

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XII.

1 Stycznia 1934 r.

Zeszyt 1—2

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 8-40-45.

WSTĘPNE DOŚWIADCZENIA Z DZIEDZINY FAL DECYMETROWYCH.

(Radjotelefonja na falach rzędu 80 cm.)

Les essais préliminaires avec les ondes extra-courtes.

D. Sokolcow, W. Majewski i S. Ryżko.

Sommaire

Les auteurs donnent les résultats de la deuxième série des essais sur les ondes très courtes, organisée par laboratoire des ondes courtes de l'Institut de Telecommunication à Varsovie.

Au début, les auteurs présentent la description de l'appareillage de transmission et de réception, ainsi que celui de mesure et de contrôle pour les ondes de longueur de l'ordre de 80 cm.

Sont donnés ensuite les résultats de la communication avec ces ondes aux distances de 600 m, de 400 m (dans la ville) et de 6 km.

On a obtenu une assez bonne réception sur toutes ces distances malgré les très faibles puissances du transmetteur et cela indépendamment du temps et de l'état de l'atmosphère.

On a employé aussi les réflecteurs paraboliques qui ont donné des très bons résultats (Fig. 6, 8, 10 i 11). Se basant sur ces expériences on se propose maintenant de construire un transmetteur et récepteur pour la communication duplex.

Wstęp.

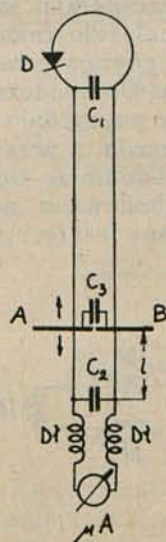
Zapoczątkowane przez Instytut Radjotechniczny wstępne badania z dziedziny fal decymetrowych¹⁾ były dalej kontynuowane, w celu uzyskania komunikacji radjotelefonicznej na większych odległościach. Wobec braku lamp specjalnych stosowano nadal po stronie nadawczej lampy zwykłych typów, nie pozwalające na otrzymywanie większych mocy. Ażeby uzyskiwaną energię fal elektromagnetycznych jaknajbardziej wykorzystać należało ulepszyć konstrukcję reflektorów. Wyłoniła się przytem potrzeba opracowania przenośnego i dogodnego w obsłudze falomierza. W związku zaś z doświadczeniami, prowadzonymi na większych odległościach, okazało się konieczne zastosowanie przy nadajniku urządzenia pozwalającego na ciągłą kontrolę jego pracy.

1. Układ do mierzenia długości fali.

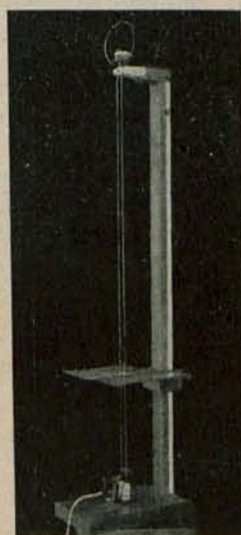
Stosowany poprzednio układ drutów lecherowskich, rozpiętych poziomo, okazał się z wielu

względów niedogodny. Przy projektowaniu nowego układu do mierzenia długości fali starano się nadać mu formę jaknajbardziej wygodną do manipulacji.

Schemat zasadniczy falomierza podany jest na rys. 1. Zastosowano układ podobny do opisanego przez Wundt'a²⁾. Składa się on z dwóch drutów lecherowskich o długości jednego metra, rozpiętych pionowo w odległości 2 cm od siebie. Na górnych



Rys. 1.
Schemat układu do mierzenia
długości fali.



Rys. 2.
Widok układu do mierzenia
długości fali.

końcach drutu umieszczono pętlę, która służy do sprzężenia z nadajnikiem. Do dolnych końców przyłączony jest, poprzez dławiki, mikroamperomierz. Wzdłuż drutów można przesuwając ruchomy mostek A, B, złożony z dwóch płyt miedzianych, połączonych pojemnością C₃. Położenie mostka określa się przy pomocy podziałki milimetrowej, umieszczonej wzdłuż drutów. W pętli sprzęgającej znajduje się zwykły detektor stykowy. Ogólny widok falomierza przedstawia rys. 2.

W tablicy I zebrane są dane kilku pomiarów, dokonanych przy pomocy opisanego urządzenia.

¹⁾ Przegląd Radjotechniczny z. 17—18 str. 87, 1933 r.

²⁾ Z. H. T. 1930, str. 133.

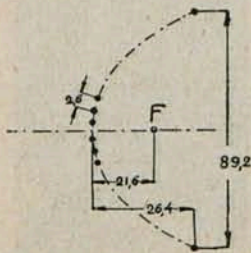
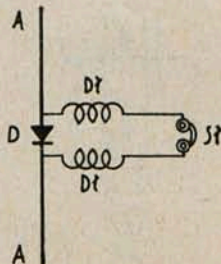
Są to kolejno po sobie następujące pomiary jednej i tej samej fali, wykonane w tych samych warunkach. Z danych tych widzimy, że odchylenia poszczególnych pomiarów od wartości średniej nie przekraczają 2,5%. Dokładność pomiaru może być jeszcze powiększona przez zastosowanie galwanometru lusterkowego i zmniejszenie sprzężenia z nadajnikiem.

Tablica I.

L. p.	Max. wychylenie przyrządu μA	Położenie mostka 1 cm.	$\lambda/2$ cm.	λ cm.
1	37 13	78,4 38,7	39,7	79,4
2	32 13	79,4 38,5	40,9	81,8
3	34 11	78,6 37,6	41	82
4	29 9	78,6 37,9	40,7	81,4
Wartość średnia 81,15				

2. Reflektory żeberkowe.

Jak już wspomniano we wstępie, celem uzyskania większego zasięgu, przy niewielkiej mocy promieniowanej przez nadajnik, należało zastosować reflektory, które skupiałyby energię promieniowaną w możliwie wąską wiązkę. Doświadczenia wykazały, że reflektory stosowane poprzednio posiadały duże promieniowanie wsteczne, a przez to skuteczność ich była niewielka. Opierając się na pracach Gresky³⁾ i Köhler'a⁴⁾ zbudowano nowe reflektory, których schemat pokazany jest na rys. 3.

