

PRZEGLĄD  
RADJOTECHNICZNY

Rok 1927.



# SPIS RZECZY

(Liczby oznaczają strony).

## ANTENY.

Ogólne zasady projektowania anten, K. K. 29.

## FALE KRÓTKIE.

Krótkofalowa radjokomunikacja na dalekie odległości, S. M. Aisenstein, 34, 42.

Stan obecny techniki fal krótkich, mjr. inż. K. Krulisz, 9, 17.

## LAMPY KATODOWE.

Lampa katodowa ekranowana H. J. Rounda, inż. J. Plebański, 86, 96.

## ODBIORNIKI

Objektywne badanie odbiorników metodą laboratoryjną, inż. J. Plebański, 46.

Trzaski w odbiornikach i sposoby ich wyeliminowania, inż. J. Plebański, 58.

## OSOBISTE.

25-lecie pracy naukowej prof. D. Sokolcowa, 41.

## ORGANIZACJA.

Doświadczalny Instytut Radjotechniczny w Warszawie, Komunikat Centr. Komitetu Zrzeszeń Radjotechnicznych, 49.

Przybliżony kosztorys i szkic eksploatacyjny Instytutu Radjotechnicznego, J. G. 52.

Znaczenie Doświadczalnego Instytutu Radjotechnicznego dla szkolnictwa, prof. D. Sokolcowa, 51.

## RADJOTELEFONJA.

Radjotelefonja bez fali nośnej, inż. J. Kadenacy, 61, 89.

## STACJE RADJOTELEGRAFICZNE.

Stacja radjotelegraficzna AXJ w Poznaniu, mjr. inż. K. Krulisz, 81.

## TEORJA OGÓLNA.

Kinetyczne wyprowadzenie pierwszego wzoru Richardsona na prąd emisji elektronowej, dr. inż. T. Malarski, 54.

Kompensacyjna metoda badania pól elektrycznych, kpt. inż. J. Groszkowski, 1.

O nowych badaniach nad emisją elektronów przez ciała ogrzane do wysokich temperatur, dr. inż. T. Malarski, 25, 33.

O rezonansie elektrycznym w obwodzie, w którym kondensator jest zwarty opornością, prof. dr. M. Jeżewski, 73.

Tymczasowa notatka o zamierzonej zmianie stałych we wzorze Austin-Cohena, L. W. Austin, ref. S. J. 14.

Wskaźnik kompensacyjny stałości fali, kpt. inż. J. Groszkowski, 69, 76.

W sprawie obliczenia dławika modulacyjnego, mjr. inż. K. Krulisz, 4.

## TRANSFORMATORY.

Kilka uwag o wykorzystaniu transformatorów dla celów prostowniczych, mjr. inż. K. Krulisz, 95.

## BIBLIOGRAFJA.

„Lampy katodowe” kpt. inż. J. Groszkowskiego w wydaniu francuskim, K. K. 60.

## INFORMACJE

Komunikacja z Beyrutem, 24 .

Kongres Radjotelefoniczny w Waschingtonie, 80.

Lwowska opera transmitowana przez „Polskie Radio”, 80.

Próby zasięgu stacji radjofonicznej Stuttgart, 16.

Radjofonja w Niemczech, 24.

Radjotelefonja na stałkach przybrzeżnych, 32.

Radjotelefonja w Boliwji, 32.

Stacja radjofoniczna w Krakowie, 32.

Stacja radjofoniczna w Peru, 32.

Trust fabryk prądów słabych w Rosji, H. T. 47, 59.

Wyniki kongresu radjotechnicznego w Poznaniu, L. Kozłowski, 24.

Zmiana fali stacji Poznańskiej, 71.

## KOMUNIKATY.

Komunikaty Zarządu S. R. P., 48, 66, 80, 88.

## PRZEGLĄD LITERATURY.

Tydzień Radjowy, 71, 80.

## REFERATY.

Anteny o wielkiej rozpiętości, S. J. 16.

Notatki o pewnych anomaljach w rozchodzeniu się fal krótkich, S. J. 79.

Radjostacja korespondencyjna dla fal krótkich, S. J. 16.

Rozwój komunikacji krótkofalowej w St. Zj. Am. Póln.  
K. K. 88.

Sprawozdanie podkomisji przepisowej P. K. E. dla spraw  
radjotechnicznych, w sprawie przeszkód elektrownianych przy  
odbiorze radiotelegraficznym, 8.

#### WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Charakterystyczne cechy schematu nadajnika „Nowego  
Kominternu”, H. T. 64.

Czuły przekaźnik lampowy, D. M. Sokolcow 7.  
Laboratorium Niżegorodskie, H. T. 22.

Lampy z katodą nagrzewaną pośrednio prądem zmiennym  
z sieci, inż. J. Plebański, 40.

Najnowsze wyniki badań nad przeszkodami w odbiorze  
wywołanymi przez tramwaje, K. K. 32

Nowy nadajnik radiostacji MGSPS, H. T. 71.

Wybór ogniw baterji anodowych, H. T. 23.

---

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok V.

1 Stycznia 1927 r.

Zeszyt 1—2

Redaktor inż. mjr. K. KRULISZ.

Warszawa, Nowowiejska 54, tel. 252-75.

## KOMPENSACYJNA METODA BADANIA PÓL ELEKTRYCZNYCH

kpt. inż. **Janusz Groszkowski.**

- I. Zagadnienie badania rozkładu pól elektrycznych.
- II. Wady istniejących metod. Zniekształcenie pola przez sondę.
- III. Zasada kompensacji.
- IV. Lampa katodowa z siatką izolowaną, jako wskaźnik zerowy

### I. Zagadnienie badania rozkładu pól elektrycznych

Doświadczalne badanie rozkładu pola elektrycznego w izolatorach należy bodajże do jednych z najtrudniejszych zagadnień nawet przy dzisiejszym stanie techniki pomiarowej.

W całym szeregu zagadnień fizycznych i elektrotechnicznych przebiegi pola elektrycznego nie zawsze dają się wyznaczyć na drodze teoretycznej.

Aczkolwiek dla niektórych układów elektrycznych prawidłowych, wyznaczenie rozkładu pola nie nastęcza zbyt trudności, o ile może być uskutecznione drogą bądź analityczną, bądź graficzną, to jednak sprawa ta komplikuje się znacznie, czy to w wypadku badania przebiegu pola na krawędziach (linje sił rozproszone), czy też pól wytworzonych przez elektrody o nieprawidłowym kształcie albo wreszcie wpływu różnych dielektryków o nieprawidłowej postaci.

