

# PRZYRZĄD DO DEMONSTRACJI FAL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

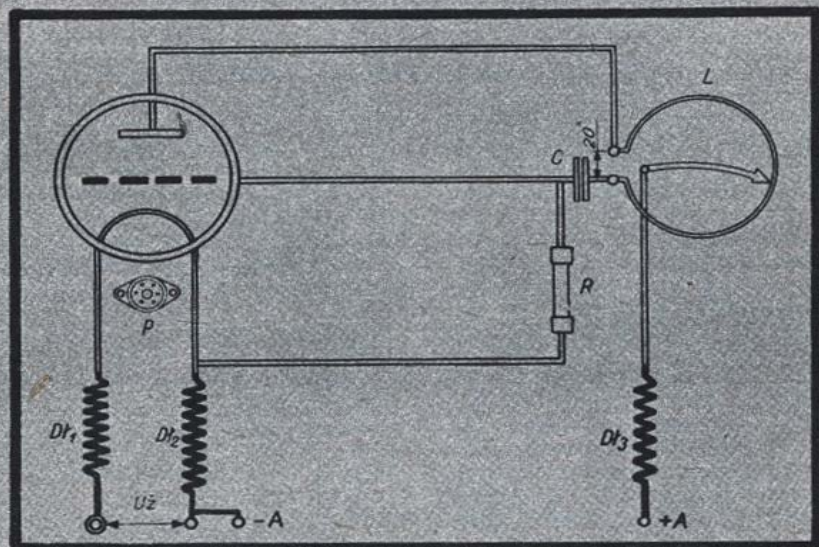
Na lekcjach fizyki, a znacznie częściej na zajęciach szkolnego kółka radioamatorskiego w toku omawiania zjawisk związanych z falami elektromagnetycznymi pomocny będzie niżej opisany przyrząd demonstracyjny z odpowiednim wyposażeniem.

Schemat takiego przyrządu podany jest na rysunku 1. Jak widać ze schematu, jest to generator składający się z niewielkiej ilości elementów: lampy elektronowej (triody), kondensatora o stałej pojemności (C), opornika (R), cewki obwodu rezonansowego (L) i dławików ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ). Cały układ może być zasilany z sieci elektrycznej

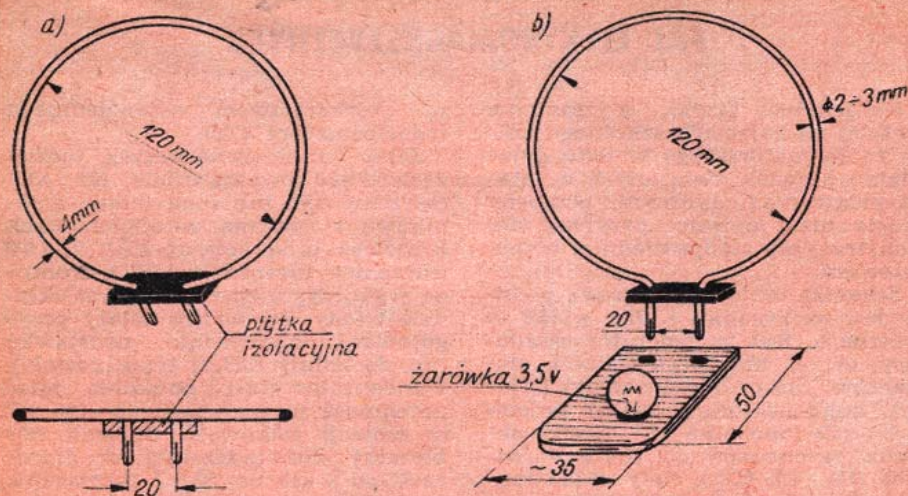
za pośrednictwem odpowiedniego transformatora (Tr).

Jako lampę generacyjną można zastosować dowolną triodę, np. AD1 (żarzenie 4V) lub inną lampę głośnikową stosowaną w odbiornikach krajowej produkcji, np. EB1 21/6,3V (żarzenie), ewentualnie 6L6. Pentodę wykorzystujemy również w układzie triody. Do lampy należy przygotować odpowiednią podstawkę (np. do lampy EBL21 typu „loctal”). Kondensator stały powinien mieć pojemność w granicach 50—100 pF (o izolacji mikowej). Opornik dobieramy doświadczalnie w granicach od 8 k $\Omega$  do 20 k $\Omega$  (obciążenie 3—4 W).

