

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok V.

1 Września 1927 r.

Zeszyt 18

Redaktor mjr. inż. K. KRULISZ.

Warszawa, Nowowiejska 54, tel. 522-66.

## WSKAŹNIK KOMPENSACYJNY STAŁOŚCI FALI

Kpt. inż. Janusz Groszkowski.

### W S T Ę P.

W związku z rozwojem radjofonji i rozpowszechnieniem radjofonicznych stacyj nadawczych wysuwa się zagadnienie ścisłego pomiaru jak również utrzymania na stacjach nadawczych stałej długości fali nośnej. Jest to konieczne tak ze względu na wzajemne nieprzeszkadzanie sobie stacyj sąsiadujących ze sobą w szeregu podziału długości fal, jak i ze względu na dalsze stacje odbiorcze o selektywnych układach. Istotnie, utrzymanie stałego miejsca w szeregu fal radjofonicznych jest konieczne dla uniknięcia zachodzenia na siebie widm sąsiednich stacyj, tembardziej, iż zakres przeznaczony dla każdej stacji jest niewielki. Jak wiadomo, wynosi on dziś 10 000 okresów (10 kilocyklów), a w najbliższej przyszłości ma być jeszcze zwężony do 8 000 okr. a to z powodu coraz większej „ciasnoty” w przestrzeni.

Nie zastanawiając się nad zagadnieniem samego utrzymania stałej długości fali, które jest dziś rozwiązywane przy pomocy szeregu systemów (wzbudzenie obce, oscylator kwarcowy, kamerton, regulator mechaniczny Schmid't'a, metoda interferencji Chireix'a i t. p.), rozpatrzę tu jedynie sposoby kontrolowania tej stałości fali.

Oczywiście kontrolowanie stałości fali ma znaczenie przede wszystkim dla takich generatorów nadawczych, które nie posiadają urządzeń, utrzymujących samoczynnie długości fali przy pomocy układów o wybitnie stałym okresie drgań (jak np. oscylator kwarcowy lub harmoniczna kamertonu elektrycznego) a więc dla większości stacyj nadawczych z generatorami o wzbudzeniu obcem, gdzie długość fali uwarunkowana jest stałymi obwodu drgań pobudzonego przez lampę. Jak wiadomo, taki układ nie daje idealnie stałej fali, bowiem, pomimo niezmiennego nastrojenia obwodu, na długość fali wywierają wpływ warunki pracy lampy (napięcie anodowe, zarzenie, sprzężenie zwrotne, stałe obwodów, dobór lamp i t. p.).

W takich wypadkach jest rzeczą niezbędną posiadanie dokładnego falomierza, któryby pozwolił każdorazowo doprowadzić układ do fali, przeznaczonej dla danej stacji, oraz kontrolować, czy w czasie pracy stacji fala ta nie zmienia się (wskutek zmian temperatury, zmian żarzenia i t. p.).

Falomierz ten winien być dokładny oraz, co ważne, wygodny w tym znaczeniu, ażeby uwidaczniał każde odchylenie w długości fali od fali normalnej. Oczywiście, falomierz kwarcowy, aczkolwiek dosko-

nale dokładny, nie będzie do tego celu wygodny, gdyż dla stwierdzenia zgodności fali wymaga wykonania pomiaru t. j. pewnej manipulacji (podobnie jak w zwykłym falomierzu rezonansowym). Co się zaś tyczy falomierza rezonansowego, to, pomijając również tę niedogodność, dochodzi tu jeszcze mała jego czułość w samym punkcie rezonansu, wskutek czego dokładne określenie tego punktu nasuwa pewne trudności.

Oczywiście pomimo to racjonalnie zbudowany falomierz rezonansowy nadaje się doskonale jako wzorzec długości fali. \*)

Wychodząc z założenia braku takiego przyrządu dla kontroli stałości fali w sposób wygodny dla obsługi stacji, kontroli bezpośrednio widocznej a jednocześnie dokładnej, opracowałem system różnicowy oparty na układzie dwóch obwodów z których jeden wykazuje własność oporu pozornego indukcyjnego, drugi — pojemnościowego.