Rys. 3.
Schemat reflektora.Rys. 4.
Układ do kontroli pracy nadajnika.

Składają się one z 42 drutów o długości 80 cm i średnicy 1 mm, umieszczonych na odpowiedniej konstrukcji drewnianej w ten sposób, że tworzą cylinder paraboliczny o rozwartości 89 cm. Konstrukcja reflektorów jest widoczna na rys. 6, przedstawiającym ogólny widok nadajnika.

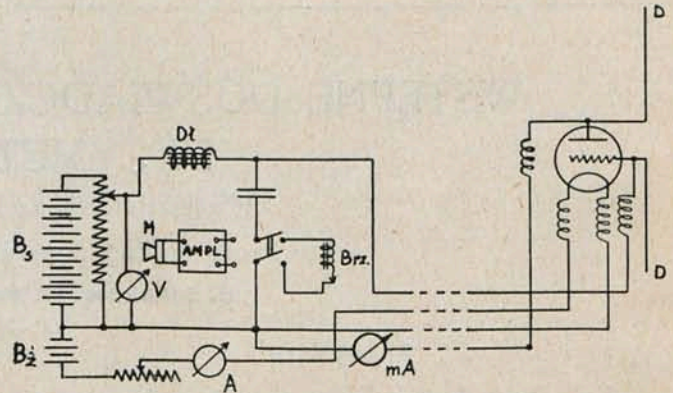
3. Kontrola pracy nadajnika.

Przy doświadczeniach w laboratorium praca nadajnika była kontrolowana wprost przez odbiornik. Dla doświadczeń przy dużych odległościach

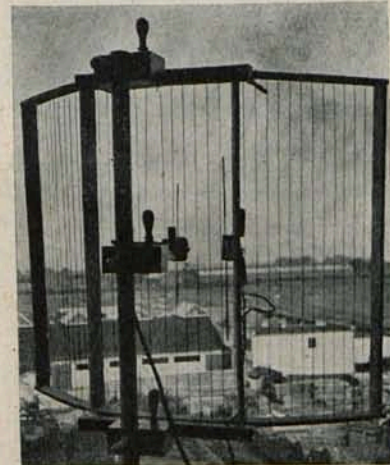
³⁾ Z. H. T. 32. 149. 1928.

⁴⁾ H. F. Techn. u. El. Ak. 39. 207. 1932.

między odbiornikiem i nadajnikiem należało zbudować specjalny wskaźnik, któryby bezpośrednio reagował na energię wysyłaną przez nadajnik. Okazało się bowiem, że prąd anodowy nie jest wystarczającym wskaźnikiem pracy nadajnika, gdyż nie odtwarza zniekształceń, które powstają przy modulacji. Jako taki wskaźnik użyto prostego od-

Rys. 5.
Schemat nadajnika.

biornika detektorowego (schemat podany na rys. 4). Początkowo umieszczano go obok anteny nadajnika wewnątrz reflektora. Okazało się jednak, że takie umieszczenie wskaźnika powoduje zniekształcenia, wywołane zapewne odkształceniem

Rys. 6.
Widok nadajnika ustawionego w oknie Państw. Inst. Telekomunikacyjnego.

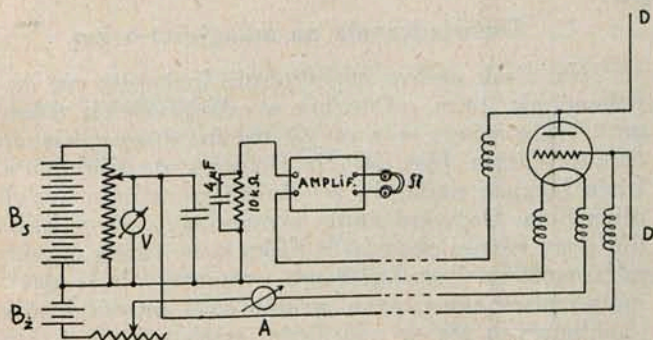
wiązki promieniowanej przez reflektor. Najbardziej praktycznym okazało się umieszczenie dipola układu kontrolującego pomiędzy żeberkami reflektora tak, jak to widać na rys. 6. Siła odbioru na słuchawki dla tak umieszczonego wskaźnika była 3 — 4 według skali pięciostopniowej, co zupełnie wystarczało dla kontroli pracy nadajnika.

4. Nadajnik i odbiornik.

Zasadnicze układy nadajnika i odbiornika pozostały prawie bez zmian. Po stronie nadawczej zastosowano przełącznik dla modulacji fali nośnej za pomocą brzęczka, względnie zapomocą mikrofonu. Napięcia akustyczne, powstające w mikrofonie

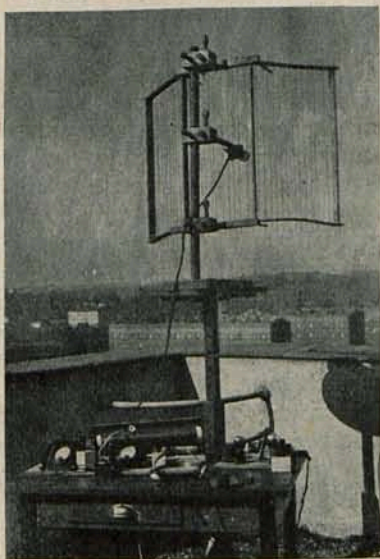
były wzmacniane przy pomocy amplifikatora lampowego. Schemat nadajnika podany jest na rys. 5, zaś ogólny widok na rys. 6.

Dane techniczne nadajnika były następujące: lampa — Metal E2, prąd żarzenia — 1,3 A, napięcie siatki 215 — 260 V, napięcie anodowe — zero, prąd siatki około 50 mA, prąd anodowy około 10 mA.



Rys. 7.
Schemat odbiornika.

