PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM“ 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

SPRAWY REDAKCYJNE: Z RAMIENIA KOMITETU REDAKCYJNEGO S. R. P. MJR. K. KRULISZ WARSZAWA, SZK. INŻ OFIC. NOWOWIEJSKA 54, BUD. H, ZAKŁ. BADANIA, TEL. 252-75, OD GODZ. 11—2.

SPRAWY ADMINISTRACYJNE: „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY“, WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO № 5. TELEFON № 90

Rok IV. Warszawa, 15 maja 1926 r. Zeszyt 9—10.

STOWARZYSZENIE RADJOTECHNIKÓW POLSKICH

założone 17 listopada 1921 r.

Stowarzyszenie Radjotechników Polskich jest Stowarzyszeniem, grupującem w sobie prawie wszystkie polskie siły fachowe z dziedziny radjotechniki nietylko w kraju, ale i za granicą.

Wraz z odzyskaniem niepodległego bytu państwowego uzyskaliśmy w końcu 1918 r. po raz pierwszy prawo niezależnego rozwoju i eksploatacji, jednej z najpotężniejszych zdobyczy wiedzy współczesnej, dziedziny wciąż jeszcze pełnej tajemniczego uroku i niezliczonych ewentualności w zastosowaniu dla celów pokoju i wojny, — radjotechniki.

Obowiązek korzystania z tego prawa spoczywa całym swym ciężarem na radjotechnikach polskich, rozrzuconych po większych miastach Polski, a będących na usługach Rzeczypospolitej lub pracujących w krajowym przemyśle.

Nic więc dziwnego, iż to grono specjalistów, dążyło do zrzeszenia się na gruncie naukowo-technicznym w takie stowarzyszenie, które byłoby zdolne uwzględnić ich specjalne potrzeby i postulaty, ułatwiając w ten sposób spełnienie ich obowiązku.

Z inicjatywy grona radjotechników w osobach: mjr. inż. K. Jackowskiego, ś. p. por. inż. Machcewicza, inż. J. Plebańskiego, por. inż. J. Groszkowskiego i inż. W. Hellera zostało zwołane w Warszawie dnia 17 listopada 1921 roku w gmachu Stowarzyszenia Techników pierwsze zebranie organizacyjne, na którem postanowiono powołać do życia, na wzór analogicznych zagranicą, Stowarzyszenie Radjotechników Polskich.

Pomimo to, że nowe Stowarzyszenie zostało zalegalizowane dopiero w dniu 31 marca 1922 r., intensywna praca w łonie członków dokonywała się już od pierwszego zebrania organizacyjnego, t. j. od jesieni 1921 roku.“

W chwili obecnej zatem Stowarzyszenie Radjotechników Polskich ma za sobą już prawie pięcioletnią egzystencję.

Organem Stowarzyszenia Radjotechników Polskich jest Przegląd Radjotechniczny, wychodzący od 1 stycznia 1923 roku.

„Pierwotnym zamiarem Zarządu Stow. Radjotechników było wydawanie zupełnie niezależnego pisma; jednakże trudności finansowe, nawet w stosunku do wydawnictw o dużej rutynie i tradycji, skierowały wysiłki Zarządu Stow. Radjotechników do koleżeńskiego porozumienia się z Zarządem spółki wydawniczej „Przeglądu Elektrotechnicznego“ i dzięki wysoce przyjaznemu stanowisku Redakcji i Zarządu spółki, doszło w dn. 28 listopada 1922 r. do zawarcia umowy, mocą której Stow. Radjotechników przystąpiło z dn. 1 stycznia 1923 r. do wydawania swego organu na 8 własnych szpaltach „Przeglądu Elektrotechnicznego“, jednakże z zachowaniem odrębnej numeracji stronic, co umożliwiło broszurowanie oddzielnych kwartalników w celu wymiany na czasopisma zagraniczne dla bibljoteki Stowarzyszenia.

W myśl umowy z wydawnictwem „Przegląd Elektrotechniczny“ — Zarząd Stow. Radjotechników zobowiązał się do wpłaty jednorazowego udziału w kwocie jednego miljona marek, który został uiszczony dzięki ofiarom, złożonym na rzecz Stow. Radjotechników przez Zarząd Polskiego Tow. Radjotechnicznego P. T. R. (dwieście pięćdziesiąt tysięcy marek), przez głównego inżyniera Radio Corporation of America p. Lush'a (25 dolarów), oraz z odczytów, wygłoszonych przez pp.: prof. M. Pożaryskiego, mjr. inż. K. Jackowskiego i por. inż. Groszkowskiego (450.000 marek).“

„Komitet Redakcyjny powstały w r. 1922 w programie „Przeglądu Radjotechnicznego“ postawił sobie za zadanie, z jednej strony, pogłębiać w równej mierze wiadomości członków Stowarzyszenia w zakresie zagadnień współczesnej radjotechniki, z drugiej strony — dawać ogółowi czytelników treściwe informacje, obejmujące wszechstronne zastosowanie radjotechniki w życiu społeczeństw i krytyczne przedstawienie wszelkich poczynań w tym kierunku na terenie Rzeczypospolitej Polskiej w dziedzinie eksploatacji i przemysłu.

Zmierzając do tego przez pomieszczanie prac, w miarę możności oryginalnych, sprawozdawczych i przekładów z radjotechniki oraz wogóle z dziedziny techniki prądów szybkozmiennych o charakterze teoretycznym i praktycznym, Komitet Redakcyjny zdawał sobie dokładnie sprawę ,iż cel nie byłby całkowicie osiągnięty, gdyby nie poświęcano nieco miejsca artykułom opisowym, w których technik, urzędnik, radjotelegrafista i radjoamator znajdowałby dostępne i jasne przedstawienie interesujących zagadnień.

Znając również niedostępność literatury zagranicznej dla polskich radjotechników ze względów walutowych, a czasem i językowych „Przegląd Radjotechniczny“ informował czytelników w Dziale Bibljograficznym o nowych wydawnictwach książkowych i perjodycznych oraz podawał w Wiadomościach Technicznych krótkie sprawozdanie z ważniejszych prac i artykułów.

Wreszcie Dział Urzędowy Stow. Radjot. Polskich obejmował sprawy związane ściśle z działalnością Stowarzyszenia“.

Podałem powyżej prawie w dosłownem brzmieniu wyjątki z odezwy — prospektu umieszczonego 15 grudnia 1922 r. w zeszycie 24 Przeglądu Elektrotech-

nicznego ażeby dokumentalnie stwierdzić dążenia i zamierzenia S. R. P. od pierwszych chwil istnienia tego Stowarzyszenia, a które dadzą się streścić w następujących słowach „jaknajwiększe i najsilniejsze dążenie do rozwoju radjotechniki w Polsce, gdyż stan radjotechniki w Polsce w roku 1921 i 1922 wśród ogółu radjotechników budził bardzo poważne obawy — Radjotechnicy polscy zdawali sobie sprawę, że stan ten był (i jest obecnie) zatrważający, że Polska jest daleko w tyle za innemi państwami i że to co się w tej dziedzinie dzieje — kryje w sobie dla Rzeczypospolitej — poważne niebezpieczeństwa".

Pomimo ogromnej energji zużytej przez Stowarzyszenie R. P., pomimo niejednokrotnych alarmów i wystąpień Stowarzyszenia — wszystkie jego postulaty zaczęto realizować z opóźnieniem faktycznie czteroletniem. Podkreślić należy, że wszystko to, czego żądaliśmy było logiczne, fachowo umotywowane i ze względów państwowych konieczne. Zbyt powolny rozwój radjotechniki w Polsce nie był winą Stowarzyszenia. Powyższe postaram się wyjaśnić w rzucie historycznym:

Od stycznia 1922 r. w Państwowym Komitecie Radjotechnicznym Stowarzyszenie współpracowało w osobach delegatów inż. J. Plebańskiego, ś. p. inż. por. Machcewicza i mjr. inż. K. Jackowskiego głównie w sprawach wydania przepisów wykonawczych, normujących rozwój radjotelegrafji polskiej. — Została stworzona podkomisja (w skład której weszli wszyscy wyżej wymienieni) w celu opracowania odnośnych przepisów — jednakowoż pomimo zakończenia prac tej podkomisji sprawa nie została załatwiona.

Na walnem zebraniu S. R. P. na jesieni 1922 r. w tej sprawie wystąpił kol. inż. J. Plebański, jednak to nie przyczyniło się do przyśpieszenia jej załatwienia.

Na walnem zebraniu S. R. P. 21 marca 1923 roku w punkcie 5-tym porządku dziennego Zarząd S. R. P. zdawał sprawozdanie „z akcji podjętej w stosunku do władz w celu wyjaśnienia ogólnej polityki państwowej w zakresie radjotelegrafji i wnioski w tej sprawie".

W następstwie tego Stowarzyszenie podjęło współpracę z Sejmową Komisją Komunikacyjną i dzięki życzliwemu poparciu prezesa tejże p. posła Dr. Bartla po pewnym czasie zostały stworzone prawne podstawy dla rozwoju Radjotechniki.

11 czerwca 1923 r. M. P. i T. złożyło do Sejmu projekt ustawy w przedmiocie uzupełnienia i częściowej zmiany ustawy z dnia 27 maja 1919 r. (o państwowej wyłączności telegrafu i telefonu). Sprawę tę zreferował w zeszycie 18 Przeglądu Radjot. 15.X. 1923 roku p. mjr. inż. K. Jackowski.

7 i 10 września 1923 r. Dzięki zabiegom Stow. R. P. Ministerstwo Wyznań Religijnych i Ośw. Publ. zarządziło otwarcie w Warszawie i Lwowie Państwowych Kursów Radjotechnicznych. Sprawa ta została szczegółowo zreferowana w Przeglądzie Radjot. zeszyt 20, 15.X. 1923 r. przez mjr. inż. K. Jackowskiego.

W zeszycie 22 — 15.XI. 1923 r. w Przeglądzie Radjot. została ogłoszona opinja S. R. P. w sprawie wytycznych dla ustawy radjotechnicznej.

Przytaczam niektóre wyjątki w dobie obecnej b. ciekawe:

„I. Sprawa radjostacji odbiorczych.

1. Zarząd stoi na stanowisku zupełnego liberalizmu co do praw obywateli Rzeczypospolitej Polskiej w zakresie instalowania radjostacji odbiorczych do własnego użytku i korzystania z takowych".

„4. Wszelkie ograniczenia co do technicznych szczegółów budowy radjostacji odbiorczych, zakresu i t. d., są niepożądane, a nawet szkodliwe dla rozwoju radjotechniki amatorskiej".

II. Sprawa radjostacyj nadawczo-odbiorczych.

1. Przy wydawaniu koncesji Rząd ma prawo czynić zastrzeżenia odnośnie mocy, systemu, długości fal, godzin korespondencji i t. d.

4. Taksa winna być niższa dla radjostacji wyrobu krajowego, wyższa dla sprowadzonych z zagranicy.

III. Stosunek do krajowego przemysłu radjotechnicznego.

1. Produkcja i sprzedaż aparatów radjotelegraficznych i oddzielnych części takich aparatów odbywa się bez ograniczeń dla wytwórców i nabywców.

2. Pożądane są cła ochronne dla pewnych przedmiotów, wchodzących w skład urządzeń radjotechnicznych, które wytwarza przemysł krajowy w dostatecznej ilości i w doborowym gatunku (np. lampy katodowe, odbiorcze i t. d.).

3. Podtrzymywanie przemysłu radjotechnicznego przez Rząd uważa się za konieczność państwową ze względu na obronę państwa w wypadku wojny.

4. Produkcja przyrządów radjotechnicznych i handel takiemi przyrządami, nie może być przedmiotem monopolu".

Niestety postulaty te nie zostały uwzględnione np. żądane cło na lampy zostało wprowadzone dopiero w końcu 1925 roku i to nie takie, jak potrzeba — obecnie rynek radjowy jest zalany lampkami katodowemi zagranicznemi — jedyna w Polsce wytwórnia lamp P. T. R. stoi bez ruchu od 1. I. 1926 r., wykonując jedynie zamówienia wojskowe.

18. XII. 1923 r. Zarząd S. R. P. wyłonił specjalną komisję dla opracowania sprawy broadcastingu w Polsce.

24 stycznia 1924 r. S. R. P. w połączeniu ze Stow. Elektr. Polskich urządziło zebranie dyskusyjne z b. szczegółowym referatem kol. mjr. inż. K. Jackowskiego. Na zebraniu tem byli obecni: p. pos. Bartel, inż. Piotr Drzewiecki, prof. Radziszewski, inż. Gnoiński i inni. „Przewodniczący prof. M. Pożaryski w końcu posiedzenia stwierdził przyjęcie przez zebranych treści pierwszych 8 wniosków, zawartych w referacie inż. Jackowskiego wraz z wnioskiem o wyrażeniu uznania dla posła Bartla i na tem zostało zamknięte historyczne dla polskiej radjotelegrafji posiedzenie, które na wszystkich zebranych w ilości 70 osób wywarło wielkie wrażenie i natchnęło wiarą, że polska radjotechnika w krótkim czasie stanie na upragnionej przez jej miłośników wyżynie".

W początkach lutego 1924 r. p. poseł Bartel wniósł do Sejmu interpelację według druku sejmowego Nr. 959. Wartoby było przytoczyć tę interpelację całkowicie, jednakowoż z braku miejsca pozwolę sobie przytoczy tylko punkt 11-ty:

„11) Wyjaśnienia stosunku władz pocztowo-telegraficznych do problemu przemysłu krajowego radjotechnicznego, który zagranicą rozwija się imponująco, jedynie na skutek szerokiego rozpowszechniania radjotelegrafji eksperymentalnej i radjotelefonji dla celów kulturalnych, t. zw. „broadcasting" — co wytwarza rynek zbytu dla wyrobów krajowych w tej dziedzinie i pozwala trzymać na należytym poziomie krajowy przemysł radjotechniczny, który w okresie wojny ma w każdem z państw do wypełnienia nie-

zmiernie ważne zadania zaspakajania potrzeb walczących armji".

Na skutek przytoczonych powyżej i innych wystąpień p. posła Dr. Bartla, 8 kwietnia 1924 r. Sejm Reczypospolitej przyjął w trzeciem czytaniu tekst ustawy w sprawie radjotechniki („Przegląd Elektrotechniczny", 15. IV. 1924 r., zeszyt 8).

Z chwilą, kiedy zagranicą radjofonja stanęła na b. wysokim poziomie i stała się niemal potrzebą życia codziennego. 17 marca na Walnem zebraniu S. R. P. uchwalono następujące wnioski Zarządu:

„1. Poczynić starania, aby Pan Prezydent Rzeczypospolitej zechciał użyczyć swego moralnego poparcia akcji Stow. Radjotechn., dążącej do postawienia „broadcasting'u" na możliwie najwyższym poziomie doskonałości i to w najszybszym czasie ze względu na doniosłe kulturalne znaczenie współczesnej radjofonji dla celów szerokiego ogółu i żywiołowy rozwój tej dziedziny nietylko na Zachodzie, ale i w państwach ościennych".

„7. Czuwać, aby przepisy wykonawcze do obecnie uchwalonej przez Sejm nowej Ustawy o wyłączności „Poczt, Telegrafów i Radjotelegr." były możliwie w duchu ostatnich dekretów francuskich z grudnia ub. r.".

W wykonaniu powyższych wniosków 1 czerwca 1924 r. ogłoszono w „Przeglądzie Rdt.", zeszyt 11 — Sprawozdanie z prac podkomisji wyłonionej przez Stow. Radjot. Polskich dla opracowania zasad polskiego broadcastingu — pióra mjr. inż. K. Jackowskiego. Jest to b. ciekawy pod każdym względem artykuł; czytamy tam między innemi:

„Rząd winien się już obecnie zatroszczyć, jak będzie wyglądać „zaopatrzenie" ludności w aparaty radjotelefoniczne i nie zwlekając ani chwili, zwołać dziś, jutro konferencję z udziałem przedstawicieli wytwórni, warsztatów i firm radjotechnicznych krajowych, a zarazem szeregu spółek i towarzystw, których ilość coraz więcej w Polsce wzrasta. Na konferencji tej winny być wyłożone i omówione ważniejsze wytyczne Rządu w sprawie prywatnego radjotelefonu; dalszem zadaniem takiej konferencji winno być ogólne skoordynowanie akcji wszystkich tych, którzy są zainteresowani materjalnie i moralnie w rozwoju „broadcastingu" w Polsce".

W grudniu 1924 r. ogół Radjotechników Polskich dowiedział się o wydaniu przepisów wykonawczych w sprawie zakładania, utrzymania i eksploatacji urządzeń radjotechnicznych (zeszyt 24 — 15 grudnia 1924 r. „Przeglądu Radjotechnicznego"). Przepisy te w wielu punktach kolidowały z postulatami Stow. Radjotechn. Polskich i w dobie obecnej Centr. Komitet Zrzeszeń Radjotechn. występuje (po 2 latach) o zmianę tych przepisów w takich duchu, jak tego kiedyś żądało Stow. Radjotechników Polskich.

W marcu 1925 r. Stow. Radjotechn. Polskich wraz z Międzyklubowym Komitetem Radjoamatorów i Zrzeszeniem Przedsiębiorstw Radjotechnicznych stworzyło nową organizację Centralny Komitet Radjotechniczny, którego głównem zadaniem jest prowadzenie całej zewnętrznej strony zagadnień radjotechnicznych w Polsce. W ten sposób połączone głosy szerokich warstw radjoamatorów, radjotechników i przemysłowców, będą mogły więcej ważyć na szali wypadków, niż głos jednego St. R. P.

10 czerwca 1925 roku Stow. Radjotechników Polskich zwołało zebranie dyskusyjne w sprawie polskiej radjofonji. Odnośne rezolucje domagające się jaknajszybszego rozwiązania sprawy polskiej radjofonji zostały przedstawione czynnikom rządowym przez Centralny Komitet Zrzeszeń Radjot. w dn. 2 czerwca 1925 r.

We wrześniu 1925 r. została wydana koncesja na radjofonję grupie „Polskie Radjo", która dn. 18 kwietnia 1926 roku otworzyła pierwszą stację radjofoniczną dużej mocy. Z okazji otwarcia tej stacji Zarząd S. R. P. przesłał list „Tow. Polskie Radjo" z wyrazami uznania i wdzięczności, podkreślając, że w ten sposób został zrealizowany jeden z naczelnych postulatów S. R. P., wysunięty na Walnem Zebraniu S.R.P. cztery lata temu w 1922 roku.

Tak się przedstawia działalność Stowarzyszenia, tycząca stworzenia podstaw rozwoju radjotechniki w Polsce. Lecz nie na tem tylko polegała i kończyła się działalność Stowarzyszenia R. P. S. R. P. rozwijało cały czas gorączkową pracę naukową, urządzając za cały czas około 100 zebrań odczytowych dla swych członków, poruszając najaktualniejsze sprawy radjotechniki, oprócz tego urządzając cały szereg odczytów popularnych i t. p.

Dowodem żywej działalności Stowarzyszenia jest jego organ „Przegląd Radjotechniczny", który obecnie rozpoczął 4 rok wydawnictwa, zamieszczający cały szereg artykułów naukowych, w znacznej części oryginalnych prac członków Stowarzyszenia. Dążeniem Stow. R. P. było i jest zainicjowanie poważnych prac naukowych w porozumieniu z pokrewnemi instytucjami zagranicznemi i zorganizowanie odpowiedniego warsztatu pracy dla swych członków, zrealizowaniu tych zamierzeń stoi jednak na przeszkodzie brak środków materjalnych.

Honorowymi członkami Stowarzyszenia R. P. są: Gen. Ferrié od 9 stycznia 1923 r., senat. G. Marconi od 11 stycznia 1923 r. Z polskich sił fachowych do Stowarzyszenia należą: p. prof. Pożaryski, piastujący godność prezesa S. R. P. w roku 1923, 1924 do marca 1925, p. prof. Tykociner (Uniwersytet w Illinois w Stanach Zjednoczonych), Dr. Malarski, kpt. inż. Groszkowski i inni.

Ze zmarłych członków wymienić tu należy ś. p. por. inż. J. Machcewicza, przedwcześnie zmarłego w r. 1923 w Paryżu, jednego z najbardziej zasłużonych radjotechników polskich.

W skład Zarządu S. R. P. obecnie wchodzą: inż. J. Plebański, jako prezes, Dr. Moroński, 1-szy wiceprezes, p. prof. Pęczalski (Poznań) — II-gi wiceprezes, A. Dąbrowski — gen. sekretarz i skarbnik, B. Waś — zastępca sekretarza, inż. Scazighino — referat odczytowy, por. Jasiński — bibljoteka, inż. B. Zieleniewski, inż. W. Heller — delegaci do Centralnego Komitetu Polskich Zrzeszeń Radjotechnicznych, ks. prałat Podbielski — zastępca delegatów do C. K. P. Z. R., mjr. inż. K. Krulisz i kpt. Noworolski — Redakcja „Przeglądu Radjotechnicznego", mjr. inż. K. Krulisz — delegat do Państwowego Komitetu Elektrotechnicznego. W skład Stowarzyszenia R. P. wchodzi ok. 100 członków i cztery koła prowincjonalne w Wilnie, Lwowie, Poznaniu i Toruniu.

Inż. *J. Plebański.*
Prezes S. R. P.

RADJOFONJA (BROADCASTING).[1]

Kpt. **Stanisław Noworolski.**

Pod radjofonją (broadcastingiem) rozumiemy udostępnienie i rozprzestrzenienie mowy, tudzież produkcji wokalno-muzykalnych drogą radjotelefoniczną dla szerszego ogółu. Że zaspokajanie tego rodzaju potrzeb było niemal konieczne, przekonywa nas imponujący rozkwit radjofonji w krótkim stosunkowo czasie, bo w przeciągu trzech lat. Istnieje już około 1 000 stacji radjofonicznych o zasięgu kilkuset kilometrów i mnóstwo amatorskich stacji odbiorczych, które zagranicą spotyka się częściej, niż gramofon...

Znaczenie radjofonji dla życia kulturalnego jednostek i narodów jest olbrzymie.

Dzięki radjofonji, człowiek, który jest odcięty od świata, może codziennie chłonąć najświeższe wiadomości o zdarzeniach politycznych, naukowych i t. p., może zaspakajać swe pragnienia w dziedzinie śpiewu i muzyki w sposób prosty, dogodny i przedewszystkiem tani!

Czy nie wydaje się wprost cudownym wynalazkiem słuchanie produkcji wokalno-muzykalnych najlepszych sił światowych w domu, w polu, w pociągu, na okręcie, samolocie wreszcie i t. d. Czyż nie zadziwia nas możliwość nauki języków obcych, słuchania wykładów, brania udziału w nabożeństwie w miejscach odległych o setki, ba, nawet tysiące kilometrów, za pomocą malutkiego aparatu, który da się niemal wszędzie umieścić?

Dzięki radjofonji, nie jesteśmy odosobnieni w świecie, możemy z łatwością przenieść się z miejsca na miejsce, z kraju do kraju, poznawać dźwięki mowy obcej, słuchać muzyki o narodowem zabarwieniu, możemy, zwaleni ciężką chorobą słuchać operę w najlepszej obsadzie. To też wszystkie państwa w zrozumieniu znaczenia radjofonji usilnie rozwijają ją u siebie, doskonalą technicznie i organizacyjnie. W jaki sposów ukształtuje się radjofonja za kilka lat, trudno przewidzieć, być może, że tak jak dzisiaj opanowywa nas gorączka radjofoniczna, za kilka lat będziemy na wyścigi uzupełniali stacje radjofoniczne urządzeniem dla przenoszenia obrazów na odległość za pomocą fal elektromagnetycznych.

Organizacja urządzeń radjofonicznych.

Organizacja radjofonji jest następująca:

Dla pewnego obszaru państwa ustawia się nadawcza stacja radjotelefoniczna, która pracuje zwykle krótkiemi falami i mocą, wystarczającą dla obranego promienia jej działania.

Długość fal, która wynosi zwykle około 400 metrów, okazała się najodpowiedniejszą ze względu na zasięg, budowę małych anten odbiorczych, słabsze działanie przeszkód atmosferycznych, możność ostrego nastrajania i bardzo dobrą modulację.

Moc stacji bywa zwykle tego rodzaju, że możliwość odbioru najprostszemi odbiornikami n. p. detektorowemi dla większości stacji nie przenosi kilkunastu kilometrów.

Stacja pracuje codziennie, lub w określonych dniach w godzinach z góry podanych przedtem w prasie i radjofonicznie. Ze względu na łatwiejsze rozchodzenie się fal krótkich nocą, oraz ze względu na to, że większość ludzi dopiero wieczorem ma więcej czasu wolnego, praca stacji radjofonicznej przypada na godziny wieczorowe, względnie nocne.

Ponieważ nieprzerwane działanie wielu stacji radjofonicznych uniemożliwiałoby usłyszenie sygnałów radjotelegraficznych, bardzo ważnych, n. p. wzywanie pomocy przez statek, znajdujący się w niebezpieczeństwie i t. p., ustawowo przewiduje się kilkuminutowe przerwy co pewien czas dla stacji, będących w pobliżu morza np. w Anglji.

Programy.

Program stacji, zależnie od środków towarzystwa, finansującego radjofoniczne urządzenia, może być bardzo bogaty lub ubogi. Najprostsze, bo najtańsze koncerty bywały uzyskiwane przy pomocy gramofonu.

Obecnie jednak takie koncerty nikogo nie zadowoliłyby, więc uzyskuje się je przez przetwarzanie na fale elektromagnetyczne dźwięków instrumentów, chóru, śpiewu solowego najlepszych sił, które albo występują wprost na scenie, albo w specjalnie urządzonym pokoju, tak zwanym „studio".

Stacje przekaźnikowe. Ponieważ zaangażowanie najlepszych sił artystycznych pochłania znaczne sumy i nie zawsze da się przeprowadzić ze względu na występy w różnych miejscowościach, praktykuje się obecnie budowę kilku stacyj radjofonicznych, niejednokrotnie odległych od siebie o kilkaset kilometrów. Najlepsze produkcje z jednej miejscowści przysyła się wprost telefonicznie lub radjofonicznie do innych stacyj nadawczych, które je dla swego obszaru produkują.

Również stosuje się *podstacje* radjofoniczne, które dla nas mogą mieć poważne znaczenie, gdyż bardziej racjonalnem wydaje się utworzenie jednej, możliwie najlepszej technicznie i artystycznie wyposażonej stacji, n. p. w Warszawie, niż budowa kilku mniejszych w innych miastach. Aby zwiększyć zasięg tej jednej stacji, wynika potrzeba utworzenia w odległych miejscach kilku podstacji (przekaźniczych), które by koncerty z Warszawy, niemal współcześnie, powtarzały dla swego obszaru działania.

Modulacja fal wypromieniowywanych przez antenę podstacji może być dokonywana albo przy pomocy fal odebranych z centralnej stacji nadawczej, albo też za pomocą prądów, przesyłanych telefonicznie, jak to np. dzieje się w Waszyngtonie i Nowym Yorku, a obecnie i w Europie.

Z doświadczeń, uczynionych w tym ostatnim kierunku, wynika, że takie połączenie stacji centralnej z podstacjami jest najodpowiedniejsze, gdyż zapewnia wierne przekazywanie dźwięków w postaci zmiennych prądów niezależnie od wszelkich wpływów elektryczności atmosferycznej.

Zwykle długość fali stacji centralnej bywa inna, niż podstacji z dwóch przyczyn: po pierwsze, ze względu na różne ich zasięgi, a tem samem i różne fale najskuteczniejsze, po drugie, zmniejszenie zjawiska interferencji, które mogłoby się stać przyczyną powstania „stref milczenia".

Jednak z całą pewnością dotychczas nie stwierdzono ujemnego oddziaływania na tę samą strefę kilku stacji, pracujących współcześnie tą samą długością fali.

[1]) Wprowadzenie wyrazu radjofonja zawdzięczać należy kpt. inż. Groszkowskiemu, autorowi dzieła „Lampy katodowe oraz ich zastosowanie w praktyce".

Przeważa nawet zdanie, że dla zapewnienia zadawalającego odbioru radjofonicznego, pomimo przeszkód atmosferycznych i ujednostajnienia sprzętu, należałoby na całym obszarze państwa umieścić kilkanaście stacji radjofonicznych, połączonych ze sobą przewodami i pracujących jedną falą. Takie rozwiązanie zagadnienia umożliwałoby odbiór zupełnie pewny, pomimo różnorakich przeszkód i zapewniałoby bogaty program, gdyż każda ze stacji nadawczych w razie nadawania wyjątkowo ciekawych lub cennych produkcji, stawałaby się stacją centralną, zasilającą pozostałe, dzięki przewodowemu połączeniu.

Przy szczególnie dobrych warunkach odbioru, można programy stacji i podstacji rozszerzać i urozmaicać w ten sposób, że powtarzają one współcześnie koncerty większych stacji zagranicznych. Obecnie coraz częściej tego rodzaju wzajemna wymiana programów, zwłaszcza muzycznych, daje się zauważyć.

Strona finansowa urządzeń radjofonicznych. — W końcu nasuwa się jeszcze pytanie, kto ponosi koszty budowy i utrzymania stacji?

W większości krajów sprawa ta jest załatwiona w ten sposób, że z większą lub mniejszą pomocą rządową buduje stację radjofoniczną któraś z poważnych firm elektrotechnicznych, a eksploatacja odbywa się kosztem radjoamatorów, którzy muszą wpłacać pewne należności rządowi za prawo zainstalowania odbiornika.

Międzynarodowo zaś sprawa ta nie wymaga pieniężnej regulacji, gdyż kraje sąsiadujące z sobą, a nawet i odleglejsze korzystają wzajemnie ze swoich produkcji radjofonicznych.

TECHNIKA RADJOFONJI NA STACJI NADAWCZEJ.

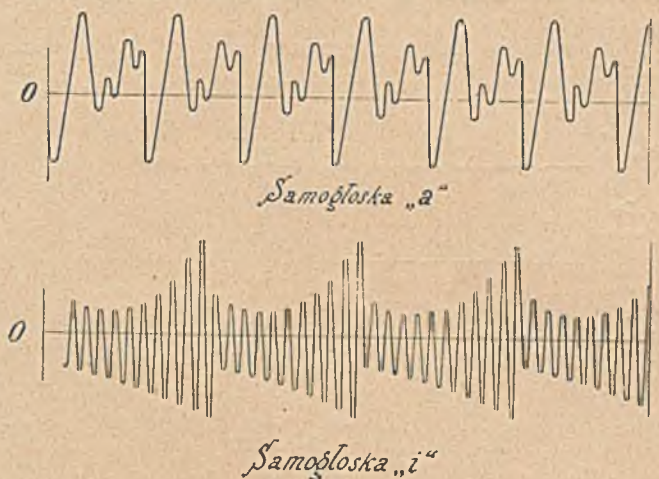
Modulacja. Najpoważniejsze trudności do pokonania w urządzeniach radjofonicznych przedstawia modulacja fal wysyłanych. Przyczyna tego tkwi nie tylko w konieczności modulowania fal o znacznej energji, czasami kilkunastu kilowatów, lecz przedewszystkiem w wiernem odtworzeniu w pojęciu elektrycznem najsubtelniejszych zabarwień głosowych, dzięki którym możemy odróżniać tony skrzypiec od fletu, rozpoznawać głosy osób znajomych i t. p.

Barwa głosu zależy od ilości i natężenia tonów harmonicznych a czasami nieharmonicznych, które zawsze towarzyszą tonowi zasadniczemu. I jeśli n. p. mówimy, że tonowi „a" odpowiada 425 drgań, nie znaczy to wcale, że tylko te drgania powstają. Owszem występują one najsilniej, jednak towarzyszy im cały szereg tonów i niższych i wyższych i one to powodują zabarwienie głosowe.

Dokładne zaznajomienie się z właściwościami głosów, umożliwiły dopiero filtry elektryczne. Za pomocą filtrów można było zbadać o wiele prościej i dokładniej głos niż za pomocą rezonatorów akustycznych. Przedstawmy sobie np., że za pomocą idealnego mikrofonu i cewki dźwięki głosowe zamienimy na prądy indukcyjne zmienne. Prąd zmienny odpowiadający jakiemuś dźwiękowi faktycznie będzie prądem wypadkowym całego szeregu zmiennych prądów o najrozmaitszych częstotliwościach i amplitudach w zależności od tonów harmonicznych.

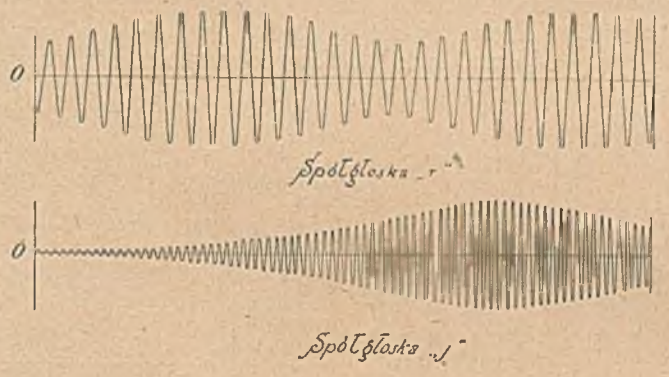
Otóż przy pomocy filtrów jesteśmy w stanie nie tylko uwydatnić widmo głosowe dla częstotliwości małych średnich lub dużych, ale nawet najdokładniej powydzielać najrozmaitsze prądy, które odpowiadają tonom górnym (współbrzmiącym).

W tej dziedzinie bardzo pouczające są oscylogramy i zestawienia na rys. 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7.