Układ działa na stromej części krzywej rezonansu, gdzie małym zmianom częstotliwości odpowiadają względnie duże zmiany prądów lub napięć.

Wogóle sama idea wykorzystania stromości krzywej rezonansu nie jest nową. Stosuje ją Alexanderson w swoim regulatorze stałości długości fali. Zaś myśl dwóch obwodów rezonansowych nastrojonych jeden wyżej, drugi poniżej rezonansu, została zastosowana w „Urządzeniu do przenoszenia kątów w sposób ciągły, kierowania na odległość i w falomierzu wskazówkowym” przez kmr. por. inż. F. Dyrnę.\*\*)

W urządzeniu tem każdy z obwodów działa zmianą średniej (detekcja) lub skutecznej (efekt cieplny) wartości prądu w obwodach w sposób różnicowy na układ przekaźnikowy. Czułość tego urządzenia — pomijając już nawet jego odmiennosć zastosowania — jest przeto niewielka, aczkolwiek niewątpliwie znacznie większa od czułości osiągniętej przy użyciu jednego obwodu (płaski wierzchołek krzywej rezonansu), dzięki pracy na stromej części krzywej rezonansu.

Pozatem, w razie zastosowania tego urządzenia w takiej postaci jako wskaźnika stałości fali wysunęłaby się jedna trudność: Stan równowagi

\*) „The Exact and Precise Measurement of Wavelength in Radio Transmitting Stations. Raymond Braillard and Edmond Divoire. Exp. Wireless a. Wireless Engineer, 1927, June p. 322.

\*\*) Patent Rzpl. Polsk. No.

układu zależny jest nie tylko od nastrojenia obwodów, lecz ponadto od rodzaju urządzeń detekcyjnych lub termoelektrycznych — od ich charakterystyk, a więc co gorsze, od natężenia prądów w obwodach czyli od stopnia sprzężenia układu z generatorem kontrolowanym.

Dobranie bowiem tych charakterystyk identycznych jest rzeczą niezmiernie trudną.

Otóż w urządzeniu poniżej opisanym trudności te zostały usunięte, zaś czułość znacznie powiększona przez wprowadzenie idei kompensacji sił elektromotorycznych.

Ażeby kompensacja sił elektromotorycznych zmiennych była zupełna, musi ona występować tak co do amplitud jak i co do fazy. Dzięki temu uzyskuje się ogromną czułość urządzenia, a następnie unika się potrzeby wyrównywania dwóch urządzeń detekcyjnych, bowiem stosuje się jedno wspólne urządzenie detekcyjne dla kontroli kompensacji.

Metoda ta, jak każda metoda kompensacyjna, jest metodą zerową.

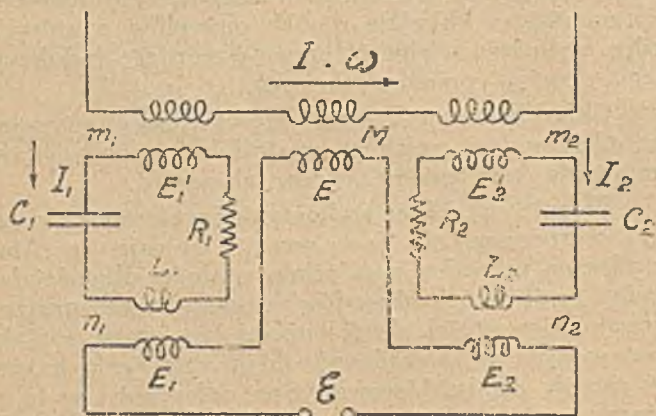
*Zasada metody kompensacyjnej.*

Obwód z prądem  $I$  o kontrolowanej długości fali  $\lambda$  a więc odpowiadającej jej pulsacji

$$\omega = 2\pi f, f = \frac{v}{\lambda}, T = \frac{\lambda}{v} \dots (1)$$

( $v$  = szybkość światła =  $3 \cdot 10^{10}$  cm/sek)

działa po przez sprzężenie indukcyjne  $m_1$  i  $m_2$  na dwa obwody (rys. 1) złożone z pojemności, indukcyjności i oporności:  $C_1, L_1, R_1$  i  $C_2, L_2, R_2$ .



