność cieplną. Może to być powodem zniekształceń transmitowanych audycji, gdyż przy wyższych częstotliwościach żaróweczka nie będzie odpowiednio szybko rozżarzać się i gasnąć. Dla wyeliminowania tej wady zastosujemy wstępny prąd żarzenia. Polega to na tym, że przez żarówkę płynie ciągły prąd stały o odpowiednim natężeniu, powodując początkowe świecenie żaróweczki. Ten wstępny prąd ulega w trakcie nadawania zwiększaniu lub zmniejszaniu zgodnie z amplitudą i częstotliwością sygnału dźwiękowego zamienionego na sygnał elektryczny w mikrofonie (MW) i wzmocnionego w stopniu wejściowym (tranzystor T1). Zjawisko to nazywa się modulacją, tzn. początkowy prąd stały został zmodulowany prądem zmiennym o częstotliwości akustycznej. Wartość prądu początkowego możemy ustalić za pomocą potencjometru R2. Potencjometr należy nastawić w ten sposób, aby żaróweczka świeciła

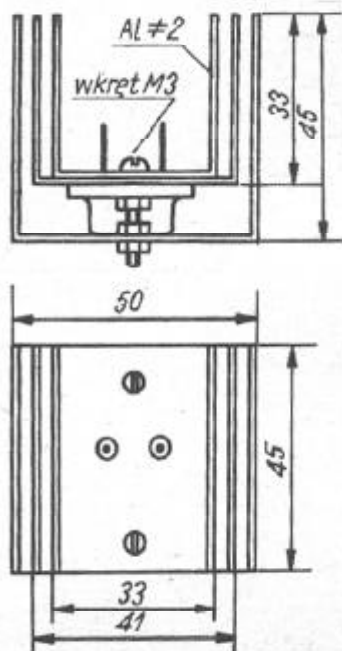


Rys. 3. Schemat elektryczny odbiornika

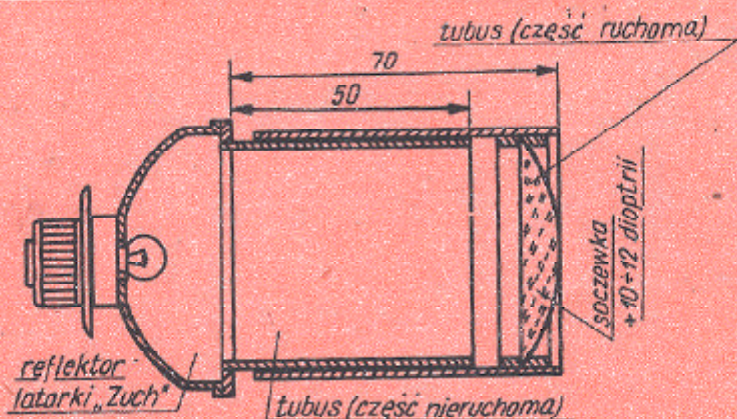
tak jak w normalnej latarce. Jeśli istnieje możliwość zmierzenia prądu, to nie powinien on przekraczać wartości nominalnej podanej na oprawce żarówki. Moc żaróweczki nadawczej zależy od użytego w stopniu końcowym tranzystora oraz od warunków, w jakich chcemy fototelefon eksploatować. Należy bowiem pamiętać, że im większa moc żarówki, tym na większą odległość można utrzymywać łączność. Jeżeli w stopniu końcowym będzie tranzystor średniej mocy, np. AD 365, to można zastosować żarówkę o mocy do 0,5 W (np. 2,5 V/0,2 A). Natomiast w przypadku tranzystora TG 71 (bez radiatora) moc żarówki może wynosić 1 W. W egzemplarzu modelowym zastosowano tranzystor TG 71 (najtańszy z tego typu) i żarówkę 3,5 V/0,2 A. Dla zabezpieczenia przed ewentualnym przegrzaniem się tranzystora mocy, został on umieszczony na niewielkim radiatorze o wymiarach podanych na rys. 4.