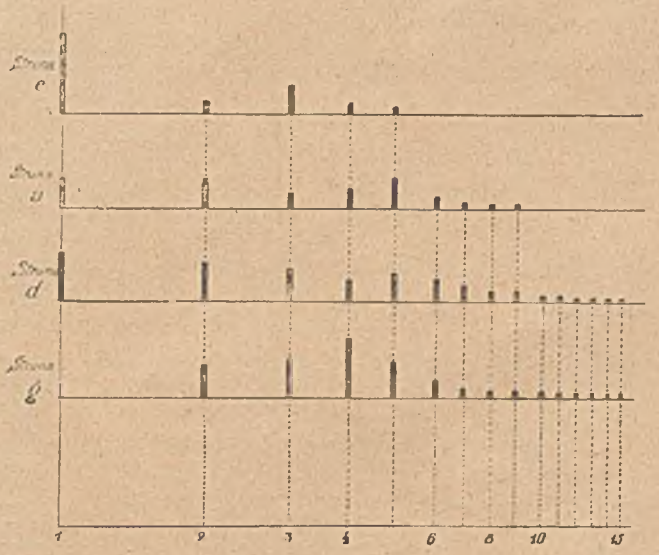
Rys. 1.

Oscylogramy rysunków 1 i 2 przedstawiają rodzaj drgań, jakie wykonywa membrana mikrofonu przy wymawianiu samogłosek: „a", i „i", oraz spółgłosek: „r" i „j".



Rys. 2.

O wiele dokładniejszą analizę głosu przedstawiają wykresy na rys. 3, 4, 5, 6 i 7.



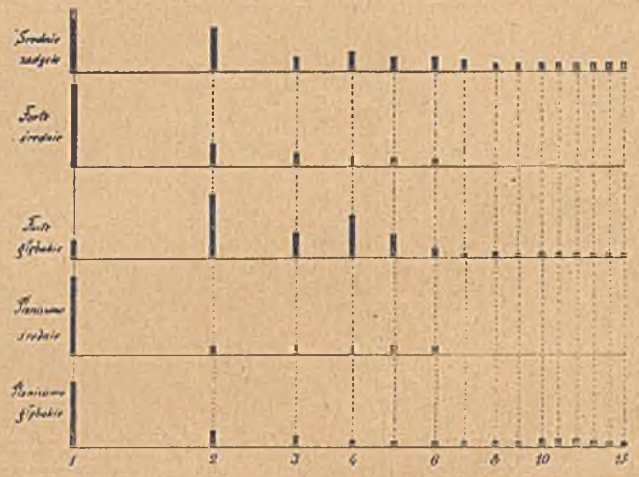
Rys. 3.

Widać z nich wyraźnie nie tylko ilość tonów współbrzmiących, ich rozmieszczenie w widmie głosowym lecz także i ich natężenie czyli amplitudy.

Z rysunku Nr. 3 widać, że tony wydawane przez

najcieńszą strunę skrzypiec, t. j. „e" są ubogie w drgania harmoniczne. Pierwsza harmoniczna ma największą amplitudę.

Dźwięki wydawane przez strunę „g" najgrubszą, posiadają najwięcej harmonicznych drgań i co jest

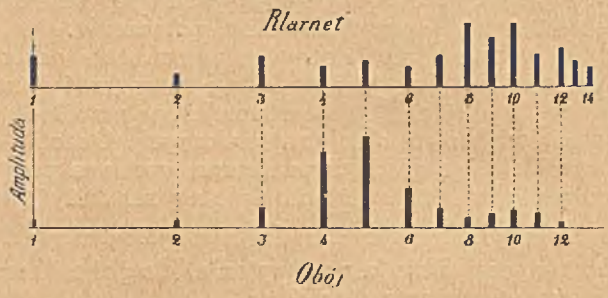


Rys. 4.

ciekawe czwarta harmoniczna ma większą amplitudę niż pierwsza. Takie bogactwo tonów harmonicznych struny „g" tłumaczy się nie tylko tem, że ona sama jest ich źródłem, lecz i struny inne przez nią pobudzone.

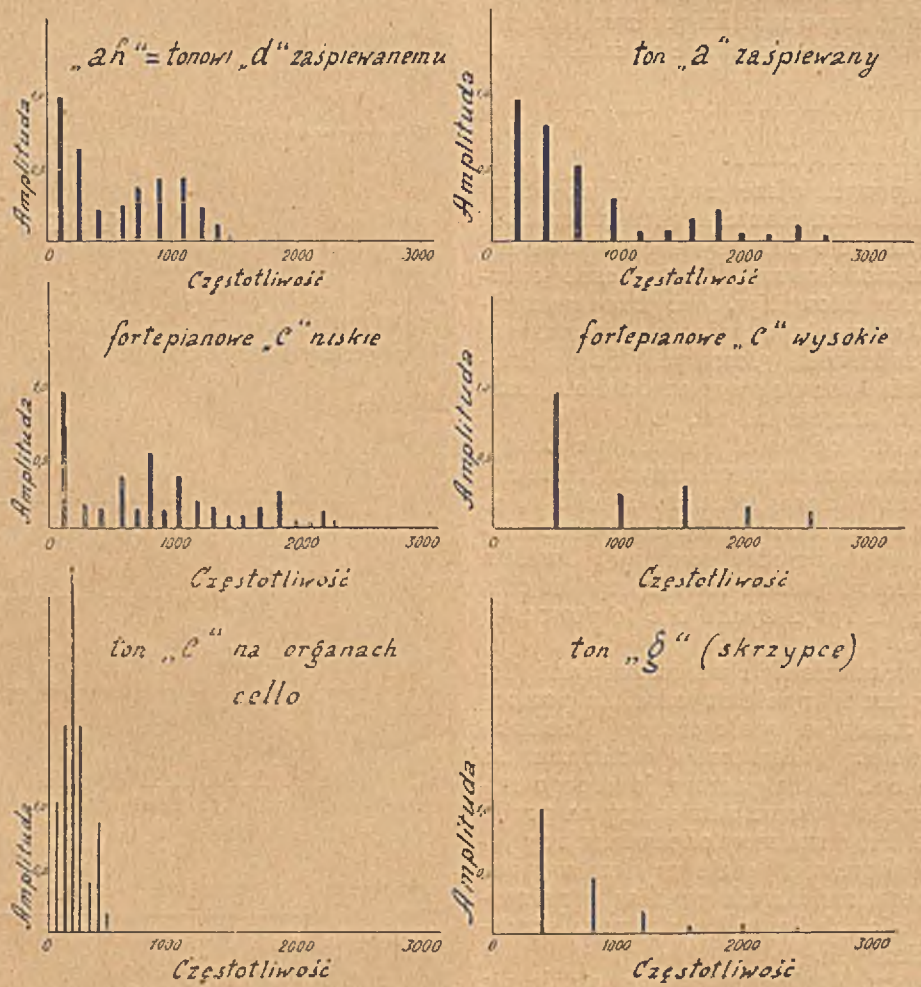
Rys. 4 przedstawia zależność pomiędzy ilością harmonicznych i ich amplitudami w zależności od sposobu zadęcia na flecie. Trzeba tutaj podkreślić, że zasadniczy ton wydobywany ma tę samą wysokość, a tylko różne natężenie.

To zjawisko również występuje i dla innych źródeł dźwięków n. p. widełki stroikowe pobudzone lekkiem uderzeniem do drgań wytwarzają jeden ton zasadniczy, uderzone mocno drgają w ten sposób, że powstają drgania harmoniczne.



Rsy. 5.

Rys. 5 przedstawia różnicę, jaka zachodzi pomiędzy tym samym tonem, wydobytym z klarnetu i oboju. Klarnet posiada większe bogactwo tonów harmonicznych z amplitudami większemi dla wyższych harmonicznych. W oboju 4, 5 i 6-ta harmoniczna mają wybitnie duże amplitudy.



Rys. 6.

Rys. 6 przedstawia widmo głosowe dla niektórych tonów muzycznych. Charakterystyczne jest widmo dla organów.

Rys. 7 przedstawia widmo głosowe mowy ludzkiej i niektórych tonów muzycznych.

Mowa ludzka, dla której ton zasadniczy wynosi

dla głosu męskiego około 130 drgań na sek., zaś dla głosu kobiecego dwa razy więcej, odznacza się dużą ilością tonów harmonicznych i tonów współbrzmiących o amplitudach przeważnie gasnących, które swoją częstotliwością sięgają do 5000. Szczególnie mowa polska i czeska, jako obfitujące w spółgłoski syczące, posiadają dużo harmonicznych i z tej przyczyny są trudniejsze dla wiernego oddania za pomocą fal elektromag.

Rys. 7.

Mowa włoska np. jako posiadająca dużo samogłosek i mało spółgłosek, wyjątkowo dobrze nadaje się dla radjofonji.

Ciekawą rzeczą jest fakt, że tony śpiewane np. sopranem są o wiele uboższe w tony harmoniczne, niż mowa zwykła. I tak jeśli dla wiernego odtworzenia mowy potrzeba drgań w zakresie od 60 do 6000 na sekundę, to śpiew sopranowy zmieści się w widmie głosowym od 150 do 2000 drgań.

Z podanych wykresów bardzo dobrze widać, jakie własności muszą posiadać stacja radjofoniczna oraz odbiorniki radjofoniczne, jeśli wiernie pragniemy odtworzyć np. niski ton organów i wysokie tony klarnetu, lub waltorni. Również jasną rzeczą staje się podobieństwo niektórych tonów skrzypiec do tonu fletu, a jeszcze bardziej klarnetu.

Gdy dokładniej rozpatrzymy analizę dźwięków fortepianowych, spostrzeżemy, że ton sasadniczy i większość tonów harmonicznych leży mniej więcej w widmie o średniej częstotliwości około 1000, a ponieważ mikrofony, oraz transformatory w odbiornikach i słuchawki odznaczają się największą czułością dla tej częstotliwości, zagadka wyraźnego słyszenia muzyki fortepianowej (i wiolonczeli) staje się wyjaśnioną.

Również dzięki analizie dźwięków przy pomocy filtrów zbadano, dlaczego wierne odtworzenie śpiewu ptaków było przez długi czas niemożliwe: dźwięki te są bardzo wysokie, bo częstotliwość ich dochodzi nawet do 20000 drgań.

Jeżeli np. przy pomocy filtrów ograniczylibyśmy widmo głosowe do 12000 lub nawet 16000 t. j. tonów leżących powyżej tej granicy nie słyszelibyśmy, to już dźwięki świegotu ptaków uległyby zniekształceniu.

W podobny sposób, gdybyśmy pozbawili przy pomocy filtrów dźwięki skrzypiec wyższych tonów harmocniczych, muzyka miałaby charakter dźwięków fletowych, które odznaczają się ubóstwem tonów współbrzmiących.

Tak samo można przy pomocy fletu, klarnetu i trąbki współcześnie grających do złudzenia naśladować głos organów; tony zasadnicze i harmoniczne tych instrumentów zmieszane razem odtwarzają dźwięki organów. Zjawisko to można bardzo często zauważyć podczas koncertów symfonicznych.

Mowa ludzka częściowo pozbawiona dźwięków harmonicznych staje się niewyraźna i niezrozumiała; powstają błędy i to tem liczniejsze, im niższa jest granica, którą się tworzy dla tonów harmonicznych za pomocą filtrów.

Np. samogłoska „e", którą wiernie odtworzy układ mogący działać do granicy 3100 drgań na sekundę, przechodzi w samogłoskę „ö" przy granicy 2070 drgań, następnie w „o" przy granicy 1300 drgań i wreszcie brzmi, jak „u" jeśli górna granica drgań tego układu nie jest większa niż 130 drgań na sekundę.

H. Fletcher podaje następującą tabelę błędów dla mowy angielskiej w zależności od pozbawienia jej dźwięków harmonicznych.

Granica częstotliwości na którą reaguje układ odbiorczy	Częstotliwość przy której odbywa się modulacja	Błędy które powstają przy odtworzeniu mowy w %
4 780	30 000	2
3 670	23 000	4
3 180	20 000	6
2 870	18 000	8
2 550	16 000	11
2 230	14 000	15
1 910	12 000	21
1 590	10 000	30
1 430	9 000	35

Analiza głosu umożliwia wreszcie (przy pomocy prądów zmiennych o różnej amplitudzie i częstotliwości) najwierniejsze sztuczne odtwarzanie nie tylko dźwięku wszystkich instrumentów, lecz i naśladowanie mowy ludzkiej.

Drgania głosu, które odpowiadają mowie ludzkiej mają różną częstotliwość w granicy od 300 do 2000 w sekundzie.

Jednak dla wiernego odtworzenia mowy, śpiewu i muzyki, potrzeba urządzeń mikrofonowych, które reagowałyby na drgania głosowe w granicy od 30 do 10000 drgań, gdyż drgania harmoniczne mogą mieć takie wartości.

I tutaj powstaje wielka trudność do pokonania.

Zwykły mikrofon do tego celu zupełnie się nie nadaje, gdyż membrana jego nie może drgać w tak szerokich granicach, jest ona za ciężka, aby mogła wykonywać drgania o tak wielkiej częstotliwości.

Oprócz tego nie reaguje jednakowo na wszystkie drgania: dla pewnego zakresu ma wielką czułość, dla innych zakresów zmniejszoną.

Do tej wady dołączają się jeszcze inne. Czułość mikrofonu nie jest jednakowa dla różnych natężeń fal głosowych; jeśli np. mikrofon jest czuły dla bardzo słabych dźwięków, to wtedy silniejsze dźwięki zniekształca i odwrotnie.

A wymagania, jakie w tym kierunku stawiamy, są bardzo duże, jeśli zważymy, że ucho ludzkie reaguje na głosy, których amplituda ciśnienia jest mniejsza, niż 0,001 dyny i większa niż 1000 dyn, t. j. w stosunku 1 : 1000000. Tak olbrzymie różnice w efektach głosowych nie należą wcale do wyjątków lecz są na porządku dziennym w produkcjach orkiestr symfonicznych. Zbudowanie mikrofonu, który reagowałby ró-

wnomiernie raz na dźwięki b. słabe, a potem na miljon razy silniejsze, nie jest łatwem zadaniem.

Warto w tem miejscu nadmienić, w jakich granicach waha się natężenie głosu ludzkiego podczas mowy. Otóż może ono zmieniać się w stosunku od 1 do 1000, zależnie od tego, czy to będzie ledwo słyszalny szept, czy potężne okrzyki człowieka o szerokiej klatce piersiowej, o zdrowych płucach i krtani.

Również ujemną cechę zwykłego mikrofonu stanowi skłonność membrany do drgań rezonansowych.

Wszystkie wymienione właściwości zwykłego mikrofonu są zgubne dla dobrej modulacji. Wprawdzie dźwięki będą odtworzone, lecz w formie tak skażonej, że nie tylko nie wywołują po odtwarzaniu na stacji odbiorczej wrażeń estetycznych, lecz nawet będą trudne do rozpoznania.

Z tych rozważań wynika, że mikrofon dla stacji radjofonicznych powinien posiadać membranę o bardzo małej bezwładności, wolną od drgań rezonansowych, jednakowo czułą dla dźwięków bardzo słabych i niezwykle silnych i mogącą drgać w zakresie od 30 do 10000 razy na sekundę.

O ile trafiłyby się dźwięki harmoniczne jeszcze niższe lub wyższe od tych, które można pomieścić w widmie głosowem od 30 do 10000, to usłyszelibyśmy je pomimo tego, że w rzeczywistości nie były odtworzone.

Z doświadczeń wiemy, że ucho ludzkie posiada zdolność dorabiania sobie tonów, których w rzeczywistości niema. I tak np. jeżeli jakiemuś tonowi odpowiadają drgania o częstotliwości 100 i wyżej, słyszymy nieistniejące harmoniczne tony o 34 drganiach.

Prawie w zupełności odpowiadają warunkom postawionym mikrofony różnicowe, magnetofony, a przedewszystkiem mikrofony kondensatorowe; opiszemy je po kolei.

Mikrofon różnicowy typu Western Electric Company.

Metalowa membrana tego telefonu jest wykonana z duraluminjum; grubość jej bardzo mała, gdyż wynosi około 0,04 mm.

W bardzo małej odległości od membrany, bo około 0,03 do 0,05 milimetra znajduje się dziurkowana płytka metalowa. Dzięki temu tłumienie drgań membrany z powodu oporu powietrza jest bardzo znaczne, a tem samem wszelka skłonność do dłuższego trwania drgania, niż ma bodziec głosowy, jest usunięta.

W celu unieszkodliwienia drgań rezonansowych, umyślnie zamocowuje się membranę (na krawędzi) tak mocno, aby jej drgania własne leżały poza obrębem drgań zasadniczych tonów, więc powyżej 5000, a nawet 10000 w sekundzie.

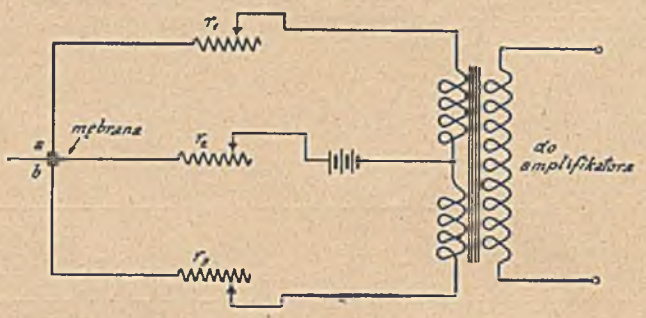
Do środkowych części membrany z obydwóch stron są umocowane płyteczki węglowe; stykają się one z ziarnkami węgla, umieszczonemi w dwóch malutkich puszkach.

Gdy membrana drga, wówczas uciska ona ziarnka węglowe w jednej puszce, w drugiej rozluźnia i odwrotnie.

W jaki sposób są połączone trzy elektrody mikrofonu, jak również i sposób jego działania widać z rysunku 8-go.

Membrana jest połączona ze środkowym punktem pierwotnego uzwojenia transformatora, zaś puszki z ziarnkami węgla z końcami tego uzwojenia. Gdy membrana jest w spoczynku, to przez obie połówki uzwojenia przechodzi prąd jednakowo silny; gdy membrana wychyli się, przez jedną połówkę przepłynie prąd silniejszy, zaś przez drugą słabszy. Ponieważ prądy te działają sobie przeciwnie, wypadkowe działanie ich na wtórne uzwojenie transformatora jest tego rodzaju, że każdemu zwiększeniu siły dźwięku odpowiada znaczne zwiększenie napięcia na zaciskach transformatora.

Prądy zmienne, w ten sposób uzyskane, wzmacnia się amplifikatorem kilkustopniowym.



Rys. 8.

Wzmocnienie prądów mikrofonowych jest konieczne, gdyż ich natężenie umyślnie bierzemy jak najmniejsze; nie przenosi ono zwykle kilkunastu miliamperów. Stosowanie silniejszych prądów w mikrofonie wpływa ujemnie na jego działanie.

Ponieważ dla modulacji prądów szybkozmiennych o dużej mocy jest konieczne pewne minimum doprowadzonej energji modulacyjnej przeto kilkustopniowe wzmocnienie prądów mikrofonowych okazało się nieodzownem.

Dla pośredniego regulowania natężenia dźwięków, którym będą odpowiadały fale wypromieniowane służy opornik, włączony równolegle do pierwotnego uzwojenia.

Opór każdej gałęzi mikrofonowej wynosi około 100 omów. Najwyższy prąd dopuszczalny nie przenosi 20 miliamperów.

Czułość mikrofonu jest tego rodzaju, że ciśnienie powietrza wywołane falami głosowemi wielkości 1 dyny (około 1-go miligrama) na cm^2 membrany wywołuje w obwodzie takie zmiany jak gdyby napięcie źródła zmieniło się o 5 miliwoltów. Mowa wypowiedziana z odległości kilkunastu metrów jest wiernie odtworzona.

Ten mikrofon, reaguje na dźwięki w granicy od 30 do 7000 drgań. Jest on stosunkowo prosty i może być połączony z amplifikatorem dość długiemi przewodami, nawet kilkudziesięciu metrów, co dla mikrofonu kondensatorowego jest niemożliwe, ze względu na pojemność własną przewodów i wynikające stąd zniekształcenie impulsów elektrycznych.

Mikrofon magnetyczny. Zasada mikrofonu magnetycznego jest prosta. Takim mikrofonem w formie bardzo pierwotnej jest słuchawka telefoniczna, gdy na jej membranę działają fale głosowe.

Wskutek drgań membrany w polu magnetycznem, indukują się w uzwojeniach magnesów prądy, które można odpowiednio wzmocnić i zastosować dla modulacji.

Mikrofon magnetyczny dla celów radjofonicznych zamiast membrany żelaznej posiada membranę mikową. Na niej jest umocowana malutka płaska cewka.

Jeśli pod wpływem fal głosowych membrana drga, w cewce indukują się prądy, gdyż porusza się ona w polu magnetycznem silnych magnesów stałych, lub elektromagnesów.

Te prądy po wzmocnieniu działają na układ modulacyjny nadajnika.

Mikrofon kondensatorowy. Najidealniejszą charakterystykę dla celów radjofonicznych wykazuje mikrofon kondensatorowy, jednak z powodu bardzo słabych prądów, które przez siebie przepuszcza, zachodzi potrzeba stosowania amplifikatorów wielolampowych.

Oprócz tego mikrofon ten nie może być ustawiony zbyt daleko od amplifikatora, gdyż pojemność przewodów doprowadzających ujemnie wpływa na jego czułość i charakterystykę.

Ponieważ pojemność kondensatora użytego jako mikrofon jest bardzo mała, gdyż wynosi około 400 mikromikrofaradów i zmienia się pod wpływem fal głosowych tylko o 1 procent, jest rzeczą jasną, że sztuczne powiększenie tej pojemności o nieproporocjonalnie dużą wartość przez włączenie przewodów, ujemnie wpłynie na jego czułość.

Dłuższe doprowadzenia niż jednego metra są już szkodliwe.

Z tej przyczyny w wielu wypadkach jest niemożliwe zastosowanie mikrofonu kondensatorowego, jak n. p. umieszczenie go w pobliżu sufitu, lub w innem trudno dostępnem miejscu z przyczyny, że amplifikator powinien być w pobliżu. Dlatego ostatni typ mikrofonu kondensatorowego zbudowany jest w ten sposób, że już w oprawie mikrofonu mieści się pierwszy stopień amplifikatora.

Zasadniczo mikrofony kondensatorowe stosuje się w wypadkach produkcji zespołów orkiestrowych, organów, chórów złożonych ze znacznej ilości osób, w ogólności w wypadkach, w których głosy wychodzą z wielu źródeł i wypełniają większą przestrzeń.

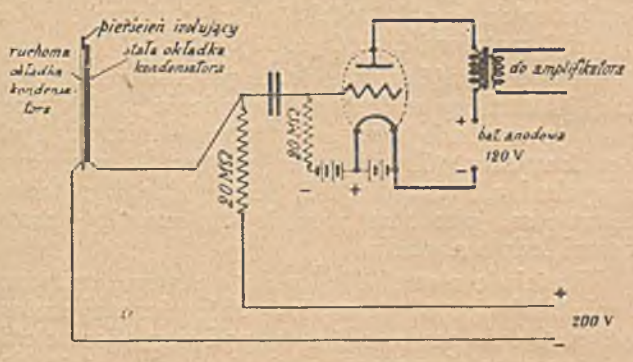
Konstrukcja mikrofonu kondensatorowego przypomina nieco mikrofon różnicowy. A mianowicie składa się on również z bardzo cienkiej membrany duraluminiowej, która jest izolowana od płyty metalowej znajdującej się jednak bardzo blisko membrany, bo w odległości około 0,02 mm.

Membrana i płyta metalowa tworzą więc dwie okładziny kondensatora.

Tłumienie drgań membrany odbywa się w podobny sposób, jak w mikrofonie różnicowym.

Zasada działania mikrofonu kondensatorowego jest nastąpująca:

Okładziny kondensatora łączymy z baterją o napięciu około 200 V i lampą katodową o małej pojemności np. amerykańską UV 201-A lub angielską V 24 w sposób, przedstawiony na rysunku 9.



Rys. 9.

Jak długo membrana mikrofonu jest w spoczynku tak długo pojemność kondensatora (mikrofonu) jest stała, gdy jednak pod wpływem fal głosowych membrana pocznie drgać, to pojemność kondensatora zmienia się, gdyż odległość elektrod, względnie grubość dielektryka zmniejsza się lub zwiększa.

Pod wpływem tych zmian, płynie do kondensatora prąd z baterji, kiedy membrana zbliża się do drugiej elektrody, a ustaje, kiedy membrana zatrzyma się, następnie kiedy membrana oddala się, płynie w kierunku przeciwnym, gdyż teraz kondensator wyładowuje się.

Na pierwszy rzut oka wydaje się rzeczą niemożliwą przepływanie prądu z kondensatora do baterji, gdyż był on naładowany poprzednio tylko do napięcia takiego, jakie ma baterja. Jeżeli jednak uprzytomnimy sobie, że jeśli po naładowaniu kondensatora zmniejszymy jego pojemność, to napięcie na nim wzrośnie, stanie się rzeczą jasną dlaczego może prąd z kondensatora przepływać w kierunku przeciwnym niż prąd baterji.

Ponieważ prądy mikrofonowe są niezwykle słabe, potrzeba je znacznie zmocnić.

Dopiero wzmocnienie pięciostopniowe okazało się wystarczającem. W tym celu stosuje się amplifikatory oporowe.

Amplifikatory. Przed użyciem prądów mikrofonowych dla celów modulacyjnych należy je odpowiednio wzmocnić. To wzmocnienie jest znaczne, około miljona i więcej, gdyż stosuje się trzy stopnie wzmocnienia a nawet pięć stopni wzmocnienia przygotowawczego (w mikrofonach kondensatorowych) a potem jeszcze dwa stopnie wzmocnienia głównego. Koniecznym warunkiem, któremu winien odpowiadać amplifikator stosowany na stacjach nadawczych radjofonicznych jest, zupełnie wierne wzmocnienie prądów mikrofonowych, bez wytwarzania jakichkolwiek innych wahań, tak pod względem częstotliwości, jako też i natężenia.

Przyczyną zniekształcenia prądów wzmocnionych głównie może być:

a) praca w nieodpowiedniem miejscu charakterystyki lamp,
b) wzajemny wpływ na siebie przewodników i części wzmacniacza, przez, który przepływa prąd, szczególnie transformatorów,
c) indukcja przewodników, instalacji elektrycznej na doprowadzenie od mikrofonu do wzmacniacza i na wzmacniacz,
d) mechaniczne wstrząśnienia.

Skutecznie zapobiega się tym wpływom przez obranie prostolinijnej części charakterystyki lampy dla wzmocnienia i stosowanie tylko takiego wzmocnienia, aby odbywało się jedynie w tej części prostolinijnej, np. z pomocą regulowania mocy prądów doprowadzonych do wzmocnienia.

Również w tym celu zamiast transformatorów międzylampowych używa się oporów, które w porównaniu z transformatorami pracują, lepiej, bo nie zniekształcają prądów i nie mają dążności do wytwarzania szkodliwych szmerów. Jest to szczególnie ważne dla dwóch pierwszych stopni wzmocnienia, kiedy prądy mają jeszcze bardzo małe wartości; potem można już używać transformatorów, które wzmacniają silniej, jednak najstaranniej wykonanych.

Ujemnym wpływom indukcji przewodników na siebie, zapobiega się przez odpowiednie ich rozmieszczenie, odprowadzenia do siatek lamp możliwie krótkie i oddalone od części, w których przepływają silne prądy, opancerzenie przewodów i opancerzenie amplifikatora, jako całości, lub jeszcze lepiej jego pojedyńczych stopni. Lampy katodowe winne mieć małą pojemność, (gdyż inaczej wyższe tony harmoniczne po

wzmocnieniu byłyby zniekształcone) i osłonięte miedzianą uziemioną siatką w celu zapobieżenia ujemnemu działaniu wpływów natury elektrostatycznej.

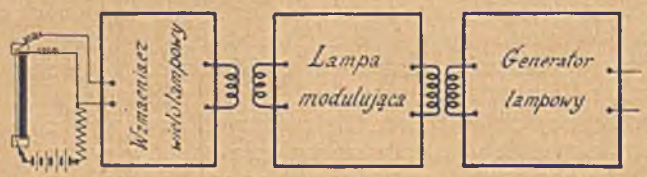
Ponieważ drgania mechaniczne drucików żarzenia byłyby przyczyną pasożytniczych szmerów i dźwięków, umieszcza się lampy oraz cały amplifikator na odpowiednich kompensatorach z miękkiej gumy.

Te mechaniczne drgania lamp powstają z łatwością pod wpływem działania fal głosowych bardzo małej częstotliwości, n. p. organów, basów, bębna i niektórych instrumentów dętych.

Oprócz wymienionych wpływów, bardzo ujemnie na działanie amplifikatora może wpłynąć wahanie się napięcia baterji oraz zła izolacja przewodników i ich mały przekrój. Dla zapobieżenia temu stosuje się baterje o dużej pojemności, małym oporze wewnętrznym, i włącza się równolegle pojemności, kilku mikrofaradów.

Przewodniki winne mieć mały opór i doskonałą izolację, aby zapobiedz upływom elektryczności, które również ujemnie wpływają na wierne wzmocnienie prądów mikrofonowych.

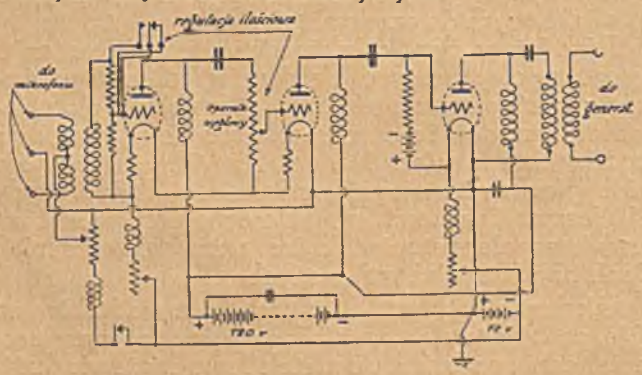
Układ połączeń amplifikatora dla wzmocnienia głównego przedstawia rys. 11.



Rys. 10.

Współczynnik wzmocnienia dla dwóch pierwszych lamp o małej mocy jest duży i wynosi około 30, dla trzeciej lampy bywa mniejszy; lampa ta jednak jest o większej mocy, niż dwie poprzednie.

Moc doprowadzoną do lampy modulującej można zmieniać za pomocą przełącznika i potencjometru, któremi reguluje się zmienne napięcie siatek dwóch pierwszych lamp amplifikatora. To urządzenie jest nieodzowne dla prawidłowego działania stacji, gdyż każda zmiana położenia mikrofonu względem źródła głosu lub odwrotnie, wywołałaby zniekształcenie, a także konieczność przeciwdziałania zniekształceniu prądów wzmocnionych z powodu takiego ich natężenia, że praca amplifikatora odbywałaby się w zakrzywionych częściach charakterystyki.



Rys. 11.

Pobieżny ten opis amplifikatorów należy jeszcze uzupełnić uwagę, że dla uzyskania dobrej modulacji (już w stacjach odbiorczych) nie jest obojętną rzeczą, w jaki sposób są wzmacniane wszystkie drgania głosowe. Okazało się, że dla wiernego odtworzenia dźwięków wysokie tony harmoniczne potrzeba wzmacniać w stopniu większym, niż niskie tony i dlatego też obecnie buduje się amplifikatory w ten sposób, że jedna część lamp służy dla wzmacniania drgań w zakresie od 30 do 5000, a druga część dla wzmocnienia przedewszystkiem wysokich drgań harmonicznych.

Urządzenie pokoju produkcji wokalnych (studio).

Zasadniczo produkcje wokalno-muzykalne, przeznaczone dla celów radjofonicznych muszą odbywać się w specjalnie do tego celu zbudowanej względnie przystosowanej sali.

Wszelkie silniejsze odbicia głosu od ścian i większych przedmiotów są niekorzystne, gdyż z powodu pogłosu modulacja staje się złą.

W celu uniknięcia szkodliwego pogłosu pokrywa się ściany puszystą materją pilśniową, a podłogę grubym puszystym kobiercem.

Służy on do stłumienia odgłosu kroków. Dla tego samego celu meble są również pokryte materjałem silnie absorbującym fale głosowe.

Oprócz tego w odległości około 1 cm od materji pokrywającej ściany i sufit znajduje się zasłona z muślinu.

Jednak zupełny brak odbić głosowych, szczególnie dla muzyki fortepianowej jest niepożądany, gdyż czyni muzykę mało zbliżoną do rzeczywistej. W zwykłych warunkach przecie dochodzi do naszych uszu część głosów bezpośrednio, a część odbita, więc fale głosowe są nieco przesunięte fazowo. W celu wiernego odtworzenia muzyki należy więc „studio" w ten sposób urządzić, aby stosunek głosów odbitych do bezpośrednio dochodzących do mikrofonu był około 1 : 10.

Również w dobrze wyposażonych stacjach radjofonicznych w pokoju modulacyjnym znajduje się obraz z przedstawieniem sali teatralnej, szczelnie wypełnionej publicznością, co wywiera pewien dodatni wpływ na artystów przyzwyczajonych do śpiewu na scenie wobec licznej publiczności. W ogóle studio bywa urządzone pod względem estetycznym: umeblowanie, oświetlenie z dużym smakiem.