Rys. 1. Układ przyrządu do demonstracji fal elektromagnetycznych.







Rys. 2. Konstrukcja cewek

- a) obwodu rezonansowego generatora  
b) obwodu odbiorczego

Wykonanie omawianego generatora jest dostępne średniozaawansowanym amatorom. Możemy go też zrobić bez większego trudu w szkolnym kółku radioamatorskim.

Uwzględniając postulat pogłębienia, wykonujemy generator w postaci tablicy, gdzie najlepiej będzie widać wszystkie elementy i połączenia. W tym celu przygotowujemy arkusz gumoidu, winiduru lub innego odpowiedniego materiału izolacyjnego (grubości 3–4 mm) o wymiarach jak na rysunku 1. Po oczyszczeniu powierzchni tablicy pokryjemy ją lakierem nitro lub emalią o barwie ciemnoszarej. Następnie z białego papieru wytniemy kontury schematu i nakleimy je na tablicę. Schemat można również wykonać białym lakierem.

W toku dalszej pracy przystąpimy do wykonania części składowych generatora, tj. cewki i dia-

wików. Dławiki prądów wysokiej częstotliwości blokują drogę prądom do obwodów zasilania. Zrobimy je z drutu miedzianego (z izolacją lub bez) o średnicy 1,0–1,5 mm, nawijając go po 40 zwojów na pręt o średnicy 12–16 mm. Po wykonaniu uzwojenia pręt usuwamy, a zwoje rozsuwamy tak, aby odległość między nimi wynosiła około 1 mm.

Cewkę L wykonamy jako jednozwojową o średnicy 120 mm z drutu miedzianego lub rurki miedzianej grubości 4–6 mm, zakończoną wtykami na płytce izolacyjnej. Stosując taką cewkę wytworzymy drgania o częstotliwości około 70 MHz (70 mln. drgań na sek.). Cewka o mniejszych wymiarach pozwoli na uzyskanie wyższej częstotliwości, czyli krótszej fali. Bardzo dobrze byłoby wykonać kilka takich cewek o różnych wymiarach,



kóre można wykorzystać podczas doświadczeń jako elementy wymienne. Dzięki temu moglibyśmy wytwarzać fale radiowe różnej długości. Szczegóły konstrukcyjne cewki obwodu rezonansowego widzimy na rys. 2a, na rys. 2b zaś widzimy cewkę obwodu odbiorczego.

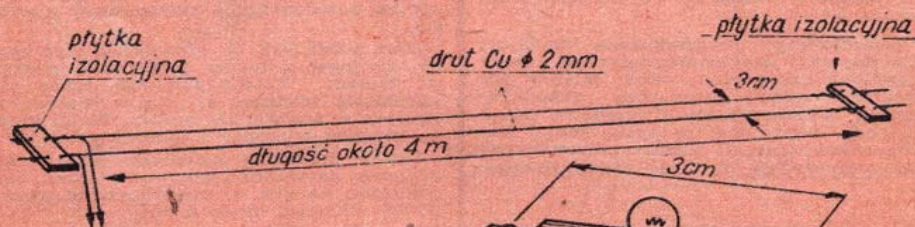
Mając gotowe elementy składowe, możemy przystąpić do złożenia przyrządu. W tym celu przygotowujemy następujące materiały: podstawkę do lampy (1 szt.), gniazdka radiowe (6 szt.) oraz drut miedziany (o średnicy 1,0—1,5 mm). W odpowiednich miejscach tablicy wywiercimy otwory o  $\Phi$  6 mm dla gniazdek służących do zamocowania cewki i otwory na doprowadzenie przewodów zasilających.