W odbiorniku usunięto zupełnie baterję anodową. W obwodzie anodowym umieszczono opór omowy, zablokowany dużą pojemnością. Schemat odbiornika podany jest na rys. 7. Ogólny widok przedstawia rys. 8.



Rys. 8.
Ogólny widok odbiornika ustawionego na tarasie gmachu Warsz. Dyr. Kolei Państw.

Dane techniczne odbiornika były następujące: lampa — PTR, prąd żarzenia 0,7 A, napięcie siatki 25 — 30 V, prąd siatki około 15 mA.

5. Próby radjokomunikacji.

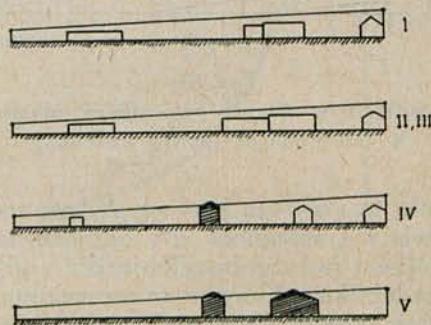
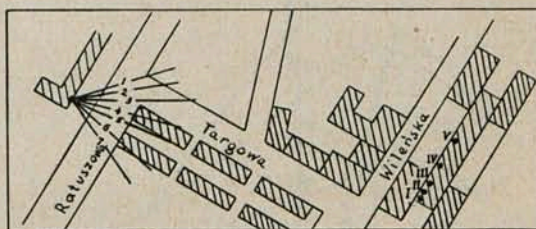
A. Doświadczenia na odległości 600 m.

Celem przeprowadzenia doświadczeń na tej odległości, umieszczono nadajnik w oknie Instytutu na wysokości około 15 m. Odbiornik ustawiono też na wysokości 15 m. w oknie domu odległego o 600 m. Na terenie między nadajnikiem i odbiornikiem znajdowało się kilka budynków o wysokości,

nie przekraczającej 10 m. Otrzymano dobry odbiór sygnałów telegraficznych modulowanych tonem brzęczyka. Natomiast odbiór mowy był bardzo zniekształcony, wobec czego powrócono do doświadczeń w laboratorium, celem zbadania przyczyny zniekształceń. Badania w laboratorium nasunęły przypuszczenie, że zniekształcenia były wywołane właśnie wadliwym umieszczeniem wskaźnika, kontrolującego pracę nadajnika; dipol wskaźnika umieszczano dotąd obok anteny nadajnika, wewnątrz reflektora. Po umieszczeniu dipola wskaźnika między żeberkami reflektora, przystąpiono do dalszych prób w terenie.

B. Doświadczenia na odległości 400 m (poprzez miasto).

Nadajnik ustawiono w oknie Instytutu na wysokości około 12 m., odbiornik w odległości około 400 m na tarasie gmachu Warszawskiej Dyr. Kolei Państw. Wysokość odbiornika wynosiła około 30 m. Otrzymano doskonały odbiór tonu ciągłego i mowy.



Rys. 9.
Mapka i przekroje terenu doświadczeń.

Korzystając z możliwości łatwej zmiany położenia odbiornika, przeprowadzono badania jakościowe siły odbioru, fali modulowanej tonem ciągłym (brzęczyk), przy ustawieniu odbiornika w różnych punktach tarasu. Na rys. 9 podana jest mapka miejscowości, w której odbywały się doświadczenia. Odbiornik ustawiano kolejno w punktach tarasu, oznaczonych na mapce cyframi rzymskimi. Dla każdego położenia odbiornika mierzono siłę odbioru przy siedmiu kolejnych pozycjach nadajnika, które otrzymywano, obracając go dokoła osi przechodzącej przez dipol. Kierunki osi reflektora nadajnika, odpowiadające jego pozycjom, są oznaczone na rys. 9 cyframi arabskimi. Na tym samym rysunku podano przekroje terenu wzdłuż prostych, łączących nadajnik z odbiornikiem. Przekroje te oznaczono cyframi rzymskimi, odpowiadającymi położeniom odbiornika. Należy przytem zaznaczyć, że położenie III różniło się od II tem, że przy położeniu III linja, łącząca nadajnik i odbiornik, biegła bardzo blisko dużego wysokiego domu. W położe-

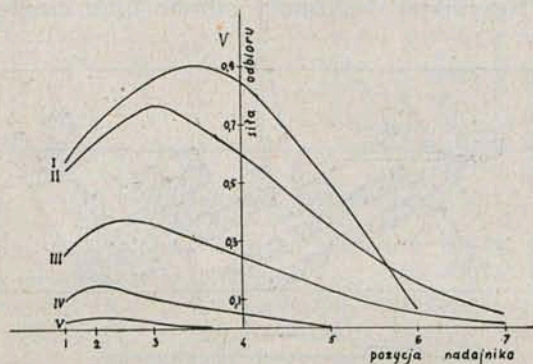
niach IV i V dom ten całkowicie zasłaniał odbiornik. Jako miarę siły odbioru przyjęto wskazania woltomierza prostownikowego załączonego równolegle do słuchawek.

Podczas tych doświadczeń stwierdzono:

1. Najlepszy odbiór mieliśmy wtedy, gdy przeszczerz między odbiornikiem i nadajnikiem była zupełnie wolna.

2. Odbiór mieliśmy nawet wtedy, gdy między stacją nadawczą i odbiorczą znajdowały się przeszkody, które całkowicie uniemożliwiały widoczność wzajemną stacji. Siła odbioru była jednak w tym przypadku dużo mniejsza; poprawiała się ona znacznie przy podniesieniu odbiornika na wysokość około 2,5 m, pomimo że stacje pozostawały nadal wzajemnie niewidoczne.

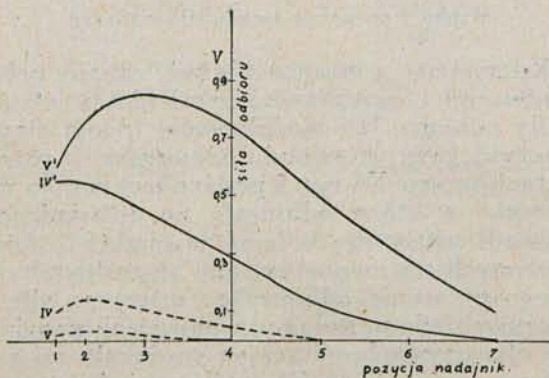
3. Podczas obracania nadajnika spostrzegliśmy wyraźne maksimum siły odbioru, dla takiego położenia, przy którym oś reflektora nadajnika wskazywała w kierunku odbiornika.