W takich wypadkach pozostaje jedynie metoda graficzna wyznaczania przebiegu linii sił pola, a stąd powierzchni ekwipotencjalnych — metoda bardzo żmudna, dająca często wyniki wątpliwej wartości, jako metoda przybliżona, a oparta w dużym stopniu na intuicji wykreślającego.

Tęgo rodzaju zagadnienia spotyka się w radjotechnice np. przy projektowaniu anten, gdzie poznanie rozkładu pól ze względu na racjonalną budowę uziemienia posiada doniosłe znaczenie w technice wysokich napięć, przy budowie izolatorów, przy badaniu rozkładu pól w lampach katodowych i t. d.

### II. Metoda sondy. — Zniekształcenie pola przez sondę.

Wyznaczenie przebiegu i rozkładu pola sprowadza się do pomiaru potencjału poszczególnych punktów w badanym polu elektrycznym.

Dla wykonania pomiaru potencjału danego punktu

tu pola niezbędne jest wprowadzenie do niego t. zw. sondy. Jest to przewodnik zazwyczaj metalowy określonego kształtu, który — przez połączenie z urządzeniem pomiarowym tego lub innego rodzaju — powinien umożliwić określenie potencjału odpowiedniego punktu pola.

Niedogodności, wynikające z faktu wprowadzenia sondy do pola są aż nadto oczywiste. Niemniej jednak jest to zło konieczne, którego uniknąć nie można. Nie pozostaje przeto nic innego, jak tylko zmniejszyć do minimum wynikające stąd komplikacje i błędy.

Obecność sondy o niewielkich nawet wymiarach w polu wywiera niepożądane wpływy dwojakiego rodzaju.

1. Zniekształca ona przebieg pola w najbliższym swym otoczeniu przez to, iż sonda, będąc przewodnikiem, stanowi powierzchnię ekwipotencjalną w polu.

2. Może zniekształcać przebieg pola w dalszej odległości, a więc wogóle rozkład potencjałów; dzięki temu, iż jest połączona z urządzeniem pomiarowym, którego wymiary nie mogą być uczynione dowolnie małymi, a które posiada — ogólnie biorąc — jakiś potencjał.

Co do punktu pierwszego, zmniejszenie niepożądanych wpływów, wynikających z obecności sondy uskutecznia się przez wybór właściwego jej kształtu. Gdyby przewód łączący sondę z przyrządami pomiarowymi można by nie brać pod uwagę, wówczas doszlibyśmy do pojęcia t. zw. sondy punktowej, która by przyjmowała potencjał pewnego punktu pola. Dokładność zbadania rozkładu potencjału byłaby tem większa, im mniejsze wymiary — w stosunku do wymiarów elektrod wytwarzających pole — miałyby właściwa sonda.

Jednakowoż usunięcie wpływu doprowadzeń napotyka na znaczne trudności i to tem znaczniejsze, im mniejsze wymiary posiada układ poddany badaniu.

Łatwiejsze rozwiązanie ma miejsce przy użyciu sondy linjowej, będącej jednocześnie doprowadzeniem do urządzenia pomiarowego. Ponieważ tak son-

da, jak i doprowadzenie sporządzone są z drutu, wówczas tylko nie zniekształcają pola, o ile będą leżeć ściśle w powierzchni ekwipotencjalnej pola. Ten rodzaj sondy nadaje się przeto przedewszystkiem do układów o kształtach utworzonych przez ruch prostej (układy płaskie, cylindryczne i t. p., mające przynajmniej jedną oś).

W tych wypadkach pewne kłopoty sprawia ta część sondy (lub doprowadzenia), która przechodzi przez pole krawędzi, gdzie warunek styczności sondy do powierzchni ekwipotencjalnej może nie być spełniony.

Wpływ tego wyrazi się przez przesunięcie się powierzchni ekwipotencjalnej w pobliżu sondy, tem znaczniejsze, im więcej powierzchni ekwipotencjalnych o wyższym lub niższym potencjale przecinałaby sonda w polu, jakie było przed zniekształceniem.

Co się tyczy drugiego rodzaju wpływu sondy, wywołanego przez to, iż sonda musi być połączona z urządzeniem pomiarowym, to jest on trudniejszy do usunięcia i stanowi poważne źródła błędów przy pomiarach. Bowiem urządzenie pomiarowe (iskierownik — przy badaniach izolatorów metodą R. Nagel'a<sup>1)</sup>, elektrometr posiadający zazwyczaj względem otoczenia, a przez to względem elektrod badanego układu pewną pojemność, która, zazwyczaj duża w stosunku do pojemności sondy, znacznie może zmienić rozkład potencjału w badanym punkcie.

A. Schweiger<sup>1)</sup> dla badania izolatorów wysokiego napięcia stosuje t. zw. metodę elektroskopową: Do sondy, umieszczonej w badanym punkcie pola, przymocowany jest niewielki listek — elektroskop — (nitka szklana, jedwabna lub t. p.), z którego wychylenie obserwuje się przy pomocy lunety z podziałką. Następnie, po odłączeniu jednego z biegunów napięcia wytwarzającego pole, łączy się sondę z takim odgałęzieniem wtórnego uzwojenia transformatora, aby otrzymać to samo wychylenie (rys. 1).

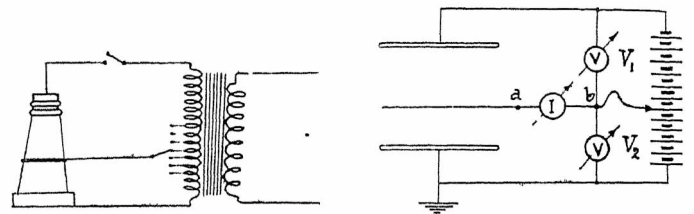
Metoda ta, aczkolwiek — jak zaznacza jej autor, — daje dostateczną dla celów praktycznych dokładność, posiada jednak tę wadę, iż wymaga wysokich napięć, oraz specjalnego transformatora z odgałęzieniami. Pozatem, jeśli wymiary listka elektroskopu nie są dostatecznie małe wobec wymiarów badanego izolatora, wówczas wychylenie listka będzie jeszcze zależało od rozkładu potencjałów w sąsiednich punktach poniżej i powyżej sondy.

### III. Zasada kompensacji.

Szereg niedogodności wynikających ze zniekształcenia pola na skutek niedoskonałego (czy też wogóle niemożności) odosobnienia sondy w przestrzeni, może być usunięty przez zastosowanie metody

kompensacji. Istota tej metody polega na nadaniu sondzie takiego potencjału, jaki panuje w danym punkcie pola. Wówczas oczywiście, jeśli abstrahować od zniekształcenia, wywołanego sondą, jako taką — odizolowaną — zniekształcenia w dalszym przebiegu pola nie będzie, bowiem między sondą a zajmowaną przez nią linią w powierzchni ekwipotencjalnej pola różnic potencjałów nie będzie. Jest więc to zasada kompensacji z zerowym wskaźnikiem różnicy potencjałów (rys. 2). Tutaj opory izolacji urządzenia pomiarowego nie odgrywają roli, bowiem połączenie oporem punktów *a* i *b* nie wpłynie na pomiar, jeśli tylko wskaźnik *I* jest dostatecznie czuły.