Nie mniej ważną rolę odgrywa odpowiednie rozmieszczenie poszczególnych instrumentów: w zależności od siły dźwięków są one umieszczone bądźto bliżej, bądźto dalej n. p. organy w odległości około 4,5 metrów, fortepian, w odległości 5 metrów, skrzypce w odległości 3 metrów i t. d. *(rys. 12).*

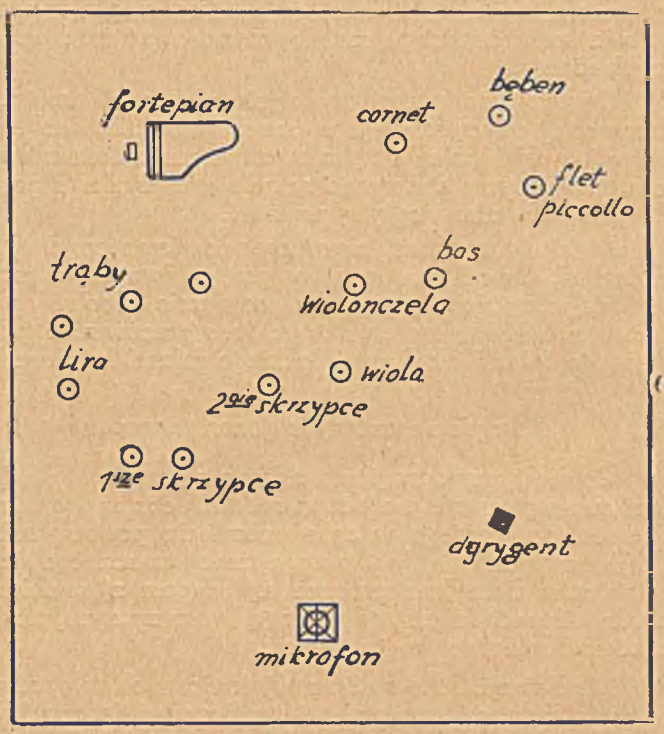
Dużą trudność w ustawieniu przedstawiają chóry, szczególnie chóry mieszane. Ustawienie takie, jak na scenie, jest prawie zawsze nieodpowiednie, gdyż niektóre tony szczególnie wyższe, a więc głosy sopranowe wychodzą za mocno, zaś głosy niskie, barytonowe i basowe są, jako niosące mniejszą energję głosową, czasami ledwo słyszalne.

Właściwie niemal dla każdego utworu muzycznego należałoby pojedyncze głosy chóru inaczej umieszczać względnie uzupełnić nuty pod względem cieniowania ze specjalnem względnieniem własności, które produkcje radjofoniczne muszą posiadać.

Bardzo dobrze można obserwować to zjawisko na produkcjach warszawskiej stacji radjofonicznej: produkcje muzyczne są zupełnie dobre, produkcje śpiewu chóralnego pozostawiają ze względu na wadliwe rozmieszczenie głosów wiele do życzenia.

Śpiew solowy i deklamacje są łatwiejsze dla reprodukcji, jednak mimo to, dla wydobycia wszystkich efektów cienowania należy posiąść sztukę śpiewania i mówienia, stosując różne natężenia głosu i różne odległości ust od mikrofonu.

Również i ustawienie mikrofonu niskie lub wysokie jest troskliwie dobrane i podlega zmianom w zależności od składu orkiestry, a nawet rodzaju utworu, czasami nie wystarcza umieszczenie jednego mikrofo-



Rys. 12.

nu, wówczas stosuję się kilka i ustawia je w takich miejscach, aby ich działanie wzajemnie się wspierało.

Oprócz produkcyj muzykalnych, odbywających się w pokoju specjalnie zbudowanym dla odbioru, co jest związane ze znacznemi kosztami, dla pokrycia wydatków na utrzymanie stałego zespołu artystów, produkujących się tylko dla celów radjofonicznych, coraz powszechniej stosuje się umieszczenie mikrofonów wprost w sali koncertowej, w sali teatralnej, kościele i t. d. Prądy mikrofonowe po przygotowawczem wzmocnieniu płyną przewodami do stacji nadawczej, wzmacniają się dodatkowo i ostatecznie działają na lampę modulacyjną.

W tych wypadkach umieszcza się mikrofon w odległości około 10 do 15 metrów od orkiestry i 3 do 6 metrów ponad posadzką. Zwykle bywa to mikrofon różnicowy, a nie kondensatorowy.

Dodatnią stroną takiego rozwiązania jest jego taniość, i wysoki poziom programów. Wprawdzie modulacja bywa przy tem nie zawsze odpowiednia, mimo to jednak produkcje te są jeszcze dostatecznie wartościowemi.

Nadajnik.

Nadajnik radjofoniczny różni się od nadajnika radjotelefonicznego, nadzwyczaj starannem wykonaniem wszystkich części, ze względu na długotrwałą pracę, podczas której właściwości elektryczne układu, czy to z przyczyny podniesienia temperatury, czy też z jakichkolwiek innych powodów nie mogą ulegać nawet nieznacznym zmianom. Zmiany te wywołałyby, albo pogorszenie się modulacji, albo zmniejszenie mocy wypromieniowywanej, albo rozstrojenie się stacji.

Przedewszystkiem więc z tych przyczyn używa się w stacjach radjofonicznych jedynie generatorów lampowych i stałego źródła prądu w obwodach anodowych. Wszelkie wahania bowiem napięcia czy powstawanie upływów prądu staje się przyczyną poważnych zakłóceń w modulacji.

Nowe odkrycie własności obwodu z kryształem piezoelektrycznym (kwarcowym) umożliwia zachowanie niezmiennej częstotliwości, a tem samem i długości fali pomimo nieznacznego rozstrojenia stacji.

Kryształ piezoelektryczny zastosowany jako dielektryk w kondensatorze wykazuje własność trwałego zachowywania drgań o częstotliwości zależnej od jego wymiarów.

Użyty w obwodzie siatki lampy generatorowej pomocniczej, automatycznie umożliwia wysyłanie stałej fali pomimo nieznacznego rozstrojenia stacji, które może nastąpić podczas długotrwałej pracy stacji.

Wyłączne zastosowanie generatorów lampowych na stacjach radjofonicznych jest podyktowane nie tylko względami, które były wyjaśnione, lecz jeszcze i pewnością działania stacji. A mianowicie zasadniczo na stacji pracuje nie jedna wielka lampa, lecz kilka do kilkunastu małych lamp połączonych równolegle.

Otóż pomimo przepalenia jednej lampy praca stacji nie ustaje i nie jest zakłócona, zaś wymiana uszkodzonej lampy na nową ,dzięki stykom nożowym trwa tylko kilkanaście sekund.

Ostrość nastrojenia. Ostrość nastrojenia stacji nadawczej radjofonicznej nie powinna być zbyt duża: tłumienie w antenie musi mieć pewną wartość dostatecznie dużą. Wydaje się to poniekąd w sprzeczności z dotychczasowemi pojęciami o konieczności, jak najostrzejszego dostrajania obwodów drgających, tak nadawczych, jak i odbiorczych.

Stacja radjofoniczna nie może być bardzo ostro nastrojoną z następującej przyczyny.

Z pojęciem ostrego nastrojenia wiąże się zmniejszenie oporów i tłumienia w układach drgających.

Wyobraźmy sobie, że antena jest b. ostro nastrojona, tłumienie więc jest b. małe. Wówczas działanie jakiegokolwiek impulsu modulującego prąd antenowy wyrazi się w ten sposób, jak gdyby ten impuls działał dłużej, t. j. nie będzie on wiernie co do czasu trwania i natężenia odtworzony. Jeśli po sobie następuje cały szereg impulsów różniących się częstotliwością i natężeniem bardzo szybko, to wzajemnie one interferują z sobą; zanim jeden przestanie działać, pojawia się już następny, co w skutkach prowadzi do skażenia produkcji radjofonicznych.

Z powyższej przyczynyn tłumienie w antenie nadawczej powinno mieć z jednej strony wartość taką, aby modulacja była jak najwierniejsza, z drugiej zaś strony, aby sprawność urządzenia nie była zbyt mała.

Modulacja. Z wielu sposobów modulacji sposób Heising'a okazał się najodpowiedniejszym i bywa naogół powszechnie stosowany. Wyczerpujący opis różnych sposobów modulacji znajdzie czytelnik w osobnym artykule p. t. „O modulacji radjofonicznej".

Antena. Ponieważ zwykle radjofoniczne nadawanie odbywa się z pomocą fal krótkich np. kilkusetmetrowych; nieznaczne nawet rozstrojenie anteny prowadzi do wielkiego obniżenia mocy wypromieniowanej.

Jeśliby rozstrojenie anteny było stałe albo powtarzałoby się rzadko, nie byłoby to jeszcze wielką przeszkodą, gdyż moglibyśmy odpowiednio zwiększyć

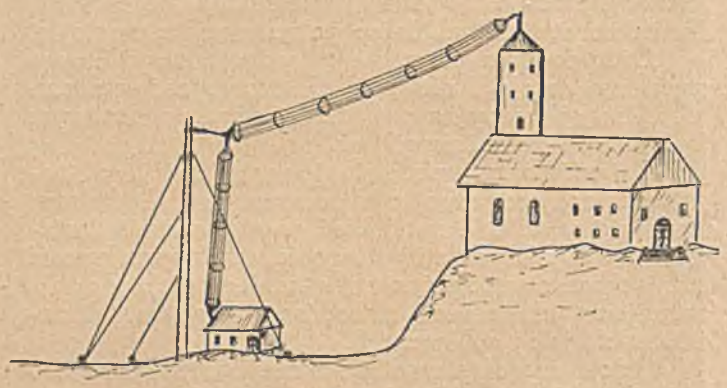
moc stacji względnie dokonać co pewien czas ponownego nastrojenia.

Jednak zdarzyć się może rzecz o wiele gorsza, to jest bardzo szybkie rozstrajanie się anteny i automatyczny powrót do stanu pierwotnego np. wskutek poruszania anteny przez wiatr lub innych przyczyn. Te zmiany wywołują osłabienie i wzmocnienie się mocy wypromieniowanej stacji nadawczych i siły odbioru na stacjach odbiorczych. Można temu przeciwdziałać jedynie przez mocne wyciągnięcie drutów antenowych.

Co do innych warunków jak izolacji, przekroju, długości i t. d. winna antena odpowiadać wymaganiom stawianym dla anten nadawczych, stosowanych w radjotelegrafji.

Jakkolwiek w radjofonji stosuje się najrozmaitsze systemy anten, to jednak należy wyróżnić *antenę cylindryczną*.

Antena cylindryczna nadaje się przedewszystkiem dla nadawania i odbioru fal krótkich. Składa się ona z kilku lub kilkunastu promieni antenowych koncentrycznie ułożonych. Pewna ilość pierścieni metalowych lub drewnianych o średnicy około 6 m do 1 m służy do podtrzymywania drutów w stałej odległości, jak to widać na rys. 13.



Rys. 13.

Jeżeli pierścienie są metalowe to łączy się je metalicznie z promieniami antenowemi, jakkolwiek nie jest to koniecznie potrzebne.

Antena cylindryczna odznacza się silnemi własnościami promieniowania i pochłaniania fal, i małym oporem.

Właściwość promieniowania i pochłaniania fal przez dowolną antenę można zwiększyć, jeśli się zwiększy jej wymiary a szczególnie wysokość.. Jednak w miarę zwiększenia wymiarów anteny wzrasta jej fala własna. Skądinąd wiemy, że zbytnio nie możemy oddalać się od fali własnej, jeśli moc wypromieniowana, względnie siła odbioru nie ma się zmniejszyć.

Otóż, dzięki równoległemu poprowadzeniu drutów antenowych w bliskiej od siebie odległości zmniejsza się samoindukcję anteny niemal tyle razy, ile jest równolegle włączonych drutów, przy nieznacznem tylko zwiększeniu jej pojemności.

Zatem iloczyn LC dla anteny cylindrycznej jest mniejszy niż dla pojedyńczej anteny, a tem samem i fala własna mniejsza.

Jeślibyśmy chcieli, aby fale własne miały jednakową wartość, należałoby zbudować antenę cylindryczną dłuższą względnie wyższą. Wyższa zaś antena ma większą zdolność promieniowania i pochłaniania.

Z tej przyczyny stosuje się na stacjach radjofonicznych anteny cylindryczne.

Ponieważ doprowadzenie anteny, przez które przepływają znaczne prądy, można uważać za antenę pionową, wykonywa się je również tak, jak antenę cylindryczną w celu zmniejszenia samoindukcji.

Zmniejszenie samoindukcji w układach nadawczych i odbiorczych można osiągnąć przeciwwagą cylindrycznej budowy.

Tego rodzaju przeciwwagi przyjęły się w Ameryce z przyczyny, że przedstawiają znaczne korzyści w porównaniu z wadliwem, za długiem uziemieniem, które z konieczności potrzebaby zastosować na drapaczach chmur.

Oprócz tego przeciwwaga nieuziemiona, umieszczona na odpowiedniej wysokości ponad dachem 40-piętrowej kamienicy, praktycznie uniezależnia antenę od wpływu stalowego szkieletu budynku i prądów, które w nim mogłyby powstać.

Niekiedy wyposaża się stację w dwie anteny i dwa nadajniki. Umożliwia to albo pracę dwoma falami o różnej długości, i wspólnym programie, albo równoczesną produkcję dwóch różnych programów n. p. poważnego falami długiemi i lekkiego falami krótkiemi.

Sprzężenie anteny z generatorem.

Co się tyczy sprzężenia anteny z generatorem, to jest ono wykonane nie bezpośrednio, lecz za pomocą obwodu pośredniego w celu uniknięcia powstawania fal harmonicznych lub przynajmniej znacznego ich osłabienia. Fale harmoniczne są bowiem zjawiskiem bardzo niepożądanem, gdyż mogą być przyczyną przeszkód w odbiorze drugich stacji.

Moc stacji. Moc stacji radjofonicznych w porównaniu z licznemi stacjami telegraficznemi jest mniejsza. Zwykle nie przenosi ona kilkaset watów, lub kilku kilowatów.

Większe stacje, jak Doventry około 50 KW mocy pierwotnej, należy do rzadkości i stosowanie ich przedstawia pewną niedogodność: mianowicie podczas pracy wielkich stacyj radjofonicznych w dużym promieniu jest uniemożliwiony — współczesny odbiór innych stacji radjofonicznych. Pewnym środkiem zaradczym na to są dłuższe przerwy w programie. W niektórych krajach nawet ustawowo są przewidziane krótkie przerwy podczas pracy stacyj radjofonicznych, w celu umożliwienia korespondencji innym stacjom, a także ze względu na konieczność usłyszenia ewentualnego wołania statków, znajdujących się w niebezpieczeństwie o pomoc sygnałem (SOS = save our soul), t. j. ratujcie nas!

Moc pierwotna warszawskiej stacji radjofonicznej wynosi 6 kilowatów, zaś moc w antenie około 1,5 kilowata. Rzecz prosta, że moc wypromieniowana jest jeszcze mniejsza.

Urządzenia kontrolujące. Sprawne działanie nawet najlepiej wykonanej stacji radjofonicznej w dużym stopniu zależy od prawidłowej pracy wielu przyrządów pomiarowych i kontrolujących.

Przyrządy te odpowiednio rozmieszczone umożliwiają personelowi obsługującemu śledzenie procesów związanych z wytwarzaniem fal elektromagnetycznych telefonicznie zmodulowanych jakościowo i ilościowo.

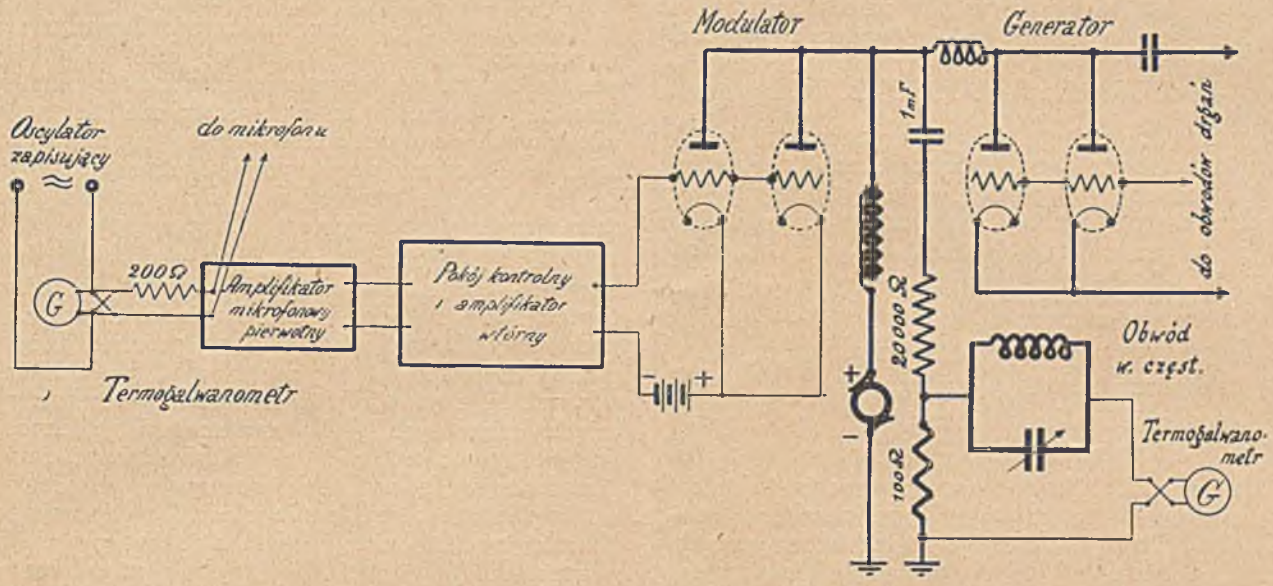
W pierwszym rzędzie zatem kontroluje się sposób modulacji samego mikrofonu przez włączenie słuchawki telefonicznej lub głośnika do amplifikatora, który wzmacnia prądy mikrofonowe.

Oprócz tego za pomocą małego urządzenia odbiorczego kontroluje się również działanie nadajnika, t. j. wysyłanych fal elektromagnetycznych.

Najbardziej celowem urządzeniem dla tej kontroli są głośniki i oscylografy.

Za pomocą głoników kontroluje się jakość modulacji, zaś przy pomocy oscylografów, po uprzedniem wzmocnieniu prądów i wyprostowaniu, ilościowy przebieg modulacji, t. j. jej głębokość oraz kontrola czy odbywa się ona w prostolinijnej części charakterystyki generatora lampowego.

Do podobnego celu służy również urządzenie, składające się ze źródła prądu zmiennego simusoidalnego o częstotliwości od 30 do 10 000 okresów, amplifikatora, detektora i oscylografu. Umożliwia ono zbadanie zależności, jaka zachodzi pomiędzy energją doprowadzoną do mikrofonu, a wypromieniowaną przez antenę (głuchą). Rys. 14.

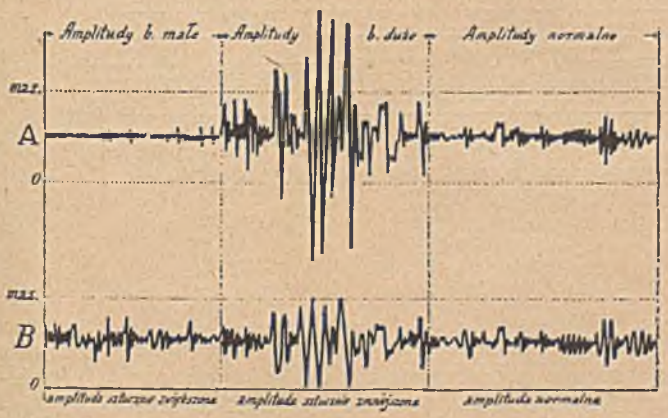


Rys. 14.

N. p. dla wydobycia efektów muzykalnych siła dźwięków znacznie się różni. Stosunek 1 : 1000000 nie należy wcale do rzadkości.

Otóż, aby zapobiedz zniekształceniom głosu z powodu wadliwej modulacji w tak rozległych granicach, okazała się konieczność stosowania regulacji natężenia dźwięków. W tym celu osoba muzykalna i znająca już przedtem charakter utworów muzycznych reguluje moc prądu zmodulowanego w ten sposób, że w miejscach, gdzie miałby on bardzo wielkie natężenie (fortissimo) zmniejsza jego wartość, zaś wtedy, kiedy wartości jego byłyby nieznaczne, odpowiednio wzmacnia (pianissimo) (retuszowanie głosu).

W taki sposób stosunek natężenia dźwięków w stacjach odbiorczych zmieni się z 1 : 1000000 na 1 : 10000 lub 1 : 1000, jednak pomimo tego nie zatracą się jeszcze subtelności produkcji muzycznych.



Rys. 15.

Np. rys. 15-A przedstawia, jaką amplitudę musiałby posiadać prąd anodowy generatora, aby odtworzyć drgania o znacznej amplitudzie. Widać z krzywej, że drgania są tak znaczne, że nie mieszczą się w górnej i dolnej granicy wartości prądu anodowego; wierzchołki niektórych drgań byłyby ścięte i stąd powstałyby zniekształcenia w modulacji.

Oprócz tego widać, że w kilku miejscach amplitudy prądu anodowego stosownie do potrzeby odtworzenia dźwięków o b. słabem natężeniu mają amplitudy b. małe. W tym wypadku fale elektromagnetyczne, wypromieniowywane przez stację miałyby bardzo mały zasięg czyli, że wierne odtworzenie produkcyj radjofonicznych byłoby możliwe tylko w małym promieniu.

Jeśli jednak przez regulację, odpowiednio zwiększymy sztucznie amplitudy małe a zmniejszymy duże, rys. 15-B, działanie stacji będzie bez zarzutu, tak pod względem modulacji, jak i zasięgu.

Ponieważ dla sprawnego działania stacji radjofonicznej jest konieczna ścisła współpraca pomiędzy artystami, kierownikiem arytystycznym, osobą zapowiadającą treść programów, a osobą obsługującą nadajnik, dla łatwego porozumiewania się ich pomiędzy sobą służą środki optyczne i akustyczne. O ile stacja radjofoniczna wykorzystuje programy obce n. p. z odległej sali konserwatorjum, teatru lub nawet z innej miejscowości, ilość przyrządów kontrolujących odpowiednio wzrasta.

Posługiwanie się programem obcym, jak w ogóle przesyłanie prądów zmodulowanych na większe odległości nie jest zagadnieniem łatwem. Prądy zmienne o różnych częstotliwościach po przejściu przez dłuższą linję telefoniczną ,napowietrzną, lub nawet krótką linję kablową ulegają zniekształceniom i nierównomiernemu osłabieniu. Prądy o małej częstotliwości są mniej osłabione niż prądy o wielkiej częstotliwości. Szczegół ten odgrywa poważną rolę w dobroci modu-

lacji, gdyż dźwięki wyższe z tej przyczyny słychać słabiej, niekiedy jest to równoznaczne z pozbawieniem tonu zasadniczego, tonów harmonicznych. W tych wypadkach skutecznie przeciwdziała się temu przez zastosowanie amplifikatora korygującego.

Posiada on właściwość stosunkowo silniejszego wzmacniania prądów o wielkiej częstotliwości, n. p. od 5000 w górę, niż prądów o małej częstotliwości.

Dzięki takiemu wzmacniaczowi można więc nierównomiernemu osłabieniu prądów zmodulowanych po przejściu przez linję kablową, skutecznie zapobiedz.

ODBIORNIKI RADJOFONICZNE.

Wysoki poziom produkcji radjofonicznych zależy w pierwszym rzędzie od dobroci stacji nadawczej. Jednak błędnem byłoby mniemanie, że każdy odbiornik nadaje się do tego celu. Przeciwnie powinien on odpowiadać warunkom, odpowiednim pod względem:

1) siły odbioru,
2) wiernego wzmocnienia,
3) ostrego i trwałego nastrojenia,
4) braku szmerów i gwizdów,
5) niepromieniowanie anteny,
6) łatwej obsługi.

Siła odbioru. Siła odbioru powinna być dostosowana do mocy i odległości stacji radjofonicznej, więc dla bliskich odległości może być mała i już najprostszy odbiornik detektorowy odpowie znakomicie swemu zadaniu. Niestety jednak tylko nieliczna ilość amatorów znajduje się w promieniu silnego działania stacji radjofonicznej (mniej więcej dla pewnego odbioru do 10 km. dla stacji o mocy 1 kilowata) reszta musi stosować odbiorniki lampowe. Najprostszy odbiornik zasadniczo składa się z dwu lub trzech lamp w układzie następującym: jedna lampa jako detektor, dwie dla wzmocnienia małej częstotliwości. Taki odbiornik umożliwia usłyszenie wspomnianej stacji z odległości kilkudziesięciu kilometrów.

Dla większych odległości używa się albo odbiorników wielolampowych ze wzmocnieniem wielkiej i małej częstotliwości, albo odbiorników ze zwrotnem sprężeniem (reakcja). Taki odbiornik trzylampowy umożliwia słuchanie większych stacji radjofonicznych w całej Europie.

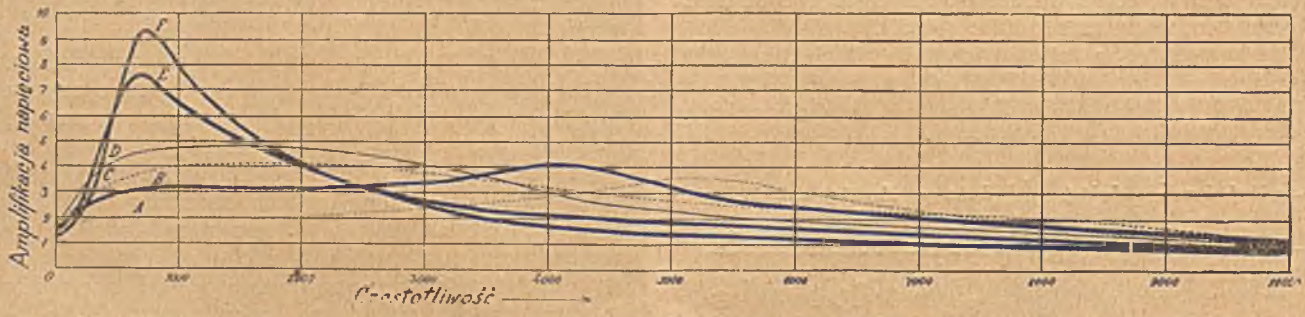
2. Wierne wzmocnienie. Zwykle w źle wykonanych odbiornikach siła odbioru jest znaczna, natomiast jakość, pozostawia wiele do życzenia. Można prawie przyjąć za zasadę, że silnemu wzmocnieniu towarzyszy pogorszenie się wartości artystycznych utworu.

Dzieje się to z dwóch przyczyn:

Najpierw z powodu właściwości lamp: silniejszego wzmocnienia prądów słabych niż silnych. Otóż przy nieznacznem wzmocnieniu wszelkie szmery postronne, jako b. słabe w porównaniu do sygnałów właściwych po wzmocnieniu ledwo dadzą się zauważyć. Jeśli jednak wzmocnienie jest znaczne, to stosunek natężenia dźwięków właściwych do szmerów zmniejsza sie, i odbiór jest zakłócony.

Drugą przyczyną, która mocno zniekształca dźwięki, jest praca w niewłaściwem miejscu charakterystyki lamp katodowych. Jak wiadomo, wzmocnienie powinno odbywać się tylko w prostolinijnej części charakterystyki. Otóż przy silnym wzmocnieniu, co odpowiada zbyt wielkiej przekładni transformatorów międzylampowych, lub znacznemu spółczynnikowi wzmocnienia lamp, może się łatwo zdarzyć, że w drugim, lub pewniej w trzecim stopniu wzmocnienia, praca amplifikatora rozciągnie się aż na krzywe części charakterystyki lamp. Wówczas oczywiście nie będzie proporcjonalnego wzmocnienia; odcienie w natężeniu dźwięków będą mniej wyraźne, lub co gorsza wyższe tony harmoniczne znikną. Aby uniknąć tych powikłań, stosuje się zwykle następujący stosunek przekładni transformatorów: dla pierwszej lampy (pierwszego stopnia wzmocnienia) 1 : 6 lub 1 : 4, dla następnego 1 : 3, dla trzeciego już tylko 1 : 2, a nawet 1 : 1.

Jak bardzo zależy wierność w odtwarzaniu produkcyj radjofonicznych od stosunku uzwojeń w transformatorach małej częstotliwości, widać z rys. 16. Charakterystyki, które w idealnym wypadku miałyby prostolinijny przebieg wzmocnienia wykazują dla niektórych częstotliwości krzywizny i to tem większe, im stosunek transformacji jest większy.



Rys. 16. Charakterystyka wzmocnienia napięciowego transformatorów wejściowych o rozmaitych przekładniach pracujących z lamwami 216-A.

	przekładnia		przekładnia
Transformator A	1 : 2	Transformator D	1 : 5
„ B	1 : 3	„ E	1 : 6
„ C	1 : 4	„ F	1 : 7

Niekiedy dla uzyskania silniejszego wzmocnienia stosuje się wyższe napięcie anodowe w ostatniej fazie wzmocnienia. Wówczas wynika potrzeba stosowania dodatkowego napięcia ujemnego około 0,5 do 3 V i więcej na siatkach lamp. Dzięki dodatkowemu napięciu przesuwa się punkt pracy lampy na środek charakterystyki.

Ostre i trwałe nastrojenie. Czas, w którym pracują stacje radjofoniczne, jest ograniczony. Współcześnie więc mnóstwo stacji wysyła fale, które ogólnie biorąc bardzo mało różnią się długością fali. Wystarczy tylko nieznacznie zmienić nastrojenie stacji odbiorczej, aby natychmiast usłyszeć inną stację, pracującą falą zbliżoną do poprzednio odbieranej.

O ile olbiornik nie dawałby się ostro nastrajać, to wydzielenie jednej stacji wśród kilku innych byłoby utrudnione, lub wręcz niemożliwe.

Jednak istnieje tutaj pewna granica: a mianowicie ostrość nastrojenia odbiornika zasadniczo powinna być mniejsza niż nadajnika. Wynika to z następującej przyczyny: w razie ostrzejszego nastrojenia odbiornika niż nadajnika mogłyby zdarzyć się wypadki gwałtownego zaniku odbioru wtedy, kiedy długość wypromieniowanej fali nieznacznie zmieniłaby się. Oprócz tego bardzo ostre dostrojenie i nadajnika i odbiornika jest niepożądane ze względu na wierne odtworzenie dźwięków. Może się zdarzyć bowiem, że wskutek zbyt małego tłumienia, co jest równoznaczne z bardzo ostrem dostrojeniem, czas trwania poszczególnych dźwięków (po przekształceniu na drgania elektryczne) trwałby dłużej niż w rzeczywistości. Rzecz prosta, że wtedy dźwięki uległyby skażeniu. Pozatem pamiętać należy, że stacja radjofoniczna wysyła nie jedną falę, lecz całe widmo fal, zawarte w granicach około 20000 okresów. Całe to widmo odbiornik powinien przyjmować równomiernie, aby uniknąć zniekształcenia dźwięków. Idealne byłyby więc odbiorniki z krzywą rezonansu, bardzo ostrą, ale ściętą u wierzchołka. Do ideału tego zbliżają się filtry Campbell'a i anteny wielokrotne inż. J. Plebańskiego.

Nastrojenie stacji powinno być nie tylko dostatecznie ostre lecz i trwałe. W przeciwnym razie siła odbioru słabnie, lub całkowicie zanika. Zwykle przyczyną tego staje się nie tyle odbiornik, ile antena nieodpowiednio umocowana. Ponieważ jest ona przystosowana zwykle do odbioru fal bardzo krótkich, gdyż takiemi falami większa część stacyj radjofonicznych pracuje, ma więc małe wymiary, wystarczy nieznaczne jej poruszenie, n.p. przez wiatr, aby jej pojemność uległa zmianie. Rzecz prosta, wywoła to rozstrojenie stacji, które szczególnie dotkliwie daje się uczuwać w odbiornikach, pracujących bez obwodu wtórnego i z reakcją w antenie. Dalszą przyczyną niestałości nastrojenia może być takie wykonanie odbiornika, że zbliżenie ręki do kondensatora, lub wariometru z powodu pojemnościowego działania zmienia własności elektryczne obwodu. W tym wypadku potrzeba, zręcznie obsługiwać odbiornik, wyczuwając po prostu, w jaki sposób zmieni się nastrojenie po przyłożeniu względnie odjęciu ręki od regulatorów. Ażeby wpływ ten zmniejszyć, stosują niektóre firmy, długie pałeczki do regulowania. Najbardziej celowem jednak jest zastosowanie metalowych osłon uziemionych, na wszystkie części odbiornika, które zmieniłyby swą pojemność względnie spółczynnik tłumienia pod wpływem obcej pojemności.

Oprócz tego przyczyną osłabienia siły odbioru może się stać wyczerpanie baterji żarzenia lub baterji anodowej. A mianowicie z początku, kiedy baterje są wypoczęte, odbiór jest dobry, po pewnym jednak czasie słabnie coraz bardziej. Dlatego to należy o tem pamiętać i stosować tylko takie ogniwa do pracy, które wyczerpują się powoli, n.p. akumulatory, lub ogniwa o większej pojemności (woreczkowe dwie).

Niepromieniowanie anteny. Niemal we wszystkich odbiornikach, szczególnie przeznaczonych dla odbioru odległych, lub stałych stacji, stosuje się *sprzężenie zwrotne* (reakcję) dla zwiększenia siły odbioru, bez stosowania większej ilości lamp.

Najprostszym i najwygodniejszym sposobem jest zastosowanie działania zwrotnego na antenę. Siła odbioru wzrasta niepomiernie. Ten sposób jednak kryje w sobie wielkie niebezpieczeństwo dla ogółu amatorów, szczególnie w większych miastach.

