

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM” 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

SPRAWY REDAKCYJNE: Z RAMIENIA KOMITETU REDAKCYJNEGO S. R. P. POR. INŻ. J. GROSZKOWSKI, WARSZAWA, POLITECHN. (KOSZYKOWA 75), PAWIL. ELEKTR., ZAKŁ. BADANIA, TEL. 252-75, OD GODZ. 9 — 12.

SPRAWY ADMINISTRACYJNE: „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY”, WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO № 5. TELEFON № 90-13.

Cena zeszytu (wraz z „Przegl. Elektrotechn.”) 3000 mk.

Rok I.

Warszawa, 15.III.1923 r.

Zeszyt 6.

System uziemienia a moc stacji nadawczej.

por. inż. Jan Machcewicz.

Radjotechnika doby ostatniej rozwija się pod wyraźnym hasłem zredukowania mocy organów zasilających stacji nadawczej — przy pomocy:

- 1) spotęgowania czułości urządzeń odbiorczych;
- 2) stosowania anten kierunkowych do nadawania i odbierania;
- 3) zmniejszenia strat nieużytecznych w antenie nadawczej do możliwego minimum.

1. Zastosowanie amplifikatorów lampowych do wzmacniania słabych prądów odbiorczych było momentem przełomowym w ewolucji stacji odbiorczej: przez wielokrotne potęgowanie odbieranej energii w amplifikatorach wielolampowych stało się możliwym wykrywanie znikomo słabych prądów odbiorczych, co oczywiście pośrednio dało możliwość znacznego zredukowania mocy nadawczej, niezbędnej do utrzymywania stałej radjokomunikacji w określonych warunkach.

Wielokrotne jednak wzmacnianie ma tę złą stronę, że wraz z prądami odbieranymi są też jednocześnie w jednakowym stopniu wzmacniane wszelkie prądy przypadkowe, powstające w antenie odbiorczej pod wpływem przyczyn bądź natury atmosferycznej, bądź pochodzenia lokalnego — przez sąsiedztwo urządzeń elektrycznych prądu silnego; aby temu zaradzić — zaczęto stosować specjalne aparaty pomocnicze, t. zw. eliminatory, przeznaczone do usuwania prądów przypadkowych szkodliwych, bez jednoczesnego osłabiania prądów właściwych.

Zastosowanie eliminatorów pozwoliło stosować silne amplifikatory wielolampowe, przez co niezbędne minimum energii w antenie stacji odbiorczej mogło być jeszcze bardziej obniżone, a tem samem niezbędna dla danych warunków moc stacji nadawczej — w dalszym ciągu redukowana.

Oprócz tego, w ewolucji urządzeń odbiorczych, pierwszorzędną rolę odegrało spotęgowanie ostrości nastrojenia, znakomicie ułatwione przez powszechne dziś stosowanie systemu fal niegasnących i odbiorczych aparatów lampowych; pewne znaczenie przypisać też tu należy ogólnemu udoskonaleniu aparatów odbiorczych, skierowanemu ku zwiększeniu ich czułości.

2. Drugim środkiem, prowadzącym do tego samego celu — do zredukowania mocy stacji nadawczej — jest stosowanie urządzeń kierunkowych do nadawania i odbierania. Jest rzeczą oczywistą, że wysyłanie fal elektromagnetycznych w ściśle określonym kierunku — w tym mianowicie, w którym się

znajduje stacja odbiorcza — zapobiega w znacznej mierze zbytecznemu rozpraszaniu się promieniowanej energii w kierunkach pozostających; podobnież użycie kierunkowego urządzenia odbiorczego daje możliwość maksymalnego wykorzystania energii promieni elektromagnetycznych, docierających anteny odbiorczej.

Jakkolwiek w czasach ostatnich stwierdzamy ogromny postęp w dziedzinie radjokomunikacji kierunkowej (do niedawna stosowanej jedynie w celach specjalnych, a dziś już coraz częściej używanej w korespondencji zwykłej) — nie możemy jednak zagadnienia tego uważać za całkowicie rozwiązane; skutkiem jednak niewątpliwym rozpowszechnienia urządzeń kierunkowych jest znowu tendencja do redukcji mocy stacji nadawczej.