Ze względu na większą czułość wskaźników na prąd zmienny<sup>1)</sup> daleko korzystniej w wielu wypad-



Rys 1

Rys. 2

kach jest zastosować tu układ dla prądu zmiennego, pod warunkiem, że w każdej chwili kompensacja będzie zgodna co do amplitudy i co do fazy.

Tu może być zastosowany układ potencjometryczny podziału potencjałów między elektrodami (rys. 3).

Wyszukiwanie odpowiedniego położenia ruchomego kontaktu na potencjometrze odbywa się tak długo, aż wskaźnik da zero wychylenia. Wówczas w punkcie równowagi pole nie jest zniekształcone, zaś wskazania woltmierzów lub wielkości oporów  $R_1$  i  $R_2$  określają mierzony potencjał.

Ostrożności, jakie należy tu przedsięwziąć, są następujące:

1. długość fali, odpowiadająca częstotliwości prądu zmiennego winna być wielka w stosunku do wymiarów geometrycznych układu;

2. oporności  $R_1$  i  $R_2$  winny być dla danej częstotliwości czysto omowe, aby otrzymać zgodność faz przy kompensacji.

Obydwa układy mogą być porównane do układów mostkowych dla prądu stałego i prądu zmiennego. Szczególniej ten ostatni zbliżony jest do mostku pojemnościowo-oporowego (rys. 4), w którym warunek równowagi określa się równaniem

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}{r_2 + \frac{1}{j\omega C_2}}$$

<sup>1)</sup> A. Schweiger, Elektrische Festigkeitslehre, 2 wyd. 1925.

<sup>1)</sup> amplifikatory z lampami katodowymi.

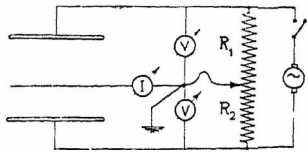
które, w założeniu  $r_1 = r_2 = 0$ , daje

$$R_1 : R_2 = C_2 : C_1.$$

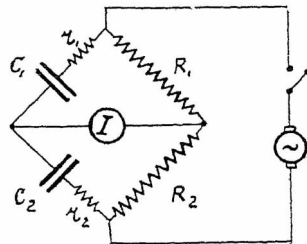
W wypadku równowagi (potencjał w a równa się potencjałowi w b), prąd płynący przez pojemności  $C_1$  i  $C_2$  (w szereg) daje spadki napięć  $V_1 = I \frac{1}{\omega C_1}$  i  $V_2 = I \frac{1}{\omega C_2}$ , a przeto

$$V_1 : V_2 = R_1 : R_2.$$

W układzie tym  $C_1$  i  $C_2$  oznaczają pojemności sondy względem odpowiednich elektrod wytwarzających badane pole.



Rys. 3



Rys. 4

IV. *Lampa katodowa z siatką izolowaną, jako czuły wskaźnik różnicy potencjałów.*

Jako bardzo czuły wskaźnik zerowy dla metody kompensacyjnej prądu zmiennego służyć może lampa katodowa trójelektrodowa ze swobodną (izolowaną) siatką.

Jeśli w lampie o dobrej próżni i dobrej izolacji pozostawić siatkę z niczem nie połączoną, wówczas siatka ładuje się — dzięki początkowej szybkości elektronów — do pewnego potencjału ujemnego.

Oczywiście prąd anodowy ustali się na wartości, odpowiadającej temu potencjałowi. W układzie takim, dzięki znikomo małej wejściowej pojemności<sup>1)</sup> (pojemność ta może być uczyniona możliwie małą przez właściwe zestawienie obwodu anodowego), małe zmiany ładunku, indukowane na siatce, wywołują duże zmiany jej potencjału. Jednocześnie, dzięki detekcyjnemu działaniu na zakrzywieniu charakterystyki prądu siatki, otrzymuje się zmniejszenie średniej wartości prądu anodowego, obserwowane na miliamperomierzu. Dla podwyższenia czułości, wskazane jest stosowanie czułego mikroamperomierza z kompensacją wychylenia. W ten sposób układ sondy wraz z lampowym wskaźnikiem zerowym i urządzeniem kompensującym przedstawia się, jak na rys. 5.

Ze względu na osiągnięcie spokojnej pracy urządzenia pomiarowego wskazane jest uziemienie katody lampy (ruchomego kontaktu potencjometru). Pozatem należy unikać wszelkich wpływów ładunków elektro-

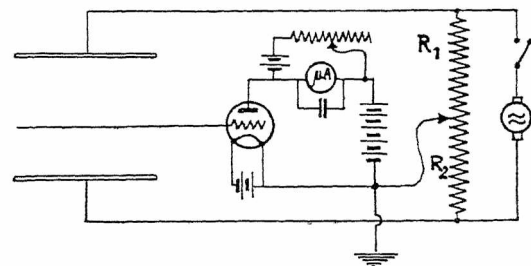
nów statycznych w ruchu (znikających albo powstających), bowiem układ lampy ze swobodną siatką wykazuje wielką czułość elektroskopową.

Wybór lampy katodowej: W celu uzyskania dużej czułości lampy należy utrzymywać opór izolacji między siatką a katodą na możliwie wysokiej wartości. Na opór ten składa się opór wewnętrzny (droga: „siatka-katoda“ między elektrodami i po wewnętrznej powierzchni bańki) oraz zewnętrzny — (izolacja między wyprowadzeniem elektrod). Ten ostatni wywiera zazwyczaj szczególnie znaczny wpływ na opór wypadkowy, a więc na stan izolacji siatki. Dlatego jedynie nadają się tu lampy, w których wyprowadzenie siatki nie jest ujęte we wspólny cokół z doprowadzeniami katody i anody, lecz wykonane jest oddzielnie (np. lampy krótkofalowe „à cornes“ lub typu rurkowego Marconi-Osram).

Próżnia w lampie winna być doskonała. Rodzaj katody roli nie odgrywa, byleby — w wypadku katody oszczędnościowej — opór izolacji między elektrodami nie był zmniejszony przez rozpylenie magnezu.