Rys. 1.

Pod wpływem prądu  $I$  w obwodach tych powstaną siły elektromotoryczne odpowiednio

$$E_1' = -j\omega m_1 I \quad E_2' = -j\omega m_2 I \dots (2)$$

które dadzą prądy

$$I_1 = \frac{E_1'}{R_1 + jX_1} \quad I_2 = \frac{E_2'}{R_2 + jX_2} \dots (3)$$

Jeśli oznaczymy opory urojone

$$\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} = X_1 \quad \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} = X_2 \dots (4)$$

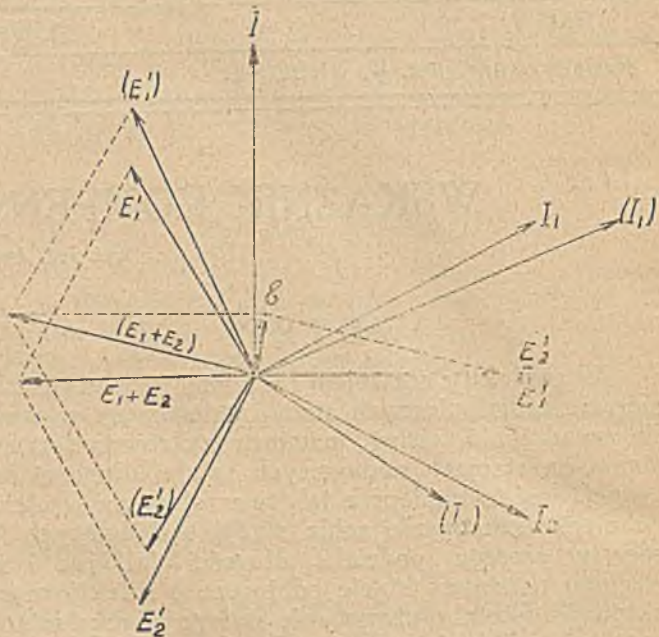
W dalszym ciągu prądy  $I_1$  i  $I_2$  przez sprzężenie  $n_1$  i  $n_2$  indukują w cewkach obwodu wskaźnikowego SEM-ne

$$E_1 = -j\omega n_1 I_1 \quad E_2 = -j\omega n_2 I_2 \dots (5)$$

oraz ponadto prąd  $I$  przez sprzężenie  $M$  siłą elektromotoryczną

$$E = -j\omega MI \dots (7)$$

W ten sposób, w obwodzie wskaźnikowym,



Rys. 2.

działają trzy SEM-ne, dające wypadkową po przekształceniu

$$\epsilon = -\omega^2 I \left\{ \frac{m_1 n_1}{R_1 + jX_1} + \frac{m_2 n_2}{R_2 + jX_2} \right\} - j\omega MI \dots (7)$$

Czyniąc w układzie:

$$n_1 = n_2 = n \quad R_1 = R_2 = R \dots (8)$$

otrzymamy:

$$-\epsilon = \omega^2 n I \left\{ \frac{m_1}{R + jX_1} + \frac{m_2}{R + jX_2} \right\} + j\omega MI \dots (9)$$

Po przekształceniach prowadzących do oddzielenia części rzeczywistej i urojonej i po przyrównaniu każdej z nich oddzielnie do zera, otrzymamy warunki skompensowania sił elektromotorycznych.

