

Kpt. Stanisław Noworolski

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI
WARSZAWSKIEJ

Nr. Inwent. 158

RADJOKOMUNIKACJA KIERUNKOWA I RADJOGONIOMETRJA

ZASADY DZIAŁANIA I OPIS PRZYRZĄDÓW

69 rysunków w tekście i 2 tablice

Warszawa 1924

WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

22.3220

Rpt. Stanisław Noworolski

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI
WARSZAWSKIEJ

№ Inwent. 158

RADJOKOMUNIKACJA KIERUNKOWA I RADJOGONIOMETRIA

ZASADY DZIAŁANIA I OPIS PRZYRZĄDÓW

69 rysunków w tekście i 2 tablice

Warszawa 1924

WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

42 1220



D.90

Wszelkie prawa przedruku i przekładu zastrzeżone.

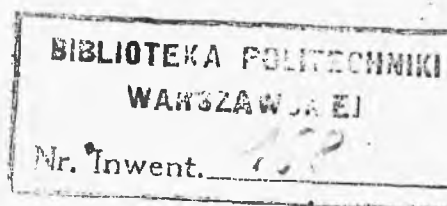
-C.1090-



11197

Druk. J. B. Kondeckiego. Warszawa, Marszałkowska 53a.

B602 P/499 - 04



PRZEDMOWA.

Obecnie pracuje na kuli ziemskiej kilkadziesiąt tysięcy radjostacji małych, kilka tysięcy średnich, kilkadziesiąt wielkich i kilkanaście olbrzymich, światowych.

W miarę dalszego rozwoju radjokomunikacji, ilość ta wzrośnie jeszcze bardziej i sieć stanie się gęsta.

Pomimo ograniczeń międzynarodowych i państwowych co do czasu pracy poszczególnych stacji i obrotu ich fal, możliwość wzajemnego przeszkadzania sobie, w miarę nowego ich przybywania, będzie stale wzrastała. Jeżeli nie będą stosowane urządzenia do kierunkowego nadawania i odbierania fal, wzajemne porozumiewanie się napotka na znaczne trudności. Również względy ekonomiczne przemawiają za tem, aby skierowywać energję tylko w stronę tych stacji, z którymi pragniemy się porozumiewać.

Radjokomunikacja kierunkowa dąży do takiego rozwiązania i w praktyce, narówni z radjogoniometrią, ma już szerokie zastosowanie, które w przyszłości jeszcze znacznie wzrośnie.

Otóż zadaniem dziełka niniejszego jest zaznajomienie czytelnika z zasadami radjokomunikacji kierunkowej i radjogoniometrii, bez użycia wzorów matematycznych.

Ustęp „O mapach” jest ujęty bardzo popularnie w porównaniu z innymi, ze względu na przeznaczenie książki. Ma ona służyć jako materiał informacyjny w pierwszym rzędzie dla wojskowej obsługi radjotelegraficznej.

Warszawa, w listopadzie 1923 r.

Stanisław Noworolski.

TREŚĆ.

	strona
Przedmowa	II
Zasady radjotelegrafji	1
1. Stacja nadawcza	2
2. Stacja odbiorcza.	5
3. Radjotelefon	7
4. Zasięg radjostacji	8
5. Znaczenie radjotelegrafji	10

C z ę ś ć I.

RADJOKOMUNIKACJA KIERUNKOWA

Wiadomości wstępne.	11
1. Rozchodzenie się fal	11
2. Zasięg kątowy anteny	14
Zadania stacyj nadawczych kierunkowych.	15
Anteny nadawcze kierunkowe.	17
1. Antena przesłonięta	17
2. Antena pozioma Marconi'ego	18
3. Antena ziemna (leżąca) Kiebitz'a	20
4. Antena systemu Aleksanderson'a	23
5. Antena systemu Blondel'a	25
6. Antena zamknięta	28
7. System Bellini-Tosi	29
8. System Bellini-Tosi połączony z anteną pionową	32
9. Nadawanie przy pomocy krótkich fal i reflektora	32
10. Nadawanie przy pomocy fal odbitych od górnych warstw atmosfery	35

C z ę ś ć II.

RADJOGONIOMETRJA.

Zadania radjogoniometriji	37
1. Oznaczenie położenia stacji nadawczej	37
2. Kierowanie flotą powietrzną lub morską	40

VI

	strona
3. System Scheller'a	43
4. Całkowite lub częściowe wykluczenie szkodliwego działania stacyj postronnych—na odbiorczą	45
5. Zmniejszenie działania wyładowań atmosferycznych	47
Anteny odbiorcze kierunkowe	47
1. Antena pozioma Marconiego	47
2. Antena naziemna (leżąca) Kiebitz'a	50
3. Antena systemu Beverage	51
4. Anteny systemu Bellini-Tosi	55
5. System Bellini-Tosi połączony z anteną pionową	56
6. Antena ramowa	56
7. System Robinson'a	67
8. Antena rezonansowa	69
O mapach	70
Stacja kontrolna	74

C z ę ś ć III.

OPIS STACYJ RADJOGONIOMETRYCZNYCH.

Ustawienie	75
Opis odbiornika radjogoniometrycznego firmy Lorentz'a	77
Odbiornik radjogoniometryczny firmy Seibt'a mały	84
Odbiornik radjogoniometryczny Towarzystwa Marconi'ego 12 A	90
Radjogoniometr wskazówkowy	94
Użycie amplifikatora i heterodyny w odbiornikach Lorentz'a i Seibt'a	96
Odbiór na maximum i minimum siły dźwięku	99
Dokonywanie pomiarów. (Ogólne wskazówki)	101
Przyczyny błędów w pomiarach	103
Zakończenie	111
Biblijografia	112
Skorowidz alfabetyczny	113
Sprostowania	117

SPIS RYSUNKÓW

C z ę ś ć I.

ZASADY RADJOTELEGRAFJI.

	strona
Rys. A Układ stacji nadawczej i odbiorczej	4
„ B Graficzne przedstawienie prądów w stacji nadawczej i odbiorczej	6
Rys. C Graficzne przedstawienie prądów w stacji radjotelefonicznej	7
„ D Najprostszy układ stacji radjotelefonicznej nadawczej i odbiorczej	8

RADJOKOMUNIKACJA KIERUNKOWA

Rys. 1. Uginanie się promieni elektromagnetycznych	12
„ 2. Uginające działanie rzeki na promienie elektromagnetyczne	13
„ 3. Zasięg kątowy anteny. (Charakterystyka anteny)	14
„ 4. Antena sztucznie przesłonięta	17
„ 5. Antena przesłonięta terenem	18
„ 6. Antena pozioma Marconi'ego	18
„ 7. Zasięg kątowy anteny poziomej nadawczej	19
„ 8. Antena gwiazdowa	20
„ 9. Antena Kiebitz'a	21
„ 10. Antena systemu Alexanderson'a	25
„ 11. Przebieg zmiany ciśnienia w ośrodku przewodzącym	26
„ 12. Antena systemu Blondel'a	27
„ 13. Krzywa zasięgu kilku anten ułożonych w jednej płaszczyźnie	28
„ 14. Antena zamknięta	28
„ 15. Zasięg kątowy anteny zamkniętej	29
„ 16. Układ dwóch anten systemu Bellini-Tosi	30
„ 17. System Bellini-Tosi połączony z anteną pionową (układ nadawczy)	32
„ 18. Zasięg kątowy układu Bellini-Tosi z anteną pionową	33
„ 19. Zasięg kątowy anteny parabolicznej Marconi'ego	34
„ 20. Kierunkowe nadawanie z odbiciem fal od górnych warstw atmosfery	35

VIII

C z ę ś ć II.

RADJOGONIOMETRJA.

	Strona
Rys. 21. Oznaczenie położenia nieznanej stacji	38
„ 22. Trójkąt błędów	39
„ 23. Kierowanie płatowcem	41
„ 24. Radjotelegraficzne kierowanie statkiem (system Scheller'a)	44
„ 25. Działanie stacyj postronnych na odbiorczą	46
„ 26. Zmniejszenie wpływu wyładowań atmosferycznych	47
„ 27. Układ anten nadawczej i odbiorczej. (poziomej)	47
„ 28. Zasięg kątowy anteny poziomej odbiorczej	48
„ 29. Oznaczanie położenia nieznanej stacji przy pomocy dwóch stacyj odbiorczych o antenach gwiazdowych	49
„ 30. Antena naziemna (leżąca) Kiebitz'a	51
„ 31. Antena systemu Beverage (układ zasadniczy)	52
„ 32. Zasięg kątowy anteny systemu Beverage	53
„ 33. Antena Beverage o dwóch przewodach	54
„ 34. Antena systemu Bellini-Tosi w połączeniu z anteną pio- nową (układ odbiorczy)	56
„ 35. Antena ramowa—solenoidalna	57
„ 36. Ramowa stacja odbiorcza bylelej warszawskiej firmy „Farad“	59
„ 37. Ramowa stacja odbiorcza firmy Lorentz'a	60
„ 38. Tablica dla wyszukania najodpowiedniejszych wymiarów anteny ramowej	63
„ 39. Zasięg kątowy anteny ramowej zniekształcony z powodu zjawiska antenowego	64
„ 40. Zasięg kątowy anteny ramowej zniekształcony z powodu zjawiska antenowego i pojemności przewodów względem siebie	64
„ 41. Antena ramowa spiralna	65
„ 42. Orjentowanie się płatowca przy pomocy anteny ramowej	66
„ 43. Wpływ wiatru na płatowiec w czasie lotu	66
„ 44. Układ połączeń w systemie Robinson'a	68

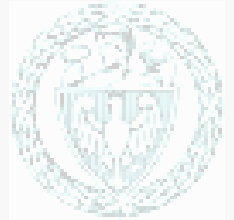
O MAPACH.

„ 45. Przedłużenie kierunku fal w różnych miejscach ziemi	72
„ 46. Powstawanie siatki gnomicznej	74

C z ę ś ć III.

OPIS STACJI GONIOMETRYCZNYCH.

Rys. 47. Odbiornik radjogoniometryczny Lorentz'a. (widok ogólny)	78
„ 48. Wnętrze odbiornika radjogoniometrycznego Lorentz'a	78
„ 49. Zasadniczy układ połączeń odbiornika Lorentz'a	79



	strona
Rys. 50. Kondensator różnicowy w odbiorniku Lorentz'a . . .	80
„ 51. Szczegółowy układ połączeń odbiornika Lorentz'a . . .	81
„ 52. Zmiana sprzężenia w obwodzie detektorowym . . .	82
„ 53. Odbiornik radjogoniometryczny Seibt'a mały (widok ogólny)	84
„ 54. Wnętrze odbiornika Seibt'a	85
„ 55. Schemat połączeń odbiornika Seibt'a	86
„ 56. Sposoby połączenia anteny przy pomocy przełącznika falowego	87
„ 57. Zasadnicze połączenie anteny z cewkami stałymi radjogoniometru	88
„ 58. Kondensator różnicowy w odbiorniku Seibt'a	89
„ 59. Odbiornik radjogoniometryczny Towarzystwa Marconi'ego (widok ogólny)	90
„ 60. Radjogoniometr w odbiorniku Marconi'ego	91
„ 61. Zasadniczy układ połączeń w odbiorniku Marconi'ego (radjogoniometr)	92
„ 62. Uproszczony schemat połączeń odbiornika Marconi'ego (6-cio lampowego)	93
„ 63. Radjogoniometr wskazówkowy	95
„ 64. Połączenie anteny ramowej z amplifikatorem	96
„ 65. Połączenie heterodyny z odbiornikiem Lorentz'a lub Seibt'a	98
„ 66. Krzywe zasięgu anten o płaskich i ostrych maximach i minimumach	99
„ 67. Sposób określenia stron świata	103
„ 68. Przesunięcie minimum w antenie ramowej z przyczyny prądów pojemnościowych	107
„ 69. Sposób połączenia kondensatora wyrównawczego z anteną ramową	108

TABLICE.

TABL. I. Szczegółowy schemat połączeń w odbiorniku Marconi'ego typu 12 A. .

TABL. II. Sposób prowadzenia notatek w dzienniku stacyjnym

Zasady radjotelegrafji *).

Jeżeli w jakimkolwiek przewodniku przepływa prąd elektryczny i zmienia swój kierunek lub wielkość, wytwarza w otaczającym środowisku zaburzenia elektromagnetyczne. Te zaburzenia w postaci fal elektromagnetycznych rozprzestrzeniają się w dal z szybkością światła, więc około 300.000 km/sek.

Błędnem byłoby mniemanie, że fale te są zaburzeniami w powietrzu. Są to zaburzenia w eterze kosmicznym; przenikają bardzo dobrze izolatory, a przez metale są bądź to odbite, bądź pochłonięte. Prąd elektryczny przechodzi łatwo przez metale, fale elektromagnetyczne zaś przez izolatory.

Fale elektromagnetyczne są tej samej natury co świetlne i ciepłe, podlegają tym samym prawom, a różnią się jedynie długością. Fale świetlne mierzymy dziesięcio-tysięcznymi częściami milimetra, zaś fale stosowane w radjotelegrafji setkami i tysiącami metrów.

Gdyby fale po sobie następujące miały jednakowe natężenie czyli amplitudy, nazywałyby się *niegasnącymi*.

Jeżeli fale po sobie następujące mają coraz mniejszą amplitudę, nazywają się *gasnącymi*.

Gdyby fale rozprzestrzeniające się w postaci kul współśrodkowych, po drodze nie napotykały na żadne przeszkody osłabiające ich natężenie, to wielkość amplitudy energii w miarę oddalania się od źródła fal malałaby z kwadratem odległości.

Fale elektromagnetyczne, podobnie jak fale wodne lub powietrzne, niosą z sobą pewien zapas energii; gdybyśmy chcieli całkowitą energję wypromieniowaną w postaci fal elektromagnetycznych uchwycić, musielibyśmy otoczyć cały układ promie-

*) W celu umożliwienia zaznajomienia się z radjotelegrafją kierunkową tym czytelnikom, którzy z jakichkolwiek przyczyn nie znają zasad ogólnych radjotelegrafji, umieszczam je w krótkości.

niujący, kulistą metalową powłoką o promieniu tem większym, im dalej znajdowalibyśmy się od układu promieniującego. Praktycznie, na odległościach od kilkudziesięciu metrów w górę, jest to niemożliwe do wykonania. Możemy więc tylko część energii wypromieniowanej z układu uzyskać i to tylko najwyższą taką, jaka na daną powierzchnię wykorzystania przypada.

Ponieważ w odległościach setek i tysięcy kilometrów od układu wysyłającego fale elektromagnetyczne, powierzchnia, z której moglibyśmy praktycznie czerpać energję, jest znikomą małą w porównaniu do pozostałej powierzchni, musielibyśmy dla wykrycia fal posiadać albo przyrządy o nadzwyczajnej czułości, albo wysyłać fale o większem natężeniu (wielkiej amplitudzie).

Stosuje się jedno i drugie równocześnie. Jako jedne z najczulszych przyrządów elektrycznych, należy uważać słuchawkę telefoniczną i lampę katodową.

Energję fal elektromagnetycznych można zwiększyć przez zastosowanie w układzie promieniującym prądów o znacznej mocy i wielkiej częstotliwości. Radjotelegrafia i radjotelefonja polega właśnie na przenoszeniu energii z jednego miejsca na drugie przy pomocy fal elektromagnetycznych; układ promieniujący (antena) stacji nadawczej jest niejako pierwotnem uzwojeniem transformatora, zaś antena stacji odbiorczej—wtórny uzwojeniem.

Dla porozumienia się przy pomocy fal elektromagnetycznych potrzeba stacji nadawczej i odbiorczej.

STACJA NADAWCZA

- składa się zasadniczo z
1. źródła prądu zmiennego o bardzo wielkiej częstotliwości i znacznem napięciu,
 2. anteny,
 3. urządzenia do nastrojania,
 4. klucza Morse'a.

1. Źródło prądu.

Prądy elektrowni miejskich zmieniają swój kierunek zazwyczaj około 100 razy na sekundę; w radjotelegrafji muszą być stosowane prądy zmieniające swój kierunek kilkadziesiąt tysięcy do miliona i więcej razy w sekundzie. Te prądy wytwarzają albo specjalne maszyny (wielkiej częstotliwości) albo generatory lampowe, łukowe, albo uzyskuje się je dzięki automatycznemu działaniu iskry elektrycznej jako przerywacza o bardzo wielkiej częstotliwości w połączeniu z kondensatorem i cewką samoindukcyjną.

Tym prądem szybkozmiennym jest ładowana:

antena.

Nie każdy układ przewodników, w których płynie prąd, nadaje się do wywołania zaburzeń elektromagnetycznych. Gdyby w dwóch blisko siebie położonych przewodnikach płynął prąd jednakowego natężenia w przeciwnych kierunkach, to wzajemne działanie tych prądów na otoczenie znosiłoby się i to tem bardziej, im bliżej siebie znajdowałyby się one.

Gdybyśmy w długiej metalowej rurze umieścili izolowany przewodnik i połączyli go z nią na obu końcach, a następnie w ten zamknięty obwód włączyli źródło prądu zmiennego, to na zewnątrz taki układ zupełnie nie działałby elektromagnetycznie.

Ponieważ w radiotelegrafii staramy się o możliwie silne działanie układu na zewnątrz, czyli o promieniowanie, stosujemy takie układy, które mają tę właściwość w stopniu najwyższym. Są to obwody otwarte.

Najprostszym obwodem otwartym jest zwyczajny wyciągnięty prostolinijnie przewodnik.

Na powierzchni przewodnika może się zbierać elektryczność. Jeżeli w jakikolwiek sposób potrafilibyśmy naprzemian naładowywać oba końce przewodnika, jeden dodatnio, drugi ujemnie, a następnie odwrotnie, płynąłby w przewodniku prąd zmienny pomimo tego, że nie tworzy on zamkniętego metalicznego obwodu.

W celu wywołania możliwie silnych prądów, a tem samem promieniowania, musielibyśmy łączyć końce przewodnika do wysokiego napięcia i z wielką częstością. Ma to miejsce właśnie w stacjach nadawczych.

Otwarty obwód drgań stacji nadawczej składa się z anteny i ziemi lub anteny i przeciw wagi t. j. drutu rozpostartego pod anteną, izolowanego od ziemi i połączonego przez aparat z anteną.

Antenę tworzy zwykle drut miedziany izolowany od ziemi, a wyciągnięty możliwie wysoko w górę. Może być jeden, a może być ich cały szereg, ułożonych w kształcie piramidy, harfy, stożka, lub rozgałęzionych w górze, w kształcie parasola, litery T i t. p.

Antenę można zbudować nietylko na ziemi, lecz również na statku morskim, lub wreszcie na samolocie. Antenę samolotu tworzy zwisający drut, długi na kilkadziesiąt do dwustu metrów; jest on izolowany od części metalowych płatowca, które tworzą drugą część układu promieniującego (przeciwwaga).

Tak jak dla powstania głosu, jest potrzebna drgająca struna, lub membrana, tak też dla wytworzenia fal elektromagnetycznych

jest potrzebna antena. Dzięki temu, że jest zmiennie ładowana, w jej otoczeniu powstają zaburzenia równowagi sił (elektrycznych i magnetycznych) i te zaburzenia jako fale elektromagnetyczne rozchodzą się na wszystkie strony z szybkością światła.

3. Urządzenia do nastrojania.

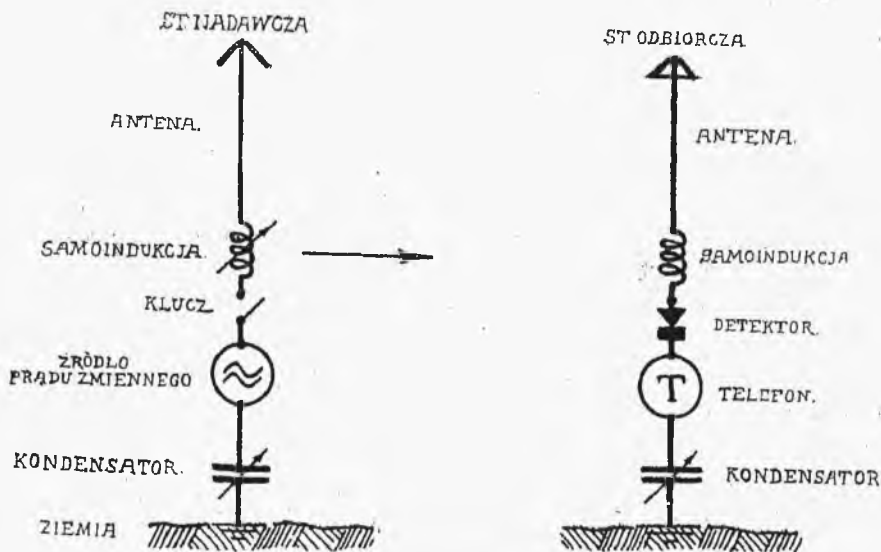
W ścisłej zależności od wysokości anteny pozostaje długość fali; im wyższa antena, tem może być wysłana dłuższa fala. Antenę można w pewnych granicach sztucznie przedłużyć przez dołączenie cewki (samoindukcji) lub skrócić zapomocą kondensatora, a tem samem zmieniać długość wysyłanych fal. Cewka samoindukcyjna i kondensator tworzą zatem urządzenie do nastrojania.

Samoindukcję i pojemność możemy regulować albo skokami, albo w sposób ciągły (warjometr i kondensator zmienny).

4. Klucz.

Klucz służy do pośredniego włączania i wyłączania prądów ładujących antenę. Przy naciśnięciu klucza, antena ładuje się zmiennie, a tem samem wysyła falę; zaś przy puszczeniu go, prąd nie płynie w antenie, więc mamy wówczas w przestrzeni spokój. Wysyłanie fal elektromagnetycznych przez czas dłuższy odpowiada kresce, przez czas krótszy punktowi, zaś brak fali—przerwie.

Najprostszy układ stacji nadawczej i odbiorczej przedstawia rysunek A.



Rys. A. Układ stacji nadawczej i odbiorczej.

STACJA ODBIORCZA

składa się z:

1. anteny,
2. urządzenia do nastrajania,
3. detektora,
4. słuchawki telefonicznej.

1. Antena.

Fale elektromagnetyczne, wysłane przez stację nadawczą, rozprzestrzeniają się jako zaburzenia w eterze; te zaburzenia indukują (wzbudzają) w antenie odbiorczej prądy zmienne wielkiej częstotliwości, lecz bardzo słabe. Ażeby móc wśród mnóstwa fal wysyłanych równocześnie przez rozmaite stacje, wyłowić tę, o którą nam chodzi, musimy zastosować:

2. urządzenia do nastrajania.

Dzięki sztuczному wydłużaniu lub skracaniu anteny, reaguje ona najsilniej na tę falę, na jaką jest nastrojona. Zjawisko to nosi miano rezonansu i jest w zasadzie podobne do zjawisk rezonansu w głosie. Własną stację odróżnia się od obcych według długości fali. Stacje iskrowe oprócz tego charakteryzują się właściwym sobie tonem.

Prądy zmienne, wytworzone w antenie odbiorczej, nie mogą być użyte w zwykłym aparacie Morse'a dla zapisania punktów i kresek z powodu małego natężenia i wielkiej częstotliwości. Nawet tak czuły przyrząd jak słuchawka telefoniczna, włączona w antenę, nie wykazuje żadnego działania. Przyczyna leży a) w membranie, gdyż ta z powodu swej masy nie może drgać z szybkością kilkuset tysięcy razy na sekundę, a następnie b) w fizjologicznej budowie ucha ludzkiego; potrafimy odróżnić dźwięki nie przenoszące 30 000—40 000 drgań na sekundę, wyższych nie słyszymy.

Stąd też dla przyjęcia depeszy należy najpierw prądy zmienne wyrównać. Czyni to:

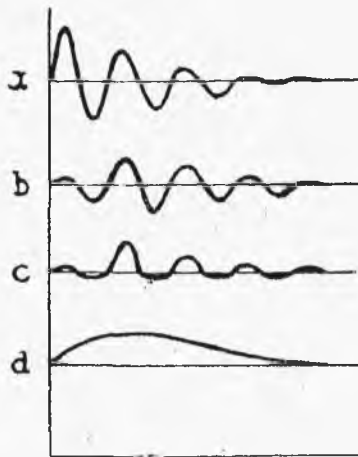
3. detektor.

Detektor składa się zwykle z kryształu (blyszczu ołowiu) i ostrza metalowego. Działa on dla słabych prądów jako wentyl: w jedną stronę prąd przepuszcza łatwo — w drugą bardzo trudno. Wyrównany w ten sposób prąd zmienny działa już na słuchawkę telefoniczną — należy jeszcze uzyskać ton. Ton powstanie dzięki temu, że albo będziemy prąd detektorowy w stacji odbiorczej przerywali 600 — 1000 razy na sekundę, albo już odrazu w stacji nadawczej wysyłali impulsy tej częstotliwości.

Na rys. B „a” przedstawia ciągi fal wysyłane przez stacje nadawcze; jest ich 1000 na sek; „b” prądy indukowane w antenie stacji odbiorczej; „c” prądy antenowe wyprostowane przez detektor, lub inne urządzenie, zaś „d” sumaryczne działanie prądu wyrównanego na słuchawkę.

Widzimy, że jakkolwiek prąd w stacji nadawczej ma wielką częstotliwość, membrana wykonywa tylko ilość drgań równającą się ilości impulsów.

Detektor jest przyrządem czulszym i pewniejszym od koherera, dlatego też wyparł go oddawna z użycia. Obecnie prócz detektora, stosuje się jeszcze wzmacniacze lampowe (amplifikatory) w celu zwiększenia mocy odbieranych prądów kilka do kilku tysięcy razy. Wzmacniacz spełnia rolę przekaźnika (relais).



Rys. B. Graficzne przedstawienie prądów szybkozmiennych w stacji nadawczej i odbiorczej.

4. Słuchawka (telefon).

W powszechnem użyciu jest słuchowe przyjmowanie depeasz. Telegrafista po kilkumiesięcznym wyszkoleniu przyjmuje depeasz „na słuch” z szybkością około 70 — 120 liter na minutę. Z długości trwania tonu określa punkt lub kreskę. Metoda słuchowa dla swej prostoty i czułości jest niezrównana.

Zapisywanie depeasz przez aparaty (bardzo skomplikowane) praktykuje się jedynie na olbrzymich stacjach jak Paryż, Nauen,

Clitden¹⁾ i t. p. i to w wypadku maszynowego nadawania z szybkością około 400 liter na minutę.

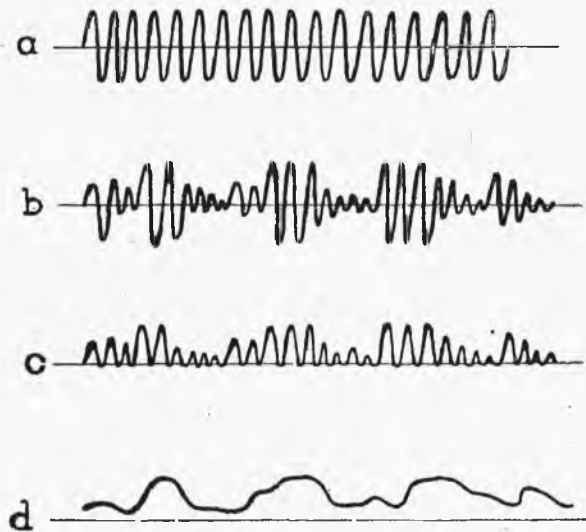
RADJOTELEFON.

Z powodu szybkiego rozwoju radjotelefonji i wprowadzenia jej w wojsku (aeroplany) należy również o niej wspomnieć.

Radjotelefon działa na tej samej zasadzie jak radjotelegraf, stacja odbiorcza jest podobna do radjotelegraficznej. Stacja nadawcza nieco się różni: źródło prądu zmiennego musi wysyłać fale niegasnące, a więc o stałej amplitudzie. Jeżeli natężenie tych fal będziemy zmieniali w taki sposób, jak to odpowiada, mowie ludzkiej, to w stacji odbiorczej będzie ona odtworzona.

Zmiany mogą być wywołane działaniem (indukcyjnym) prądów mikrofonowych na prądy antenowe stacji nadawczej.

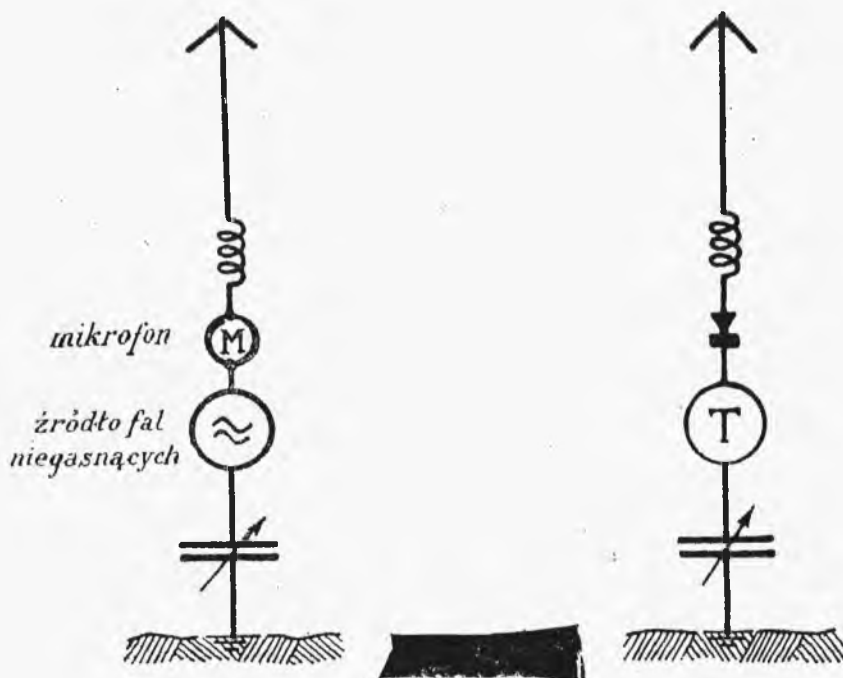
Na rysunku C „a” przedstawia fale niegasnące w chwili, gdy nie mówimy do mikrofonu, zaś krzywa „b” te same fale zniekształcone z powodu dźwięków głosowych działających na mikrofon. Prądy antenowe w stacji odbiorczej po ich wyprostowaniu przedstawia wykres „c”, zaś sumaryczne działanie ich na membranę telefoniczną—krzywa „d”.



Rys. C Graficzne przedstawienie prądów w stacji radjotelefonicznej.

¹⁾ Stacja Transatlantycka w Warszawie posiada również odbiorcze urządzenie zapisujące.

Najprostszy układ stacji radjotelefonicznej przedstawia rysunek D.



Rys. D. Najprostszy układ stacji radjotelefonicznej nadawczej i odbiorczej.

Obecnie można porozumiewać się radjotelefontycznie nawet z Europy do Ameryki. Tak wspaniałymi wynikami nie może poszczycić się telefonja kablowa, gdyż, jak wiadomo, przed wojną można było porozumieć się na 40 klm, a obecnie na odległość około 200 km.

Przyczyną, uniemożliwiającą rozmowę kablem na większą odległość, jest jego pojemność. Wpływa ona na obniżenie sprawności i zacieranie dźwięków, szczególnie wyższych.

ZASIĘG RADJOSTACJI.

Zasięg radjostacji zależy od wielu czynników. Główniejsze z nich to:

1. moc (energja) wypromieniowana przez st. nadawczą,
2. długość fali,
3. energja wyzyskana w stacji odbiorczej,
4. czułość aparatów,

5. przeszkody terenowe i atmosferyczne stałe i zmienne.

1. Jest rzeczą jasną, że im silniej stacja promieniuje, tem większa jest amplituda fal wytworzonych, które skutkiem tego mogą pokonać większą przestrzeń.

Również nie jest rzeczą obojętną, jakiego rodzaju fale stacja wypromieniowuje: stacja pracująca falami niegasnącemi ma zasadniczo zasięg większy półtorakrotnie, lub nawet kilkakrotnie, niż stacja tej samej mocy o falach gasnących.

Stacja iskrowa (o falach gasnących) o mocy 5 kW pracuje pewnie na odległość 750 do 1000 klm.

Wielkie stacje światowe o zasięgu do 20000 klm. pracują mocą 600 do 1000 kW i więcej.

Warszawska stacja transatlantycka o mocy około 400 kW, będąca na ukończeniu będzie pracowała falami niegasnącemi z zasięgiem do Ameryki.

W pewnych warunkach stacje mogą pracować bardzo małą mocą i mieć normalny albo zwiększony zasięg, lub odwrotnie z powodu rozmaitych zakłóceń—zasięg mniejszy niż normalny. Dla pewności ruchu zazwyczaj stacje pracują mocą wielokrotnie większą, niż jest w pewnych wypadkach potrzebna.

2. Doświadczenia wykazały, że fale długie są w mniejszym stopniu po drodze osłabiane niż krótkie, dlatego w wypadkach, kiedy odległość stacji jest znaczna, stosuje się fale długie. Np. warszawska stacja transatlantycka będzie pracowała falami długości około 17000 do 21000 metrów. Wogóle dla każdej odległości istnieje pewna fala najodpowiedniejsza.

3. Energja uzyskana w stacji odbiorczej zależy od kształtu i wymiarów anteny odbiorczej i dokładności nastrojenia.

4. Czułość obecnie używanych aparatów jest dostatecznie wielka, w miarę stosowania czulszych urządzeń wzmagają się trudności w odbiorze z powodu wyładowań atmosferycznych i działania stacyj postronnych.

5. Zależnie od przewodnictwa terenu, zasięg bywa różny; zasięg na morzu jest większy, niż na lądzie. Lasy pokrywające znaczną przestrzeń terenu, sąsiedztwo wielkich przedmiotów, szczególnie metalowych uziemionych, wpływa ujemnie na rozchodzenie się fal.

Oprócz tych czynników, wpływy atmosferyczne, wpływy pory dnia i roku rozmaicie działają na zasięg. Jest on np. zasadniczo w nocy kilka razy większy niż w dzień, w zimie większy, niż w lecie. W ogólności ulega znacznym wahaniom. Czasami

z powodu wyładowań atmosferycznych, mających swe źródło w miejscach nieraz bardzo odległych od stacji odbiorczej korespondencja jest całkowicie uniemożliwiona.

Były znane wypadki zadziwiającego zasięgu. Np. amatorom amerykańskim udało się kilka razy nawiązać łączność radjotelegraficzną z Gibraltarem, stacją nadawczą o mocy 1,5 do 2,5 kilowata.

ZNACZENIE RADJOTELEGRAFJI.

Radjotelegraf, jako środek łączności w działaniu na odległość od kilkuset kilometrów w górę, jest tańszy od zwykłego telegrafu, łatwo przenośny i nie związany z miejscem, gdyż nie posiada linii telegraficznej. Pewność porozumiewania się w pobliżu nieprzyjaciela, szczególnie w walce partyzanckiej, jest większa, niż w telegrafii przewodowej. Jednostki taktyczne i większe oddziały wywiadowcze mogą operować w głębi frontu nieprzyjacielskiego, utrzymując kontakt z głównymi siłami. W razie zupełnego otoczenia przez nieprzyjaciela, nie jesteśmy pozbawieni tego środka łączności.

Ważna depesza dla wielu oddziałów, względnie całego kraju, może być podana równocześnie do wszystkich punktów. (Niemcy w ten sposób przestrzegli swą flotę handlową o wybuchu wojny).

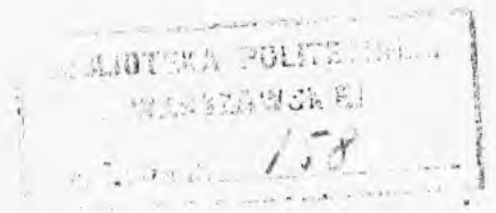
Radjotelegrafia umożliwia szybki i głęboki wywiad przy pomocy płatowców wyposażonych w stację nadawczą.

Jako wywiadowczą służbę należy również uważać pracę podsłuchową stacji odbiorczych. Stacje goniometryczne służą do wywiadu i kierowania flotą powietrzną.

Dzięki radjo można kierować z płatowców skutecznie ogniem artylerji.

Dokładne regulowanie zegarów na statkach może odbywać się przy pomocy radjo, nawet z większą dokładnością niż 1/100 sekundy. Odbiornik radjotelegraficzny jest tańszy od chronometru, tak, że małe statki raczej zaopatrują się w odbiorniki radjotelegraficzne, niż w dokładne zegary.

Przy pomocy radjo można przestrzec statki morskie i powietrzne o nadciągającej burzy lub mgle. Można również szybko określić centrum trzęsienia ziemi.



Część I.

Radjokomunikacja kierunkowa.

WIADOMOŚCI WSTĘPNE.

Rozchodzenie się fal.

Wyobraźmy sobie małą kulę, którą jakimkolwiek urządzeniem będziemy bardzo szybko ładowali dodatnio i ujemnie. Wówczas w ośrodku otaczającym kulę powstaną zaburzenia, które w postaci współśrodkowych kul w coraz to większym promieniu będą się rozprzestrzeniały.

Szybkość rozchodzenia się tych zaburzeń, zwanych falami elektromagnetycznymi, jest znaczna, gdyż wynosi w powietrzu około 300000 kilometrów na sekundę. Równa się zatem szybkości światła.

Linje prostopadłe do powierzchni fali nazywamy promieniami elektromagnetycznymi; promienie zbiegają się w źródle wysyłającym fale elektromagnetyczne, tem samym wyznaczając i jego położenie w przestrzeni.