Źródło prądu i potencjometr kompensacyjny. Jako źródło prądu służyć może jakiegokolwiek źródło prądu zmiennego o częstotliwości od kilkunastu okresów do kilku tysięcy. Zbyt wielkie częstotliwości nie są tu wskazane ze względu na ewentualną możliwość wpływu doprowadzeń oraz indukcyjności oporów potencjometru.

Wielkość oporów potencjometru (suwakowy lub skrzynki np. dekadowe), zależna jest od wielkości sto-



Rys. 5

sowanych napięć, te zaś, zależne są od wymiarów badanego układu (rozstawienie elektrod) oraz od stopnia osiągnięcia równowagi w układzie pomiarowym (a mianowicie, w miarę zbliżania się do punktu równowagi napięcie to może być zwiększane).

Osiągane równowagi układu i czułość metody. Osiąganie równowagi jest tu podobne, jak w układach mostkowych. Występujące minimum jest mniej lub więcej ostre, jednak zawsze można osiągnąć zupełne zero. Daje się to sprawdzić przez włączenie klucza K, podczas przerywania prądu w potencjometrze nie powinno być najmniejszego nawet drgnięcia wskazówki przyrządu pomiarowego.

Czułość metody jest zależna w pierwszym rzędzie od czułości użytego przyrządu pomiarowego oraz od własności lampy.

<sup>1)</sup> Pojemność wejściowa siatki, jest to kombinowana pojemność układu elektrod lampy trójelektrodowej w odniesieniu do siatki (patrz Lampy katodowe, J. Groszkowski, str. 97).

Dla pobieżnego zorientowania się w zakresie czułości tej metody założymy pewne dane lampy katodowej, a mianowicie; największe nachylenie charakterystyki prądu anodowego  $S_a = 0,2^{mA/V}$  temperaturę katody (katoda torowana)  $T_k = 2300^{\circ} K$ .

W wypadku próżni doskonałej równanie charakterystyki prądu siatki w zakresie ujemnych potencjałów siatki będzie

$$I_s = I_{s0} \cdot e^{-\frac{a}{T_k} V_s}$$

gdzie

$$a = 1,17 \cdot 10^4$$

A przeto

$$\gamma = \frac{a}{T_k} = \frac{1,17 \cdot 10^4}{2300} \approx 5$$

Przyrost prądu anodowego pod wpływem zmiennej potencjału siatki wyraża się wzorem.

$$\partial I_a = \frac{1}{4} \gamma S_a V_s^2$$

Tutaj  $V_s$  oznacza amplitudę napięcia na siatce,  $S_a = S_{a \max} = 0,2^{mA/V}$ ,  $\gamma = 5$ , ( $V_s$  w woltach,  $\partial I_a$  w mA).

$$\partial I_a = \frac{1}{4} \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot V_s^2 = 0,25 V_s^2$$

Jeśli czułość przyrządu pomiarowego (wskazówkowy) wynosi  $1^{\circ} = 10^{-6} A = 10^{-3} mA$ , wówczas  $10^{-3} = 0,25 V_{s \min}^2$

a przeto

$$V_{s \min} = 6,4 \cdot 10^{-2} V$$

$$V_{s \min} (\text{skut}) = \frac{6,4 \cdot 10^{-2}}{1,4} \approx 4,5 \cdot 10^{-2} V.$$

Przyjmując nawet dwukrotne zmniejszenie się wahań napięcia na siatce wskutek wewnętrznej pojemności lampy i oporu wejściowego siatki i izolacji otrzymamy wartość najmniejszego napięcia na sondzie, dającego dostrzegalne wychylenie

$$V_{s \min} \approx 2 \cdot 10^{-2} V.$$

Dalsze opracowanie metody jest w toku, ze specjalnym przystosowaniem jej do badania rozkładu pól elektrycznych w lampach katodowych (na modelach) oraz do badania izolatorów wysokiego napięcia.

## W sprawie obliczenia dławika modulacyjnego.

Mjr. inż. K. Krulisz.

Do pracy inż. J. Groszkowskiego, ogłoszonej w N-rze 9/10 „Przełądu Radjotechnicznego” r. 1926 o modulacji radjotelefonicznej<sup>1)</sup>, pragnąłbym dorzucić kilka słów uzupełnienia, odnośnie do obliczenia dławika modulacyjnego w układzie Heising'a, czyli w t. zw. systemie modulacji dławikowej.

Do matematycznego ujęcia zjawiska możemy dojść, w sposób oczywiście przybliżony, sprowadzając schemat zasadniczy tego układu (rys. 1) do schematu zastępczego rys. 2a. Widzimy z niego, że lampę modulacyjną wyobrazić sobie możemy jako źródło zmiennej siły elektromotorycznej

$$V = K_m V_{sm} \sin \omega t,$$

( $K_m$  współczynnik amplifikacji lampy modulacyjnej,  $V_{sm}$  amplituda zmiennej SEM modulującej), względnie dla wartości skutecznych.

$$V = K_m \cdot V_s$$

To źródło SEM jest obciążone, na zewnątrz lampy, dwiema gałęziami równoległymi; lampą generacyjną o oporze  $\rho_g$ , i dławikiem modulacyjnym, połączonym szeregowo ze źródłem prądu stałego E, zaobciążonym przeważnie dość dużą pojemnością C. Jeżeli założymy (i tu właśnie leży przybliżenie), że opór kombinowany *źródło prądu — kondensator i oporność omową dławika*, pominąć możemy dla częstotliwości modulujących wobec oporu indukcyjnego dławika, obraz zastępczy sprowadzi nam się do lampy, w której obwód anodowy włączono zestawione równolegle opory  $\omega L$  i  $\rho_g$ , dające opór wypadkowy (rys. 2b)

$$Z = \frac{1}{\frac{\rho_g}{\omega L} - j} = \frac{\rho_g \omega L}{\omega L - j \rho_g} = \frac{\rho_g}{1 - j \frac{\rho_g}{\omega L}}$$

czyli;

$$Z = \frac{\rho_g}{1 + \frac{\rho_g^2}{\omega^2 L^2}}$$

leżący w szereg z oporem wewnętrznym lampy modulacyjnej  $\rho_m$ . Wobec tego siła elektromotoryczna  $KV_s$  wywoła składową zmienną prądu anodowego

$$I = \frac{K_m V_s}{\rho_m + Z},$$

która na oporze  $Z$  wywoła spadek napięcia

$$I \cdot Z,$$

będący równocześnie spadkiem napięcia na dławiku i na lampie modulacyjnej, czyli *napięciem modulacyjnym*.

<sup>1)</sup> Zasady modulacji radjotelefonicznej, kpl. inż. J. Groszkowski, Przeł. Radjotechn. 9/10, str. 59, 1926.