Dla części rzeczywistej

$$\frac{m_1}{R_2 + X_1^2} + \frac{m_2}{R_2 + X_2^2} = 0 \dots (10)$$

Jeśli dla dogodności dobierzemy  $X_1$  i  $X_2$  tak, aby

$$X_1 = -X_2 = X_0 \dots (11)$$

wówczas warunek (10) będzie spełniony dla

$$m_1 + m_2 = 0$$

czyli dla

$$m_1 = -m_2 = m \dots (12)$$

Dla części urojonej

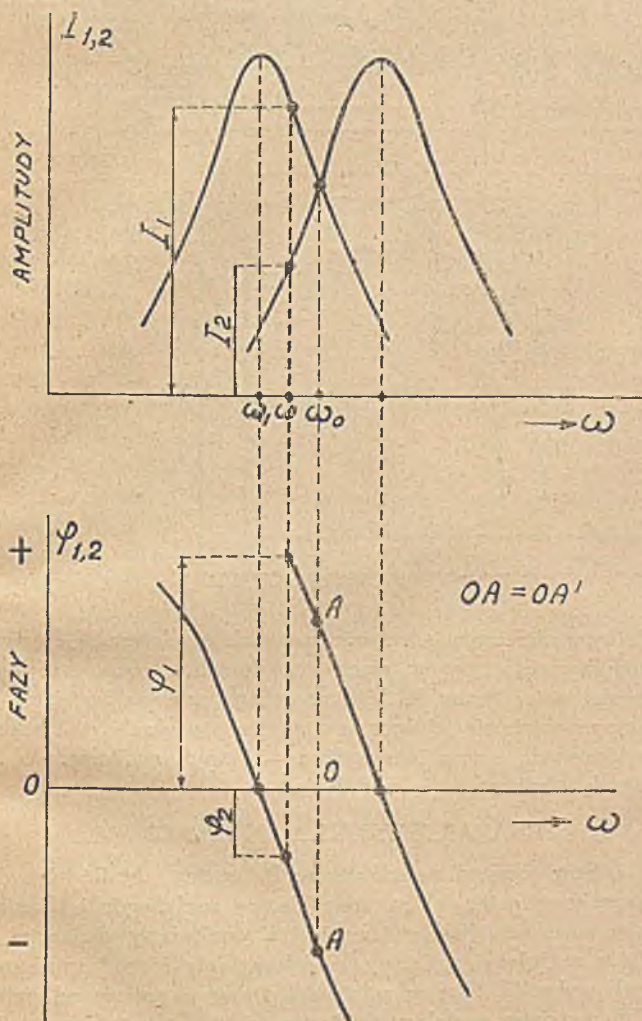
$$-\left\{ \frac{m X_1}{R^2 + X_0^2} + \frac{m X_0}{R^2 + X_0^2} \right\} + M = 0$$

stąd

$$M = \frac{2\omega m n X_0}{R^2 + X_0^2} \dots (13)$$

Widzimy zatem, iż dla pewnej częstotliwości w układzie powyższym przy równych oporach ob-

wodów R, następnie przy rozstrojeniu jednakowym obwodów: jednego poniżej rezonansu, drugiego powyżej, przy odpowiednio dobranych wartościach i znakach sprzężeń m i n uzyskuje się zupełną kompensację SEM-nych przy pewnej wartości sprzężenia M, określonej wyrażeniem (13). Siła elektromotoryczna wprowadzona przez sprzężenie M jest niezbędna, aby skompensować sumę SEM-nych, pochodzących od obwodów I i II, jak to uwidacznia wykres wektorowy (rys. 2).



Rys. 3.

Oczywiste jest iż skompensowanie jest spełnione przy danej pulsacji  $\omega = \omega_0$ , niezależnie od amplitudy prądu kontrolowanego I.