Tak, jak gwiazdy (olbrzymie słońca), pomimo swej wielkości, wydają się nam z powodu znacznej odległości punktami, tak też i całą radjostację rozpatrywaną z wielkiej odległości można uważać za punkt wysyłający fale elektromagnetyczne. Ponieważ ośrodkiem rozprzestrzeniającym fale elektromagnetyczne jest ziemia (w swych górnych warstwach) i atmosfera, fale nie rozchodzą się we wszystkich kierunkach jednakowo i prostolinijnie: obliczenia i obserwacje stwierdzają, że pełzają niejako po ziemi nie mogąc oderwać się w gwiazdną przestrzeń lub przeniknąć na wyłot. Dzięki tej właściwości jest możliwe porozumiewanie się na odległość 20000 kilometrów, a więc stacja odbiorcza może znajdować się na przeciwległym punkcie kuli ziemskiej. Gdyby fale rozchodziły się jedynie w kierunkach prostych, to

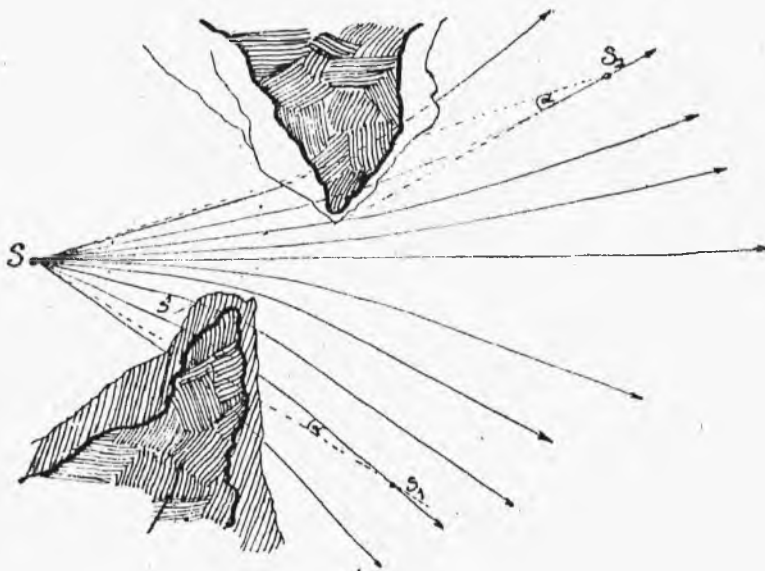
stacje działałyby w bardzo małym promieniu z powodu kulistości ziemi.

Fale elektromagnetyczne, wysyłane przez potężne stacje, opasują więc ziemię, rozchodząc się po kołach nazywanych ortodromami.

Ortodromy są to koła przechodzące przez punkt, w którym znajduje się stacja nadawcza i przeciwległy punkt kuli ziemskiej. Więc dla stacji umieszczonej na biegunie, ortodromami byłyby linje południkowe. Gdy mówimy, że fale ze stacji nadawczej rozchodzą się we wszystkich kierunkach, to rozumiemy przez to ortodromy, a nie przestrzeń międzyplanetarną lub wewnątrz ziemi.

W ośrodku jednorodnym promienie elektromagnetyczne tworzą linje proste. W niejednorodnym—linje łamane względnie zakrzywione i to tem bardziej, im znaczniejsze różnice zachodzą w gęstościach (stałych dielektrycznych) pomiędzy jednym a drugim ośrodkiem.

Rys. 1 przedstawia zmianę kierunku promieni elektromagnetycznych po przejściu przez górę.



Rys. 1. Uginanie się promieni elektromagnetycznych.

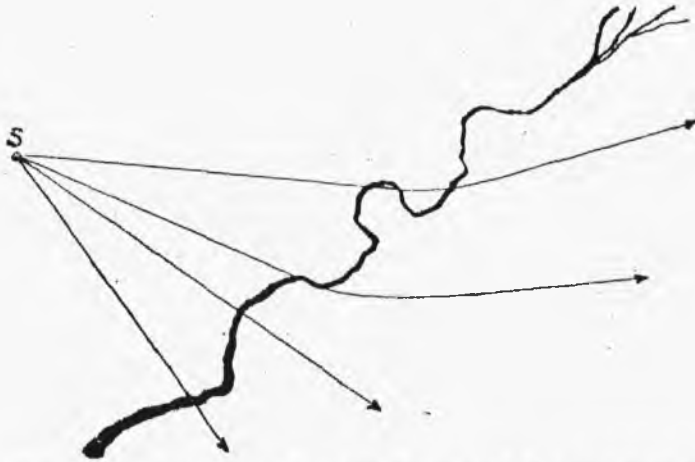
Kierunek zmieniają nie tylko te promienie, które przechodzą przez górę, lecz i te nawet, które znajdują się w pobliżu góry. Przyczyna tego zjawiska tkwi w działaniu wielkiej masy na swe

otoczenie. Działanie wielkich mas (gór) na promienie elektromagnetyczne można porównać do działania bryły żelaza na linie magnetyczne.

Gdybyśmy w punktach S_1 i S_2 określili kierunek skąd fale przychodzą, następnie je przedłużyli, to ich przecięcie wyznaczyłoby rzeczywistego źródła fal z powodu zniekształcającego działania ośrodka. Ta zmiana kierunku da się wyrazić kątem, L , który tworzy przedłużenie promienia przechodzącego w punkcie S_1 i promienia, któryby leżał w tym samym punkcie wtedy, gdyby ośrodek był jednorodny.

Podobnie jak góry, na zmianę kierunku przychodzących fal wpływają wielkie jeziora, rzeki i morza.

Zaznacza się to szczególnie silnie wtedy, kiedy linja łącząca stację nadawczą z odbiorczą nie tnie prostopadle rzeki, brzegu morza, lecz przebiega równoległe, lub pod pewnym kątem rys. 2.



Rys. 2. Uginające działanie rzeki na promienie elektromagnetyczne.

Również i atmosfera może wpływać w podobny sposób zależnie od swego przewodnictwa, szalejącej burzy, lub płonących lasów na znacznej przestrzeni, zaćmienia słońca i księżyca, wybuchu wulkanu i z powodu innych przyczyn dotychczas nam bliżej nie znanych.

Niektóre przyczyny działają sobie przeciwnie, więc wpływają tylko nieznacznie na zmianę kierunku, inne wzajemnie się wspierają, a tem samem potęgują zmianę. Może ona w pewnych wypadkach dochodzić do kilkunastu stopni.

Dla pewnych celów rzeczą nieodzowną jest możliwość rzu-

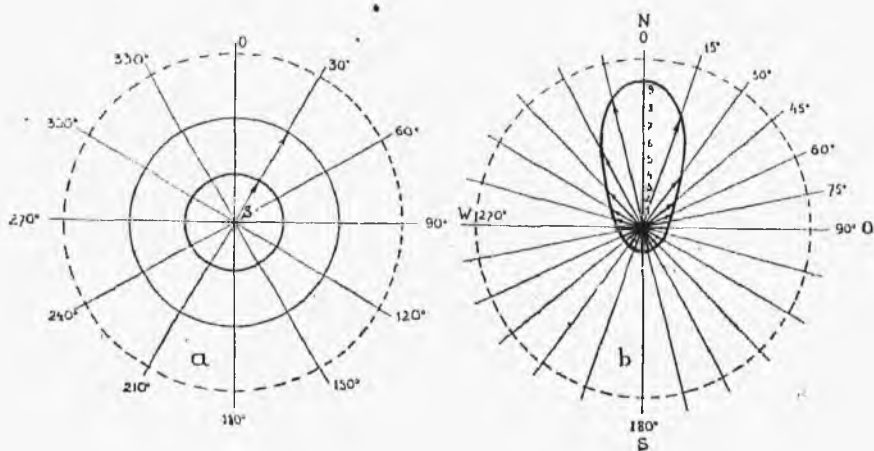
czenia energii w postaci fal elektromagnetycznych w pewnym ściśle określonym kierunku. Do tego celu służą stacje nadawcze kierunkowe. Przed ich rozpatrzeniem zatrzymajmy się nieco nad pojęciem zasięgu kątownego anteny.

ZASIĘG KĄTOWY ANTENY.

(Charakterystyka anteny.)

W odróżnieniu od ogólnego zasięgu stacji t. j. największej odległości, na jaką ona pracować może, istnieje jeszcze zasięg kątowny, czyli kierunkowy. Ten zasięg, przedstawiony jako linja krzywa, zależy od właściwości anteny i może mieć najrozmaitsze kształty.

Dla zwykłej anteny pionowej zasięg kątowny jest kołem. (rys. 3 „A”) t. zn., że zarówno jej promieniowanie, jak i pochłanianie fal elektromagnetycznych w płaszczyźnie poziomej, jest we wszystkich kierunkach jednakowe.



Rys. 3. Zasięg kątowny anteny.

Istnieją jednak anteny, które mają różny zasięg kątowny, zależnie od swego położenia. Na rys. 3 „B” mamy przedstawiony zasięg kątowny anteny kierunkowej. Znajduje się ona w punkcie środkowym rysunku i działanie jej w kierunku „N” jest najsilniejsze, gdyż wynosi 9 dowolnych zresztą jednostek; w innych kierunkach działa słabiej, a wielkość tego działania oznaczają poszczególne strzałki.

Krzywą zasięgu stacji nadawczej zdejmuje się w ten sposób, że: albo 1) w pewnej od niej odległości równającej się najmniej 5-krotnej długości fali, umieszcza się stację odbiorczą

i dokonywa pomiaru natężenia prądu antenowego przyrządem cieplnym, zapisując każdorazowo kąt, jaki tworzy antena nadawcza z dowolnie obraną linią. Antenę nadawczą obracamy zatem co kilka stopni w granicy od 0° do 360° ,—albo 2) w pewnym stałym promieniu objeżdża się stację nadawczą i co pewną ilość stopni zapisuje natężenie prądu antenowego.

Przez cały czas pomiarów stacja nadawcza musi pracować jedną i tą samą mocą i długością fali.

Krzywą zasięgu kąтового stacji odbiorczej zdejmujemy zwykle w ten sposób, że obracamy jej anteną od 0° do 360° , co kilkanaście stopni i mierzymy równocześnie prądy antenowe, które odpowiadają każdorazowemu położeniu anteny. Stacja nadawcza musi wciąż wysyłać sygnały o jednakowej mocy i długości fali.

ZADANIA STACYJ NADAWCZYCH KIERUNKOWYCH.

Każda stacja nadawcza musi mieć przedewszystkiem źródło energii w postaci dowolnego generatora prądów szybkobieżnych i urządzenie wypromieniowujące. Tym urządzeniem jest antena.

W jednorodnym ośrodku zwyczajna antena pionowa, parasolowa, piramidalna, stożkowa i t. p. promieniuje energję w jednakowym stopniu we wszystkich kierunkach.

Ma to pewne zalety, lecz również i wady. Zaletą jest możność nadania ważnej depeszy równocześnie wszystkim stacjom, znajdującym się w obrębie jej działania. Ważne wiadomości polityczne, meteorologiczne, naukowe i inne, mogą być równocześnie w wielu punktach odebrane.

Z drugiej strony jednak zachowanie tajemnicy w tym wypadku jest wręcz niemożliwe, względnie wielce utrudnione; szczególnie w silniejszych stacjach wojskowych, ze względu na nieprzyjaciela, używanie zwyczajnych anten, zarówno z powodu możności podsłuchania, jak też i utrzymania w tajemnicy miejsca postojów stacji nadawczej, jest konieczne. Wreszcie w miarę wzrostu komunikacji radjotelegraficznej, mnoży się ilość stacyj na danym terenie, a tem samem rośnie możliwość wzajemnego przeszkadzania.

Ilość wielkich stacyj światowych wyposażonych w anteny o równomiernem promieniowaniu na wszystkie strony, z powodu wzajemnego przeszkadzania sobie w pracy, ograniczałaby się do kilkunastu. Jedynie dzięki możności kierunkowego wysyłania

i odbioru fal elektromagnetycznych, może ona znacznie wzrosnąć, gdyż wtedy możemy wyznaczyć każdej stacji swoistą strefę działania. Jako przykład, można przytoczyć stację w Kahuku (wyspy Hawajskie), mającą dwie oddzielne anteny poziome Marconiego, z których jedna działa do San-Francisco, druga zaś do Japonji. Pomimo tego, że obie anteny pracują równocześnie i są ze wspólnego źródła zasilane, każda mocą trzystu kilowatów, stacje odbiorcze w San-Francisco i w Japonji mogą przyjmować depesze różne co do treści.

Prócz tych wad mamy jeszcze jedną do zwalczenia, a mianowicie zmniejszenie energii wypromieniowanej. Nieodparcie nasuwa się pytanie, czy jest konieczne wysyłanie olbrzymich zasobów energii w przestrzeń, ażeby w odbiorniku użytkować jej miliardową cząstkę?

Czyż nie popełniamy takiego marnotrawstwa, jak gdybyśmy dla zabicia komara strzelali z ciężkiego działa?

Rzucić energję wypromieniowaną przez pewne urządzenie w jednym kierunku—jest to dążenie współczesnej radjotechniki.

Wówczas dla porozumiewania się między Warszawą a New-Yorkiem, prawdopodobnie wystarczy bateria kieszonkowa.

Dotychczas jesteśmy dalecy od rozwiązania nęcącego zagadnienia z powodu znacznej długości fal stosowanych w radjotelegrafji w porównaniu do fal świetlnych. Natura ich jest ta sama, podlegają tym samym prawom odbicia, załamania, interferencji i t. d., a różnią się jedynie długością: fale świetlne są długości od 0.00043 mm. do 0.00075 mm., zaś fale stosowane w radjotelegrafji od kilkudziesięciu metrów do dwudziestu i więcej kilometrów.

A zatem z powodu nadzwyczajnej ich długości, gdybyśmy chcieli rzucić je w pewnym kierunku przy pomocy reflektora, to musiałby on mieć kilometrowe wymiary.

Istnieją rozmaite możliwości rozwiązania radjokomunikacji kierunkowej, a wśród nich:

1. zmuszenie elektronów do drgań w pewnej tylko płaszczyźnie;

2. wytworzenie fal bardzo krótkich, rzucenie ich w określonym kierunku i przetworzenie następnie na fale takiej długości, jakie są obecnie w użyciu. Dotychczas żadnych prac w tym kierunku nie zrobiono. Z obecnie istniejących sposobów kierunkowego nadawania należy wymienić:

1. antenę przesłoniętą,

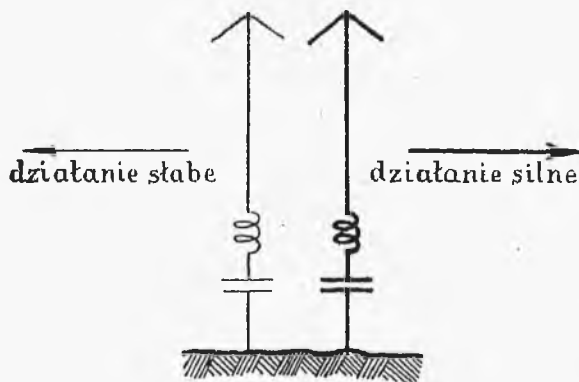
2. antenę poziomą Marconi'ego,
3. antenę leżącą (ziemną) Kiebitz'a,
4. antenę systemu Alexanderson'a,
5. antenę systemu Blondel'a,
6. antenę zamkniętą,
7. system Bellini-Tosi,
8. system Bellini-Tosi w połączeniu z anteną pionową,
9. nadawanie przy pomocy krótkich fal i reflektora,
10. nadawanie przy pomocy fal odbitych od górnych warstw atmosfery.

Pobieżne rozpatrzenie tych punktów dowodzi, że kierunkowość działania stacji przypada w udziale tylko antenie, a nie innym częściom urządzenia stacji. Rozpatrzmy je po kolei.

ANTENY NADAWCZE KIERUNKOWE.

1. Antena przesłonięta.

Jeżeli w pobliżu anteny nadawczej (rys. 4) umieścimy drugą antenę uziemioną i dostrojoną, to część energii zostanie przez nią pochłonięta i temsamem w stronę nie przesłoniętą, promieniowanie będzie normalne, zaś w przeciwną—słabe.



Rys. 4 Antena sztucznie przesłonięta.

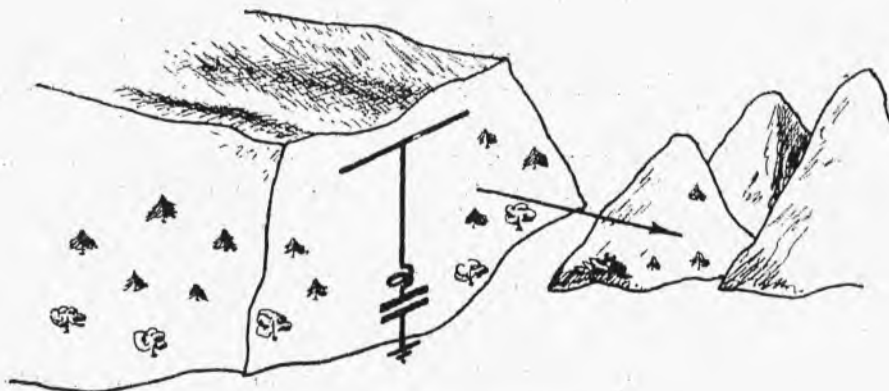
Urządzenie to może być stosowane jedynie w małych stacjach o zwykłej antenie pionowej. Użycie przesłaniania w stacjach o szeroko rozbudowanych antenach byłoby kosztowne ze względu na budowę zasłony, która powinna swymi wymiarami jeśli nie przewyższać, to przynajmniej dorównywać antenie nadawczej.

W niektórych wypadkach można wykorzystać do tego celu



naturalne zasłony w postaci stromych gór. Podole, a szczególnie doliny Dniestru i jego dorzeczy, obfitują w bardzo wygodne zasłony naturalne wysokości od kilkudziesięciu do 200 metrów.

Wyobraźmy sobie stok góry; rys. 5, na którym rozpinamy antenę w kształcie litery T, lub harfową.



Rys. 5. Antena przesłonięta terenem.

Działanie anteny w stronę otwartą terenu będzie silne, względnie normalne, zaś w przeciwną—równe zeru, lub bardzo słabe z powodu góry. Jeżeli jeszcze uwzględnimy wysokość góry, która często wynosi ponad sto metrów, wreszcie łatwość umieszczenia anteny o bardzo znacznej pojemności, to dojdziemy do przekonania, iż znikomymi środkami można wybudować w tych miejscach potężne kierunkowe radjostacje.

2. Antena pozioma Marconi'ego.

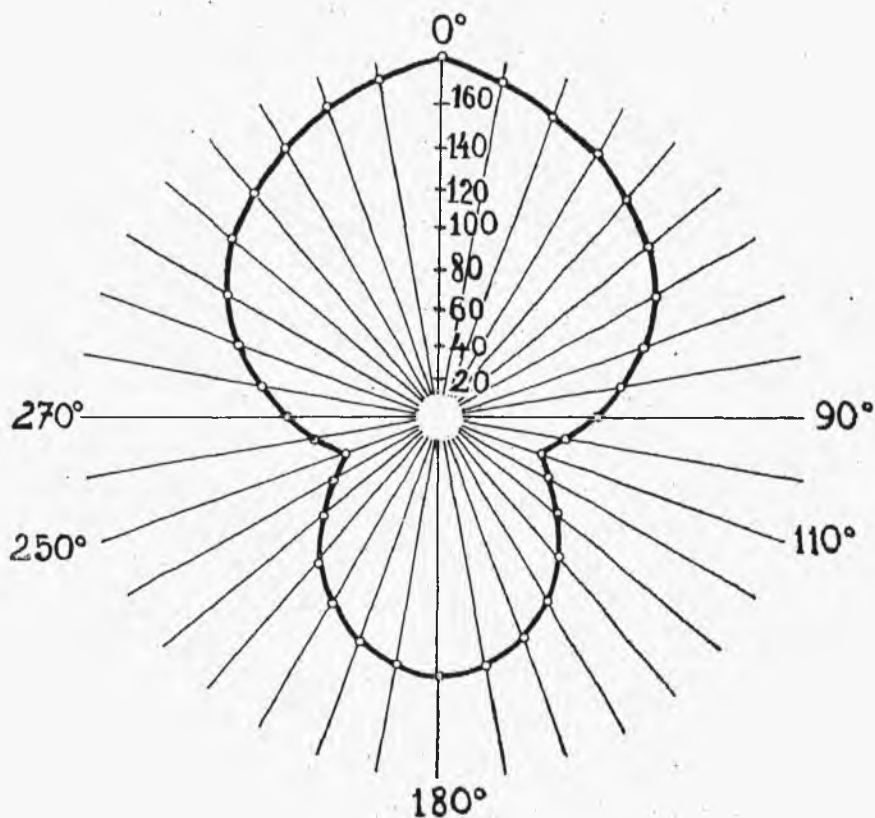
Antena kierunkowa otwarta (rys. 6) przypomina swym kształtem odwróconą literę L o jednym ramieniu znacznie dłuższym od drugiego (najmniej siedm razy). Ramię pionowe jest krótkie, poziome długie.



Rys. 6. Antena pozioma Marconi'ego.

Taka antena wysyła fale elektromagnetyczne nierównomiernie w różne strony; a mianowicie: w stronę przeciwną kierunkowi

dłuższego ramienia bardzo silnie, w stronę z nim zgodną—słabiej, na boki zaś—nieznacznie, jak to widać na rys. 7.



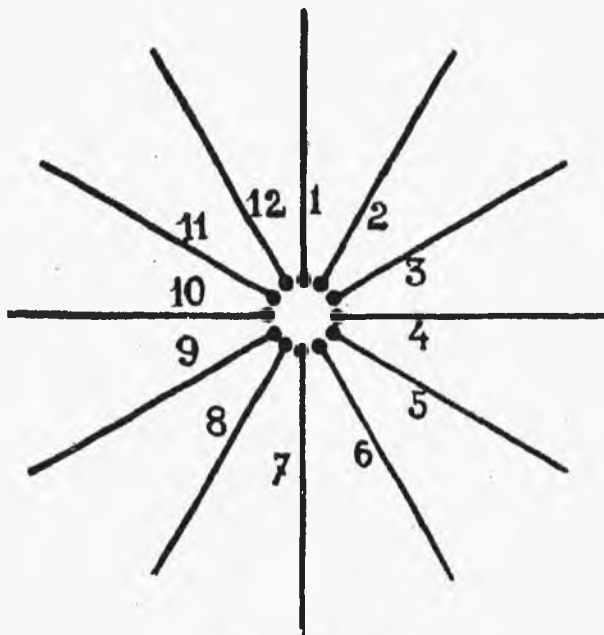
Rys. 7. Zasięg kątowny anteny poziomej nadawczej (według Rein'a).

Linja krzywa oznacza miejsce w terenie, gdzie odbierane znaki są jednakowej siły, dokładniej — gdzie amplituda przycho-
dzących fal jest jednakowa.

Chcąc zatem nadawać depezę w pewnym kierunku, trzeba odpowiednio zbudować antenę, względnie uczynić ją ruchomą dookoła pionowej osi (pionowego ramienia) i zależnie od potrzeby nadawać jej różne położenia. Antena ruchoma pozioma, z powodu swej znacznej długości (kilkaset do kilku tysięcy metrów), byłaby nie-
tylko kosztowna, ale i niepraktyczna.

O wiele prostszą i tańszą jest antena gwiazdowa: rys. 8, składająca się z wielu anten kierunkowych poziomych (jak na rys. 6) umieszczonych promienisto i od siebie izolowanych.

Jeżeli którąkolwiek z tych anten połączymy z układem drgającym, to pocznie ona wysyłać fale w kierunku ściśle przez jej położenie określonym. Im więcej promieni będzie liczyła ta gwiazda, tem mniejszemi skokami będziemy mogli przechodzić z jednego kierunku do drugiego.



Rys. 8. Antena gwiazdowa.

W celu wygodnego przyłączenia się do anteny gwiazdowej, wszystkie jej końce względnie początki schodzą się w sali nadawczej w przełączniku. Jeden koniec układu zasilającego jest stale połączony z ziemią, lub przeciwwagą, drugi możemy dowolnie łączyć z punktami 1, 2, 3... 12.

3. Antena przyziemna Kiebitz'a.

Antena przyziemna różni się od poziomej tem, że jest bardzo nisko umieszczona nad ziemią, a czasem nawet wprost na ziemi ułożona, rys. 90. Obwód bodźczy działa zwykle w środku anteny. Końce anteny albo są wolne (jednak izolowane od ziemi), albo połączone przez kondensatory z ziemią.

Opór anteny ziemnej w porównaniu z anteną parasolową jest wielki, gdyż wynosi około 10 do 150 ohmów. Krzywa zasięgu katowego anteny leżącej jest podobna do krzywej zasięgu anteny poziomej.

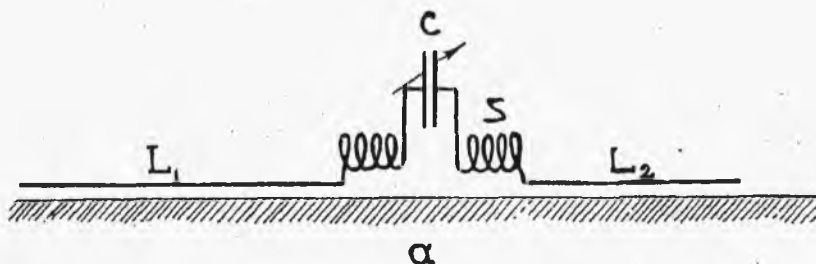
Pewne ciekawe dane o właściwościach anteny leżącej podaje Kiebitz w poniższych tablicach; dane te dotyczą anteny długiej na 500 m. zrobionej z pojedynczego drutu brązowego o średnicy 2 milimetrów.

Pojemność i tłumienie anteny leżącej według pomiarów Kiebitz'a:

Wysokość anteny m	Długość fali własnej	Pojemność w centym. (dla długich fal)	Tłumienie przy $\lambda=1350$ m		
			Dekrement	opór w ohmach	
15	1075	1440	0,048	10	Pomiary bez kondensatorów na końcach.
5	1105	1530	0,081	15	
1	1160	1770	0,107	17	
15	1740	2300	0,107	14	Pomiary z kondensatorami na końcach.
5	1750	2390	0,165	20	
1	1750	2600	0,193	21	

Zasięg anteny leżącej według Kiebitz'a:

Kilowatów w antenie	Długość fali	Zasięg w kilometr. w terenie płaskim	Wysokość anteny w metrach
1	800—1400	430	1—8
1	3500	405	1
2	1000	450	1—15
2—3	1200	470	8
2,5	1000	760	20



Rys. 9. Antena Kiebitz'a.

Dla celów porównawczych może posłużyć poniższa tablica z danymi dotyczącymi anteny poziomej Marconi'ego.

Zasięg anteny poziomej Marconi'ego:

Moc w antenie w kilowatach	Długość fali w metrach	Zasięg w kilometrach	
		na morzu	na lądzie
0,3	1200	190	175
1,0	1200	300	250
1,5	1200	400	390
2,0	1200	450	420
3,0	1200	520	500

Stosowanie anten kierunkowych otwartych, szczególnie w wypadku użycia jednego promienia, a nie całego pęku, względnie gwiazdy, z powodu swej prostoty, łatwości budowy, małej widoczności (gdyż wysokość może wynosić tylko kilka metrów, więc antena w postaci izolowanego przewodu może leżeć wprost na ziemi), jest bardzo wskazane, szczególnie w tych wypadkach, kiedy kierunek nadawania przez dłuższy czas nie ulega zmianom.

To też w wielkiej wojnie były one szeroko stosowane przez Niemców szczególnie w kolonjach (jako stacje nadawcze i odbiorcze).

Obecnie podobne anteny buduje się nawet w wielkich stacjach. Dzięki udoskonaleniu Alexanderson'a, anteny te pomimo znacznej długości, odznaczają się małym oporem uziemienia, a tem samym stosunkowo małą ilością energii można pokonywać znaczną przestrzeń.

Kierunkowe działanie anten poziomych zależy od przewodnictwa ziemi (pod anteną i w pobliżu) i jest tem słabsze, im przewodnictwo jest większe; antena pozioma zbudowana na morzu działałaby jak zwykła pionowa.

Ustawienie anteny poziomej lub przesłoniętej nie następuje zbytnich trudności: materiał zwykle znajduje się pod ręką, a roboty prowadzone tuż przy ziemi są łatwe i mogą być szybko wykonane.

Ramię poziome powinno być najmniej siedm razy dłuższe od pionowego, a całkowita długość anteny powinna równać się w przybliżeniu $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{6}$ długości wysyłanej fali. Ponieważ pracuje się zwykle kilkoma falami — wybiera się średnią, względnie tę, która jest najczęściej używana za podstawę do obliczeń. Antena może składać się z kilku promieni równolegle biegną-

cych, najmniej w odległości 1 metra; opór jej będzie mniejszy, a pojemność większa. Zwiększenie pojemności anteny nie jest jednak proporcjonalne do zwiększenia ilości promieni (z powodu ich bliskości), lecz wzrasta znacznie wolniej.

4. Antena Alexanderson'a.

Antena Alexanderson'a należy do typu anten poziomych, nadawczych. Zasługuje na szczególną uwagę, choćby z tej przyczyny, że mamy w Polsce antenę tego rodzaju w Warszawskiej Stacji Transatlantyckiej.

Zadaniem Alexanderson'a było stworzenie takiego układu, wypromieniowującego fale elektromagnetyczne kierunkowo, który umożliwiłby to dla wielkiej ilości energii np. setek i tysięcy kilowatów, przy możliwie małych stratach i niskim koszcie urządzenia. Jego antena w wielkim stopniu tym wymaganiom odpowiada.

Dla wypromieniowania wielkich ilości energii z anteny, musi ona posiadać w wysokim stopniu zdolność czerpania jej ze źródła. W antenie zamkniętej, wytworzenie prądu o znacznej mocy, nie sprawia wielkiej trudności; niestety jednak taka antena o małych rozmiarach, w porównaniu z długością wysyłanych fal, odznacza się bardzo słabą zdolnością promieniowania.

Antena otwarta, w przeciwieństwie do zamkniętej, wyróżnia się wielką zdolnością promieniowania, lecz wytworzenie w niej prądu wielkiej mocy napotyka na pewne trudności.

Prąd w antenie otwartej może powstać jedynie dzięki jej pojemności. Prądy antenowe są prądami pojemnościowymi. Moc prądu antenowego jest ściśle zależna od:

- a) pojemności anteny,
- b) napięcia, do jakiego antenę ładujemy,
- c) częstotliwości,
- d) oporu.

a) **Pojemność anteny.** Pojemność anteny można zwiększyć przez możliwie szerokie i niskie rozbudowanie. Szerokie rozbudowanie anteny jest połączone z wielkimi kosztami, szczególnie wtedy, kiedy jest wysoka. Wysokość anteny parasolowej nie może być jednak dowolna, gdyż jest ściśle zależna od zasięgu stacji i długości fali; ponieważ jednak na większe odległości z wielu przyczyn musimy stosować fale długie, jest rzeczą jasną, że antena nie może być zbyt niska.

- b) **Graniczne napięcie,** do jakiego antenę ła-

dujemy, nie może przekroczyć 120.000 V. z powodu ulotu¹⁾ i jego następstw w postaci rozstrajania się stacji.

c) **Częstotliwość.** Częstotliwość pozostaje w ścisłej zależności od pojemności anteny i długości wysyłanej fali; nie może być zatem dowolnie zwiększana.

d) **Opór.** Z pojęciem prądu elektrycznego jest zawsze związane pojęcie obwodu zamkniętego. Jeżeli więc w antenie otwartej płyną prądy, muszą w jakiś sposób krążyć po drodze zamkniętej. Antena tworzy jedną okładkę kondensatora, ziemia w pobliżu anteny—drugą okładkę, a powietrze—dielektryk. Prądy ładowania i wyładowania przepływają więc następującą drogę: źródło energii, antena, dielektryk, ziemia i z powrotem. Straty w dielektryku są dla powietrza bardzo małe. Straty energii z powodu oporu anteny są nieznaczne; straty jednak w drugiej okładce, t. j. ziemi, z powodu jej oporu są znaczne i to tem znaczniejsze, im antena znajduje się bliżej ziemi. Chcąc zatem zbudować niską antenę na wielką moc, musimy zmniejszyć opór uziemienia. Zwyczajne poprowadzenie drutów uziemionych popod anteną nie wieleby na to wpłynęło, gdyż z powodu swej wielkiej długości stawiałyby bardzo wielki opór pozorny prądom szybkozmiennym. Z tej przyczyny, część prądu płynęłaby przez ziemię, która ma duży opór.

Alexanderson usuwa tę niedogodność przez zastosowanie anteny wielokrotnie nastrajanej. Mianowicie antenę poziomą uziemia w kilku miejscach przez cewki samoindukcyjne (rys. 10 „a“). Opór indukcyjny cewki jest tak dobrany, iż w każdym uziemieniu równa się całkowitemu oporowi pojemnościowemu anteny, przy danej fali, pomnożonemu przez liczbę wskazującą ilość cewek. Antena wielokrotnie nastrajana jest niejako równoległym połączeniem kilku lub kilkunastu anten pracujących tą samą falą.

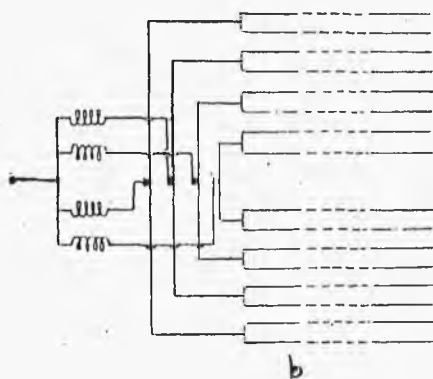
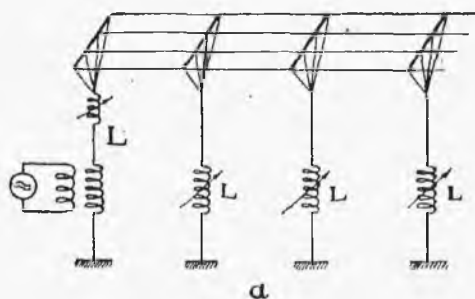
Ażeby opór uziemienia jeszcze bardziej zmniejszyć, zakopuje się w ziemi pod anteną kilkanaście równoległych drutów i odpowiednio łączy z cewkami samoindukcyjnymi, w celu równomiernego rozkładu prądu przez nie przybliżającego (rys. 10 „b“).

Również w celu możliwie dobrego rozłożenia prądu w ziemi, stosuje on przeciwagę umieszczoną na wysokości kilku metrów nad terenem (rys. 10 „c“). Wskutek tych udoskonaleń udało się zmniejszyć opór skuteczny do 0,55R, i niżej.

Antena Alexanderson'a pod Warszawą jest zawieszona na 10 masztach żelaznych w wysokości 126,5 m. Wzajemna odległość masztów wynosi przeszło 300 metrów, tak, że całkowita długość anteny przekracza 3 km. Anteną składa się z dwóch połów,

¹⁾ Wpływu elektryczności.

które mogą pracować oddzielnie lub wspólnie. Tworzy ją 16 drutów zawieszonych na izolatorach wisiorowych. Wisior składa się z 3 izolatorów na 130 cm. wysokich. Dla podtrzymania na maszcie 16-tu drutów antenowych służy belka długości 48 m. W celu zabezpieczenia anteny od nadmiernego zwisu lub nawet



Rys. 10. Antena systemu Alexanderson'a.

przerwania z powodu pokrycia lodem i śniegiem w czasie zimy, istnieje specjalne urządzenie służące do stapiania lodu.

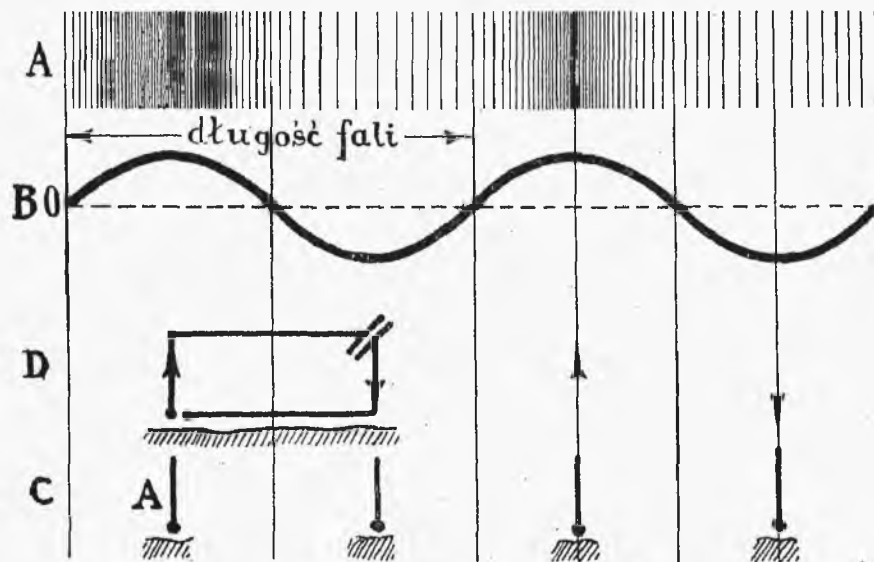
5. Antena systemu Blondel'a.

Antena systemu Blondel'a (rys. 12) składa się zasadniczo z dwóch lub więcej anten pionowych umieszczonych na pewnej

odległości od siebie, równającej się zwykle połowie długości fali. Anteny te są z sobą połączone i pobudzane w ten sposób, że prądy w nich płynące są przesunięte o 180° . To znaczy, że jeśli w jednej antenie płynie prąd z dołu do góry, w innej w tym samym czasie—z góry do dołu. Taki układ anten umożliwia wysyłanie fal w określonym kierunku.

W celu łatwiejszego zrozumienia działania tego układu, ucieknijmy się do następującego porównania fal elektromagnetycznych z falami głosowymi.

Istotą rozchodzenia się fal głosowych w powietrzu, są jego perjodyczne zgęszczenia i rozrzedzenia. Zmiany w ciśnieniu odbywają się nie raptownie, lecz stopniowo, jak to widać na rys. 11 „A”; miejsca ciemne oznaczają zgęszczenie, miejsca jasne—rozrzedzenie powietrza.



Rys. 11. Przebieg zmiany ciśnienia w ośrodku przewodzącym.

Dokładniej przebieg zmian ciśnienia przedstawia krzywa „B”; stopniowe jej wzniesienie się i spadek ponad osią oznacza wzrost i spadek ciśnienia od normalnego do normalnego, zaś stopniowe jej wzniesienie i opadanie pod spodem osi—zmniejszenie ciśnienia.

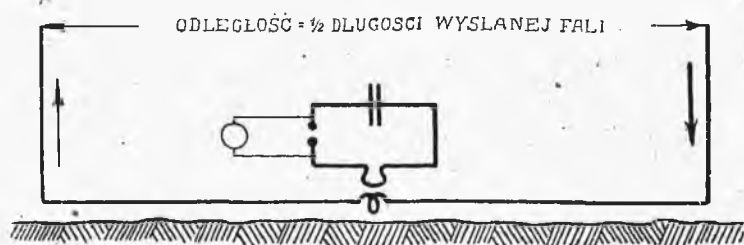
W podobny sposób rozchodzą się fale elektromagnetyczne, naturalnie w innym ośrodku i o odmiennym mechanizmie zjawiska.