Teraz przystąpimy do wykonania połączeń według schematu przed-

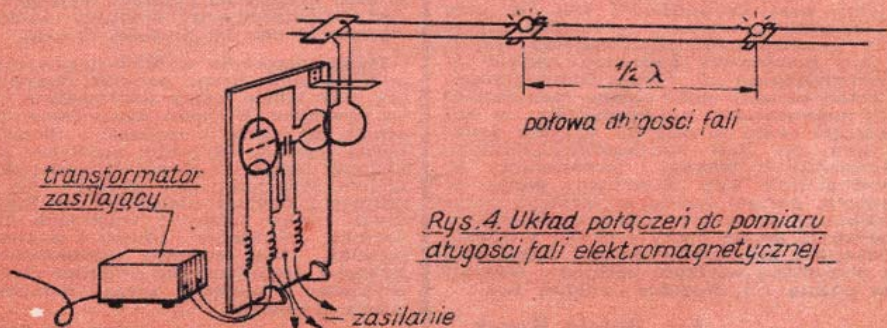
stawionego na rys. 1. Wszystkie połączenia przewodów i części starannie lutujemy.

Przed przystąpieniem do próby generatora musimy przygotować źródła prądu do jego zasilania. Do zasilania generatora potrzebne będą dwa źródła prądu: żarzeniowe o napięciu 6,3 V (lub 4 zależnie od typu lampy) oraz anodowe o napięciu 270—300 V.

Sprawdzenie działania generatora i jego pracy polega na wykryciu w otoczeniu cewki energii elektromagnetycznej (fal elektromagnetycznych). Badania przeprowadzimy za pomocą próbnego obwodu odbiorczego zaopatrzonego w małą żarówkę (3,5 V). Zbliżając obwód kontrolny do cewki generatora (po jego włączeniu) stwierdzimy świecenie się żarówki.



Rys. 3. Sposób wykonania linii pomiarowej i zamontowania żarówki kontrolnej do badania długości fali.



Rys. 4. Układ połączeń do pomiaru długości fali elektromagnetycznej.

Aby komplet demonstracyjny mógł służyć jednocześnie do pomiaru długości fali, musimy uzupełnić go jeszcze linią pomiarową z dwoma wskaźnikami brzuśców fali w postaci żarówek zamocowanych na płytkach ze stykami umożliwiającymi kontakt z przewodami linii. Linia pomiarowa składa się z dwóch przewodów równoległych (wykonanych z drutu) zawieszonych na płytkach izolacyjnych (rys. 3). Jeden koniec linii sprzęgamy indukcyjnie z obwodem generatora, a drugi jej koniec pozostawiamy rozwarty.

### Doświadczenie I

Uruchamiamy generator. Wokół obwodu rezonansowego ma istnieć pole elektromagnetyczne. Zbadamy, czy tak jest istotnie. W tym celu do cewki L zbliżamy obwód kontrolny z żaróweczką. W odległości 5 do 8 cm od obwodu rezonansowego generatora żaróweczka zaświeci się. Oddalając obwód kontrolny od generatora zauważymy, że jasność świecenia szybko maleje, z czego wyprowadzamy wniosek, że energia rozpraszają się.

Rozszerzymy doświadczenie badając, czy energia elektromagnetyczna może przenikać przez różne ciała. Między generator a zwój probierczy wkładamy papier, drewno, szkło i wreszcie metal (blachę). Okaze się, że tylko metal nie przepuszcza energii elektromagnetycznej (fal radiowych) o danej częstotliwości.

### Doświadczenie II

Przekonaliśmy się w poprzednim doświadczeniu, że generator jest źródłem fal elektromagnetycznych. Teraz ciekawi nas, jaka jest długość tych fal. Ustalenie długości fal pozwoli następnie obliczyć nam częstotliwość fali. W celu wykonania pomiaru długości fali użyjemy zestawu uwidocznionego na rys. 4. Linię pomiarową będziemy zasilać za pośrednictwem sprzężenia indukcyjnego. Cewkę obwodu kontrolnego (bez żarówki) umieszczamy na wysięgniku w odległości około 50 mm od obwodu generatora. Na linii umieszczamy żarówkę kontrolną z płytką i przesuwamy ją wzdłuż linii. Gdy znajdziemy punkt, w którym nastąpi świecenie żarówki, pozostawiamy ją w tym miejscu. Następnie podobnie postępujemy z drugą żarówką. Odległość między żarówkami mierzymy, a otrzymaną wielkość będziemy uważali za równą  $1/2$  długości badanej fali.

**Inż. Witold Kozak**