Szmery i gwizdy. Jeśli już wyładowania atmosferyczne są niemiłe i drażniące, to tem bardziej przykremi wydają się szmery pochodzące z wad odbiornika. Naturalnie, w odbiornikach najprostszych, n.p. tylko detektorowych, nie występują one wcale lub bardzo rzadko. Natomiast w odbiornikach lampowych, szczególnie o znacznem wzmocnieniu, są na porządku dziennym. W czem należy przyczyny tego szukać wyjaśniliśmy w ustępie o amplifikatorach. Tutaj należy jeszcze zaznaczyć, że zwykle przez zastosowanie zbyt mocnej reakcji czystość odbioru pogarsza się. *Wogóle powinno być zasadą, że należy dbać raczej o czystość odbieranych dźwięków, a nie o ich siłę.*

Objawy. Nawet w najstaranniej wykonanym amplifikatorze, szczególnie wielostopniowym, daje się zauważyć w słuchawkach telefonicznych stały charakterystyczny szmer podobny do głosu, który słyszy się podczas przesypywania piasku. Zwykle natężenie jego jest małe tak, że nie przeszkadza odbiorowi.

Niekiedy jednak szmery wzmagają się, słychać najróżnorodniejsze trzaski, następujące po sobie perjodycznie, lub zupełnie dowolnie, pojawia się stały gwizd lub wycie o takim natężeniu, że nie tylko odbiór słuchowy, lecz wogóle trzymanie słuchawek przy uszach jest niemożliwe.

Natężenie głosu może być stałe, lub zmienia się z bylejakiego powodu, n.p. zbliżenia ręki do amplifikatora, zmiany prądu żarzenia lub napięcia anodowego.

Przyczyny. Szmery powstają z powodu wytwarzania się drgań lub dudnień o częstotliwości słyszalnej z najrozmaitszych powodów, które należy szukać wewnątrz samego amlifikatora, lub baterji i doprowadzeń.

I tak, przyczyną szmerów może być pojemność własna uzwojeń transfomatorów wejściowego, międzylampowych lub wyjściowego, gdyż w połączeniu z samoindukcją tych uzwojeń tworzy zamknięte obwody drgań małej częstotliwości. Jeżeli zatem istnieje możliwość powstawania tych drgań i ich zachowania, co w układach lampowych zdarza się bardzo łatwo, powstają zaburzenia.

Dotychczas przyjmowaliśmy, że w obwodach powstawały drgania małej częstotliwości. Nie jest to jednak konieczny warunek dla wytwarzania szmerów. Równie dobrze przyczyną ich mogą się stać drgania wielkiej częstotliwości. Z powodu interferencji mogą one przeistoczyć się w dudnienie, które będą już słyszalne.

Dla oddziaływania na obwód siatki, co jest koniecznym warunkiem powstawania drgań, nie jest koniecznie potrzebne sprzężenie przez lampę, jak to było poprzednio opisane. Równie ujemnie może wpływać sprężenie magnetyczne, n.p. zbyt bliskie umieszczenie tranformatorów, lub przewodów względem siebie.

Oprócz tego przyczyną powstawania drgań o częstotliwości muzykalnej mogą być drgania wielkiej częstotliwości, które pojawiają się w układach lampowych. Wtedy pod wpływem tych drgań siatka staje się tak mocno ujemną, że prąd anodowy słabnie do zera. Wtedy drgania ustają, gdyż nie są już dalej zasilane, siatka po chwili powraca do stanu poprzedniego, t. j. traci swój ładunek ujemny, prąd anodowy przepływa, drgania w. cz. pojawiają się na nowo

i opisany proces powtarza się. Jeśli częstotliwość powstania tych drgań i zniknięcia jest średnia, to z powodu zmiany natężenia prądu anodowego od zera do maksimum kilkaset razy na sekundę, powstają gwizdy w amplikatorze.

To zjawisko szczególnie wybitnie występuje w lampach detektorowych i zależnie od pojemności kondensatora siatki i oporu upływowego może się powtarzać od kilku razy w minucie do kilkunastu tysięcy w sekundzie.

Ze względu na możność powstawania drgań w amplifikatorze jest rzeczą obojętną, czy one wytwarzają się w poszczególnych obwodach lamp, czy też z jednego układu oddziaływują na drugi.

Szczególnie niebezpieczny w tym względzie jest wpływ obwodu wyjściowego na wejściowy.

Oprócz oddziaływania magnetycznego, równie doniosły wpływ na powstawanie szmerów może wywierać odziaływanie elektrostatyczne przewodników lamp lub innych części amplifikatora. Wybitny wpływ tego rodzaju daje się uczuwać szczególnie w amplifikatorach wielkiej częstotliwości.

Również powodem powstawania szmerów może być sama lampa. Jeżeli np. materjał, z którego jest sporządzony drucik, nie jest jednorodny, lecz zanieczyszczony choćby śladami ciał przyśpieszających lub opóźniających wysyłanie elektronów w sposób nierównomierny, to zjawisko nagłego wydzielenia się wiekszej ilości elektronów lub gwałtownego obniżenia emisji, powtarzające się b. szybko, staje się przyczyną szmerów.

Tak samo i wadliwa próżnia również przyczynia się do powstawania szmerów. W tym wypadku jonizacja gazów, wywołana bombardowaniem elektronów, jest powodem szmerów.

Do tych przyczyn należy jeszcze doliczyć ujemny wpływ baterji żarzenia lub baterji anodowej, kiedy ich opór jest znaczny, lub prąd niestały, np. z powodu wytwarzania się banieczek gazu na elektrodach i nagłego ich odrywania np. w świeżo naładowanych lub b. wyładowanych akumulatorach.

Wielki opór baterji staje się przyczyną powstawania szmerów jeśli mamy wspólną baterję żarzewia lub anodową dla wszystkich lamp. Wówczas z powodu zmiennych spadków napięcia wywołanych zmianami prądu anodowego w ostatniej lampie zmienia się napięcie anodowe w pierwszych lampach. Te wahania przenoszą się wzmocnione znowu do ostatniej lampy, wywołują jeszcze gwałtowniejsze spadki i ten proces powtarza się aż do ustalenia. Podobny wpływ może wywierać znaczny opór przewodników (wspólnych) dla kilku lamp. Pewien wpływ również może w tym względzie wywoływać wadliwa izolacja oprawek lamp, i wogóle części prowadzących prąd do siatek lamp. Z powodu złej izolacji pojawiają się prądy upływowe względnie pasożytnicze i stają się przyczyną szmerów.

Na koniec potrzeba jeszcze wspomnieć o wpływie mechanicznych wstrząśnień na wytwarzanie głosów zbliżonych do głosu dzwonu.

A mianowicie pod wpływem mechanicznych drgań żarzący się drucik zbliża się i oddala od siatki naprzemian, co wywołuje zmianę natężenia prądu anodowego. Otóż te szybkie zmiany są przyczyną dźwięku.

Wysokość tonu zależy od masy, a więc od grubości i stopnia naprężenia, o czem można łatwo się przekonać przez uderzenie pierwszej lampy amplifikatora małej częstotliwości i zmianę prądu żarzenia zanim dźwięk zniknie. Osłabienie prądu wywołuje podwyższenie dźwięku, wzmocnienie prądu — obniżenie dźwięku, gdyż z powodu większego rozgrzania naprężenie drucika zmniejsza się.

Wpływ mechanicznych wstrząśnień daje się tem mocniej uczuwać, im drucik jest cieńszy i dłuższy (lampy micro i dull emitter).

Z tego wszystkiego widzimy, jak liczne i jak różne przyczyny mogą być źródłem zaburzeń.

Poznajmy środki zaradcze.

Zapobieganie. Szmerom w amplifikatorach zapobiega się przez usunięcie lub zmniejszenie przyczyn, które je wywołują.

Jeżeli przyczyną ich jest przedewszystkiem pojemność własna uzwojeń transformatorowych (w amplifikatorach małej częstotliwości), to dołączamy równolegle do uzwojeń pierwotnych, lub wtórnych nieznaczne pojemności. Wówczas możemy w ten sposób nastroić te szkodliwe obwody drgań, że na siebie nie wpływają, bo niema między niemi rezonansu, lub drgania stają się tak wolne, że nie tworzą stałego tonu.

Niekiedy wystarcza przestawić położenie biegunów jednego z transformatorów, aby szmery znikły, gdyż wtedy zmienia się rozkład pojemności. Dla uniknięcia magnetycznego i elektrycznego oddziaływania na siebie części amplifikatora umieszcza się lampy w odległości najmniej 15 centymetrów, prowadzi połączenia w ten sposób, aby były krótkie i możliwie odległe od siebie. Szczególnie ważne to jest dla obwodów siatek i obwodów anodowych: powinne być od siebie daleko umieszczone i to tem dalej, im większa zachodzi możliwość oddziaływania, a zatem obwody wejściowe jak najdalej umieszczone względem obwodów wyjściowych. Szczególnej opieki pod tym względem wymagają amplifikatory wielkiej częstotliwości. Dla zapobieżenia ujemnym wpływom przygodnego sprzężenia elektrycznego lub magnetycznego, osłania się metalicznie poszczególne lampy wraz z ich układami i osłony uziemia. Osłony są wykonane z grubej blachy żelaznej, pokrytej z wierzchu jeszcze blachą miedzianą dla zwiększenia przewodnictwa.

Nowsze doświadczenia z amplifikatorami wykazały, że o wiele skuteczniejsze jest stosowanie podwójnych osłon. Odległość ich wynosi od kilku do kilkunastu centymetrów. Również okazało się, że dla skuteczności osłony potrzeba, aby była ona zupełna, gdyż o ile są w niej nieosłonięte otwory, np. dla regulacji amplifikatora, to działanie jej znacznie osłabia się.

Odległość osłon od lamp i części amplifikatorowych może być mała, jednak ze względu na straty, jakie z powodu powstawania prądów wirowych mogą w nich powstać jest wskazane zastosowanie znaczniejszej odległości, np. kilkunastu centymetrów. Naturalnie, że pociąga to za sobą znaczne zwiększenie wymiarów amplifikatora i może być stosowane jedynie w dużych stałych stacjach. W amplifikatorach mniej doskonałych zamiast oddzielnego zabudowywania lamp stosuje się wspólną uziemioną osłonę dla wszystkich części amplifikatorowych. Zwykle wystarcza jeśli ona zakrywa je od tej strony, z której są umieszczone regulatory. Wtedy zbliżenie ręki (oddziaływanie pojemnościowe) nie rozstraja odbiornika i nie jest przyczyną szmerów.

Z tych samych powodów przewody, łączące kilka części odbiornoka, np. amplifikator wielkiej częstotli-

wości, heterodynę, detektor i amplifikator małej częstotliwości powinne być osłonięte miedzianą uziemioną gazą.

Co się tyczy sposobu prowadzenia przewodów w amplifikatorze małej częstotliwości przestrzega się ogólnej zasady, t. j. prowadzi przewodniki doprowadzajce i odprowadzające ten sam prąd jąk najbliżej siebie.

Oprócz tych ostrożności stosuje się w amplifikatorach odpowiednio dobrane lampy. Szczególną uwagę należy zwrócić na pierwszą lampę w amplifikatorze, powinna ona ze wszystkich stosowanych lamp dawać najmniej szmerów, dlatego dobrze jest przez przestawienie lamp przekonać się, czy szmery nie znikną, lub przynajmniej nie osłabią się.

To przestawienie lamp jest wskazane w amplifikatorach wielkiej i małej częstotliwości. Lampy w amplifikatorach wielkiej częstotliwości powinne oprócz tych cech wykazywać jak najmniejszą pojemność pomiędzy anodą i siatką; w tym celu mają specjalną budowę, np. lampy angielskie typu V 24 i DE V. Następnie wszelkie połączenia powinne być wykonane z drutu miedzianego o średnicy około 1,2 mm. i lutowane lub mocno zaciśnięte, baterje żarzenia o małym oporze wewnętrznym i w dobrym stanie, baterje anodowe oddzielne dla małej i wielkiej częstotliwości, aby uniknąć sprzężenia przez nie i nie używać ich bezpośrednio po naładowaniu lub przeciwnie zbytnio wyczerpanych.

Dobrze jest równolegle do baterji anodowej włączyć kondensator o pojemności około 2 μ F; zmniejsza on dążność amplifikatora do gwizdów.

Również na dobroć izolacji musi być zwrócona uwaga; zły materjał izolacyjny użyty w oprawkach lamp, lub dla umocowania gniazdek lamp, zapylenie, zwilgotnienie amplifikatora już może stać się przyczyną zaburzeń z powodu upływów prądowych.

Dobrze jest izolować od ziemi baterję żarzenia, a szczególnie baterję anodową i zabezpieczyć amplifikator od mechanicznych wstrząśnień, przez podwieszenie lamp na pasach z miękkiej gumy, zastosowanie pilśniowych podkładek i t. d.

Na mechaniczne wstrząśnienia są czułe przedewszystkiem te amplifikatory, w których stosuje się lampy o przyćmionem żarzeniu. Niekiedy wystarczy mocniej wypowiedziane słowo dla wytworzenia drgań drucika żarzenia, co wywołuje dźwięk w amplifikatorze.

Zastosowanie reakcji w antenie jest równoznaczne z przekształceniem stacji odbiorczej w malutką stację nadawczą. Zasięg takiej przygodnej stacji wynosi nawet kilka kilometrów. Otóż jeśli w obrębie działania znajdzie się kilkanaście podobnych stacji, co zawsze jest prawdopodbne w większych miastach, to zamiast wspaniałych koncertów słyszy się przeważnie kocią muzykę.

Oprócz tego niemożliwe jest w tych warunkach dokładne nastrojenie się i wierne odtwarzanie produkcji, gdyż siła odbioru wówczas zależy nie tylko od pracy właściwej stacji nadawczej lecz także od pomocniczych. A mianowicie, jeśli kilka stacji nastroi się dla odbioru tej samej stacji, np. Rzymu, to dzięki działaniu zwrotnemu na antenę i ich promieniowaniu, powstanie możliwość usłyszenia Rzymu przez stacje odbiorcze o mniejszym zasięgu, niż normalnie byłoby potrzeba. Wystarczy jednak, aby ta przygodna pomocnicza stacja nadawcza przestała pracować względnie nastroiła się na inną falę, a wystąpi raptowne obniżenie się siły odbioru. Naturalnie, objawy te dotyczą jedynie odbiorników blisko siebie położonych, t. j. kilkunastu do kilkuset metrów.

Odbiorniki ze zwrotnem działaniem na antenę, mogą być więc stosowane jedynie w miejscach o małej ilości mieszkańców; w wielkich miastach, gdzie odległość pomiędzy stacjami jest nieznaczna, użycie ich nie jest pożądane z powodów wyżej wymienionych.

Zalety odbiornika z reakcją są oczywiste i ujemnym jej skutkom można łatwo zapobiec przez zastosowanie działania zwrotnego nie bezpośrednio na obwód antenowy, lecz na obwód, który leży za pierwszą lampą wzmacniającą wielkiej częstotliwości. Wtedy drgania z tego obwodu oddziaływują tylko nieznacznie na antenę, gdyż lampa stanowi w tym wypadku zaporę trudną do przebycia. W celu ochrony ogółu radjoamatorów od szkodliwych następstw stosowania odbiorników z działaniem zwrotnem na antenę, użycie ich jest w niektórych państwach ustawowo wzbronione.

Wśród mnóstwa najrozmaitszych typów odbiorników fabrykowanych za granicą, a znajdujących się u nas na rynku, starannem wykonaniem odznaczają się wyroby angielskie firmy Sterling i szwedzkie firmy Baltic. Wiele fabrykatów dobrych dla zagranicy, nie odpowiada naszym warunkom, gdyż zasięg ich działania jest mały. Ponieważ posługujemy się często produkcjami obcemi, odbiorniki stosowane u nas powinne odznaczać się znaczną siłą odbioru.

GŁOŚNIKI.

Zdaje się, że głośniki w bardzo wielkim stopniu zawiodły nadzieje pokładane w radjofonji i wogóle podkopały zaufanie do niej.

Winy należy szukać w złych fabrykatach i nieumiejętnem ich użyciu.

Nie potrzeba zapominać o tem, że głośniki były przedewszystkiem wyrabiane dla miejscowego rynku zbytu, więc przeznaczone dla odbioru stacji bliskich. Te same głośniki przeszczepione na grunt obcy, gdzie odległość stacji nadawczych jest znacznie większa, zachowują się ujemnie.

Nawet idealnie wykonany głośnik dla prawidłowego działania wymaga pewnego minimum prądu. Włączony w zwykły odbiornik zamiast słuchawki, z zasady nie działa, gdyż prąd jest za słaby.

Spółczynnik sprawności głośników jest mały, gdyż wynosi około $^1/_2$ do 1%. Pomiary wykazują, że jeśli doprowadzi się do głośnika energję elektryczną w ilości 2 miliwatów, to energja uzyskanego głosu wynosi około 0,0125 miliwatów.

W naszych warunkach więc potrzeba ten prąd wzmocnić. Niestety jednak w miarę zwiększania stopni amplifikacji zaczynają z coraz większą siłą występować szmery i trzaski tak pochodzenia miejscowego, jakoteż i postronnego.

O ile zyskamy na sile odbioru, o tyle stracimy na jego wyrazistości i czystości.

Jeśli jednak sygnały stacji są silne w porównaniu ze szmerami, to pomimo wzmocnienia szmeru jeszcze pozostają na drugim planie. Dla słabych lub odległych stacji wybijają się na pierwsze miejsce.

w porównaniu ze zwykłym odbiorem za pomocą słuchawek zawsze będą w tyle i jeśli chodzi o prawdziwie artystyczne zadowolenie, bezprzecznie potrzeba posługiwać się tylko słuchawkami (w odbiorze odległych stacyj zagranicznych).

Zasada działania.

Zasada działania głośników polega na wytworzeniu drgań, membrany o wielkich wymiarach w celu wytworzenia możliwie silnych drgań głosowych w powietrzu. Rzecz prosta, uruchomienie membrany musi się odbywać za pomocą prądu elektrycznego bezpośrednio, lub pośrednio w sposób mechaniczny.

W celu skierowania głosu w pewnym określonym kierunku puszka z membraną jest połączona z tubą, która ma swoisty kształt. Głośnik tylko wtedy dobrze działa, kiedy zwiększa siłę dźwięków bez zmiany ich charakteru. W tym celu drgania membrany muszą być jeśli nie identyczne, to przynajmniej znacznie zbliżone jakościowo do drgań, które wykonywa membrana w mikrofonie stosowanym dla modulacji. Oprócz tego jeszcze nie powinien on mieć skłonności do drgań rezonansowych. W tym celu tuby rozgłośników robi się, albo bardzo grube, tak, że własny ich okres drgań leży poniżej słyszalności, albo z masy papierowej lub drzewa orzechowego; drzewo orzechowe odznacza się bardzo słabą właściwością współbrzmienia. Rys. 17.

Rys. 17.

Wreszcie w celu zwiększenia tłumienia membrany umieszcza się ją bardzo blisko muszli, podobnie jak w lepszych słuchawkach telefonicznych.

Głośniki z diafragmą drgającą płaską, lub stożkową już z powodu swej budowy mają tłumienie dostatecznie duże.

Gdyby tłumienie drgań membrany było słabe, to reagowałaby ona na zmiany prądu z pewnem opóźnieniem, co spowodowałoby zniekształcenie dźwięków.

Wyobraźmy sobie np., że głośnik odtwarza zespół najrozmaitszych tonów, nie tylko bardzo szybko po sobie następujących, lecz różniących się znacznie natężeniem. Otóż o ile tłumienie membrany będzie zbyt małe, to zdarzy się, że ona jeszcze drga pod wpływem poprzednich bodźców w tym czasie, kiedy winna już ulec działaniu nowych, różniących się od poprzednich czy to pod względem natężenia, czy też częstotliwości. Skutkiem tego powstanie zniekształcenie głosu. Jest jednak pewna granica, tłumienia której przekraczać nie należy ze względu na zmniejszenie sprawności głośnika.

Istnieje cały szereg najrozmaitszych głośników, działanie których przeważnie opiera się na trzech zasadach na:

a) magnetycznej,
b) elektrodynamicznej,
c) zjawisku Johnsen-Rahbeka.

A. Głośniki magnetyczne.

Głośnik typu telefonowego.

Najprostszy głośnik magnetyczny przedstawia słuchawka telefoniczna o silnych i dużych magnesach, uzupełniona tubą. Na tej zasadzie jest oparta większość głośników stosowanych szeroko przez radjoamatorów. Głośniki tego typu są proste w wykonaniu i obsłudze, tanie i przy dobrem wykonaniu działają zupełnie zadowalająco.

Membrana tych głośników jest wykonana z żelaza najlepszego gatunku, bywa zwykle większa od telefonicznej i grubsza, gdyż grubość jej wynosi około 0,5 mm., podczas gdy w słuchawkach telefonicznych nie przekracza 0,16 do 0,18 mm.

Jest ona silnie napięta tak, aby jej drgania własne leżały powyżej 10000.

Puszka z elektromagnesem i membraną łączy się przez szyjkę o średnicy około 20 mm. z tubą, która może mieć najrozmaitsze kształty. Zarówno szyjka, jak tuba i podstawa rozgłośnika są wykonane w ten sposób, aby te części były grube i ciężkie, zapobiega to powstawaniu rozmaitych drgań głosowych, które zniekształcają dźwięki właściwe, gdyż *głośnik winien odtwarzać, a nie wytwarzać drgania harmoniczne.*

Głośnik Lumièr'a. Rys. 18.

W tym głośniku, który wcale nie posiada tuby, membrana telefoniczna jest połączona w sposób stały z tarczą z papieru pergaminowego falistego

Tarcza jest umocowana krawędzią do pierścieniowego stojaka, środek zaś jest połączony z membraną. Drgania membrany udzielają się mechanicznie tarczy papierowej i oddziaływują na powietrze. Odtwarza on dźwięki, nieźle jednak jest czuły na wpływy atmosferyczne, szczególnie na wilgoć, i nadaje się jedynie dla pomieszczeń małych.

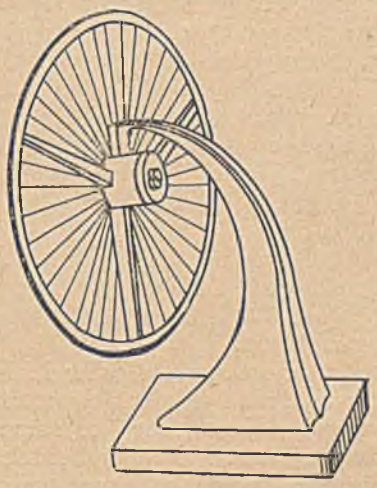
Głośnik Brown'a.

W tym głośniku zamiast membrany telefonicznej drga dość gruba sztabka żelaza. Jest ona na jednym końcu silnie umocowana, drugi, wolny, jest przyciągany przez magnes odpowiedniego kształtu.

Sztabka ta łączy się mechanicznie ze stożkiem, wykonanym z bardzo cienkiej blachy aluminiowej, około 0,01 mm. Krawędź stożka umocowana jest zapomocą paska bibułki o szerokości kilku milimetrów do obsady puszki.

W tym głośniku jest dobrze rozwiązane zagadnienie lekkiej membrany wprawianej w silne drgania.

Duża masa sztabki, tworzącej zworę magnesu w większym stopniu ulega działaniu magnesów, niż lekka płaska membrana telefoniczna; jakkolwiek amplitudy drgań nie są duże, to jednak pomimo tego drgania sztabki mogą wprawić w drgania niewielką

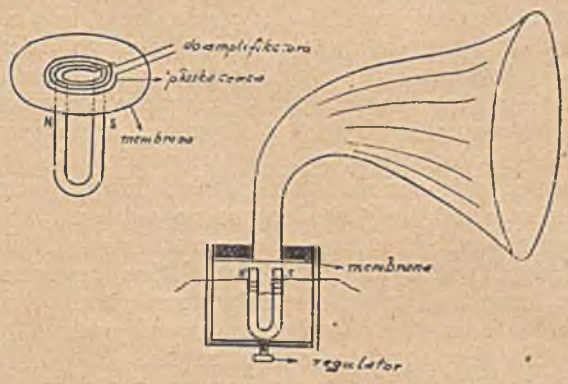


Rys. 18.

masę papierowej tarczy lub stożka. A duża powierzchnia tarczy papierowej może wprawić w drganie duży słup powietrza. Drgania samej sztabki z powodu jej małej powierzchni, nawet gdyby posiadały znaczną amplitudę nie wywołałyby takich wstrząśnień. Rys. 18.

B. Głośniki, oparte na zasadzie elektromagnetycznej.

W silnem polu magnetycznem lub elektromagnetycznem znajduje się membrana niemagnetyczna, np. mikowa, szklana, drewniana i t. p., na której jest umocowana płaska cewka spiralna, lub cylindryczna z bardzo cienkiego drutu miedzianego emaljowanego rys. 19. Opór jej wynosi około 2000 omów.



Rys. 19.

Jeśli przez tę cewkę przepuścimy zmienny prąd, odpowiadający co do ilości drgań i natężenia — drganiom głosowym, powstanie zmienne pole magnetyczne.

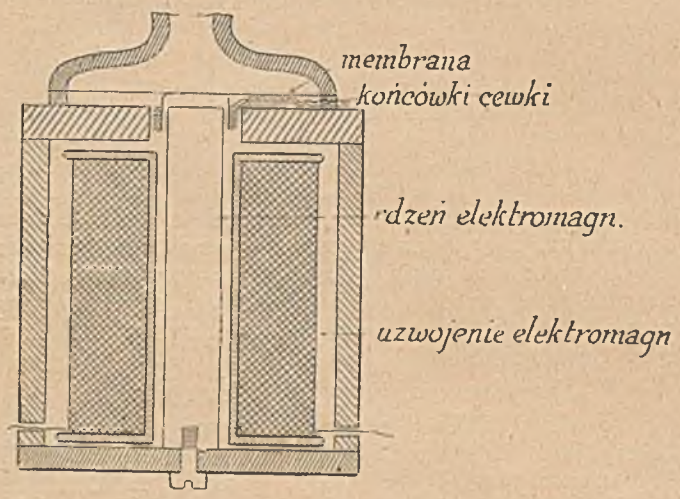
Skutkiem przyciągającego lub odpychającego działania na siebie pól, zmiennego cewki i stałego magnesów, membrana zacznie drgać i drgania jej staną się źródłem głosu.

Głośniki Magnavox Marconiego.

W tych głośnikach cienka membrana wykonana np. z miki jest połączona stale z cylindryczną cewką, cewka jest bardzo lekka, nawinięta z najcieńszego drutu na cylindrze z cieniutkiej blachy aluminiowej lub na bibułce cygaretowej.

Cewka ta znajduje się w szczelinie powietrznej, utworzonej przez dwa bieguny bardzo silnego elektromagnesu.

Pod wpływem prądów, które przepływają przez cewkę, jest ona przyciągana lub odpychana, a tem samem porusza membranę. Rys. 20 przedstawia przekrój głośnika Magnavox.



Rys. 20.

Głośniki tego typu mogą mieć duży zasięg głosowy, jednak są drogie, wymagają silnych prądów w obwodzie cewki, a temsamem dodatkowych amplifikatorów głośnikowych i specjalnej baterji akumulatorów dla zasilania elektromagnesu.

Stosuje się w większych salach.

Głośnik wstążkowy Siemens'a.

W szczelinie, szerokości kilku milimetrów, bardzo silnego elektromagnesu, znajduje się cieniutka wstążka, długości kilkunastu cm., metalowa, przez którą przepływa prąd z odbiornika względnie amplifikatora głośnikowego. Prąd płynący przez wstążki wytwarza pole magnetyczne o takim kierunku, że usiłuje ona wychylić się na zewnątrz od biegunów magnesu.

Ponieważ przez nią przepływają zmienne prądy wychylenie jest również zmienne, t. j. raz większe, a raz mniejsze.

Drgania wstążki wywołują drgania głosowe w powietrzu.

C Głośnik oparty na zjawjsku Johnsen-Rahbeka.

Głośniki tego typu, służące dla odtwarzania mowy o bardzo znacznem natężeniu tak, że zasięg głosowy może dochodzić kilku kilometrów, są oparte na zjawisku przyciągania elektród kondensatora, utworzonego z dielektryka agatu lub specjalnego łupku.

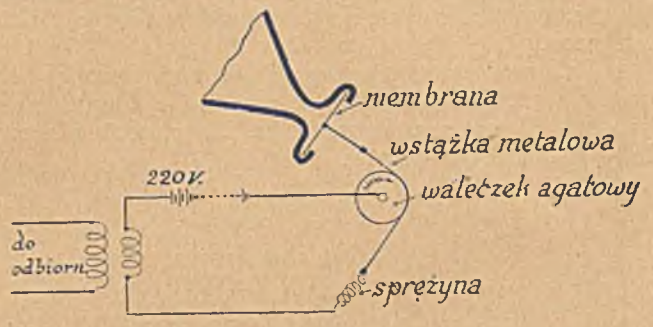
To przyciąganie zależne od napięcia jest bardzo duże, co ciekawsze, zużycie energji — przytem nieznaczne, gdyż jest wielkością rzędu około 3.10^4 wata.

Zasadę działania głośnika przedstawia rys. 21.

Silnik elektryczny obraca agatowy wałek, nadzwyczaj starannie oszlifowany, z dużą szybkością.

Do walca agatowego przylega lekko cieniutka wstążka metalowa. Jeden jej koniec łączy się z membraną, drugi zaś jest połączony ze sprężyną. Dodatni

biegun baterji, o napięciu około 220 woltów, łączy się ze wstążką, ujemny doprowadza się przez szczotkę do metalowej osi względnie elektrody, w inny sposób wy-



Rys. 21.

konanej. Gdy na cewkę L nie działają prądy z zewnątrz, membrana głośnika jest napięta i pozostaje w spoczynku. Gdy jednak w cewce L pojawi się zmienna siła elektromotoryczna, przyciąganie pomiędzy wstążką a agatem zmienia się w zależności od wahań napięcia. Wskutek tego membrana jest wprowadzana w ruch drgający i głośnik działa.

Sposób włączenia głośnika i regulacja.

Głośnik działa pod wpływem prądów małej częstotliwości. Włącza się go więc w amplifikator małej częstotliwości. Ponieważ głośnik zależnie od swej wielkości, zużywa stosunkowo prąd o znacznej mocy, należy podczas jego działania powyłączać słuchawki telefoniczne.

Tylko w bardzo sprzyjających warunkach jest możliwe zastosowanie głośnika dla produkcji odległych stacji, dla prawidłowego jego działania potrzeba zastosować dodatkowy amplifikator, złożony zwykle z dwuch lamp, z których druga nie jest lampą odbiorczą, lecz specjalną lampą głośnikową, względnie małą lampą nadawczą, np. typu L. S. 5 o mocy od jednego do dwudziestu i więcej watów.

Przekładnia transformatorów międzylampowych nie powinna być większa, niż 1 : 3 dla pierwszego i 1 : 1 dla drugiego.

Napięcie anodowe, które stosuje się w dodatkowym amplifikatorze, jest większe, niż w odbiorniku i wynosi 100 do 200 V. Ponieważ wskutek zastosowania powyższego napięcia przesuwa się charakterystyka anodowa w lewo, a tem samem punkt pracy lampy, ze środkowej części charakterystyki w górę, dla zachowania go na środkowem miejscu, na siatkach lamp potrzeba wytworzyć ujemne napięcie kilku woltów. W tym celu włącza się w obwód siatki źródło napięcia dodatkowego.

Regulowanie głośnika polega na zwiększeniu, lub zmniejszeniu jego czułości przez zbliżenie względnie oddalenie magnesów stałych do membrany, następnie na regulowaniu natężenia prądu doprowadzonego do niego w dowolny sposób i wreszcie na włączaniu odpowiednio dobranych kondensatorków o pojemności około 5000 do 10000 cm, lub oporów (silitowych) wartości kilkudziesięciu tysięcy omów, równolegle do jego zacisków. Zwykle włączenie kondensatora obniża donośność głosu, a zwiększa jego czystość.

Zasięg głosowy. Zasięg głośnika zależy od jego wymiarów i mocy prądu zużywanego. Działanie małego głośnika jest zwykle wystarczające dla pokoju o średnich wymiarach. Dla wielkich sal potrzeba stosować większe głośniki. Obecnie budują głośniki olbrzymich rozmiarów o promieniu działania na kilka kilometrów.

Potrzeba użycia kilku głośników dla uzyskania wiernego odtworzenia dźwięków.

Jeżeli słuchamy koncertu orkiestry symfonicznej lub śpiewu chóralnego, do ucha naszego dochodzą głosy z wszystkich źródeł, które są w przestrzeni szeroko i głęboko rozmieszczone. Oprócz tego dochodzą jeszcze do ucha głosy odbite od ścian i przedmiotów. Dopiero sumaryczne działanie wszystkich głosów daje pełnię wrażeń słuchowych. Zmiana warunków odbijania głosu, np. pokój zbyt mały lub zbyt duży, w którym odbywają się produkcje, wystarczyłaby, aby właściwe zabarwienie głosów i ich natężenie uległy takim zmianom, że uzyskane wrażenia słuchowe byłyby nieprzyjemne, drażniące.

Otóż w normalnych warunkach dochodzą do ucha głosy ze źródeł i głosy odbite z pewnem przesunięciem fazowym, dźwięki tego samego instrumentu mają różne drogi do przebycia.

To przesunięcie fazowe głosów i ich różne natężenia umożliwiają nie tylko takie wrażenia słuchowe, do których przywykliśmy lecz i orjentację, gdzie źródło głosu znajduje się. Można np. sztucznie wywołać złudzenie, że głos źródła co chwila zmienia miejsce, wędrując dookoła nas, jeżeli będziemy mieli dwie słuchawki na uszach, pobudzane każda z innego źródła w taki sposób, aby ich przesunięcia fazowe głosów i ich natężenie zmieniało się.