Na rys. 11 C A oznacza zwyczajną pionową antenę. Antena jest

zmiennie i periodycznie ładowana, a zatem od jej podstawy aż do szczytu przepływają prądy zmienne. Jeżeli prąd, płynący od dołu anteny w górę, wytworzy pewne zwiększenie ciśnienia w ośrodku, to prąd płynący w stronę przeciwną wywoła skutek odwrotny, więc obniżenie ciśnienia. Te zaburzenia równowagi sił w postaci elektromagnetycznych fal rozprzestrzeniają się jak wiadomo z szybkością światła. Gdybyśmy obok tej anteny umieścili drugą i pobudzali ją w podobny sposób jak przeciwną, to znaczy z tą samą częstotliwością i w tym samym kierunku, działanie ich sumowałoby się. Dwie anteny blisko siebie położone i pobudzane z tą samą częstotliwością, ale w taki sposób, że prądy mają przeciwny kierunek—na zewnątrz, nie wywołują żadnych zaburzeń w ośrodku. Działania są sobie przeciwne, a tem samem znoszą się.

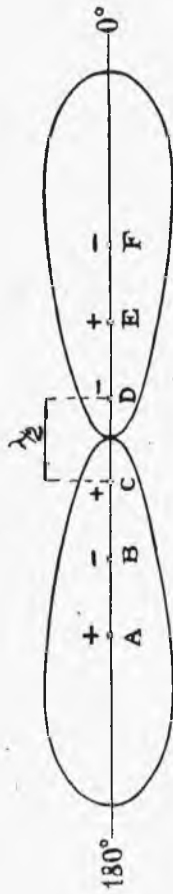
Inaczej przedstawia się sprawa, kiedy anteny oddaliliśmy od siebie o długość $= \frac{1}{2}$ fali wysyłanej. Wówczas działanie anten, pomimo prądów płynących przeciwnie, potęguje się, gdyż zwiększenie i zmniejszenie ciśnienia powstaje w tych miejscach i w taki sposób, jak gdyby tylko jedna pionowa antena promieniowała.

Zamiast budować dwie anteny i pobudzać je z dwóch źródeł z tą samą częstotliwością i prądami przesuniętymi o 180° , można o wiele prościej zbudować jedną antenę w kształcie prostokąta, lub kwadratu. Przeciwnie jej boki można uważać za zwyczajne anteny, w których krążą prądy przesunięte względem siebie o 180° , a tem samem ich działanie promieniujące nie tylko nie znosi się, lecz potęguje. Odległość ramion anteny zamkniętej mogłaby być równa $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ i t. d. długości fali, lecz dla wygody i małych strat używa się odstępów równego $\frac{1}{2}$ długości fali. Pierwszy tę zasadę zastosował Blondel; jego anteny stanowią przejście między anteną otwartą, zwyczajną, a zamkniętą. Rys. 12 przedstawia antenę systemu Blondel'a; (obwód bodźczy jest zaznaczony grubo.)



12. Antena systemu Blondel'a.

Cewka sprzężenia jest umieszczona w środku; pojemność i samoindukcja są równomiernie rozmieszczone po całym obwodzie.



Rys. 13. Krzywa zasięgu kilku anten ułożonych w jednej płaszczyźnie.

Zamiast dwóch anten można ułożyć w odległości połowy fali kilka lub kilkanaście anten w jednej płaszczyźnie i pobudzać je do drgań w sposób opisany; wówczas krzywa zasięgu kąowego uległaby korzystnej zmianie, jak to z rys. 13 widać.

6. Antena zamknięta.

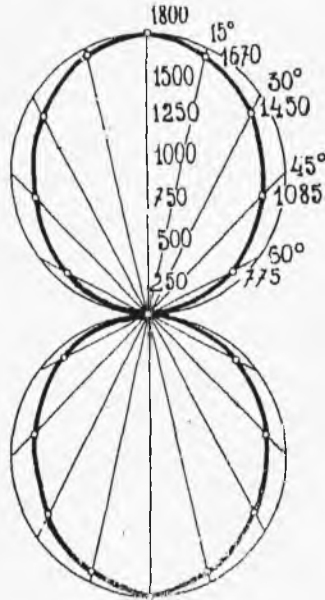
Jeżeli w zamkniętym przewodzie, np. kształtu koła (rys. 14 „a”), lub dowolnej figury geometrycznej, powstaną elektrycz-



Rys. 14. Antena zamknięta.

ne drgania, czyli inaczej mówiąc w obwodzie takim będzie krążył prąd szybkozmienny, to w najbliższym otoczeniu powstaną elektromagnetyczne zaburzenia.

Te zaburzenia nie mają jednakowego natężenia we wszystkich kierunkach. Mianowicie w płaszczyźnie układu drgań są najsilniejsze, zaś w płaszczyźnie prostopadłej do poprzedniej najsłabsze. Zasięg kątowy anteny zamkniętej przedstawia rys. 15.



Rys. 15. Zasięg kątowy anteny zamkniętej (teoretyczny).

Anteny zamknięte mogą mieć najrozmaitsze kształty — dla prostoty budowy stosuje się trójkątne lub czworoboczne, gdyż można je zbudować na jednym maszcie. Fig. 14 „b” i „c” przedstawia takie anteny.

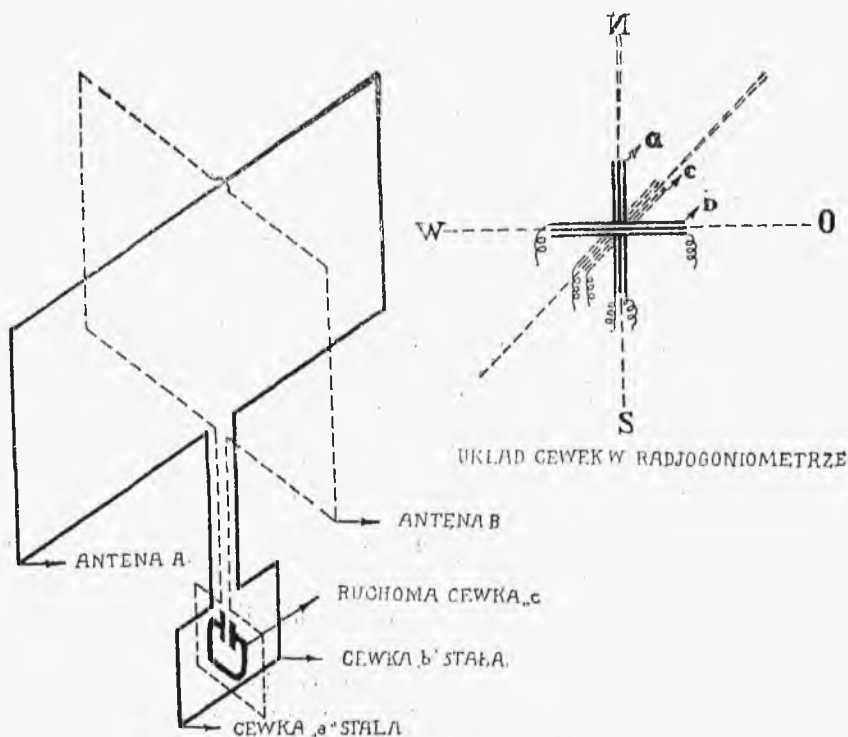
7. System Bellini-Tosi.

Chcąc wysłać anteną zamkniętą fale w dowolnie obranym kierunku (względnie w dwóch przeciwległych kierunkach), należy tak ją ustawić, aby płaszczyzna dająca się przez nią przesunąć, leżała w żądanym kierunku. Takie ustawienie nastęrcza znaczne trudności, gdy wymiary anteny są wielkie. Antena obrotowa tego typu byłaby kosztowna i ciężka do uruchomienia.

Bardzo prostą radę na to znaleźli Bellini i Tosi: mianowicie ustawiają dwie jednakowe anteny w płaszczyznach prostopadłych do siebie, jak to rys. 16 przedstawia.

Mają one wspólną pionową oś i są od siebie izolowane. Każda z anten jest połączona z małą nieruchomą cewką sprzężenia. Te małe cewki są również ułożone prostopadłe do siebie.

Wewnątrz tych cewek znajduje się trzecia, ruchoma. Ruchoma cewka jest połączona z obwodem drgań i może być rozpatrywana, jako pierwotne uzwojenie transformatora wielkiej częstotliwości. Wtórne uzwojenie tworzą anteny dzięki cewkom sprzęgającym.



Rys. 16. Układ dwóch anten systemu Bellini-Tosi.

Zależnie od położenia ruchomej cewki względem stałych, cały układ będzie wysyłał fale w ściśle określonym kierunku. Mianowicie: jeżeli cewka „c” jest w tej samej płaszczyźnie jak cewka „a”, czyli tworzy z nią kąt zerowy, to wówczas działa indukcyjnie najsilniej na nią, zaś na cewkę „b” nie wywiera żadnego wpływu, gdyż jest do niej prostopadła. Tem samym antena „A” silnie pobudzona wysyła fale w kierunku „NS”.

Jeżeli przeciwnie cewkę ruchomą ułożymy wewnątrz cewki „b”, to wtedy antena „A” będzie promieniowała w kierunku „WO”.

Jeżeli cewkę „c” ustawimy w ten sposób, że będzie jednakowo odległa od obu stałych cewek, to pobudzi obie anteny jednakowo silnie do promieniowania. Działania obu anten w przestrzeni odpowiednio się zsumują, dając wypadkowe, kierunkowe działanie takie, jak gdyby tylko sama ruchoma cewka służyła za antenę nadawczą. W wypadku, kiedy cewka ruchoma znajduje się w pobliżu stałej, np. „a”, to działa z tej przyczyny bardzo silnie na nią, a słabo na cewkę „b”. Wówczas anteny są nierównomiernie pobudzone: „A” promieniuje większą ilość energii, „B” mniejszą. Wypadkowe działanie jest znowu takie, jak gdyby tylko cewka ruchoma była nadawczą.

Uzasadnienie matematyczne tego faktu jest bardzo proste i można je spotkać w każdym niemal opisie stacyj gonjometrycznych.

W powyższych rozważaniach przyjęliśmy, że stałe cewki są ułożone w tej samej płaszczyźnie jak anteny. Nie jest to jednak rzeczą konieczną: mogą być względem nich przekręcone (jednak do siebie zawsze prostopadłe) o dowolny kąt, co zwykle ma miejsce, gdyż anteny są „na dworze” a cewki sprzężenia w budynku.

W tym wypadku, kierunek wysyłanych fal, zależnie od położenia cewki ruchomej, zmienia się, jednak nie leży już w jej płaszczyźnie jak poprzednio, gdyż jest zależny tylko od położenia anten i wielkości prądów w nich płynących.

Zasięg kątowy anten systemu Bellini-Tosi jest taki sam, jak anteny zamkniętej rys. 15.

Anteny zamknięte w rodzaju kolistej (rys. 14) mogą mieć więcej zwojów niż jeden, a tem samym silniej działać; jednak zwiększenie ilości zwojów jest równoznaczne ze zwiększeniem samoindukcji (i długości fali). Niestety, samoindukcji anteny nie można bezkarnie dowolnie zwiększać, gdyż między nią a pojemnością powinna być zachowana pewna zależność. Najlepsze działanie stacji uzyskuje się tylko wtedy, kiedy stosunek pojemności do samoindukcji ma pewną ściśle określoną wartość.

Opisana stacja kierunkowa syst. Bellini Tosi nadaje się do użycia jedynie jako stała stacja, służąca do kierowania flotą morską i powietrzną, do przeszkadzania małym nieprzyjacielskim stacjom, gdyż można je łatwo w chwili pracy przydusić, przytłoczyć swemi falami (anteny).

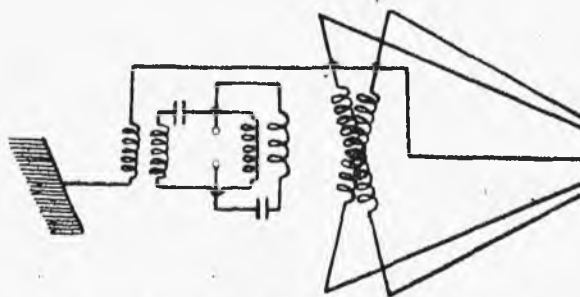
Przy tem samym napięciu i częstotliwości prądu zasilającego antenę, można pochłanianą energję zwiększyć jedynie przez zwiększenie jej pojemności.

Pojemność anteny zamkniętej względem ziemi jest mała w porównaniu z antenami otwartymi, oprócz tego jej zdolność promieniowania jest nieznaczna—stąd powstaje niemożliwość zbudowania wielkich stacji kierunkowych z antenami zamkniętymi.

W pobliżu frontu i na froncie mogą mieć zastosowanie stacje o antenach poziomych, względnie przyziemnych i stacje o antenach przesłoniętych terenem.

8. System Bellini-Tosi, połączony z anteną pionową.

Układ anten systemu Bellini-Tosi (rys. 16) działa kierunkowo dwustronnie. W celu wysyłania fal tylko w jedną stronę, umieszcza się w osi pionowej układu zwyczajną antenę pionową, wówczas z powodu sumowania się działania anteny pionowej i anten systemu Bellini-Tosi, układ będzie promieniował fale silniej w jedną stronę, jak to na rys. 18 widać.



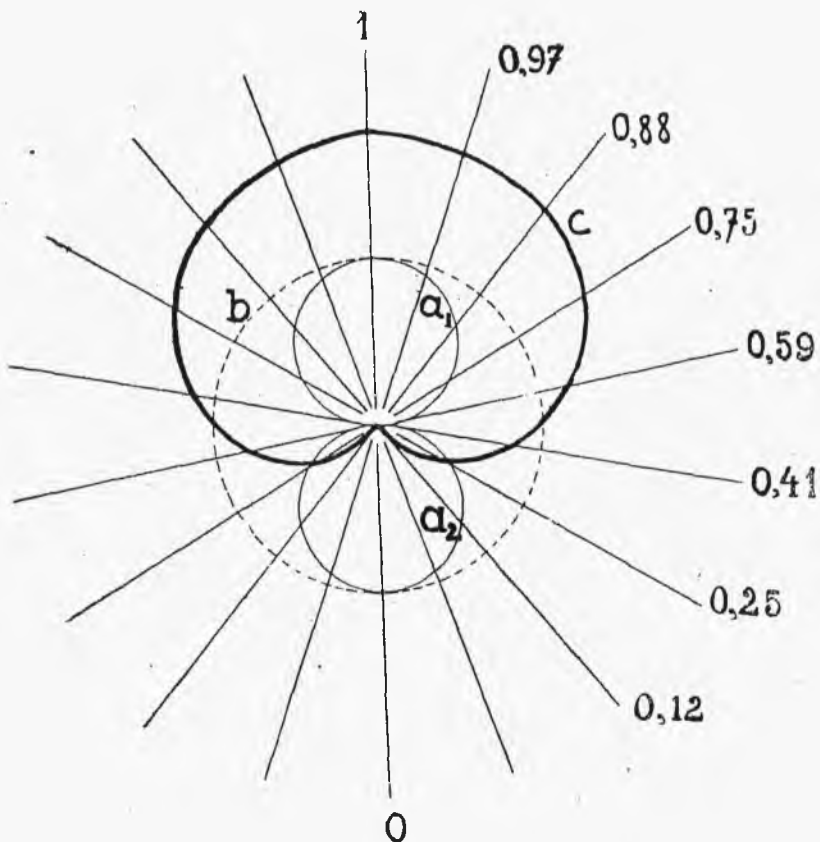
Rys. 17. System Bellini-Tosi, połączony z anteną pionową.

Na tym rysunku linja „b” przedstawia charakterystykę anteny pionowej, „a1” i „a2” charakterystykę anteny systemu Bellini-Tosi, zaś krzywa „c” wypadkową charakterystykę całego układu. W jaki sposób należy załączyć układ bodźczy, aby wywłać prądy w antenach, wskazuje rysunek 17.

9. Nadawanie przy pomocy krótkich fal¹⁾ i reflektora.

Bardzo ciekawe wyniki uzyskał Marconi z doświadczeniami nad kierunkowym nadawaniem depesz przy pomocy krótkich fal i zwierciadeł parabolicznych w najnowszych czasach 1918—1921 r.

¹⁾ Krótkie fale o długości kilkudziesięciu centymetrów, a znacznej stosunkowo mocy, uzyskano przy pomocy małych lamp trój elektrodowych.



Rys. 18. Zasięg kątowy układu Bellini-Tosi z anteną pionową.

Mianowicie, zwyczajną antenę pionową umieszczał w ognisku cylindrycznego, parabolicznego zwierciadła, utworzonego z całego szeregu pionowych drutów, rozpiętych pomiędzy dwiema ramami parabolicznymi. Druty te muszą być nastrojone na długość wysyłanej fali, a wysokość ich równa najmniej długości fali. Zależnie od stosunku długości fali, do rozchylenia ramion paraboli, występuje wybitnie kierunkowe działanie urządzenia, jak to na rys. 19 widać.

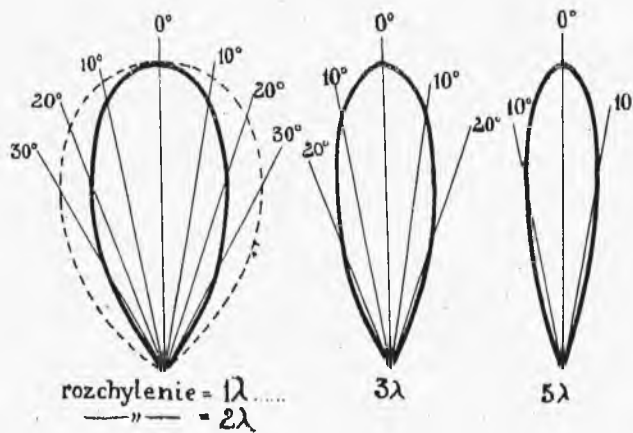
Doświadczenia czyniono z falami długości kilku metrów (2 do 20 m) i uzyskano bardzo dobrą radjotelegraficzną i radjotelefoniczną łączność na odległość około 200 km, przy wypromieniowanej mocy 300 watów i długości fali 15 m.

Ogromnie doniosłą rzeczą jest sprawność tego urządzenia; przekonano się, iż przy użyciu zwierciadła parabolicznego w stacji nadawczej i odbiorczej, można uzyskać w miejscu odbioru energję

200 do 250 razy większą, niż przy użyciu zwyczajnych anten — czyli innymi słowy np. zamiast 200 kW, wystarczy 1 kW dla uzyskania sygnału o tej samej sile. Krótkie fale ulegają bardzo znacznemu pochłanianiu (osłabieniu) na swej drodze dlatego, że drzewa, krzewy, budynki i t.p. mają właściwość mocnego zaciemnienia (w pojęciu elektrycznym).

Zasięg urządzenia wzrasta zatem z podniesieniem anten w górę w znaczny sposób, gdyż np. przez umieszczenie ich na wysokości równej 10-krotnej długości fali, jest 6 lub 7 razy większy.

Zależność zasięgu od długości fali wyraża się stosunkiem 10000 do 1, więc przy długości fali 2 m jest możliwe bardzo dobre porozumiewanie się na 20 km.



Rys. 19. Zasięg kątowy anteny parabolicznej Marconi'ego.

Na przeszkodzie uzyskania większego zasięgu stoją dwie okoliczności: 1) mała pojemność anteny, gdyż jest ona zwyczajna pionowa, 2) silne osłabienie krótkich fal po drodze i 3) pewna granica, do której z elektrycznym obciążeniem przestrzeni można się zbliżyć, ale nie można jej przekroczyć.

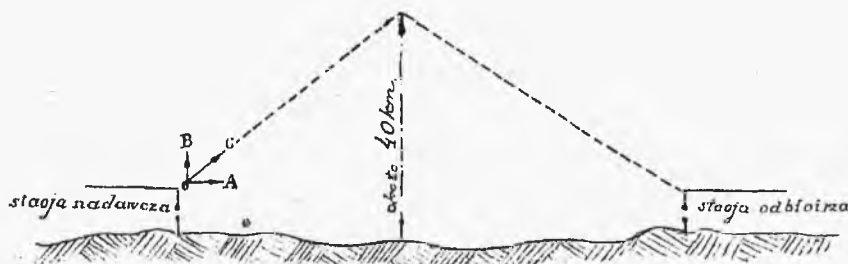
Z dwóch ostatnich przyczyn, nawet w wypadku zastosowania energii setek kilowatów, względnie dowolnie wielkiej w stacji nadawczej pracującej falami krótkimi (kilkumetrowymi) jest możliwe osiągnięcie tylko pewnego maximum zasięgu.

Opisany system dzięki swej wybitnej kierunkowości i stosunkowo znacznej energii w miejscu odbioru, umożliwia bardzo dobrą rozmowę telefoniczną, wolną niemal od wszelkich szmerów, pochodzących od wpływów atmosferycznych i obcych stacyj.

Reflektor może być obrotowy i służyć do kierowania statkami w ten mianowicie sposób, iż obracając się, periodycznie co pewien czas nadaje różne znaki. Próby czynione w r. 1920 z reflektorem obrotowym o ogniskowej 8 m. i długości fali 4 m, z iskiernikiem w stacji nadawczej, umożliwiały kierowanie statkiem z odległości 37 km i dokładnością skoku 2.8 stopnia.

10. Nadawanie przy pomocy fal, odbitych od górnych warstw atmosfery.

Górne warstwy atmosfery w wysokości około 40 km są silnie zjonizowane, a tem samem odznaczają się znacznym przewodnictwem¹⁾. Fale elektromagnetyczne mogą zatem w pewnym wypadku odbić się w tej warstwie, wrócić na ziemię, odbić ponownie i t. d. proces ten powtarza się, aż do zupełnego zaniku.



Rys. 20. Kierunkowe nadawanie z odbiciem fal od górnych warstw atmosfery.

Dzięki tej właściwości atmosfery, mogą istnieć miejsca na ziemi, gdzie odbiór jest słaby, lub równy zero i miejsca leżące nawet dalej od poprzednich (w odniesieniu do stacji nadawczej), w których odbiór jest silniejszy. Dzięki przewodnictwu ziemi i odbijającym właściwościom atmosfery, możemy nie tylko porozumiewać się ze stacjami, które znajdują się w antypodach (miejscach przeciwległych na kuli ziemskiej), ale uczynić to mniejszym zasobem energii, niż byłoby potrzeba, gdyby promienie elektromagnetyczne musiały przechodzić przez całą grubość ziemi. Jeden z niemieckich uczonych podaje sposób kierunkowego nadawania z jednego punktu (stacja nadawcza) do drugiego (stacja odbiorcza), z pominięciem innych miejsc na ziemi.

Zwyczajna antena pozioma promieniuje energję z niejednakową siłą w stronę O A i O B. Powstaje wypadkowe działanie o kierunku i sile O C. Fale idące w tym kierunku odbijają się

¹⁾ Przewodnictwo to może być nawet tak wielkie, jak wody morskiej.

od górnych warstw atmosfery i trafiają do stacji odbiorczej umieszczonej w punkcie Z. (patrz rys. 20).

Dobierając odpowiednio długości ramion anteny, a następnie układając ją w różnych kierunkach, możemy w pewnym promieniu najwyżej kilkaset kilometrów nadawać znaki do dowolnego punktu ziemi z pominięciem innych. ¹⁾

Wszystkie opisane stacje nadawcze nie działają kierunkowo w dosłownym znaczeniu. Działają silniej w jedną stronę, a w inne — słabiej; wskutek tego stosunek energii wysłanej do uzyskanej w miejscu odbioru jest olbrzymi. Idealnym rozwiązaniem radiotelegrafii kierunkowej byłby wypadek rzucenia energii w pewnym ściśle określonym kierunku (jak to czynimy z promieniami świetlnymi przy pomocy reflektora) i całkowitego przejścia energii wysłanej. Z chwilą takiego rozwiązania, powstałyby nowe horyzonty dla wiedzy i działalności człowieka.

¹⁾ Dokładnych danych o próbach i wynikach czynionych w tym kierunku nie ma w literaturze. W ogóle należy wątpić, czy takie urządzenie działałoby pewnie, pomimo zmiennych warunków atmosferycznych. Każde przesunięcie punktu odbicia fal wywołałoby pewne przesunięcie strefy najsilniejszego odbioru. A żeby móc zachować ją w tem samym miejscu, należałoby nastrajać stacje na inne fale, co nie zawsze możnaby praktycznie wykonać z powodu zmienności punktu odbioru.

Część II.

Radjogoniometria.

ZADANIA RADJOGONIOMETRII.

Radjogoniometria zajmuje się pomiarami kątów, które tworzy kierunek fal odbieranych z dowolnie obraną prostą, więc np. południkiem magnetycznym lub geograficznym. Oznaczenie tego kąta jest koniecznym w trzech wypadkach, dla:

1. oznaczenia położenia stacji nadawczej,
2. kierowania flotą powietrzną lub statkiem na morzu,
3. całkowitego lub częściowego wykluczenia szkodliwego działania stacyj obcych na odbiorczą.

Rozpatrzmy kolejno te trzy wypadki.

1. Oznaczenie położenia stacji nadawczej.

Wyznaczenie nieprzyjacielskiej stacji nadawczej, dokładne śledzenie nie tylko jej pracy, ale również zmiany miejsca postoju, w pewnych wypadkach ma doniosłe znaczenie dla celów strategicznych, gdyż umożliwia bardzo daleki i głęboki wywiad ugrupowania sił i ruchów nieprzyjacielskich. Również zbłąkany statek na morzu w czasie burzy, powietrzna flota we mgle i ciemnościach—może poznać swe położenie i orjentować się według danych radjogoniometrycznych. Przybliżone zdjęcie map nieznanych krajów może również być dokonane radjogoniometrycznie. Ekspedycja geograficzna posiada radjostację nadawczą, co pewien czas nadaje sygnały i dzięki dwóm stacjom odbiorczym określa jej położenie ze znacznym przybliżeniem.

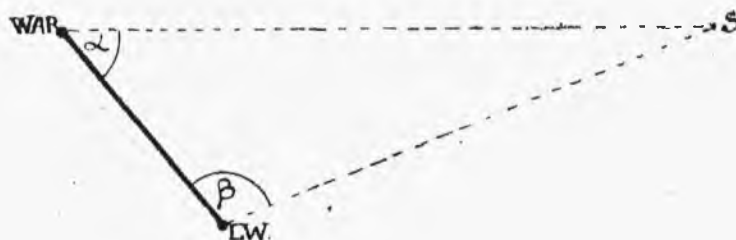
Miejsce postoju stacji nadawczej stwierdza się dzięki prostolinijnemu rozchodzeniu się promieni elektromagnetycznych.

Przypuśćmy, że w Warszawie i Lwowie (rys. 21.), znajdują się stacje odbiorcze, mogące określić kierunek przychodzących fal od niewiadomej stacji S. Kierunek przyjmowanych fal tworzy z linią łączącą Warszawę ze Lwowem kąty α i β .

Mamy zatem trójkąt, którego jeden bok i dwa kąty są znane. Z tych danych można trygonometrycznie obliczyć wszystkie wielkości trójkąta, a tem samem znaleźć dokładne położenie punktu „S” na zwyczajnej mapie.

Można miejsce postoju stacji nadawczej oznaczyć jeszcze prościej na specjalnej mapie gnomonicznej, prowadząc na niej z punktów Warszawa—Lwów nitki pod wyznaczonemi kątami, aż do przecięcia się; miejsce leżące pod skrzyżowaniem nitki wyznaczy szukaną stację. Opis mapy gnomonicznej jest podany w jednym z następnych ustępów.

Wyznaczenie położenia szukanej stacji dokonywa się w centrali, która może być umieszczona albo na jednej ze stacyj odbiorczych, albo oddzielnie.



Rys. 21. Oznaczenie położenia nieznanej stacji.

W tym wypadku obie stacje odbiorcze podają centrali kąty, wyznaczające kierunek przychodzących fal śledzonej stacji, a tam je nanoszą na mapy, lub przez obliczenie znajdują jej położenie.

Zasadniczo dla wyznaczenia położenia nieznanej stacji potrzeba dwu stacyj gonjometrycznych. Jednak w celu uzyskania większej dokładności pomiarów, dokonywa się je zwykle z 3-ch, a nawet więcej punktów. Muszą one być dostatecznie od siebie odległe i to tembardziej, im dalej znajduje się badana stacja, gdyż kąt, utworzony przez linię łączącą badaną stację ze stacyjami gonjometrycznymi, jest w takim wypadku bardzo mały; ściśle określenie na mapie przecięcia linii oznaczających kierunek fal jest w tym wypadku niemożliwe.

Zwykle przecięcie się linii wskazujących kierunek badanej stacji nie wypada w jednym punkcie, lecz tworzy trójkąt większy lub mniejszy (rys. 22). Ten trójkąt, zwany trójkątem błędów, jest podstawą dla oznaczenia stacji. Prowadzimy z dwóch dowolnych jego wierzchołków symetryczne boków; punkt przecięcia się symetrycznych wyznacza położenie stacji.

Najlepsze rozmieszczenie stacji gonjometyrycznych byłoby takie, aby kierunki przychodzących fal przecinały się pod kątami prostymi. Ponieważ dałoby się to z trudem uzyskać, zwyczajnie buduje się sieć radjogonjometyryczną w ten sposób, że kąt utworzony przez linie łączące dwie stacje gonjometyryczne z badaną stacją, nie jest mniejszy, niż 20° i nie większy, niż 160° . Pomiar dokonywane z kilku punktów mają jeszcze i tę wyższość nad pomiarami dokonywanymi tylko z dwóch punktów, że błędy wynikające z właściwości terenu częściowo się znoszą.



Rys. 22. Trójkąt błędów.

Absolutnie dokładne wyznaczenie położenia jest możliwe chyba dzięki przypadkowi, gdyż z powodu niejednorodności ośrodka przewodzącego fale ulegają zniekształceniu, odbiegają daleko od formy geometrycznej, promienie elektryczne nie tworzą prostych zbierających się w źródle fal, lecz linje mniej lub bardziej krzywe.

Oprócz tego należy jeszcze liczyć się z niedokładnością w ustawieniu i działaniu aparatów, błędami w odczytach na aparacie i mapie (kurczeniem się papieru).

Dla celów wojskowych małe niedokładności w oznaczeniu miejsca postoju stacji obcej lub własnej nie odgrywają wielkiej roli. Zwyczajnie stacja radjotelegraficzna jest związana z jakimś oddziałem, lub działaniami wojennymi, zajmuje zatem

zwykle dogodne miejscowości, które dzięki mapie i pewnym rozważaniom strategicznym można określić.

2. Kierowanie flotą powietrzną lub morską.

Od wyznaczenia położenia radjostacji nadawczej dzieli nas tylko krok do kierowania ruchami aeroplanu, zeppelinu, statku morskiego i t. p.

Niech w rys. 21 „S” oznacza ruchomą stację, która co pewien czas, np. co 5 minut, nadaje umówiony sygnał. Ponieważ zmienia swe położenie, muszą zmieniać się odpowiednie kąty „ α ” i „ β ”, określające kierunek przychodzących fal. Na podstawie coraz to nowych kątów, można sobie wyrobić pojęcie o zmianie położenia stacji; w następstwie tego, ze stacji centralnej nadaje się krótkie depeche do „S” ze wskazaniem gdzie się znajduje, czy ma zbaczać w prawo, w lewo, lub jechać wprost.

W opisany sposób w czasie wojny były kierowane zeppelinu w swych napadach na Londyn; ze sprawozdań wojennych widać, że orjentowały się znakomicie we mgłach brytyjskiego grodu.

Taki sposób kierowania, jakkolwiek bardzo prosty, nie we wszystkich wypadkach jest godny polecenia. Perjodyczne sygnały stacji „S” mogą być przejęte przez nieprzyjacielskie stacje gonjometryczne, a tem samem zdradzić własne położenie i ruchy.

Można temu zapobiec przez nadawanie sygnałów z własnych stałych stacji w dwojaki sposób: 1) przez zastosowanie anteny kierunkowej gwiazdowej w dwóch stacjach nadawczych i zwykłej anteny w stacji odbiorczej; 2) przez orjentowanie się przy pomocy anteny kierunkowej w stacji odbiorczej i dwu stałych stacji nadawczych z antenami niekierunkowymi.

1) Na rys. 23 A i B oznaczają stałe stacje nadawcze o antenach kierunkowych, ułożonych w gwiazdę.

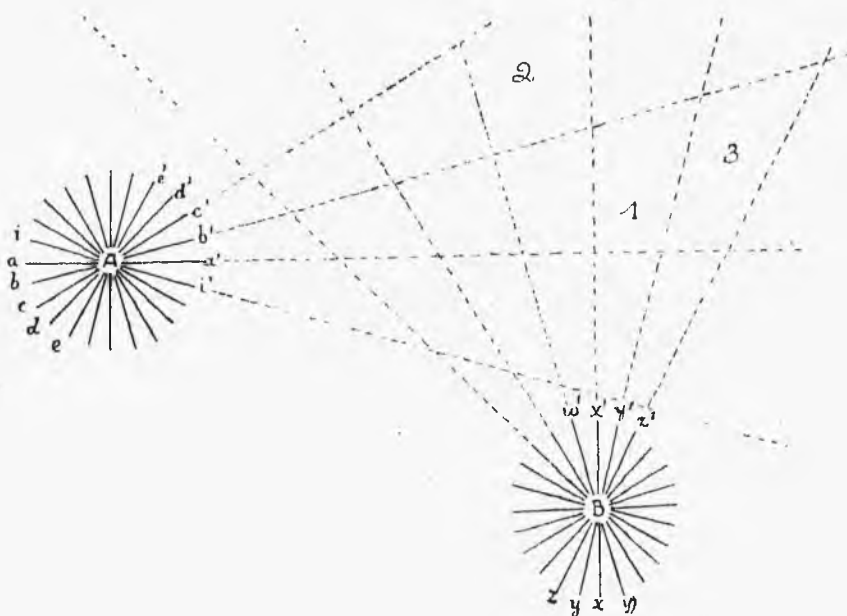
Promienie anten są kolejno perjodycznie pobudzone do drgań co pewien czas, np. co kilka, sekund, skutkiem tego kierunek najsilniejszego promieniowania zmienia się, wykonywując pełny obrót.

Każdy promień anteny wysyła inny znak np. a, b, c, i t. d.

Jakkolwiek leciałby aeroplan, zawsze co pewien czas będzie słyszał najsilniej te znaki, które są nadawane przez anteny działające w jego kierunku, więc w polu:

- 1 — najsilniej słyszy znaki „a”, „b”, „y”, „x”.
- 2 — ” ” ” ” ” „b”, „c”, „x”, „w”.
- 3 — ” ” ” ” ” „a”, „b”, „y”, „z”.

Lotnik, mając mapę z wykresami odnośnych promieni i znając stanowiska—stacyj A, B, może orjentować się co do swego położenia. Ten sposób orjentowania się często zawodzi z przyczyny trudności w odróżnianiu siły dźwięku poszczególnych znaków. O wiele łatwiej i dokładniej można uchwycić różnicę w sile dźwięku gdy jego charakter i czas trwania jest ten sam we wszystkich pomiarach.



Rys. 23. Kierowanie płatowcem.

Wyobraźmy sobie, że stacja „A” pobudza kolejno i periodycznie wszystkie anteny (włączając prąd przyrządem zegarowym) i nadaje ciągle jeden i ten sam sygnał, np. „a”. Podobnie działa stacja „B” nadając sygnał „b”. W stacji odbiorczej znajdują się dwa mechanizmy zegarowe poruszające się synchronicznie z przyrządami zegarowymi stacji nadawczych. Więc jeśli pobudzimy antenę — a zegar wskazuje a

	a	zegar	a	I zegar
„	b	„	b	
„	x	„	x	II zegar
i t. d.	y	„	y	

Telegrafista (obserwator) odbiera sygnały i patrzy na zegary (w tym czasie aeroplan zachowywać powinien niezmienny kierunek lotu), Porównywując co pewien czas chwilę usłyszenia maxi-

imum dźwięków z położeniem wskazówek, ma możliwość określenia swego położenia. Określenie położenia w jednym polu tylko np. 3 lub 2, jest niemożliwe—musi przelatywać z jednego pola do drugiego i w tym czasie obserwować wskazówkę i wsłuchiwać się w maximum—minimum.

W wielu wypadkach lotnik orientuje się w terenie bez pomocy radjogonjometrycznych danych, przeciwnie nawet, musi od czasu do czasu zawiadamiać odpowiednie władze o swem położeniu, czyni to z zachowaniem tajemnicy w ten sposób, że podaje radjotelegraficznie długość i szerokość geograficzną w liczbach, które był przedtem dowolnie wybrane (szyfrowanie współrzędnych). Odpowiednie mapy mają wówczas zamiast zwyczajnej siatki, siatkę dowolnie obraną. Odstępy poszczególnych linii siatki nie powinny być równe, ani też same linje—proste.

2) Drugi sposób polega na orjentowaniu się przy pomocy anteny kierunkowej, odbiorczej, umieszczonej na aeroplanie lub statku. Antena kierunkowa odbiorcza, podobnie jak nadawcza, ma tę właściwość, że w pewnym położeniu (w pewnej płaszczyźnie) przyjmuje sygnały bardzo silnie, w innym—słabo. Stosownie zatem do jej położenia względem przychodzących fal, otrzymamy w słuchawce dźwięki silne lub słabe, albo nie usłyszymy ich zupełnie.

Możemy urządzić odbiór albo na maximum, albo na minimum siły dźwięku. Ponieważ o wiele dokładniej da się zauważyć moment, kiedy dźwięk jest najśłabszy, niż chwila, kiedy jest najsilniejszy—zwykle określa się kąt według minimum dźwięku.

Antena kierunkowa może być ruchoma dookoła pionowej osi, lub przytwierdzona stale do skrzydeł aeroplanu, czy też ścian statku.

W pierwszym wypadku mamy możliwość określenia kąta przychodzących fal bez względu na położenie aeroplanu, gdyż obracając antenę ustawiamy ją w dowolnych płaszczyznach. Jedną z tych płaszczyzn będzie zgodną z kierunkiem przychodzących fal, albo do niej prostopadłą i wtedy powstanie maximum siły dźwięku w aparacie odbiorczym.

W drugim wypadku musimy obracać całym aparatem lotniczym i w ten sposób wykrywać maximum—minimum dźwięku. W pierwszym wypadku, z powodu małych rozmiarów anteny, istnieje większa możliwość błędów; odczyty mogą być dokonane jednak szybko. W drugim wypadku popełnia się mniejsze błędy, lecz traci wiele

czasu na manewrowanie, celem uchwycenia i upewnienia się co do maximum i minimum.

Samo wyznaczenie kierunku przychodzących fal, nie wystarczy do kierowania aeroplanem—potrzeba jeszcze zmierzyć kąt, jaki ten kierunek tworzy z południkiem magnetycznym lub geograficznym, a następnie nanieść go na mapę gnomiczną i wyszukać swe położenie.