3. Dwa względy uzasadniają celowość zmniejszenia mocy stacji nadawczej do możliwego minimum:

1) zredukowanie kosztów instalacji, eksploatacji i renowacji urządzeń nadawczych;

2) udoskonalenie radjokomunikacji przez zmniejszenie zakłóceń w pracy stacji odbiorczych, znajdujących się w promieniu działania danej stacji nadawczej, co również, do pewnego stopnia, daje się bezpośrednio uskutecznić przez zastosowanie odbiorczych i nadawczych urządzeń kierunkowych.

Jakkolwiek dwa omówione środki — potęgowanie czułości aparatów odbiorczych i stosowanie systemów kierunkowych — wydatnie sprzyjają zredukowaniu mocy stacji nadawczej — nie na tej jednak drodze należy oczekiwać radykalnego rozwiązania tego zagadnienia: główna bowiem przyczyna stosowania olbrzymiej mocy do zasilania stacji nadawczej (w stosunku do znikomych części wata, ujawnianych w antenie odbiorczej) tkwi w tem, że współczesne stacje nadawcze, jako urządzenia do przetwarzania energii prądu elektrycznego na energję promieniowania fal elektromagnetycznych — pracują w najwyższym stopniu nieekonomicznie, wykazując niezwykle małą sprawność.

Sam proces wytwarzania prądu szybkozmiennego w antenie nadawczej najdoskonalszych urządzeń współczesnych odbywa się ze sprawnością dosyć znaczną, bo dochodzącą 70—80%; natomiast promieniowaniu towarzyszą tak duże straty nieużyteczne, że zaledwie bardzo mała, gdyż wynosząca 5—15% część energii, doprowadzonej do anteny w postaci prądu szybkozmiennego, zostaje przez antenę użytecznie wypromieniowaną w przestrzeń¹⁾; stąd wynika, że sprawność ogólna najdoskonalszych urządzeń nadawczych (czyli stosunek mocy wypromie-

¹⁾ A. Meissner. Ueber den Erdwiderstand von Antennen. Jahrbuch d. d. T. u. T. Bd. 18. S. 322.

niowanej użytecznie do mocy prądniczy zasilającej) w najlepszym wypadku osiąga zaledwie 12%, a w olbrzymiej większości urządzeń przeciętnych nie przewyższa 3—5%.

Przyczyna tak niskiej sprawności tkwi oczywiście w nadmiernej wartości strat, towarzyszących promieniowaniu; siedliskiem tych strat jest obwód anteny.

4. Moc całkowitą, pochłanianą przez antenę, wyrażamy przy pomocy iloczynu $I^2 R_0$, w którym I oznacza skuteczną wartość natężenia prądu w brzości fali, a R_0 — t. zw. całkowity opór anteny; w antenie moc doprowadzona dzieli się na szereg poszczególnych części, użytkowanych na:

1) ogrzewanie drutów anteny (ciepło Joule'a) oraz sąsiednich przedmiotów metalowych przez wzbudzenie w nich prądów wirowych;

2) wzbudzenie prądów indukowanych w ziemi;

3) upływy elektryczne z powodu niedoskonałej izolacji anteny;

4) promieniowanie użyteczne.

Ilościowo działanie każdego z czterech wymienionych czynników charakteryzujemy przy pomocy pewnej wielkości fikcyjnej, równoznacznej odpowiedniej części całkowitego oporu anteny i mierzonej w omach; oznaczymy więc przez:

R_c — opór, odpowiadający stratom cieplnym w antenie i przedmiotach otoczenia;

R_s — opór odpowiadający stratom w ziemi;

R_u — „ „ upływom;

R_p — „ „ promieniowaniu uży-

tecznemu;

całkowity opór anteny:

$$R_0 = R_c + R_s + R_u + R_p = \Sigma R$$

Moc wypromieniowaną wyrazić wtedy wypadnie iloczynem $I^2 R_p$, a sprawność anteny.

$$\eta = \frac{I^2 R_p}{I^2 R_0} = \frac{R_p}{\Sigma R}$$

Stąd widać, że sprawność anteny można zwiększyć przez:

1) zwiększenie oporu promieniowania (opór użyteczny);

2) zmniejszenie oporów pozostałych (oporów szkodliwych).