Za pomocą jednego głośnika nie można uzyskać więc efektu mowy plastycznej z przyczyny, że jego membrana nie może równocześnie wysyłać kilku głosów, przesuniętych względem siebie fazowo. Oprócz tego głosy z rozgłośnika wychodzą niejako z jednego punktu przestrzeni, a nie z większego obszaru, jak to ma miejsce w rzeczywistości.

Gdybyśmy wrażenia głosowe porównali z wrażeniami świetlnemi, to głośnik byłby małym punktem świecącym w postaci oślepiającej żarówki, zaś rzeczywiste głosy orkiestry przypominałyby rozproszone światło słońca.

Wprawdzie niektóre firmy wprowadzają obecnie na rynek głośniki, z których głos wychodzi dopiero po odbiciu się od dużych powierzchni, lub stosują duże diafragmy drgające płaskie (Lumiere) lub stożkowe (Melovox Sterlinga), jednak zagadnienia plastyczności głosu te fabrykaty jeszcze nie rozwiązują.

Zastosowanie kilku głośników umieszczonych w różnych odległościach przestrzennych od siebie, wreszcie, skierowanie jednego lub kilku głośników w ten sposób, aby głos dopiero po odbiciu od ściany do ucha dochodził, wreszcie wyregulowanie ich pod względem natężenia dźwięków, które powinno być różne, umożliwiają wierne odtworzenie muzyki i śpiewu, tak, że wrażenie działania gramofonu znika, a zyskuje się pełnię wrażeń estetycznych.

Typy i ceny. Na rynku naszym znajdują się głośniki: francuskie, angielskie Sterling'a i Marconiphon, Brown, B.B.C. Amplion i niemieckie Lorentz'a. Ceny ich zależnie od dobroci i wielkości wahają się od 60 do 600 złotych. Za najlepsze uchodzą głośniki „Amplion" i „Falco" i niedawno rzucone na rynek „Melovox" Sterling'a w cenie około 150 zł.

ZJAWISKO ZANIKANIA SIŁY ODBIORU (FADING).

Do rzadkości należą wypadki, w których siła odbioru sygnałów bywa jednakowa. Zwykle sygnały nadawne jednakową mocą przez jedną i tę samą stację, zmieniają się co pewien czas w ten sposób, że stopniowo słabną do pewnego minimum lub nawet całko-

wicie znikają, aby po kilkunastu sekundach, rzadziej kilku minutach, znowu stopniowo wzróść do poprzedniej siły lub nawet wzmóc się niebywale na pewien okres czasu. To zjawisko występuje szczególnie wyraźnie dla fal krótkich, więc stosowanych przeważnie w radjofonji i powtarzać się może nawet kilkanaście razy na godzinę.

Ponieważ nie jesteśmy w stanie przewidzieć pory występowania tego zjawiska, musimy albo pogodzić się z istniejącym stanem albo częściowo mu przeciwdziałać. Można to uczynić jedynie tylko w stacji odbiorczej, gdyż zjawisko nie jest współczesne dla wszystkich miejsc, objętych zasięgiem stacji nadawczej.

A mianowicie jeśli zbudujemy w ten sposób odbiornik, że zasadniczo wykorzystujemy go niezupełnie, w chwili osłabienia sygnałów możemy zastosować większe wzmocnienie, a po ustąpieniu zjawiska znowu nastawić go na odbiór normalny.

Jakie przyczyny wpływają na chwilowe osłabienia amplitudy przychodzących fal, trudno z całą pewnością odpowiedzieć.

Niewątpliwie należy ich szukać w ośrodku przewodzącym. Według przypuszczeń, mających największe prawdopodobieństwo, przewodząca część atmosfery mniej więcej na wysokości 100 km, odpowiednio uwarstwowiona odgrywa tutaj poważną rolę.

A mianowicie zależnie od chwilowego stanu uwarstwień przewodzących, fale odbite od ich kilkunastu warstw nad sobą ułożonych, albo dochodzą do jakiejś części terenu i wtedy następuje znaczne wzmożenie się siły odbioru, albo przeciwnie ulegają rozproszeniu, wówczas odbiór słabnie.

Że zjonizowana warstwa atmosfery odgrywa wielką rolę w rozchodzeniu się fal elektromagnetycznych przekonywa nas fakt gwałtownego osłabienia siły odbioru podczas zachodu i wschodu słońca. W tym czasie skutkiem działania promieni słonecznych następuje pewne zaburzenie już poprzednio ustalonego stanu równowagi w uwarstwienioch powstają ciągłe zmiany i przesunięcia tego rodzaju, że dzięki temu fale są częściowo silnie pochłaniane, a częściowo odbite w przestrzeń i nie dochodzą z powrotem do ziemi.

Ponieważ tego rodzaju zmiany zachodzą w wielkich obszarach atmosfery, dają się uczuwać jedynie dopiero na odległościach większych, więc od kilkudziesięciu albo kilkunastu kilometrów wzwyż.

Również wybitniej występują dla fal krótszych, gdyż one więcej podlegają absorbcji i odbiciu, niż fale długie.

Ten ostatni wzgląd, w odniesieniu do powierzchni oddzielającej warstwę atmosfery przewodzącej od atmosfery nieprzewodzącej (elektryczności) jest przyczyną lepszego rozchodzenia się fal krótkich w nocy, niż w dzień.

Górną warstwę atmosfery o przewodności większej, niż woda morska, można uważać za olbrzymie zwierciadło, które fale elektromagnetyczne częściowo przepuszcza, częściowo wchłania i częściowo odbija.

Tem tłumaczy się zadziwiający zasięg fal krótkich, pomimo krzywizny ziemi i wielkich odległości. Komunikacja pomiędzy Ameryką, a Europą falami długości mniejszej, niż sto metrów, była już wielokrotnie nawiązana.

ZAKOŃCZENIE.

Z dotychczas przedstawionych rozważań o radjofonji widać, jak wielkie i rozliczne trudności muszą być pokonane, aby odbiór radjofoniczny mógł zadowolić nasze artystyczne wymagania.

Ciągłe utyskiwania u nas na radjofonję są zupełnie usprawiedliwione i tak długo nie ustaną, dopóki nie powstanie polska stacja radjofoniczna o dostatecznej mocy.

Skazani dotychczas na łowienie produkcyj radjofonicznych zagranicznych, tylko w wyjątkowych wypadkach możemy wysłuchiwać ich w formie mało skażonej. Zwykle jednak, z powodu wielkiej odległości stacji radjofonicznych odbiór jest słaby, a użycie wzmacniaczy nie wiele przyczynia się do polepszenia odbioru, gdyż w miarę wzmacniania fal właściwych wzmacniamy równocześnie inne fale, które stają się przyczyną szmerów i trzasków.

Jedynym, najbardziej skutecznym środkiem dla zwalczenia szmerów wywołanych przez zaburzenia elektryczności atmosferycznej jest stosowanie stacji nadawczych o takiej mocy, aby sygnały przez nie nadawane były dostatecznie silne w porównaniu ze szmerami wywołanemi przez zaburzenia elektryczne. Stąd to rodzi się konieczność budowy albo jednej wielkiej stacji radjofonicznej w centrum państwa, albo, co jest jeszcze dogodniejsze, kilku stacji, rozsianych po całym obszarze.

Również dla doskonałego odbioru potrzebaby zbudować odbiorniki jednego ustalonego typu. Wtedy stacja radjofoniczna nadawcza mogłaby być w ten sposób urządzona, że modulacja w niej zastosowana najbardziej odpowiadałaby właściwościom odbiornika. Np. obecnie z powodu najrozmaitszych słuchawek telefonicznych, transformatorów i t. p. urządzeń odbiornika, reaguje on na pewne dźwięki silniej, niż na inne. Występuje tutaj zjawisko rezonansu, czasami w formie przykrej, bo skrzeczenia, względnie przytłumienia dźwięku. Gdyby wszystkie odbiorniki były jednakowe, możnaby szkodliwemu rezonansowi skutecznie zapobiedz przez wysyłanie osłabionych fal dla tego widma głosowego, w którem rezonans występuje i odwrotnie, wzmocnionych dla fal, które są w amplifikatorach zbyt silnie tłumione.

W ostatnich miesiącach czynione są próby nad takiem udoskonaleniem odbioru radjofonicznego, aby odbiór dla prawego i lewego ucha był inny.

Jak się z badań okazało, powinien on być różny tak co do siły głosu, jak i przesunięcia fazowego fal głosowych. Niestety, przy użyciu słuchawek jest jednakowy dla dwojga uszu.

W istocie, gdy zastanowimy się nad zjawiskiem słyszenia, to dojdziemy do przekonania, że prawie zawsze do jednego ucha dochodzą ze źródła dźwięki silniejsze, a słabsze z odbicia, zaś do drugiego słabsze ze źródła fal, a silniejsze z odbicia. Oprócz tego do jednego ucha głos zwykle dojdzie o mały ułamek sekundy wcześniej, do drugiego później.

Chcąc zatem wiernie odtworzyć dźwięki, powinniśmy naśladować naturę w tym względzie.

Może to być rozwiązane w dwojaki sposób, albo przez to, że stacja nadawcza pracuje dwoma różnemi falami, zaś stacja odbiorcza składa się z dwóch odbiorników (jeden dla prawej słuchawki, drugi dla lewej). Albo przez to, że na stacji odbiorczej wytworzymy sztucznie przesunięcie fazowe fal głosowych dla jednej słuchawki i dla drugiej, względnie zastosuje się kilka głośników.

Firmie: „Polskie Towarzystwo Radjotechniczne" serdecznie dziękuję za wykonanie rysunków i wypożyczenie klisz.

Wyższe studja radjotechniczne w Polsce.

Przed wojną światową zakres zastosowania radjotechniki był dość ograniczony. Prądy szybkozmienne wytwarzano wtedy głównie za pomocą iskry, skutkiem czego ten dział elektrotechniki nazywano telegrafją iskrową.

Najwdzięczniejszym terenem dla rozwoju telegrafji iskrowej były morza. Wiele statków już w owym czasie miało telegraficzne stacje. Takiej telegrafji morskiej uczono głównie w zakładach naukowych, kształcących oficerów marynarki, lub też w uczelniach ściśle poświęconych telekomunikacji. Inne wyższe zakłady naukowe zadawalały się przeważnie wiadomościami bardzo krótkiemi, które zwykle podawał profesor fizyki.

Wojna wprowadziła zastosowanie telegrafu bezdrutowego w wojsku i dała tak silny bodziec rozwojowi tej dziedziny, że stało się koniecznością uwzględnienie jej wszędzie przy nauczaniu elektrotechniki.

Na ziemiach polskich przed wojną ani na Politechnice Warszawskiej, ani na Politechnice Lwowskiej nie było wydziałów elektrotechnicznych. Elektrotechnikę wykładano jako przedmiot pomocniczy na wydziałach mechanicznych, a więc o specjalnych studjach telegrafji bez drutu mowy być nie mogło.

Politechnika Warszawska.

Wydział Elektryczny.

Po odzyskaniu niepodległości Polską Politechnikę Warszawską otworzono w roku 1915, były to jeszcze czasy wojenne i tok nauk nie postępował systematycznie z roku na rok, nieuniknione były przerwy. Całokształt wykładów na wszystkich kursach zorganizowany został dopiero po wojnie bolszewickiej w 1920/21 roku.

Wtedy zdecydowano wprowadzić wykład ogólny „Zasad techniki prądów szybkozmiennych", w ilości 2 godz. tygodniowo w ciągu jednego semestru na IV-ym roku studjów.

Wykład ten obejmował zasady teoretyczne i ogólne wiadomości o urządzeniach z dziedziny zastosowania prądów szybkozmiennych.

Słuchanie wykładów i zdanie egzaminu z treści przesłuchanego przedmiotu nie mogło oczywiście wystarczyć dla praktycznego przygotowania studenta, więc niezwłocznie pomyślano również o zorganizowaniu zajęć praktycznych w laboratorjum.

Pierwszy plan zadań praktycznych w pracowni prądów szybkozmiennych obejmował 9 zadań:

1. Badanie obwodu średniej częstotliwości.
2. Badanie detektorów.
3. Badanie lampy katodowej trójelektrodowej.
4. Badanie obwodu drgań z iskiernikiem.
5. Pomiar małych pojemności.
6. Pomiary falomierzem.
7. Badanie lampy katodowej jako amplikatora.
8. Badanie lampy katodowej jako generatora.
9. Badanie anteny otwartej.

Wyniki pomiarów studenci szczegółowo opracowywali i składali kierownikowi do oceny.

W roku akademickim 1922/23 Rada Wydziału postanowiła umożliwić studentom rozszerzenie wiadomości z dziedziny telekomunikacji i w związku z tem dla specjalizujących się w tej dziedzinie wprowadzono wykłady o lampach katodowych w ciągu 2 godz. tygodniowo w VIII semestrze. Wykład ten zawierał podstawy teoretycznego ustroju lamp katodowych, szczegóły budowy oraz zastosowanie. Pozatem dla specjalistów wprowadzono również uzupełniające ćwiczenia laboratoryjne:

1. Badanie lampy dwusiatkowej.
2. Badanie stacji lampowej.
3. Badanie anteny ramowej.

W roku akademickim 1923/24. Wykład zasad techniki prądów szybkozmiennych został ograniczony do podstaw teoretycznych, a część praktyczną przeniesiono do wykładu nieobowiązkowego, 1 godz. na tydzień w semestrze VIII.

Technikę lamp katodowych wykładano jak w roku poprzednim, w ciągu 2 godz. tyg. na VIII semestrze.

W następnym roku 1924/25 wprowadzono specjalizację na szeroką skalę, dzieląc specjalizujących się w telekomunikacji na specjalistów telegrafji i telefonji drutowej i radjotechników. Dla radjotechników urządzono specjalne wykłady radjotechniki, łącznie z lampami katodowemi w ciągu 3 godz. tygodniowych rocznych w semestrze VII i VIII, a zarazem rozszerzono zakres zadań laboratoryjnych.

Liczbę godzin wykładów zasad techniki prądów szybkozmiennych powiększono do 3 godzin tygodniowo i wprowadzono z tego przedmiotu dla specjalistów ćwiczenia rachunkowe.

Radjotechnika jednak tak szybko przenika w dziedzinę telekomunikacji i zespala się z telegrafją i telefonją drutową, że wkrótce spostrzeżono niewłaściwość podziału studentów na dwie grupy: prądów słabych i radjotechniki, tak, że już w roku akademickim 1925/26 nieco zmniejszono liczbę godzin wykładowych i zalecono wszystkim studentom specjalizującym się w telekomunikacji studjowanie telegrafji, telefonji i sygnalizacji drutowej i bez drutowej w równej mierze.

Obecny plan wykładów i ćwiczeń.

Ułożony obecnie plan wykładów i ćwiczeń według powyższej zasady należy uważać za ustalony na szereg lat.

Według tego planu przedmioty radjotechniczne obejmują 7 godzin tyg. wykładów semestralnych i 3 godziny tygodniowo roczne ćwiczeń laboratoryjnych oraz 1 godz. tyg. ćwiczeń rachunkowych w ciągu semestru.

Wykład zasad techniki prądów szybkozmiennych prowadzony jest w ciągu 2 godz. tygodn. w semestrze VII, zawiera on rozważanie własności obwodów z indukcyjnością, pojemnością i opornością w szerokim zakresie częstotliwości prądu, oraz obwodów skojarzonych w tych samych warunkach, pozatem przedstawione są własności promienne obwodów i na tej podstawie zasady teoretyczne radjokomunikacji.

Egzamin z tego przedmiotu obowiązuje wszystkich studentów Wydziału Elektrycznego. Dla specjalistów są jeszcze ćwiczenia rachunkowe na poszczególne tematy objęte wykładem.

Dla specjalizujących się w telekomunikacji wykładana jest radjotechnika przez 2 godz. tyg. w semestrze VII i 3 godz. tyg. w semestrze VIII.

Na treść tego wykładu składa się szczegółowy opis budowy i własności lamp katodowych, anten, generatorów prądów szybkozmiennych oraz całych urządzeń radjotelegraficznych i radjotelefonicznych. Obok wykładów prowadzone są z ważniejszych działów ćwiczenia rachunkowe.

Prace doświadczalne w laboratorjum mamy osobno dla niespecjalistów i osobno dla specjalistów.

Studenci specjalizujący się w prądach silnych przerabiają cztery ćwiczenia, poprzedzone krótkim objaśniającym wykładem i repetycją:

1. Obwód drgań, falomierz i pomiary przy pomocy falomierza. 2. Lampa katodowa trójelektrodowa. 3. Lampa katodowa, jako generator i stacja nadawcza lampowa. 4. Lampa katodowa jako detektor i amplifikator, stacja odbiorcza lampowa. Specjaliści przerabiają doświadczenia w zakresie szerszym w ciągu całego roku — 16 zadań:

1. Badanie lampy katodowej dwuelektrodowej. 2. Badanie lamp katodowych trójelektrodowych odbiorczych o żarzeniu normalnem i przyćmionem. 3. Badanie lamp trójelektrodowych nadawczych średniej mocy. 4. Badanie amplifikatora transformatorowego małej częstotliwości. 5. Badanie amplifikatora wielkiej częstotliwości i rezonansowego. 6. Badanie amplifikatora oporowego małej i wielkiej częstotliwości. 7. Badanie detektora lampowego. 8. Badanie generatora lampowego o wzbudzeniu obcem. 9. Badanie generatora lampowego samowzbudnego. 10. Badania i pomiary przy pomocy falomierza. 11. Pomiar oporu przy wielkiej częstotliwości. 12. Badanie anteny otwartej. 13. Badanie anteny ramowej. 14: Badanie odbiornika detektorowego. 15. Badanie odbiornika lampowego z reakcją. 16. Pomiary na stacji nadawczej systemu Alexandersona.

Ze wszystkich powyższych ćwiczeń są sporządzane dokładne sprawozdania z schematami i wykresami, które służą za podstawę do oceny i zaliczenia.

Pozatem dla niespecjalistów prowadzi się nie obowiązkowy wykład w ciągu 1 godz. tyg. semestralnej w sem. VIII, zawierający historyczny zarys radjotechniki.

Pracownia radjotechniczna Politechniki Warszawskiej, powstała głównie przy pomocy Wojskowego Zakładu Badań Wydziału Wojsk Łączności. Początkowo posługiwała się wyłącznie sprzętem wojskowym, z rozwojem prac studenckich wypadło nabyć trochę przyrządów pomocniczych własnych, tak, że obecnie inwentarz własny pracowni wynosi już 128 numerów. W roku akademickim 1925/26 Generalna Dyrekcja Poczt i Telegrafów zakupiła pewną ilość przyrządów, głównie pomiarowych, 38 numerów inwentarza i wypożyczyła na czas nieograniczony pracowni politechnicznej. Naogół jednak zasoby pracowni są bardzo skromne i bez pomocy Wojskowego Zakładu Badań nie wszystkie prace mogłyby być wykonywane.

W ciągu 6 lat od 1920/21 do 25/26 prace w laboratorjum prądów szybkozmiennych przerobiło 157 studentów, w laboratorjum radjotechnicznem dla specjalizujących się — 19 studentów.

Liczba studentów pracujących w laboratorjach w poszczególnych latach przedstawiała się, jak następuje:

Rok	Laboratorjum prąd. szybkozm. (ogólne)	Laboratorjum radiotech. (dla specj.)
1920/21	19	4
1921/22	18	
1922/23	16	
1923/24	29	3
1924/25	27	5
1925/26	48	7

Działalność pracowni nie ogranicza się obsługiwaniem ćwiczeń studenckich według podanego wyżej programu. W pracowni wykonano już cztery prace dyplomowe o charakterze badawczym: 1. Badanie porównawcze lamp katodowych. 2. Badanie anten ramowych. 3. Badanie generatorów lampowych. 4. Badanie amplifikatora transformatorowego małej częstotliwości.

Pozatem prowadzone są próby z falami krótkiemi.

Chcąc utrzymać związek z przemysłem polskim w dziedzinie radjotechniki, pracownia zajmuje się również próbami i ekspertyzami całych radjoaparatów i ich części. Szereg prac w tej dziedzinie, jak to: bodanie kondensatorów stałych, mostków do pomiaru pojemności, mostków do pomiaru stałych lampy katodowej, odbiorników, lamp katodowych, ogniw i t. p., już wykonano.

Część teoretyczną i historyczną objął prof. elektrotechniki ogólnej Mieczysław Pożaryski. Część zaś praktyczną spółczesnej radjotechniki kpt. inż. Janusz Groszkowski, obowiązki asystenta pełni kpt. inż. A. Krzyczkowski.

Plany na przyszłość. Kierownictwo pracowni radjotechnicznej krząta się około zdobycia środków na uzupełnienie sprzętu niezbędnego i około rozszerzenia lokalu, który obecnie składa się zaledwie z dwóch niewielkich pokojów.

Działalność swoją pracownia zamierza rozszerzyć przedewszystkiem w dziedzinie prac badawczych i ekspertyz, po za tem przewiduje się uzupełnienie i urozmaicenie pokazów wykładowych.

W planach projektowanego nowego gmachu elektrotechniki dla pracowni radjotechnicznej przewidziane są obszerne pomieszczenia, które umożliwią rozwinięcie działalności na szeroką skalę.

M. Pożaryski.

Politechnika Lwowska.

Wydział Mechaniczny, Oddział Elektrotechniczny.

Krótki rys historyczny. Starania o utworzenie laboratorjum radjotechnicznego w tut. Politechnice podjęto w r. 1919. W październiku tego roku wystosowuje Rektorat Politechniki pismo do M. S. Wojsk. z prośbą o udzielenie Politechnice aparatów radjotelegraficznych różnych typów, któreby pozwoliły na nauczanie i demonstrowanie tego tak doniosłego działu wiedzy technicznej w laboratorjum. W odpowiedzi na to pismo — dzięki poparciu ówczesnego Szefa Wojsk Łączności pułk. Inż. Drewnowskiego i mjra Inż. K. Jackowskiego — Ministerstwo przydzieliło Politechnice pewną ilość starego sprzętu radjotchnicznego, przyrządów i okazów, które stały się zaczątkiem pracowni i wykładów. W latach następnych zabiegano w kierunku dalszego gromadzenia przyrządów i okazów i o fundusze na zakupienie przyrządów pomiarowych. Szło jednak bardzo ciężko. Z jednej strony były wielkie trudności z wydobyciem pieniędzy na ten cel, a z drugiej, mimo przychylnego traktowania sprawy przez Radę Wydziału Mechanicznego i szereg profesorów naszej uczelni, nie można było uzyskać lokalu na pomieszczenie pracowni, z powodu znanej szczu-

płości miejsca. Z tych to przyczyn sprawa wykładów stała się aktualną dopiero w r. nauk. 1923/24. Jako pierwszy krok zaproponowałem dwugodzinny wykład prądów szybkozmiennych przez półrocze zimowe i dwugodzinny wykład radjotelegrafji i radjotelefonji przez półrocze letnie z 3-ma godzinami ćwiczeń. Z pracownią znalazło się także wyjście, skorzystałem z lokalu, jaki przeznaczyła Dyrekcja Państwowej Szkoły Przemysłowej dla celów kursu radjotelegrafji i radjotelefonji, mającego się odbywać w tej szkole. Tu zgromadziliśmy przyrządy, jakie były do dyspozycji ze strony Politechniki wraz z przyrządami, których małą ilość otrzymaliśmy dzięki poparciu p. pułk. Jawora od MSWojsk dla celów kursu i do dnia dzisiejszego opędza się temi środkami pracę dla Politechniki i Szkoły Przemysłowej.

Mimo tego chwilowego rozwiązania sprawy pracowni, nie ustawałem w zabiegach o uzyskanie odpowiedniego lokalu na laboratorjum w gmachu Politechniki. Czyniłem to zaś raz dla zasady, że Politechnika takie laboratorjum winna mieć u siebie, powtóre dlatego, że odległość Szkoły Przemysłowej od Politechniki jest za wielka (½ godz. jazdy tramwajem), by można w tych warunkach racjonalnie pracować, a po trzecie, dlatego, że z biegiem czasu okazało się pomieszczenie w Szkole Przemysłowej za szczupłe. Trzeba jednak było czekać aż trzy lata, by uzyskanie lokalu na to laboratorjum stało się rzeczywistością. Brak miejsca był tak dotkliwy, że nie pomagały wszelkie uchwały Rady Wydziału Mechanicznego, w których stale podnoszona była ważność sprawy, nie pomagały wszelkie kompromisowe wnioski. Dopiero z chwilą dokończania budowy gmachu laboratorjum maszynowego, udało się z trudem — kosztem ofiarności Wydziału Architektury uzyskać na to laboratorjum dwie ubikacje w głównym gmachu Politechniki o łącznej powierzchni — 100 m². Sprawą opiekowali się w szczególności pp. Dziekan Sokolnicki, prof. Idaszewski i Geisler, a z pośród innych panów, którzy, oceniając ważność studjum radjotechniki, popierali usilnie zabiegi o ubikacje na to laboratorjum, wymieniam: prof. Matakiewicza, przewodniczącego Komisji lokalnościowej i pp. prof. Bartla i Kuryłłę, którzy przychylili się do pomyślnego załatwiania sprawy, czyniąc pewne kompromisowe ustępstwa ze strony Wydziału Architektury. Tak więc, uzyskanie lokalu oznacza duży postęp, oddech na chwilę — ale dosłownie na chwilę — bo teraz trzeba będzie znowu urządzać laboratorjum w Politechnice, starać się o pieniądze na stoły, szafy, na zakupienie przyrządów, a tu widoki jak najgorsze, o ile chodzi o gotówkę. M. W. R. i O. P. na memorjał młodzieży w sprawie uposażenia laboratorjum radjotechnicznego w Politechnice Lwowskiej, odpowiedziało jak następuje: „W związku ze złożonem przy piśmie Rektora z dnia 20 czerwca b. r. Nr. 7818 memorjałem Koła Mechaników Studentów Politechniki Lwowskiej, Ministerstwo oświadcza, że sprawę uposażenia laboratorjum radjotechnicznego traktuje przychylnie i zgodzi się na uwzględnienie wniosku w miarę rozporządzalnych na ten cel kredytów, gdy usunięte zostaną trudności lokalne". Pismo to datowane 10 lipca 1925 r. Nr. 6642/IV/25. — Jak widać, odpowiedź wprawdzie przychylna, a właściwie odmowna i w najlepszym razie odwlekająca sprawę, chociaż wkrótce potem Ministerstwo asygnowało na stację radjofoniczną w gimnazjum w Krakowie kwotę tak poważną, że nią możnaby urządzić skromne laboratorjum dla kształcenia młodzieży, specjalizującej się w radjotechnice, na lata całe.

Stan obecny wykładów i ćwiczeń.

W roku bieżącym odbywają się w tut. Politechnice następujące wykłady i ćwiczenia z dziedziny radjotechniki:

1) wykłady prądów szybkozmiennych w ilości 3 g. tyg. w półr. zimowem,

2) wykłady radjotelegrafji i radjotelef. w ilości 3 g. tyg. w półr. letniem,

3) wykład: lampy katodowe w 1 godz. tyg. przez cały rok,

4) ćwiczenia w pracowni radjotechn. w ilości 3 g. tyg. w półr. letniem.

Wykłady te pomyślane są w ten sposób, że razem wzięte obejmują teoretyczne podstawy radjotechniki i całokształt zagadnień naukowych i technicznych z tej dziedziny.

Wykłady i ćwiczenia odbywają się na IV roku Oddziału Elektrotechnicznego Wydziału Mechanicznego, na którym wprowadzona jest specjalizacja w kierunku prądów silnych lub teletechniki. Dla obierających pierwszy kierunek, prądy szybkozmienne, lampy katodowe, radjotelegrafja i radjotelefonja są przedmiotami nadobowiązkowemi; dla obierających specjalizację w kierunku teletechniki, są te przedmioty obowiązkowe. Nadto dla specjalizujących się w teletechnice wymagane są: 1) conajmniej półtoramiesięczna praktyka warsztatowa mechaniczna, 2) najmniej dwa miesiące praktyki montażowej elektrotechnicznej, 3) najmniej jeden miesiąc obsługi stacji telegraficznej lub radjotelegraficznej.

Ponadto wykłady prądów szybkozmiennych i lamp katodowych obowiązkowe są dla grupy fizycznej studentów Wydziału Ogólnego, a wykład radjotelegrafji i radjotelefonji polecone.

Wykłady powyższe prowadzę osobiście, a w pracowni pomaga mi Inż. elektryk. p. Tadeusz Jaskólski.

Tabelaryczne zestawienie według lat: liczby godzin wykładów, liczby zapisanych studentów i dotacji.

TABLICA I.

Liczby godzin wykładów i ćwiczeń w tygodniu.

Nr.	PRZEDMIOT	Rok naukowy					
		1923/24		1924/25		1925/26	
		Półrocze					
		zim.	let.	zim.	let.	zim.	let.
1	Prądy szybkozmienne	2	—	2	—	3	—
2	Radjotelegraf i radjotelefon	—	2	—	2	—	3
3	Lampy katodowe	—	—	—	—	1	1
4	Ćwiczenia w pracowni (liczba miejsc ograniczona)	—	3	—	3	—	3

TABLICA II.

Liczba zapisanych studentów.

Nr.	PRZEDMIOT	Rok naukowy					
		1923/24		1924/25		1925/26	
		Półrocze					
		zim.	let.	zim.	let.	zim.	let.
1	Prądy szybkozmienne	38	—	28	—	35	—
2	Radjotelegraf i radjotelefon	—	29	—	25	—	19
3	Lampy katodowe	—	—	—	—	24	24
4	Ćwiczenia w pracowni *) (liczba miejsc ogranicz.)	—	16	—	16	—	12

*) Do przyjęcia wymagane wykonanie ćwiczeń z I laboratorjum elektrotechnicznego.

TABLICA III.

Dotacje na pracownie i bibljotekę.

Rok	1924	1925	1926
Złotych	1510	3885	—

Plany na przyszłość.

Jak wynika z zestawień poprzednich, sprawa wykładów i ćwiczeń z radjotechniki, a zwłaszcza ćwiczeń, nie może być uważana za wystarczającą. Co do zamiarów na przyszłość, to mamy dosyć duże — aby tylko urzeczywistnić się dały przy dzisiejszej mizerji pieniężnej. — Otóż w pierwszym rzędzie musimy się zainstalować w lokalu przyznanym na laboratorjum w Politechnice. Po urządzeniu pracowni zaproponuję powiększenie liczby ćwiczeń z 3 przez jedno półrocze na trzy przez dwa półrocza, łącząc je z krótkim wykładem pomiarów laboratoryjnych. Jako następne usiłowanie wymieniam staranie się o fundusze na takie urządzenie laboratorjum, by mogło ono służyć nietylko dla studentów, ale także do wykonywania prac naukowych z dziedziny radjotechniki i dziedzin pokrewnych. Potrzeba do tego celu zakupić cały szereg przyrządów precyzyjnych (elektrometry, galwanometry, oscylografy, przyrządy registrujące i t. d. i t. d.(. Będzie dalej dążeniem naszem urządzić laboratorjum do prac nad lampami katodowemi i procesami, odbywającemi się w lampach i przyrządach nadawczych i odbiorczych i t. d. Kiedy się to da uskutecznić, i czy da się uskutecznić w naszych warunkach, trudno dziś o tem mówić. O ile jednak dałoby się to uskutecznić w latach najbliższych, to możnaby stworzyć Instytut do badań naukowych dla celów radjotechnicznych. Taki jest cel, do którego dążymy. Pomieszczenie obecnie przyznane oczywiście nie wystarczy, o ile jednak zostanie wybudowany gmach dla laboratorjum elektrotechnicznego, przewidziane są tam sale na cel powyższy.

Tad. Malarski.

Tymczasowa stacja radjofoniczna „Polskiego Radjo" w Warszawie.

Zgodnie z przyjętem na siebie zobowiązaniem „Polskie Radio" zmontowało w Warszawie, na terenie Polskiego Towarzystwa Radiotechnicznego, prowizoryczną stację radjofoniczną o mocy pierwotnej 6 KW, którą jesienią b. r. zastąpić ma właściwa stacja stołeczna, o mocy pierwotnej około 40 KW, a więc tego rzędu, co słynna stacja radjofoniczna Daventry.

W obecnem urządzeniu tymczasową jest tylko aparatura nadawcza z anteną. Natomiast sala nadawcza, „studio", mieszcząca się w gmachu przy ulicy Kredytowej Nr. 1, wraz z odnośnymi mikrofonami i amplifikatorami modulacyjnymi, posiada już formę ostateczną i śmiało może być zaliczona do wzorowych urządzeń tego rodzaju w Europie. Szczególnie efektowną jest strona dekoracyjna „studio", dzieło p. Pronaszki, z niezrównanymi efektami świetlnymi, na które zuzywa się około 6 KW energji elektrycznej, a więc tyle, co i na aparaturę nadawczą.

Tymczasowa aparatura nadawcza jest normalnym typem seryjnym firmy Marconi'ego t. zw. typ „Q", wypracowanym specjalnie dla radjofonji i wypróbowanym przez długi czas w ruchu. Pomimo, że główną uwagę zwrócono na niezniekszta.coną modulację, choćby kosztem sprawności, mimoto sprawność generatora głównego jest bardzo duża„ wynosi ona około 80% mocy anodowej. Taka sprawność dała się osiągnąć jedynie dzięki bardzo starannemu wypracowaniu wszystkich części obwodów drgających. Kondensatory zastosowano wyłącznie powietrzne, zaś zwojnice wykonane są z przewodnika nieizolowanego, na szkieletach, zawierających minimum materjału.

Generator należy do typu o wzbudzeniu obcem — do wzbudzenia służy niezależny generator pomocniczy (driver). System modulacji zapomocą dławika w obwodzie anodowym (modulacja Heising'a). Do żarzenia lamp służą akumulatory, obwody anodowe zasila prąd 300-okresowy, wyprostowany i wyrównany zapomocą filtrów.