Rys. 10.

Siła odbioru w różnych położeniach odbiornika w zależności od pozycji nadajnika.

Wyniki te ilustrują krzywe podane na rys. 10, przedstawiające zależność siły odbioru w każdym poszczególnym położeniu odbiornika od różnych pozycji nadajnika. Krzywe te oznaczono cyframi rzymskimi, odpowiadającymi położeniu odbiornika.



Rys. 11.

Siła odbioru przy różnych wysokościach odbiornika.

Na rys. 11 podano krzywe siły odbioru, zdjęte przy normalnej wysokości odbiornika (linja przerywana) i przy ustawieniu jego o 2,5 m wyżej (linja ciągła).

Wobec doskonałych wyników otrzymanych przy radiokomunikacji na tej odległości, postanowiono przejść do doświadczeń na odległość znacznie większą.

C. Doświadczenia na odległości 6 km.

Nadajnik ustawiono w oknie Instytutu na wysokości ok. 20 m, odbiornik w odległości ok. 6 km, na tarasie wieży o wys. 20 m, znajdującej się na terenie Centr. Inst. Wych. Fizyczn. na Bielanych. Linja łącząca nadajnik z odbiornikiem była zupełnie wolna. Doświadczenia prowadzono przez kilka dni przy różnej pogodzie. Kilka razy teren między odbiornikiem i nadajnikiem spowity był gęstą mgłą, uniemożliwiająca widzialność przedmiotów, znajdujących się w odległości większej niż 1 km. Okazało się, że stan pogody nie wywiera widocznego wpływu na odbiór. Sygnały, modulowane tonem ciągłym, były odbierane zupełnie zadawalająco. Odbiór mowy był utrudniony.

Wobec znacznie słabszego niż poprzednio odbioru, szumy własne odbiornika stanowiły dużą przeszkodę przy odbiorze mowy. Pozatem dostrojenie odbiornika było bardzo krytyczne. Niestalość pracy nadajnika i odbiornika powodowała znaczne wahania siły odbioru.

Zakończenie.

Wstępne doświadczenia Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego, chociaż wykonane były sprzętem prowizorycznym przy użyciu lamp, które nie są dostosowane do wzbudzania drgań o tak wielkich częstotliwościach, wskazują jednak, zgodnie z doświadczeniami innych badaczy, zupełnie wyraźnie, że fale elektromagnetyczne poniżej 1 m nadają się dla uzyskania połączenia radiotelegraficznego i telefonicznego na odległościach zawartych w polu widzenia.

Zatem sprawa zastosowania fal decymetrowych w praktyce sprowadza się w obecnej chwili wyłącznie do opracowania laboratoryjnego odpowiedniego nadajnika i odbiornika.

Poczujemy się do miłego obowiązku złożyć na tem miejscu podziękowanie p. Płk. Dr. Gilewiczowi, Dyrektorowi Centralnego Instytutu Wychowania Fizycznego i p. Inż. Żerańskiemu, Naczelnikowi Wydziału Elektrotechnicznego Okręgowej Dyrekcji K. P. w Warszawie, za udzielenie pomieszczenia dla powyższych doświadczeń radiokomunikacyjnych.

Państwowy Instytut Telekomunikacyjny.

Wydział Radjotechniki.

Laboratorium fal krótkich.

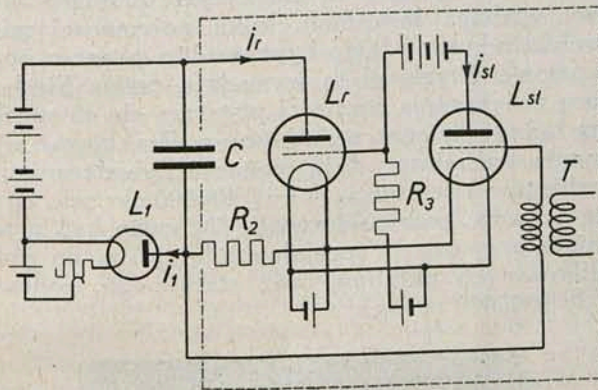
Wrzesień—październik 1933.

UWIDOCZNIENIE PRZEBIEGÓW PERJODYCZNYCH W OSCYLOGRAFIE KATODOWYM.

Observations de phénomènes électriques périodiques à l'aide d'un oscillograph cathodique.

Inż. A. Jellonek. Lwów.
(Ciąg dalszy).

2. Ładowanie i rozładowanie przy pomocy lamp katodowych¹⁶⁾ 17). Chcąc rozszerzyć stosowalność urządzeń przeskokowych dla badania częstości większych od 24000 okr./sek, musimy zastąpić lampę jarzeniową elementem, którego charakterystyka nie zmieniałaby się tak bardzo z częstością. Elementem tego rodzaju jest t. zw. Kallirotron¹⁸⁾. Składa się on z dwu lamp katodowych (rys. 16 część ujęta ramką). Rozładowanie kondensatora C następuje tu przez lampę katodową L_r



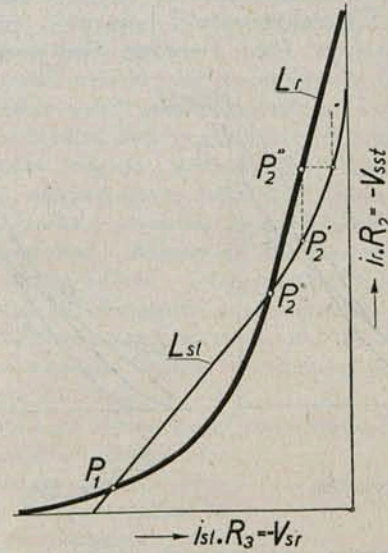
Rys. 16.