Pulsacja, dla której mamy kompensację, jest określona zależnościami

$$X_0 = \left( \omega_0 L_1 - \frac{1}{\omega_0 C_1} \right) = - \left( \omega_0 L_2 - \frac{1}{\omega_0 C_2} \right) \quad (14)$$

Jeśli oba obwody są prawie identyczne, a więc

$$R_1 = R_2 = R, C_1 = C_2 = C, L_1 \approx L_2 \quad (15)$$

a przeto i ich dekrementy tłumienia są równe

$$\vartheta_1 = \vartheta_2 = \pi R \omega C \quad (16)$$

zaś różnią się jedynie nieznacznym rozstrojeniem dzięki indukcyjnościom  $L_1$  i  $L_2$ , wówczas

$$X_0 = \frac{1}{\omega_0 C} \left[ \left( \frac{\omega_0}{\omega_1} \right)^2 - 1 \right] = - \frac{1}{\omega_0 C} \left[ \left( \frac{\omega_0}{\omega_2} \right)^2 - 1 \right] \quad (17)$$

gdzie

$$\omega_1^2 = \frac{1}{L_1 C} \quad \omega_2^2 = \frac{1}{L_2 C} \quad (18)$$

są pulsacjami drgań własnych odpowiednich obwodów. Z równości (17) otrzymujemy

$$\left( \frac{\omega_0}{\omega_1} \right)^2 + \left( \frac{\omega_0}{\omega_2} \right)^2 = 2 \quad (19)$$

Ponieważ jednak,

$$\omega_1 \approx \omega_2 \approx \omega_0 \quad (20)$$

przeto z (19)

$$\omega_1 \omega_2 = \omega_0^2 \quad (21)$$

Oznacza to nieznaczące przesunięcie wzajemne dwóch identycznych krzywych rezonansu obu obwodów (rys. 3).

(c. d. n.).

## Informacje.

### „Tydzień radjowy”.

Ukazał się Nr. 7 ilustrowanego czasopisma programowego „Tydzień Radjowy” znajdujemy m. in. następujące artykuły, prace i notatki, przede wszystkim „Najważniejsze wyjątki z rozporządzeń i ustaw, dotyczących radiofonji w Polsce”. Jest to bogaty materiał informacyjny, a równocześnie przestroga dla t. zw. pajęczarzy, z którymi planową walkę podjęto obecnie przy poparciu Władz. Dalej zeszyt zawiera: streszczenie świetnych wykładów prof. Dr. W. M. Kozłowskiego p. t. „Idea nieśmiertelności u starożytnych Greków”, audycje muzyczne i t. zw. „mówione”, doskonały feljeton M. Janowskiego p. t. „Manekin”, interesujący zawsze dział „Nowin radjowych”, przegląd wydawnictw radjowych i ogłoszenie o II. ankiecie „Tygodnika Radjowego” w sprawie programów zagranicznych.

### Zmiana fali stacji Poznańskiej.

„Tydzień Radjowy” Nr. 16 donosi: Wobec licznych narzekania, otrzymywanych od radioamatorów, że stacja poznańska interferuje z Gdańskiem i Klagenfurtem, zamierzamy z dniem 15 sierpnia b. r. rozpocząć próbną nadawania na fali 280,4 m. Posunięcie fali z 270,3 na 280,4 m. na odbiorniki kryształkowe nie wpłynie zupełnie, nie będzie więc potrzeba odbiorników ani też cewek zamieniać, a posiadacze odbiorników lampowych będą słyszeli Poznań poniżej Dortmundu. — O wynikach słuchania prosimy zawiadomić natychmiast „Radjo Poznańskie”, Poznań, Skrzynka Poczтовая 14.