Wyznaczenie południka geograficznego sposobami astronomicznymi jest niemożliwe, choćby ze względu na ciągłą zmianę swego położenia. Południk magnetyczny wyznacza się busołą z dokładnością 1°, lub jeszcze lepiej kompasem nieczułym na wstrząśnienia i działania magnetyczne, tak zwanym przyrządem giroskopowym.

Jeżeli statek lub płatowiec wraca z wyprawy i zna stronę świata, w której leży stacja nadawcza, może przy pomocy anteny kierunkowej tylko nią się kierować i pomimo bocznego wiatru do niej dolecieć. Dokładne zachowanie kursu lotu w odlocie jest wśród tych samych warunków niemożliwe przy kierowaniu się tylko jedną stacją; potrzeba wtedy najmniej dwóch stacyj do orientowania się.

SYSTEM SCHELLER'A.

System Schellera jest bardzo prosty, a pomimo to odpowiada w zupełności swemu celowi.

Stacja nadawcza kierunkowa składa się z dwóch anten kierunkowych ułożonych pod kątem 90°, lub ostatecznie dowolnym. Obie anteny są pobudzone jednym i tem samym źródłem energii w ten sposób, iż stale nadają jedna znak $\cdot\text{—}$, druga zaś — .

Nadawanie tych znaków nie jest dowolne; przeciwnie odbywa się w ten sposób, że przestrzeń jest ciągle pobudzona do drgań,

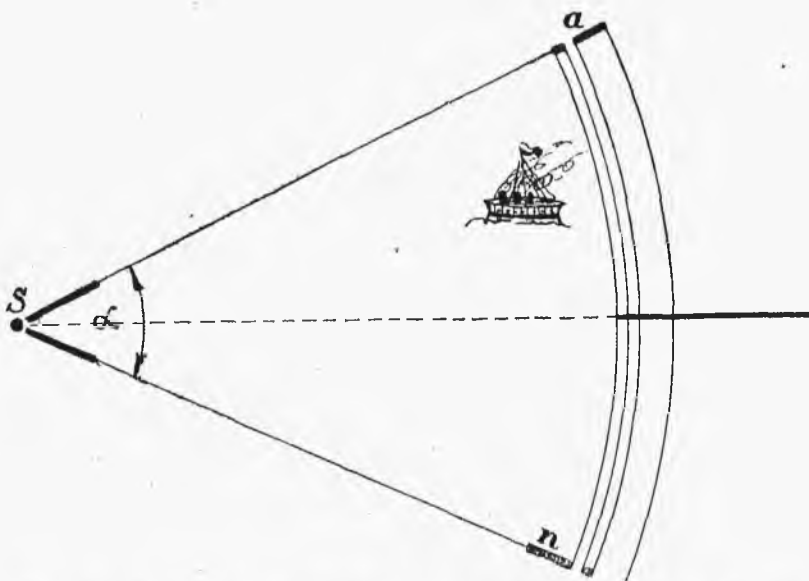


już to pierwszą, już to drugą anteną.

Zależnie od położenia statka, płatowca, balona, względem kierunku nadawania anten (fig. 24) słyszymy silniej znak $\cdot\text{—}$ lub — . jeśli stacja odbiorcza znajdzie się na linii połowiącej kąt α , to usłyszymy jednakowo silnie znaki $\cdot\text{—}$ i — . ponieważ jednak są one tak nadawane, że kryją wzajemnie swe luki, to usłyszymy

w tym wypadku długą ciągle trwającą kreskę. Długa (ciągła) kreska (w słuchawce) wskazuje na fakt, iż odbiornik znalazł się na linii, którą mamy na mapie zaznaczoną, więc tem samem możemy zorjentować się co do swego położenia.

Pomiary dokonywane na lądzie, prawdopodobnie z przyczyny zmiennych właściwości terenu, zacinienia stacji nadawczej przez drzewa i t. d. odznaczają się małą dokładnością, lepiej wypadają w powietrzu: np. w odległości 85 klm. od stacji nadawczej (150 wattowej), przy rozchyleniu anten o 30° , sfera zlewania się znaków nie była szersza niż 5° , zaś w odległości 130 km. wynosiła tylko 3° .



Rys. 24. Radjotelegraficzne kierowanie statkiem (system Scheller'a).

W pewnych wypadkach i pomiary „w powietrzu” są bardzo niedokładne: a mianowicie w chwili wznoszenia się i lądowania, jak również w czasie zwrotów, uzyskuje się odczyty wskazujące czasami położenie zupełnie inne, różniące się od rzeczywistego. Możemy np. w pewnych wypadkach znajdując się na linii silnych znaków \cdot — słyszeć tylko znak — . lub przeciwnie; wyniki prób czynionych w tym kierunku w czasie wojny w Niemczech są chowane w tajemnicy. Ten system w komunikacji powietrznej może oddać wielkie usługi, jako wskazujący najkrótszą drogę statków między dwoma stacjami komunikacyjnymi.

Rozwój radjotechniki i lotnictwa w obecnej wojnie był olbrzymi; w przyszłej z pewnością będzie jeszcze większy.

Zadania obrony i ataku lotniczego powiększą się. Gonjo-metryczne stacje nadawcze i odbiorcze będą w pasie działań wojennych licznie wzrastały. Zwyczajne sposoby pomiarów i podawanie kątów centrali nie będą wystarczające, gdyż zapotrzebowanie wzrośnie, a rozporządzalny czas pozostanie niezmieniony. Powstaną stacje centralne, które automatycznie będą stroiły i ustawiały aparaty na podstacjach, mając u siebie od razu podane kąty kierunków przychodzących fal. Takie urządzenie zmniejszy czas potrzebny na określenie położenia nieznaney stacji, a tem samem umożliwi skuteczne kierowanie własną flotą powietrzną i szybkie przedsięwzięcie obrony przeciwko napadom nieprzyjacielskim.

Tak jak obecnie, oznacza się mielizny, skały i rafy podwodne latarniami — pływakami ostrzegawczymi, syrenami, tak w przyszłości, prócz tych znaków, będą jeszcze drogi dla statków morskich i powietrznych wyznaczane linjami radjotelegraficznymi (kierunkowość).

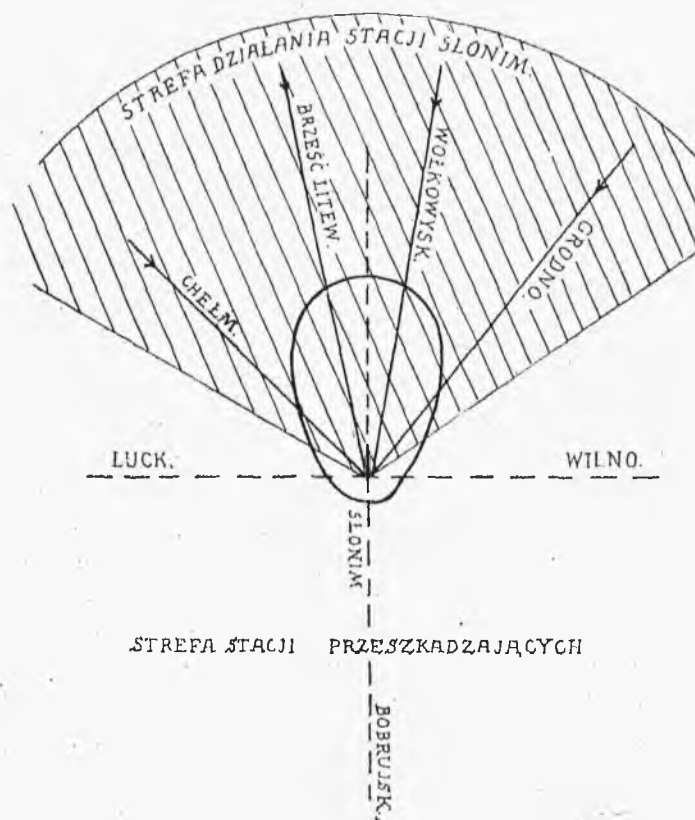
3. Całkowite lub częściowe wykluczenie szkodliwego działania stacyj obcych.

Nawet najlepsze urządzenia do strojenia aparatów na nie się zdadzą, jeśli w chwili odbioru będziemy musieli równocześnie przysłuchiwać się działaniu postronnych stacyj własnych lub nieprzyjacielskich. Jeszcze na własne stacje możnaby znaleźć jakąkolwiek radę, ale co uczynić z nieprzyjacielskimi? W tych wypadkach należy uciec się do odbierania antenami kierunkowymi. Anteny kierunkowe, jak sama nazwa wskazuje, przyjmują dobrze sygnały tylko w pewnym kierunku, leżącym w płaszczyźnie anteny; w innych—przyjmują słabiej, zaś w płaszczyźnie prostopadłej do niego—nie odbierają zupełnie lub najslabiej.

Jeśli zatem w Słoniem (rys. 25) znajduje się radjostacja wyposażona w antenę kierunkową, ustawioną w ten sposób, że jej sfera działania rozpościera się w kierunku zachodnim, będzie mogła porozumiewać się ze stacjami: Grodno, Wołkowysk, Brześć Litewski, Chełm, pomimo tego, że w Wilnie, Bobrujsku i Łucku współcześnie działają silne stacje radjotelegraficzne.

W wypadkach rozmyślnego przeszkadzania nie wiele pomoże i antena kierunkowa, gdyż można przez jedną lub dwie potężne stacje stworzyć na pewnym obszarze obrotowe pole elektromagnetyczne i wtedy, bez względu na położenie anteny kierunkowej, będziemy słyszeli sygnały przeszkadzające.

Najlepszym wyjściem wydaje się połączenie anteny kierunkowej z przyrządem odbierającym i drukującym tak urządzonym, że reaguje nie tylko na fale pewnej ściśle określonej długości, lecz na umówiony znak np. — . — , w którym czas trwania poszczególnych kresek i odstępy między nimi są dokładnie określone. Na wszelkie inne znaki aparat nie odpowiada. Pojedynczemu punktowi odpowiadałaby grupa znaków, kresce—cały łańcuch. Dzięki zjawisku Johnsen Rahbeka,¹⁾ urządzenie aparatu na sygnały bardzo krótko trwające nie nastęcza w dobie obecnej żadnych trudności.

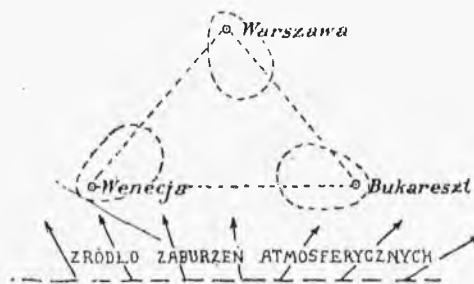


Rys. 25. Działanie stacji postronnych na odbiorczą.

Istnieją jeszcze inne sposoby zapobiegające przeszkadzaniu obcych stacji, dość skomplikowane, a mało odpowiadające swemu przeznaczeniu. Usiłowania w tym kierunku pojawiają się ciągle ze skutkiem narazie niezadawalniącym.

¹⁾ Opis zjawiska Johnsen Rahbeka znajduje się w listopadowym numerze Przeglądu Elektrotechnicznego z roku 1922.

Jednym z najzaciętszych wrogów radjotelegrafji jest wpływ wyładowań atmosferycznych na urządzenia odbiorcze. Siedlisko wyładowań atmosferycznych znajduje się zwykle bardzo daleko od stacji odbiorczej. Zastosowanie kierunkowej anteny odbiorczej w wielu wypadkach znosi szkodliwe działanie wyładowań atmosferycznych całkowicie lub częściowo. Na rys. 26 stacje: Wenecja i Bukareszt mogą z sobą korespondować, pomimo silnych wyładowań; źródło tych wyładowań leży na południu.

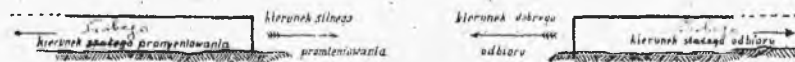


Rys 26. Zmniejszenie wpływów wyładowań atmosferycznych.

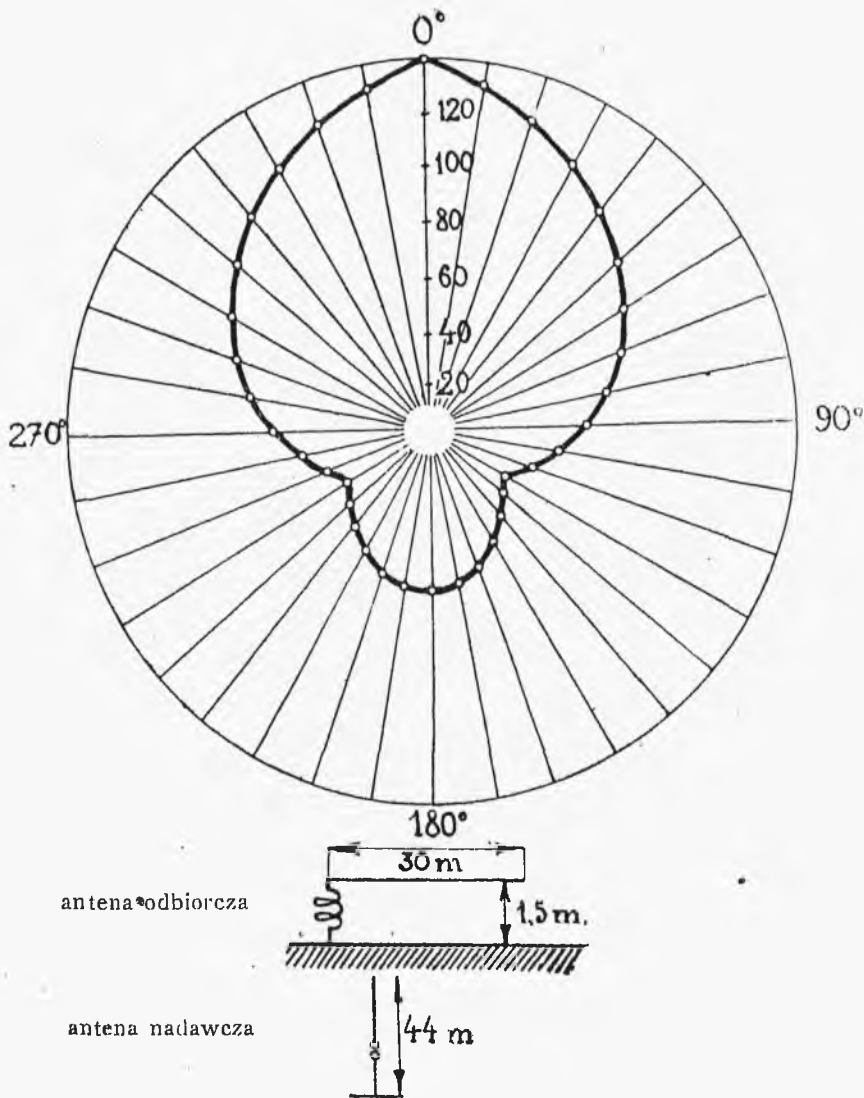
ANTENY ODBIORCZE KIERUNKOWE.

W wielu wypadkach mamy do czynienia z odwracalnością zjawisk—dotyczy to również i urządzeń odbiorczych. Antena służąca do kierunkowego nadawania posiada również bez jakichkolwiek przekształceń właściwości kierunkowego odbioru. Najsilniejszy odbiór uzyska się z tego kierunku, w którym stacja użyta jako nadawcza najsilniej promieniowała.

Rys. 27 przedstawia układ anteny nadawczej i odbiorczej, zrozumiały bez dalszych objaśnień, zaś rys. 28—zasięg kątowy anteny odbiorczej.



Rys. 27. Układ anteny nadawczej i odbiorczej (poziomej).

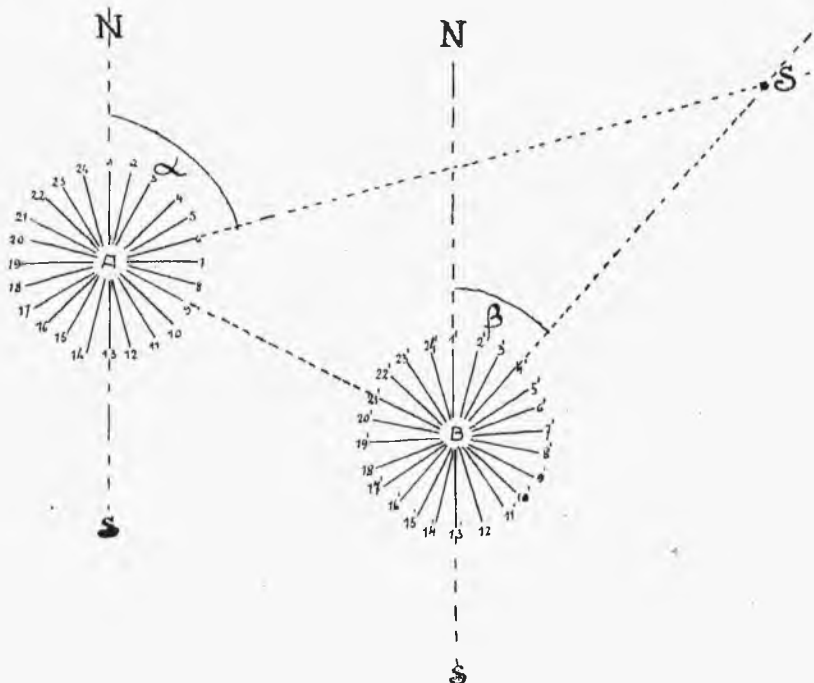


Rys. 28. Zasięg kątowy anteny poziomej odbiorczej (według Rein'a).

W celu określenia kierunku przychodzących fal możnaby znaną już antenę poziomą obracać dokoła osi i wsłuchiwać się w maximum, względnie w minimum dźwięku. Największe natężenie dźwięku będzie dowodem, że antena jest ustawiona w kierunku skąd fale przychodzą, najmniejsze (zanik dźwięku)—odpowie. położeniu prostopadłemu do kierunku przychodzących fal. Należy o tem pamiętać i tem się kierować w użyciu aparatów działających na maximum lub minimum. Zjawisko to występuje wyraźnie dopiero

wtedy, kiedy odległość stacji odbiorczej od nadawczej jest większa, niż pięciokrotna długość fali.

Pozioma, otwarta, ruchoma antena kierunkowa jest niepraktyczna, ze względu na swą wielkość i powolność ruchów, jak to poprzednio było zaznaczone. Tej niedogodności zapobiega szereg poziomych anten odbiorczych, ułożonych promienisto w gwiazdę rys. 29 i przy pomocy przełącznika ręcznego, lub automatycznego przyłączanych kolejno do odbiornika.



Rys 29. Oznaczenie położenia nieznanej stacji, przy pomocy dwóch stacji odbiorczych, o antenach gwiazdowych.

Sygnaly wysyłane ze stacji „S„ są po kolei odbierane przez anteny 1, 2, 3, 24. Natężenie dźwięku w odbiorniku będzie dla anten 18 i 16' najsilniejsze, bo tworzą one przedłużenie kierunku, skąd fale przychodzą, zaś dla innych anten słabe—najsłabsze dla 12, 24, i 10', 22' więc skierowanych prostopadłe do kierunku fal. Każda z anten tworzy z południkiem magnetycznym lub geograficznym pewien kąt.

Jeżeli ten kąt wyznacza kierunek przychodzących fal, to nazywamy go azymutem magnetycznym, względnie geograficznym. Tak, jak wyznaczamy azymut w stacji „A“, tak wyznaczamy go

i w drugiej stacji „B”. Odległość między stacjami powinna być znaczna. Znając odległości stacji „A” i „B” od siebie i znając azymuty, możemy przez obliczenie trójkąta, względnie wykreślenie na mapie gnomicznej wyznaczyć również położenie nieznannej stacji.

Dokładne wyznaczenie kierunku przychodzących fal z pomocą anteny gwiazdowej jest niemożliwe, gdyż określenie odbywa się skokami co pewną ilość kątów. Jeśliby np. antena miała 36 promieni, to błąd wynosiłby około 10^0 , a więc w odległości 100 km, różnice w oznaczeniu dochodziłyby do 17 km.

Z tej i z innych przyczyn stacje odbiorcze tego typu są rzadkością.

W ogólnem użyciu są stacje o antenach ramowych, które swą prostotą budowy, małemi wymiarami, dokładnością określania kierunku, możliwością ostrego nastajania i taniością wreszcie, przewyższają wszystkie istniejące.

2. ANTENA NAZIEMNA (LEŻĄCA) KIEBITZ'A.

Pewną odmianą anteny poziomej jest antena naziemna (leżąca) Kiebitz'a, zastosowana szerzej w kolonjach niemieckich w czasie wojny światowej. Różni się tylko tem od poziomej, że jest albo umieszczona w bruzdzie na ziemi, albo tuż nad ziemią.

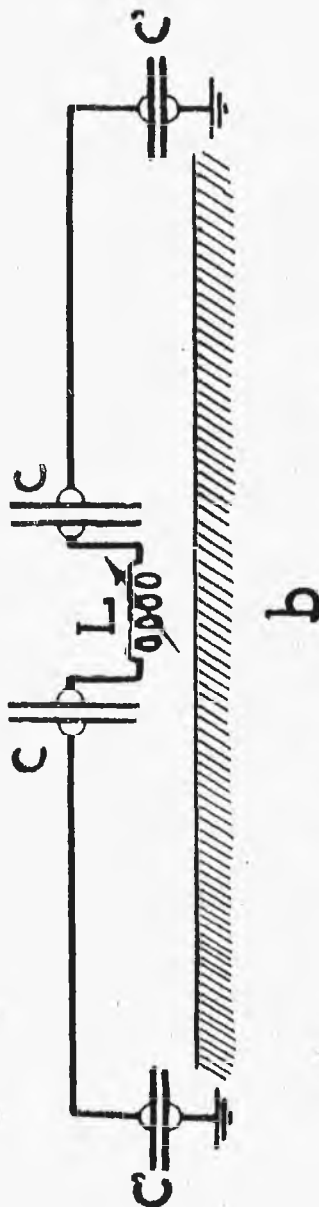
Koniecznym warunkiem działania jest jej odpowiednia długość w stosunku do wysyłanych lub odbieranych fal. A mianowicie: powinna równać się połowie długości fali z uwzględnieniem wpływu bliskości ziemi na pojemność anteny.

W celu uzyskania dogodnego sprzężenia dobrze jest wykonać ją z dwóch części jednakowej długości. W środku łączy się połówki anteny z cewkami sprzężenia i kondensatorem. Końce albo zostawia się wolne, albo łączy z kondensatorami, jak to na rysunku 9 i 30 zaznaczono.

Antena odbiorcza Kiebitz'a ma wiele stron dodatnich. Jest prosta, tania, łatwa do zbudowania, niewidoczna dla nieprzyjaciela i oprócz tego ma wybitne właściwości kierunkowe. Może być umieszczona w odległości kilkudziesięciu metrów od wielkiej stacji nadawczej kierunkowej, i może doskonale przyjmować depesze od stacji odległych o kilkadziesiąt kilometrów. Należy tutaj zaznaczyć, że główny kierunek promieniowania anteny nadawczej i odbioru w antenie przyjmującej, powinno się różnić o 90^0 .

L. H. Walter w swem dziełku: Directive Wireless Telegraphy, podaje np. że anteną naziemną (leżącą) długości 153 m., była umieszczona w odległości 100 m. od kierunkowej stacji

nadawczej w Great Lakes i po nastrojeniu na 8.000 m. można było nią otrzymywać sygnały o mocy ponad 20.000 jednostek z New Brunswick'a. W tym samym czasie, stacja nadawcza w Great Lakes pracowała falą 6.000 m. i 50 amperami w antenie. Sygnały tej stacji osiągały wartość tylko 20 jednostek. Gdy opisaną antenę połączono z małą anteną ramową, w celu wyrównania przypadkowych niesymetrij z powodu działania gruntu, był możliwy odbiór sygnałów z Milwaukee, odległego o 80 km. pomimo tego, że stacja nadawcza odległa o 100 m. pracowała tą samą falą.



Rys. 30. Antena naziemna (leżąca) Kiebitz'a

3. ANTENA SYSTEMU BEVERAGE.

Na specjalną uwagę zasługuje antena odbiorcza systemu Beverage. W przeciwieństwie do wszystkich innych anten, które są nastrajane, tworzy obwód aperiodyczny; nie wymaga więc strojenia i przez to umożliwia odbiór wielu depeesz równocześnie (odbiór wielokrotny).

Należy ona do typu anten poziomych, z wybitnymi właściwościami kierunkowymi; kierunek fal przychodzących może być przy pomocy tej anteny jednoznacznie określony.

Zasadniczo składa się ona z przewodnika miedzianego, zawieszono go na wysokości kilkunastu metrów nad ziemią. Długość jego musi być najmniej równa połowie długości odbieranych fal; zwykle jednak równa się długości odbieranej fali. Antena

jest na obu swych końcach uziemiona, a mianowicie: w jednym przez opór nieindukcyjny, w drugim przez cewkę sprzęgającą (rys. 31). Koniecznym warunkiem jednokierunkowego odbioru

jest taki dobór oporu uziemiającego, aby był równy $R = \sqrt{L/C}$, gdzie L jest samoindukcją, a C pojemnością jednostki długości anteny.



Rys. 31. Antena systemu Beverage. (układ zasadniczy)

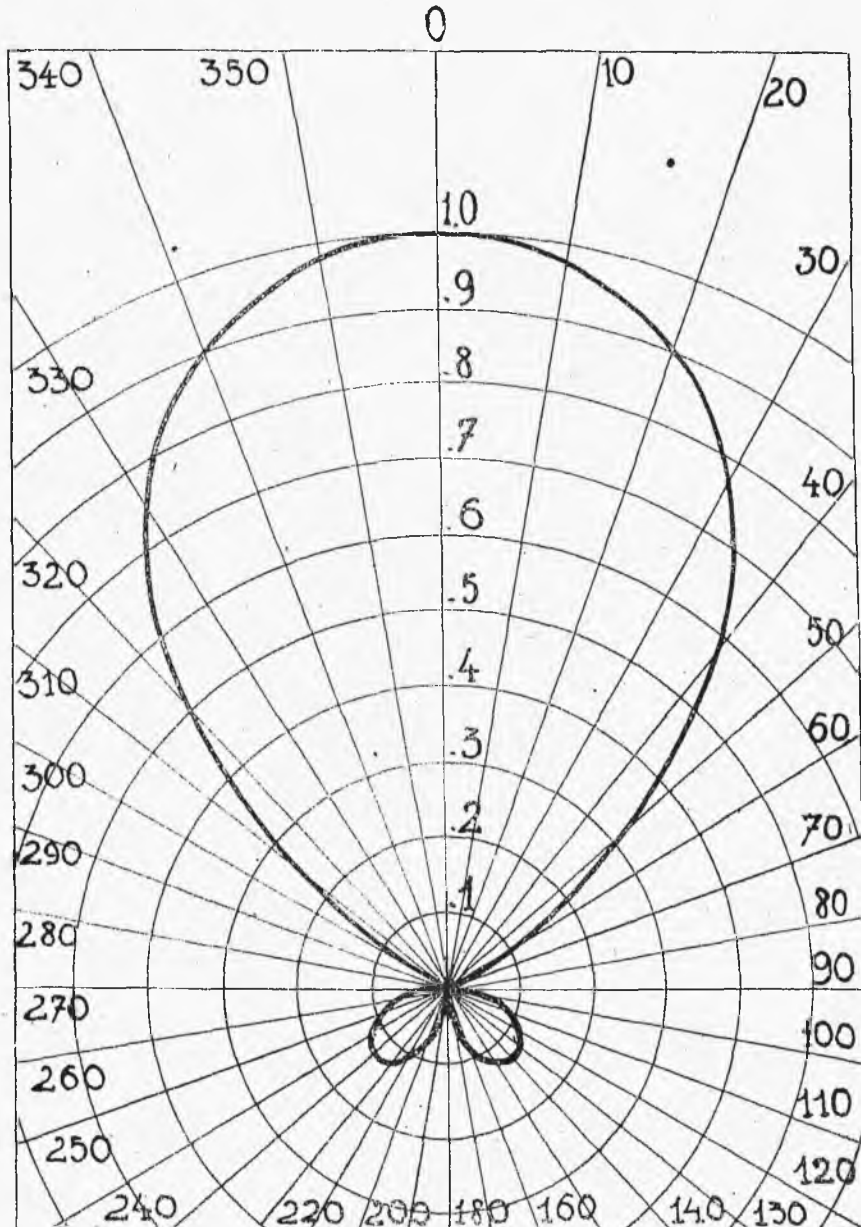
Kierunek fal odbieranych najsilniej leży w pionowej płaszczyźnie przechodzącej przez całą długość anteny i nie jest na obydwu końcach jednakowy. A mianowicie: na końcu anteny położonym bliżej stacji nadawczej jest znikomo mały, w porównaniu z siłą odbioru na końcu bardziej odległym od niej.

Na rysunku 32 mamy przedstawioną charakterystykę odbioru anteny. Poszczególne punkty krzywej oznaczają wielkość prądu w antenie w zależności od kąta, jakie tworzą z nią fale odbierane.

Z tego rysunku widać, że antena ma właściwości jednokierunkowego odbioru; maximum odbioru nie jest jednak szczególnie ostre. Gdybyśmy przy pomocy termoelementu i czułego galwanometru mierzyli natężenie prądu w antenie w rozmaitych jej miejscach, to przekonalibyśmy się, że na końcu uziemionym przez opór ohmowy, jest równe zero, a w stronę drugiego końca wzrasta. Ma to miejsce wówczas, kiedy długość fali równa się długości anteny. W celu uzyskania możliwie silnego odbioru, włącza się cewkę sprzęgającą w takie miejsce anteny, w którym prąd ma największe natężenie, a więc w przeciwległy koniec uziemionemu. Cewka sprzężenia jest pierwotnym uzwojeniem transformatora. Ten transformator zasługuje na uwagę z tej przyczyny, że ma rdzeń żelazny zrobiony z bardzo cienkiej blachy około 0,037 mm. Odbiornik załącza się we wtórne uzwojenie transformatora. O ile urządzenie służy do wielokrotnego odbioru, to dla każdej stacji nadawczej załącza się oddzielny odbiornik. Wtedy pierwotne uzwojenie transformatora jest wspólne; wtórne uzwojenia muszą być oddzielne dla każdego odbiornika. W tym miejscu należy dodać, że w celu uniknięcia wzajemnego działania odbiorników na siebie, muszą być one umieszczone w metalowych uziemionych osłonach.

W praktyce, zamiast jednego drutu antenowego, używa się dwóch poprowadzonych równolegle na wysokości kilku do kilkunastu metrów nad ziemią, długości od kilkuset metrów do 20 i więcej

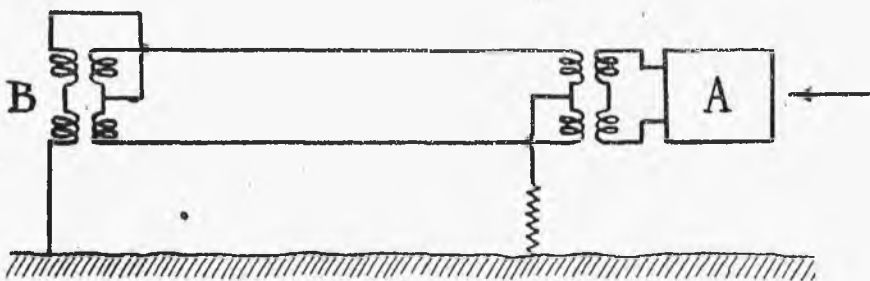
kilometrów. Zadaniem drugiego przewodu powrotnego jest doprowadzenie do miejsca odbioru fali odbitej na przeciwległym końcu. Umożliwia to umieszczenie odbiornika po tej samej stronie, jak oporu uziemiającego. Jest to konieczne, ze względu na potrzebę regulowania wielkości oporu w zależności od długości fal, jak



Rys. 32. Zasięg kątowy anteny Beverage (teoretyczny).
Długość anteny równa się długości fali.

również do usuwania (wyeliminowania) wpływów atmosferycznych.

Najprostszy schemat połączeń podaje rys. 33.



Rys. 33. Antena systemu Beverage o dwóch przewodach.

Sposób działania jest następujący: fale przychodzące z kierunku oznaczonego strzałką na rys. 33 wytwarzają w obu przewodnikach prąd skierowany w jedną stronę „B”. Prąd ten nie ma jednakowego natężenia w całym przewodniku, lecz po stronie „A” jest równy zeru i następnie stale wzrasta, osiągając najwyższą wartość na końcach anten „B”. (Skądinąd wiadomo, że przy prądach zmiennych w rozmaitych miejscach przewodnika, prąd może mieć różne natężenie). Prąd w „B” po przejściu przez dwie połowki pierwotnego uzwojenia, przepływa jeszcze przez dwie połowki wtórnego uzwojenia, połączonego z ziemią. Układ pierwotnych cewek transformatora jest tego rodzaju, że prąd w nich płynący nie działa na cewki obwodu wtórnego. Przeciwnie prąd płynący przez wtórne cewki, może oddziaływać na cewki pierwotne i to w ten sposób, że prądy w nich indukowane sumują się i dochodzą do „A”. Tutaj, znowu dzięki odpowiedniemu układowi cewek, działają one na wtórne uzwojenie. To wtórne uzwojenie połączone jest z odbiornikiem. Ten prąd wtórny indukowany w „B” ma oczywiście w przewodnikach anteny kierunek przeciwny; prądy, które powstałyby w antenach skutkiem działania sąsiednich przewodów np. telefonicznych, świetlnych i wreszcie wyładowań atmosferycznych, byłyby w obu przewodnikach zgodne, a tem samem po przejściu przez pierwotne uzwojenie transformatora do ziemi „A”, zupełnie na odbiornik nie oddziaływałyby.

A zatem oprócz kierunkowości anteny i jej aperiodyczności należy wymienić jeszcze jedną cechę charakterystyczną. A mianowicie, oddziaływanie wpływów atmosferycznych na nią jest sprowadzone do minimum; umożliwia to odbiór sygnałów nawet w takich warunkach, w których inne urządzenia całkowicie zawodzą.

Teorja działania anteny jest złożona; w krótkości można powiedzieć, że prąd antenowy jest skutkiem działania różnych szybkości fali przestrzennej i fali w przewodniku. Szybkość fali przestrzennej jest zależna od jej długości i stałej dielektrycznej ośrodka. Jest ona zwykle większa, niż szybkość fali w metalowym przewodniku.

Z powodu swych dodatnich cech, anteny systemu Beverage są obecnie stosowane przez amerykańskie stowarzyszenie radiotelegraficzne.

Pierwszą anteną tego rodzaju w Polsce jest antena odbiorcza dla komunikacji światowej w Grodzisku pod Warszawą. Obecnie może odbierać współcześnie trzy różne depezesy. Wysokość zawieszenia wynosi 7 metrów, długość jej około 27 km.

Do wyznaczania położenia stacyj nadawczych antena opisana nie nadaje się, gdyż z powodu swych olbrzymich rozmiarów nie może być obracalna. Być może, że 4 anteny wychodzące z jednego punktu, a odległe od siebie o 90° na końcach rozbieżnych, mogłyby (z zastosowaniem radjogoniometru) podobnie jak w układzie Bellini-Tosi służyć do wyznaczania kierunku dowolnych stacyj (o jednakowej długości fali). Dotychczas jednak o próbach w tym kierunku w literaturze periodycznej niema wzmianek.

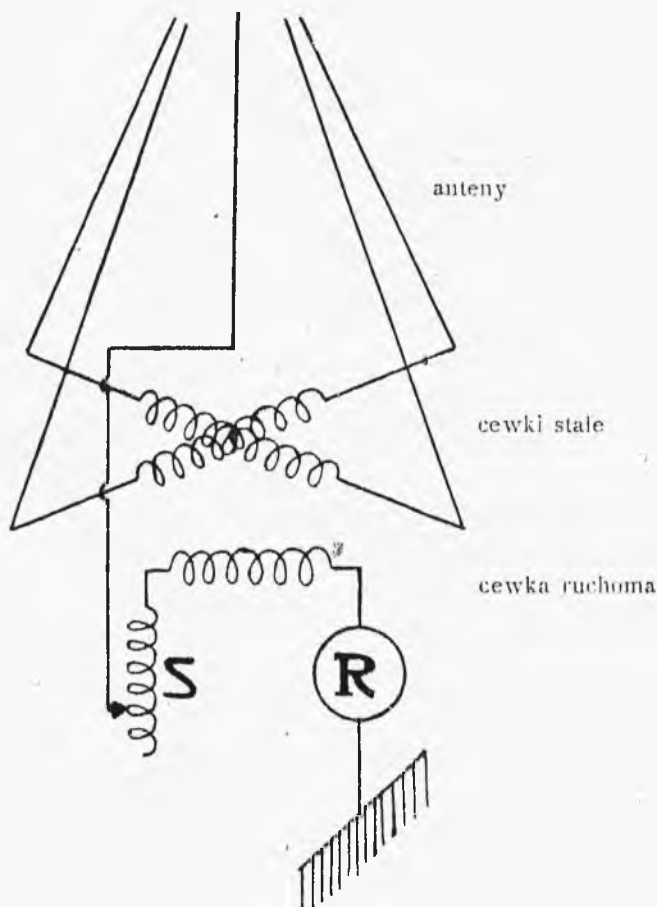
4. ANTENY SYST. BELLINI-TOSI.

Nieruchome stacje odbiorcze, kierunkowe, są często urządzone według systemu Bellini-Tosi. Różnią się od stacyj nadawczych jedynie połączeniem cewki ruchomej „c” (rys. 16.) W stacji nadawczej jest ona połączona z układem drgań (ze źródłem energii), w stacji odbiorczej—z odbiornikiem. Przychodzące fale wytwarzają w jednej lub w obu antenach prądy, które przez działanie cewek „a” i „b” wywołują również prądy w cewce ruchomej. Prądy te, krążąc przez cewki „a” i „b”, wytwarzają w nich zmienne pole magnetyczne. Działania obu pól magnetycznych na ruchomą cewkę możnaby zastąpić jednym polem wypadkowym o ściśle określonym kierunku—jak wiadomo kierunek ten zależy od stosunku natężeń prądu w obu stałych cewkach. Zależnie od umieszczenia ruchomej cewki, prostopadle lub równoległe do kierunku wypadkowego pola magnetycznego, uzyskujemy maximum lub minimum siły dźwięku i wedle tego określamy kierunek skąd fale przychodzą.

5. SYSTEM BELLINI-TOSI POŁĄCZONY Z ANTENĄ PIONOWĄ.

Podobnie jak dla uzyskania jednostronnego promieniowania, można połączyć antenę pionową z systemem Bellini-Tosi w celu uzyskania kierunkowego odbioru jednostronnego. Charakterystyka takiego układu anten (krzywa zasięgu antenowego) jest zupełnie podobna do przedstawionego na rysunku 18.