Urządzenie przeskokowe z lampami katodowymi (wg. Brenzigera).

o dostatecznie dużym prądzie nasycenia i_r , by czas rozładowania był możliwie krótki. Lampa ta musi być sterowana napięciem siatki tak, aby w czasie ładowania kondensatora nie przepuszczała możliwie prądu. Po osiągnięciu pełnego napięcia przez kondensator prąd anodowy lampy powinien wzrosnąć możliwie szybko (skokiem) do pełnej wartości nasycenia, by w końcu dla kondensatora rozładowanego zmaleć, znów skokiem, do $i = 0$.

Schemat powyższego urządzenia przedstawia rys. 16. Kondensator C ładuje się stałym prądem i_1 nasycenia lampy L_1 , rozładowuje się zaś przez lampę L_r . Lampa ta otrzymuje jako napięcie anodowe V_{Lr} napięcie kondensatora C, zaś jako ujemne napięcie siatkowe — V_{sr} spadek napięcia wywołany prądem anodowym lampy L_{st} na oporze R_3 . Wielkość tego napięcia dobieramy tak, by prąd anodowy i_r popłynął dopiero wówczas, gdy napięcie kondensatora C, a zarazem napięcie anodowe

lampy L_r osiągnie swą pełną wartość U_{max} . Wtedy jednak prąd anodowy lampy L_r wywołuje spadek napięcia na oporze R_2 . Spadek ten jest równocześnie ujemnym napięciem siatki lampy L_{st} . Wraz ze wzrostem jego bezwzględnej wartości maleje prąd anodowy i_{st} . Pociąga to za sobą zmniejszenie bezwzględnej wartości ujemnego napięcia siatki lampy L_r , ponowny wzrost prądu i_r , i t. d. Przebieg niejako pędzi sam siebie, dążąc do zupełnego „otwarcia” lampy L_r . Gdy to nastąpiło konden-



Rys. 17.

sator C rozładowuje się swobodnie przez lampę L_r , napięcie na nim spada, i dopiero co opisany przebieg zaczyna się powtarzać w kierunku odwrotnym, dążąc do „zamknięcia” lampy L_r .

Przedstawmy teraz oba przebiegi nieco dokładniej, przy pomocy prostego rozważania graficznego¹⁶⁾. Wykreślmy charakterystykę $J_{anod} = f(V_{siatki})$ (rys. 17) lampy L_r . Rzędne tego wykresu przedstawiają prąd anodowy lampy L_r . Równocześnie jednak w innej skali ($\times R_2$) podają one napięcia siatkowe lampy L_{st} . Podobnie oś X w myśl relacji: $i_{st} \cdot R_3 = -V_{sr}$ jest równocześnie osią prądu anodowego lampy L_{st} . Dla tej zatem lampy osie współrzędnych zmieniły niejako swój charakter: Y jest osią napięć siatkowych, zaś X prądu anodowego.

Wrysujemy teraz odpowiednio charakterystyki drugiej lampy (rys. 17). Charakterystyki te mają (ogólnie) dwa punkty przecięcia $P_1 P_2$. Rozpatrzmy najpierw warunki pracy w okolicy punktu P_2 . Zwiększenie bezwzględnej wartości ujemnego napięcia siatkowego lampy L_{st} spowoduje przesunięcie punktu pracy z P_2 na P_2' . To ze swej strony wywoła wzrost prądu anodowego lampy L_r , i t. d. Równowaga w punkcie P_2 jest niestabilną, każde

¹⁶⁾ M. Brenziger: Ein Kathodenstrahlscillograph zur Aufnahme periodischer Vorgänge. Arch. f. Elektr. Bd. 24. S. 80. 1930.

¹⁷⁾ E. Hudec: Erzwungene Kippschwingungen und ihre technische Anwendungen. Arch. f. Elektr. Bd. 22. S. 459. 1929.

¹⁸⁾ Turner: The Kallirotron, an aperiodic negative resistance triode combination. Radio Review V. 1. p. 317. 1929.

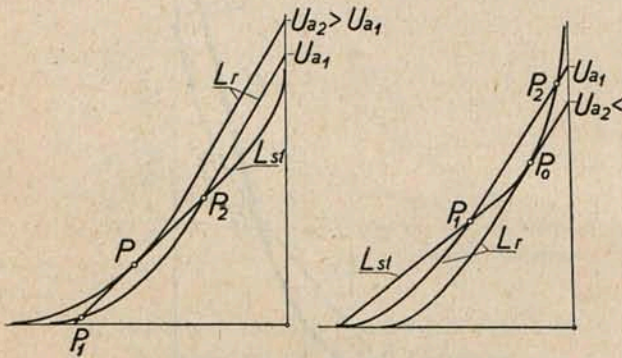
zmniejszenie napięcia siatkowego V_{ss} poniżej wartości odpowiadającej temu punktowi powoduje natychmiastowe (praktycznie) „otwarcie” lampy L_r .

Analogicznym rozumowaniem możemy stwierdzić, że równowaga dla punktu P_1 jest stała: wszelkie zmiany napięcia V_{ss} wywołują reakcję układu, dążącą do zniszczenia impulsu, który je wywołał. W rzeczywistości zjawisko przebiega w ten sposób, że lampa L_r ma początkowe napięcie siatki ujemne o tak dobranej wielkości, by prąd anodowy popłynął dopiero przy pełnym napięciu kondensatora C . Kondensator ten ładując się, podwyższa napięcie anodowe lampy L_r . Prąd anodowy tej lampy rośnie powoli aż do punktu P_1 . Równoczesny wzrost napięcia anodowego powoduje przesunięcie charakterystyki na lewo (na rys. 18a od 1 do 2), aż w końcu charakterystyki obu lamp staną się styczne, zaś $P = P_1 = P_2$. W tym momencie równowaga przestaje być stałą, układ skokiem zdąża do zupełnego „otwarcia” lampy L_r . Teraz kondensator rozładowuje się szybko, napięcie na nim spada. Charakterystyki lampy L_r przesuwają się w prawo (rys. 18b), tworząc dwa punkty prze-

szeregowo (transf. T rys. 16) do napięcia siatki lampy L_{st} .

