

# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH

Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XII.

1 Lipca 1934 r.

Zeszyt 12—13

Redaktor kpt. STEFAN JASIŃSKI.

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

## POMIARY WYSOKOŚCI WARSTW KENNELLY-HEAVISIDE'A

(Z prac Państwowego Instytutu Meteorologicznego).

Mesures de la hauteur des couches de Kennelly-Heaviside

Inż. Jan Gurtzman i inż. Bolesław Starnecki

### SOMMAIRE.

Il est question dans cet article d'un appareillage pour la mesure de la hauteur des couches de Kennelly-Heaviside, installé par l'Institut National Météorologique de Pologne. On a adopté la méthode des échos, dite méthode des courtes impulsions. Ces impulsions sont obtenues au moyen d'un dispositif à cellule photo-électrique et disque tournant. Les auteurs ont élaboré un amplificateur B. F. et un système spécial de modulation de l'émetteur, permettant d'obtenir des impulsions d'une durée de  $\frac{1}{10\,000}$  à  $\frac{1}{20\,000}$  sec.

### 1. Wstęp.

Znane są i stosowane dotychczas trzy metody pomiarów wysokości warstw Kennelly-Heaviside'a: 1) metoda echa (angielskie „pulse methode” wzgl. „groupe retardation methode” po raz pierwszy zastosowana przez Breita i Tuwe'go) [1] <sup>1)</sup>, 2) metoda interferencji (zastosowana w badaniach E. V. Appleton'a i M. A. F. Barnetta) [2], 3) metoda sondowania przy pomocy trzasków atmosferycznych (system J. Lugeon'a) [3].

W artykule niniejszym podajemy opis aparatury oraz wyniki, uzyskane przy badaniach warstw Kennelly-Heaviside'a metodą echa. Badania te zostały podjęte i są prowadzone systematycznie w Państwowym Instytucie Meteorologicznym dzięki inicjatywie i pod kierunkiem dyr. J. Lugeon, zgodnie z postanowieniami, powziętymi na ogólnym zebraaniu U. R. S. J. w 1931 r. w Kopenhadze.

### 2. Opis metody.

Metoda echa polega na zasadzie następującej: odpowiednia radiostacja nadawcza wysyła w regularnych odstępach czasu krótkie impulsy, to znaczy antena jej promieniuje energię jedynie w czasie trwania tych impulsów. Impulsy te dochodzą do odbiornika, umieszczonego w pewnej odległości, dwiema drogami: a) bezpośrednio w postaci fali przyziemnej, b) jako fala odbita od warstwy (lub warstw) Kennelly-Heaviside'a. Jeśli odbiornik umieszczony jest stosunkowo blisko nadajnika, wówczas droga przebyta przez falę przyziemną jest znacznie krótsza, niż droga fali odbitej, wobec czego w odbiorniku oprócz właściwego impulsu, odebranego w postaci fali przyziemnej, wystąpi z pewnym opóźnieniem jedno lub kilka ech, wywołanych odbiciami od warstwy (lub warstw) Kennelly-Heaviside'a. Jeśli zmierzmy czas, jaki upływa pomiędzy chwilą odbioru sygnału (fali przyziemnej), i echa (fali odbitej), można wówczas — znając odległość między odbiornikiem i nadajnikiem, i za-

kładając pewien rozkład jonizacji górnych warstw atmosfery — obliczyć efektywną wysokość tych warstw.

Odstęp czasu między odbiorem sygnału i echa najwygodniej zmierzyć, uzyskując obraz przychodzących do odbiornika impulsów przy pomocy oscylografu, tak, że otrzymany oscylogram przedstawia napięcia na wyjściu z odbiornika (proporcjonalne do wielkości odbieranych impulsów) w funkcji czasu.

### 3. Wytwarzanie krótkich impulsów.

Ponieważ odstęp czasowy między sygnałem a pierwszym echem jest rzędu  $\frac{1}{1000}$  sek., czas trwania samego impulsu winien być znacznie krótszy, inaczej na oscylogramie nie można byłoby wyodrębnić echa od sygnału. Ponadto sam pomiar odległości pomiędzy echem a sygnałem na oscylogramie może być tem dokładniejszy, im impulsy są krótsze.

Różni badacze stosowali rozmaite metody otrzymywania krótkich impulsów. Metody te dają się podzielić na 4 grupy: 1) deformowanie krzywej napięcia sinusoidalnego (sieci 50-cio okresowej lub osobnej prądniczy) i wykorzystywanie wierzchołków tak zdeformowanej krzywej [4], [1], [5].

2) Generowanie krótkich impulsów przy pomocy obwodów relaksacyjnych [6], [7], [8].

3) Generowanie impulsów sposobem mechanicznym (np. wirująca tarcza z kontaktami, przekaźniki i t. p.).

4) Generowanie impulsów sposobami fotoelektrycznymi [9].

Naogół we wszystkich stosowanych dotychczas metodach otrzymywano impulsy długości  $\frac{1}{2\,000}$  do  $\frac{1}{10\,000}$  sek.

Metody grupy 1-szej, w wypadku wykorzystywania sieci 50-cio okresowej, posiadają tę wadę, że dają tylko 50 impulsów na sekundę. Tak duży odstęp czasowy między kolejnymi impulsami nie jest potrzebny, a stwarza pewne trudności przy oscylografowaniu. Ze względów praktycznych najkorzystniejszy odstęp między impulsami wynosi  $\frac{1}{200}$  do  $\frac{1}{300}$  sek.

Metody grupy drugiej nie zapewniają dostatecznej regularności impulsów, wobec czego odstęp między dwoma kolejnymi impulsami nie może służyć jako miernik czasu, ponadto trudno uzyskać ostry stojący obraz w oscylografie katodowym.