Nadajnik wyposażony jest w mikrofon węglowy. Jest to po prostu wkładka mikrofonowa ze słuchawki telefonicznej typu CB lub MB (do nabycia w sklepach ze sprzętem teletechnicznym, cena około

Rys. 4. Wymiary radiatora







Rys. 5. Układ optyczny nadajnika

30 zł). Mikrofon jest zasilany napięciem takim, jak cały wzmacniacz, poprzez opornik R1. Napięcie zmienne z mikrofonu (MW) steruje wzmacniacz przez kondensator sprzęgający C1. Zamiast mikrofonu można podłączyć wyjście magnetofonu lub wyjście diodowe odbiornika radiowego. Opornik R1 w tym przypadku jest niepotrzebny.

Następnym bardzo ważnym problemem jest maksymalne wykorzystanie strumienia świetlnego, czyli zapobieżenie bezwartościowemu rozproszeniu światła. Można to zrealizować przy pomocy odbłyśnika (reflektora) lub układu optycznego skupiającego. Jeżeli łączność ma być utrzymywana na odległość do około 80 m, to układ soczewkowy jest zbędny. Wystarczy w tym przypadku reflektor od latarki kieszonkowej typu „Zuch” lub inny. W przypadku stosowania reflektora typu „Zuch” mamy do czynienia ze specjalnym gniazdkiem bezgwintowym. W takim gniazdku można umieścić również zwykłą żarówkę gwintowaną po nalutowaniu w górnej części jej cokołu pierścienia z drutu miedzianego o średnicy 1–1,5 mm, spełniającego taką samą rolę jak kołnierzyk cokołu żarówki bezgwintowej. Stosowanie układu

optycznego soczewkowego daje lepsze rezultaty, ale wiąże się to ze zwiększeniem kosztów, gdyż do takiego samego reflektora należy dodać jeszcze przynajmniej jedną soczewkę skupiającą (około 10 dioptrii) o średnicy mniej więcej równej średnicy reflektora. Soczewka powinna być umieszczona w przesuwającym tubusie (rys. 5a; b).

Po stronie odbiorczej występują te same problemy związane z układem optycznym. Najtańszym sposobem jest również zastosowanie reflektora od latarki elektrycznej z tą różnicą, że w ognisku zwierciadła znajdują się będzie przetwornik fotoelektryczny (rys. 6a). Stosując natomiast soczewkę skupiającą nie musimy używać już reflektora (rys. 6b).

Schemat ideowy układu odbiornika jest przedstawiony na rys. 3. Jest to wzmacniacz o bezpośrednim sprzężeniu pomiędzy trzema stopniami. Układ takiego wzmacniacza jest bardzo prosty i posiada minimalną ilość elementów, szczególnie kondensatorów elektrolitycznych. Głębokie ujemne sprzężenie zwrotne dla prądu stałego zabezpiecza stabilność temperaturową (opornik R5 i R6). Przetwornikiem fotoelektrycznym może

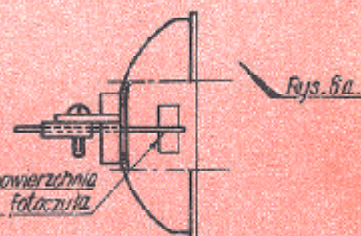
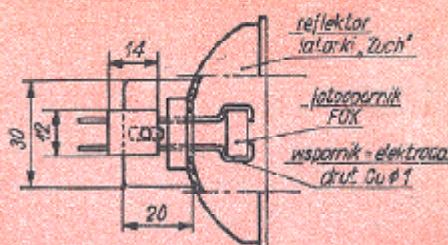


być fotodioda, fototranzystor lub fotoopornik. W układzie modelowym zastosowany został fotoopornik FOK2. Jest on włączony pomiędzy plusem i minusem zasilania w szereg z opornikiem R1. Pod wpływem światła o zmiennym natężeniu zmienia się oporność fotoopornika i tym samym prąd płynący przez opornik R1. Zmienne napięcie o częstotliwości akustycznej powstałe na oporniku R1 przechodzi przez kondensator C1 do wejścia wzmacniacza. Zamiast fotoopornika można zastosować fotodiode, np. FG 2. Fotodiode należy włączyć w kierunku zaporowym, tzn. tak, aby przy braku oświetlenia nie płynął przez nią prąd. Elektrode oznaczoną czerwoną kropką łączymy z kondensatorem C1.