Graficzna interpretacja przebiegu okazuje nam od razu jego słabe strony. Przedewszystkiem koniec ładowania musi być zniekształcony wolnym wzrostem prądu anodowego i_r , występującym przed zsunięciem się punktów P_1, P_2 w jeden P . Błąd ten możemy wydatnie zmniejszyć tak co do czasu trwania, jak i bezwzględnej wartości, dobierając lampę L_r o charakterystyce z możliwie krótkim zakrzywieniem dolnym. Równocześnie R_3 musimy obrać możliwie duże. Analogicznie przedstawia się zniekształcenie na początku ładowania. Tu znów staramy się o możliwie krótkie zakrzywienie dolne charakterystyki lampy sterującej, oraz duże R_2 .

Granice stosowności. Wdół, ku częstościom małym, przebieg nie jest prawie niczem ograniczony. Możemy z łatwością otrzymywać drgania przeskokowe o okresach rzędu całych sekund. Natomiast w rozszerzeniu na większą częstość spotykamy znaczną trudność w tym, że sam przebieg skokowy wymaga ładowania kilku pojemności międzyelektrodowych lamp i przewodów poprzez opory omowe. Przebiegi te wymagają czasu. Stąd w miarę zwiększania częstości pogarsza się stosunek: czas ładowania/czas wyładowania. Praktyczne wykonania dzisiejsze dają możliwość uwidaczniania przebiegów o częstościach $f \leq 400000$ okr./sek. Granica ta wg. konstruktorów¹⁰⁾ może być przesunięta przy użyciu specjalnych lamp i nieco zmodyfikowanych układów oraz starannego montażu aż do 1000000 okr./sek.



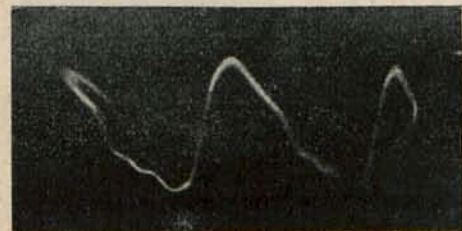
Rys. 18a.

Rys. 18b.

cięcia, przyczem punkt pracy znajduje się w części odpowiadającej równowadze stałej. Jeżeli jednak napięcie anodowe spadnie tak nisko, że oba punkty przecięcia zbiegną się znów w jeden wspólny punkt styczności P_0 , wówczas układ znów skokiem „zamknie” lampę L_r .

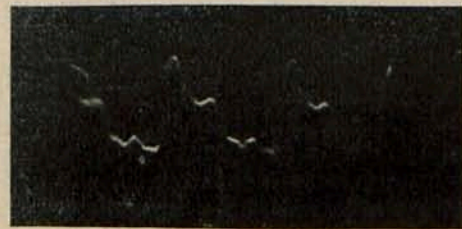
Należy jeszcze zwrócić uwagę na rolę oporów R_2 oraz R_3 . Zmiana tych oporów pociąga za sobą zmianę skali napięć siatkowych, przy niezmiennych skalach prądowych. Zatem wraz ze zmianą R_2, R_3 zmieniają się też stromości odnośnych krzywych (rys. 24a i 24b). Pociąga to za sobą przesunięcie punktów styczności. Punkty te jednak określają najniższą wzgl. najwyższą wartość napięcia kondensatora (U_{max}, U_{min}) praktycznie zwiększenie R_2 powoduje obniżenie U_{min} , zaś zwiększenie R_3 wzrost U_{max} . Różnica $U_{max} - U_{min}$ jest jednak dostarczaniem nam napięciem przeskokowym. Zależność ta pozwala zatem na łatwą regulację amplitudy napięcia przeskokowego.

Sterowanie drgań przeskokowych napięciem badanem skuteczniamy najprościej dodając je



Rys. 19a.

Przebieg o $f = 400000$ okr./sek.
(wg. Hudeca.).



Rys. 19b.

Przebieg o $f = 350000$ okr./sek.
(wg. Hudeca.).

¹⁰⁾ Knoll, Freundlich: Ein Kipprelais sehr kurzer Schaltzeit. ETZ s. 669, 1932.

(Dokończenie nastąpi).

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

WZMACNIACZ LAMPOWY DO REJESTRACJI SŁABYCH IMPULSÓW *).

S. Dierewianko i M. Żyw.

(Komunikat Instytutu Radjotechnicznego).

1. Wstęp.

Przy badaniach nad promieniotwórczością i sztuczną transmutacją pierwiastków fizyk ma stale do czynienia z różnymi cząstkami materji i fotonami. Są to cząstki α cząstki β , cząstki H (protony), promienie γ i kosmiczne, neutrony oraz elektrony dodatnie. Posiłkując się różnymi metodami pomiarowymi, może on rozróżniać między sobą poszczególne rodzaje cząstek i określać ich poziomy energetyczne.

Wprowadzenie lampy elektronowej jako wzmacniacza słabych efektów pierwotnych posunęło znacznie naprzód technikę badań fizycznych z tej dziedziny — zastosowanie wieloczłonowego wzmacniacza w połączeniu z urządzeniem rejestrującym pozwoliło na rejestrację indywidualnych cząstek.

Poniżej zostanie podany opis wzmacniacza do takich celów, wykonanego w Instytucie Radjotechnicznym.

2. Opis ogólny wzmacniacza.

Aby móc wykryć obecność cząsteczek α lub H zastosowano komorę jonizacyjną (rys. 1). Częścią zasadniczą komory jest elektroda zbierająca — kolektor, jaka znajduje się nawprost otworu wejściowego. Między osłoną i kolektorem panuje pole elektrostatyczne o natężeniu rzędu kilkuset woltów na centymetr. Pierścień uziemiony o odpowiednim kształcie służy do usunięcia prądów pełzających szkodliwych, mogących osiągać wielkość efektu jonizacyjnego cząstek α ; pozatem przestrzeń między doprowadzeniem kolektora do siatki lampy i osłoną jest wolna od pola elektrycznego, co powoduje, że jony tam powstające nie wywołują żadnych zaburzeń.