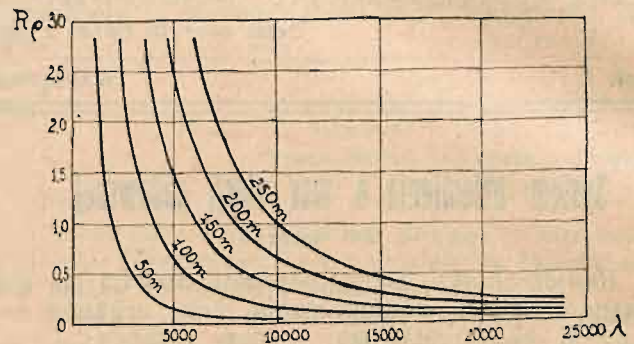
5. Opór promieniowania, obliczony na zasadzie rozumowań teoretycznych dla anten płaskich (kształt najbardziej dziś rozpowszechniony) wyraża się znanym wzorem:

$$R_p = 160 \pi^2 \frac{h^2}{\lambda^2} \quad 1)$$

(h — wysokość czynna anteny, λ — długość fali promieniowanej); wzór ten wskazuje, że opór promieniowania zmniejsza się proporcjonalnie do kwadratu długości fali, a więc szybko spada, w miarę oddalania się od fali własnej anteny. Z wielu natomiast względów radiokomunikacja na większe odległości wymaga stosowania fal długich: stacje o większej mocy pracują falą o długości w granicach 10—20 tysięcy metrów, co nawet przy bardzo

wysokich masztach powoduje ogromne obniżenie oporu promieniowania.

Dla ilustracji powyższego przytaczamy tu wykresy (rys. 1), wskazujące zależność oporu promieniowania od długości wytwarzanej fali dla anten rozmaitej wysokości opory są tu obliczone na



Rys. 1.

zasadzie przytoczonego wzoru, który, jak niejednokrotnie stwierdzono, daje wyniki zgodne z bezpośrednimi pomiarami.

Przy falach o długości 10—20 tysięcy metrów i możliwie wysokich masztach opór promieniowania, jak widzimy z wykresów, osiąga zaledwie paru (dziesiątych) omów; widoczną zatem jest rzeczą, iż tą drogą nie można zwiększyć sprawności anteny, gdyż, z jednej strony, z wielu przyczyn musimy się posługiwać falami długimi, z drugiej zaś strony — nie jesteśmy w stanie zawieszać anten na masztach o wysokościach kilometrowych.

6. Pozostaje do wyzyskania drugi środek — możliwe zmniejszenie oporów szkodliwych; rozpatrzmy kolejno każdy z nich.

a) Opór R_c . Straty cieplne w drutach anteny i na prądy wirowe w przedmiotach otoczenia dają się w pewnym stopniu zredukować przez staranną konstrukcję obwodu anteny (materiał o dobrym przewodnictwie, dostateczny przekrój z uwzględnieniem naskórkowości, staranne połączenia i t. d. oraz przez usunięcie z obrębu pola anteny wszelkich przewodników, zwłaszcza masywnych, w praktyce to można skutecznie jedynie w bardzo ograniczonym zakresie.

b. Opór R_u . W celu zmniejszenia strat, pochodzących z upływów w antenie, trzeba się starać o dokładne izolowanie anteny od masztów, transformatorów i odciągaczy, a poza tym — należy dążyć do zmniejszenia maksymalnego napięcia, powstającego w antenie.

Na zasadzie zależności

$$\frac{CV^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$$

łatwo znajdujemy, że wartość skuteczna napięcia w antenie

$$V = \frac{I\lambda}{2\pi C}$$

skąd widać, że przy stałej pojemności anteny działające w niej napięcie wzrasta wprost proporcjonalnie do natężenia prądu i długości fali; izolatory antenowe winny być zatem projektowane z uwzględ-

1) Wzór Rüdberg'a.

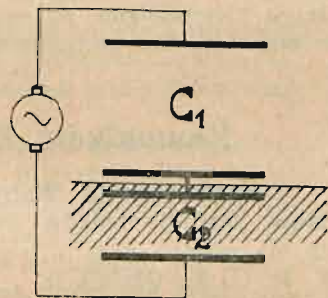
nieniem największego obciążenia i najdłuższej fali, z jakimi możemy mieć do czynienia w danej antenie; ta okoliczność stanowi jedną z przyczyn, dla których anteny potężnych urządzeń nadawczych, pracujących długą falą przy dużym natężeniu prądu — muszą posiadać bardzo wielką pojemność (patrz wzór).