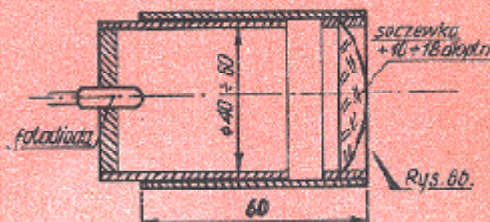
Do wyjścia wzmacniacza można przyłączyć słuchawki radiowe, słuchawki piezoelektryczne np. od odbiornika „Kolibier” lub słuchawkę telefoniczną.

Uruchomienie wzmacniacza odbiorczego jest bardzo proste. Wystarczy dobrać oporność opornika R5 tak, aby stałe napięcie między kolektorem i emitorem T3 było równe połowie napięcia źródła zasilania.

Układy odbiornika i nadajnika zostały zmontowane na osobnych płytkach i umieszczone w obudowie o wymiarach podanych na rys. 7. Obudowę można wykonać z dowolnego materiału zapewniającego odpowiednią wytrzymałość mechaniczną. W opisywanym modelu obudowa wykonana jest z płytek polistyrenowych uzyskanych z podstawek doniczkowych. Na jednej ze ścian obudowy znajdują się przyklejone reflektory od latarek „Zuch” (nadawczy i odbiorczy). Na ścianie przeciwległej natomiast potencjometr i gniazdka wejściowe oraz wyjściowe. Mogą to być gniazdka radiowe lub diodowe. Zamiast osobnego mikrofonu i słuchawki można zastosować po prostu słuchawkę telefoniczną. Wystarczy wtedy jedno gniazdko diodowe. Do styku 1 połączymy jeden biegun mikrofonu, do 3 — wyjście na słuchawkę, a 2 — stanowi wspólny biegun