Wpadająca do komory cząstka α , zależnie od przebytej drogi, powoduje powstanie pewnej ilości jonów, z których dodatnie wędrują do kolektora, przez co jego potencjał wzrasta.

Takie chwilowe wzrosty potencjału są przekazywane z kolektora na połączoną z nim siatkę specjalnej lampy elektronowej, a następnie uzyskane w jej obwodzie anodowym przyrosty napięcia wzmacniane w kilkustopniowym wzmacniaczu, zaopatrzonym w zwykłe lampy elektronowe, aby wreszcie po detekcji mogły uruchamiać odpowiednie urządzenie rejestrujące, którym może być: przekaźnik rejestrujący (licznik telefoniczny), oscylograf względnie galvanometr strunowy w połączeniu z aparatem fotograficznym i t. p.

Ponieważ ładunek powstały na kolektorze jest bardzo mały należy zwrócić specjalną uwagę na dobroć izolacji elektrody zbierającej. Najczęściej jest używany jako materiał izolacyjny ebonit wypolerowany lub bursztyn.

Jeśli chodzi o mierzenie ilości cząstek α i H w obecności licznych promieniowań β (więcej niż 1000 na sekundę), to należy stosować komorę różnicową (rys. 2). Grubość elektrody zbierającej (połączonej z siatką) winna być w

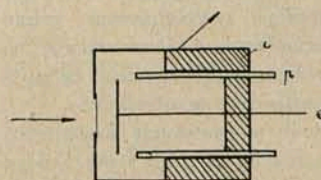
tym wypadku conajmniej taka, by cząstki liczone nie przechodziły przez nią; wówczas w obecności strumienia cząstek β , wynoszącym 200 000 na sekundę, można jeszcze liczyć cząstki α .

Jednym z pierwszych, który zastosował lampę elektronową do wzmacniania słabych prądów jonizacyjnych, był Greinacher¹⁾. Już w r. 1926 wzmacniał on impulsy, otrzymywane w komorze jonizacyjnej od cząsteczek α i protonów. Dalsze prace na tem polu prowadzili Ortner i Stetter²⁾, którzy szczegółowo rozpatrzyli przebieg, zachodzących w wieloczłonowym wzmacniaczu, procesów, podając ich uzasadnienie teoretyczne.

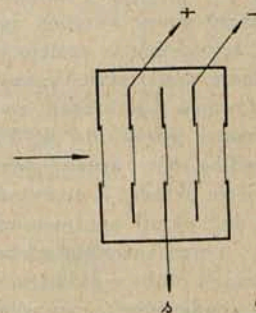
Niezależnie od wyżej wymienionych nad zagadnieniem wzmacniania prądów jonizacyjnych pracowały laboratorja: Cavendish-Laboratory w Cambridge, M. M. de Broglie'a w Paryżu i parę innych. Wynikiem tej pracy jest skonstruowanie i opisanie paru wzmacniaczy przez takich eksperymentatorów, jak: Ward³⁾, Wynn-Williams⁴⁾, Leprince-Ringuet⁵⁻⁶⁾, Chadwick⁷⁾, Curtiss⁸⁾.

Jako punkt wyjścia przy projektowaniu takiego wzmacniacza należało ustalić wielkość napięcia, które miało być wzmacniane. Według Leprince-Ringuet'a⁶⁾ proton w powietrzu na drodze jednego milimetra wytworzy przeciętnie ilość jonów, odpowiadającą ładunkowi około $5 \cdot 10^{-16}$ Coul. Jeśli więc określimy pojemność między kolektorem i resztą komory jonizacyjnej i dodamy do niej niewielką pojemność wejściową (siatka-katoda), dołączonej do kolektora lampy elektronowej, to otrzymamy z przeliczenia, że objektem wzmacnienia będzie napięcie rzędu 10—100 μ V, przyczem czas trwania każdego impulsu w odpowiednich warunkach wynosi około 10^{-3} sek.

Aby móc po wzmacnieniu rejestrować takie impulsy, na siatkę ostatniej lampy (detektora) musi przychodzić około 20 V, z czego wynika, że całkowite wzmacnienie musi być przynajmniej rzędu 10^{-6} .



Rys. 1.



Rys. 2.

Ze względu na charakter impulsu (co zresztą niżej zostanie omówione) należało dać pierwszą lampę specjalnego typu, któraby sama zasadniczo nie wzmacniała impulsu, lecz

¹⁾ H. Greinacher. Z. S. F. Phys., vol. 36, p. 364, 1926.

²⁾ G. Ortner und G. Stetter. Ib., vol. 54, p. 449, 1929.

³⁾ Ward, Wynn-Williams and Cave. Proc. Roy. Soc., vol. 125 p. 713, 1927.

⁴⁾ C. E. Wynn-Williams and F. A. B. Ward. Ib., vol. 131, p. 391, 1931.

⁵⁾ L. Leprince-Ringuet. Annales des P. T. T. vol. 20, p. 480, 1931.

⁶⁾ L. Leprince-Ringuet. Onde Electrique, vol. 11, p. 157, 1932.

⁷⁾ J. Chadwick, J. E. R. Constable and E. C. Pollard. Proc. Roy. Soc. vol. 130, p. 463, 1931.

⁸⁾ L. F. Curtiss. B. S. Journ. Research, vol. 9, p. 115 and 151, 1932.

*) Referowane na zebraniu odczytowem Sekcji Radjot. SEP. w dn. 22.XI.33.

przyjmowałaby go z komory jonizacyjnej, służąc tylko jako separator między przestrzenią, gdzie są wytwarzane jony, a resztą wzmacniacza. Następnie lampa końcowa jako detekcyjna też zasadniczo nie daje wzmocnienia napięciowego, tylko pod wpływem przychodzącego na jej siatkę napięcia daje jednokierunkowe impulsy prądu w obwodzie anodowym, które są obserwowane na oscylografie lub innym urządzeniu rejestrującym. Wobec tego całkowite wzmocnienie 10^6 należy rozdzielić na trzy części, każda po 10^2 i między pierwszą i ostatnią lampą dać trzy człony wzmacniające o wzmocnieniu 100 na stopień. Całkowite urządzenie składa się więc będzie z lampy pierwszej — separującej, trzech lamp wzmacniających i lampy detektorowej.