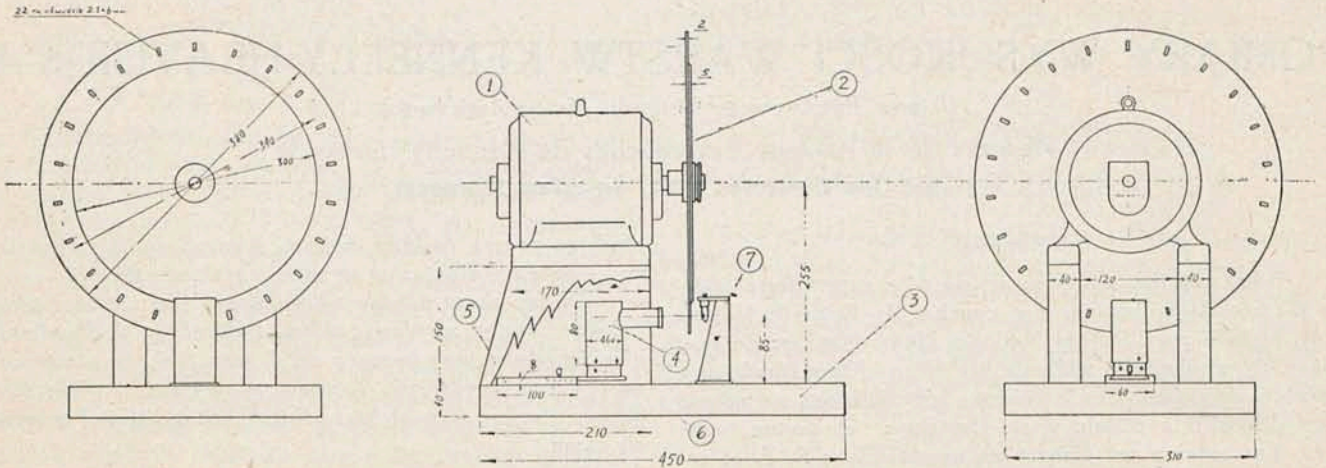
Metody mechaniczne (grupy 3-ciej) mogą wprawdzie zapewnić zupełną regularność impulsowania, posiadają wszakże wszystkie wady przerywaczy mechanicznych, wynikające z bezwładności części ruchomych, zanieczyszczania kontaktów i t. p.

<sup>1)</sup> Patrz bibliografię przy końcu artykułu.

Wobec tego uznaliśmy za najkorzystniejsze zastosowanie metody fotoelektrycznej (grupa 4-ta).

Dzięki specjalnie opracowanej aparaturze impulsującej udało się nam tą drogą uzyskać impulsy o czasie trwania  $\frac{1}{10\,000}$  do  $\frac{1}{20\,000}$  sekundy, i bardzo stałej częstotliwości.

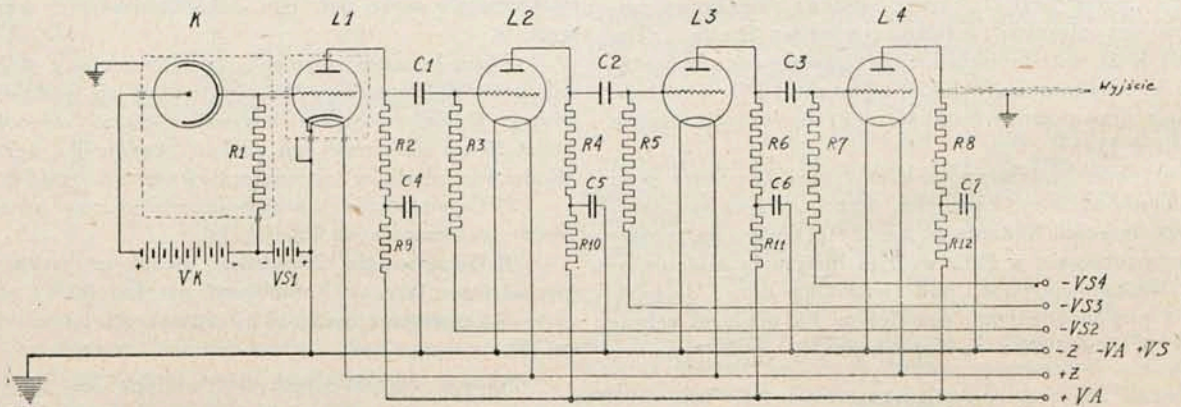
Skala 2:5



Rys. 1.

Skonstruowany przez nas impulsator składa się (rys. 1) z silnika asynchronicznego, z osadzoną na wale tarczą metalową, zaopatrzoną na obwodzie w prostokątne otworki. Z jednej strony tarczy umieszczona jest komórka fotoelektryczna, z drugiej — lampka naświetlająca z odpowied-

kształcone części impulsów, wzmacniając bez zniekształceń ich wierzchołki<sup>2)</sup>. Widać od razu, że możemy tą drogą uzyskać impulsy krótsze od  $\frac{1}{10\,000}$  sekundy, t. j. czasu stanowiącego podstawę teoretycznego trójkąta.



Rys. 2.

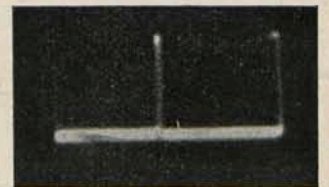
nim systemem optycznym, tak, że daje wiązkę promieni równoległych o szerokości równej szerokości otworków w tarczy wirującej. W tym wypadku krzywa S. E. M.-cznej wzbudzonej w obwodzie komórki fotoelektrycznej w czasie przecinania wiązki światła przez otworki tarczy posiada kształt trójkątny. Ilość obrotów tarczy i szerokość jej otworków są tak dobrane, że czas pomiędzy początkiem a końcem naświetlania komórki przez jeden otworek wynosi  $\frac{1}{10\,000}$  sek.

Napięcia na zaciskach oporu w obwodzie komórki zostają następnie wzmocnione przy pomocy specjalnego wzmacniacza, przedstawionego na rys. 2-gim.

Wskutek szkodliwych stałych czasu, występujących w poszczególnych obwodach wzmacniacza i samej komórki (stałych czasu, pochodzących od pojemności wejściowych siatek lamp wzmacniających) teoretyczna krzywa trójkątna

ilość otworków tarczy była tak dobrane, że przez zaklejenie części z nich można było uzyskiwać 45, 250 lub 500 impulsów na sekundę. Otrzymane w czasie dalszych badań wyniki okazały, że najkorzystniej pracować przy 250 imp./sek.

Rys. 3 przedstawia zdjęcie oscylograficzne impulsów na wyjściu ze wzmacniacza (obraz stojący na oscylografie katodowym).



Rys. 3.

<sup>2)</sup> Wzmacniacz obliczyliśmy metodą, podaną w artykule p. t. „Stany ustalone dla przebiegów elektrycznych okresowo zmiennych nieciągłych”, zamieszczonym w „Przebiegach Radjotechnicznym” z dnia 15 listopada 1933 r.

4. Nadajnik.

Do pomiarów wysokości warstw Kennelly-Heaviside'a poszczególni badacze stosowali nadajniki o różnej mocy (10 watt do kilkunastu kw.) i pracujące na bardzo różnych długościach fal (30 do 1600 m), przyczem wybór nadajnika zależny był przeważnie od istniejących możliwości technicznych.