Stacja pracuje obecnie na fali 480 m. Zasięg jej w warunkach przeciętnych wynosi 300 km na odbiornik dwulampowy i 30 km na odbiornik detektorowy.

Całość aparatury nadawczej obejmuje następujące części:

1) Baterja akumulatorowa na żarzenie lamp. Baterja ta ładowana jest przez przetwornicę dwutwornikową (silnik asynchroniczny — prądnica).
2) Alternator 300-okresowy o napięciu 500 V o mocy 6 kW. Alternator jest poruszany przez silnik asynchroniczny o automatycznym rozruchu.
3) Transformator, podnoszący napięcie alternatora do 10 000 V.
4) Właściwa aparatura nadawcza, składająca się z czterech jednostek, któremi są
   a) Prostownik,
   b) Generator wzbudzający,
   c) Generator główny,
   d) Modulator.

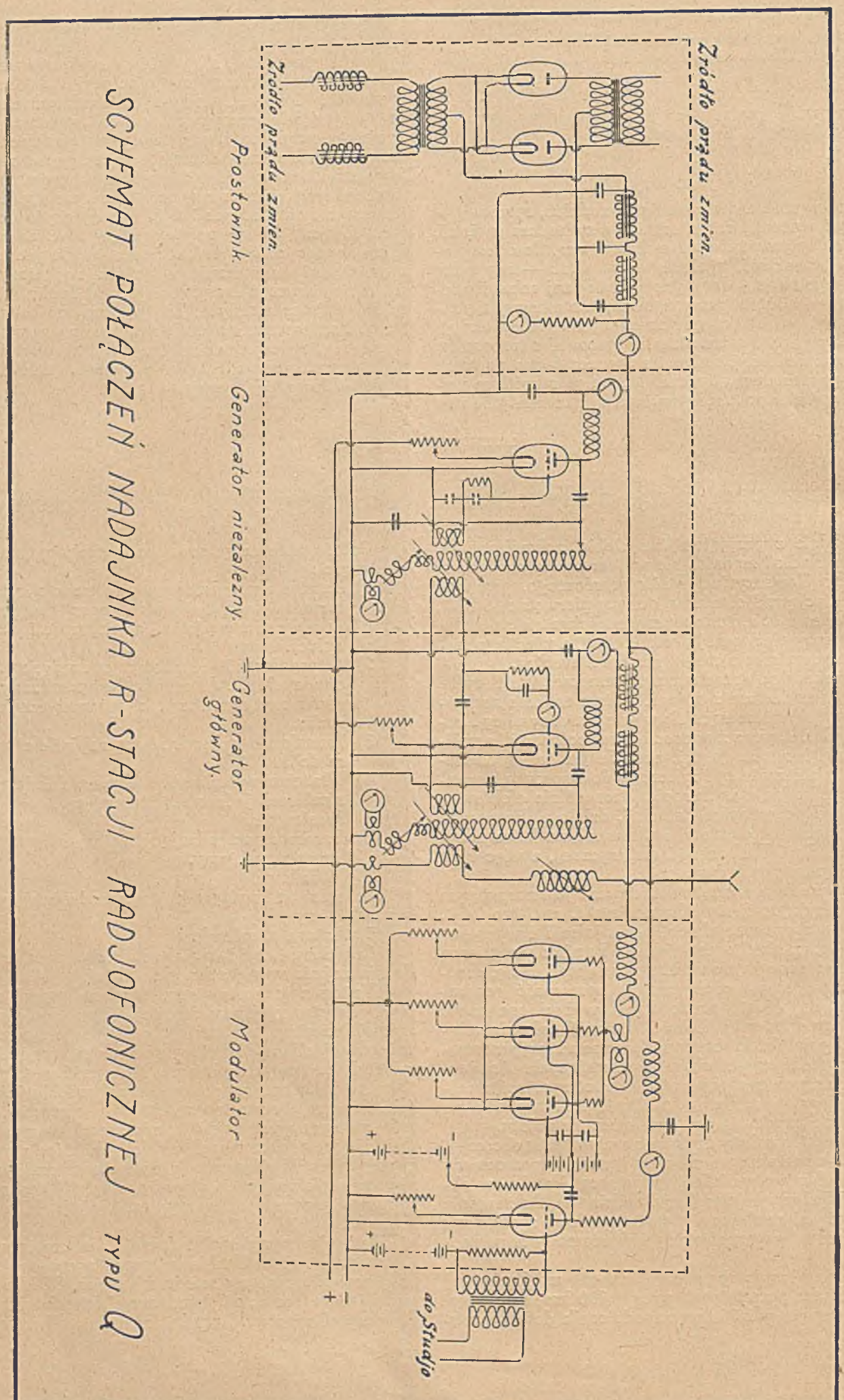
Schemat całkowity aparatury nadawczej podaje rysunek 1-szy.

5) Antena z uziemieniem.

Częściami 4-tą i 5-tą, jako najciekawszemi z urządzenia zajmiemy się cokolwiek bliżej.

Każda z jednostek aparatury nadawczej mieści się w konstrukcji kątownikowej, łatwo dostępnej ze wszystkich stron, na wzór analogicznych urządzeń w instalacjach prądów silnych wysokiego napięcia. Na ścianach czołowych mieszczą się rączki regulacyjne i szereg przyrządów pomiarowych, umożliwiających ścisłą kontrolę pracy poszczególnych obwodów. Charakterystyczny jest sposób umieszczenia lamp: znajdują się one w skrzynkach oszklonych, które z łatwością mogą być wyjmowane z aparatury, przerywając równocześnie wszystkie obwody lamp. W ten sposób wymiana przepalonej lampy jest kwestją kilkunastu sekund.

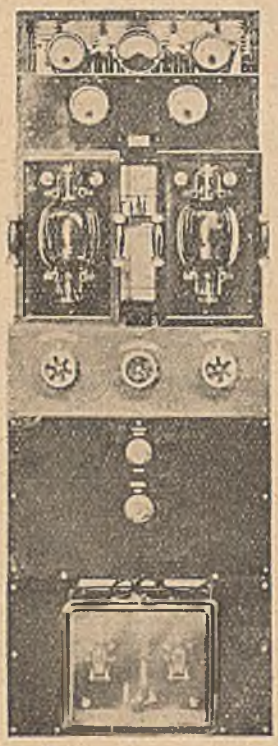
Zadaniem *prostownika* (rys. 2) jest zamiana prądu zmiennego na jednokierunkowy i wyrównanie wahań, pochodzących z okresowych zmian SEM prostowanej. Przy pomocy 2 lamp dwuelektrodowych prostuje się obie połówki prądu zmiennego. Wyrównanie



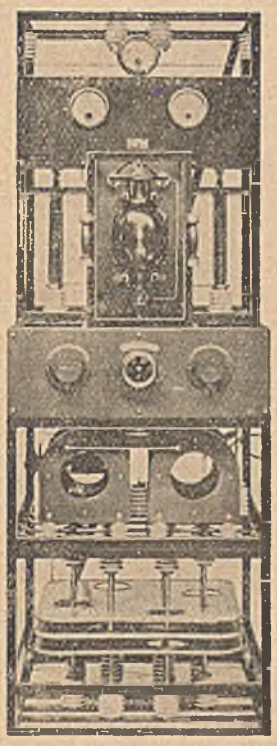
SCHEMAT POŁĄCZEŃ NADAJNIKA R-STACJI RADJOFONICZNEJ TYPU Q

Rys. 1.

jes bardzo dobre — stacja bez modulacji jest zupełnie niesłyszalna. Prostownik daje prąd wyprostowany o mocy 4 KW.



Rys. 2.



Rys. 3

Generator wzbudzający (rys. 3) pracuje w układzie wzbudzenia własnego i zapewnia genaratorowi głównemu nietylko stałość fali, ale i wolność od drgań harmonicznych. Jest sprzężony indukcyjnie z generatorem głównym. Moc generatora pomocniczego wynosi 0,8 KW.

Generator główny (rys. 4) o mocy 1,6 KW zasila antenę indukcyjnie. Specjalny układ odsprzęgający zapobiega powstawaniu drgań własnych w generatorze głównym.

Modulator (rys. 5) składa się z 1 lampy wzmocnienia oporowego, i 3 lamp modulacyjnych, połączonych równolegle. Jak wspomniano, zastosowany jest system modulacji dławikowy (Heising'a). Żarzenie lamp modulatora zasila baterja akumulatorów, wysokie napięcie daje prostownik.

Miliamperomierz na składową zmienną prądu anodowego 3 lamp modulacyjnych daje nam pojęcie o głębokości modulacji.

Średnia głębokość modulacji wynosi około 70%.

Modulator jest połączony zapomocą miejskich linij telefonicznych ze studjo przy ul. Kredytowej. Stosowane tam mikrofony Sykes-Marconi są typu magnetycznego: membranę tworzy płaska cewka z drutu aluminjowego, poruszająca się w polu silnego elektromagnesu. Prądy mikrofonowe przenoszą się na linję miejską, a stąd na modulator za pośrednictwem 8-stopniowego amplifikatora oporowego.

Rys. 4.

Rys. 5.

Antena jest typu cylindrycznego z uziemieniem, składającem się z 40 płyt wymiarów 2,5 × 0,8 mtr, zakopanych pionowo w ziemi.

Od każdej płyty prowadzi przewodnik na izolatorach do stacji.

Opór całkowitej anteny wynosi 13,5 omów.

Antena jest zawieszona na masztach wysokości 40 metrów, opisanych w N-rze 13/14 „Przegl. Radjotechnicznego" z r. 1925.

Moc przenoszona z generatora głównego do antenę wynosi 1,36 kW.

W. Rabęcki.

Zasady modulacji radjotelefonicznej.

kpt. inż. **Janusz Groszkowski.**

Modulacja i demodulacja. W radjotelefonji modulacją nazywamy proces oddziaływania energji elektrycznej o częstotliwości słyszalnej (małej lub średniej) wytwarzanej np. przy pomocy mikrofonu, na energję elektryczną wielkiej częstotliwości, wytwarzaną przy pomocy generatora prądów szybko zmiennych, dzięki czemu wysyłane fale elektromagnetyczne stają się nośnikiem energji o częstotliwości średniej, ukrytej w energji tych fal.

Prąd szybkozmienny (zazwyczaj o przebiegu nietłumionym) wytwarzany przez generator, wyrażający się równaniem

$$i_1 = I \sin \Omega t \qquad (1)$$

posiada amplitudę stałą I, oraz częstotliwość wielką F, której odpowiada długość fali wysyłanej

$$\lambda = v\,T = \frac{v}{F} = \frac{2\pi\, v}{\Omega}, \quad (v = 3.10^{10} \text{ cm/sek}$$

zwana *falą nośną.*

Modulowanie fali nośnej może być uskutecznione dwoma sposobami, zależnie od tego, na który z wyrazów wchodzących do równania (1) oddziaływuje się: na amplitudę I, czy na częstotliwość F, a więc na Ω.

Dzisiaj wyłącznie stosowany jest sposób pierwszy — oddziaływania na I, t. zn. stosuje się modulację amplitudy fali nośnej.

Założymy, iż kształt prądu modulującego jest funkcją czasu

$$i_m = f(t)$$

Jest to zazwyczaj funkcja perjodyczna kształtu $A_1 \operatorname{sn} \omega t + B_1 \operatorname{sn} 2\omega t + \ldots + A_2 \operatorname{cs} \omega t + B_2 \operatorname{cs} 2\omega t + \ldots$ przyczem ω jest tu pulsają częstotliwości średnich *).

Amplituda prądu szybkozmiennego (fali nośnej) ma być modulowana w ten sposób, aby po odebraniu i detekcji fal na stacji odbiorczej otrzymany w słuchawce telefonicznej prąd miał taki sam kształt jak prąd modulujący.

Założymy zatem, że prąd w antenie nadawczej ma postać

$$i_1 = I_1 \varphi [1 + f(t)] \sin \Omega t \qquad (2)$$

przyczem φ jest jakąś funkcją wyrażenia $[1 + f(t)]$, co oznacza, iż jeśli modulacji niema t. j. gdy $f(t) = 0$, prąd $i_1 = I_1 \sin \Omega t$ ma stałą amplitudę.

Na stacji odbiorczej otrzymamy w antenie prąd szybkozmienny, którego przebieg będzie analogiczny do przebiegu prądu w antenie nadawczej, t. zn. amplitudy jego będą odpowiednio proporcjonalne. Prąd ten wytworzy na zaciskach detektora napięcie również tego samego kształtu.

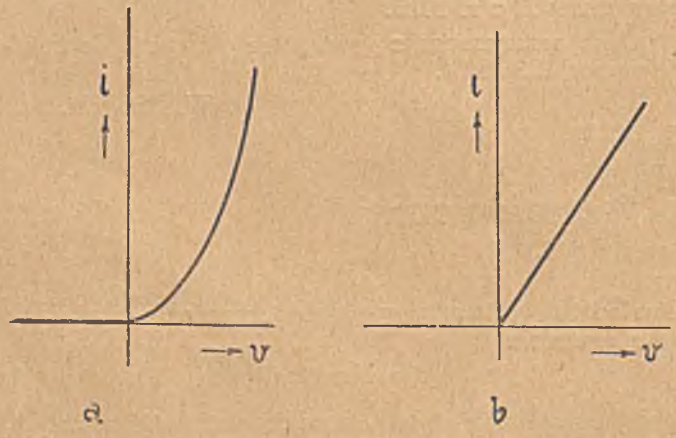
Napięcie to będzie zatem

$$V_2 = \text{prop. } i_1$$

Powinno ono dać w słuchawce radjostacji odbiorczej prąd średniej częstotliwości tego samego kształtu co prąd modulujący.

Ten proces odwrotny, mający na celu otrzymanie z energji modulowanej prądów szybkozmiennych — energji średniej częstotliwości pod postacią prądów elektrycznych tego samego co prąd modulujący kształtu — nazywamy demodulacją.

Demodulacja uskutecznia się przy pomocy detektora, t. j. przyrządu elektrycznego, posiadającego własności prostujące dla prądów zmiennych.



Rys. 1.

Działanie prostujące może zachodzić: 1) albo przez to, że charakterystyka woltamperowa tego przyrządu jest krzywolinijna np. kształtu (rys. 1a)

$$I = aV + bV^2 \qquad (3)$$

lub (rys. 1 b), że jest ona załamana, a więc o równaniu

$$I = aV \text{ dla } V > 0 \qquad (4)$$

Napięcie na zaciskach detektora ma kształt

$$v_2 = kI_1 \varphi [1 + f(t)] \sin \Omega t \qquad (5)$$

Da ono składową stałą *) w detektorze pierwszym

$$i'_d = \frac{b(kI_2)^2}{2} \{\varphi [1 + f(t)]\}^2$$

w detektorze drugim

$$i'_d = \frac{akI_2}{\pi} \{\varphi [1 + f(t)]\}$$

Widzimy, iż przyrosty te są funkcją czasu f (t) o częstotliwości średniej ω. Gdy modulacji niema, f (t) = O, prąd w obwodzie detektorowym jest stały

$$i'_d = \frac{b(kI_2)^2}{2} A'$$

wzgl. $$i''_d = \frac{akI_2}{\pi} A''$$

Ażeby z chwilą rozpoczęcia modulacji prąd demodulowany miał ten sam kształt co prąd modulujący, musi być — w wypadku detektora pierwszego rodzaju — kształt funkcji φ, taki, że

$$\{\varphi [1 + f(t)]\}^2 = 1 + f(t), \text{ t. j.}$$

$$\varphi [1 + f(t)] = \sqrt{1 + f(t)}$$

W wypadku detektora drugiego rodzaju

$$\varphi [1 + f(t)] = 1 + f(t)$$

Stopień modulacji. Jeśli założymy kształt funkcj

$$f(t) = K \sin \omega t \text{ **)}$$

wówczas, w wypadku pierwszym, prąd modulowany będzie

$$i_1 = I_1 \sqrt{1 + K \sin \omega t} \cdot \sin \Omega t$$

zaś w wypadku drugim

$$i_1 = I_1 (1 + K \sin \omega t) \sin \Omega t$$

Amplituda prądu szybkozmiennego będzie się wahać w granicach

$$I_1 \sqrt{1 + K} \quad ; \quad I_1 \sqrt{1 - K}$$

wzgl. $$I_1 (1 + K) \quad ; \quad I_1 (1 - K)$$

Wielkość K nazywamy stopniem modulacji.

Modulacja jest całkowita, gdy K = 1.

Prąd waha się między 1, 41 I_1 i O, wzgl. $2I_1$ i O.

Modulacja odpowiadająca K<1 nazywa się niecałkowitą.

Mamy dwie definicje stopnia modulacji dowolnie modulowanego prądu szybkozmiennego (rys. 2). Jeśli oznaczymy: amplitudę fali nośnej (w stanie spoczynku) przez I_n, najmniejszą amplitudę podczas mo-

*) $\omega = 100 \div 40000 =$ sek.

*) Jest to średnia wartość wyrażenia $akI^2 \varphi [1 + f(t)] \sin \Omega t + b V_2^2 \varphi^2 [1 + f(t)] \sin^2 \Omega t)$ za cały okres wzgl. wyrażenia $akI_2 \varphi [1 + f(t)] \sin \Omega t$ za pół okresu (tylko dla dodatnich wartości $\sin \Omega t$).

**) Zakładamy modulację tonem czystym o częstotliwości $f = \frac{\omega}{2\pi}$, leżącej w zakresie częstotliwości średnich a więc $\omega < \Omega$

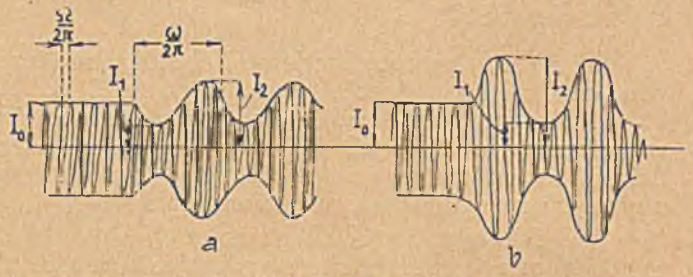
dulacji przez I_1, największą amplitudę podczas modulacji I_2, to według jednego określenia będzie

$$K=\frac{I_0-I_1}{I_0}$$

według drugiego

$$K=\left(\frac{I_1+I_2}{2}-I_1\right):\frac{I_1+I_2}{2}=\frac{I_2-I_1}{I_2+I_1}$$

W wypadku modulacji symetrycznej, t. j. dla $I_2-I_0=I_0-I_1$, oba określenia dają wyniki jednakowe.



Rys. 2.

Stopień modulacji, będący liczbą mniejszą od jedności, często wyraża się w procentach. A więc

$$K=\frac{I_0-I_1}{I_0}\cdot 100\,\%\ \text{wzgl.}\ K=\frac{I_2-I_1}{I_2+I_1}\cdot 100\,\%$$

Moc przy modulacji. Stosowane obecnie układy modulacyjne (mianowicie głównie układy lampowe) są tego rodzaju, że dają przeważnie modulację kształtu

$$1+K\sin\omega t$$

Ten przeto wypadek należy rozpatrzeć szczegółowiej.

Jeśli opór obwodu anteny oznaczymy przez R, wówczas moc dla fali niemodulowanej będzie

$$W_0=\frac{1}{T}\int_0^T i_0^2\,R\,dt=\frac{R}{T}\int_0^T I_0^2\sin^2\Omega t\,dt=\frac{RI_0^2}{2}$$

Z chwilą zjawienia się modulacji o stopniu K moc ta ulega wahaniu; mianowicie w każdej chwili ma ona wartość

$$w=\frac{RI_0^2}{2}(1+K\sin\omega t)^2$$

Dla $\omega t=0^0$ $w=\frac{RI_0^2}{2}$

$\omega t=90^0$ $w=\frac{RI_0^2}{2}(1+K)$; gdy $K=1$, $w=2RI_0^2$

$\omega t=270^0$ $w=\frac{RI_0^2}{2}(1-K)^2$ „ „ $w=0$

Wykreślnie przebieg $w=f(t)$ przedstawia rys. 3.

Dla obliczenia mocy w antenie podczas modulacji (np. dla K = 1) należy obliczyć całkę wyrażenia $w=f(t)$ za cały okres $\omega t=2\pi$ i podzielić ją przez 2π; otrzymamy

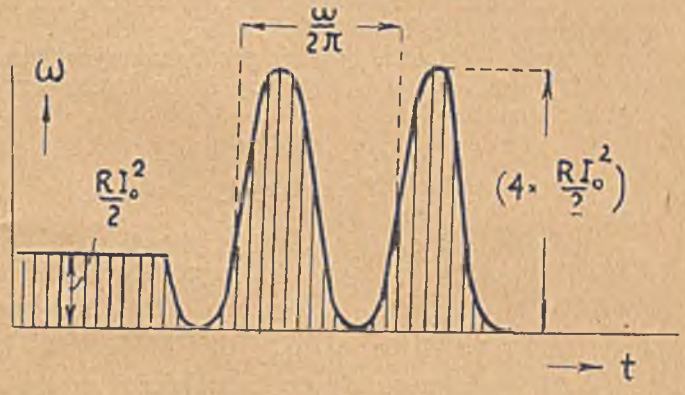
$$W_{K=1}=\frac{3}{2}\frac{RI_1^2}{2}=\frac{3}{2}W_0$$

Widzimy, że przy modulacji moc w antenie wzrasta i przy pełnej modulacji (100%) wynosi $^3/_2$ mocy fali nośnej. Zatem amperomierz antenowy z chwilą zjawienia się modulacji wskaże prąd $\sqrt{^3/_2}\cong 1{,}2$ razy większy (o 20% większy).

Przy modulacji kształtu $\sqrt{1+K\sin\omega t}$ wykres $w=f(t)$ miałby przebieg jak na rys. 4, zaś moc

$$W_{k=1}=\frac{RI_1^2}{2}=W_0$$

nie zmieniałaby się.



Rys. 3.

Prąd modulowany wielkiej częstotliwości. Prąd modulowany wielkiej częstotliwości kształtu

$$i_1=I_1\,(1+K\sin\omega t)\sin\Omega t$$

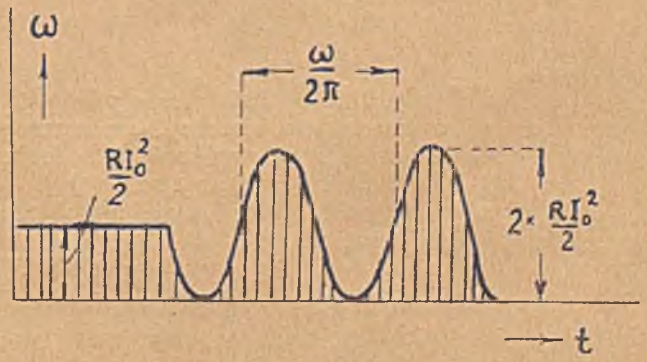
daje się rozłożyć na 3 prądy o 3-ch częstotliwościach

mianowicie $i_1=I_1\sin\Omega t+KI_1\sin\omega t\sin\Omega t=$

$$=I_1\sin\Omega t+\frac{I_1K}{2}\cos(\Omega-\omega)t-\frac{I_1K}{2}\cos(\Omega+\omega)t$$

A zatem i fala modulowana składa się niejako z 3-ch fal.

1. fali o pulsacji Ω fali nośnej $I_1\sin\Omega t$
2. fali o pulsacji $\Omega-\omega$ $\frac{I_1K}{2}\cos(\Omega-\omega)t$
3. fali o pulsacji $\Omega+\omega$ $\frac{I_1K}{2}\cos(\Omega+\omega)t$



Rys. 4.

Częstotliwości, amplitudy i moc dla każdej z tych 2-ch fal są następujące:

Fala	Pulsacja	Amplituda		Moc	
		$K=1$			$K=1$
Fala nośna	Ω	I_1	I_1	$\frac{RI_1^2}{2}$	$\frac{1}{2}RI_1^2$
Fala dłuższa (dolna)	$\Omega-\omega$	$I_1K/2$	$\frac{1}{2}I_1$	$\frac{RI_1^2}{2}\cdot\frac{K}{4}$	$\frac{1}{8}RI_1^2$
Fala krótsza (górna)	$\Omega+\omega$	$I_1K/2$	$\frac{1}{2}I_1$	$\frac{RI_1^2}{2}\cdot\frac{K}{4}$	$\frac{1}{8}RI_1^2$

Widzimy, że z całkowitej mocy fali modulowanej fala nośna zawiera $^2/_3$, zaś fale pozostałe razem $^1/_3$.

Dźwięk i zakres częstotliwości akustycznych. Jak wiadomo wszelkie dźwięki dzielą się na dźwięki proste i dźwięki złożone. Dźwięk prosty mamy wówczas gdy wywołuje go ruch drgający ściśle harmoniczny, t. j. o równaniu

$$y = A \sin \omega t$$

Właściwościami charakterystycznemi tego dźwięku są:

1. Natężenie dźwięku czyli amplituda A.
2. Wysokość dźwięku czyli częstotliwość drgań f lub okres T.

Co się tyczy mocy dźwięku jest ona proporcjonalna do kwadratu amplitudy.

Jeśli obok częstotliwości zasadniczej występują inne częstotliwości wyższe np. 2f, 3f, 4f i t .d. czyli okresy $^1/_2$T, $^1/_3$T i t. d. nazywamy je harmonicznemi dźwięku zasadniczego.

Te harmoniczne nadają dźwiękowi zasadniczemu barwę czyli t. zw. tembr [1])

Tak więc dźwięk prosty wyraża się sinusoidą, zaś złożony sumą sinusoid czyli jakąś krzywą perjodyczną mniej lub więcej odbiegającą od sinusoidy.

Dla prawidłowego przekazania pewnego dźwięku konieczne jest przekazanie oprócz jego drgania podstawowego pewnej ilości harmonicznych wyższych, leżących w zakresie częstotliwości słyszalnych.

Ucho ludzkie reaguje na zakres częstotliwości od 30 do 15 000 drgań/sek. Istotnie w tym zakresie zawierają się też częstotliwości mowy, śpiewu i dźwięków wydawanych przez instrumenty muzyczne. I tak częstotliwości podstawowe

głosu ludzkiego: śpiewu:

sopran $f = 250 \div 920$ $f = 800 \div 900$
bas $f = 80 \div 300$
mowa $f = 350 \div 1500$

instrumentów:

wiolonczela $f = 60 \div 1300$
flet $230 \div 2200$
klarnet $160 \div 2200$
fortepian $25 \div 3500$

Jeśli założymy, że dla dostatecznie wiernego oddania barwy konieczna jest jeszcze 3-cia harmoniczna, otrzymamy najwyższą częstotliwość (dla fortepianu) $f = 3 \times 3\,500 = \sim 10\,000$ drg./sek.

W ten sposób zakres częstotliwości akustycznych przedstawia się jak następuje

$$f = 30 \div 10000, \quad \omega \cong 200 \div 60000$$

Dla przekazywania tylko dźwięków mowy ludzkiej (np. komunikacja handlowa) wystarczy węższy zakres częstotliwości

[1]) Np. ton *a* fortepianu różni się od tonu *a* skrzypiec; różnicę tę zawdzięczamy obecności wyższych harmonicznych występujących rozmaicie co do mocy oraz rzędu.

Jeżeli przejdziemy teraz do zakresu częstotliwości fali nośnej Ω, to zakładając zakres fal stosowanych obecnie w radjokomunikacji

$$\lambda = 30 \div 30000\ m$$

albo ściślej, dla radjotelefonji węższy

$$\lambda = 30 \div 10000\ m$$

otrzymamy

$$F = 10^7 \div 3.10^5, \text{ t. j.}$$
$$\Omega = 6.10^7 \div 2.10^6$$

a więc naogół: $\Omega >> \omega$

Jeżeli przy pomocy modulacji chcemy przekazać pewiem zakres pulsacji słyszalnych np. od ω_1 do ω_2 wówczas fala zmodulowana będzie się właściwie składać nie z 3-ch fal, jak to było w wypadku modulacji tonem prostym ω, lecz z całego widma fal o różnych częstotliwościach i mianowicie:

1. Z fali o pulsacji fali nośnej Ω.
2. Z całego szeregu fal o pulsacjach zawartych, w zakresie między

$$(\Omega - \omega_2) \text{ a } (\Omega - \omega_1)$$

3. Z całego szeregu fal o pulsacjach zawartych w zakresie między

$$(\Omega + \omega_2) \text{ a } (\Omega + \omega_1)$$

W ten sposób, jeśli $\omega_2 > \omega_1$ dla przekazania dźwięków konieczne jest zarezerwowanie pewnego szeregu długości fal czyli t. zw. *widma fali* o szerokości

od λ' do λ''

przyczem λ' odpowiada pulsacji $\Omega + \omega_2$
λ'' „ „ $\Omega - \omega_2$

tu $\lambda' < \lambda < \lambda''$

a fala λ odpowiada pulsacji Ω (fala nośna).

Szerokość tego zakresu fal przy $\omega_2 = 60\,000$ (w radjofonji) wynosi

dla $\lambda =$ 30 *m* około 0,06 *m* t. j. ok. 0,2% długości fali
$\lambda =$ 300 *m* „ 6 *m* „ „ 2% „ „
$\lambda =$ 3000 *m* „ 600 *m* „ „ 20% „ „

Systemy modulacji. W zależności od sposobu osiągania zmian amplitud (względnie częstotliwości) fali nośnej rozróżniamy szereg systemów modulacji.

W najogólniejszej formie systemy te dadzą się podzielić na dwie grupy, a mianowicie:

A) systemy modulacji oporu w obwodzie anteny,
B) systemy modulacji mocy doprowadzonej do anteny.

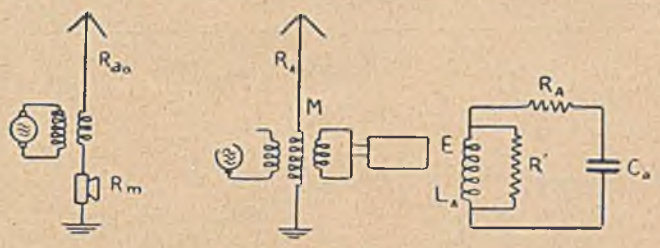
Ponadto systemy grupy B) mogą być jeszcze klasyfikowane stosownie do rodzaju generatorów fali nośnej.

Oczywiście wchodzą tu w grę jedynie generatory prądów nietłumionych, a więc łukowe, maszynowe, oraz lampowe. Dziś w praktyce prawie wyłącznie znajdują zastosowanie te ostatnie.

A. MODULACJA PRZEZ ZMIANĘ OPORU W ANTENIE.

Mikrofon w antenie. Najprostszym sposobem modulacji jest modulacja przez umieszczenie mikro-

fonu w antenie. System ten, jeśli nie jest zupełnie dziś zarzucony, to stosuje się już tylko w najprymitywniejszych nadajnikach radjotelefonicznych bardzo



Rys. 5.

małej mocy. (Nie przekraczających w każdym razie 4 — 5 amperów prądu w antenie).

Oznaczając SEM-ną wzbudzoną przez generator w obwodzie anteny przez E, oporność samego obwodu anteny przez R_A, mikrofonu — R_M natężenie prądu w antenie wyrazimy jako $I = \frac{E}{R_A + R_M}$

Jeśli opór mikrofonu R_M zmienia się wraz z ciśnieniem działającem na membranę według zależności

$$R_M = R_{Mo} + R \sin \omega t$$

to

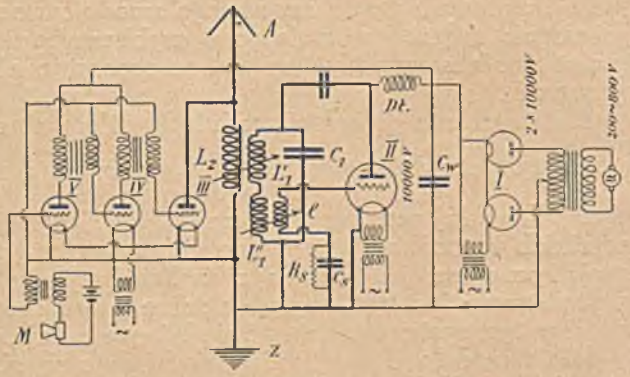
$$I = \frac{E}{R_A + R_{Mo} + R \sin \omega t}$$

Ponieważ oczywiście R jest mniejsze od R_{Mo} a nawet dla uzyskania czystej modulacji R musi być znacznie mniejsze od R_{Mo} przeto modulacja osiągana w ten sposób będzie płytka, bowiem amplitudy prądu sinusoidalnego są zawarte w granicach

$$I_{min} = \frac{E}{(R_A + R_{Mo}) + R} \text{ i } I_{max} = \frac{E}{(R_A + R_{Mo}) - R}$$

Ze względu na sprawność nadajnika winno być $R_{mo} < R_A$, przeto I_{min} nie wiele różni się od I_{max}

Modulacja przez t. zw. absorbcję. Pewnem i to dość znacznem ulepszeniem poprzedniego systemu szeregowego włączania mikrofonu do anteny jest system równoległego przyłączania obwodu t. zw. pochłaniającego, bezpośrednio lub indukcyjnie.



Rys. 6.

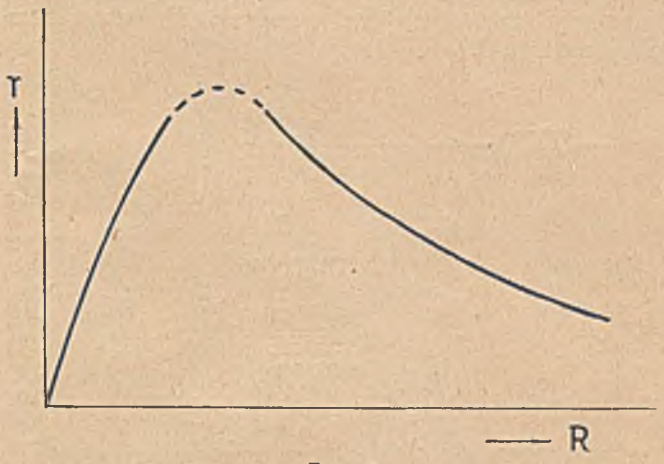
Do tego obwodu wprowadzamy mikrofon wprost lub za pośrednictwem urządzenia wzmacniającego.