Napięcie to obliczamy ze wzoru:

$$V_L = \frac{K_m V_s \cdot Z}{\rho_m + Z}$$

względnie

$$\frac{V_L}{V_s} = K_m \frac{Z}{\rho_m + Z}$$

Po podstawieniu wartości  $Z$ , obliczonej poprzednio, otrzymamy

$$\frac{V_L}{V_s} = K_m \frac{\rho_g}{\rho_m + \frac{\rho_g}{1 - j \frac{\rho_g}{\omega L}}}$$

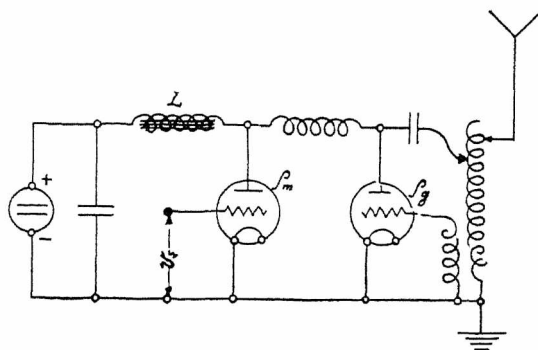
co po odpowiednim uproszczeniu da nam

$$\frac{V_L}{V_s} = K_m \frac{\rho_g}{(\rho_m + \rho_g) - j \frac{\rho_g \rho_m}{\omega L}}$$

czyli w wielkościach rzeczywistych

$$\frac{V_L}{V_s} = k = \frac{K_m}{\sqrt{\left(1 + \frac{\rho_m}{\rho}\right)^2 + \frac{\rho_m^2}{\omega^2 L^2}}}$$

Wynika stąd, że stopień wzmacnienia lampy, a tem samem stopień modulacji jest funkcją często-



Rys 1

ściwości modulującej. Funkcja ta posiada dwa parametry  $\frac{\rho_m}{\rho_g}$  i  $\frac{L}{\rho_m}$ , które dla krótkości oznaczać będziemy przez  $\alpha$  i  $\beta$ . Charakterystycznym jest, że parametry te wyrażają jedynie *stosunki stałych układu*, a nie ich wartości bezwzględne.

W miarę wzrostu częstotliwości stopień wzmacnienia dąży asymptotycznie do wartości granicznej

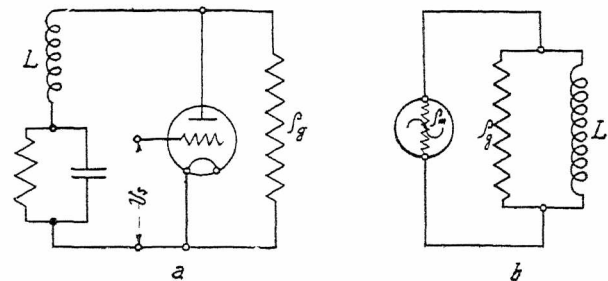
$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} \left( \frac{V_L}{V_s} \right) = k_{\infty} = \frac{K_m}{1 + \frac{\rho_m}{\rho_g}} = \frac{K_m}{1 + \alpha} \quad (1a)$$

Im szybciej funkcja zbliża się do tej wartości, tem modulacja jest doskonalsza.

Wartość graniczna (1a) również dąży asymptotycznie do maksimum, równemu współczynnikowi amplifikacji  $K$ , w miarę zmniejszania się parametru  $\alpha$ . Innymi słowy, wzmacnienie graniczne jest tem większe, im mniejszy jest opór wewnętrzny lampy modulatoryjnej w porównaniu z oporem wewnętrznym lampy generacyjnej. Wykorzystanie wzmacnienia lampy

rośnie więc w miarę zwiększania stosunku  $\alpha = \frac{\rho_m}{\rho_g}$ .

Jednakże dla prawidłowego działania stacji radiotelefonicznej ważne jest nietyle wzmacnienie lampy, które zawsze skompensować możemy wyższem napięciem  $V$  na siatce. O wiele ważniejsza jest czystość reprodukcji, a więc równomierne wzmacnianie



Rys 2

(1) różnych częstotliwości słyszalnych. Pojęcie o tem dają nam wykresy

$$\frac{V_L}{V_s} = f(\omega)$$

które podane są na rys. 3-im (krzywe I) dla wartości  $\alpha = 1$ , czyli  $\rho_m = \rho_g$ , oraz dla  $\beta = 0,001$  i  $0,0025$ , zaś na krzywych II tegoż rysunku dla  $\alpha = 0,5$ , czyli  $\rho_m = 0,5 \rho_g$  i dla tych samych wartości  $\beta$ . Dowodzą one, że system modulacji dławikowej nie jest systemem idealnym, upośledza on bowiem częstotliwości mniejsze, które ze względu na warunki fizjologiczne ucha ludzkiego właśnie powinny być uwydatnione. Jednakże dzięki racjonalnemu wymiarowaniu części, prąd ten może być w znacznym stopniu ograniczony, z drugiej strony częstotliwości najmniejsze doznają do pewnego stopnia wyrównania dzięki własnościom rezonansowym obwodu antenowego, nastrojonego na fale nośną, do której fale modulujące tych tonów bardziej są zbliżone, niż fale tonów wyższych.

Wykresy rys. 3-go dają nam przebieg względny i nie pozwalają porównywać układów o różnych wartościach  $\alpha$ . Miarą bezwzględną będzie natomiast inna funkcja, a mianowicie wykres stosunku

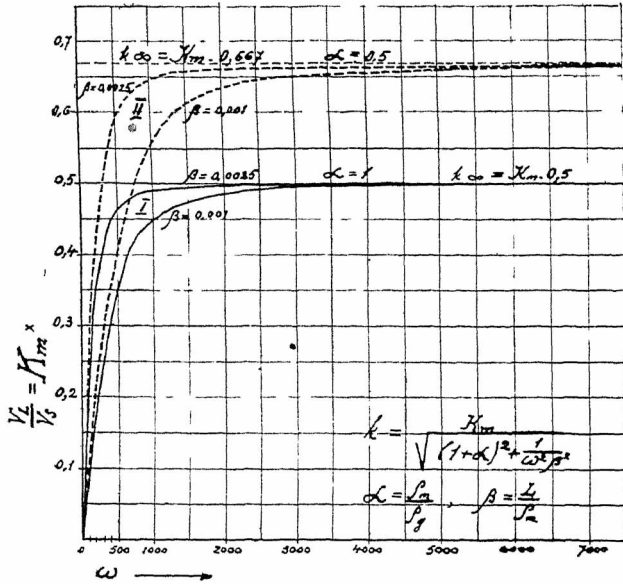
$$n = \frac{k}{k_c} = f(\omega),$$

który wyraża, w jakim stopniu będą słabiej modulowane częstotliwości mniejsze w porównaniu z częstotliwością, dającą praktycznie wzmacnienie maksymalne (w naszych przykładach daje je  $\omega = 5000$  do  $10000$ ).