Sposób połączenia przedstawia rysunek 34.

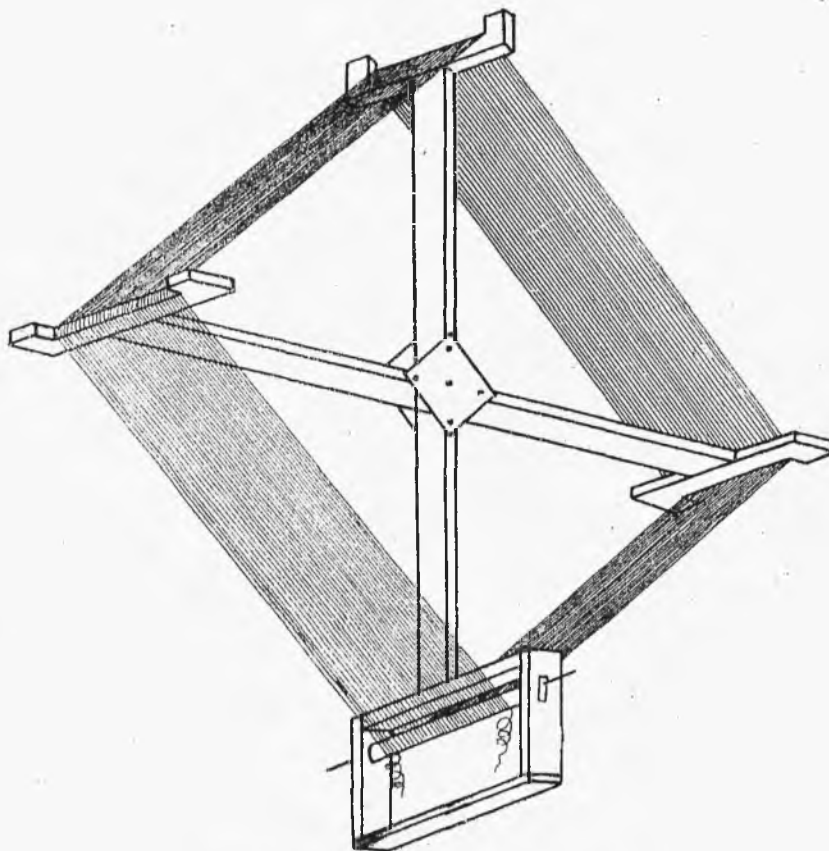


Rys. 34. Antena systemu Bellini-Tosi w połączeniu z anteną pionową (układ odbiorczy)

6. ANTENA RAMOWA.

Antena ramowa należy do typu anten zamkniętych. Na niemetalowej więc, najprościej drewnianej, ramie kształtu kwadratu lub krzyżulca (rys. 35) nawija się w jednej warstwie kilka do

kilkudziesięciu zwojów drutu miedzianego w odstępach kilku milimetrów. Zwykle użyty przewód składa się z wielu cienkich drucików od siebie izolowanych i odpowiednio splecionych, w celu uzyskania możliwie wielkiej powierzchni przewodzącej (prądy szybkozmiennego rozchodzą się tylko po powierzchni, mało wnikając w głąb przewodnika). Nie jest to jednak konieczne, bo



Rys. 35. Antena ramowa-solenoidalna.

przy użyciu wzmacniaczy lampkowych można odbierać bardzo słabe sygnały, a tem samem antenę wykonać ze zwyczajnego drutu miedzianego (dzwonkowego), ostatecznie nawet żelaznego. Antena ramowa przedstawiona na rys. 35 jest zrobiona z drutu żelaznego o średnicy 0.6 mm, izolowanego papierem. Ma ona 48 zwojów, każdy długości 5.1 metrów; naturalny okres drgań wynosi około 1700 m. Przy użyciu pięciu lampek można nią z łatwością przyjmować sygnały wszystkich większych europejskich stacyj.

Dobre wyniki można również osiągnąć anteną ramową nawiniętą na ścianie, wewnątrz lub zewnątrz mieszkania. Może ona mieć większe rozmiary niż zwyczajna, więc tem samym silniej odbierać. Jedyłą jej wadą w tym wypadku jest nieruchomość; może zatem przeważnie przyjmować tylko fale z określonego kierunku.

W celu dobrego odbioru należy umieszczać antenę ramową w płaszczyźnie prostopadłej do poziomu, więc pionowo.

W położeniu poziomem antena nie przyjmuje, chyba w wypadkach zniekształcenia fal po drodze, lub ukośnego nastawienia anteny w stacji nadawczej (np. anteny aeroplanowej w czasie lotu).

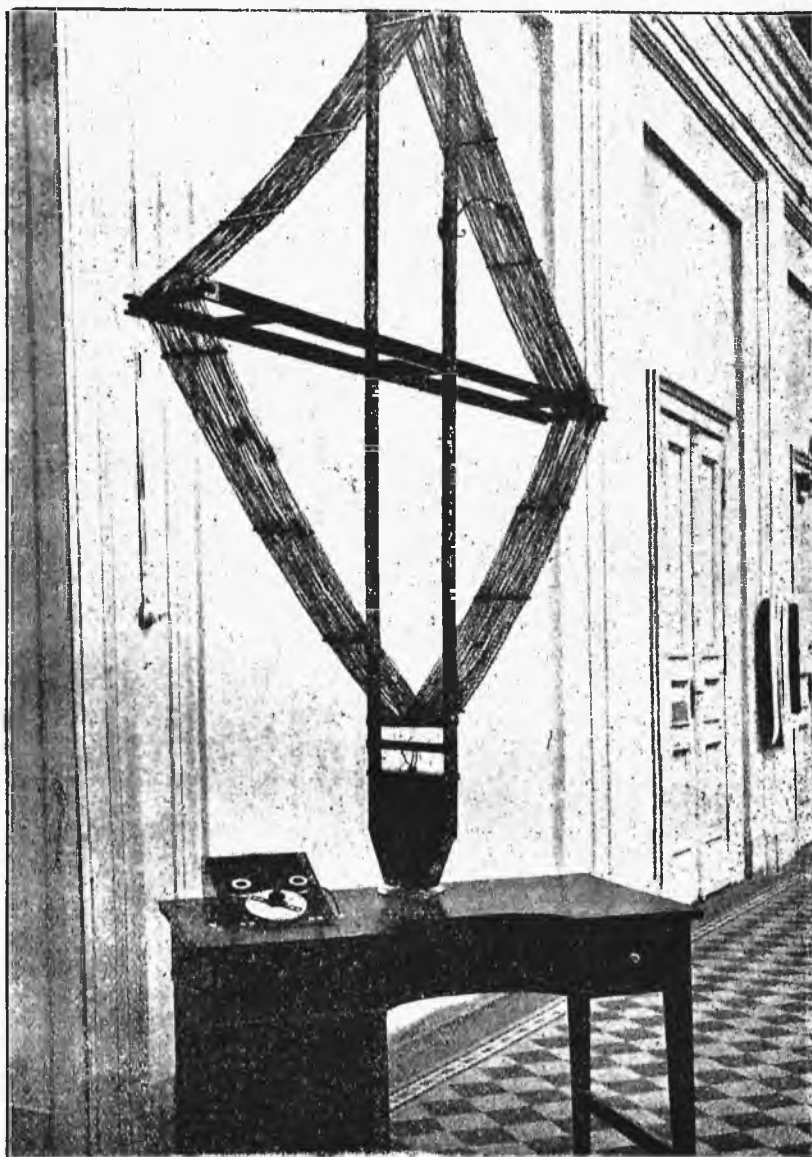
Tak jak w antenie nadawczej rozmiary jej odgrywają rolę w promieniowaniu, tak też i w antenie odbiorczej wyzyskalibyśmy z ośrodka maximum energii, gdyby odległość boków anteny ramowej równała się $\frac{1}{2}$ długości przyjmowanej fali. Każda antena najsilniej odbiera, jeśli wśród innych tych samych warunków jest dostrojona na przychodzące fale i to w ten sposób, że samoindukcja i pojemność są równomiernie rozmieszczone na całej jej długości. Ponieważ antena ramowa ma bardzo małe wymiary w porównaniu do długości odbieranych fal, zwiększamy jej samoindukcję i pojemność przez zwiększenie ilości zwojów do kilkudziesięciu (w jednej jednak warstwie i odległości około 5 mm drut od drutu). Zwykle wymiary anteny ramowej wynoszą od kilku decymetrów do kilku metrów. Pomimo tych nieproporcjonalnie małych wymiarów w porównaniu do odbieranych fal, pracują zadawalniająco dzięki użyciu lamp katodowych jako detektorów i wzmacniaczy. Używając odpowiednich wzmacniaczy można anteną ramową umieszczoną w pokoju odbierać sygnały nawet z Ameryki.

Rys. 36 przedstawia stację odbiorczą z anteną ramową warszawskiej firmy „Farad“.

Pomimo swych małych wymiarów umożliwia ona odbiór sygnałów wszystkich silniejszych europejskich stacyj. Na rys. 37 mamy przedstawioną ramową stację firmy Lorentz'a.

Ciekawą właściwością anteny ramowej jest fakt, że długość jej fali zasadniczej jest prawie jednakowa dla rozmaitych wymiarów anteny, o ile długość drutu nawiniętego jest ta sama, a odległość zwojów odpowiednio zachowana. Można o tem przekonać

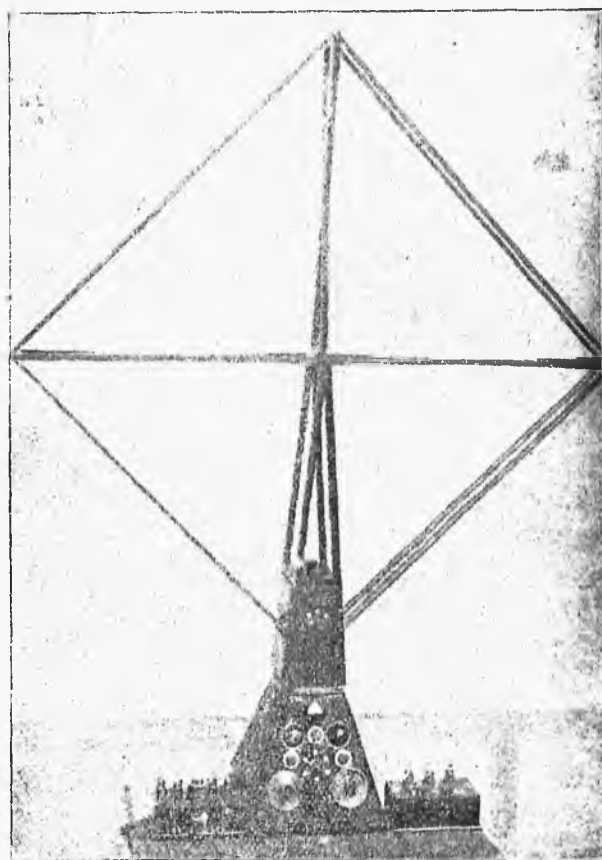
się z tablicy (na str. 60-tej) podanej w dziełku L. H. Waltera „Directive Wireless Telegraphy“.



Rys. 36. Ramowa stacja odbiorcza bylej warszawskiej firmy „Farad“ obecnie „Polskie Towarzystwo Radjotechniczne“¹⁾

¹⁾ „Polskie Towarzystwo Radjotechniczne“ powstało z połączenia się dwóch firm: „Farad“ i „Radjopol“.

Długość boku kwadratu centymetrów	liczba zwojów	odległość zwojów (milimetrów)	samoindukcja (mikrohenrów)	pojemność (mikrofaradów)	długość fali zasadniczej (metrów)
244	3	12	96	75	160
183	4	6	124	66	170
122	6	6	154	55	174
92	8	3	193	49	183



Rys. 37. Ramowa stacja odbiorcza firmy Lorentz'a.

W celu nastrojenia anteny ramowej, łączy się ją szeregowo z kondensatorem zmiennym. W ten sposób wytwarzamy obwód zamknięty, złożony ze stałej samoindukcji i zmiennej pojemności. Możemy go nastroić z grubsza przez włączenie całych ilości

zwojów anteny, lub tylko części, a następnie dokładniej kondensatorem. Równolegle do zacisków kondensatora włącza się odbiornik lampowy. Dla uzyskania dobrego odbioru musimy starać się o wytworzenie na okładkach kondensatora możliwie wielkich napięć.

W tym celu należy zwrócić uwagę na kilka punktów, które podaje Blattermann:

- 1) Wymiary ramy i liczba zwojów dla danej długości fali.
- 2) Wzajemna odległość zwojów.
- 3) Wymiary i rodzaj drutu.
- 4) Izolacja.
- 5) Właściwe wymiary kondensatora do strojenia.
- 6) Odległość anteny ramowej od ścian i przedmiotów metalowych.
- 7) Obecność zwojów niezłączonych (martwych).

Przed omówieniem tych punktów należy zaznaczyć, że antena ramowa odznacza się tem lepszym zasięgiem, im stosunek z iloczynu ilości zwojów, powierzchni objętej przez nie i współczynnika samoindukcji—do kwadratu długości fali i oporu anteny—jest mniejszy. Ten stosunek nazywa się „współczynnikiem odbioru“ anteny ramowej.

1. *Wymiary ramy i liczba zwojów dla danej fali.* Gdy zwiększamy ilość zwojów anteny, zwiększa się współczynnik odbioru, osiąga maximum i później spada. Tę zależność dla kilku anten ramowych przedstawia wykres na rys. 38.

Opór anteny ramowej dla fal bardzo długich zbliża się do oporu ohmowego przy prądzie stałym. Dla krótkich fal wzrasta i kiedy fale są do 2—3 razy większe niż fala zasadnicza, rośnie asymptotycznie.

Ponieważ samoindukcja anteny zmienia się z długością fali, więc dla krótkich fal należy stosować wielkie ramy o kilku zwojach, dla długich—małe ramy o wielkiej ilości zwojów, i znowu dla bardzo długich—ramy o wielkich wymiarach i małej ilości zwojów.

Gdybyśmy zmieniali liczbę zwojów i powierzchnię anteny w taki sposób, aby samoindukcja była stała, to największy współczynnik odbioru odpowiadałby zawsze w przybliżeniu tej samej długości fali; przytem jeszcze zaznaczyć należy, że antena o znacznej ilości zwojów reaguje na fale w szerszym zakresie, niż antena o małej ilości.

2. *Wzajemna odległość zwojów.* (Krok nawinięcia). Wzajemna odległość zwojów odgrywa doniosłą rolę. Jeżeli jest mała,

opór anteny i samoindukcja są wielkie dla fal krótkich i średnich. Mamy zatem dwie właściwości przeciwnie działające. Zmniejszenie odległości zwojów zwiększa użyteczny zasięg z jednej strony, z drugiej zaś, z powodu oporu, zmniejsza go. Najlepszy krok nawinięcia nie musi być zgodny z największym współczynnikiem odbioru.

3. *Wymiary i rodzaj drutu.* Najlepsza długość fali jest niezależna od przekroju drutu i rodzaju materiału.

4. *Wielkość kondensatora do strojenia.* Liczne doświadczenia wskazują, że najlepsze wyniki uzyskuje się, jeżeli największa pojemność kondensatora nie przekracza 0,001 mikrofarada.

5. *Odległość anteny ramowej od ścian.* Bliskość ścian i sufitu wpływa na zwiększenie rzeczywistego oporu anteny i to w znaczny sposób. Różnica w oporze anteny umieszczonej tuż przy ścianie, a następnie od niej odsuniętej na 1,5 metra, wynosi około 20% do 25%.

6. *Obecność zwojów nieużytecznych (martwych).* Martwe zwoje wpływają na zwiększenie najdogodniejszej długości fali.

W celu znalezienia najlepszych wymiarów anteny ramowej, jeżeli jest nam zgóry znana długość fali, którą mamy zamiar pracować, możemy się posługiwać tablicą podaną przez Blattermana (rys. 38.) Dolna część tablicy umożliwia znalezienie najodpowiedniejszych ilości zwojów i ich odległości dla 6 anten o rozmaitych wymiarach. Najodpowiedniejsze wymiary anteny odpowiadają największemu współczynnikowi odbioru; przedstawia go najwyższy punkt na krzywych w tablicy górnej. Tak np. dla anteny ramowej kwadratowej o boku 120 cm. liczba zwojów wynosi 53, długość fali około 2500 m., odległość zwojów około 6 m/m.

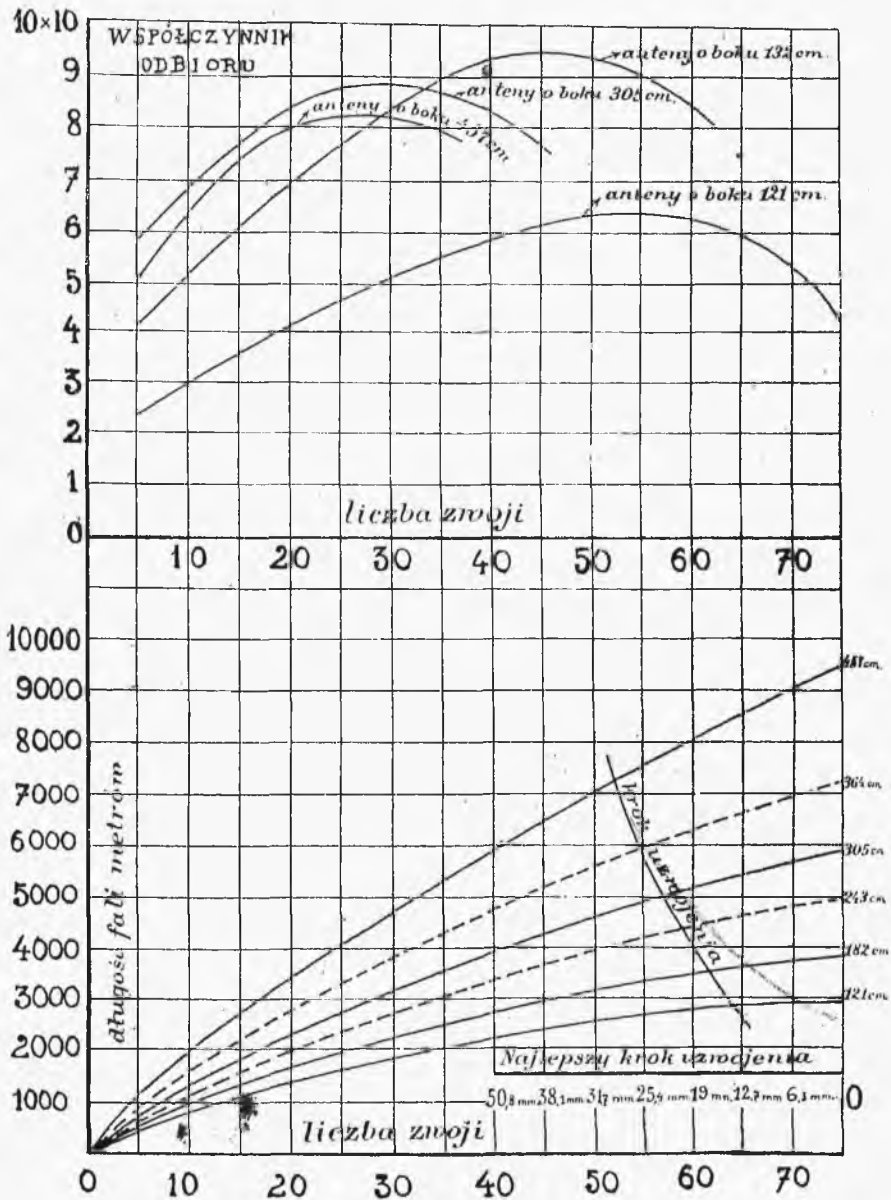
Wszystkie wartości podane dotyczą tylko fal niegasnących. Dla fal gasnących najlepsza długość fali przesuwana się nieco ku falom krótszym.

Zasadniczo rozróżniamy dwa rodzaje anten ramowych: nawinięte solenoidalnie i spiralnie (płaskie).

W antenie nawiniętej solenoidalnie wszystkie zwoje mają te same wymiary i leżą obok siebie (rys. 35).

W antenie nawiniętej spiralnie każdy następny zwój ma coraz to większe wymiary; wszystkie one leżą w jednej płaszczyźnie (rys. 41).

Właściwości obydwóch rodzajów anteny ramowej należy szerzej omówić.

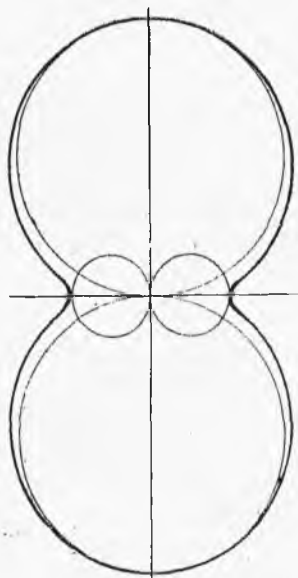


Rys. 38. Tablica Blatterman'a dla wyszukania najodpowiedniejszych wymiarów anteny ramowej.

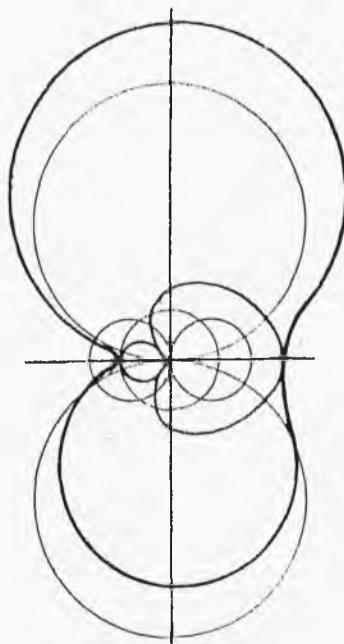
ANTENA SOLENOIDALNA.

Rzeczywista charakterystyka anteny solenoidalnej różni się od teoretycznej, jak to z rysunku 39 i 40 widać.

Jej minima są mniej ostre i niesymetryczne. Przyczyną zniekształcenia charakterystyki są trzy zjawiska:



Rys. 39. Zasięg kątowy anteny ramowej, zniekształcony z powodu pojemności przewodów względem siebie¹⁾.



Rys. 40. Zasięg kątowy anteny ramowej, zniekształcony z powodu zjawiska antenowego i pojemności przewodów względem siebie¹⁾.

1. *Prąd pojemnościowy*, który powstaje z powodu pojemności równomiernie rozdzielonej po całym przewodniku, i pojemności przewodów względem siebie.

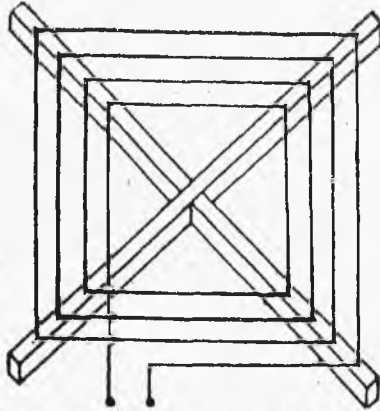
2. *Zjawisko antenowe*. Ta przyczyna wywołuje brak symetrii w charakterystyce anteny ramowej. Antena ramowa działa również, jak zwyczajna antena pionowa, z powodu prądów pojemnościowych płynących z niej do ziemi. Ponieważ pojemność anteny ramowej jest stała bez względu na jej położenie katowe, tem samem i napięcia między nią a ziemią są stałe.

3. *Wpływ kształtu*. Antena ramowa co do kształtu może być wąska i wysoka, lub niska i szeroka. W pierwszym wypadku zjawisko antenowe występuje mocno, przyczem maximum jest ostre. W drugim wypadku minimum jest mocne.

¹⁾ Na tych rysunkach wielkie kł'a oznaczają główne działanie anteny ramowej, małe—jej działanie z powodu pojemności przewodów względem siebie; koło w środku układu na rys. 40 oznacza skutki zjawiska antenowego.

ANTENA SPIRALNA (płaska).

Zjawisko antenowe występuje w antenie spiralnej (rys. 41) znacznie, niż w solenoidalnej. Minimum anteny spiralnej jest mniej ostre, maximum zaś bardziej ostre, niż w antenie solenoidalnej. Przyczyną tego jest zjawisko antenowe w połączeniu z działaniem pojemnościowym przewodów (zwojów) względem siebie.



Rys. 41. Antena ramowa spiralna.

Wśród zwykłych warunków oba minima nie są jednakowe, lecz jedno jest większe, drugie mniejsze: w razie przemiany połączenia, minima zmieniają się. Ta właściwość anteny spiralnej umożliwia oznaczenie nie tylko kierunku, ale i strony skąd fale przychodzą.

Wyznaczenie kierunku przychodzących fal anteną ramową odbywa się bardzo prosto. Antenę (rys. 36 i 37) obraca się dookoła osi pionowej i wsłuchuje się w minimum dźwięku.

Po ustaleniu minimum, odczytuje się położenie wskazówki na nieruchomej tarczy z podziałką od 0° do 360° . Wskazówka jest stale umocowana do ramy w jednej z nią płaszczyźnie, lub skręcona o 90° . Kąty odczytuje się zawsze w prawo, to znaczy zgodnie z ruchem wskazówki zegara.

Nieruchomą tarczę należy ustawić przed pomiarem tak, aby południk magnetyczny, względnie geograficzny, przechodził przez punkt 0° i 180° . Wtedy kąt odczytany na tarczy jest azymutem odbieranych fal.

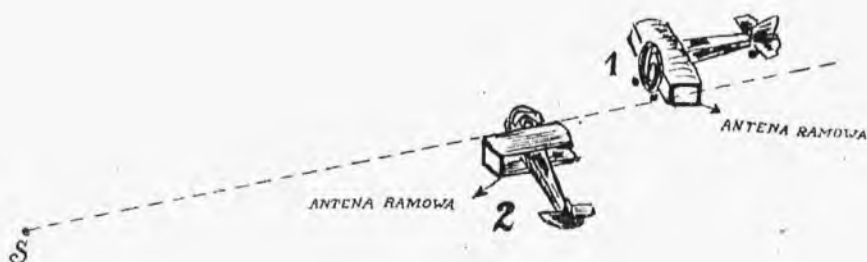
Pomiary dokonywane anteną ramową są dokładne jedynie wtedy, kiedy jest ona wykonana dokładnie geometrycznie, to znaczy odległości między drutami i ich napięcie mechaniczne są jedna-

kie, rama niewichrowata i przy obrocie zawsze zachowująca położenie pionowe. Małe odchylenia na boki wywołują znaczne błędy, dochodzące do kilkunastu stopni.

Czasami dokładne ustawienie anteny ramowej jest niemożliwe np. na płatowcu, który wznosząc się i opadając zmienia swe położenie. Pomimo możliwości błędów stosuje się ją jednak w braku innego, doskonalszego przyrządu.

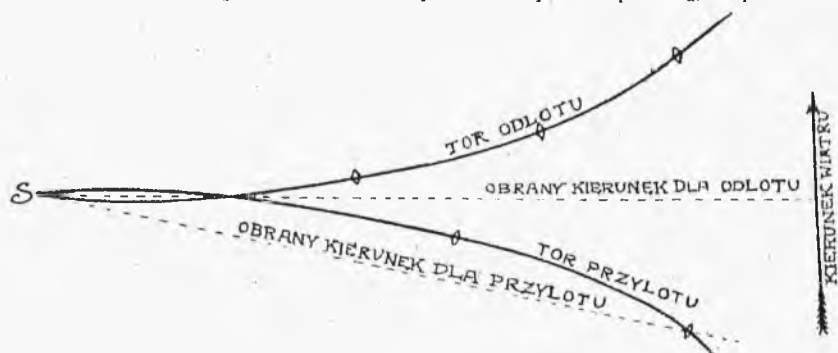
Ruchoma antena na płatowcu miałaby bardzo małe wymiary, dlatego używa się większej, stałe umocowanej do skrzydeł aeroplanu. Umocowanie jest tego rodzaju, że antena ma położenie pionowe.

Wyznaczenie kierunku w tym wypadku odbywa się przez manewrowanie.



Rys. 42. Orientowanie się płatowca przy pomocy anteny ramowej.

Na rys. 42 płatowiec 1. zdążający do stacji nadawczej „S” naj- silniej słyszy sygnały, kiedy leci w kierunku do „S”, lub w kierunku przeciwnym. W położeniu 2, z powodu prostopadłego położenia



Rys. 43. Wpływ wiatru na płatowiec w czasie lotu

płaszczyzny ramy do kierunku fal, znaków nie odbiera. W jednym wypadku mieliśmy odbiór na maximum—w drugim na minimum siły dźwięku.

Określając maximum względnie minimum siły dźwięku w zależności od swego położenia—może orjentować się w przybliżeniu co do kierunku lotu; aeroplan lecący do stacji nadawczej zachowuje pomimo wiatru wiejącego boczenie kierunek właściwy — niema to jednak miejsca, kiedy lot odbywa się w stronę od stacji nadawczej, jak to widać na rys. 43.

Pomimo ustawienia anteny ramowej w kierunku na maximum odbioru, z powodu działania wiatru aparat zbacza.

Dokładne zachowanie kierunku lotu jest możliwe przez zastosowanie najmniej dwóch stacyj nadawczych znajdujących się na ziemi—w sposób opisany w ustępie o kierowaniu płatowcami.

Określanie minimum dźwięków na płatowcach z powodu szumu motoru, warkotu śmigła, a przede wszystkim pracy przyrządów zapalających mieszankę w cylindrach, było przez pewien czas niemożliwe. Stosowano niemal wyłącznie odbiór na maximum dźwięku, chroniąc przytem odbiornik przed krótkimi falami, (około 40 m., które wysyła urządzenie zapłonowe).

7. SYSTEM ROBINSON'A.

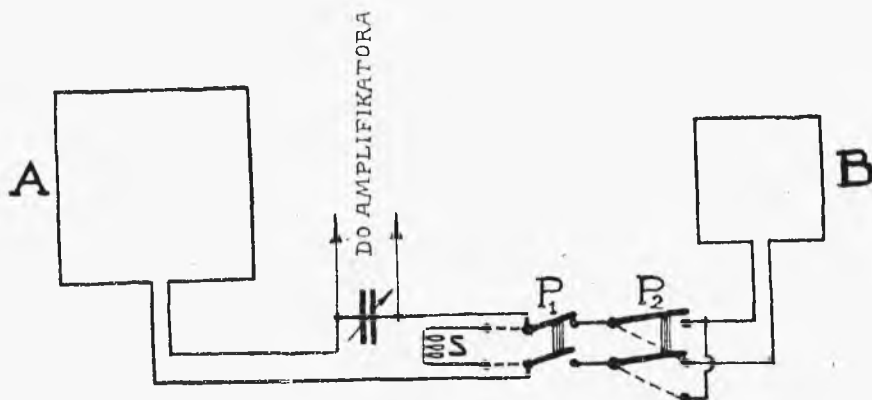
Oznaczenie kierunku przychodzących fal anteną ramową stale umocowaną do płatowca jest nietylko uciążliwe i połączone z wielką stratą czasu, lecz mniej dokładne, aniżeli przy pomocy anteny ramowej ruchomej (obracalnej). Oprócz tego antena ramowa może służyć do dokładnego określania kierunku fal jedynie z zastosowaniem odbioru na minimum, Wynika to z jej charakterystyki (krzywa zasięgu kąтового). Odbiór na minimum na płatowcu z powodu szumu motoru i warkotu śmigła jest wielce utrudniony, a czasami wręcz niemożliwy.

W systemie Robinson'a, pomimo odbioru na maximum, dokładność pomiarów jest zachowana dobrze, nawet lepiej niż przy odbiorze na minimum.

Urządzenie odbiorcze składa się z dwóch anten: jednej większej o małej ilości zwojów, drugiej, mniejszej, o znacznej ilości zwojów, ułożonych w płaszczyznach do siebie prostopadłych. Jako całość są one ruchome dookoła wspólnej osi pionowej. Anteny są połączone ze sobą szeregowo przez zmienny kondensator i przełącznik (rys. 44).

Na rysunku „A” i „B” oznacza antenę ramową, P_1 i P_2 przełączniki. Sposób działania urządzenia i postępowanie przy pomiarze są następujące. Najpierw przekładamy przełącznik P_1 w lewo, a tem samem zamiast pomocniczej anteny, włączamy

cewkę samoindukcyjną „S” o tak dobranych właściwościach elektrycznych, aby w obwodzie drgań mogła skutecznie zastąpić antenę pomocniczą. Następnie przez obracanie układu wyszukujemy w przybliżeniu maximum dźwięku, stroimy dokładnie obwód, wyłączamy cewkę „S”, a natomiast włączamy antenę pomocniczą. Potem poruszamy kilkakrotnie przełącznik P_2 z jednego położenia



Rys. 44. Układ połączeń w systemie Robinson'a.

w drugie, obracając przy tym nieznacznie cały układ w prawo i w lewo tak długo, dopóki dźwięk w słuchawce nie będzie jednakowo silny, pomimo przełączania. W tym położeniu anteny głównej, przychodzące fale mają kierunek zgodny z jej płaszczyzną. Jest rzeczą jasną, że jednakowy dźwięk w telefonie, pomimo przełączania biegunów, można uzyskać tylko w tym wypadku, kiedy w jednej z anten (zwykle pomocniczej) nie ma zupełnie siły elektromotorycznej. Może to mieć miejsce tylko wtedy, kiedy ta antena jest swą płaszczyzną ustawiona prostopadle do kierunku przychodzących fal. We wszystkich innych wypadkach występują siły elektromotoryczne w obu antenach i z powodu szeregowego ich połączenia (przy użyciu dwubiegunowego przełącznika) mogą się albo sumować, albo znosić. Dzięki temu w telefonie usłyszymy różnicę w natężeniu dźwięku, co będzie dowodem, że antena główna nie jest dokładnie ustawiona.

Robinson utrzymuje, że przy pomocy jego systemu można osiągnąć dokładność pomiarów nawet $\frac{1}{3}$ stopnia z warunkiem jednak, aby iloczyn zwojów i powierzchni cewki pomocniczej był 10 razy większy, niż taki iloczyn w cewce głównej.

Jakkolwiek system Robinson'a jest w chwili obecnej najlepszym rozwiązaniem kierunkowego odbioru na płytowcach, jednak po-

siada i ujemną stroną. A mianowicie w pewnych wypadkach nie możemy być pewni, czy określony kąt jest rzeczywistym, czy różni się od prawdziwego o 90° . Może to zdarzyć się wówczas, kiedy zapomnimy o tem, że przed określeniem, czy siła dźwięku jest jednakowa, należy najpierw wyłączyć antenę pomocniczą i włączyć cewkę zastępczą, w celu wyszukania w przybliżeniu maximum dźwięku i ogólnego określenia kierunku fal. Pomiary dokonywane w sposób niewłaściwy poznaje się po tem, że pomimo przełączania końcówek anten, natężenie dźwięku mało się różni nawet przy obrocie układu o kilka stopni. Przyczyną jest ta okoliczność, że w tym wypadku rolę anten zmieniliśmy, a mianowicie z pomocniczej zrobiliśmy główną i odwrotnie; ilość zwojów w antenie głównej jest mniejsza, niż w pomocniczej; a zatem siły elektromotoryczne w niej indukowane wtedy, kiedy spełnia rolę pomocniczej, są nieznaczne i słabo wpływają na siły elektromotoryczne drugiej anteny.

System Robinson'a może być również zastosowany do układu anten systemu Bellini-Tosi; wówczas zamiast jednej cewki ruchomej w radjogoniometrze, należy umieścić dwie względem siebie o 90° przestawione i jako całość ruchome. Innemi słowami należy zmniejszony układ robinsonowski umieścić w radjogoniometrze.

Czy połączony system Bellini-Tosi-Robinson odznaczałby się większą dokładnością, niż pojedyncze systemy, trudno orzec, w każdym razie aparat byłby bardziej skomplikowany, a pomiary musiałyby trwać dłużej.

8. ANTENA REZONANSOWA.

Pewną odmianą anteny ramowej jest solenoid o małej średnicy, a znacznej długości. Taki solenoid, nazwany anteną rezonansową, może służyć jako antena, której jeden koniec może być uziemiony lub nieziemiony. Odbiór odhyla się jedynie z zastosowaniem amplifikatora, gdyż prądy wzbudzone w solenoidzie są bardzo słabe.

Antena rezonansowa ma bardzo ciekawe właściwości kierunkowe, a mianowicie jeżeli wychylimy ją z położenia, w którym na końcach wykazywała maximum potencjału, zmienia się potencjał na obu końcach nierównomiernie.

Jeżeli jej oś jest prostopadła do kierunku rozchodzenia się fal, potencjały są równe, jakkolwiek przeciwne co do znaków, i mają największą wartość. Gdy obrócimy antenę o pewien kąt

w płaszczyźnie poziomej, na końcu bliższym stacji nadawczej występuje potencjał wyższy, niż na przeciwnym. To zjawisko można wykorzystać dla jednoznacznego określenia kierunku, w którym znajduje się stacja.

Antena rezonansowa przy niewielkich stosunkowo rozmiarach może mieć dużą fałę zasadniczą. Np. cewka o średnicy 11,5 cm. długości 59 cm. i 34 zwojach na 1 cm., ma fałę zasadniczą długości 1700 m. Całkowita samoindukcja wynosi 80,5 milihenra. Opisaną antenę zastosowano poraz pierwszy w Ameryce.

O MAPACH.

W celu wyznaczenia położenia jakiegokolwiek punktu na ziemi w taki sposób, ażeby był wiadomy nie tylko tym ludziom, którzy go dotkną bezpośrednio stopami, lecz i tym, którzy nigdy go nie ujrzą, już bardzo dawno podzielono w wyobraźni ziemię linjami kołowemi na wiele części.

Jedne z tych kół przechodzą przez bieguny ziemi, są wszystkie jednakowej długości i nazywają się południkami. Drugie, tną ziemię prostopadle do tamtych i nazywają się równoleżnikami, bo są od siebie jednakowo odległe; mają różną wielkość: tuż przy biegunach są małe, pośrodku między nimi—wielkie. Największy równoleżnik nazywa się równikiem.

Odległości, mierzone na powierzchni ziemi po którymkolwiek południku od równika do biegunów, nazywają się szerokością geograficzną północną lub południową, zależnie od tego, do którego bieguna ją odniesiemy. Np. szerokość geograficzna na równiku wynosi 0° , na biegunach 90° .

Odległości mierzone na równoleżniku od któregokolwiek południka na wschód lub zachód nazywają się długością geograficzną wschodnią lub zachodnią.