Urządzenie wzmacniające może być typu lampowego (amplifikator lampowy) albo dławikowego z nasycanym rdzeniem żelaznym (modulator magnetyczny), w obu jednak wypadkach sprowadza się ono do zmiennego oporu, zazwyczaj omowego, który zawiera cewkę sprzężenia obwodu anteny w sposób wskazany na rys. 5.

Jak wiadomo, włączony w ten sposób opór może być przeniesiony jako opór równoważny do obwodu anteny. Wartość tego oporu równoważnego zgodnie z oznaczeniami jak na rysunku będzie:

$$r = \frac{\omega^2 M^2}{R^2 + \omega^2 L_2^2} R$$

Ten opór r dodaje się szeregowo do oporu obwodu anteny Ra.



Rys. 7.

Jednocześnie jednak oddziaływanie cewki L_2 nie pozostaje bez wpływu na indukcyjność L_1. Zostanie ona zmniejszona o wartość

$$l = \frac{\omega^2 M^2}{R^2 + \omega^2 L_2^2} L_2$$

Podczas modulacji zatem, gdy zmienia się R, otrzymujemy zmiany oporu r, a więc przy stałej SEM-nej wzbudzanej przez generator w antenie — zmiany prądu antenowego. Niezależnie od tego otrzymujemy rozstrajanie, abwodu anteny wskutek jednoczesnej zmiany indukcyjności.

Zależność oporu r od oporu R przy stałych wartościach w, L_2 i M ma przebieg wskazany na rys. 7 i mianowicie dla $R < \omega L_2$ (część wznosząca się krzywej) opór r wzrasta wraz ze wzrostem R

$$r \cong \left(\frac{M}{L_2}\right)^2 R$$

natomiast dla $R > \omega L_2$ (część opadająca krzywej) opór r maleje ze wzrostem R

$$r = \frac{\omega^2 M^2}{R}$$

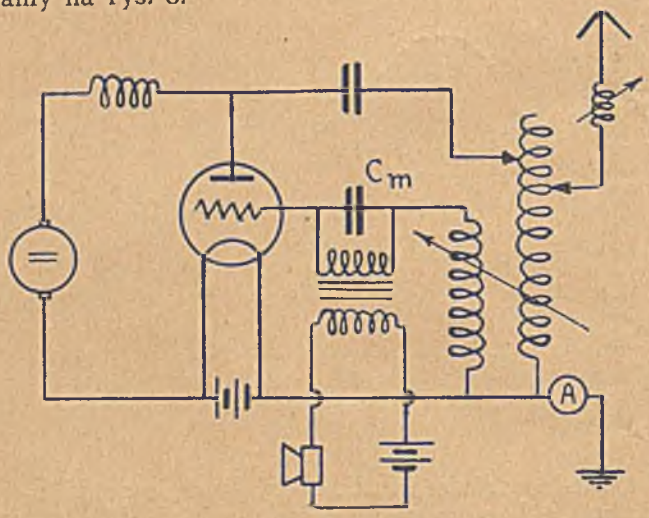
Dla uzyskania skutecznej modulacji należy przeto wybierać albo jeden albo drugi zakres modulacji, unikając natomiast pracy w środkowej części krzywej, gdzie warunki modulacji są najniekorzystniejsze.

Rys. 6 przedstawia schemat stacji radjotelefonicznej z modulacją przez absorbcję energji w antenie. Pochłanianie uskutecznia się przy pomocy lampy III, zwierającej cewkę antenową L_2. Prądy mikrofonowe działają na lampę III przez amplifikator V i IV.

B. MODULACJA MOCY DOPROWADZONEJ DO ANTENY.

Modulacja w obwodzie siatki lampy generacyjnej. Jednym z najprostszych oraz historycznie najpierwszych sposobów [1]) modulacji generatorów lampowych jest modulacja energji szybkozmiennej przez oddziaływanie prądami o częstotliwości słyszalnej na potencjał siatki lampy genracyjnej. Sposób ten polega na wykorzystaniu nieprostolinijności lub też załamania charakterystyki prądu anodowego, dzięki czemu zmiana początkowego potencjału siatki wywołuje zmianę wielkości amplitud wytwarzanych prądów szybkozmiennych.

Zasadniczy układ tego rodzaju modulacji w zastosowaniu do generatora o sprzężeniu zwrotnem, mamy na rys. 8.



Rys. 8.

W obwód siatki lampy generatorowej włączone jest uzwojenie wtórne transformatora obwodu mikrofonowego, zaboczników ane kondensatorem Cm, ułatwiającym prądom szybkozmiennym ominięcie uzwojenia.

Jeżeli zamiast wtórnego uzwojenia transformatora włączylibyśmy w obwód siatki potencjometr i zmienialibyśmy początkowy potencjał siatki V_{so} to zależność prądu I w obwodzie drgań od tego potencjału V_{so} — dla wszystkich innych warunków pracy generatora niezmiennych — wyraziłoby się linją o charakterze wskazanym na rys. 9. Tak więc, gdy ten początkowy potencjał V_{so} będzie się zmieniał w takt prądów modulujących, otrzymamy odpowiednią modulację prądów szybkozmiennych.

Załóżmy, iż charakterystyka prądu anodowego dla stałego napięcia anodowego wyraża się równaniem

$$I_a = A + BV_s + CV_s^2$$

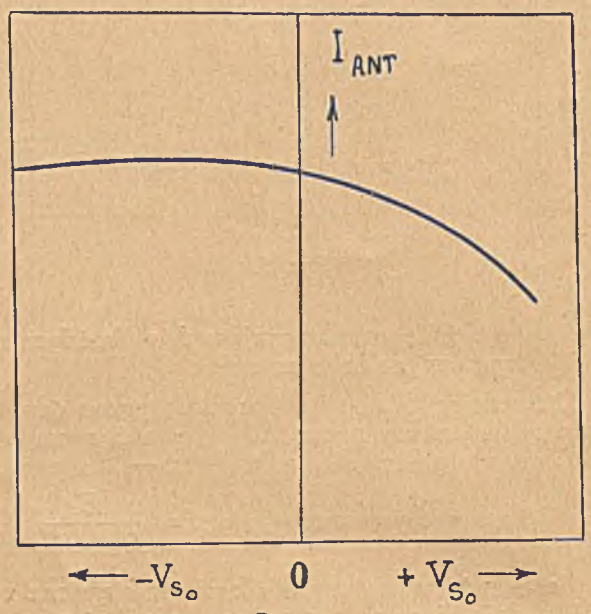
gdzie A, B i C są to stałę, zaś V_s potencjał siatki.

Chwilowa wartość prądu anodowego jest więc

$$i_a = A + Bv_s + Cv_s^2$$

Chwilowy potencjał siatki jest wytworzony przez stały początkowy potencjał siatki V_{so}, przez SEM-ną szybkozmienną, pochodzącą od sprzężenia zwrotnego $V_s \sin \Omega t$, oraz przez SEM-ną w uzwojeniu wtórnem transformatora — modulującą o częstotliwości średniej $V_{sm} \sin \omega t$, czyli

$$v_s = V_{so} + V_s \sin \Omega t + V_{sm} \sin \omega t$$



Rys. 9.

Zatem chwilowa wartość prądu anodowego jest

$$i_a = A + BV_{so} + CV_{so}^2 + BV_s \sin \Omega t + BV_{sm} \sin \omega t + CV_s^2 \sin^2 \Omega t + CV_{sm}^2 \sin^2 \omega t + 2CV_{so} V_s \sin \Omega t + 2V_{so} V_{sm} \sin \omega t + 2CV_s V_{sm} \sin \Omega \omega t \sin \omega t =$$

$$BV_s \left(1 + \frac{2C}{B} V_{sm} \sin \omega t\right) \sin \Omega t + [A + BV_{so} + CV_{so}^2] + \{(BV_{sm} + 2CV_{so} V_{sm}) \sin \omega t + 2CV_{so} V_s \sin \Omega t + CV_s^2 \sin^2 \Omega t + CV_{sm}^2 \sin^2 \omega t\}$$

Albo przedstawiając prąd anodowy w postaci prądu modulowanego otrzymamy

$$i_a = I_a [1 + K \sin \omega t] \sin \Omega t + [D] + \{E\}$$

gdzie D oznacza składniki wyrażenia stałe w czasie, zaś E składniki, chociaż zmienne, jednak nie biorące udziału w modulacji, a więc niepożądane, a nawet szkodliwe, jako powodujące zniekształcenie.

Pod wpływem prądu anodowego zmodulowanego w obwodzie drgań powstanie prąd szybkozmienny I, również zmodulowany bowiem jest on proporcjonalny do prądu I_a.

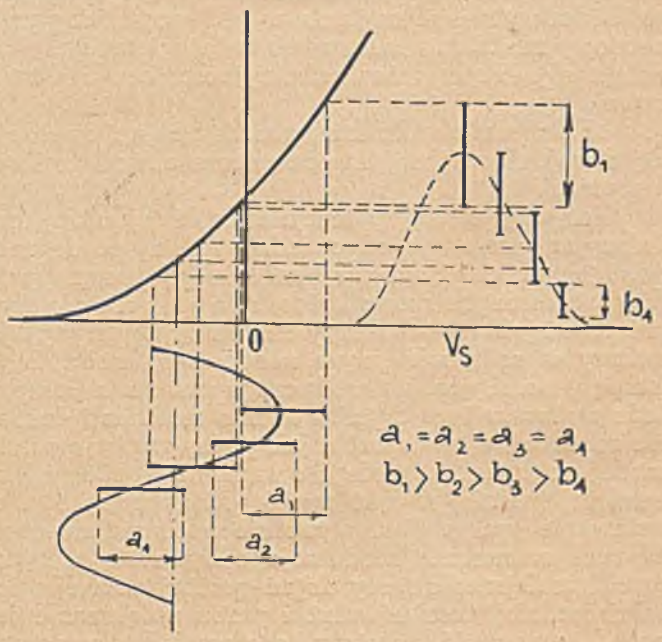
Dla uzyskania głębokiej modulacji należy starać się o otrzymanie dużego $K = \frac{2C}{B} V_{sm}$ przy dużem B (gdyż $BV_s = Ia$) oraz przy małem D. Spełnienie tych wszystkich warunków jest trudne, gdyż są one wzajemnie sprzeczne, jak wynika z dyskusji wyrazu i_a. Ta okoliczność jest przyczyną, iż dobre warunki modulacji w tym systemie osiągnąć się łatwo nie dają.

Istota modulacji w obwodzie siatki daje się zilustrować wykreślnie w sposób wskazany na rys. 10. Z rysunku tego widać, iż na nieprostolinijnej charakterystyce zmiana punktu w otoczeniu którego chwilowo zachodzą drgania szybkozmienne, pociąga za sobą zmianę amplitudy wytwarzanych drgań.

Jeśli będziemy rozpatrywać ten system modulacji w układzie charakterystyk dynamicznych genera-

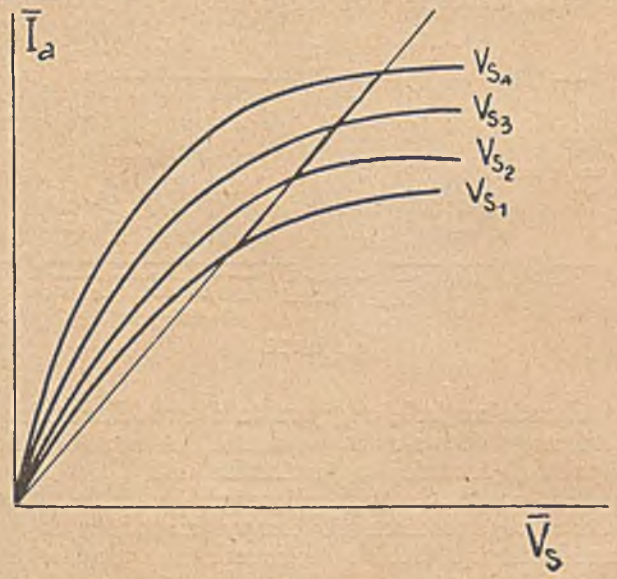
[1]) Podany poraz pierwszy przez van der Bijl'a (czasem zwany też systemem Logwood'a).

tora [1]), zauważymy, (rys. 11), iż przy stałej sprzężności zwrotnej *M*, różnym potencjałom początkowym siatki odpowiadają różne punkty przecięcia krzywej sprzężności z charakterystykami dynamicznemi, a więc różne wartości amplitud składowej zmiennej natężenia prądu anodowego *Ia*.



Rys. 10.

W ten sposób można wykreślić zależność prądu w obwodzie drgań *I* od potencjału początkowego siatki a stąd przebieg prądu modulowanego dla dowolnego napięcia modulującego.



Rys. 11.

Z przebiegu charakterystyk dynamicznych, a więc ich stosunkowo gęstego skupienia, oraz przecinania prostej sprzężności zwrotnej pod kątem dość ostrym wynika, iż dobranie właściwej sprzężności zwrotnej w generatorze o wzbudzeniu własnem jest rzeczą dość trudną a jednak niemniej pierwszorzędnego znaczenia.

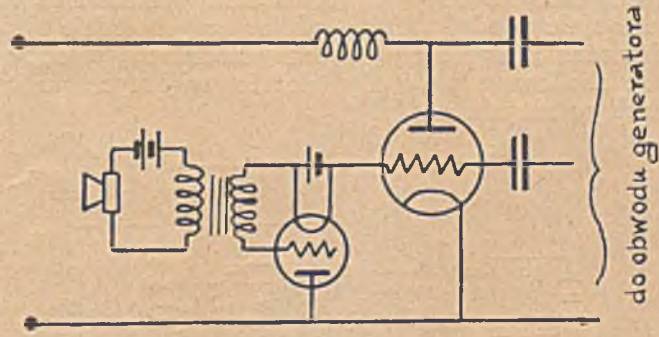
Korzystniejsze warunki występują w wypadku modulacji generatora o wzbudzeniu obcem. Oddziaływa się tu bądź na siatkę generatora wzbudzającego (driver'a), bądź na siatkę lampy generatora-amplifikatora. Jednak w tym wypadku nie osiąga się zbyt głębokiej modulacji jako to widać z wykresów na rys. 12, zdjętych dla urządzenia radjotelefonicznego, składającego się z generatora wzbudzającego o mocy ca. 5 W (driver'a) oraz amplifikatora o mocy 200 W. Modulacja ta nie przekracza 30 ÷ 40%.

Drobną odmianą — zresztą nieistotną — systemu

Rys. 12.

powyżej rozpatrzonego jest modulacja przez zmianę oporu obwodu siatki, a więc pośrednio również początkowego jej potencjału [1]).

W tym wypadku w obwodzie siatki lampy generacyjnej rolę oporu upływowego spełnia przerwa próżniowa „katoda-anoda" dodatkowej lampy — działającej modulacyjnie, dzięki oddziaływaniu mikrofonu na obwód jej siatki rys. 13. Wraz z zmianą chwilowego potencjału siatki tej lampy modulacyjnej zmienia się



Rys. 13.

opór przerwy „katoda-anoda", a co zatem idzie, zmienia się początkowy potencjał siatki; to pociąga za sobą zmiany natężeń wytwarzanych drgań szybkozmiennych. Charakter zależności tej wskazany jest na rys. 14.

Jako przykład modulacji w obwodzie siatki, podajemy schemat nadawczy radjostacji telefonicznej ze wzbudzaniem obcem, ustawionej w 1923 r. na radjostacji pod wieżą Eiffla w Paryżu [1]).

Modulacja uskutecznia się tu za pośrednictwem amplifikatora dwulampowego przy pomocy lampy dodatkowej włączonej przerwą „katoda-anoda" w obwód siatki lampy generatora o wzbudzeniu obcem (rys. 15).

[1]) Patrz J. Groszkowski, Lampy katodowe i ich zastosowanie w radjotechnice, Warszawa 1925, str. 206 i nast.

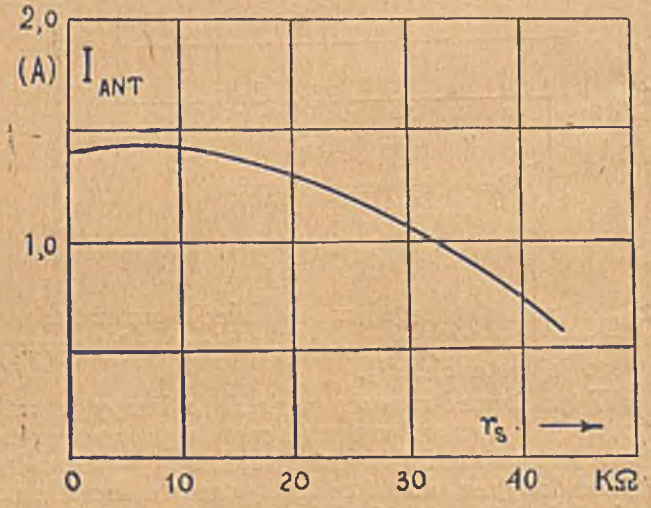
[1]) Dokładniejszy opis znajduje się w „Przeglądzie Radjotechnicznym" rok 1924, zeszyt 10.

[1]) Patent Telefunken 157 405 (Pat. ang.).

Niektóre ważniejsze wielkości charakteryzujące pracę tej radjostacji podaje poniższa tabliczka.

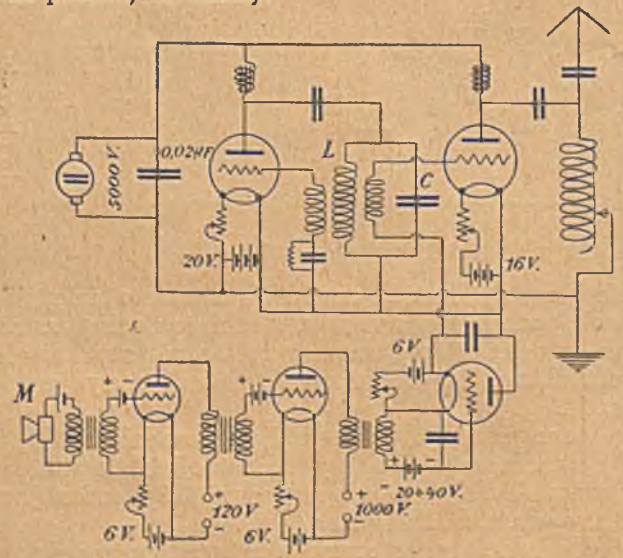
	Dane odpowiadające	spoczynkowi w modulacji	największemu prądowi podczas modulacji
	Prąd w antenie	22 *A*	32 *A*
	Moc w antenie	3150 *W*	6650 *W*
	Napięcie anodowe	4500 *V*	4500 *V*
Lampa generatora-amplifikatora	Średn. prąd anodowy	0,93 *A*	1,82 *A*
	Moc dostarcz. do lampy	4200 *W*	8200 *W*
	Sprawność	75%	81%
	Średni prąd siatki	0,080 *A*	0,150 *A*
	Średn. potencjał siatki	850 *V*	600 *V*
	Żarzenie lampy	35 *A* x 16 *V*	35 *A* x 16 *V*

Modulacja w obwodzie anodowym lampy generacyjnej. Prąd anodowy w lampie trójelektrodowej



Rys. 14.

zależy nietylko od potencjału siatki, lecz również od potencjału anody, przeto modulację w obwodzie siatki można zastąpić równoważną modulacją w obwodzie anodowym przy odpowiednio większych wahaniach potencjału anody.



Rys. 15.

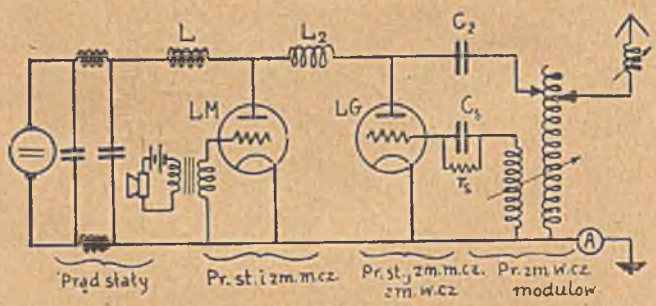
Pomijając niestosowane dziś sposoby modulacji w obwodzie anodowym [1]), rozpatrzmy szczegółowo najbardziej rozpowszechniony dziś system modulacji Heising'a zwany jeszcze systemem stałego prądu lub systemem modulacji dławikowej.

System ten polega na połączeniu obwodu anodowego lampy generacyjnej równolegle z obwodem anodowym lampy dodatkowej — modulacyjnej i zasilaniu obu tych lamp poprzez cewkę dławikową ze wspólnego źródła wysokiego napięcia, w taki sposób, aby prąd anodowy zasilający pozostawał mniej więcej stały, co osiąga się dzięki dużej indukcyjności cewki dławikowej.

W obwodzie siatki lampy modulacyjnej znajduje się uzwojenie wtórne transformatora obwodu mikrofonowego.

Tak więc zmiany potencjału siatki tej lampy modulacyjnej powodują odpowiednie zmiany prądu anodowego; ponieważ zaś prąd całkowity jest sumą prądów, pobieranych przez każdą z lamp, przeto wahania potencjału siatki lampy modulacyjnej wywołują zmiany w natężeniu prądu anodowego, zasilającego lampę generacyjną, wskutek czego zmienia się amplituda wytwarzanych drgań. Podczas modulacji działanie zachodzi w taki sposób, jak gdyby napięcie prądu zasilającego generator ulegało wahaniom około pewnej wartości średniej w takt prądów modulujących. Powstawanie tych wahań wywołuje obecność dławika. W tych warunkach modulacja odbywa się nietylko przez zmniejszenie mocy drgań poniżej pewnej wartości średniej, lecz również i przez zwiększanie jej ponad tę wartość, przeto z tego względu lampa generacyjna powinna pracować poniżej stanu nasycenia prądu anodowego, aby mógł być wyzyskany dalszy wzrost potencjału jej anody.

W układzie modulacji dławikowej mamy do czynienia z trzema rodzajami prądu oddzielanemi przy pomocy odpowiednio dobranych indukcyjności i pojemności, jak to wskazuje rys. 16.



Rys. 16.

Zasadniczą rolę odgrywa tu dławik *L*, na nim bowiem mogą powstawać wahania potencjału anody (o pulsacji średniej ω), natomiast dławik *L'* nie dopuszcza prądów szybkozmiennych wysokiej częstotliwości z generatora do lampy modulacyjnej, nie przeszkadzając jednak przechodzeniu prądów średniej częstotliwości.

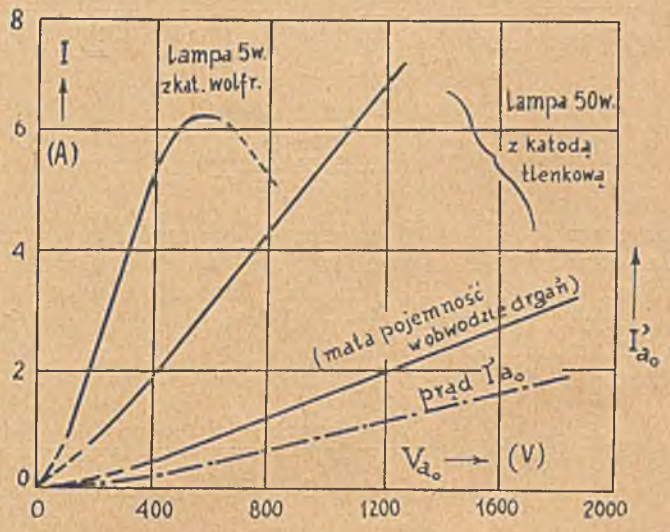
Kondensator C_z odgradzający prąd stały, ma pojemność taką, iż jego opór pozorny dla pulsacji ω jest wielki, podczas gdy dla wielkiej pulsacji Ω — mały.

Działanie elementarne modulatora wynika z zależności prądu antenowego *I* od potencjału średniego anody V_{ao}. Zależność ta $I = f(V_{ao})$ jak również zależność prądu anodowego pobieranego przez generator I_a przedstawione są na rys. 17.

Jak widać z wykresu, zależności te mają przebieg prawie prostolinijny; właśnie tej okoliczności system modulacji dławikowej zawdzięcza swe powodzenie.

[1]) Niektóre z nich opisane w „Lampach katodowych", str. 261.

Istotnie, jeśli bowiem potencjał anody zmienia się pod wpływem lampy modulacyjnej w otoczeniu potencjału średniego V_{ao} od V_{ao}' do V_{ao}'' według sinusoidy, podobnie będzie się zmieniał prąd w antenie (od I'_{ant} do I''_{ant} przyczem modulacja będzie bez zniekształceń, bowiem zależność $I_{ant} = f(V_{ao})$ jest prostolinijna.



Rys. 17.

Obliczenie dławika. Przypuśćmy, iż pod wpływem prądu w obwodzie mikrofonowym powstaje na siatce lampy modulacyjnej zmienne sinusoidalnie z częstotliwością słyszalną (pulsacja ω) napięcie o amplitudzie V_{sm}. Wywołuje ono podobne natężenie prądu w obwodach anodowych obu lamp I_1 i I_2. Pod wpływem sumy tych prądów (dodawanych wektorowo) powstający na dławiku L spadek napięcia

$$V_L = -j\omega L (I_1 + I_2)$$

wywołuje wahania potencjału anody lampy generacyjnej *II*, a przeto moduluje wytwarzane drgania.

Jeżeli oznaczymy opory anodowe obu lamp dla pulsacji ω przez ρ_1 i ρ_2, zaś nachylenie charakterystyki prądu anodowego lampy modulacyjnej przez S, otrzymamy zależności

$$I_2 = \frac{V_L}{\rho_2}$$

$$V_1 = \frac{V_L}{\rho_1} + S_1 V_{sm}$$

Suma obu prądów

$$I_1 + I_2 = V_L \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}\right) + S_1 V_{sm}$$

Mnożąc przez $j\omega L$ obie strony równania po przekształceniu otrzymamy

$$\frac{V_L}{V_{sm}} = \frac{S_1 j\omega L}{1 + j\omega L \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}\right)}$$

Stąd, po przejściu na wielkości rzeczywiste, stosunek amplitudy potencjału anody lampy generacyjnej do wywołującej ją amplitudy napięcia na siatce lampy modulacyjnej wyrazimy wzorem

$$\frac{V_L}{V_{sm}} = \frac{S_1 \omega L}{\sqrt{1 + \omega^2 L^2 \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_1}\right)^2}} = \frac{S_1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\omega L}\right)^2 + \left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_1}\right)^2}}$$

Przy danych S_1, ρ_1 i ρ_2 stosunek ten osiąga maximum dla $\omega L = \infty$: wówczas wynosi on

$$\frac{V_L}{V_s} = \frac{S_1}{\left(\frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_1}\right)} = \frac{S_1 \rho_1 \rho_1}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{K_{a1}}{1 + \frac{\rho_1}{\rho_2}}$$

ponieważ $K_{a1} = S_1 \rho_1$, jest spółczynnikiem amplifikacji lampy modulacyjnej.

Z drugiej strony, przy danej lampie generacyjnej a więc danem ρ_2 należy wybierać lampę modulacyjną o małem ρ_1 i dużem K_{a1} [*]).

W praktyce dławiki o tak dużej indukcyjności, jak to wynika z rozważań, nie znajdują zastosowania (wpływ pojemności uzwojenia). Zazwyczaj wystarcza, jeśli opór pozorny w zakresie żądanych częstotliwości jest $\omega L \geqq 3\rho_2$.

Na rys. 18 podany jest przebieg zależności stopnia modulacji od indukcyjności dławika w pewnem urządzeniu modulacyjnem. Z krzywej widać, iż dla wartości L większych od 15 H. pełna modulacja jest osiągnięta, a przeto jest ona jednakowa dla różnych ω, czyli zniekształcenia nie będzie.

Jeśli opór pozorny dławika jest dostatecznie wielki, prąd I'_{ac} dostarczany przez źródło napięcia anodowego ulegać zmianom nie będzie. W wypadku tym suma prądów $I_1 + I_2$ musi być stała, a przeto między chwilowemi wartościami tych prądów istnieje zależność

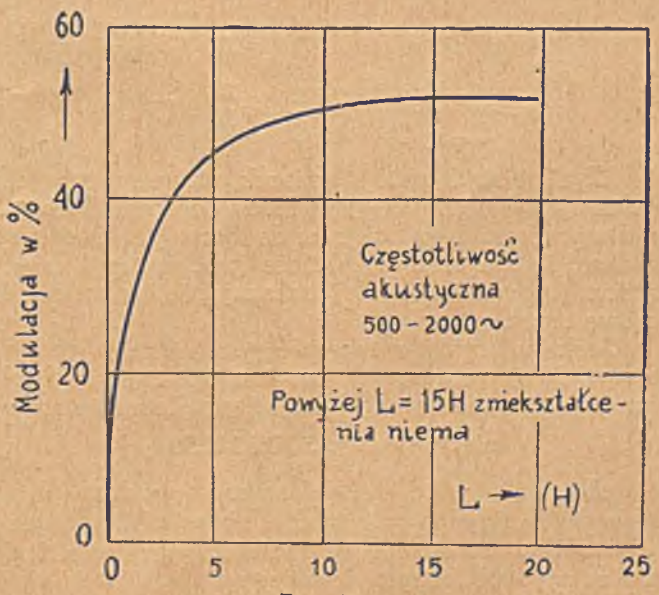
$$I'_{ao} = i'_1 + i''_2$$

Zaś równanie prądu modulowanego, zasilającego lampę generacyjną jest

$$i = I_{aom}(1 + K \sin \Omega t)$$

przyczem

$$I_{aom} \cong {}^1/_2 I'_{ao}$$



Rys. 18.

Napięcie na lampie generacyjnej również jest sinusoidalnie tętniące. Waha się ono prawie między zerem a podwójną wartością średnią V_{ao}.

Równanie jego jest

$$v = V_{aom}(1 + K \sin \omega t)$$

przyczem $V_{aom} \cong V_{ao}$

[*]) Warunki te są dość trudne do spełnienia, gdyż są pod niekąd sprzeczne.

Moc doprowadzona do lampy generacyjnej w wartościach chwilowych wynosi:

$$w_a = i \cdot v = V_{aom} I_{aom} (1 + K \sin \omega t)^2 =$$
$$= V_{aom} I_{aom} \left(1 + 2K \sin \omega t + \frac{K^2}{2} - \frac{K^2 \cos 2\omega t}{2}\right)$$

Przy modulacji zupełnej ($K = 1$), największa moc chwilowa osiąga wartości czterokrotnie większe od mocy normalnej przy braku modulacji.

Wówczas również i średnia moc w generatorze (a więc i w antenie) jest o 50% większa niż w wypadku, gdy modulacja nie zachodzi.

Chwilowe wartości mocy pobieranej przez lampę modulacyjną są:

$$w = I_m (1 - K \sin \omega t) \cdot V_{aom} (1 + K \sin \omega t) =$$
$$= I_m V_{aom} \left(1 - \frac{K^2}{2} + \frac{K^2 \cos 2\omega t}{2}\right)$$

Sinusoida chwilowych wartości tej mocy ma dwa razy większą częstotliwość niż sinusoida mocy pobieranej przez generator, t. zn., że moc pobierana przez lampę modulacyjną staje się dwukrotnie równa zeru podczas jednego okresu modulowania: raz gdy moc w antenie jest maximum, druga raz gdy jest zero.

Średnia moc pobierana przez modulator wynosi połowę tej mocy maksymalnej.

Sprawność modulacji wyrazimy, jako

$$\eta_m = \frac{\frac{1}{T}\int_0^{2\pi} [V_{aom} I_{aom} (1 + 2K \sin \omega t + \frac{K^2}{2} - \frac{K^2}{2} \cos 2\omega t] dt}{V_{ao} (I_o + I_m)}$$
$$= \frac{I_o}{I_o + I_m} \left(1 + \frac{K^2}{2}\right)$$

Dla modulacji zupełnej ($K = 1$), $I_m = I_{aom}$, będzie

$$\eta_m = \frac{I_{aom}}{I_{aom} + I_{aom}} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4} = 75\%$$

Wynika stąd ważny wniosek, że przy zupełnej modulacji tylko trzy czwarte mocy doprowadzonej ze źródła prądu stałego dochodzi do lampy generacyjnej, pomimo, że przyrządy miernicze (woltomierz i amperomierz (typu d'Arsonvala) wskazują, że dochodzi tam połowa mocy.