Stosunek ten wyniesie

$$n = \frac{K}{\sqrt{(1+\alpha)^2 + \frac{1}{\omega^2 \beta^2}}} : 1 + \alpha = \frac{1 + \alpha}{\sqrt{(1 + \alpha)^2 + \frac{1}{\omega^2 \beta^2}}} \quad (2)$$

a przebieg jego podają dla  $\beta = 0,001$  i  $\beta = 0,0025$  krzywe II rysunków 3-go i 4-go. Widzimy z tych



Rys 3

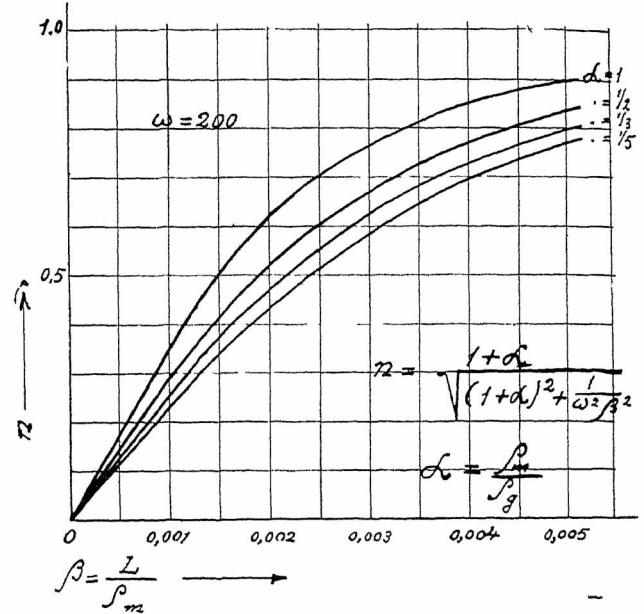
krzywych, że modulacja poprawia się ze zwiększeniem parametrów  $\beta = \frac{L}{\rho_m}$  i  $\alpha = \frac{\rho_m}{\rho_g}$ . Wynikałoby stąd, że duży opór wewnętrzny lampy modulacyjnej jest korzystny dla modulacji. W rzeczywistości jednak tak nie jest, gdyż przy małym oporze  $\rho_m$  ta sama indukcyjność  $L$  dławika modulacyjnego da nam większą wartość  $\beta$ . Najlepiej ilustrują nam te warunki wykresy rys. 5-go, przedstawiające nam  $n$  jako funkcję  $\beta$  przy stałych wartościach  $\alpha$ , dla częstotliwości kątowej  $\omega = 200$ . Dowodzą one dobitnie, że zmniejszając przy stałych  $\rho_g$  i  $L$  opór lampy modulacyjnej, poprawimy warunki modulacji. Gdy np. mieliśmy  $\alpha = 1$  i  $\beta = 0,0025$ , wartość  $n$  wynosiła około 0,7. Zmniejszając  $\rho_m$  do połowy, np. przez włączenie dwu lamp modulacyjnych równolegle, otrzymamy  $\alpha = 0,5$ , lecz zarazem  $\beta$  wzrośnie do 0,005, czemu odpowiada  $n \approx 0,835$ . Poprawiliśmy więc dobroć modulacji, pomijając już to, że graniczna wartość wzmocnienia wzrasta w stosunku 4 : 3.

Zmniejszenie oporu lamp modulacyjnych przez równoległe ich łączenie wpływa korzystnie na jakość modulacji jeszcze z tego względu, że zmniejsza się prawdopodobieństwo wyjścia poza prostoliniyny zakres charakterystyk, czego należy unikać jako bardzo poważnego źródła zniekształceń.

Wzór (2) może nam służyć, po pewnym przekształceniu, jako podstawa do obliczania dławika

modulacyjnego dla danych warunków stacji nadawczej. Eliminując  $\beta$ , a następnie podstawiając wartości na  $\alpha$ , otrzymamy wzór

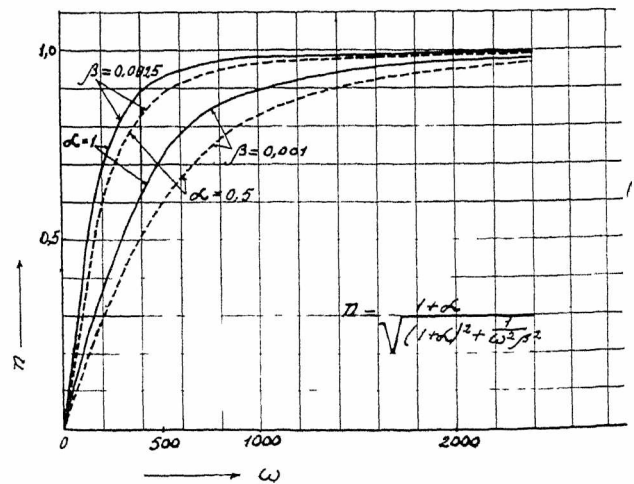
$$L = \frac{\rho_m}{\omega (1 + \alpha)} \cdot \frac{n}{1 - n^2} = \frac{\rho_m}{\omega \left(1 + \frac{\rho_m}{\rho_g}\right)} \cdot \frac{n}{1 - n^2} \quad (3)$$



Rys 4

w którym  $L$  jest wyrażone w henrach, gdy  $\rho_m$  i  $\rho_g$  podstawimy w omach.

Dla zastosowania wzoru (3) należy założyć najmniejszą częstotliwość  $\omega$ , przy której dopuszczamy zniekształcenie, nie przekraczające wartości  $1 - n$ . Dla przykładu przeliczmy stację radjofoniczną typu „Q” Marconi’ego. Pracują tu 3 lampy modulacyjne typu MT 7 B o oporze wewnętrznym  $\rho_m = 30\,000 \Omega$  i współczynniku amplifikacji  $K=40$ ,



Rys 5

połączone równoległe na jedną lampę generacyjną typu MT 2 o oporze wewnętrznym  $\rho_g = 80\,000 \Omega$ . Wobec tego

$$\alpha = \frac{30.000}{80.000} = \frac{3}{8} = 0,125$$

a graniczna wartość wzmocnienia

$$k_{cc} = \frac{40}{1,125} = 35,5.$$

Jeżeli indukcyjność dławika modulatoryjnego wynosi 160 H (według przybliżonych pomiarów na stacji warszawskiej), a tem samym

$$\beta = \frac{160}{10.000} = 0,016,$$

to dla najniższej nuty gamy muzycznej

$$C_{11} = 16,17 \text{ okr/sek } (\omega \cong 100)$$

otrzymamy dokładność reprodukcji

$$n = \frac{1,125}{\sqrt{1,125^2 + \frac{1}{10^4 \cdot 16^2 \cdot 10^{-6}}}} = 0,875.$$

Stacja więc da prawie idealną reprodukcję w całym zakresie dźwięków muzyki i mowy.