Dotychczasowe badania wykazały, że najlepsze wyniki uzyskuje się na zakresie fal 60 do 80 m<sup>3</sup>.

Potrzebna moc nadajnika przy danej długości fali zależy od odległości, w jakiej pragniemy odbierać nadawane impulsy.

Nadajnik zbudowany przez nas w warsztatach P. I. M. w Jabłonie pokrywa w sposób ciągły zakres fal 60 do 100 m, przyczem moc doprowadzona do anod lamp nadawczych wynosi 0,5 kw. (Moc taka pozwala na odbiór sygnału i echa w promieniu około 30 km).

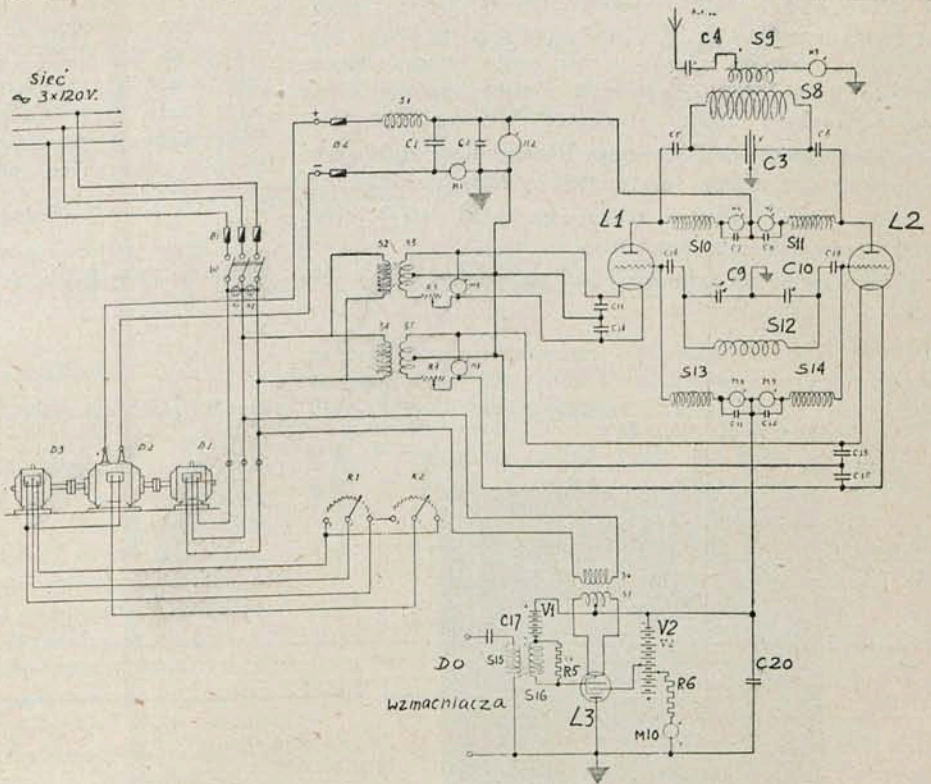
Ogólny schemat nadajnika pokazany jest na rys. 4.

Specjalną uwagę przy konstruowaniu nadajnika zwróciliśmy na przystosowanie go do nadawania krótkich impulsów, uwzględniając jednak również możliwość wykorzystania go jako nadajnika telegraficznego i telefonicznego dla służby ostrzegawczej P. I. M.

W nadajniku pracują 2 lampy Philipsa TB 2/250 w układzie symetrycznym samowzbudnym (Kühn-Huth).

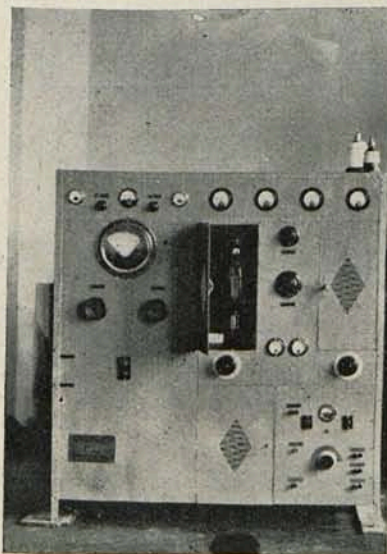
czem zastosowaliśmy specjalny układ z lampą odwróconą (na rys. 4 — lampa L3).

Początkowo zastosowaliśmy zwykły układ modulacji Schöffera, w którym odwrócona lampa gra rolę zmiennego



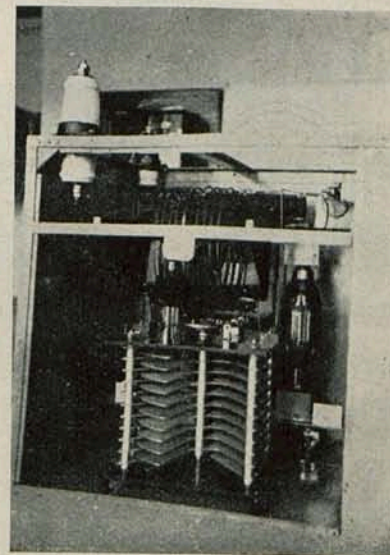
Rys. 4.

oporu upływowego w obwodzie siatek lamp nadawczych. Okazało się jednak, że układ ten nie nadawał się do wy-



Rys. 5.

Ogólny widok nadajnika z przodu



Rys. 6.

Widok wnętrza komory z lampami nadawczymi i obwodami drgań.

Lampy żarzone są prądem zmiennym, napięcia anodowego dostarcza prądnica 2000 V., 0,25 amp.

Nadajnik posiada modulację w obwodzie siatki, przy-

tworzania krótkich impulsów, gdyż w przerwach między impulsami, uzyskiwanych przez silne minusowanie lampy L3, opór w obwodzie siatek lamp nadawczych stawał się tak wielki, że w obwodzie tym powstawały drgania relaksacyjne, wzbudzające perjodycznie nadajnik niezależnie od źródła impulsującego.

<sup>3</sup>) Porównaj np. Recueil des travaux U. R. S. I. Vol. 3, Mai - Juin 1931, Kopenhaga, Commission II, séance du samedi 30 Mai.