Południk geograficzny (linję południkową) można wyznaczyć w dowolnym punkcie ziemi albo przez obserwację astronomiczną, albo przy pomocy igły magnetycznej. Linja, przechodząca przez bieguny magnetyczne ziemi i igłę, nazywa się południkiem magnetycznym. Ponieważ bieguny magnetyczne nie leżą w biegunach ziemi, lecz są nieco przesunięte, południk magnetyczny jest zgodny z południkiem geograficznym tylko w dwóch miejscach na ziemi. W innych miejscach tworzy z nim kąt od 0° do 30° nawet. Ten kąt nazywa się kątem zboczenia. Zboczenie dla jednych miejsc jest zachodnie, dla innych wschodnie. Zboczenie igły magnetycznej dla Warszawy jest zachodnie i wynosi około 5° . Zna-

jąc kąt zboczenia w danym miejscu możemy łatwo wyznaczyć południk geograficzny z pomocą dokładnej busoli. Kąt zboczenia dla tej samej miejscowości nie jest stały, lecz co pewien czas ulega zmianom. Te zmiany w ciągu dnia są nieznaczne (z wyjątkiem spowodowanych burzą magnetyczną) i w ciągu lat przybierają znaczne wartości. Np. zboczenia dla Londynu było

w roku 1580 — 11° wschodnie

„ 1757 — zgodne z połudn. geogr.

„ 1816 — $24^{\circ} 30'$ zachodnie

„ 1881 — $18^{\circ} 33'$ „

„ 1976 — będzie znowu zgodne z poł. geogr.

Zatem mapy magnetyczne muszą być co kilka lat poprawiane. Pociąga to za sobą miliardowe wydatki (w walucie obecnej). Dla celów radjogonjometrycznych należy zatem o ile możliwości wyznaczać południk geograficzny astronomicznie.

W celu ujednostajnienia pomiarów musiano uznać któryś z równoleżników i południków za pierwszy. Przyjęto jako pierwszy równoleżnik—równik, jako pierwszy południk—południk przechodzący przez miejscowość Greenwich (w pobliżu Londynu). Mamy 360 południków i 180 równoleżników. Ponieważ odległość pomiędzy jednym południkiem a drugim jest znaczna (na równiku wynosi 111 kilometrów) podzielono ją jeszcze na minuty i sekundy. Odległość pomiędzy jednym a drugim południkiem (lub równoleżnikiem) nazwano stopniem. Stopień rozdzielono na sześćdziesiąt części; każda z tych części nazywa się minutą. Ponieważ minuty oznaczałyby jeszcze zbyt wielkie odległości, podzielono je znowu na sześćdziesiąt części. Sześćdziesiąta część minuty nazywa się sekundą.

Należy stale pamiętać o tym, że minuty i sekundy, jako części stopnia względnie koła, nie oznaczają czasu, a tylko odległości.

Dzięki takiemu podziałowi ziemi, względnie niewidzialnej siatce naniesionej na jej powierzchnię, można oznaczyć położenie dowolnego punktu. Jeżeli mówimy, że Warszawa leży pod 52° stopniem szerokości geograficznej północnej i 21° według Greenwich długości geograficznej wschodniej, to ktoś, kto zupełnie nie był w tym mieście, może jednak mieć dokładne pojęcie gdzie ono leży.

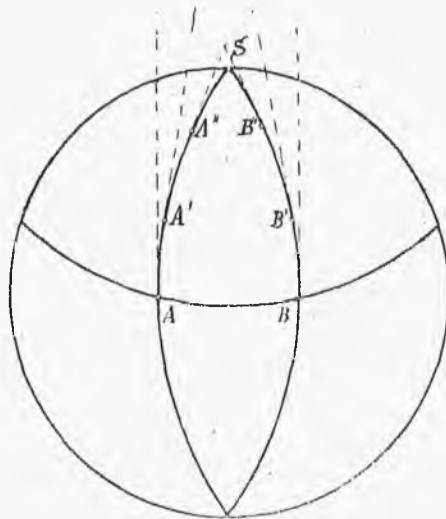
Dokładny opis rozmieszczenia lądów i mórz na płaszczyźnie podają mapy. Mogą być one rozmaicie wykonane, zależnie od celu do jakiego służą. Np. mapy morskie dla żeglugi. Radjogonjometrycja posługuje się do wyznaczania położenia szukanych radjo-

stacyj (lub własnej stacji odbiorczej według dwóch innych) mapami gnomicznymi. Te mapy mają tę właściwość, że południki na nich są przedstawione jako linie proste. Jest to koniecznym dla określenia położenia szukanych stacyj, gdyż fale elektromagnetyczne rozchodzą się po liniach najkrótszych na kuli, to znaczy po ortodromach. Na mapie gnomicznej ortodromy przedstawiają się jako linie proste. Wyobraźmy sobie potężną radiostację umieszczoną na jednym biegunie o zasięgu około 20000 km, to znaczy mogącą nadawać sygnały aż do drugiego bieguna.

Możliwość osiągnięcia takiego zasięgu istnieje, dowodem są niektóre olbrzymie stacje jak St. Assise, Nauen i inne. Kierunek rozchodzenia się fal jest w tym wypadku zgodny z kierunkiem południków, a zatem dla stacji umieszczonej na biegunie południki są ortodromami.

Stacja odbiorcza kierunkowa umieszczona na drugim biegunie chwyciłaby depeze w każdym położeniu, gdyż (przyjmując jednorodność powierzchni kuli ziemskiej i atmosfery) ze wszystkich stron przychodziłyby fale o jednakowym natężeniu.

Ten szczególny wypadek musimy wykluczyć z rozważań i odbiorcze stacje „A” i „B” (rys. 45) umieścić bliżej stacji nadawczej np. na równiku.



Rys. 45. Przedłużenie kierunku fal w różnych miejscach ziemi.

Kierunek przychodzących fal wyznaczamy liniami prostymi kreskowanymi. Wymienione linie przedłużone nie przeczną się jednak w miejscu stacji nadawczej t. j. biegunie, lecz wysoko

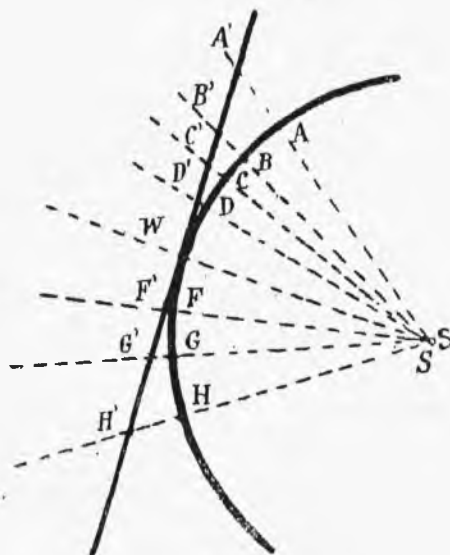
w atmosferze, a nawet jeszcze dalej, bo w przestrzeni międzyplanetarnej. Położenie szukanej stacji możnaby wyznaczyć przez zawile trygonometryczne obliczenie. Jednak zajęłoby to dużo czasu. Szczególnie dawałoby się to odczuwać, gdyby potrzeba było wielokrotnie oznaczać położenie stacji, zmieniającej swoje położenie np. floty powietrznej, statku na morzu i t. p.

O wiele prościej i szybciej, jakkolwiek mniej dokładnie, można to uczynić na mapie gnomicznej, przeciągając, z punktów umieszczenia stacji odbiorczych, nitki pod kątami podanymi przez pomiar. Przecięcie nitek wskaże położenie szukanej stacji. Nieodzownym warunkiem tej mapy jest prostoliniowość ortodrom. W celu zrozumienia jak powstaje mapa gnomiczna, ucieknijmy się do następującego przykładu: wyobraźmy sobie, że południki ziemskie są zrobione z potężnych stalowych obręczy i w biegunach mocno przygwożdżone do ziemi. Morza i lądy są zrobione z elastycznej gumy. Jeżeli przetniemy obręcz w okolicy równika, to półpłaszczyzny rozprostują się i rozciągną gumowe lądy i morza. Otrzymamy płaski obraz półkuli jako mapę w rzucie gnomicznym. Środkiem tej mapy jest biegun. Na takiej mapie możnaby wyznaczyć jedynie dokładnie położenie stacji znajdującej się w biegunie, lub w pobliżu niego. A zatem dla każdej miejscowości, w której znajduje się szukana radiostacja, należałoby sporządzić mapę. Tę miejscowość uważalibyśmy chwilowo za biegun ziemski, przeprowadzili przez nią ortodromy, a następnie utworzyli mapę w opisany sposób, praktycznie—drogą przeliczenia. W praktyce wykonywa się mapę nie dla wszystkich miejsc, gdzie przypuszczalnie znajdują się badane stacje. Robi się to dla pewnego obszaru tylko, np. dla Warszawy jako środka; wyznaczenie punktów w pobliżu niej położonych będzie dokładnie, zaś dalej mniej dokładne — w odległości 1000 km błędy będą już znaczne bo wynoszące kilometry.

Zatem dla wyznaczenia położenia stacji znajdujących się np. na Syberji potrzeba stworzyć nową mapę z środkiem dla ortodrom. np. na Uralu. Można jednak do tego celu użyć zwyczajnej mapy, wyznaczając na niej siatkę gnomiczną w odpowiednim miejscu.

Mapę gnomiczną można utworzyć jeszcze w inny sposób: niech środkiem jej będzie Warszawa. Ze środka ziemi prowadzimy do Warszawy prostą. W punkcie przebicia skorupy ziemskiej przez ten promień, przeprowadzamy płaszczyznę styczną i na niej tworzymy rzut punktów okalających Warszawę, przyjmując środek ziemi za miejsce, skąd pęk promieni rzutujących wychodzi.

Na rys. 46 S oznacza środek ziemi. A' N' linię przez którą przechodzi płaszczyzna styczna do powierzchni kuli ziemskiej w Warszawie, zaś punkty A' B' C' D' E' F'—rzuty punktów A, B, C, D, E, F.



Rys. 46. Powstawanie siatki gnomonicznej.

STACJA KONTROLNA.

Pomiary stacyj goniometrycznych są surowym materiałem dla stacji kontrolnej. Na stacji kontrolnej odczytuje się na specjalnej mapie gnomonicznej położenie stacji, która była poddana pomiarom.

Bardzo ważną rzeczą dla sprawnego działania sieci goniometrycznej jest możliwie szybkie przesłanie wyników pomiarów stacji kontrolnej; może to dziać się drogą radjotelegraficzną lub telegraficzną (hughesem).

Wszelkie pomiary, które z jakichkolwiek przyczyn muszą być tajemnicą, podaje się szyfrem przy pomocy telegrafu Hughes'a.

Sprawną komunikacją pomiędzy stacją kontrolną a podległymi stacjami goniometrycznymi jest nieodzowna, gdy chodzi o kierowanie statkami na morzu lub w powietrzu.

Oprócz tego zadania, stacja kontrolna prowadzi zazwyczaj statystykę pomiarów w celu orientacji co do odstępstw w prostoliniowym rozchodzeniu się fal na pewnym obszarze.

Część III.

Opis stacji radjogoniometrycznych.

USTAWIENIE.

Przy wyborze miejsca dla ustawienia stacji goniometrycznej należy kierować się względami, które były poruszone przy omawianiu warunków prostoliniowego rozchodzenia się fal. A więc teren powinien być płaski, odsłonięty, suchy, niezbyt wysoko ponad poziom morza położony; daleki od gór, większych rzek, osad fabrycznych, linii kolejowych i elektrycznych.

Pożądanem jest umieszczenie stacji w budynku, gdyż dobre warunki bytu dla obsługi wpływają często znacznie na dokładność pomiarów.

Anteny skrzyżowane pod 90° powinno układać się w kierunkach geograficznych. Ponieważ jednak dokładne wyznaczenie południka geograficznego jest trudne i wymaga bardzo dokładnych i kosztownych instrumentów, a także odpowiedniej pogody, oznacza się południk magnetyczny i obiera go za podstawę do mierzenia kątów.

W celu wyznaczenia południka magnetycznego, w miejscu gdzie ma stać maszt główny, umieszcza się stolik, krzesło, lub wbija pał, a do niego umocowuje deseczkę (stolik). Na stole umieszcza się dokładną busolę z dioptrą. Dioptra służy do celowania na odległy przedmiot w celu wyznaczenia linii południkowej i linii do niej prostopadłej.

Po ustawieniu busoli według poziomicy (libelli) wyzwalamy igłę z urządzenia ustalającego i czekamy, aż się uspokoi.

Baczną uwagę należy jednak zwrócić na zachowanie się igły. Wyzwolona musi przez pewien czas drżeć i po wielu wahaniami ustawić się zawsze w tem samym położeniu. W przeciwnym razie jest zepsuta i nie nadaje się do wyznaczania po-

łudnika magnetycznego. Dobrze jest przed każdym użyciem busoli wstawić nową igielkę osiową, o ile busola ma ku temu odpowiednie urządzenie.

Po ustaleniu się igły, ustawiamy dioptrę w ten sposób, aby jego linja środkowa najdokładniej kryła linję środkową igły i celujemy wzrokiem na palik wbity w terenie, a odległy najmniej o 160 m.

W celu dokładnego ustawienia palika na linii południkowej jedna z osób obsługujących przesuwając go tak długo w prawo—w lewo, aż znajdzie się „w celu.“

Następnie obracamy dioptrę o 180° i wyznaczamy podobnie położenie drugiego palika.

Linja przechodząca przez oba punkty wbicia palików jest południkiem magnetycznym. Linję prostopadłą do południkowej wyznaczamy również za pomocą dioptry, przestawiając ją o 90° .

Wyznaczenie południka musi być jak najdokładniejsze; należy je wykonać dwukrotnie. Wszelkie przedmioty magnetyczne powinno się usunąć od busoli jak najdalej.

Po wbiciu czterech palików kierunkowych i piątego wyznaczającego miejsce dla masztu głównego, ustawia się antenę poziomą otwartą albo antenę zamkniętą w kształcie trójkąta.

Pierwsza umożliwia silniejszy odbiór, przy małej dokładności, druga, trudniejsza w budowie, odznacza się słabszym odbiorem, lecz większą dokładnością.

Użyte maszty powinny być z drzewa, zaś linki lniane, konopne, wogóle niemetalowe. Jedynie w wyjątkowych razach można zastosować metalowe maszty i linki, a więc zawiesić anteny wprost na maszcie zwyczajnej stacji ciężkiej lub lekkiej. W tym wypadku promienie antenowe wspomnianej stacji muszą być symetrycznie rozmieszczone i mieć tę samą długość i przekrój.

• Po ustawieniu masztu głównego i masztów pomocniczych rozpina się antenę w ten sposób, że najpierw umocowuje się (prowizorycznie) anteny jednego kierunku np. północ—południe a następnie drugiego.

Kierujący ustawieniem stoi w odległości 10—40 metrów od masztu i baczy pilnie na to, aby maszt zachowywał dokładne pionowe położenie. Po prowizorycznym rozpięciu anten, stwierdza się czy linki są jednakowo silnie napięte i czy maszt stoi prostopadle, a następnie umocowuje się na stałe. Wolne końce anten z głowicy masztu prowadzi się do dwóch beleczek skrzyżowanych

pod 90°, przytwierdzonych do masztu głównego w wysokości około 2 m. ponad ziemią, a stąd do odbiornika.

OPIS ODBIORNIKA RADJOGONIOMETRYCZNEGO FIRMY LORENTZ—W.

Odbiornik radjogoniometryczny firmy Lorentz o wymiarach $41 \times 41 \times 33,5$ cm. o ciężarze 20, 6 kg. składa się z radjogoniometru właściwego i części pomocniczych.

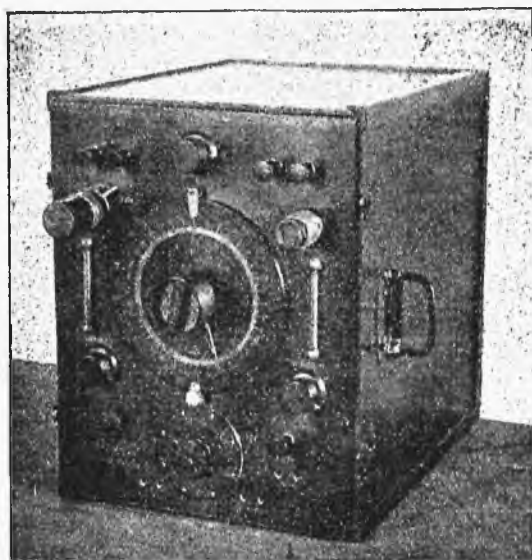
Radjogoniometr tworzą dwie cewki stałe, skrzyżowane pod kątem 90°, a umieszczone nad sobą w odległości kilkunastu centymetrów. Wewnątrz każdej cewki stałej znajduje się cewka ruchoma; cewki ruchome są stałe przytwierdzone do wspólnej pionowej osi i leżą w jednej płaszczyźnie. Do tej osi jest również przytwierdzona wskazówka i główka do ujęcia osi w czasie obracania cewek. Część górna odbiornika jest przedstawiona na rys. 47, zaś wnętrze na rys. 48.

Zasadniczy układ połączeń przedstawia rys. 49. W obwodzie anten i stałych cewek są włączone kondensatory do strojenia. Kondensatory są umieszczone na wspólnej osi; umożliwia to równoczesne strojenie dwóch obwodów.

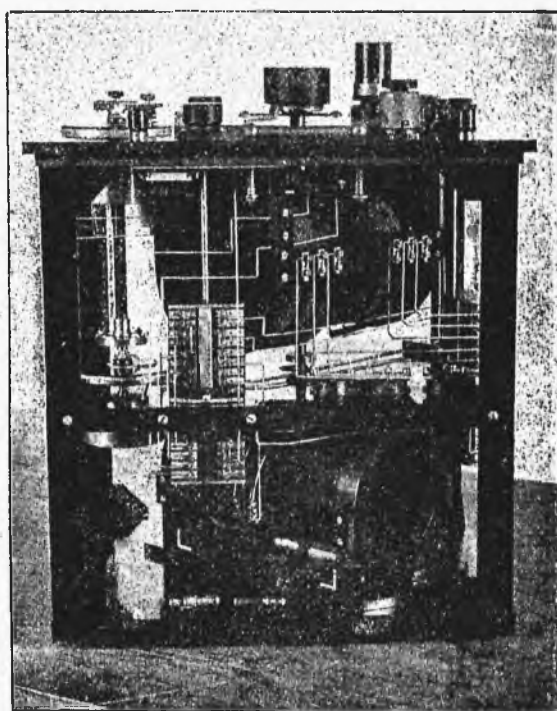
Dla zupełnej symetrii elektrycznej są one włączone dokładnie w połowie uzwojeń cewek stałych. Ponieważ wykonanie dwóch zmiennych kondensatorów o tych samych właściwościach jest bardzo trudne, dla wyrównania niedokładności nastrojenia obydwu układów, stosuje się jeszcze kondensator różnicowy o pojemności kilku centymetrów (1 mikr $F=900.000$ cm). Kondensator ten jest włączony równolegle do dwu poprzednio wymienionych. Dzięki swej konstrukcji (rys. 50) działa w ten sposób, że kiedy w jednym obwodzie zwiększa się pojemność, w drugim równocześnie zmniejsza—lub odwrotnie. Pojemność kondensatora różnicowego regulujemy w ten sposób, że pomiędzy jego nieruchome okładki wsuwamy grubą metalową tarczę.

W obwód cewki ruchomej jest włączony detektor i telefon.

Ze szczegółowego układu połączeń widać, że strojenie dokonuje się nie tylko zapomocą kondensatorów, lecz skokami przez włączenie większej lub mniejszej ilości zwojów stałych cewek (samoidukcja). Do tego celu służy przełącznik o trzech skokach (1. 2 3.) na rys. 51 po stronie prawej, zaś na fotografii oznaczony napisem „Wellen-Bereich“.



Rys. 47. Odbiornik radjogoniometryczny firmy Lorentz.—W.
(część zewnętrzna).

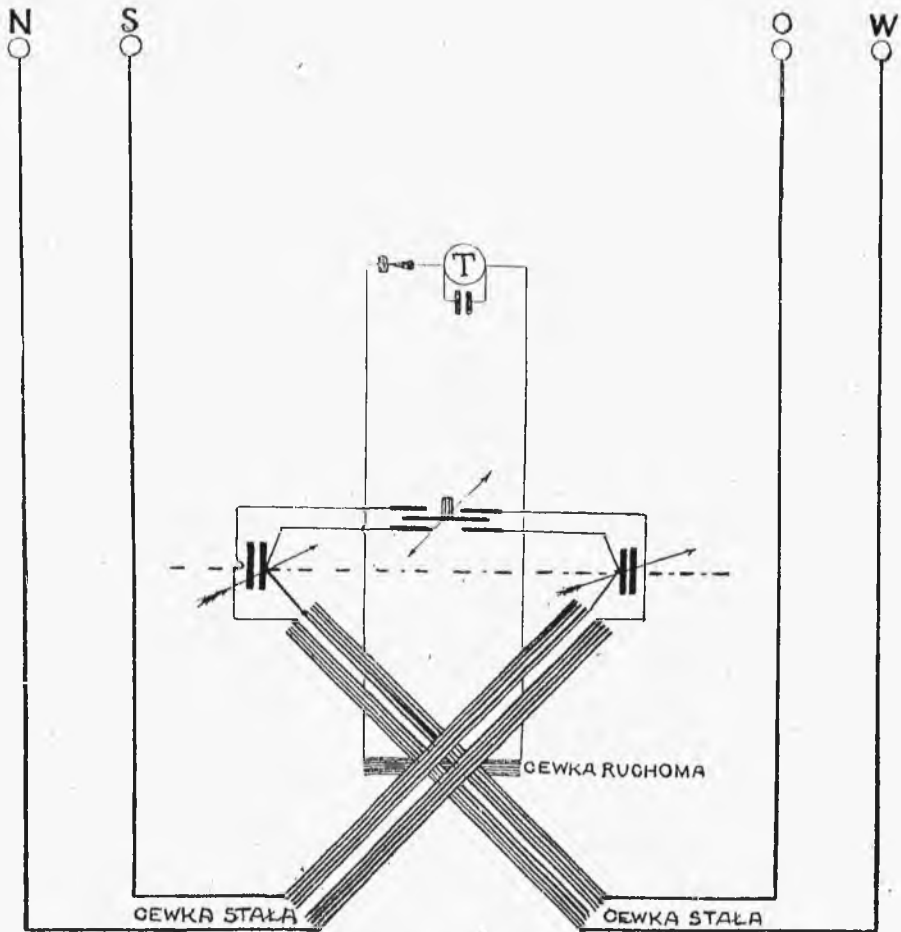


Rys. 48. Wnętrze odbiornika radjogoniometrycznego firmy Lorentz'a.

Przełącznik falowy (na fotogr. Vertauschung) znajdujący się na prawej stronie rysunku 51:

w położeniu 1-em łączy zaciski 3, 4, 9, 10 z przeciwnymi

"	2	"	"	2, 5, 8, 11	"
"	3	"	"	1, 6, 7, 12	"

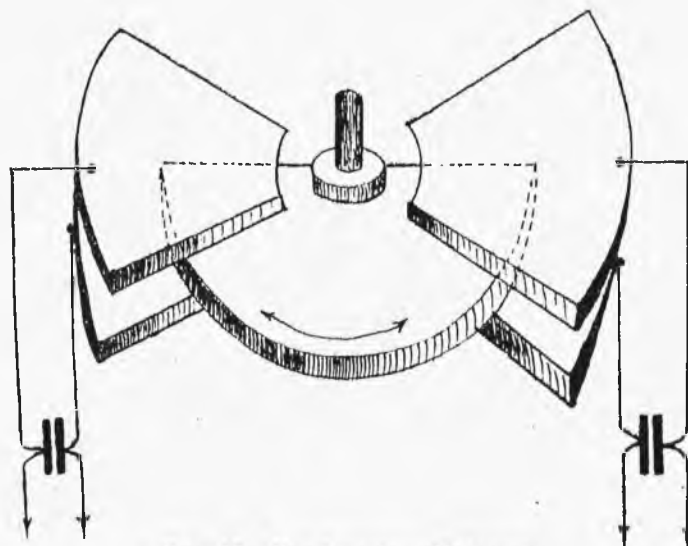


Rys. 49. Zasadniczy układ połączeń odbiornika Lorentz'a

Opory r_1 , r_2 , r_3 , służą do większego tłumienia prądów antenowych w celu spłaszczenia krzywej rezonansu; umożliwia to dokładniejsze oznaczenie minimum względnie maximum dźwięku.

Przełącznik po stronie lewej (rys. 51) o trzech skokach, umożliwia przełączenie stałych cewek z jednej anteny na drugą, jak również w położeniu na 2, wyłączenie aparatu i uziemienie anten. Na fotografii ten przełącznik figuruje jako „Vertauschung“.

W położeniu 1. (pierwszy skok) zaciski 1, 3, 5, 7 są złączone z przeciwnymi, pozostałe rozłączone.



Rys. 50. Kondensator różnicowy.

W położeniu 2. (drugi skok) zaciski 9, 10, 11, 12 są złączone z przeciwnymi—pozostałe rozłączone.

W położeniu 3. (trzeci skok) zaciski 2, 4, 6, 8 są złączone z przeciwnymi, pozostałe rozłączone.

Gniazda „Zusatz“,—Kondensator służą do włączenia dodatkowych (równych) pojemności, jeśli zachodzi potrzeba odbioru fal dłuższych.

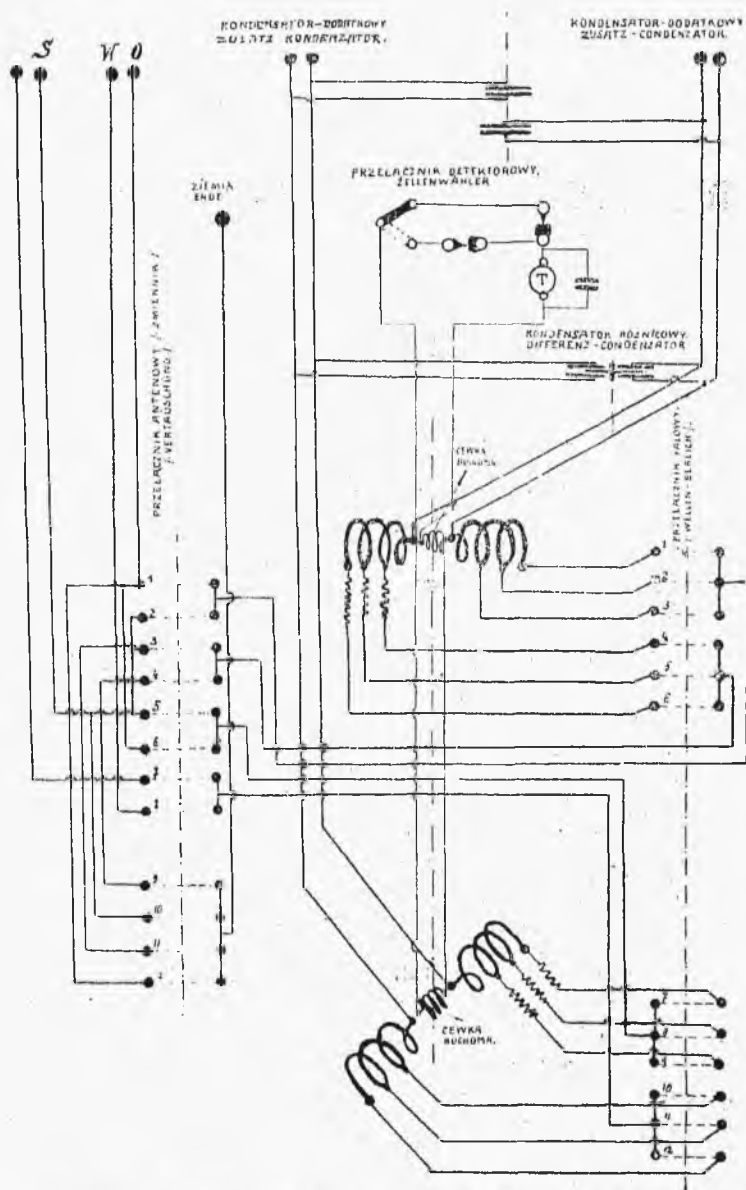
Dwie cewki ruchome składają się z czterech działek i mogą być z pomocą przełącznika, umieszczonego w główce nasadzonej na osi cewek, włączoną w ten sposób, że sprzężenie jest mocne (fest), lub słabe (lose). W jaki sposób zmienia się sprzężenie—widać na rysunku 52.

W obwodzie cewek ruchomych znajduje się telefon i jeden z dwóch detektorów. Detektory (Zelle 1) i (Zelle 2) można dowolnie włączyć przełącznikiem „Zellenwähler“; telefon włącza się w gniazdo „Hörer“. Niektóre ruchome części aparatu (kondensatory, cewki i przełączniki i t. d.) są umieszczone na wspólnych osiach. Na rys. 51 osie te zaznaczone są linjami kreskowanymi.

DOKONYWANIE POMIARÓW.

Po ustawieniu stacji należy przekonać się, czy obie anteny mają ten sam okres drgań własnych, inaczej mówiąc, czy są obie,

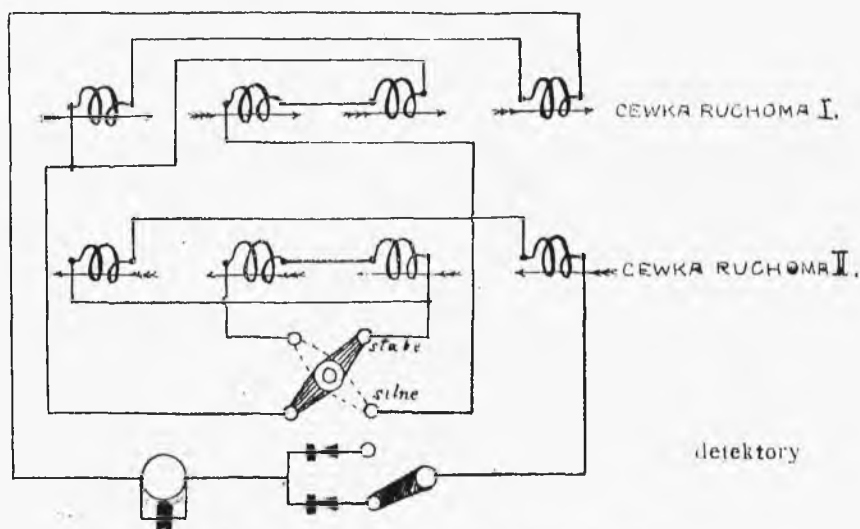
już dzięki swej budowie symetrycznej, nastrojone na tę samą długość fali. W tym celu przyłącza się do odbiornika antenę północ-połu-



Rys. 51. Szczegółowy układ połączeń odbiornika Lorentz'a—W

dnie do zacisków „NS“ i wzbudza w niej prądy brzęczykiem włączonym w gniazda detektora; gniazdo telefonu zwiera się. Cewka ruchoma musi być wówczas ustawiona w płaszczyźnie stałej cewki

anteny „N S“, więc wskazówka wskaże 0° lub 180° . Następnie mierzymy falomierzem długość fali przez luźne sprzężenie go z anteną w miejscu tuż przy aparacie¹⁾; w tym celu można użyć cewki



Rys. 52. Zmiana sprzężenia w obwodzie detektorowym.

o kilku zwojach, włączonej w antenę (tuż przy aparacie), lub jeszcze lepiej dwóch cewek włączonych oddzielnie między zacisk N i koniec anteny—i zacisk S i koniec anteny. Cewki muszą być tak włączone aby ich działanie potęgowało się. Użycie dwóch cewek sprzężenia zapobiega naruszeniu symetrii w obwodzie. Powinny one być do siebie jak najbardziej zbliżone.

Po zmierzeniu naturalnej fali anteny „NS“ wyłącza się ją i w podobny sposób mierzy naturalną falę anteny „O W“. Zwykle istnieje pewna różnica w długościach, a skracając—wydłużając falę anteny „O W“ z pomocą różnicowego kondensatora, automatycznie wydłużamy—skracamy długość fali anteny „N S“. Przez kilkakrotne przyłączenie już to anteny „N S“ już to „O W“ i regulację kondensatora różnicowego, nastajamy obie anteny na tę samą długość fali.

Zanim dokonamy pomiaru kierunku fal musimy najpierw usłyszeć sygnały stacji. Trzeba więc przedtem przekonać się

¹⁾ Sprzężenie pomiędzy ruchomą cewką goniometru a stałymi, powinno być również bardzo słabe.

czy detektory, względnie lampy działają w sposób zadawalniający. Następnie ustawia się przełącznik w korbce radjogoniometru na mocną sprzężność (fest), zaś korbkę przełącznika „Wellen-Bereich“ na 1, 2, lub 3, zależnie od tego jaka jest przypuszczalna długość fal.

Potem lewą ręką obraca się powoli kondensator od 0° do 180° i z powrotem, zaś prawą w tym czasie obraca korbkę radjogoniometru naprzemian w dwa położenia różniące się o 90° .

Kondensatorem dostrajamy się do rezonansu, zaś ruchomą cewkę obracamy w celu uniknięcia możliwości jej ustawienia na minimum, gdyż wtedy nie słyszelibyśmy sygnałów, pomimo ich obecności.

Gdy się okaże, że aparat milczy uporczywie; a nie mamy przytem pewności jaką falą nieznaną stacja pracuje, ustawiamy przełącznik „Wellen-Bereich“ na 2-gi stopień, względnie potem na 3-ci i szukamy ponownie w opisany sposób. Po usłyszeniu sygnałów osłabiamy stopień sprzężności i oznaczamy minimum siły dźwięku, co polega na odnalezieniu dwóch miejsc o równej sile dźwięku (w prawo i w lewo od minimum). Te miejsca zapisuje się w odpowiednich rubrykach dziennika. W czasie wsłuchiwania się w siłę dźwięku dobrze jest zamknąć oczy, aby izolować siebie częściowo od wrażeń zewnętrznych i zwiększyć wrażliwość słuchową.

Po zapisaniu wyników ustawia się przełącznik „Vertauschung“ w drugie położenie i znowu określa minimum w opisany sposób. Uzyskane wartości wpisuje się również do dziennika. Wyszukany kąt, względnie kąt o 180° większy, wskazuje (względem południka obranego za podstawę kierunku) kierunek poszukiwanej stacji.

Ponieważ za podstawę przyjęliśmy południk magnetyczny, 0° wskazuje północ, 90° wschód, 180° południe, a 270° zachód. Antena kierunkowa przyjmuje równie silnie fale z dwu przeciwległych stron, to też ten sam kierunek wyznaczyć mogą zawsze dwa kąty różniące się o 180° ; więc zamiast podawać 40° można równie dobrze podać 220° , zamiast 320° przyjąć 140° i t. d.

W celu zwiększenia dokładności pomiarów należy je wykonywać często i w rozmaitych porach dnia i nocy, a następnie określić wartość średnią. Usilnie starać się należy o podsłuchanie sygnałów stacji, a w każdym razie o słuchowe zapamiętanie jej.

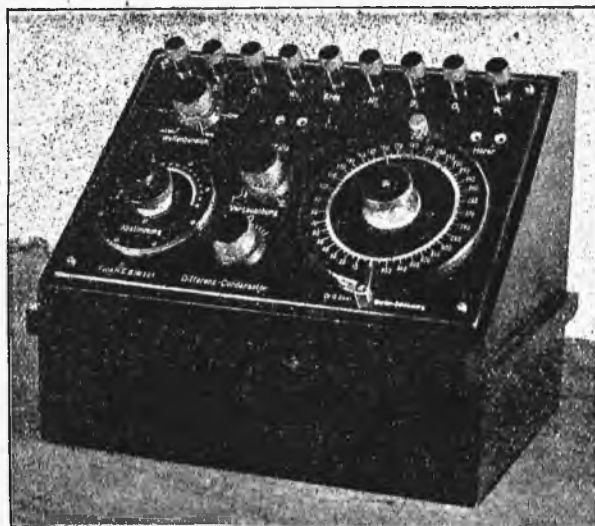
W braku czasu określa się minimum w zwyczajny sposób bez uciekania się do punktów granicznych siły dźwięku. Gdy po-

mimo mocnego sprzężenia słyhać słabo sygnały, wyszukuje się maximum dźwięku i w dzienniku przy podanych wartościach wpisuje „max“. Uzyskane pomiary zużytkowuje albo dowódca stacji dla wyznaczenia położenia nieznanymi stacyj nieprzyjacielskich, albo wysyła je do odpowiednich władz, lub instytucji stosownie do otrzymanych rozkazów.

ODBIORNIK RADJOGONIOMETRYCZNY SEIBT'A (mały).

Istnieją dwa typy odbiorników firmy Seibt'a: wielki i mały. Typ wielki niczem się nie różni od aparatu Lorentz'a.

Mały typ Seibt'a przedstawia rys. 53.



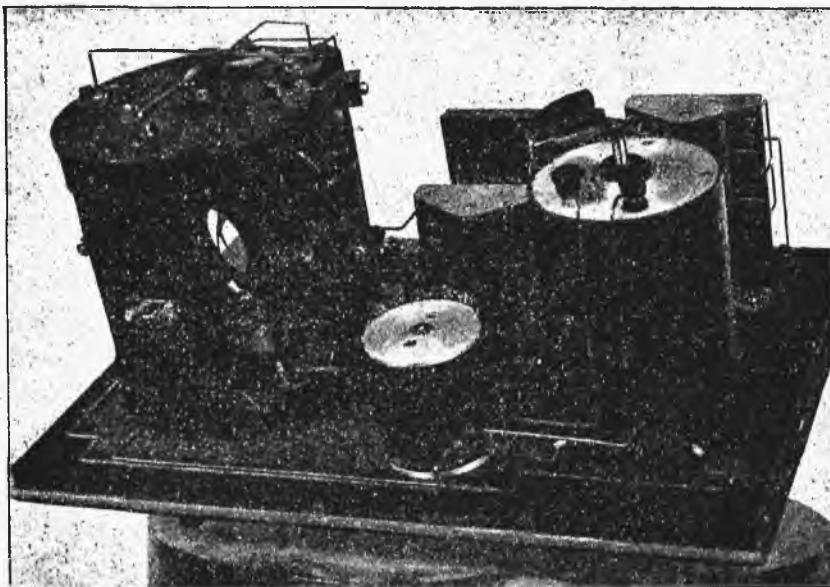
Rys. 53. Odbiornik radjogoniometryczny Seibt'a.

Podobnie jak niemal we wszystkich aparatach radjogoniometrycznych, części składowe są umocowane na wspólnej płycie ebonitowej. Na tej płycie znajdują się również wszelkie korbki do regulowania, przełączniki i t. p.

Jak wygląda wnętrze aparatu przedstawia rys. 54.