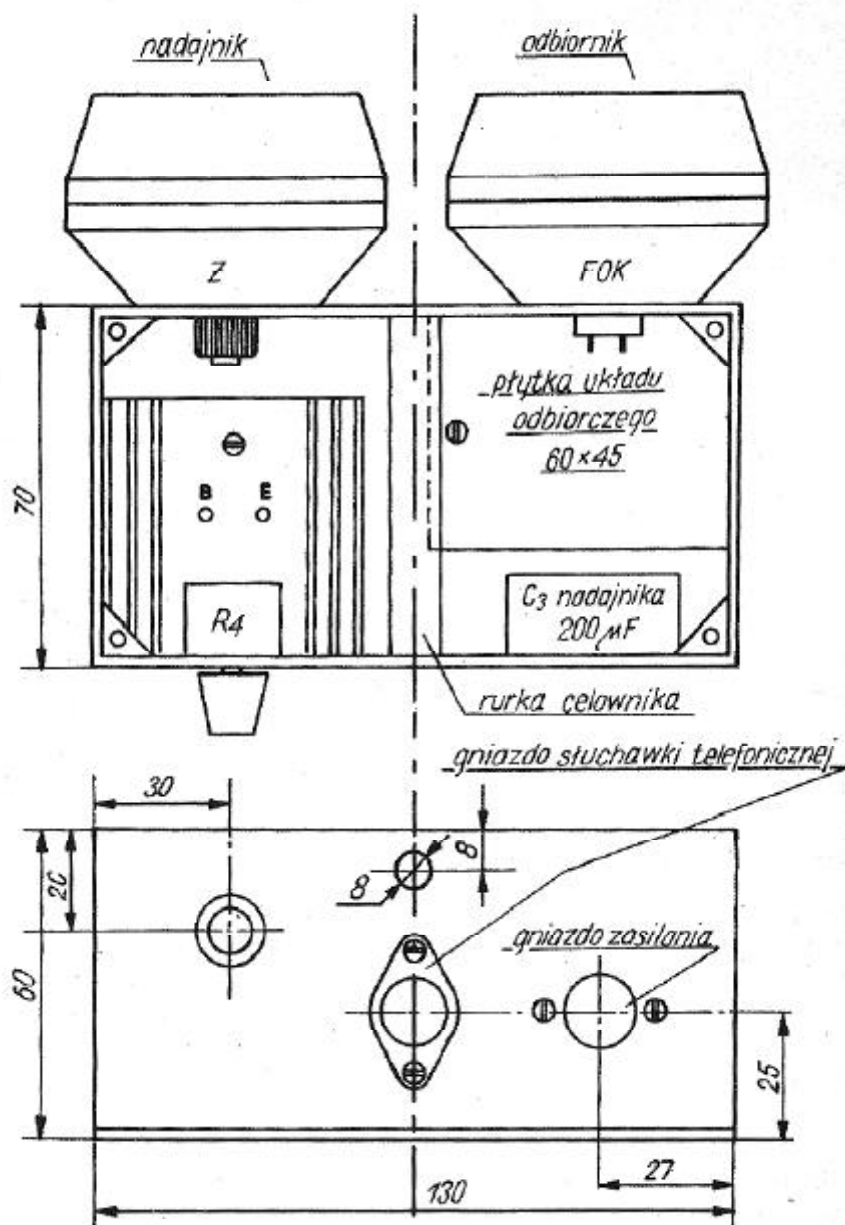
Układ optyczny odbiorczy z reflektorem



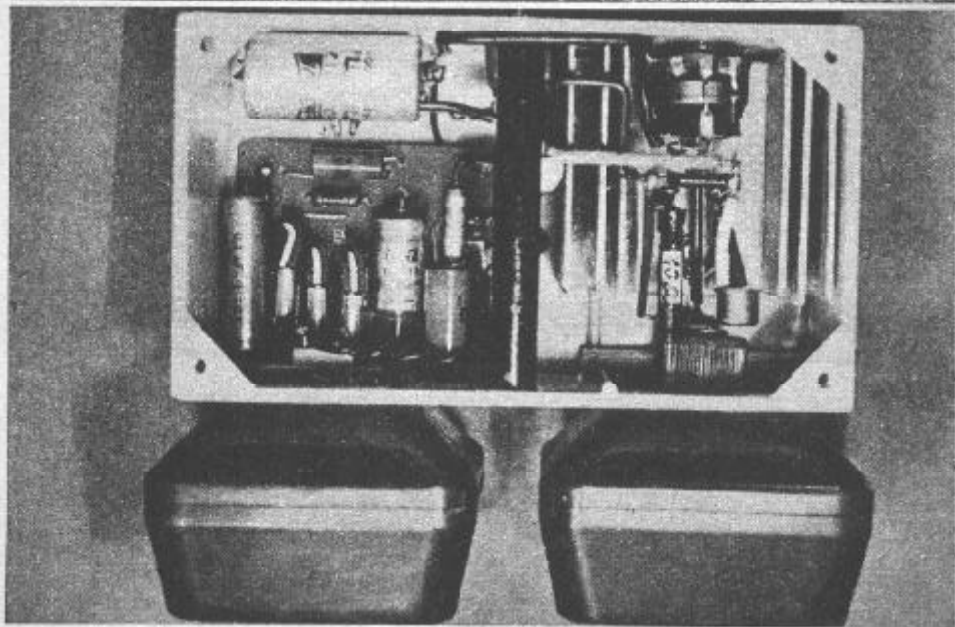
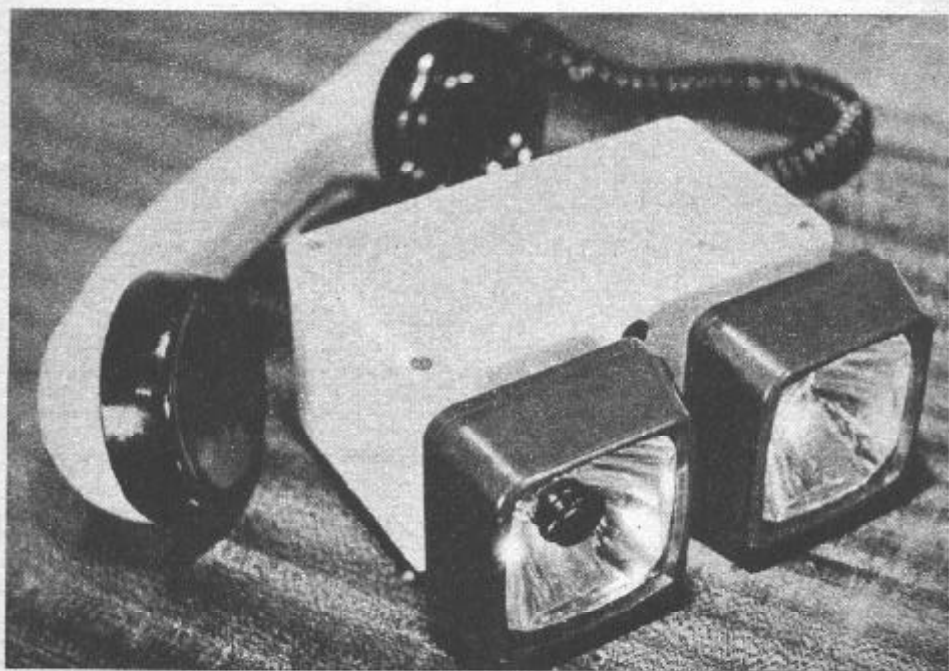
Rys. 6. Układ optyczny odbiornika