W układzie zastosowanym przez nas, w czasie gdy lampa L3 posiada duży minus na siatce (to zn. gdy niema impulsu) siatki lamp nadawczych otrzymują wysoki potencjał ujemny z baterji V2 poprzez stosunkowo niewielki opór R6 (25000 omów). Gdy przychodzi impuls, ujemny potencjał siatki lampy L3 maleje, prąd anodowy tej lampy płynący przez opór R6 wzrasta, wobec czego napięcie między anodą a katodą tej lampy, czyli ujemne napięcie siatek lamp nadawczych maleje, i nadajnik się wzbudza.

Dzięki małej wartości oporu R6 szkodliwe stałe czasu są niewielkie, i impulsy nie podlegają zniekształceniu.

(Nb. warto zauważyć, że ten sam układ daje b. dobre wyniki przy modulacji fonicznej).

Jako lampę L3 zastosowaliśmy po szeregu prób i obli-

Również i stałe R, C obwodów m. cz. zostały w tym celu odpowiednio dobrane.

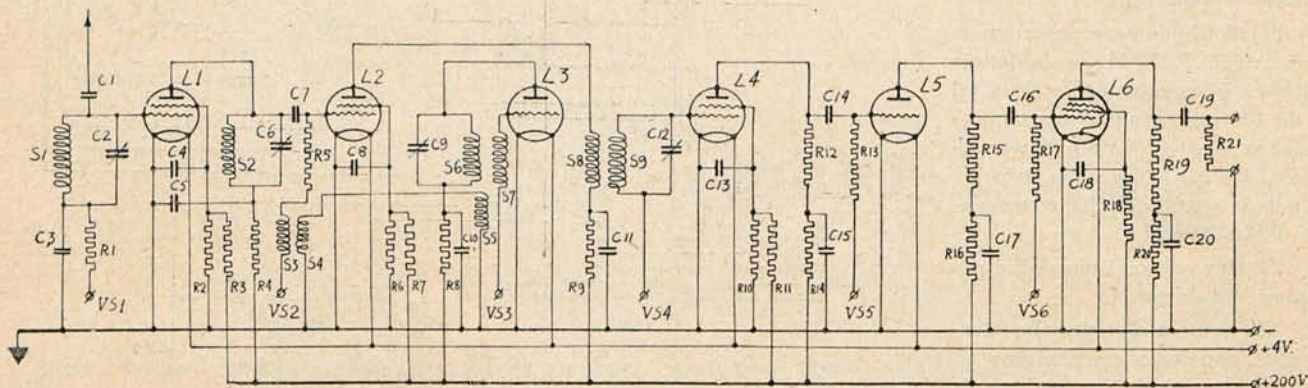
Zakres fal odbiornika 45 do 140 m.

### 6. Oscylograf.

Jako oscylograf do uzyskiwania obrazu sygnału i echa załączono na wyjściu z odbiornika oscylograf katodowy firmy Cossor wraz z przesuwnikiem czasowym (time-base) tejże firmy, pozwalającym na otrzymanie obrazu stojącego. Synchronizacja przesuwnika czasowego odbywa się przy pomocy odbieranych impulsów fali przyziemnej.

### 7. Fotografowanie impulsów.

Przy systematycznych pomiarach wysokości warstw Kennelly-Heaviside'a należy się liczyć z koniecznością ro-



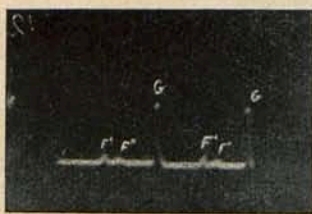
Rys. 7.

czeń pentodę Philipsa E 443 H. W układzie naszym pracuje ona w warunkach, odpowiadających jej danym katalogowym.

Na rys. 5 i 6 pokazany jest widok nadajnika.

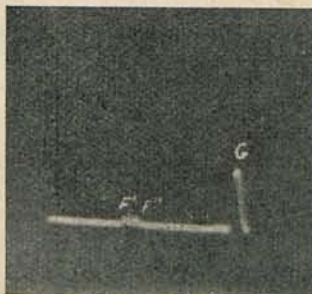
Antenę zastosowaliśmy jednopromieniową, o długości 75 m, zawieszoną na wysokości 15 m, z odprowadzeniem z jednego końca.

bienia b. wielkiej ilości zdjęć oscylograficznych. (Np. zdjęcia w ciągu całej doby w odstępach dziesięciminutowych oraz pewna ilość szybko po sobie następujących zdjęć w chwilach zaobserwowanych nagłych zmian wysokości warstwy). W związku z tem należało zainstalować aparaturę fotograficzną, pozwalającą w sposób wygodny, szybki i tani otrzymywać dużą ilość zdjęć.

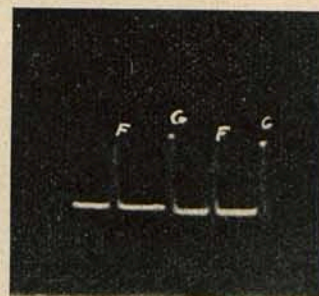


Rys. 8.

G — fala przyziemna,  
F — fale odbite.



Rys. 9.



Rys. 10.

Uziemienie — w postaci sieci drutów, zakopanych pod anteną.

W tych warunkach przy pełnym obciążeniu maszyn otrzymywaliśmy przy naciśniętym kluczu 4 do 5 amp. w antenie.

### 5. Odbiornik.

Schemat odbiornika przedstawiony jest na rys. 7.

Jest to 6 lampowy odbiornik z przemianą częstotliwości.

Zastosowano tylko jeden obwód strojony pośredniej częstotliwości ( $\lambda = 2000$  m), aby nie powiększać nadmiernie stałej czasu, zniekształcającej odbierane impulsy.

Zastosowaliśmy aparat do zdjęć kinematograficznych na taśmie ciągłej, (normalna perforowana taśma filmowa) o obiektywie  $f = 1/1,25$ , ogniskowej 25 mm.

Aparat został zaopatrzony w migawkę, oraz urządzenie służące do równoczesnego przesuwania taśmy o jeden obrazek i wyzwiania migawki przy prostym naciśnięciu guzika lub też przy pomocy przekaźnika, uruchamianego przez elektryczny zegar z kontaktami.

Na rys. 8, 9 i 10-tym pokazano kilka charakterystycznych zdjęć, otrzymanych przy pierwszych próbach instalacji.

Wyniki regularnych pomiarów wysokości warstw Heaviside'a i ich dyskusja zostaną ogłoszone w osobnej pracy.

Na zakończenie dziękujemy p. Dr. J. Lugeon, dyrektorowi Państwowego Instytutu Meteorologicznego, za zezwolenie opublikowania schematów i fotografii, będących własnością tego Instytutu.