W stacjach telefonicznych małej mocy, przeznaczonych dla celów np. lotnictwa lub wojska, warunki co do oporów wewnętrznych lamp nie będą tak dogodne, lecz równocześnie wymagania co do dobroci modulacji będą znacznie zredukowane, gdyż jako dolną granicę częstotliwości można przyjąć  $\omega = 500$ .

Biorąc na generator i na modulator lampy tego samego typu, np. T 250 Marconi'ego o oporze wewnętrznym  $\rho_g = \rho_m = 17\,000 \Omega$  i współczynnik amplitudacji  $K = 40$ , oraz zakładając dla  $\omega = 500$  dokładność reprodukcji  $n = 0,8$ , obliczymy indukcyjność dławika modulatoryjnego

$$L = \frac{17\,000}{500 \cdot 2} \cdot \frac{0,8}{1,036} \cong 22 \text{ H}$$

Gdybyśmy chcieli osiągnąć tę samą dobroć modulacji przy lampach o dużym oporze wewnętrznym, np. MT5 ( $\rho = 100\,000$ ), musielibyśmy zastosować dławik o indukcyjności przeszło 100 H, co w warunkach małej stacji przenośnej byłoby nieosiągalne. Widać stąd, jak duże znaczenie dla stacji telefonicznych tej kategorii posiadają lampy o małym oporze wewnętrznym.

Jak już zaznaczono na wstępie, wywody powyższe posiadają charakter przybliżony, szczególnie w zakresie częstotliwości najniższych, gdzie pojemności kondensatora zaworowego źródła prądu nie można pominąć. W każdym jednak razie mogą one posłużyć jako materiał orientacyjny przy projektowaniu. Również należy podnieść z naciskiem, że oparte są na założeniu prostolinijności charakterystyki lampy modulatoryjnej, który to warunek z innych względów zawsze powinien być spełniony.

Bardzo poważne odchylenia od teorii i zaburzenia w przebiegach modulatoryjnych wywołuje pojemność własna dławika, dając źródło zjawiskom rezo-

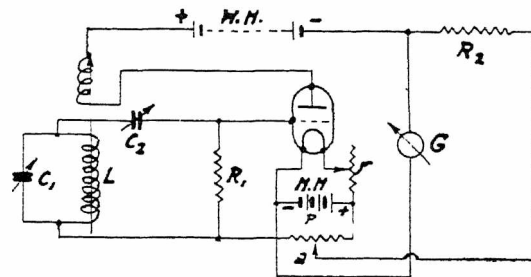
nansowym. Ograniczenie tej pojemności do minimum jest więc zagadnieniem pierwszorzędnej doniosłości, lecz bardzo trudnym pod względem technicznym.

Warszawa, dnia 12 grudnia 1926.

## Wiadomości Techniczne.

### Czuły przekaźnik lampowy <sup>1)</sup>

Jeszcze w roku 1926 dowiódł p. J. J. Dowling prof. Uniwersytetu w Dublinie, że odchylenie wskazówki galwanometru, znajdującego się w obwodzie anodowym lampy katodowej, pod działaniem prądu stałego, przepływającego przez ten obwód, może być zredukowane do zera, jeśli przez ten galwanometr

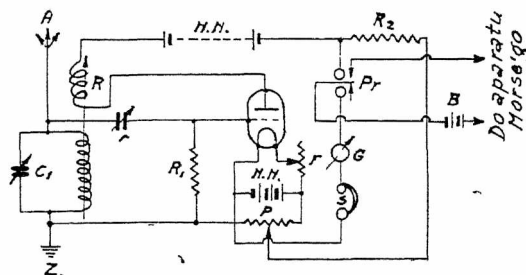


Rys. 1.

Układ wykorzystujący baterję zarzenia dla zrównoważenia prądu anodowego, płynącego przez galwanometr. G.

przepuścić prąd w kierunku przeciwnym od innego źródła prądu.

Łatwo spostrzedz, że w ten sposób otrzymujemy bardzo czuły wskaźnik wszystkich, nawet najdrobniejszych zmian, które mogą zachodzić w obwodzie anodowym.



Rys. 2

Układ odbiornika, piszącego z przekaźnikiem lampowym.

Korzystając z tego zjawiska, w układzie odbiorczym radiotelegraficznym można, ma się rozumieć, wykorzystać źródła prądu, które już mamy do rzoporzędzenia dla stworzenia bocznikowego obwodu. Jeden z takich układów jest podany na rys. 1. Prąd w dodatkowym obwodzie, bocznikującym galwanometr, pobiera się z baterji żarzenia N. N. przez potencjometr P zapomocą kontaktu ślizgowego a, prąd ten przepływa przez dobrany opór stały R<sub>2</sub>. Stawiając odpowiednio kontakt a osiągamy przybliżone zrównoważenie prądów w galwanometrze, tak że wskazówka jego daje bardzo małe odchylenie. Dokładne ustawienie strzałki galwanometru na zero osiągamy zapomocą kondensatora zmiennego C.

<sup>1)</sup> Wireless World. Vol. Nr. 363 11 August 1926—„Sensitive valve relay“, by G. G. Blake.

Wystarczą teraz bardzo małe zmiany w kondensatorze C, albo w samoindukcji L zamkniętego obwodu drgań, albo też w oporze siatkowym R, ażeby wskazówka galwanometru wskazała to wychyleniem o kilka stopni.

Z tego już widać jasno, że zapomocą układu podobnego do wyżej podanego można uruchomić słuchawkę, lub też czuły przekaźnik, włączając go szeregowo z galwanometrem. Galwanometr będzie służył jako wskaźnik zerowego prądu w obwodzie.

Na rys. 2 podany jest właśnie układ zastosowania tego „przekaźnika lampowego” do odbioru piszącego na taśmie aparatu Morse’go, stosunkowo słabych sygnałów w jednolampowym odbiorniku. Jeżeli mamy zapisywać sygnały bardzo słabe, to wyłącza się galwanometr G i telefon S, a pracuje sam przekaźnik Pr.

Schemat w związku z powyższymi uwagami nie wymaga dalszych objaśnień.