3. Stała czasu a układ wzmacniacza.

Bardzo ważną jest sprawa czasu ładowania elektrody zbierającej jonami wytworzonymi wpadającą do komory jonizacyjnej cząstką. Czas ładowania winien być jaknajkrótszy, który, jeśli chodzi o komorę jonizacyjną, osiąga się, stosując w niej pole elektryczne równoległe do średniego kierunku strumienia cząstek o natężeniu 1 000 V na cm; wtedy czas ładowania jest rzędu 0,001 sek. Jeśli chodzi o lampę elektronową, jaka jest dołączona siatką do kolektora, to ze względu na jej minimalną pojemność wejściową (siatka-katoda) i dobrą izolację siatki, czas ładowania jest również bardzo mały (przyczem ładowanie się kolektora jest równoznaczne z naładowaniem się siatki) — siatka szybko ładuje się do najwyższego potencjału, lecz wolno rozładowuje się przez komorę jonizacyjną i przestrzeń siatka-katoda w lampie, t. zn. przez bardzo dobrą izolację. Taki układ (komora + lampa) jest czuły, lecz traci na wyrazistości; siatka może nie zdążyć wyładować się, a już drugi impuls nadchodzi — wtedy zaczyna ona zmieniać swój potencjał nie od pewnego określonego, jaki ma w nieobecności impulsu, a waha się w okolicy jakiegoś potencjału wyższego w sposób zależny od częstości nadchodzących impulsów; wytwarza się stan, w którym poszczególne impulsy mogą zlewać się ze sobą.

W pierwszej lampie musimy jednak zachować wielką czułość nawet kosztem pogorszenia wyrazistości, poprawiając tę ostatnią w następnych członach przez danie w drugim członie małej stałej czasu (0,001 sek — czyli tyle, ile trwa ładowanie kolektora), zwiększając ją (do 0,01 i 0,1 sek) w miarę posuwania się ku stopniowi wyjściowemu celem umożliwienia uruchomienia urządzenia rejestrującego na wyjściu układu. Z powyższego rozumowania wynika, że można dać układ oporowo-kondensatorowy wzmacniacza.

Początkowo jednakże robiono w Instytucie Radjotechnicznym próby z układem wzmacniacza na prąd stały, a więc bez kondensatorów sprzęgających, czyli tak zwanym układem Loftin-White'a⁹⁾. Układ taki złożony już tylko z 3-ch lamp elektronowych ekranowanych był niemożliwy do utrzymania w stanie ustalonym: drobna zmiana rzędu 0,1 V wysokiego napięcia zasilającego powodowała całkowitą zmianę warunków pracy układu w takim kierunku, że wzmacniacz nie nadawał się do użytku. Tego rodzaju układy wymagają baterji

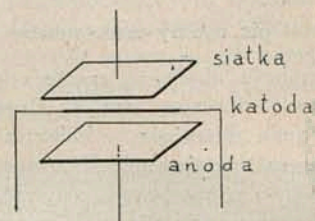
zasilających o bardzo wielkiej pojemności i to zwieranych oporami dodatkowymi w ten sposób, by prąd czerpany przez wzmacniacz był tylko drobną cząstką prądu czerpanego przez opór, zwierający baterję. Należy pozatem stosować jaknajwiększą ilość oddzielnych baterji do poszczególnych obwodów układu, co mocno komplikuje używanie takiego wzmacniacza, który jest każdorazowo trudny do uruchomienia.

Zatrzymano się ostatecznie na układzie oporowo-pojemnościowym składającym się z 5-ciu członów: człon pierwszy — separator między komorą jonizacyjną i resztą wzmacniacza, przyczem użyto tu lampę specjalną t. zw. elektrometryczną, człon drugi, trzeci i czwarty — trzy zwykle lampy elektronowe wzmacniające o wzmocnieniu 100 na stopień, człon piąty — detektor, na który składają się dwie, równoległe połączone, normalne lampy elektronowe.

Poszczególne człony całej aparatury zostaną rozpatrzone poniżej.

4. Lampa elektrometryczna.

Lampa elektrometryczna (rys. 3 jest lampą trójelektrodową, w której katoda jest umieszczona między siatką i anodą, przyczem dwie ostatnie elektrody są zrobione w kształcie dwóch płytek równoległych. Umieszczenie siatki po przeciwnej stronie katody niż anoda powoduje, że siatka bardzo nieznacznie wpływa na strumień elektronów wewnątrz lampy, która nie wzmacnia impulsu, lecz przekazuje go dalej. Siatka tej lampy jest połączona wprost z kolektorem.



Rys. 3.

Na stałą czasu takiego układu wpływać nie możemy, gdyż należałoby w tym celu dać między siatkę i katodę odpowiednią oporność omową. Jednakże jest to niemożliwe ze względu na tak zwany efekt Johnson'a, który polega na tem, że wskutek ruchów Brown'a w takiej oporności R powstaje na jej końcach zmienne napięcie E , którego wartość skuteczna jest proporcjonalna do wyrażenia:

$$(RT)^{1/2}$$

gdzie: T — temperatura bezwzględna oporności.

Napięcie to jest niezależne od rodzaju oporności i np. dla 10 megonów w temperaturze pokojowej wynosi ok. 30 μV ¹⁰⁾. Ponieważ napięcie pożyteczne jest rzędu 10 μV , a więc współmierne co do rzędu wielkości z zakłóceniem wskutek efektu Johnson'a oraz nawet mniejsze od niego, należy siatkę pierwszej lampy zostawić swobodną.

(C. d. n.)

⁹⁾ E. H. Loftin and S. Y. White. Proc. I. R. E., vol. 16 p. 281, 1928.

¹⁰⁾ Johnson. Phys. Rev. vol. 29, p. 367, 1927 and vol. 32, p. 97, 1928.