## BIBLIOGRAFJA.

1. G. Breit i M. A. Tuve, *Nature*, 116, 357 (1925) i *Terr. Mag.* 30, 15 (1925) oraz *Phys. Rev.* 28, 568 (1926).
2. E. V. Appleton and M. A. F. Barnett, *Proc. Roy. Soc. A* 109, 621 (1925). *Nature*, March 1925.
3. J. Lugeon, *Comptes rendues*, t. 188 p. 1114 (1929). *Arch. des sc. phys. et Nat.*, Genève, 5 Pér., vol. 11. Sept-

oct. 1929, *Ditto* 5 per., vol. 12. Sept.-oct. 1930, *Comptes rendues* t. 191, p. 525 (1930). *Biuletyn Tow. Geofiz.* Warszawa, zes. I (1931).

4. G. Goubau *Phys. Zs.* 31, 333 (1930); Goubau und J. Zenneck *Zts. für Hochfr.* Bd. 37, Heft 6 (1931).
5. Dahl and Gebhard, *Proc. Inst. Rad. Eng.* 16, 290 (1928).
6. Tuve and Dahl, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 16, 794 (1928).
7. Gen. Ferrié: *U. R. S. I.* Vol. II, fasc. 1, 89 (1928).
8. E. V. Appleton and G. Builder, *Proc. phys. soc.* 44, 1, 241 (1932).
9. E. L. C. White, *Proc. Camb. Phil. Soc.* 27, 445 (1931).

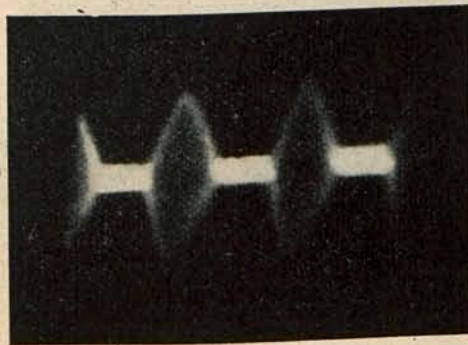
## WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

## Modulacja fal bardzo krótkich.

W związku z referatem inż. Plebańskiego umieszczonym w „Przeglądzie Radjotechnicznym” 1933, str. 117 podajemy wyniki prób dotyczących zastosowania modulacji szeregowej do fal bardzo krótkich ( $\lambda = \sim 3$  m). Dla porównania przyłączamy rezultaty prób podobnych, przeprowadzonych przy zastosowaniu innych rodzajów modulacji do fal tego rzędu. Obserwacje głębokości oraz zniekształceń modulacji (rys. 1 do 6) przeprowadzono przy pomocy oscylografu katodowego dwiema metodami, wg. załączonego układu połączeń (rys. 7). Nadajnik powyższy, przy mocy doprowadzonej około 1,5 W, pozwolił przy wstępnych próbach na uzyskanie połączenia telefonicznego i telegraficznego na odległości kilku kilometrów, przyczem przy użyciu odbiornika superreakcyjnego odbiór był słyszalny w odległości około 2 m od słuchawek.

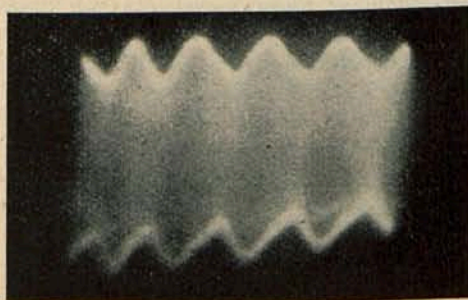
Tak prace dotychczasowe, jak również przygotowywane obecnie badania rozchodzenia się fal rzędu trzech metrów

są prowadzone z subwencji udzielonej laboratorjum Radjotechnicznemu Politechniki Lwowskiej przez Państwowe Zakłady Tele- i Radjotechniczne w Warszawie.



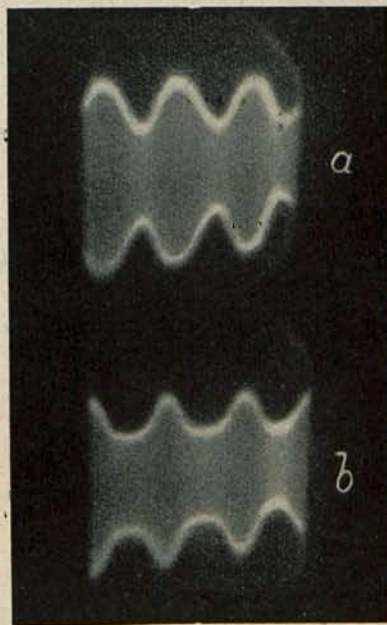
Rys. 1.

Modulacja szeregow. Telegrafja tonowana.  
 $\lambda = 3$  m;  $f$  m. cz. =  $\sim 800$  1/sek.



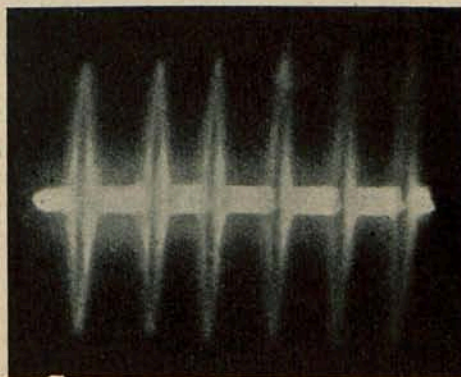
Rys. 2

Modulacja siatkowa.  $\lambda = 3$  m;  $f$  m. cz. =  $\sim 1000$  1/sek.



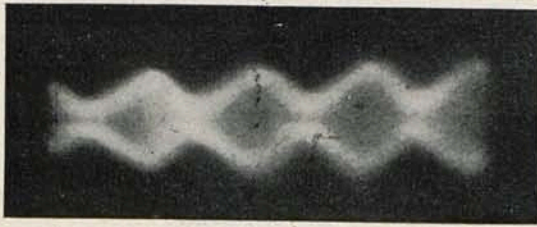
Rys. 3.

Modulacja Schäffera. a) z nap. siatki lampy modulującej, b) bez nap. siatki lampy modulującej,  $\lambda = 3$  m;  $f$  m. cz. =  $\sim 100$  1/sek.



Rys. 4.

Modulacja Heisinga. Telegrafja tonowana.  $\lambda = 3$  m;  
 $f$  m. cz. =  $\sim 800$  1/sek.