Radjogoniometr Seibt'a jest nieco prostszy, niż w aparacie Lorentz'a, gdyż składa się tylko z dwóch cewek stałych, prostopadłych do siebie, nawiniętych na powierzchni kulistej i jednej cewki ruchomej. Te trzy cewki są podzielone każda na dwie równe części.

Wzajemny układ cewek stałych można w małych granicach (około 10°) regulować przy pomocy ośmiu śrubek ustalających.



Rys. 54. Wnętrze odbiornika Seibt'a.

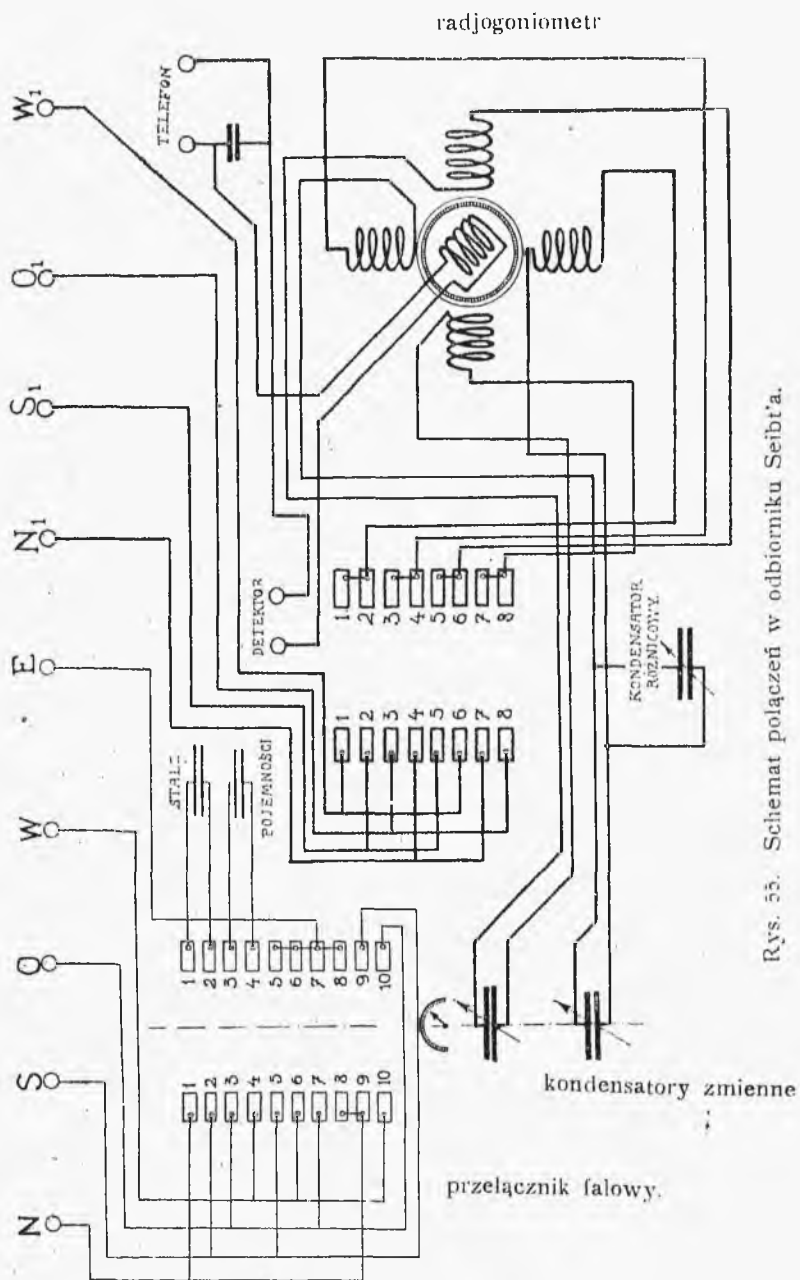
Taka regulacja jest czasami konieczna np. po naprawie aparatu, lub dla wniesienia stałych poprawek.

Schemat połączeń przedstawia rys. 55.

Na pierwszy rzut oka uderza widza wielka ilość zacisków (dziewięć). Pięć w nich po lewej stronie aparatu łączy się z przełącznikiem falowym grzebieniastym. Przełącznik ten o czterech skokach umożliwia wybór obrębu fal (krótkie) średnie, (mittel) długie (lang) jak również i uziemienie (Erde) układu antenowego.

Pozostałe cztery zaciski łączą się z przełącznikiem grzebieniastym antenowym (Vertauschung), a następnie z radjogoniometrem. Przełącznik antenowy umożliwia załączenie anten do radjogoniometru naprzemian; przez to uzyskujemy większą dokładność w pomiarach.

Sposób połączenia anten z zaciskami może być dwojaki, w zależności od tego czy anteny tworzą dwa trójkąty, czy też cztery. Jeśli anteny tworzą dwa trójkąty (lub inne symetryczne figury geometryczne) to włącza się je w zaciski N_1 S_1 O_1 W_1 . Wtedy układ dodatkowych pojemności przedstawionych w lewej górnej części schematu nie jest wykorzystany i aparat działa w małym zakresie fal.

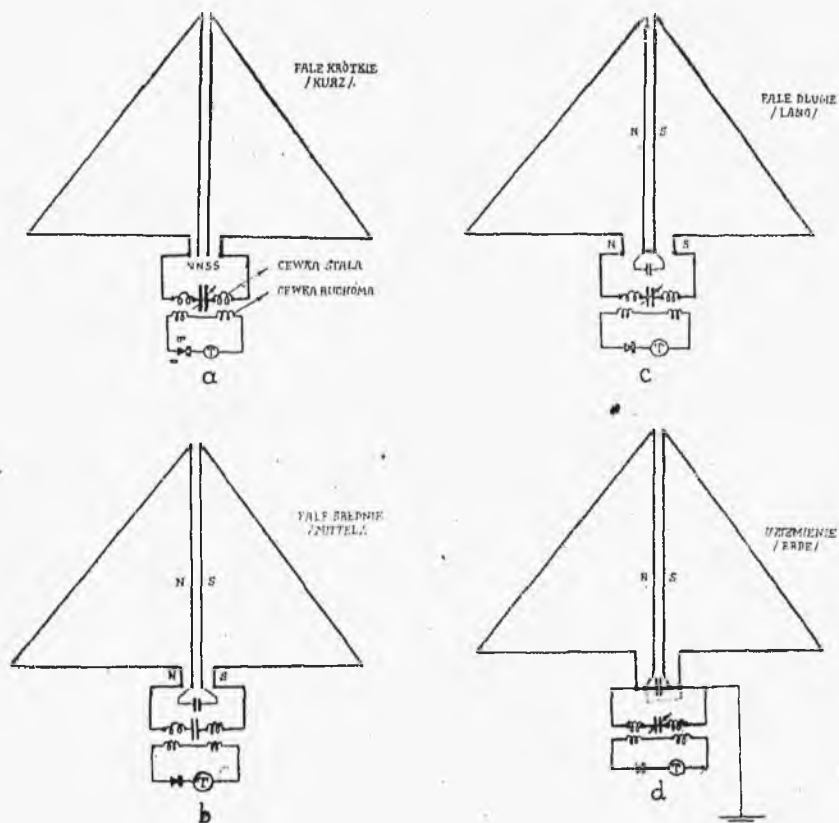


Rys. 55. Schemat połączeń w odbiorniku Seibt'a.

Jeżeli antenę zbudujemy w taki sposób jak przedstawia rys. 56 to dwie anteny mają osiem końców; załączamy je do

odbiornika, tak jak to rysunek 56 dla jednej anteny przedstawia.

Dla jasności druga antena nie jest uwidoczniiona; wszelkie jej połączenia są zupełnie analogiczne jak w opisywanej.



Rys. 56. Sposoby połączenia anteny przy pomocy przełącznika falowego.

Przy pomocy przełącznika falowego możemy uzyskać skokowy dobór fal krótkich, średnich, długich i wreszcie uziemie anteny.

W 1-szem położeniu przełącznika [fale krótkie (kurz)] styki od 1 do 10 włącznie nie są połączone, więc anteny pracują jako obwody otwarte (rys. 56 „a”).

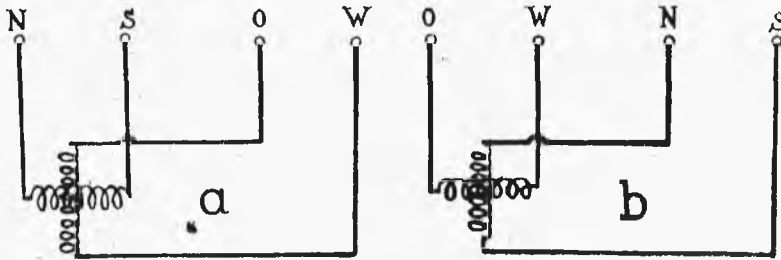
W położeniu 2-gim [fale średnie (mittel)] styki 1, 2, 3, 4 są złączone. W obwód anteny włączamy szeregowo dodatkowe pojemności skutkiem czego możemy aparat nastrojać na fale dłuższe (rys. 56 „b”).

W położeniu 3-ciem [fale długie (lang)] styki 9, 10 są złą-

czone. Dwa końce anteny spinamy więc na krótko, jest to równoznaczne z szeregowym włączeniem pojemności nieskończenie wielkiej; odbiornik może przyjmować fale najdłuższe (rys 56 „c”).

W położeniu 4-tem styki 5, 6, 7, 8 są złączone, a tem samem obie anteny uziemione (rys. 56 „d”).

Przełącznik antenowy o dwu skokach umożliwia załączenie anten do stałych cewek radjogoniometru np. w położeniu pierwszym w sposób podany na rysunku 57 „a”, w położeniu drugim, w sposób przedstawiony na rysunku 57 „b”.



Rys. 57. Zasadnicze połączenie anteny z cewkami stałymi radjogoniometru¹⁾.

W położeniu pierwszym (1) „vertauschung” styki 1, 3, 5, 7, są złączone.

W położeniu drugim (2) „vertauschung” styki 2, 4, 6, 8, są złączone.

Oprócz tych części, aparat zawiera jeszcze dwa zmienne kondensatory (o wspólnej osi obrotowej), dla równoczesnego strojenia obu anten podobnie jak w aparacie Lorentz’a, kondensator różnicowy dla dokładniejszego wyrównania pojemności anten, radjogoniometr, detektor stykowy z błyszczu ołowiu (blendy ołowianej) i telefon o niskim oporze, około 60 do 120 ohmów.

Kondensator różnicowy zasługuje na uwagę z dwóch przyczyn: 1) połączenia tylko z jedną anteną, 2) swej budowy. W poprzecznym przekroju przedstawia go rys. 58.

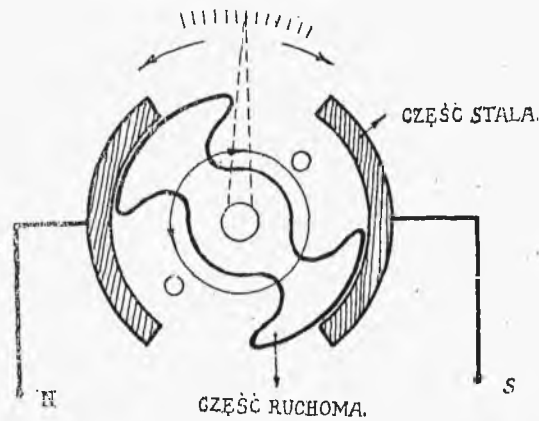
Składa się on z dwóch części: ruchomej i stałej.

Część ruchomą tworzy kawał mosiądzu kształtu podwójnej litery T, zaś część stałą dwie mosiężne płytki cylindryczne.

W normalnem położeniu część ruchoma zachodzi do połowy części stałych. Kondensator w tem położeniu ma pewną normalną pojemność. Zależnie od obrotu części ruchomej w lewo lub prawo,

¹⁾ W podobny sposób łączy się anteny z cewkami stałymi radjogoniometru w odbiorniku Lorentz’a.

zwiększamy lub zmniejszamy jego pojemność. Potrzeba w tem miejscu zaznaczyć, że rzeczywisty odstęp okładek kondensatora w pojęciu elektrycznem równa się tylko szczelinie powietrznej.



Rys. 58 Kondensator różnicowy w odbiorniku Seibt'a.

Położenie części ruchomej względem stałej oznacza wskazówka, która jest stale umocowana do osi kondensatora.

Anteny zastosowane w odbiorniku Seibt'a powinny być z przyczyny swej większej długości w porównaniu do anteny zwyczajnej Bellini-Tosi (tych samych wymiarów) zrobione z grubszych linek lub materiału o lepszym przewodnictwie.

OBŚLUGIWANIE APARATU.

Wyszukanie i oznaczenie kierunku fal odbywa się w sposób następujący:

1. Ustawiamy detektor na największą czułość (przy pomocy brzęczyka).

2. Ustawiamy przełącznik falowy w położenie pierwsze (kurz) na krótkie fale.

3. Poruszamy powoli korbką kondensatora lewą ręką od 0 do 180° tam i z powrotem skokami mniej więcej co 30°. Po każdym skoku obracamy korbkę radjogoniometru w granicy około 90° i słuchamy, czy nie odezwie się jaka stacja.

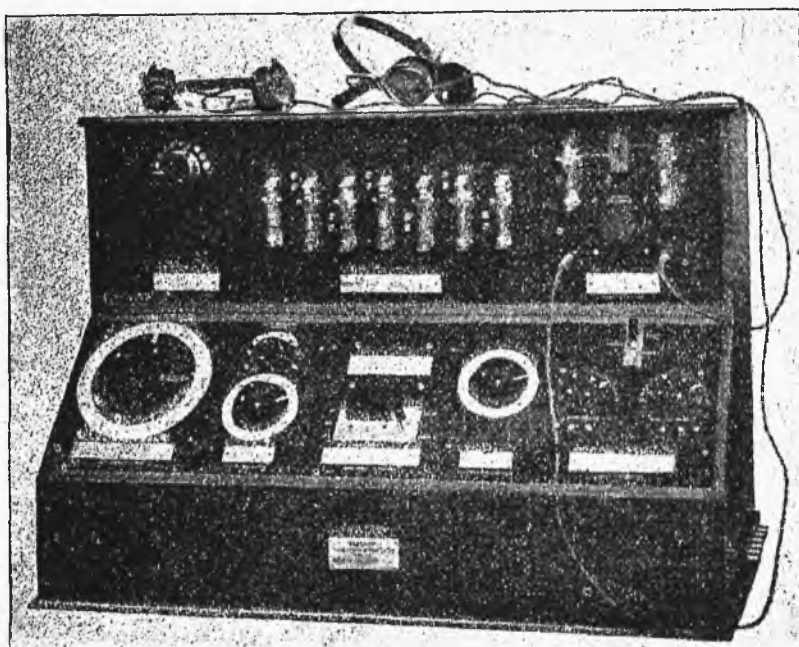
3. Jeśli usłyszymy stację, ustawiamy goniometr na minimum dźwięku i następnie wyszukujemy takie położenie kondensatora, aby dźwięk był możliwie silny. Gdy to się stanie, anteny są nastrojone i możemy przystąpić do pomiaru kątów. W jaki sposób dokonywa się pomiarów kąta, poucza ustęp pod tytułem: „Dokonywanie pomiarów“.

Jeśli przy pierwszym położeniu przełącznika falowego nie było słycać stacji, ustawiamy go na drugie, względnie trzecie położenie i dalej postępujemy tak, jak już opisaliśmy.

ODBIORNIK RADJOGONIOMETRYCZNY TOWARZYSTWA MARCONI'EGO.

Typu 12 A. rys. 59.

Anteny kierunkowe używane w radjogoniometrii odbierają silnie fale w płaszczyznach przez nie przechodzących, a tem samem nie z jednego tylko kierunku, lecz dwóch przeciwległych; różnica kierunku wynosi zatem 180° . Stąd wynika, że dla dokładnego określenia kierunku potrzeba najmniej dwóch stacji.

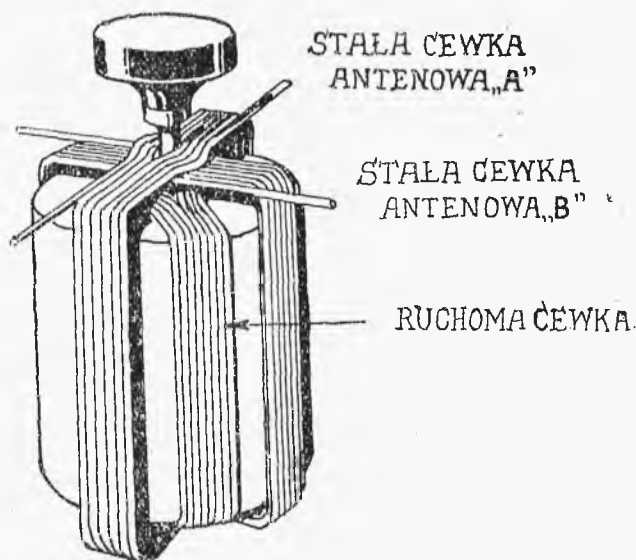


Rys. 59. Odbiornik Towarzystwa Marconi'ego typu 12.A.
(widok ogólny)

Towarzystwo Marconi'ego wprowadziło odbiorniki radjogoniometryczne, przy pomocy których można łatwo przekonać się z jakiej strony przychodzą odbierane fale. Ruchoma cewka radjogoniometru (rys. 60 i rys. 61) jest połączona z pierwotnem uzwojeniem powietrznego transformatora. Ten transformator posiada dwa wtórne uzwojenia: jedno połączone ze zmienną pojemnością tworzy

zamknięty obwód drgań, drugie z kontaktem 2 i ziemią. Detektor jest załączony równolegle do wymienionego kondensatora.

Sposób działania jest następujący: najpierw ustawia się przełącznik na kontakt 2 (rys. 61); wtedy punkt środkowy obu anten jest uziemiony przez jedną z cewek powietrznego transformatora¹⁾. Prądy antenowe wywierają dwójakie działanie. Pierwsze—to działanie



Rys. 60. Radjogoniometr w odbiorniku Marconi'ego.

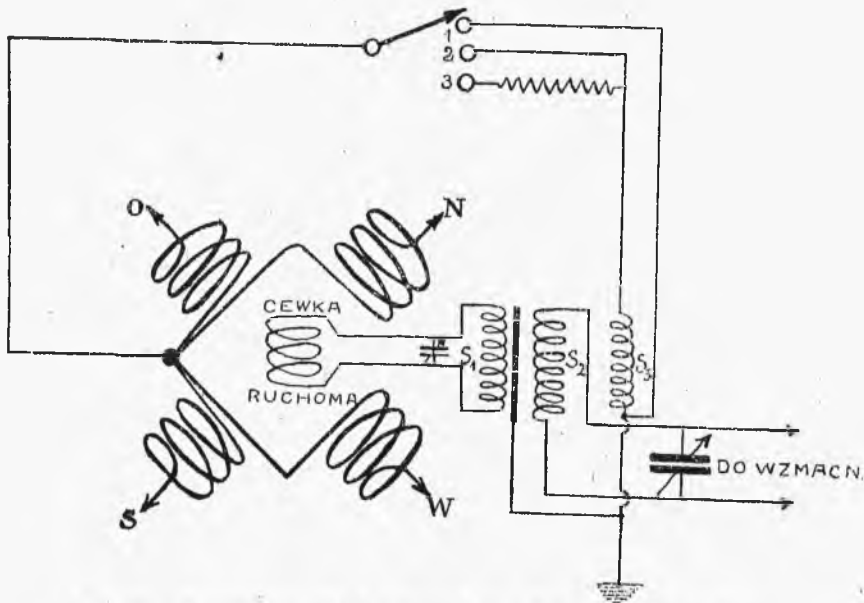
na obwód detektorowy, gdyż po przejściu cewki S_3 indukują prądy w cewce S_2 . To działanie nie może być użyte do wyznaczenia kierunku, gdyż bez względu na położenie ruchomej cewki ma jednakową wartość. Drugie — to działanie prądów wytworzonych w antenie jako w obwodzie zamkniętym; na ruchomą cewkę — jest ono bardzo słabe, a tem samem i wpływ jego na wtórną cewkę S_2 , — nieznaczny. Wobec przeważającego działania pierwszego w tym układzie połączeń — odbiornik przyjmuje, lecz nie wyznacza kierunku. Gdy kontakt ustawimy na 1, to cewka S_3 jest wyłączona, prądy antenowe przez pośrednictwo ruchomej cewki działają na obwód detektorowy; wyznaczenie kąta jest możliwe.

Po ustawieniu kontaktu na 3 zachodzą także same zjawiska, jak przy ustawieniu na środkowy kontakt. Ponieważ jednak pomiędzy punkt środkowy anten a ziemię włączyliśmy znaczny opór, prądy w ruchomej cewce i stałej S_3 mają mniej więcej tę samą wartość. Więc zależnie od położenia cewki ruchomej w czasie pełnego obrotu (360°) potęgują się do maximum, lub znoszą do

¹⁾ Z powodu takiego połączenia, anteny działają równocześnie tak, jak anteny pionowe otwarte i anteny zamknięte.

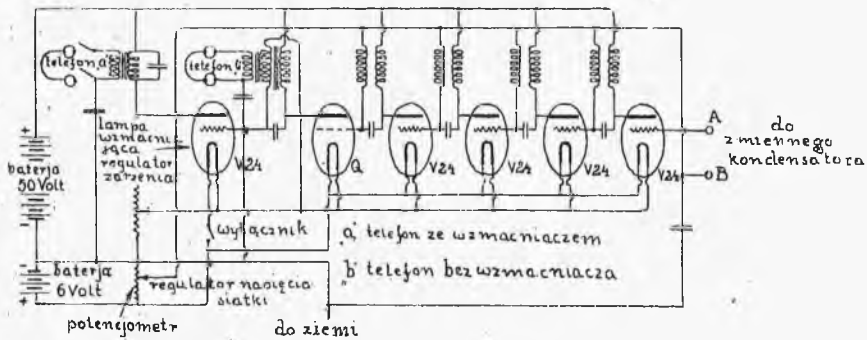
minimum. W ten sposób mamy możliwość rozpoznania kierunku, z którego fale przychodzą.

W celu zapobieżenia działaniu systemu antenowego na obwód detektorowy w jakikolwiek inny sposób niż jest to potrzebne dla wyznaczenia kierunku — znajduje się pomiędzy uzwojeniem pierwotnym, a poszczególnymi elementami transformatora, uziemiona zasłona miedziana.



Rys. 61. Zasadniczy układ połączeń w odbiorniku Marconi'ego.

Najprostszy układ połączeń obwodu detektorowego wraz z amplifikatorem przedstawia rys. 62.



Rys. 62. Uproszczony schemat połączeń odbiornika Marconi'ego.

W skład części detektorowej aparatu wchodzi 6 lamp. Cztery z nich po stronie prawej rysunku służą do wzmocnienia prądów o wielkiej częstotliwości, piąta oznaczona literą Q służy jako prostownik, zaś szosta wzmacnia prądy niskiej częstotliwości. Może ona być w razie potrzeby włączona lub wyłączona przy pomocy wyłącznika.

Lampy są zasilane z dwóch bateryj akumulatorów, jednej 6 woltowej (żarzenie) i drugiej anodowej o napięciu 50 względnie 24 wolt.

Do regulowania żarzenia i napięcia siatki służy opornica i potencjometr. Zapomocą potencjometru można odpowiednio zwiększać lub zmniejszać czułość amplifikatora, a tem samem odbierać sygnały ze stacyj dalekich i bliskich, słabych i silnych.

W aparacie przedstawionym na rys. 59 widzimy zamiast sześciu lamp — dziewięć. Sześć z nich po prawej stronie rysunku wzmacnia prądy wielkiej częstotliwości, siódma prostuje je, a dwie pozostałe (na boku w górze) wzmacnia sygnały jedno lub dwustopniowo. Szczegółowy schemat połączeń odbiornika 9-cio lampowego typu 12 A podaje tablica I.

Widok ogólny aparatu Marconi'ego typu 12 A przedstawia rys. 59. Części składowe są zmontowane na ośmiu oddzielnych tabliczkach ebonitowych. Można je w razie potrzeby wyjąć, co umożliwiałoby łatwy przegląd i naprawę.

Wszystkie części aparatu są osłonięte miedzianą blachą w celu uniknięcia wzajemnego ich oddziaływania na siebie.

W górnej części aparatu znajduje się: 1) regulator żarzenia i potencjometr, 2) amplifikator i prostownik, 3) amplifikator dwustopniowy dla niskich częstotliwości (można włączyć jedną lub dwie lampy).

W dolnej: 1) radjogoniometr; 2) kondensator do strojenia anteny; może on być włączony równolegle lub szeregowo w ruchomą cewkę radjogoniometru z podziałem na trzy odrębne fale

1-szy = 300—750 m.

2-gi = 700—2000 m.

3-ci = 1800—4500 m.

i opór dla oznaczenia strony, z której fale przychodzą;

3) transformator bez rdzenia, przełącznik trójbiegunowy (dla odbioru zwykłego, kierunkowego i wyznaczenia strony, skąd fale przychodzą) i wreszcie przełącznika falowego o trzech stopniach dla fal

od 300— 750 m.

700—2000 m.

1800—4500 m.

4) transformator wejściowy do amplifikatora z podziałem na 3 cewki w zależności od odřębu fal używanych, ruchomą cewkę sprzężenia z obwodem detektorowym i dodatkową cewką dla heterodyny. Odbiór heterodynowy jest możliwy w tym aparacie tylko dla fal długich (od 1800 do 4500 m.);

5) kondensator zmienny, załączony równolegle do cewki sprzęgającej obwód detektorowy z obwodem radjogoniometru i służący do strojenia obwodu amplifikatora. Długość fal odbieranych określa położenie wskazówki kondensatora; długość fal odczytuje się na specjalnych tablicach, dołączonych do każdego aparatu.

Odbiornik radjogoniometryczny Marconi'ego może służyć zależnie od położenia przełącznika do odbioru fal z wszystkich stron podobnie jak zwyczajna antena pionowa, następnie do odbioru kierunkowego fal, podobnie jak antena ramowa i określenia strony skąd fale przychodzą (odbioru jednokierunkowego).

Charakterystyka odbioru, zależnie od położenia przełącznika, jest w pierwszym wypadku kołem (rys. 3 „a”), w drugim wypadku kołami stycznymi (rys. 15), w trzecim sercowata (rys. 18).

Aparatem Marconi'ego można przyjmować fale gasnące i niegasnące.

W razie odbioru fal niegasnących włącza się heterodynę. Odbiór telefoniczny jest również możliwy.

W końcu należy przytoczyć kilka liczbowych danych aparatu

12 A. *Wymiary aparatu i ciężar:*

podstawa	38 × 79 cm.
wysokość	53,5 cm.
ciężar około	32 kg.

Długość fal: odbiór możliwy od 300 do 4500 metrów.

Maszt jest na 21,35 m. wysoki. Części poziome anteny mają długość 42,75 m., (każda) górne (skośne) 27,5 m. (każda).

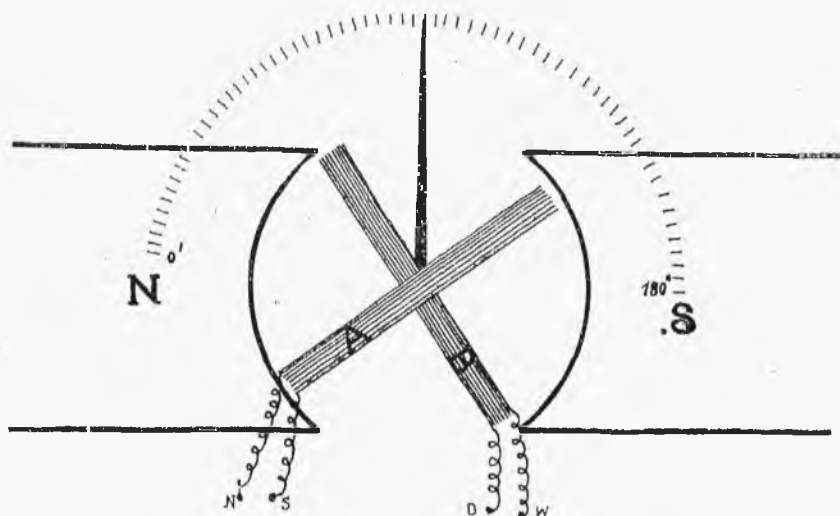
Cena kompletnego aparatu z masztem i częściami zapasowymi wynosi około 15000 franków złotych.

RADJOGONIOMETR WSKAZÓWKOWY.

We wszystkich opisanych dotąd stacjach radjogoniometrycznych, względnie ściślej radjogoniometrach, potrzeba było wyszukiwać kierunek przychodzących fal. Wyszukanie i pomiar kierunku pociąga za sobą stratę czasu i umożliwia oprócz tego popełnianie błędów, gdyż metody pomiarów mają charakter subiektywny.

A. Artom w Radio Revieu Vol. III (NN. 1 p. 14) podaje pisó aparatu, który bezpośrednio przy pomocy wskazówki wyznacza kąty przychodzących fal.

W silnym polu magnetycznym (rys. 63) znajdują się dwie cewki ułożone zazwyczaj pod kątem 90° ; są one od siebie izolowane, jakkolwiek mechanicznie złączone. Tworzą ruchomy układ na podobieństwo cewki w przyrządach mierniczych systemu Deprez d' Arsonval (Weston'a). Wskazówka jest stale przytwierdzona do osi.



Rys. 63. Radjogoniometr wskazówkowy.

Cewki „a” i „b” łączy się z antenami systemu Bellini-Tosi. Zależnie od kierunku odbieranych fal możemy mieć w antenach, a tem samem i w cewkach „a” i „b”:

1. prądy o tej samej sile,
2. prąd w jednej z anten (cewek) silniejszy,
3. prąd tylko w jednej z anten (cewek).

Zależnie od tych trzech wypadków, ruchomy układ ustawia się w rozmaitych położeniach i tem samem wyznacza pewne kąty. Prądy antenowe krążące w cewkach „a” i „b”, muszą być poprzecznie wyprostowane przy pomocy detektora z kryształem, lub jakimkolwiek innym przyrządem. Zatem każda z cewek posiada własne pole magnetyczne o takim kierunku względem sztucznego pola (magnetycznego), że kiedy jedna z cewek usiłuje obrócić się w lewo—druga zbacza w prawo. W pewnem położeniu następuje równo-

waga sił i wskazówka bezpośrednio wyznacza na skali azymut odbieranych fal: magnetyczny, geograficzny, lub wreszcie dowolny.

Przyrząd działa dopiero wówczas, kiedy prąd w cewkach wynosi minimalnie kilka miliamperów; zwykle prądy antenowe są tysiąc i więcej razy słabsze. Muszą być zatem stosowane wzmacniacze.

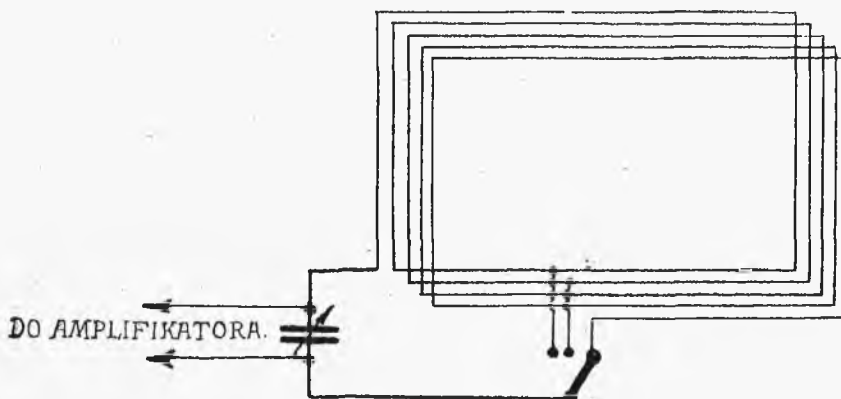
Wzmacnianie zwyczajnymi lampami jest w tym wypadku niedopuszczalne, gdyż wzmacnianie prądów o różnej sile nie jest ściśle proporcjonalne; stworzono do tego celu lampy o podwójnej siatce i cylindrze, a wspólnej katodzie. Te lampy (podwójne) użyte jako prostowniki i lampy wzmacniające nie zacierają charakteru prądów wzmacnianych.

Zastosowanie opisanego radjogoniometru, szczególnie w przyszłej wojnie, będzie bardzo rozległe, gdyż umożliwi szybkie i względnie pewne określanie kierunku przychodzących fal.

UŻYCIE AMPLIFIKATORA I HETERODYNY.

Użycie amplifikatora.

W celu zwiększenia zasięgu stacji odbiorczej, szczególnie kiedy zamiast wielkich otwartych anten ma ona małe, zamknięte, w rodzaju anteny ramowej—musimy stosować urządzenia wzmacniające. Amplifikatory lampowe pod każdym względem temu celowi odpowiadają.



Rys. 64. Połączenie anteny ramowej z amplifikatorem.

Sposób załączenia amplifikatora do aparatu Lorentz'a i Seibta' jest bardzo prosty. Mianowicie w gniazdo wtykowe dla telefonu włączamy dwa przewody i łączymy je z odpowiednimi zaciskami amplifikatora.

Jeżeli w amplifikatorze jedna lampa służy jako prostownik, to należy wyjąć detektor z odbiornika i gniazdko detektorowe spiąć na krótko.

Rolę detektora w tym wypadku spełni lampa prostująca.

Również prosto włącza się amplifikator w antenę ramową; zwykle jest on włączany w zaciski kondensatora zmiennego (rys. 64).

W celu uniknięcia wzajemnego oddziaływania odbiornika na amplifikator i odwrotnie, w sposób niepożądany, należy amplifikator umieścić w znacznej odległości od aparatu około 1,5 m., przewody łączące ułożyć jak najbliżej siebie i osłonić wspólną powłoką metalową. Jako powłoka metalowa może służyć cynfolja. W stałych stacjach praktycznie jest stosować kabel dwużyłowy obołowiony, lub przewody systemu „Kuhlo“ (mosiężna koszulka osłaniająca).

Przy zastosowaniu amplifikatora w bliskim sąsiedztwie urządzeń zapalających mieszkankę w motorach (magneto) np. na płatowcach, należy przedsięwziąć pewne środki ostrożności.

Urządzenie zapalające (magneto, świece i doprowadzenia) jest poniekąd przyczajoną małą radjostacją, która wysyła krótkie fale około 40 m. Bez względu na położenie anteny ramowej słychać dźwięki o niskim, skrzeczącym tonie i jednakowej mocy, które uniemożliwiają określenie maximum lub minimum. Jest to szczególnie trudne, kiedy sygnały badanej stacji są słabe.

Istnieje kilka metod usunięcia tego szkodliwego wpływu. Źródłem jego jest prąd o wysokim, a nie niskim napięciu. Najbardziej celowym wydaje się osłonięcie wszystkich części elektrycznych aparatu metalowymi pokrowcami, połączonymi ze szkieletem maszyny. Wszelkie części metalowe szkieletu płatowca powinny być pomiędzy sobą metalicznie połączone. Doprowadzenia do świec muszą być jak najkrótsze i prowadzone podwójnie przewodem, który ma osłonę metalową, np. w rodzaju drutu „Kuhlo“.

Osłona metalowa tworzy jeden biegun, przewód osłonięty, drugi biegun.

UŻYCIE HETERODYNY.

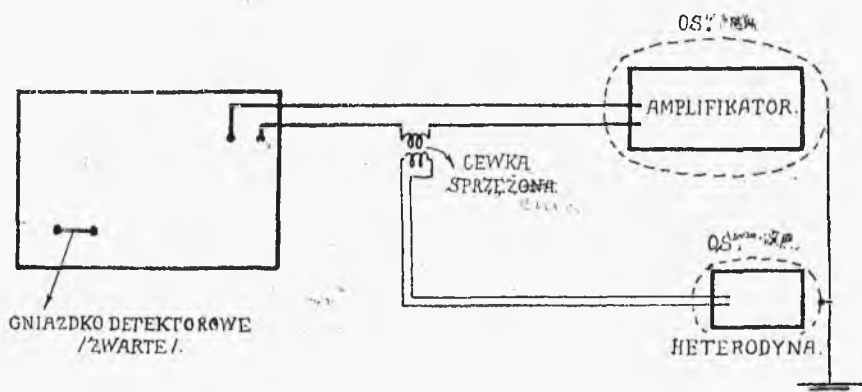
Użycie heterodyny, w połączeniu z odbiornikami radjogoniometrycznymi, umożliwia określenie kierunku fal niegasnących.

Ponieważ w radjogoniometrii wszystkie części są zwykle

symetryczne, zaś cewka ruchoma znajduje się wewnątrz stałych, zwyczajne umieszczenie heterodyny w pobliżu odbiornika miałyby się z celem.

Heterodyna albo nie działałaby zupełnie na cewkę ruchomą, albo działałaby i na ruchomą i na stałe, co wywołałoby różne komplikacje w odbiorze. Naturalnem następstwem takiego oddziaływania byłyby fałszywe pomiary.

W celu uzyskania odbioru heterodynowego w aparatach Lorentz'a i Seibt'a, które nie są do tego przystosowane, należy postąpić w sposób następujący: wyjąć detektor i spiąć gniazdka detektorowe na krótko, zaś w przewody łączące odbiornik z amplifikatorem wtrącić cewkę sprzężenia, jak rys. 65 przedstawia.

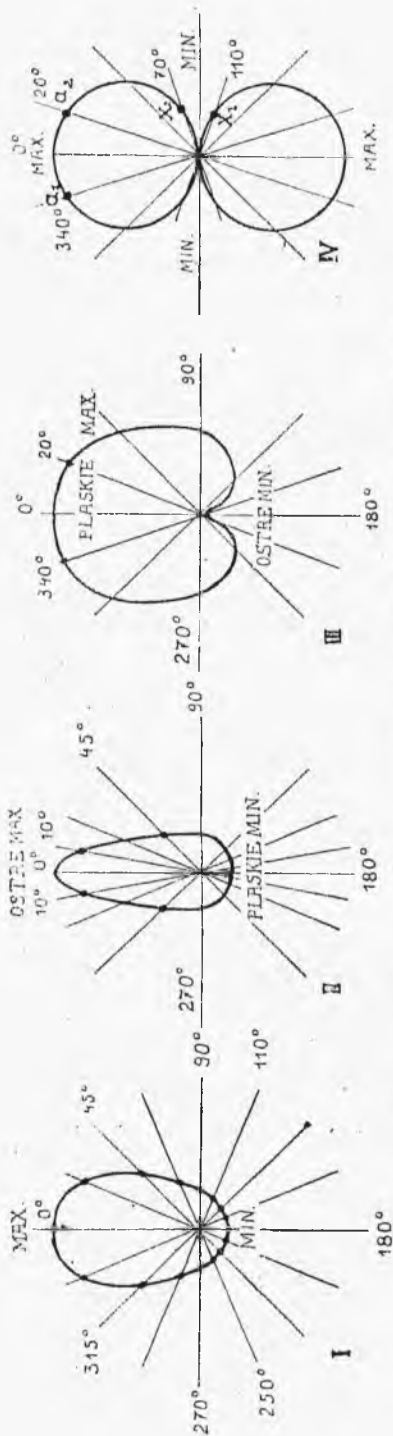


Rys. 65. Połączenie heterodyny z odbiornikiem Lorentz'a lub Seibt'a.