## Wiadomości Techniczne.

### Nowy nadajnik radjostacji MGSPS.

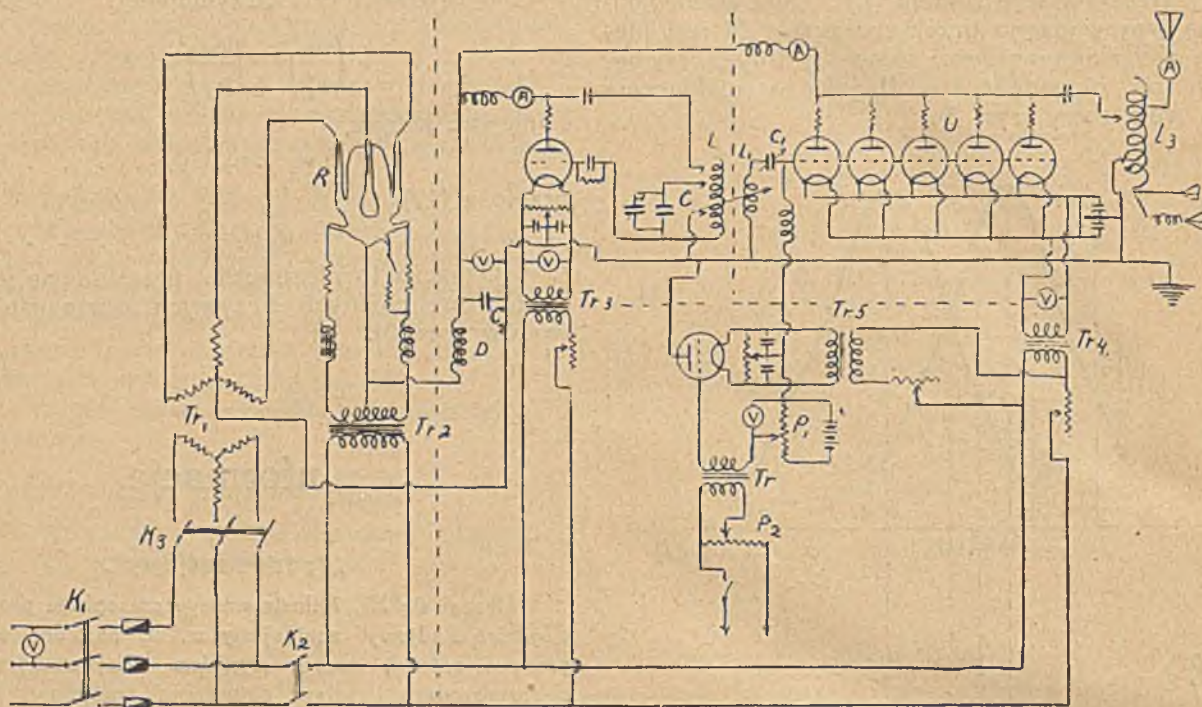
(Moskiewskiego Gubernjalnego Sowiegu Związków Zawodowych)

Przebudowa radjostacji MGSPS rozpoczęta została od ustawiania nowych masztów. Na masztach tych zawieszona została antena: pozioma jej część, długości 35 metrów, składa się z 5 promieni, a pionowa, długości 38 metrów, — z 3 promieni. Pod masztami na wysokości 2 metrów, nad dachem Domu Związków, umieszczona została rozgałęziona przeciw-

waga, składająca się z dwóch izolowanych od siebie części. Każda część ma osobne doprowadzenie do nadajnika,

Zamiast starego nadajnika, mającego moc 100 watów, pracującego wg. schematu Heising'a, postanowiono zbudować nowy nadajnik, w innym lokalu i wg. nowego schematu.

lamp i wtedy w takt z prądem modulacyjnym zmieniałyby się napięcie na siatkach tych lamp, a więc i moc drgań w antenie. Byłby to zwykły sposób modulacji na siatkę. Lecz modulować można również, zmieniając wielkość oporu wewnętrznego, włączonej pomiędzy siatkę a katodą lampy. W tym charakterze



Ustawianie masztów ukończone zostało już we wrześniu 1926 r., lecz pertraktacje o otrzymanie nowego lokalu trwały dosyć długo i zakończone zostały dopiero w listopadzie, kiedy rozpoczęto roboty związane z budową nowego nadajnika.