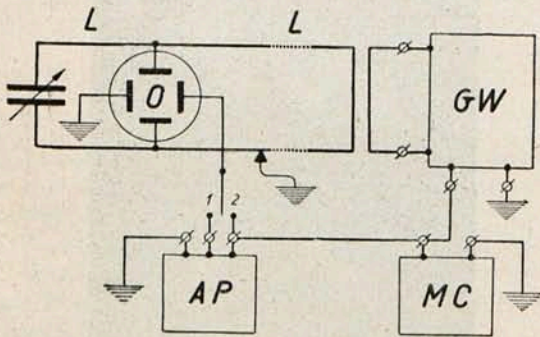
Rys. 5.

Modulacja Heisinga.  $\lambda = 3 \text{ m}$ ;  $f \text{ m. cz.} = \approx 1000 \text{ 1/sek.}$



Rys. 6.

Modulacja Heisinga.  
Telegrafia tonowana.  
Wykres trapezowy.  
 $\lambda = 3 \text{ m}$ ;  $f \text{ m. cz.} = \approx 800 \text{ 1/sek.}$



Rys. 7.

G. W. generator wielkiej częstości. M. C. generator małej częstości. O oscylator katodowy. AP aparat przeskokowy dostarczający oś czasową. LL mostek Lechera. Przełącznik w położeniu 1 daje obraz modulacji w zależności od czasu a w położeniu 2 daje trapezowy wykres modulacji.

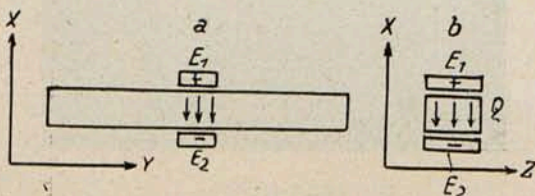
A. Jellonek i L. Siciński.

**Rezonatory świetlące.**

**Ueber Leuchtresonatoren als Hochfrequenznormale.**

(Komunikat z *Physikalisch Technische Reichsanstalt'u Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik*, T. 41 Nr. 3, str. 83-96).

Autorzy opisują 4 typy rezonatorów świetlących drgających podłużnie i podają dane dotyczące używalności ich jako wzorców częstotliwości. Typy te różnią się od siebie 1) „kierunkiem” wzajemnym osi elektrycznej i ścian płytki



Rys. 1.

Układ elektrod dla płytki kwarcowej w kierunku I.

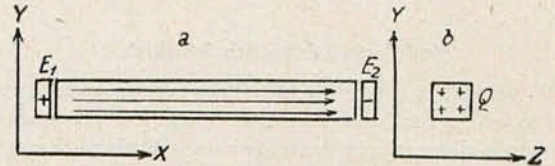
kwarcowej; 2) sposobem umocowania płytki. „Kierunek” ilustruje poniżej załączony rysunek.

Chociaż pole elektryczne przy zwykłych napięciach jest znacznie słabsze w kier. I. niż w kier. II., wystarcza jednak dla płytek do długości 50 mm.

Płytkę kwarcową i elektrody umieszcza się w szklanej bańce, wypełnionej mieszaniną helu i neonu. Ciśnienie gazu jest tak dobrane, aby mogły łatwo wytworzyć się wylądowania świetlne, powstające na skutek napięcia piezoelektrycznego drgającej płytki.

Płytki albo leżą „swobodnie”, albo też są „umocowane” pomiędzy wzbudzającymi elektrodami. Powstają przez to 4 typy.

Typ 1: „swobodny” w kier. I (Ie). Płytkę kwarcową

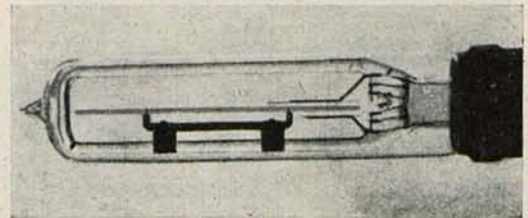


Rys. 2.

Układ elektrod dla płytki kwarcowej w kierunku II.

leży jedną ze ścian prostopadłych do osi X na powierzchni jednej elektrody. Specjalne uchwyty uniemożliwiają zsuniecie się elektrody. Jako druga elektroda służy drucik równoległy do osi głównej płytki i oddalony od niej o mniej więcej 1 mm. (rys. 1).

Typ 2: umieszczenie „swobodne” kier. II. (IIb). Elektrody umieszczone jak na rys. 2 mają zagłębienia, w które się wkłada luźno płytkę tak, aby nie mogła wypaść. Obydwa typy swobodnie umieszczone mają tę wadę, że płytka może cokolwiek zmienić swoje położenie w stosunku do elektrod, skutkiem czego może nastąpić zmiana częstotliwości rezonansowej.



Rys. 3.

Rezonator świetlący kier. I (Ig) dla 60 cykli.

Typ 3: „umocowany” kier. I (Ig) (rys. 1 i rys. 3). Płytkę przywiązuje się w 2-ch miejscach przy pomocy nitki do metalowego ramienia. Miejsce przywiązania musi leżeć możliwie dokładnie w węzłach wzbudzanych drgań, aby nie powiększać tłumienia. Wybiera się zwykle 2 węzły najbliższe końców płytki, oddalone od nich o 1/4-tą długości fali elastycznej. Długość fali jest związana z długością płytki wzorem  $\lambda/4 = L/2k$ , gdzie k jest liczbą porządkową wzbudzonej harmonicznej.

Typ 4 różni się od poprzedniego tylko przez kierunek osi głównej płytki w stosunku do osi elektrycznej (IIg), (rys. 2).

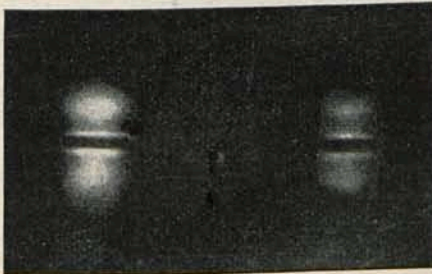
Długość płytki oblicza się przy pomocy wzoru

$$f_k = \frac{k}{2L} \sqrt{\frac{1}{sd}} = \frac{k}{L} c, \text{ gdzie } f_k - \text{podłużna częstotliwość własna płytki rzędu } k=1, 2, 3, \dots; L - \text{długość; } d=2,65 -$$

gęstość;  $s$  — moduł elastyczności według Voigta. Wzór ten jest ściśly do  $1,5\%$  dopóki  $\frac{\lambda}{2} = L/k$  jest duże w stosunku do wymiarów poprzecznych płytki. Przy malejącym  $L$  lub wzrastającym  $k$  i stałym przekroju powstaje odchylenie rzeczywistej częstotliwości  $F_k$  od częstotliwości wielokrotnej częstotliwości podstawowej  $f_k = k \cdot f$ . Odchylenie to jest określone wzorem  $\delta_k = \frac{kf - F_k}{F_k}$ .