Ze względu na niebezpieczeństwo upływów, dopuszczalne napięcie dla średnich anten nie powinno przewyższać 80—100 kV, w antenach natomiast wielkich, ze względu na możliwość dokładniejszego izolowania, można je nieco podnieść.

c. Opór R_s . Z przytoczonych rozumowań widzimy, że opory szkodliwe R_c i R_u , przy najstarszej konstrukcji anteny, mogą być zredukowane jedynie w ograniczonym zakresie; ponadto praktyka stwierdza, iż wpływ tych oporów na obniżenie sprawności anteny jest o wiele mniejszy, niż oporu R_s .

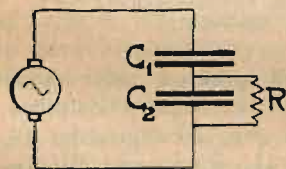
Jeśli więc mamy dążyć do zredukowania strat nieużytecznych w antenie — musimy przede wszystkim zwrócić uwagę na opór uziemienia (czyli opór, równoznaczny stratom energii w ziemi):

jedynym czynnikiem, przy pomocy którego można podnieść sprawność anteny — jest racjonalna konstrukcja uziemienia, względnie urządzenia, zastępującego uziemienie. To też radjotechnika nowoczesna zdążyła do tego celu rozmaitymi drogami i w czasach ostatnich jesteśmy świadkami stosowania kilku oryginalnych systemów uziemienia, których celowość została potwierdzona przez znakomite wyniki zastosowania w praktyce. Zanim je opiszemy — postaramy się w krótkich słowach przedstawić teoretyczną stronę zagadnienia.



Rys. 2.

7. Rozpatrzmy w tym celu antenę z uziemieniem zwykłym (rys. 2); wobec mniej lub więcej niedoskonałego przewodnictwa ziemi antena taka jest równoważna obwodowi zastępczemu (rys. 3), posiadającemu dwa kondensatory w połączeniu szeregowym; pierwszy kondensator C_1 odpowiada pojemności anteny względem ziemi; dielektrykiem jego jest powietrze, i kondensator ten nie powoduje strat szkodliwych; drugi natomiast kondensator C_2 posiada dielektryk niedoskonały, co uwzględniamy na schemacie przez dodanie pewnego oporu równoległego R ; wtedy dielektryk kondensatora C_2 należy również uważać za doskonały, podobnież, jak dielektryk kondensatora C_1 .



Rys. 3.

Siedliskiem strat energii w ziemi jest obwód $C_2 - R$, a właściwie opór omowy R tego obwodu; R_s nazywamy oporem uziemienia — jest on oczywiście odwrotnością przewodności kondensatora C_2 wraz z oporem równoległym R :

$$R_s = \frac{1}{\omega^2 C_2^2 + \frac{1}{R^2}}$$

Stąd widzimy, że opór uziemienia będzie tem mniejszy, im: 1^o krótszą jest fala; 2^o większą pojemność posiada kondensator C_2 i 3^o mniejszym jest opór R (dobre przewodnictwo ziemi, duża powierzchnia uziemienia). Z tych trzech czynników skutecznie wpływać możemy przede wszystkim na pojemności C_1 ; zwiększanie zatem pojemności anteny jest środkiem do zredukowania szkodliwego oporu uziemienia.

Praktycznie jednak na tej drodze nie daje się zmniejszyć oporu poniżej 2—2,5 Ω ¹⁾, gdyż przy większej pojemności anteny musimy pracować odpowiednio dłuższą falą, co powoduje znów wzrost oporu R_s przez zmniejszenie ω , jak to wynika z ostatniego wzoru. Pomimo wszystko trzeba więc dążyć do zmniejszenia oporu R (rys. 3). (D. n.)

Wiadomości techniczne.

Zastosowanie krótkich fal w radjotelegrafii kierunkowej. Nad rozwiązaniem tego zagadnienia pracuje Marconi od r. 1916. Według jednego z ostatnich jego sprawozdań, osiągnięto bardzo pomyślne wyniki. Przez zastosowanie fal o długości 2 do 3 mtr. uzyskano odbiór zupełnie niezakłócony zaburzeniami atmosferycznymi. Między Londynem i Birminghamem (ok. 155 klm.) osiągnięto komunikację radjotelefoniczną za pomocą fal 15-metrowych.