Nowy nadajnik postanowiono budować wg. schematu modulacji w obwodzie siatki, z niezależnym wzbudzeniem.

#### SCHEMAT.

Schemat nadajnika uwidocznił się na rys. 1. Nadajnik zasilany jest od sieci trójfazowego prądu miejskiego, który przez wyłącznik drążkowy  $K_3$  przechodzi na pierwotne uzwojenie transformatora  $Tr$ , podwyższającego napięcie do 6.600 woltów. Prąd wysokiego napięcia wyprostowuje się przy pomocy trójfazowego prostownika rtęciowego  $P$ , i dalej pulsujący prąd przechodzi do filtra, składającego się z dławika  $D$  i kondensatora  $C_2$ . Stąd prąd stały o napięciu 4 000 woltów przechodzi na anody lamp. Transformator  $Tr_2$  zasila łuk rtęciowy.

Drgania wielkiej częstotliwości wywoływane są jedną lampą  $W-500$ , pracującą wg. układu trzech punktów. Drgania te przechodzą z obwodu LC przez indukcyjnie z nim związaną cewkę  $L_1$ , na siatki pięciu takich samych lamp, włączonych równolegle, które wzmacniają te drgania i przekazują je do anteny. W ten sposób te pięć lamp pracują w charakterze wzmacniacza wielkiej częstotliwości. Cewką  $L_3$  antena nastawia się na falę obwodu LC.

#### MODULACJA.

Jak już zaznaczyliśmy schemat pracuje wg. schematu modulacji w obwodzie siatki, polegającej na tym, że moc drgań w antenie zależną jest od potencjału na siatkach lamp wyjściowych. Można byłoby kierować prąd modulacyjny na siatkę tych

służyć w niniejszym schemacie wzmacniająca lampa  $M$ . Napięcie modulacyjnego prądu przez transformator  $Tr_1$  przechodzi na siatkę tej lampy. W takt ze zmianą napięcia na siatce tej lampy zmienia się jej opór, a więc, i napięcie na siatkach lamp wyjściowych, a co z tego wynika — i prąd w antenie. W ten sposób skutecznia się modulacja.

#### CHARAKTERYSTYKA MODULACYJNA.

Przy pomocy potencjometru  $P$  można ustalić dowolny początkowy potencjał na siatce lampy modulacyjnej. Manipulując suwakiem tego potencjometru, zmieniamy potencjał na siatce modulacyjnej lampy, a jednocześnie i prąd w antenie. Jeśli wykreślić krzywą zależności prądu w antenie od potencjału na siatce modulacyjnej lampy, otrzyma się tak zw. modulacyjną charakterystykę nadajnika. Przy prawidłowo dobranych warunkach charakterystyka ta w większej swej części powinna być linią prostą. Linia prosta charakterystyki jest dowodem proporcjonalności pomiędzy prądem w antenie i potencjałem na siatce modulacyjnej lampy, a więc i możliwości niezniekształconego nadawania.

Nowy nadajnik składa się z 5 szaf. Pierwsza mieści w sobie transformator i kenotrony dla otrzymywania stałego prądu wysokiego napięcia. Kenotrony te nie mają ścisłego związku z nadajnikiem; używane one są w tym czasie kiedy nadajnik pracuje dla celów laboratoryjnych. W drugiej szafie umieszczono rtęciowy prostownik. W następnej — wzbudnica z obwodem drgań. W czwartej — pięć wyjściowych lamp i lampa modulacyjna. W ostatniej — cewka antenowa i rączka dla przyłączenia anteny i przeciwwagi do ziemi.

W grudniu 1926 r. zakończony został całkowity montaż stacji. Od lutego 1927 r. stacja nadaje normalnie. Największa moc nadajnika około 2.5 Kw. (Radiolubitel Nr 3 — 1927 r. Moskwa).  
H. T.