D. M. Sokolcow.

## REFERATY.

### Sprawozdanie podkomisji przepisowej P. K. E. dla spraw radjotechnicznych, w sprawie przeszkód ektrownianym przy odbiorze radjotelegraficznym

Kwestja przeszkód elektrownianych, pomimo że w związku z rozwojem radjofonji stała się bardzo aktualną i doniosłą, dotychczas jeszcze jest bardzo mało znana, a nawet, co gorsza, nie posiadamy w tym kierunku systematycznie zebranego materiału doświadczalnego. Dotychczasowe wiadomości o nich streścić można w sposób następujący:

1. Najczęstszą przyczyną zakłuceń elektrycznych są wyładowania, spowodowane przez nagłe włączenie lub wyłączenie obwodu elektrycznego. Wyładowania te, o charakterze aperjodycznym, pobudzają obwody odbiorcze do drgań o charakterze zanikającym. Drgania te ulegają detekcji narówni z odbieranymi sygnałami i oddziałują na słuchawkę w sposób podobny, jak zakłucania atmosferyczne, wywołujące bardzo silne często trzaski i szmery.

2. Drugim źródłem zakłuceń jest prąd zmienny, który indukuje bezpośrednio obwody odbiorcze i w rezultacie nakłada się na odbiór w postaci tonu odpowiadającego częstotliwości prądu.

Indukcja prądu zmiennego z natury swej jest mniej szkodliwa dla odbioru, niż wyładowania, w większości bowiem wypadków wywołuje nieznaczne tylko skażenie odbioru, a przytem stosunkowo nietrudno można je usunąć.

Głównym natomiast wrogiem odbioru są wyładowania, których siedliskiem są przedewszystkiem kolektory maszyn elektrycznych. Dlatego też bardziej niebezpieczne dla odbiorników są urządzenia prądu stałego, a w szczególności siłowe, do których w pierwszym rzędzie należą tramwaje. Szczególnie silne zaburzenia wywołują iskrzenia szczotek.

Akcję zwalczania zakłuceń elektrycznych podzielić można na dwie grupy:

1. Środki zapobiegawcze na stacji odbiorczej.
2. Sposób budowy sieci i instalacji elektrycznej.
3. Środki zaradcze przy samych maszynach elektrycznych.

1. Środki, któremi rozporządza radjotechnika dla zwalczania zakłuceń, są bardzo skromne. Pewne — przeważnie skomplikowane układy połączeń, zmierzające do tego celu, okazały się w praktyce mało skuteczne. Pozostaje jedynie:

a) przeprowadzenie anteny odbiorczej jak najdalej od przewodów elektrycznych i o ile możliwościi prostopadłe do nich. Gdzie istnieje obawa że prądy zakłuczające przedostają się przez ziemię, należy stosować przeciwwagę.

b) Umieszczenie odbiornika w uziemionej osłonie metalowej. O ile środki te są wystarczające dla uniknięcia indukcji prądu zmiennego, o tyle w stosunku do trzasków kolektorowych w wielu wypadkach zawodzą.

2. a) Najodpowiedniejszą postacią sieci elektrycznej z punktu widzenia walki z zakłóceniami, jest kablowa sieć podziemna, lecz nawet i w tym wypadku nie usuwa ona przewodów rozproszonych wewnątrz budynków. Tu w wielu wypadkach okazuje się skutecznym opancerzenie przewodów. Jako opancerzone można uważać przewodniki kuhllo i peszłowskie.

Przewody uziemniające powinny być jak najkrótsze i o ile możliwości oddzielnie uziemione. O ile to jest niewykonalne, można uziemiać grupami. Jako uziemienia mogą służyć niewielkie kratki metalowe.

W pobliżu takich uziemień nie należy umieszczać uziemienia stacyjnego.

b) Środkiem stosowanym dla usuwania zakłóceń prądu stałego jest uziemienie obu końców każdego przewodu głównego przez kondensatory o pojemności rzędu 1 MF. Dla prądu zmiennego należy stosować pojemność odpowiednią mniejszą.

3. Maszyny kolektorowe stają się źródłem bardzo silnych zakłóceń szczególnie w razie nieprawidłowej komutacji. Celem zapobieżenia temu należy przestrzegać:

a) prawidłowego stawiania szczotek na kolektorze i silnego ujęcia ich w strzymadłach.

b) czystości kolektora i dokładnego przylegania szczotek. Jako dalsze środki ochronne służą:

a) połączenia opancerzenia przewodów z korpusem maszyny i staranne uziemienie korpusu.

b) zabocznikowanie kolektora kondensatorem o pojemności ok. 1MF, względnie uziemienie obu biegunów przez takie kondensatory.

c) staranne opancerzenie przewodów łączących z rozrusznikiem i uziemienie tego pancerza.

Należy zaznaczyć, że głównym siedliskiem zakłuceń są małe silniki zainstalowane u mniejszych odbiorców energii elektrycznej i pozbawione fachowej obsługi. Wprowadzenie w stosunku do nich podanych powyżej środków wydaje się praktycznie bardzo trudno wykonalnym.

Za zupełnie nierozwiązaną uważać można kwestję *zakłóceń spowodowanych przez tramwaje*. Przyczyna leży tu nie tylko w kolektorach, których kontrola w czasie ruchu jest niewykonalna, lecz przedewszystkiem iskrzenie na pałaku zbiorczym i na szynach, szczególnie w zimie. Bocznikowania szczotek kondensatorami stosowania pałaków specjalnej konstrukcji, np. z węglową powierzchnią ślizgową, przedsiębrane zagranicą, nie dały dotychczas zadawalających wyników, jak można wnioskować ze sprzecznych sprawozdań, spotykanych w prasie elektrotechnicznej.

Przeszkody, wywołane przez cewki Ruhmkorffa aparatów roentgenowskich również nie dadzą się usunąć przytoczonymi sposobami. Jedynym środkiem jest usunięcie cewki Ruhmkorffa wszędzie tam, gdzie zastąpić ją można transformatorem i kenotronami.

Streszczając można powiedzieć, że do zwalczania zakłóceń posiadamy jedynie mało skuteczne półśrodki. Dla posunięcia sprawy naprzód należy pilnie śledzić literaturę zagraniczną, czego podejmuje się podkomisja dla spraw radjotechnicznych, oraz zabrać jak najobfitszy materiał doświadczalny z kraju. W tym celu można korzystać z ankiety, zapoczątkowanej przez pismo „Radio-amator” w numerze 9-tym br. oraz zwrócić się z odpowiednim apelem do tow. „Polskie Radio” jako materialnie zainteresowanego w rozwoju radjofonji. Poza tem w wypadkach niemożności usunięcia przeszkód pożądane byłoby przeprowadzenie szczegółowego badania.