mikrofonu i słuchawki połączone z plusem zasilania. Przez środek obudowy przechodzi rurka o średnicy 10 mm służąca jako celownik. Można ją wykonać ze sklejonego papieru nawiniętego na pręt o odpowiedniej średnicy.

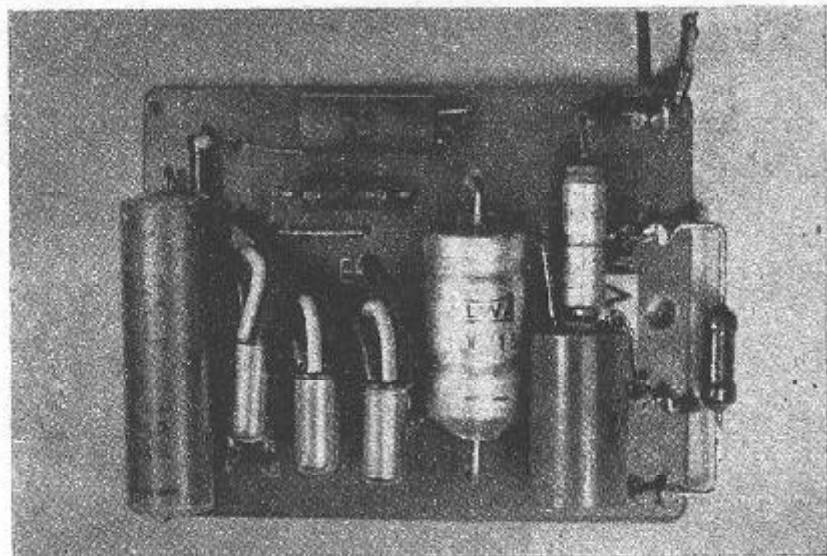
Uruchomienie fototelefonu najlepiej przeprowadzić o zmroku, żeby można było lepiej obserwować kierunek i zasięg strumienia świetlnego wysyłanego ze stacji nadawczej. W miejscu, gdzie znajduje się drugi fototelefon, należy ustawić jakąś białą płaszczyznę, np. arkusz brystolu. Jeśli uda nam się oświetlić tę powierzchnię, to następnie ustawiamy w tym miejscu drugi fototelefon i staramy się dobrać takie jego położenie, w któ-



Rys. 7. Wymiary obudowy







Płytki montażowa odbiornika fototelefonu



rym odbierany sygnał jest najsilniejszy i nic zniekształcony. W tym celu dobrze jest zaopatrzyć obudowę we wkład fotograficzny, przy pomocy którego można fototelefon umieścić na statywie fotograficznym lub przykręcić do jakiegoś przedmiotu wykorzystując imadłko fotograficzne.

Koszt budowy jednego egzemplarza fototelefonu nie powinien przekraczać 300 zł wliczając w to słuchawkę telefoniczną. Fototelefon zasilany jest napięciem 9–12 V, np. z dwóch baterii płaskich połączonych szeregowo. Baterie te można umieścić w obudowie, co pociągnie za sobą zwiększenie jej wymiarów, lub połączyć je z fototelefonem przy pomocy przewodów. Drugi sposób jest bardziej uniwersalny, gdyż pozwala na zasilanie fototelefonu z prostownika sieciowego o odpowiednim napięciu, np. z zasilacza stabilizowanego opisanego w „Młodym Techniku” lub z akumulatora samochodowego.

Mgr Jacek Sawicki