Przy pomiarze częstotliwości rezonatorów stosowali autorzy generator lampowy małej mocy w układzie Hartley'a. Rezonator sprzęgano z generatorem zapomocą cewki. Obwód rezonatora nie jest strojony, aby nie powstawało oddziaływanie zwrotne między generatorem i piezo-elektrycznie sprzężonym z nim mechanicznie drgającym układem. Częstotliwość rezonansowa, t. j. częstotliwość świecenia jest naogół niezależna od indukcyjności własnej użytej cewki. Wpływ jej dawał się zauważyć, gdy różnica między częstotliwością własną obwodu sprzęgającego i częstotliwością elastyczną kwarcu była mniejsza niż 3%. Odchylenie jednak wynosiło najwyżej  $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ . Autorzy stosowali dla pewności cewki, których częstotliwość własna była przynajmniej o 10% wyższa od częstotliwości świecenia.

W płytkach o kier. I. powstają ładunki powierzchniowe na obydwu ścianach prostopadłych do osi elektrycznej (typ Ig) lub na jednej z nich (typ Ie). (rys. 4). Są one proporcjonalne do zniekształcenia i ich maxima koincydują z maximami zniekształceń elastycznych. W kier. II powstają ładunki przestrzenne, proporcjonalne do pochodnej



Rys. 4.  
Obraz świecenia płytki o „kierunku I” dla  $k=3$ .  
Ładunki powierzchniowe.

zniekształcenia w kierunku długości płytki, mają zatem maxima w minimum zniekształcenia i wytwarzają tam wyładowania świecące, otaczające płytkę w postaci pierścieni. Ilość tych maximów jest w kier. II równa  $k+1$ , kier. I. równa  $k$ . W praktyce w typie Ig powstanie jarzenia w środku płytki jest uniemożliwione przez elektrody. W typie Ig zjawisko świetlne na końcach jest słabsze z tego samego powodu. Piezoelektryczne wyładowania świetlne nie są ciągle lecz przerywane. Częstotliwość przerywań zależy od wielkości napięcia wzbudzającego; jest rzędu częstotliwości słyszalnych. W każdym razie częstotliwość rezonansowa kwarcu jest niezależna od częstotliwości przerywań. Napięcie wzbudzające nie powinno być zbyt wysokie, to znaczy że nie należy zbyt mocno sprzęgać obwodu rezonatora z generatorem, gdyż wtedy mogą powstać zwykłe (nie piezo-elektryczne) wyładowania w gazie. Mocne sprzężenie jest celowe gdy odszukujemy częstotliwość rezonansową. Gdy już jest znaleziona, regulujemy generator na tę częstotliwość, zmniejszając stopniowo sprzężenie, dopóki świecenie rozrzedzonego gazu nie zniknie. Pozostaje tylko właściwe świecenie kwarcu. Przy dostra-

janiu generatora począwszy raz od wyższej, drugi raz od niższej częstotliwości, powstaje świecenie przy 2-ch bardzo wyraźnie określonych wartościach częstotliwości generatora. Ich względną różnicę określa się jako szerokość rezonansu. Największą dokładność strojenia osiąga się, odszukując po obydwu stronach maximum te dwie częstotliwości, przy których rozpoczyna się świecenie. Określamy wtedy wartość średnią jako częstotliwość rezonatora. Jak wykazują podane przez autorów wartości dokładność osiągnięta jest 0.5 do  $1.10^{-6}$ .

Stosowano 3 metody pomiarów częstotliwości.

1. Pomiar przy pomocy wzorcowego częstościomierza P. T. R. Błąd względny wynosi zaledwie kilka milionowych. Błąd bezwzględnej wartości częstotliwości wynosi jednak do  $1.10^{-4}$  wskutek zmian skalowania częstościomierza.

2. W metodzie drugiej bezwzględny błąd częstościomierza jest wyeliminowany przez korzystanie z harmonicznym generatora kamertonowego, którego częstotliwość została w sposób bezwzględny zmierzona. Metoda daje średnią dokładność  $\pm 4.10^{-6}$ .

3. Najdoskonalsza metoda, stosowana od r. 1932. Częstotliwość wzorcową daje generator lampowy stabilizowany kwarcem, którego częstotliwość znana jest zawsze z dokładnością lepszą niż  $1.10^{-7}$ . Porównanie tej częstotliwości z częstotliwością rezonatora odbywa się według metody dudnieniowej, przy pomocy chronometru i rekordera. Błąd względny pomiaru jest znikomo mały, niepewność  $1.10^{-6}$ .

Koniecznym wymogiem wzorca częstotliwości jest jego mały współczynnik temperatury. Badania autorów dały następujące wyniki: współczynnik temperatury (TK) zależy od „kierunku”, od temperatury i w wysokim stopniu od wymiarów płytki kwarcowej. Dla „kierunku I” TK jest ujemny i wzrasta ze wzrostem częstotliwości, t. j. skracaniem płytki, od kilku do kilkudziesięciu milionowych. Dla „kierunku II” TK jest mniejszy niż dla I, ujemny dla długich, dodatni dla krótkich. Ujemne TK wzrastają z temperaturą, dodatnie płytek II maleją. Przez odpowiedni dobór płytek II można osiągnąć dowolnie mały TK w zakresie temperatur pokojowych.

Dane dotyczące stałości częstotliwości w czasie, są podane w tabelach dla wszystkich 4-ch typów przy wszystkich 3-ch metodach pomiarów. Rezonatory „swobodne” są stałe w czasie z dokładnością do  $1.10^{-5}$ . Typy „umocowane” mają stałość rzędu kilku milionowych.

Jeden z rezonatorów odbył podróż okrężną przez szereg laboratoriów europejskich. Pomiarów dokonano w: Regia Accademia Navale (Livorno), Laboratoire National de Radioelectricité (Paryż), National Physical Laboratory (Teddington). Odchylenia były rzędu  $\pm 5.10^{-6}$ . Tak wielkie odchylenia autorzy kładą na karb transportu.

la.