Stacja nadawcza lampowa o mocy w antenie 700 watów dawała ok. 300 watów wypromieniowanych. Odbiór był jeszcze możliwy przy włączeniu równoległe do słuchawki 60-omowej 0,25 do 0,5 Ω . Na stacji nadawczej użyto reflektorów o rozwartości równej 2 długościom fali, a wysokości równej 1,5 dług. fali.

Wypróbowano również zastosowanie stacji nadawczych kierunkowych o krótkich falach jako stacji sygnałowych przy wjeździe okrętów do portu. W tym celu zmontowano stację nadawczą wraz z reflektorem na platformie obracającej się dokoła osi pionowej, by umożliwić nadawanie sygnałów w dowolnych kierunkach. K. K.

(E. T. Z. 1922, H. 47).

Informacje.

Radjotelegrafia w Harcerstwie Polskim. Pierwsze próby zastosowania radjotelegrafii do celów harcerskich datują się od roku 1921. Jednakże dopiero w czerwcu 1922 roku, wobec wypożyczenia przez władze wojskowe ćwiczebnych radjostacji polowych oraz części składowych do aparatów, można było naukę radjotelegrafii postawić na odpowiednim poziomie.

Materiał ten został wykorzystany na letnim harcerskim kursie wyszkolenia rezerw w Kazuniu Polskim pod Modlinem. Do ćwiczeń polowych były użyte aparaty nadawczo-odbiorcze na fale gasnące od 230 ÷ 308 m typu K. Fuk. 16. Wysokiego napięcia o 300 okresach dostarcza w tych aparatach transformator zasilany prądem 5 amp. z 12 V akumulatora. Przy dobrym uziemieniu i kierunkowej antenie udawało się nawiązać łączność na odległości 5 klm., przy 0,3 amp. w antenie.

Aparat odbiorczy typu R. O. B. T. i T. posiadał antenę w kształcie lit. T z 2 ramionami po 60 mtr., zawieszonymi na wysokości 25 mtr. Przy zastosowaniu wzmac-

¹⁾ A. Meissner, l. c.

niacza 2 lampowego można było odbierać komunikaty prasowe, meteorologiczne, oraz sygnały czasu większych stacji europejskich. W październiku tegoż roku został otwarty w Chorągwi Warszawskiej kurs dla instruktorów radjotelegrafji, liczący 10 słuchaczy. W chwili obecnej szkoli się ogółem około 30 chłopców w drużynach.

Wykładane są: teoretyczne podstawy radjotelegrafji, zasady korespondencji, odbiór słuchowy i nadawanie.

Z materiału uzyskanych z wojska, oraz zakupionego, harcerze konstruują własnoręcznie aparaty nadawcze, odbiorcze i pomocnicze, uzupełniając w ten sposób swój sprzęt.

W obrębie Warszawy czynne są trzy stacje: Centralna stacja (Rys. 1) mieści się na Chmielnej 70 i posiada następujące urządzenia wykonane w znacznej mierze przez harcerzy:

a) 3 anteny różnej wielkości, ogółem 8 promieni od 25 do 100 mtr., przełączanych stosownie do potrzeb,

b) aparat nadawczy 3 lampowy o falach niegasnących dl.

300 — 600 mtr. z urządzeniem do nadawania telefonicznego. (Mikrofon załączony przez wzmacniacz 2 lampowy na siatkę. Napięcie anodowe 400 V. Prąd w antenie 0,5 amp.)

d) odbiornik ramowy na fale od 500 do 4000 mtr. czterolampowy. (Lampa pierwsza działa jako autodyna, trzy pozostałe — wzmacniacze małej częstotliwości).

Prócz tego ustawiany jest odbiornik detektorowy, na antenę otwartą, ze wzmacniaczem 2 lampowym — wypożyczony z wojska.

Stacja centralna wyposażona jest również w przetwornicę do ładowania akumulatorów, przyrządy miernicze falomierze i inne urządzenia pomocnicze.

Dwie pozostałe stacje, używane dla celów korespondencyjnych, mieszczą się na ul. Złotej 6 i Zygmuntowskiej 15 na Pradze.

Na stacjach tych są umieszczone opisane już wyżej aparaty K. Fuk. 16; pozatem, na ul. Złotej, ustawiony jest odbiornik ramowy 3 lampowy na fale od 500 — 4000 mtr.