Jeśli założymy sprawność generatora lampowego $\eta_g = 65\%$ otrzymamy sprawność telefoniczną całkowitą przy zupełnej modulacji (w najlepszym razie)

$$\eta = \eta_m \cdot \mu_g = 0{,}75 \cdot 0{,}65 \cong 50\%$$

Zniekształcenia prądów modulowanych w antenie odbiorczej. Prąd $i_1 = I_1 (1 + K \sin \omega t) \sin \Omega t$ anteny nadawczej wzbudza siłę elektromotoryczną w antenie odbiorczej o podobnym przebiegu

$$e_2 = E_2 (1 + K \sin \omega t) \sin \Omega t$$

Pod wpływem tej SE Mnej w obwodzie anteny o stałych: oporze omowym R, indukcyjności L, pojemności C. powstaje prąd

$$i_2 = \frac{e_2}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}} = \frac{e_2}{R \sqrt{1 + \frac{1}{R^2}(X_L - X_c)^2}}$$

X_L i X_c oznaczają tu oporności indukcyjne i pojemnościowe obwodu anteny. Wyrażenie na e_2 może być podobnie jak prąd w antenie nadawczej rozłożone i przedstawione jako funkcja Ω, $\Omega - \omega$, i $\Omega + \omega$

$$e_2 = E_2 \sin \Omega t + \frac{E_1 K}{2} \cos (\Omega - \omega) t - \frac{E_2 K}{2} \cos (\Omega + \omega) t$$

Przeto:

$$i_2 = \frac{E_2 \sin \Omega t}{R \sqrt{1 + \frac{1}{R_2}(X_L - X_c)^2}} + \frac{E_2 K \cos (\Omega - \omega) t}{2R \sqrt{1 + \frac{1}{R_2}(X'_L - X')^2}} -$$
$$- \frac{E_1 K \cos (\Omega + \omega) t}{2R \sqrt{1 + \frac{1}{R^2}(X''_L - X''_c)^2}}$$

przyczem X, X' i X'' oznaczają oporności pozorne dla odpowiednich pulsacji Ω, $\Omega - \omega$ i $\Omega + \omega$. Jeśli antena nastrojona jest na falę nośną, a więc na pulsację Ω, wówczas $X_L - X_c = 0$; pozatem wobec $\omega < \Omega$, można przyjąć $[X'_L - X'_c]^2 = [X''_L - X''_c]^2$. Zatem

$$i_2 = \frac{1}{R} \left\{E_2 \sin \Omega t + \frac{E_2 K}{2} \frac{[\cos (\Omega - \omega) t - \cos (\Omega + \omega) t]}{\sqrt{1 + \frac{1}{R^2}(X'_L - X'_c)^2}}\right\}$$

Wyrażenie pod pierwiastkiem da się przedstawić w postaci

$$\sqrt{1 + \frac{4\omega^2 L^2}{R^2}} = \sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{2}\left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2}$$

przy założeniu, że $\omega \ll \Omega$, oraz że $X_L - X_c = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$ jak również, że $\vartheta = \frac{R\pi}{\Omega L}$ jest dekrementem tłumienia obwodu anteny dla pulsacji Ω. Jeśli oznaczymy odwrotność tego wyrażenia przez $\cos \varphi$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\omega^2 L^2}{R^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{\vartheta^2}\left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2}}$$

oraz uwzględnimy, że

$$\cos (\Omega - \omega) t - \cos (\Omega + \omega) t = 2 \sin \omega t \sin \Omega t$$

to ostateczna postać prądu w antenie odbiorczej wyrazi się wzorem

$$i_2 = \frac{1}{R_2} [E_2 \sin \Omega t + E_2 K \cos \varphi \sin (\omega t - \varphi) \sin \Omega t]$$

Z tego wzoru wynika, iż:

1-o. Stopień modulacji fal odbieranych jest mniejszy niż nadawanych, bowiem wynosi $K \cos \varphi$ zaś $\cos \varphi < 1$.

2-o. Stopień modulacji zależny jest od częstotliwości prądu modulującego, bowiem $\cos \varphi$ jest funkcją ω.

3-o. Zniekształcenie jest zatem tem większe, im wyższy ton jest przesyłany, gdyż $\cos \varphi$ bardziej różni się od jedności.

4-o. Wogóle zniekształcenie będzie tem większe im fala nośna jest dłuższa, gdyż wówczas przy danem ω, stosunek ω/Ω jest większy,

wreszcie

5-o. Zniekształcenie będzie tem większe, im tłumienie anteny odbiorczej jest mniejsze.

Ten ostatni punkt jest ważny, gdyż wpływ tłu-

mienia anteny odbiorczej na zmniejszenie modulacji jest dość znaczny, jak to wynika z poniższej tabelki.

$\vartheta =$	0,005	0,01	0,02	0,04	0,1
$\cos\varphi =$	0,369	0,62	0,85	0,955	0,99

A więc nadmierne zwiększanie ostrości nastrojenia odbiornika nie jest wskazane. Dla fal krótkich okoliczność ta nie jest tak niekorzystna jak dla fal długich, gdzie szerokość wstęgi fal modulacji jest stosunkowo większa, dzięki czemu odbiornik staje się mniej selektywny, a więc bardziej wrażliwy na przeszkody postronne.

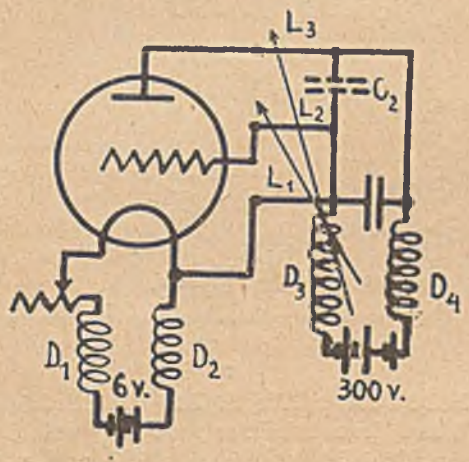
J. Groszkowski.

Wiadomości techniczne.

Jeszcze o falach bardzo krótkich (patrz Przegl. Radj., 1925, str. 79).

Prasa radjotechniczna doby obecnej poświęca coraz więcej miejsca doświadczeniom z falami rzędu 1—5 metrów. Poniżej podajemy nieco ostatnich danych z tej dziedziny.

a) Radio-Electricité No. 6/82, str. 146 — 1925 r., podaje schemat i opis generatora emitującego fale 1—4 metrów długości. Schemat jest charakterystyczny przez to, iż cewki sprzęgające są tu prostemi drutami, zbliżanemi lub oddalanemi wzajemnie od siebie (rys. 1). Lampa jest tu zwykłą lampą odbiorczą, pożądane jest jedynie usunięcie oprawki z nóżkami i bezpośrednie połączenie przewodów z drucikami, wystającemi z balonika szklanego.

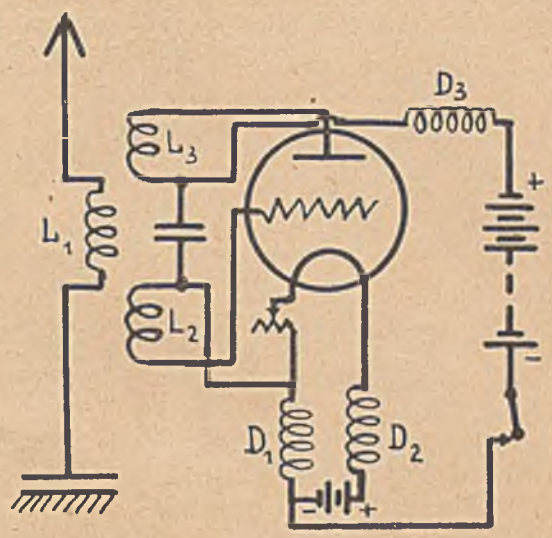


Rys. 1.

Cewka siatkowa L2 i anodowa L3, jak wyżej powiedziano, stanowią pojedyncze przewody. Cewka L1 służy do poprawienia działania układu przy pomocy regulowania stopnia sprzężenia z cewkami L2 i L3. Przy uruchomieniu generatora sprzężenie L1 z L2 i L3 powinno być bardzo słabe. Pojemność obwodu drgającego regulowana jest przez pojemność siatki w stosunku do anody.

W razie potrzeby zmiany pojemności układu włącza się między L2 i L3 bardzo mały kondensator C2. Dławiki D_1 i D_2 składają się każdy z 30 zwoi drutu 1,2—1,4 mm.; D3 i D4 ze 100—200 zwoi takiegoż drutu. Dławiki te nie pozwalają na przypływanie prądów o wielkiej częstotliwości przez obwód baterji, żarzenia, względnie anodowej. Stały kondensator C1=0.002 MF (dielektryk mika) zamyka obwód wielkiej częstotliwości. Przy doświadczeniach z podanym generatorem trzeba częstokroć stosować kilka lamp dla dobrania lampy o odpowiedniej charakterystyce.

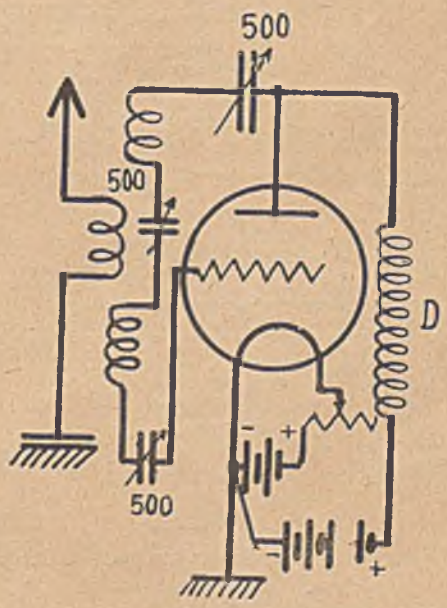
b) Radjo-News (maj 1925 r., str. 2074) podaje schemat generatora lampowego układu Arwina (rys. 2); generator ten emituje fale o dł. 5 m. Antena i przeciwwaga sporządzone są z rury miedzianej dł. 1 mtr. Cewki L2 i L3 stanowią po 2 zwoje taśmy miedzianej 0,5 mm. LL; cewka antenowa L1 składa się tylko z połowy zwoju takiejże taśmy.



Rys. 2.

Kondensator C1 musi posiadać pierwszorzędną izolację. Jego wielkość da się określić tylko empirycznie (200—500 cm). Jak i w wyżej podanym schemacie widzimy tu dławiki D1, D2, D3, blokujące obwody baterji dla prądów wielkiej częstotliwość. Dławiki te sporządzone są każdy z 50 zwoi drutu 0,6 mm w podwójnem owinięciu z bawełny. Zarówno dławiki, jak i cewki L1, L2 i L3 muszą być uzwojone bez jakichkolwiek szkieletów. Charakterystycznem jest zupełne pominięcie w układzie oporu siatki. Spotykamy to coraz częściej w układach dla fal nadzwyczaj krótkich. Tłomaczy się to tem, iż prądom o tak dużej częstotliwości stosowane materjały izolacyjne (np. ebonit) stawiają mniejszą przeszkodę, tak iż automatycznie tworzy się opór siatkowy przez płytę izolacyjną.

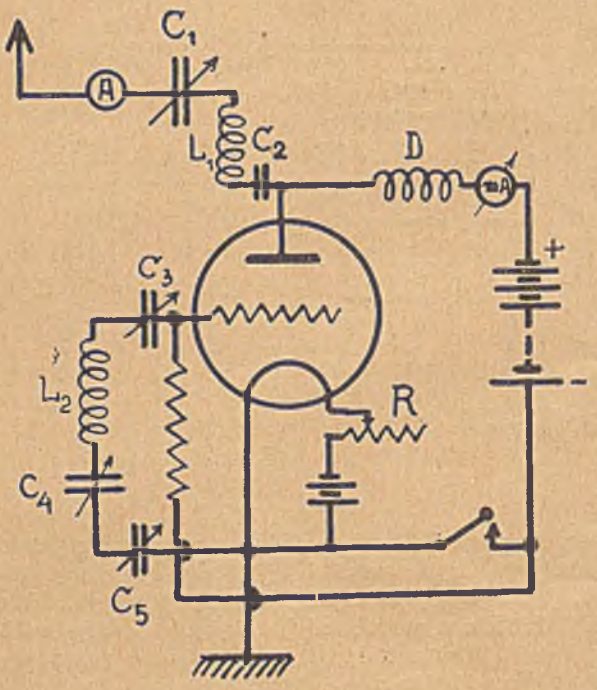
c) Radjo-News (czerwiec 1925 r., str. 2221), podaje generator układu Reinartza dla fal dł. 2 mtr. Charaktetystyczne jest stosowanie tu 3-ch kondensatorów obrotowych o pojemności 500 cm każdy. Obwód baterji anodowej jest tu również zablokowany dla prądów wielkiej częstotliwości dławikiem DI, natomiast dławiki w obwodzie żarzenia są pominięte (rys. 3).



Rys. 3.

d) Radio-News (lipiec 1925 r., str. 16), podaje jeszcze nowszy układ Reinartza. Stację nadawczą tego układu zabrał Reinartz na wyprawę podbiegunową Mc. Millan'a.

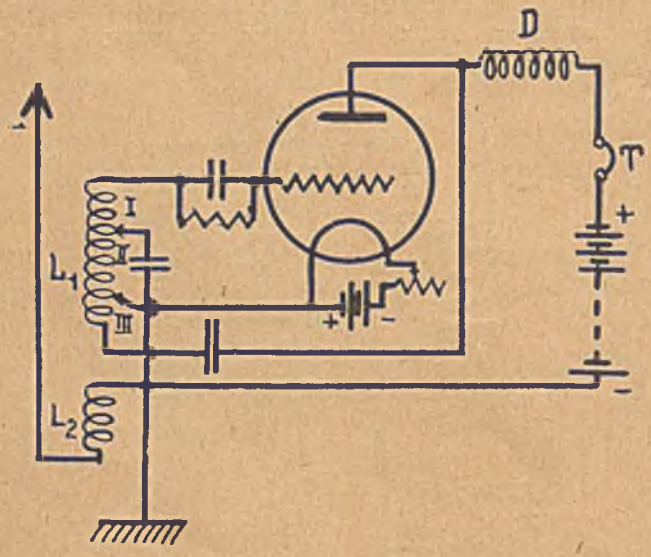
Kondensatory C1, C3, C4 i C5, mają każdy po 250 cm. pojemności, C2—1000 cm. Cewki L1 i L2 są nawinięte bez szkieletów i składają się dla fal 40 m po 12 zwoi, zaś dla fal 20 m z 5 zwoi. Obydwie te cewki oddalone są od siebie



Rys. 4.

o 25—30 cm. Dławik D uzwojony jest jako bezszkieletowa cewka bezpojemnościowa 26 mm. śr., 100 mm. dł. drutu 0.5 mm. w izolacji podwójnej bawełnianej. Dla uruchomienia generatora nastawia się kondensator C1 i C2 na jednakową małą pojemność, kondensatorem zaś C5 reguluje się tak długo, aby osiągnąć największy prąd w obwodzie anteny.

Kondensator C3 służy do ustabilizowania drgań. Najodpowiedniejsza jest antena, pionowa, jednoprzewodowa 10—12 m długości (rys. 4).



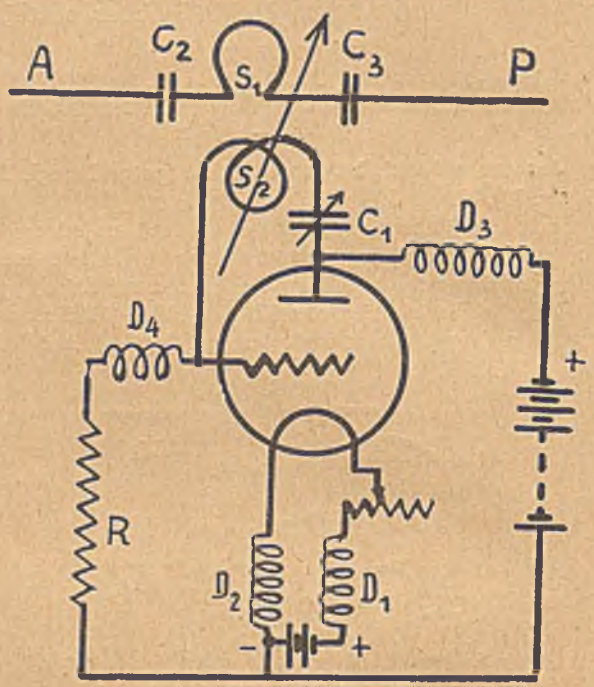
Rys. 5.

c) Schemat odbiornika układu Reinartza dla odbioru sygnałów wymienionej ekspedycji polarnej podajemy poniżej (rys. 5).

Cewka L1 — 80 mm jest znów uzwojona bez użycia szkieletu, posiada 2 odgałęzienia, dzielące ją na 3 części, I, II, III.

Część I-sza. 3 zwoi służy dla fal rzędu 20 m. I+II=6 zwoi dla 40 m. i I+II+III=12 zwoi dla 80 metr., L2 składa się dla fal 20 i 40 m, z 5 zwoi, zaś dla fal 80 m. z 10 zwoi. Dławik D, sporządzony jest jako bezpojemnościowa cewka 26 mm. śr., dł. ok. 70 mm, z drutu 0,3 mm emaljowanego. C1 i C2 — kondensator 100 cm pojemności. Najodpowiedniejsza jest antena kształtu i rozmiarów wyżej podanych, lecz może być również zastosowana antena pozioma tejże długości.

f) Radio-News (grudzień 1924 r., str. 923) podają schemat generatora Ross-Gunna (rys. 6). Cechą charakterystyczną układu, jest brak kondensatora, między katodą i obwodem drgań. Kondensator ten zastępuje pojemność elektrod lampy. W odróżnieniu od układu Reinartza mamy tu znowu 4 dławiki, D1, D2, D3 i D4, z których D1 iD2 składają się każdy z 50 zwoi 1 mm drutu miedz. w podwójnej izolacji bawełnianej, natomiast D3 i D4 składają się z 125 (wzgl. więcej) zwoi drutu 0,5 mm. Dławiki te uzwojone są jako jednowarstwowe cewki cylindryczne na rurach mikowych 5 cm (D1 i D2) i 8 cm (D3 i D4) lub też bez użycia szkieletu. Wszystkie pozostałe cewki muszą być bezwarunkowo uzwojone bez szkieletów. S_2 stanowi od połowy do 10 zwoi wewn. 12 cm C1 — kondensator zmienny 100—300 cm dla fal bardzo krótkich, zaś 180—2000 mm kondensator stały dla fal nieco dłuższych. W każdym razie jednak kondensator ten musi mieć izolację zupełnie pewną na przebicie. Opór siatki R = 3000—10,000 omów. Długość fali emitowanej zależy tu głównie od własności obwodu antena-przeciwwaga (AP). Kondensatory Ca i C3 składają się każdy z 2 krążków miedz. drutu 12 cm. Jeden z krążków każdego kondensatora przylutowany jest do rury miedz., stanowiącej antenę A lub przeciwwagę P, zaś drugi do półpierścienia S1. Pierścień ten daje sprzężenie obwodu antenowego z drgającym. Przez oddalanie lub zbliżanie do siebie każdej pary krążków nastroić możemy obwód antenowy na żądaną długość fali.



Rys. 6.

Długość AC_2. S_1, C_3. P. w metrach powinna wynosić 50—75% żądanej długości fali.

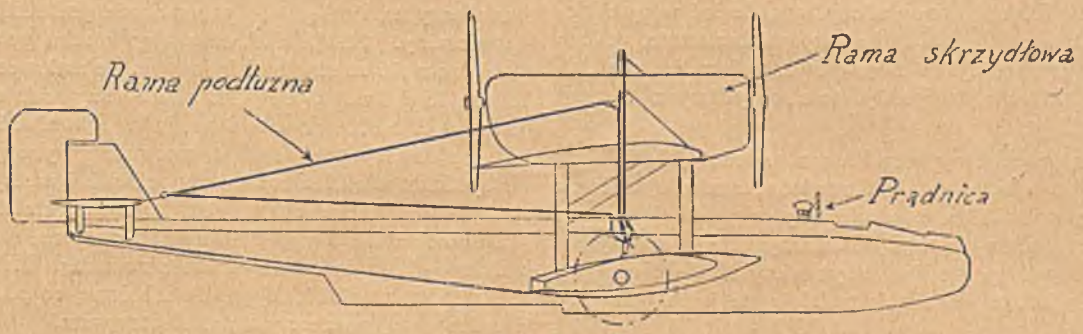
Poniższa tabela daje nam kilka przykładów dł. osiąganych fal przy C_1=180 cm:

dł. całkowita S_1	dł. fali
410 mm	6,5 mtr.
180 „	5,5 „
130 „	4,4 „

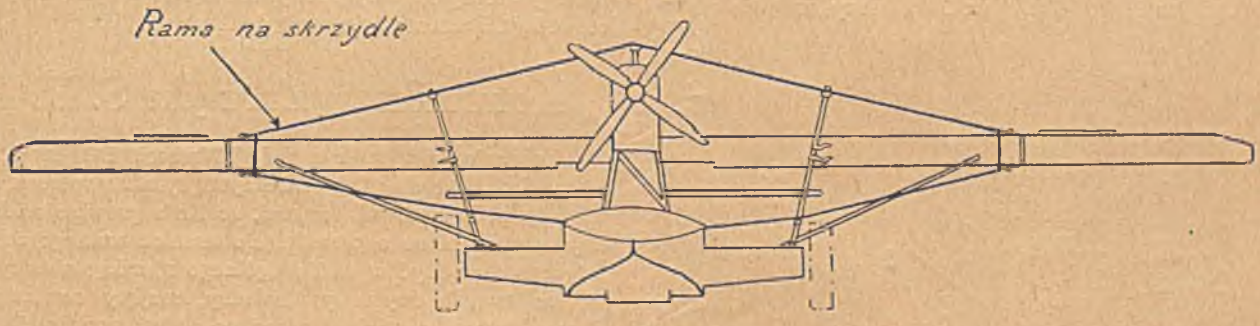
dł. całkowita S_1	dł. fali
75 „	3,9 „
38 „	3,25 „

Na zakończenie wspominamy, iż pomiar długości fali najlepiej dokonywać metodą Lecher'a (Patrz Przegląd Radj. Nr. 19—20, str. 80)

Urządzenia radjoelektryczne na płatowcu „Non plus Ultra" podczas lotu Komandora Franco przez Atlantyk. Radjoaparaty stanowią obecnie b. poważną część urządzenia aeroplanów zarówno wojskowych, jak i handlowych. Aparaty radjotelegraficzne nadawcze i odbiorcze zmontowane na płatowcu „Non plus Ultra", oddały znakomite usługi w ostatnim locie komandora Franco przez Atlantyk (z Hiszpanji do Południowej Ameryki).



Rys. 1.



Rys. 2.

Płatowiec Dornier-Wal był wykonany z metalu i zaopatrzony w aparat AD6 firmy Marconi oraz w aparat radjogonjometryczny tejże firmy.

Konstrukcja metalowa płatowca, chociaż z jednej strony zmniejsza szkodliwe działanie magneto, z drugiej jednak zmniejsza skuteczność anteny Bellini-Tosi lub innej anteny typu ramowego. W zwykłych aeroplanach wykonanych z drzewa i płótna nie ma żadnych trudności dla urządzenia dobrze pracujących anten ramowych. Na płatowcu metalowym niezbędne jest montowanie ram odbiorczych w ten sposób, żeby się one znajdowały możliwie najdalej od przewodzących części metalowych. Siła odbioru anteny Bellini Tosi zależy od powierzchni ramy, która z tego powodu musi być jaknajwiększa i ponieważ jednak zarówno rama, jak i podtrzymujące ją urządzenia konstrukcyjne muszą wytrzymać bardzo duże ciśnienia powietrza oraz wibracje i uderzenia aparatu, z tego powodu zarówno płaszczyzna ram, jak i ilość zwoi nie może być zbyt duża. W celu przezwyciężenia wszystkich tych trudności oraz zwiększenia sprawności całego urządzenia, towarzystwo Marconi opracowało typ anteny oraz zmieniło używany dotąd aparat radjogonjometryczny lotniczy.

Podłużne ramy mają po jednym zwoju i zmontowane są symetrycznie z każdej strony korpusu płatowca, dużo pracy włożono w usunięcie szkodliwego wpływu mas metalowych płatowca. Obydwie te ramy połączone są szeregowo tak, że ich całkowita czynna powierzchnia wynosi 250 stóp kwadratowych. Tworzą zatem faktycznie jdną ramę odbiorczą, do której prostopadle zmontowaną jest rama pojedyńcza o tej samej płaszczyźnie (silc odbioru), co i poprzednio omówione boczne ramy. Końcówki obydwóch anten za pomocą specjalnego kabla prowadzą do gonjometru umieszczonego niedaleko pilota.

W celu zwiększenia sprawności całego urządzenia niezbędnem było zwiększyć amplifikację urządzeń wzmacniających, w tym celu zastosowano wzmacniacz 12-lampowy, składający się z dwóch jednostek:

a) pierwsza składa się z 6 lamp wielkiej częstotliwości i 1 lampy detektorowej;

b) druga składa się z jednej lampy oscylacyjnej, 2 lamp wzmacniających średniej częstotliwości (układ superheterodynowy).

Razem zatem użyto 10 lamp typu DEV i 2 lampy typu DEC, zużywających razem 2,4 ampera przy 3 woltach. Jako źródło napięcia anodowego stosuje się 96-woltową baterję suchą, jako źródło prądu żarzenia — odpowiedni akumulator.

Sam gonjometr i cewki stałe były typu normalnego, używanego w lotnictwie dla zakresu fal 600—1000 metr. (typ Marconi A. D—4).

Rezultaty otrzymane z radjogonometrem.

Raporty kapitana Ruis de Alda, który towarzyszył komandorowi Franco, jako nawigator i który robił pomiary radjogonjometryczne podczas lotu, pokazują, że pomiary stacji w Las Palmas z odległości 700 klm. były o tyle dokładne, że kierunek lotu był korygowany na tym odcinku przelotu jedynie za pomocą radjogonjometru. W pobliżu Las Palmas orjentowanie się według objektów stałych było bardzo utrudnione na skutek chmur, mgły i t. p., jednakowoż robiąc pomiary stałych radjostacji brzegowych, lotnicy mogli dokładnie utrzymywać się w potrzebnym kierunku.

Ciekawy jest wyciąg z listu kapitana J. Ruis de Alda z Las Palmas do głównego inżyniera La Compania Nacional de Telegrafia sin Hilos w Hiszpanji.

26 stycznia 1926 r.

„W odległości 50 klm. od brzegów Hiszpanji, zaczęły się chmury, które znajdowały się na wysokości 200 metrów nad morzem i rozciągały się aż do Wysp Kanaryjskich. Wskutek tego, lecąc pod chmurami, nie mogliśmy robić obserwacji

astronomicznych, lecąc zaś nad chmurami, nie mogliśmy obserwować znoszenia samolotu przez wiatr.

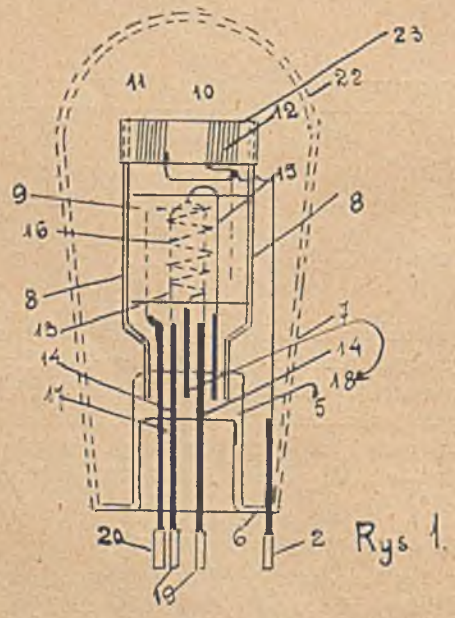
Od chwili dokonania pierwszego pomiaru stacji Les Palmas, który wykazał 7 stopni na prawo aż do końca lotu, otrzymywane były pomiary matematycznie ścisłe (obserwowano Las Palmas i Teneriffę), krótko mówiąc, od 11 rano kierowaliśmy się tylko za pomocą radjogonjometru.

Ja osobiście notowałem na mapie miejsce naszego położenia, biorąc przeciętną kierunków różnych stacji i nie otrzymywałem nigdy większego odchylenia od idealnej drogi, niż 5 mil.

Zbliżając się do wysp, słyszeliśmy wszystkie okręty, znajdujące się w pobliżu wysp. Wszystkie dawały jeden kierunek, który był identyczny z kierunkiem pomiaru wysp. O godz. 3 po poł. usłyszeliśmy słabe sygnały jakiejś wyspy w stronie portu. Kom. Franco zdecydował lecieć w tym kierunku. Powiedziałem mu, że to jest wyspa Lanzarote, widząc jednak, że nie przekonały go moje słowa, pokazałem mu wyniki pomiarów, które wykazywały, że zboczyliśmy z obranej przez nas drogi.

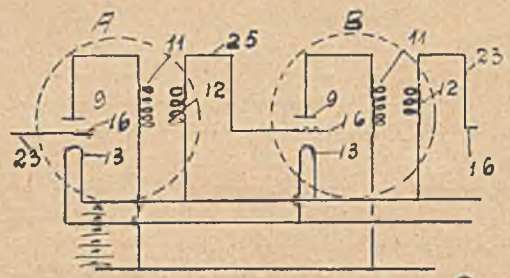
Natenczas przekonany tem Franco zawrócił i lecieliśmy nie widząc żadnego lądu ok. 10 kilometrów, zanim ujrzeliśmy jakąś wysepkę, nad którą przelecieliśmy, a wreszcie Puerto de la Luz (Las Palmas). Wylądowaliśmy tutaj i zatrzymaliśmy się, ponieważ morze jest zbyt niespokojne i nie pozwala nam wzlecieć, mam jednak nadzieję, że jutro polecimy dalej".

Lampa katodowa z umieszczonym wewnątrz transformatorem. („Wojna i Technika", Nr. 248). Przy budowie radjo-



Rys. 1.

aparatów ważnem jest, szczególniej dla małych ruchliwych oddziałów wojskowych, jaknajmniejszy wymiar aparatu, mały ciężar, prostota obsługi it. d., które to cechy mają niekiedy decydujące w wojsku znaczenie. Dlatego też ciekawym jest wynalazek Fryderyka Maquellot, polegający na umieszczeniu wewnątrz lampy cewki samoindukcyjnej lub transformatora (rysunek Nr. 1), dzięki czemu wymiary i liczba połączeń metalowych znacznie się zmniejsza. Na rysunku 2-im pokazany jest schemat ułożenia przewodów, łączących lampy z transformatorami.



Rys. 2

Wyposażenie radjotechniczne wyprawy Amundsena. Sterowiec „Norge I", biorący udział w obecnej wyprawie Amundsena do bieguna północnego, posiada wyposażenie radjokomunikacyjne, jakiego dotychczas nie posiadał żaden statek powietrzny. Stacja nadawcza tego statku pozwala utrzymywać łączność ze stacjami lądowemi i okrętowemi na odległość około 1500 km. Specjalnie zbudowany odbiornik pokrywa zakres fal od 300 do 25.000 metrów. Również i urządzenie radjogonjometryczne statku pozwala wykonywać pomiary wszystkich wielkich stacji europejskich i amerykańskich, pracujących długiemi falami, dzięki czemu statek jest w możności określić swoje położenie nawet na samym biegunie, gdzie — jak wiadomo — busole zawodzą. Ramy gonjometru są rozpięte wzdłuż całej powłoki balonu, co pozwoliło uzyskać bardzo dużą powierzchnię skuteczną ram.

Instalacje te wykonało tow. Marconiego, którego sprzęt rajotelgraficzny lotniczy zdobył sobie taki rozgłos dzięki przelotowi kpt. Franco z Hiszpanji do Ameryki Płd.

Komunikaty Zarządu S. R. P.

Zebranie odczytowe z dnia 10 marca 1926 r. Przewodniczył kol. J. Plebański. Obecnych było 22 osób. Przewodniczący podaje do wiadomości, że Koła prowincjonalne zostały zawiadomione o przesunięciu terminu walnego zebrania, mającego się odbyć w czasie ogólnego zjazdu stowarzyszenia podczas trwania wystawy; koledzy, mający zamiar wystąpić z odczytem na zjeździe, zechcą podać zarządowi tematy odczytów; Zarząd wystąpi przez swych delegatów do Centr. Komitetu z wnioskami zmian przepisów wykonawczych obowiązującej wystawy.

Wysłuchano odczytu kol. J. Groszkowskiego. O modulacji radjofonicznej". Prelegent omówił na wstępie wymagania, stawiane dobrej modulacji, objaśnił, co rozumiemy pod wyrażeniem stopień modulacji, jakie są jego wartości i w jaki sposób się go oblicza. Następnie przeszedł do objaśnienia wyrażenia mocy modulacji, wyciągając ze wzorów praktyczne wskazówki. Szczegółowo omówił prelegent najbardziej rozpowszechnione systemy modulacji: system absorbcji, system modulacji na stacjach lampowych: a) w siatce, b) w anodzie, c) przez absorbcję, podając przy każdym systemie jego schemat, cechy właściwe, zalety i wady. Dłużej zatrzymał się prelegent nad objaśnieniem roli dławika dla dobrej modulacji, podał warunki, jakim powinien odpowiadać oraz sposób obliczania.

W dyskusji, wywołanej tak zajmującym odczytem, zabierali głos koledzy: J. Plebański, A. Krzyczkowski, A. Dąbrowski, K. Krulisz, B. Kowalski, J. Kadecz, E. Rzymowski, D. So- radjotelegraficzny lotniczy zdobył sobie taki rozgłos dzięki przelotowi kap. Franco z Hiszpanji do Aemryki Płd.

TREŚĆ: Stowarzyszenie radjotechników polskich. Inż. J. Plebański, Prezes S. R. P. — Radjofonja (Broadcasting), kpt. Stanisław Noworolski. — Wyższe studja radjotechniczne w Polsce: Politechnika Warszawska — M. Pożaryski; Politechnika Lwowska — Tad. Malarski. — Tymczasowa stacja radjofoniczna „Polskiego Radjo" w Warszawie — W. Rabęcki. — Zasady modulacji radjofonicznej, kpt. inż. Janusz Groszkowski. — Komunikaty Zarządu S. R. P.

Redaktor: profesor **M. Pożaryski.** Wydawca: w z. Sp. z ogr. odp. Inżynier **R. Podoski.**

Sp. Akc. Zakł. Graf. „Drukarnia Polska", Warszawa, Szpitalna 12.