**Nadajniki radjofoniczne z regulowaną falą nośną**  
(Floating Carrier) — W. T. Ditcham — Marconi Review Nr. 45.

Jak wiadomo znany i szeroko stosowany system modulacji polega na t. zw. modulacji amplitudy. System ten posiada niezaprzeczenie duże zalety i z tego względu prawie wyłącznie jest stosowany, jednakże dużą niedogodność tego systemu przedstawia mała sprawność całego urządzenia, zwłaszcza przy bardzo dużych mocach stosowanych obecnie w stacjach radjofonicznych.

W celu polepszenia sprawności proponowano najrozmaitsze systemy modulacji fazowej i częstotliwościowej, jednakże systemy takie wymagają jak wiadomo stosowania

odpowiednich odbiorników i właściwie dla radjofonji nie nadają się.

Inną grupę stanowią systemy również często zwane systemami modulacji fazowej, które jednakże w rezultacie emitują modulację amplitudy. Naprzykład system taki stosuje francuskie T-wo S. F. R. (System Chirex). Podobny system proponował również inż. J. Plebański (Patent brytyjski 390390 T-wo Marconi). Celem tych systemów są oszczędności w konsumowanej przez stację energii elektrycznej, a które to oszczędności mogą dać rocznie setki tysięcy złotych (tylko na prąd elektryczny).

W ostatnich czasach T-wo Marconi wypracowało pewien system zwany po angielsku „floating carrier”, który polega na automatycznym regulowaniu fali nośnej w taki sposób, aby gdy niema modulacji (transmisji) fala nośna była zredukowana prawie do zera, natomiast gdy zjawia się modulacja, aby się zjawiała również fala nośna, i w wyniku nadajnik stale był modulowany prawie na 100%.

Pierwsze próby z takim systemem polegały na sprawdzeniu czy modulacja w takich warunkach może być utrzymana w granicach prostoliniowości i czy powstają jakiegokolwiek zniekształcenia i t. p. Badania były robione z oscylografem katodowym i t. p. i wykazały duże zalety proponowanego systemu. W rezultacie przystąpiono 4, 5 i 18 października do prób (w Chelmsford) transmisji.

Próby polegały na nadawaniu mowy, fortepianu, muzyki wogóle oraz rozmaitych efektów dźwiękowych, przy czym na odmianę stosowano zwykły system (ze stałą falą nośną) oraz system z regulowaną falą nośną. Energia w antenie przy stałej fali nośnej wynosiła ok 8 kw, zaś przy regulowanej fali nośnej zmniejszana była (bez modulacji) do 2 kw.

Rozmaici obserwatorzy, w różnych oddalonych miejscach, notowali swoje spostrzeżenia przy nadawaniu według starego i nowego systemu.

Oszywiście obserwatorzy nie byli poinformowani według jakiej metody nadawano i oprócz tego używali odbiorniki najrozmaitszych typów z automatyczną regulacją lub bez.

Raporty tych obserwatorów nie były jednomyślne, jednakże ogólnie biorąc ustalono, że różnice przy transmisji według obydwóch systemów były minimalne i na niektórych odbiornikach nawet zupełnie nie mogły być zauważone.

W każdym razie wydaje się, że proponowany system posiada ogromną przyszłość.

Inż. J. Plebański.

#### WESTEKTOR.

Firma Westinghouse Brake and Saxby Signal w Londynie wypuściła na rynek pod nazwą „Westektor” prostoliniowy stykowy dla prądów wielkiej częstotliwości, spełniający w odbiornikach rolę detektora. Opis westektora zamieszczony został w zeszycie Wireless World w dn. 3 marca 1933 r. W artykule tym zaznaczono, że w praktyce westektor zachowuje się niemal tak samo, jak dioda, jednakże pojemność jego jest większa, niż pojemność lampy dwuelektrodowej — skutkiem czego nadaje się zwłaszcza do obwodów średniej częstotliwości superheterodyn. Ponadto cha-

rakterystyka westektora ma rzekomo przebieg całkowicie prostoliniowy. Tak brzmi orzeczenie cytowanego pisma angielskiego. Przeprowadzone pomiary rzucają jednak nieco inne światło na właściwości nowego detektora, który porównamy z diodą.

#### Tłumienie.

Tłumienie, wprowadzone przez element detekcyjny do poprzedzającego go obwodu strojonego, wyrazimy zapomocą wielkości oporu równoległego (R), bocznikującego ten obwód strojony. W wyniku pomiarów otrzymujemy następującą tabelę:

Długość fali w m.	R w o m a c h	
	Westektor	Dioda
100 m.	10.000	500.000
600 m.	44.000	500.000
2500 m.	200.000	500.000

Jak wynika z powyższych cyfr westektor powoduje szczególnie na falach krótkich znaczne tłumienie, pociągające za sobą zmniejszenie wzmocnienia i pogorszenie selektywności. Nawet na długich falach np. na fali 2500 m odpowiadającej mniej więcej pośredniej częstotliwości daje westektor o wiele gorsze wyniki, niż dioda. Ujemny wpływ tego tłumienia daje się szczególnie we znaki, gdy się stosuje lampę wielkiej częstotliwości o dużym oporze wewnętrznym.

#### Linjowość charakterystyki.

Charakterystyka diody ma bardziej prostoliniowy przebieg niż charakterystyka westektora. Podczas gdy westektor daje linjową detekcję dla sygnałów nie mniejszych od 1—2 V, przy diodzie wystarczy sygnał 0,1 — 0,2 V, co stanowi 1/10 napięcia niezbędnego dla westektora.

#### Sprawność.

Dioda odznacza się większym współczynnikiem sprawności, niż westektor. Tak np. daje ona przy napięciu zmienionym 10 V, napięcie wyprostowane wartości 13,3 V; westektor zaś w tych samych warunkach — napięcie wyprostowane równe 10 V.

A. L.

## KOMUNIKAT SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ SEP.

Dn. 6 i 13 czerwca r. b. odbyły się zebrania odczytowe Sekcji, na których inż. P. Modrak wygłosił odczyt p. t. „Zastosowanie kwarcu”.

Prelegent zaznajomił zebranych z właściwościami kryształów kwarcu, metodami selekcji i obróbki mechanicznej. Ponadto omówił szczegółowo układy, w których kwarc służy jako element wzbudzający i sterujący nadajnik, bądź jako rezonator pewnej częstotliwości. Na podkreślenie zasługują badania i próby, mające na celu wyrób płytek kwarcu o częstotliwości niezależnej od temperatury. Doświadczenia te jak i wyrób płytek kwarcu odbywają się w Instytucie Radio-technicznym.

Po odczytach wywiązała się ożywiona dyskusja.