K. Piotrowski, instruktor Z. H. P.

Przegląd literatury.

Thomas S. Curtis. High frequency apparatus.

A treatise for electrical engineers, students, etc. Page and Co., London 1921 r. Str. 266.

Mała i bardzo przystępnie napisana książeczka, traktująca o zastosowaniu prądów szybkozmennych do najroz-

maitszych celów praktycznych: dwa pierwsze rozdziały autor poświęca wyjaśnieniu istoty prądów szybkozmennych i ogólnym sposobom ich wytwarzania; dalej — szczegółowo omawia konstrukcje przyrządów, stosowanych w technice prądów szybkozmennych; następnie znajdujemy szereg wyczerpujących rad i przepisów praktycznych, umożliwiających budowę takich przyrządów przy ograniczonych środkach; wreszcie — znajdujemy zastosowanie prądów szybkozmennych w urządzeniach elektroterapeutycznych i roentgenowskich, oraz do kultywowania roślin. Ostatnie zagadnienie, znajdujące się obecnie zaledwie w stadium początkowych doświadczeń, autor oświetla rzeczowo, przytaczając osiągnięte dotychczas wyniki.

Większej wartości naukowej omawiane dziełko nie posiada; dzięki jednak nadwyzwyczajnie wdzięcznemu przedmiotowi, przy umiejętnie dobranym materiale i systematycznym układzie, książeczka ta zapewne pobudzi niejednego z czytelników do rozpoczęcia prac doświadczalnych w tak niezwykle pociągającej gałęzi elektrotechniki.

J. M.

Komunikaty Zarządu S. R. P.

Nadwyzwyczajne Walne Zgromadzenie Członków Stow. Radjotechników Polskich odbędzie się w środę dn. 21 marca r. b. o godz. 20-ej (8 wiecz.) w lokalu Y. M. C. A., Okólnik 9.

Porządek dzienny podany jest w zeszycie 5 „Przeglądu Radjotechnicznego”.

Lista Członków Koła Toruńskiego S. R. P.

1. Bukowski Seweryn, por. mar. Toruń, Mickiewicza 109.
2. Hoffman Alfons, inż. Toruń, Mickiewicza 50.
3. Geringer Jan, Toruń, Słowackiego 15.
4. Jougan Alfred, por. mar. Toruń, Mickiewicza 101.
5. Kijak Władysław, por. Toruń, Fort Bolesława Czarobrego.
6. Miłobędzki Karol, kpt. Toruń Mickiewicza 69.
7. Przedborski Julian, urz. w. Toruń, Lotnisko.
8. Pukacz Franciszek, Chor. mar., Toruń, Żelazska 28.
9. Rutkowski Wiktor, por. mar., Toruń, Nowy Rynek 5.
10. Sikora Oskar, ppułk. Toruń, Konopnickiej.
11. Solecki Franciszek, por. Toruń, Mickiewicza 101.
12. Sungurow Bronisław, mjr., Toruń Radjostacja.
13. Szczerbowski Roman, por. rez., Toruń, Moniuszki 1.
14. Szmidt Aleksander, por. rez., Toruń, Grudziądzka 80.
15. Zawadzki Antoni, por. rez., Toruń, Szewska 3.

Z dniem 1/II 1923 r. zostali przyjęci nowi członkowie S. R. P. (Warszawa) pp.: Grubiński Bolesław, Smolna 10. Komorowicz Leon, ppor. rez., Nowogrodzka 48. Krzyształowski Leon, por., Piękna 41. Piotrowski Władysław, por. Tamka 31.

Odpowiedzi Redakcji.

P. St. Malinowski w Warszawie.

1) patrz Przegląd Radjotechniczny № 1. r. b. (odpowiedzi Redakcji) z uzupełnieniem: J. H. Morecroft, Principles of Radio communication, London, New-York 1921.

J. A. Fleming, The Principles of Electric Wave Telegraphy and Telephony, London, Longmans, Green Co.

H. G. Möller, Die Elektronenröhren, Sammlung Vieweg, tom. 49, 1922.

2) Polskie Tow. Radjotechniczne (dawniej „Farad” i „Radjopol”) Wilcza 22 wyrabia i sprzedaje aparaty radjotechniczne oraz części.

D. H. „N. Wiesenberg, Marszałkowska № 137 — p. ogłoszenie w „Przegl. Elektr.”.