Cewkę sprzężenia należy umieścić możliwie daleko od odbiornika. W celu uniknięcia powikłań w odbiorze, potrzeba umieścić daleko amplifikator i heterodynę od odbiornika, zastosować metalicznie osłonięte przewody, lecz również osłonić metalicznie wszystkie części odbiornika. Osłony powinny być uziemione i mieć dostateczną grubość, tem większą, im dłuższymi falami pracujemy.

Metaliczne osłony i celowe wykonanie odbiorników dla fal niegasnących, wywiera olbrzymi wpływ na dokładność pomiarów. Jeżeli przez pewien czas twierdzono, że dobre określenie kierunku fal niegasnących jest tylko szczęśliwym przypadkiem, to należy przypisać to nieuwzględnieniu wzajemnego elektrycznego oddziaływania części urządzenia odbiorczego na siebie.

Z powodu wprowadzenia lamp czułość urządzeń wzrosła niepomniernie, a tem samem nawet nieznaczone oddziaływanie



Rys. 66. Krzywe zasięgu anten o płaskich i ostrych maximum i minimumach.

obwodów na siebie jest wyolbrzymiane do granic niedopuszczalnych.

ODBIÓR NA MAXIMUM I MINIMUM SIŁY DŹWIĘKU.

Wyobraźmy sobie w pewnej odległości od stacji nadawczej, antenę o kierunkowych właściwościach, obracającą dookoła osi pionowej od 0° do 360° . Jeśli stacja nadawcza pracowała nieustannie tą samą falą i jednakową mocą i jeśli by straty energii po drodze były stałe, to moglibyśmy wykreślić z dużą dokładnością krzywą odbioru w zależności od położenia anteny odbiorczej. Postępujemy w ten sposób, że np. co 10° mierzymy czułym przyrządem prąd w antenie odbiorczej i jego wielkość w postaci dowolnego odcinka jako jednostki, odcinamy na promieniach położenia anteny, jak rys. 66 wskazują. Gdy punkty każdorazowych wartości prądu połączymy linią, powstanie charakterystyka odbioru anteny, czyli krzywa zasięgu kątownego anteny.

W zależności od budowy anteny lub układu kilku anten, mogą powstać najrozmaitsze krzywe I, II, III, IV (rys. 66) i inne. Punkty krzywych oznaczają więc wartości prądu w antenie w zależności od jej położenia.

Na rys. 66. I widzimy, że w przybliżeniu w granicy od

340° do 20° występuje maximum natężenia prądu, zaś w granicy od 110° do 260° minimum natężenia. Dla dokładnego określenia maximum lub minimum natężenia prądu względnie siły dźwięku, musi krzywa w pewnych miejscach mieć możliwie ostry przebieg, jak to rys. II. i III. wskazuje. Zależnie od kształtu krzywej, mówimy o ostrem lub płaskim maximum—minimum.

Przy pomocy obecnie stosowanych anten, uzyskanie ostrego maximum lub minimum jest niemożliwe. Wahła się ono zwykle w granicy od kilku do kilkunastu stopni.

Jest rzeczą jasną, że gdybyśmy chcieli oznaczyć kierunek przychodzących fal przez wyszukanie jednego tylko położenia maximum lub minimum, popełnialibyśmy stałe błędy, tem większe, im bardziej maximum lub minimum byłoby płaskie.

Naprzykład na rys. 66 III bez względu na położenie anteny w granicach od 340° do 20° prąd antenowy względnie siła dźwięku będzie praktycznie jednakowa. Nieco lepiej przedstawia się sprawa z określeniem maximum na rys. 66 I i II. Widzimy, że krzywa ma ostrzejszy przebieg, jednak pomimo to błąd w pomiarze byłby znaczny.

W celu uczynienia pomiarów bardziej dokładnymi przy określaniu maximum—minimum, mierzymy dwa kąty, którym odpowiada prąd antenowy o jednakowej mocy (lub sile dźwięku) np. w punkcie „a1“ i „a2“ lub „x1“ i „x2“ (rys. 66 IV) co odpowiada kątom 340°, 20° i 70° i 110°; maximum zatem wynosi $\frac{340^\circ + 20^\circ}{2} = 180^\circ$ lub 0°, zaś minimum $\frac{70^\circ + 110^\circ}{2} = 90^\circ$ lub 270°.

Ten sposób nazywa się określeniem kąta *metodą dwóch jednakowych odczytów*.

W podobny sposób wyznacza się minimum siły dźwięku określając kąty zanikania prądu (dźwięku) według jednakowych wartości, a następnie obliczając kąt średni.

Zasadniczo powinniśmy określać kierunek fal przez wyszukanie maximum lub minimum w zależności od tego, co występuje ostrzej w charakterystyce zasięgu kąтового anteny.

Jeżeli i maximum i minimum ma przebieg płaski, określamy zazwyczaj minimum, gdyż ucho ludzkie jest tak zbudowane, że łatwiej odróżnia zanikanie tonu, niż jego wzmacnianie (wzrastanie).

Ponieważ dla odbioru na minimum potrzeba pewnej ciszy w otoczeniu telegrafisty, co czasami jest trudne lub niemożliwe do uzyskania, jak np. na płatowcach, stosuje się wówczas odbiór na maximum.

Jednym z koniecznych warunków dobrego określenia maximum—minimum jest stała wartość energii wypromieniowywanej ze stacji nadawczej (przynajmniej w czasie dokonywania pomiaru). Jeśli ona zmienia się szybko np. w sekundach, to określenie kąta ulega błędom tem większym, im większe są wahania w mocy stacji. Dzieje się to np. podczas telefonowania przy pomocy radjo.

Z tego powodu pomiary kierunku fal przychodzących w czasie rozmowy radiotelefonicznej są obciążone większymi błędami aniżeli fal, które mają stałe natężenie.

DOKONYWANIE POMIARÓW.

(Ogólne wskazówki).

1. *Ustawienie.* Przed dokonywaniem pomiarów należy przekonać się lub mieć pewność, że anteny stałe systemu Bellini-Tosi są prawidłowo ustawione t. j. zbudowane ściśle prostopadle do siebie i w określonej linii, jako podstawie; a więc jedna z nich w południku magnetycznym lub geograficznym.

O ile mamy więcej anten niż jedna, muszą wykazywać te same właściwości elektryczne, o czym od czasu do czasu należy przekonać się przez odpowiednie pomiary. Również i symetria geometryczna musi być zachowana. Anteny ramowe powinny zachowywać w czasie pomiarów położenie pionowe.

2. *Kontrola detektora (i wzmacniacza).* Detektor należy ustawić w położeniu najczulszem; najczulsze miejsce styku można znaleźć, albo orjentując się siłą odbieranych sygnałów, albo siłą szmerów z powodu wyładowań atmosferycznych, albo przez pobudzenie obwodu detektorowego brzęczykiem.

3. *Strojenie.* Odbiornik nastraja się najpierw na obręb fal najkrótszych lub najdłuższych przez włączenie odpowiedniego przełącznika falowego, następnie przy pomocy zmiennego kondensatora. W czasie strojenia obracamy korbkę radjogonjometru w prawo i w lewo mniejwięcej o 90° . Jest to konieczne, gdyż mógłby się zdarzyć wypadek, że stacja byłaby nastrojona, a sygnałów nie usłyszelibyśmy z powodu ustawienia radjogonjometru na minimum. Gdy już usłyszemy sygnały stacji, wówczas ustawiamy radjogonjometr w takie położenie, aby dźwięki były możliwie słabe i poruszamy nieco korbką zmiennego kondensatora w prawo i w lewo, póki dźwięk nie stanie się najmocniejszym.

Gdyby poszukiwania w pierwszym obrębie fal nie dały wy-

ników, ustawiamy przełącznik (przełączniki) falowy na następny obręb i postępujemy w taki sposób, jak w poprzednim wypadku.

4. *Określanie maximum—minimum.* Wyznaczenie kąta, który tworzy kierunek przychodzących fal z linią południkową lub dowolnie obraną, odbywa się następująco: po dokładnem nastrojeniu aparatu obracamy główkę radjogonjometru tak długo, dopóki dźwięk nie osłabnie do zera, lub prawie do zera, i zapisujemy kąt wskazany przez strzałkę radjogonjometru. Niech ten kąt równa się „a”. Następnie obracamy dalej w tym samym kierunku radjogonjometr, aż do wyraźnego określenia dźwięku, poczem znowu tak ustawiamy radjogonjometr, aby dźwięk całkowicie zniknął, albo, gdy to niemożliwe, miał taką samą siłę jak za pierwszym razem. W celu przekonania się, czy dźwięki są jednakowo silne, zapamiętujemy kąty i szybko obracamy kilka razy radjogonjometr z jednego położenia w drugie, oceniając, czy dźwięki mają jednakowe natężenie. Jeżeli tak jest, to zapisujemy nowy kąt. Niech on wynosi „b” stopni. Następnie przełączamy antenę przy pomocy specjalnego przełącznika i określamy ponownie kąty zanikania dźwięków np: „a1” „b1” i określamy minimum według wzoru (tabl. II).

Niejednokrotnie może się zdarzyć, że dźwięk nie zanika do zera; przyczyną może być bliskie położenie stacji o znaczniejszej mocy, lub specjalne własności układu anten. W tym wypadku staramy się siłę odbieranych dźwięków przytłumić przez wyszukanie mniej czułego miejsca w detektorze, włączenie specjalnych oporów w obwód detektorowy, wyłączenie pewnych ilości zwojów z cewek stałych, zmianę sprzężenia lub zmniejszenie żarzenia w amplifikatorze. Jeśli to jest niemożliwe do przeprowadzenia, określamy maximum lub minimum siły dźwięków metodą pomiarów dwóch kątów, którym odpowiada to samo natężenie dźwięków.

Jeśli posługujemy się antenami ramowymi, to sposób obliczania średniego kąta jest nieco odmienny.

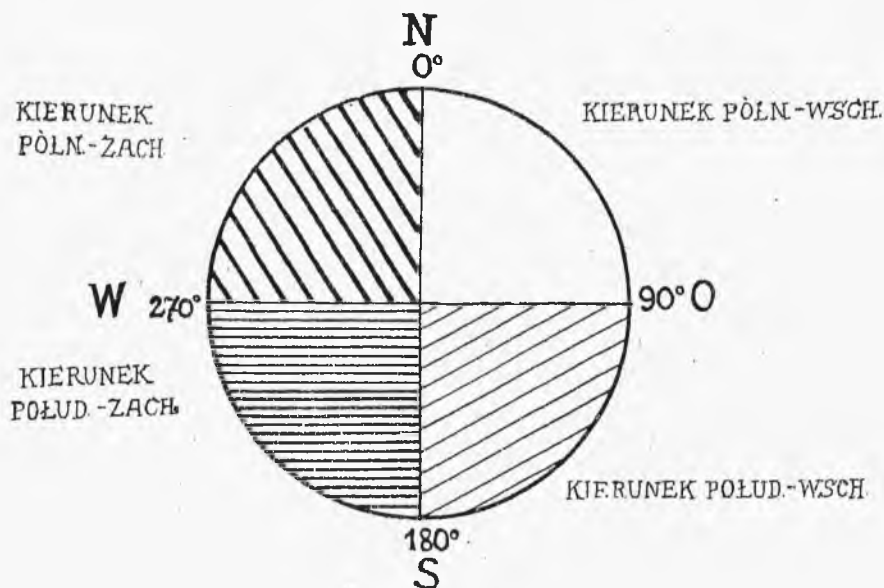
Jako punkt wyjścia określenia stron świata (rys. 67), o ile nie było innych zastrzeżeń, uważa się kąty od:

od	0°	do	90°	za	wskazujące	kierunek	północno - wschodni.
„	90°	„	180°	„	„	„	południowo-wschod.
„	180°	„	260°	„	„	„	południowo - zachod.
„	270°	„	360°	„	„	„	północno - zachodni.

Dokonane pomiary wpisuje się do odpowiedniej książki.

PRZYCZYNY BŁĘDÓW W POMIARACH.

Źródła błędów w pomiarach kierunku przychodzących fal mogą być wielorakie. Dzielimy je na stałe i zmienne. O ile błędy stałe są łatwe do usunięcia, względnie umożliwiają wprowadzenie,



Rys. 67. Sposób określania stron świata.

poprawek w pomiarach, o tyle błędy zmienne zazwyczaj nie dają się ująć w żadne prawa, występują zupełnie niespodzianie i bez widocznej przyczyny w rozmaitych porach dnia i roku.

Stałe błędy stacji rozpoznaje się przez porównanie kierunku przychodzących fal od znanych stacji z rzeczywistym kierunkiem, który na mapie gnomicznej da się wyznaczyć, lub też drogą wyliczenia określić.

W przybliżeniu można je określić metodą „objechania“ stacji: a mianowicie balon sterowy lub aeroplan objeżdża stację w promieniu kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów i w przelocie nad znanymi miejscowościami, daje radjotelegraficzne sygnały. Radjogoniometryczna stacja oznacza wtedy kierunek przychodzących fal. Miejsca skąd były dawane sygnały muszą być dokładnie geograficznie określone. Przez porównanie kierunków rzeczywistych (ortodromy) z kierunkiem wskazanym przez aparat, wyszukuje się błąd i w późniejszych pomiarach uwzględnia się go.

Błąd ten nie musi być stały od 0° do 360° ; może np. od

0° do 90° być równym 0°, od 90° do 180° wynosić 2° i od 180° do 190° wynosić 1°, następnie być równym 0°.

Określenie błędu powinno odbywać się w porze dziennej. Pomiar tej samej stacji robione nocą, a zwłaszcza od zachodu słońca do zupełnej ciemności i od świtu do wschodu słońca, różnią się od dziennych pomiarów.

W celu łatwiejszego zorientowania się w powodzi błędów, należy omówić po kolei następujące ich przyczyny:

1. Wpływ ośrodka przewodzącego (teren i atmosfera).
2. Wpływ najbliższego otoczenia stacji.
3. Wpływ anteny.
4. Wadliwa konstrukcja przyrządów odbiorczych.
5. Niedokładności z powodu podmiotowej metody pomiarów.
6. Wpływy bliżej nieznanne.

1. Wpływ ośrodka przewodzącego (teren i atmosfera).

Z powodu niejednorodnego ośrodka przewodzącego fale elektromagnetyczne powstają zniekształcenia, tak że kierunek przychodzących fal mierzony na tej samej ortodromie w różnych miejscach jest różny. Kierunek fal zmierzony w danym miejscu i przedłużony nie zawsze doprowadziłby do źródła wysyłającego fale.

Niedokładności wywołane niejednorodnym przewodnictwem skorupy ziemskiej mogą dochodzić do kilkunastu i więcej stopni. Należy liczyć się z uginającym działaniem łańcuchów górskich, rzek, podziemnych żył wodnych, istnieniem warstw o różnych stałych dielektrycznych, układem skał, obecnością rud, wreszcie z wpływami atmosferycznymi, jak to już na początku było zaznaczone. Wpływom atmosferycznym przypisuje się wahania błędów; są one dla południowych szerokości znaczniejsze i częstsze niż dla północnych.

Stacje umieszczone na brzegu rzeki lub morza dają zasadniczo wskazania fałszywe, szczególnie jeśli ich obszar działania rozpościera się wzdłuż brzegów, a długość fali jest mniejsza niż 2000 m.

Tak samo stacje umieszczone w wąskich a długich dolinach wskazują fałszywie kierunek fal szczególnie równoległych do osi doliny lub tworzących z nią mały kąt.

Prócz uginania fal może wybitnie wystąpić fakt odbijania się ich od przedmiotów na ziemi i od górnej warstwy atmosfery; fale odbite, przychodzące z innego kierunku, mogą wywierać silniejsze działanie, niż fale rozprzestrzeniające się prostolinijnie, a osła-

bione po drodze w jakikolwiek sposób; wtedy aparat wyznaczy kierunek przychodzących fal odbitych. Ten kierunek może różnić się od rzeczywistego nawet o kilkadziesiąt stopni.

2. *Wpływ najbliższego otoczenia stacji.*

Zły wybór miejsca dla stacji odbiorczej np. w pobliżu lub wewnątrz miast, osad fabrycznych, większych budynków, toru kolejowego, długiej linii telegraficznej, sieci prądu silnego, antenkominów, szczególnie metalowych, obecność przedmiotów metalowych na ziemi lub pod ziemią w pobliżu anteny odbiorczej (szczególnie ramowej) wpływają niejednokrotnie znacznie na dokładność pomiarów. Błędy te na statkach i płatowcach, gdzie zawsze znajdują się w pobliżu wielkie masy metalowe, mogą być znaczne: na statkach dochodzą do 30° , zaś na płatowcach około 9° , jakkolwiek są czasami mniejsze niż 3° . Ponieważ jednak są stałe i niezależne na szczęście od długości fal, mogą być łatwo uwzględnione w pomiarach. O ile przedmioty metalowe znajdują się w większej odległości, niż ich podłużne wymiary i o ile są bardzo małe w porównaniu z wymiarami anteny, nie wywierają widocznego wpływu ani na dokładność pomiarów, ani na siłę dźwięku.

3. *Wpływ anteny.*

Niedokładne ustawienie anten może być również jedną z przyczyn błędnych pomiarów. Anteny systemu Bellini-Tosi, gwiazdowe, lub inne, muszą być nie tylko symetryczne geometrycznie, lecz i elektrycznie. Ponieważ z powodu przymiotów terenu, nad którym jest rozpięta antena, pomimo symetrii geometrycznej może się zdarzyć, że anteny mają różne właściwości elektryczne np. pojemność, samoindukcję, opór, promieniowanie, tłumienie i t. p.; należy zawsze starannie te różnice sztucznie wyrównać (kondensator różnicowy, regulowanie zwisów) i od czasu do czasu kontrolować. Różnica w oporach anten już około 3% jest przyczyną fałszywych pomiarów. Na pojemność anteny wielki wpływ wywiera odległość ich od ziemi. Ta odległość może być różna, lecz powinna być stała. W tym celu zwisy anten powinny być jak najmniejsze, aby w czasie działania wiatru położenie anten względem siebie i ziemi nie ulegało zmianom.

Dokładne nastrojenie anten na tę samą falę jest tak kłopotliwe i trudne do przeprowadzenia, że obecnie w nowszych sposobach odbioru używa się anten nienastrojanych (aperjodycznych); jest to szczególnie ważne przy odbiorze wielokrotnym

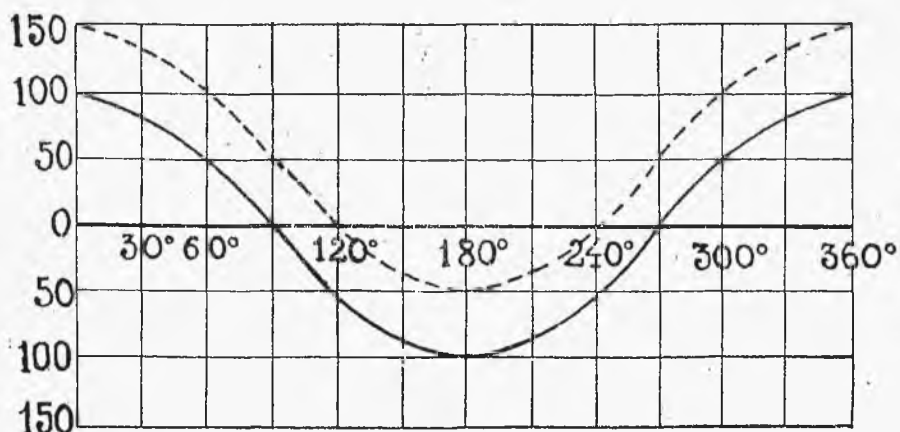
jedną anteną. W wypadku użycia takich anten stroimy jedynie obwody pośrednie i filtrujące.

W celu uproszczenia całkowitej manipulacji w wyznaczaniu położenia stacji, jest rzeczą konieczną mierzenie kątów względem południka geograficznego. Niestety, nie zawsze jesteśmy w stanie dokładnie określić południk geograficzny już to z braku odpowiednich przyrządów, już to z powodu nieodpowiedniej pogody. Określenie południka geograficznego według zboczenia igły magnetycznej, względnie obranie południka magnetycznego za podstawę do mierzenia kątów, nie może być godnym polecenia w dokładnych pomiarach; rzeczywiste wartości zboczenia magnetycznego są dla miejscowości w Polsce nieznane z powodu braku odpowiednich map. Mapy te musiały być co kilka lat poprawiane, gdyż zboczenie magnetyczne nie ma stałej wartości a ulega często znacznym wahaniom.

Wszelkie doprowadzenia anten, powinny być możliwie krótkie i—o ile należą do tego samego obwodu (Bellini-Tosi)—powinny leżeć tuż przy sobie. Wszystkie połączenia muszą być wykonane nietylko w ten sposób, aby przedstawiały mały opór, lecz aby nie były siedliskiem prądów termoelektrycznych. O ile prowadzi się je na dłuższej przestrzeni, powinny być unieszczone jak najbliżej ziemi, aby nie działały jak zwyczajna antena pionowa. Odchylenie się od położenia pionowego anteny zwisającej płatownca, która, jak wiadomo, ma właściwości kierunkowe, w czasie manewrowania, szczególnie jeśli odległość między stacją nadawczą a odbiorczą jest mała, wpływa ujemnie na dokładność pomiarów. Ta odległość dla stacyj lądowych i morskich nie powinna być mniejsza niż pięciokrotna długość fali, dla stacyj lotniczych o wiele większa.

Antena ramowa umieszczona w pobliżu powierzchni ziemi z powodu tak zwanego zjawiska antenowego jest również źródłem błędów. A mianowicie antena ramowa pionowa posiada oprócz swych kierunkowych właściwości jeszcze zdolność działania jak zwyczajna pionowa otwarta antena. Jako całość ma względem ziemi pewną pojemność i jest niejako pionową anteną połączoną z nią przez ciało obserwatora lub baterję akumulatorów i t. p. Ten prąd antenowy ma stałą wartość niezależną od położenia kąтового ramy i nakłada się na prądy antenowe wynikające z kierunkowych właściwości anteny. Ponieważ te prądy są zazwyczaj przesunięte fazowo, minimum nie występuje ostro i jest od kilku do 50° przesunięte wprzód poza 90° i w tył o tyleż stopni licząc od 270°. Więc np. ono wynosi na rys. 68. 120° i 240°.

Ponieważ te przesunięcia są symetryczne dla obu maximów, nie wywołują jeszcze błędów w odczycie; jednak dokładne określenie minimum z powodu jego płaskości jest niepewne, a tem samem staje się źródłem błędów.



Rys. 68. Błędne określenie minimum w antenie ramowej wywołane działaniem zjawiska antenowego.

Na osi poziomej są oznaczone kąty odczytów, zaś na osi pionowej wartości natężenia prądu antenowego.

Na linii ciągłej są oznaczone normalnie występujące maxima i minima przy 0°, 90°, 180°, 270°.

Na linii przerywanej jest oznaczone minimum występujące nieprawidłowo, bo przy 120° i 240°.

Zjawisko antenowe można usunąć:

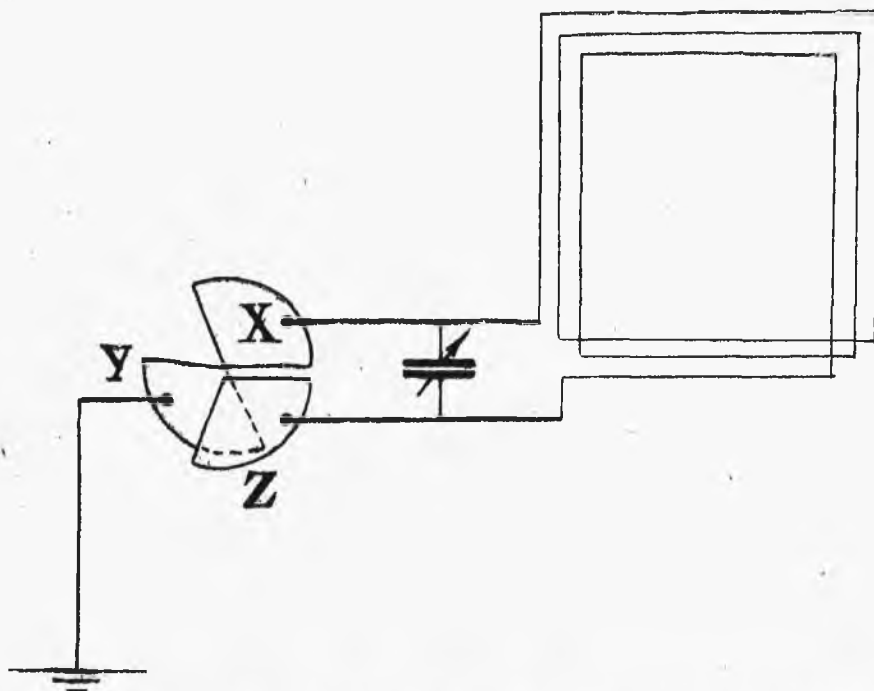
a) przez umieszczenie w osłonie metalowej połączonej z ziemią aparatu i obserwatora (z wyjątkiem anteny), albo umieszczeniem elektrostatycznej zasłony ponad anteną w odległości około 20 mm. w postaci całego szeregu drutów równoległych, odległych od siebie o kilkanaście mm., i umieszczonych w płaszczyźnie poziomej; ostrość minimum i symetrię można polepszyć przez podniesienie anteny ramowej ponad teren: na wysokości 6 m. ponad ziemią uzyskuje się już już znaczną dokładność;

b) przez użycie kondensatora (wyrównawczego) o trzech okładkach; przy pomocy tego kondensatora można wyrównać różne pojemności końców anteny względem ziemi, a tem samem usunąć lub zmniejszyć prądy pojemnościowe.

Możemy sobie wyobrazić, że antena składa się z dwóch czę-

ści mających różne pojemności¹⁾. Jeżeli odpowiednio ułożymy ruchomą okładkę kondensatora wyrównawczego, to pojemność obu połów anteny będzie jednakowa i zjawisko antenowe zmniejszy się; sposób połączenia kondensatora przedstawia rys. 69;

c) załączenie kondensatora wyrównawczego pomiędzy siatkę lampy katodowej i ziemię i taki dobór pojemności, aby całkowita pojemność równała się najdokładniej pojemności drucika zarzenia



Rys. 69. Sposób połączenia anteny ramowej z kondensatorem różnico wym.

względem ziemi. Jak wiadomo antena ramowa jest niemal zawsze połączona bezpośrednio lub pośrednio do jednej z lampek odbiornika: mianowicie jeden jej koniec łączy się z siatką, drugi z drucikiem żarzenia. Dobry dobór pojemności dodatkowej poznaje się po nagłym zwiększeniu ostrości minimum.

¹⁾ Np. jeżeli jeden koniec anteny jest połączony z jakimkolwiek przewodnikiem lub zbliżony do ziemi bardziej niż drugi.

4) *Błędy w aparacie.*

Nawet najstaranniej wykonany aparat może z czasem ulec niewidocznym uszkodzeniom jak np. nieznacznym przesunięciom cewek radjogoniometru, uszkodzeniom kondensatorów, transformatorów i t. p. a przez to spowodować fałszywe odczyty. Oprócz tego, same części stałe i ruchome aparatu wpływają na siebie w zmienny sposób indukcyjnie i pojemnościowo. Szczególnie wybitnie występuje to działanie przy odbiorze fal krótkich. Użycie amplifikatorów w celu zwiększenia siły dźwięków pogarsza sprawę, najbardziej w wypadku zastosowania fal niegasnących. Główną przyczyną fałszywych pomiarów kierunku fal niegasnących jest indukcyjny wpływ obwodów drgających części stałych aparatu na ruchome, lub odwrotnie. Te błędy można usunąć przez drobiazgową, staranne rozmieszczenie części aparatu, lub też przez zastosowanie elektromagnetycznych osłon.

Wobec nadzwyczajnej czułości aparatów stosowanych obecnie, dawne sposoby osłaniania (klatka Faraday'a), okazały się niewystarczające. Obecnie stosuje się grube osłony żelazne o grubości zależnej od częstotliwości prądów i całkowicie osłaniającej części aparatu. Wszelkie otwory do regulacji muszą być zmniejszone do minimum.

Ogólnie biorąc błędy w aparatach obecnie wykonywanych są w porównaniu do innych błędów tak nieznaczące, że można ich nie uwzględniać.

5. *Niedokładności z powodu podmiotowej metody pomiarowej.*

Dotychczas przeważa w radjotelegrafii odbiór słuchowy. Słuch należy do zmysłów mniej czułych niż wzrok, wrażliwość słuchowa ulega bardzo znacznym zmianom w krótkim stosunkowo czasie, bo po kilkunastu sekundach. W dodatku na zmniejszenie czułości wpływają najrozmaitsze głosy, szmery i dźwięki postronne. Dla każdego z dźwięków ucho ma maximum wrażliwości przypadające na pewne natężenie dźwięków; o ile natężenie jest większe lub słabsze, wrażliwość zmniejsza się. Ponieważ zawsze mamy do czynienia z sygnałami bardzo słabymi, albo silnymi, stąd trudno jest w każdym wypadku określić minimum czy też maximum siły dźwięku. Z tej przyczyny mogą powstawać błędy od 0° do 1° i więcej.

W jaki sposób rozpoznaje się i usuwa uszkodzenia w aparatach, które mogą być przyczyną błędnych pomiarów, określają instrukcje dołączone do każdego aparatu.

Błędy z powodu podmiotowego badania w radjogoniometrze wskazówkowym są mniejsze, niż w systemach obecnych.

6. *Wpływy bliżej nieznanne.*

Nieraz, bez jakiegokolwiek widocznej przyczyny, pomiary znanych stacyj różnią się znacznie od poprzednio uzyskanych. To zboczenie fal nosi charakter przemijający, trwa dłużej lub krócej, ulega zwykle wahaniom i znika tak nagle, jak się pojawiło. Co ciekawsze, zboczeniu nie ulegają fale wszystkich stacyj równocześnie, lecz tylko pewne grupy.

Może zdarzyć się nawet taki wypadek, że z kilku stacyj leżących w tym samym kierunku, a tylko w różnych odległościach od stacji odbiorczej, fale jednej z nich wykazują zboczenie, a inne zachowują się normalnie.

Wahania dzienne są zwykle mniejsze, niż nocne i wynoszą najwyżej kilka stopni. Pomiary tej samej stacji dokonywane nocą, a zwłaszcza od zachodu słońca do zupełnej ciemności i od świtu do wschodu słońca, różnią się od dziennych. Różnice są największe w czasie raptownej zmiany w pogodzie, nieznaczne przy stałej temperaturze i spokojnem powietrzu, zanikają niemal całkowicie kiedy ziemia jest równomiernie pokryta śniegiem.

Szczególnie mocno dają się one uczuć, jeśli na terenie pomiędzy stacją nadawczą i odbiorczą panuje równocześnie dzień i noc; wówczas wahania mogą następować bardzo szybko po sobie i zmieniać się w krótkim czasie np. w minucie.

W pewnych wypadkach pracujące stacje nadawcze znajdujące się na drodze odbieranych fal działają zniekształcająco na prostolinijność ich rozchodzenia się.

Błędy w najgorszych warunkach nie przenoszą 60°.

GRANICA DOKŁADNOŚCI POMIARÓW.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że z powodu tylu przyczyn wpływających na dokładność pomiarów, wyszukanie położenia stacji jest szczęśliwym przypadkiem. Jednak niektóre przyczyny działają sobie przeciwnie, więc znoszą się, a dokładność obserwacji dzięki temu wzrasta, oprócz tego nie zawsze występują wszystkie naraz.

Za normalną dokładność można uważać dokładność 2°.

Według Rounda dla uzyskania dokładności 1° potrzeba czterech pomiarów dokonanych krzyżowo.

Za granicę dokładności można przyjąć 1°, jakkolwiek w wielu

razach udawało się określić położenie stacji nadawczej z dokładnością $0,1^{\circ}$.

Pomiary te były wykonywane wielokrotnie przez czas dłuższy.

Dane żeglugi Stanów Zjednoczonych wskazują na dokładność $1/2^{\circ}$, którą można osiągnąć anteną płaską (spiralną) z odległości 100 do 160 klm.

Pomiary dokonywane na płatowcach mają dokładność około 2° w odległościach większych niż 30 klm.

Prawdopodobnie w krótkim czasie da się osiągnąć dokładność $1/4^{\circ}$ wśród normalnych warunków pracy.

ZAKOŃCZENIE.

Ostatnie lata rozwoju radjokomunikacji kierunkowej przyniosły wielkie korzyści praktyczne.

W lotnictwie i marynarce znajduje radjokomunikacja kierunkowa zastosowanie w bardzo szerokim zakresie.

Teoretyczne badania oraz liczne próby nad kierunkowym rozprzestrzenieniem się fal elektromagnetycznych w zależności od terenu, zmian atmosferycznych, pory dnia i roku, wyświetliły wiele zagadnień ważnych dla ogólnej komunikacji radjotelegraficznej.

Radjokomunikacja kierunkowa wysuwa na jedno z pierwszych miejsc, sprawę przenoszenia energii na odległość bez przewodów. Pomysłne jej rozwiązanie zmieni w znacznym stopniu życie codzienne i kto wie czy nie wpłynie na sposób prowadzenia przyszłej wojny. Nagrzewanie przedmiotów metalowych z odległości, wyszukiwanie pokładów rud i metali w stanie rodzimym wyczuwanie przy pomocy fal wielkich mas np. lodowców, statków, raf podwodnych grożących okrętom rozbiciem, dokładne sposoby kierowania flotą, przenoszenie obrazów na odległość¹⁾, a może nawet wyświetlenie wielu zjawisk z dziedziny telepatji — oto możliwości, do których pospiesznie się zbliżamy.

¹⁾ Przenoszenie obrazów, a szczególnie widzenie na większą odległość przedmiotów barwnych i ruchomych, jest możliwe tylko przy zastosowaniu krótkich fal elektromagnetycznych, a nie komunikacji przewodowej. Ponieważ fale krótkie są po drodze silnie pochłaniane, dla uzyskania wielkiego zasięgu muszą mieć znaczną amplitudę, co można będzie osiągnąć dzięki udoskonaleniom kierunkowych stacyj nadawczych

BIBLIOGRAFJA

DZIELA.

1. Erskine-Murray, D. Sc. A Handbook of Wireless Telegraphy, London 1914 Crosby Lockwood Son.
2. M. Martin, Wireless Transmission of Photographs, Glasgow 1916 Brown & Son.
3. Walter L. H. Directed Wave—Telegraphie, London 1922 Pitman.
4. The Year—Book of Wireless Telegraphy and Telephonie z roku 1920, 1921, 1923.
5. Nesper, Eugen, Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, Berlin 1921 J. Springer.
6. Nesper Eugen, Radio—schnell—Telegraphie, Berlin 1922 J. Springer
7. Rein H., Radiotelegraphisches Praktikum, Berlin 1921 J. Springer.
8. Rein H. Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, Berlin 1921, J. Springer.
9. Zenneck J., Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, Stuttgart, 1913, F Enke.

PISMA PERJODYCZNE.

1. Jahrbuch (Zeitschrift für drahtlose Telegraphie und Telephonie), rocznik 1912, 1916, 1917, 1920, 1921.
2. Journal of the American Institute of Electrical Engineers № 3, 4, i 5, z roku 1923.
3. L'Onde Électrique, № 13, 15, 17, z roku 1923.
4. Radioélectricité; № 13 z roku 1921, № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, z roku 1923.
5. Przegląd Elektrotechniczny № 9, 10, 11, z roku 1922.

SPIS RZECZOWY¹⁾.

- | | |
|--|--|
| <p>Amplifikator 6, 69, 92, 97, 98, 109.
 amplifikatora użycie 96.
 amplituda 1, 2.
 " energji 4.
 " fal 18.
 antena 1, 2, 4, 5, 6, 14, 15, 16, 87, 89.
 " aperjodyczna 105.
 " otwarta 23.
 " Aleksanderson'a 17, 23, 24.
 " Bellini-Tosi 29, 32, 55, 56.
 " Beverage 51.
 " Blondel'a 25,
 " gwiazdowa 19, 20, 40, 49, 50.
 " kierunkowa otwarta 22.
 " naziemna Kiebitz'a 20, 50.
 " odbiorcza kierunkowa 47.
 " otwarta 23.
 " pomocnicza 69.
 " pozioma 18, 17,
 " przesłonięta 16, 17.
 " ramowa 56.
 " rezonansowa 69.
 " ruchoma 19.
 " solenoidalna 63.
 " spiralna 65.
 " zamknięta 23, 28, 31.
 anteny wpływ na pomiary 105.
 aperjodyczność 54.
 atmosfery wpływ 104.
 azymut 96.</p> <p>Błędy w aparacie 109.
 " w pomiarach 103.</p> | <p>blyszcz ołowiu 5.
 brzęczyk 81, 101.
 busola 75.</p> <p>Cewka samoindukcyjna 2.
 " sprzężenia 27, 30, 50, 51, 52,
 94, 98.
 chronometr 10.
 ciągi fal 5.
 częstotliwość (prądów) 1, 23, 24.
 czułość aparatów 8, 9.</p> <p>Detektor 5, 80, 83, 88, 89, 91, 95, 97,
 98, 101.
 dioptr 76.
 długość fal świetlnych 1.
 " stosowanych w radio 1,
 8, 9, 16, 21, 23, 58, 60, 94.
 długość anteny 22, 50.
 dokładność nastrojenia 9.
 " pomiarów 68.
 dokonywanie pomiarów 101.
 drżania membrany 5, 6.
 działanie anteny 17.
 " poła magnetycznego 55.
 " stacyj postronnych 9, 45.
 " wyładowywać atmosfery-
 cznych 47.</p> <p>Elektromagnetyczne promienie 11.
 " zaburzenia 1.</p> |
|--|--|

¹⁾ Liczby wyraźniejsze (tłuste) oznaczają szersze omówienie rzeczy.

energia fal elektromagnetycznych **1**.
„ pochłaniana **31**.
„ wypromieniowana **8**.
„ wyzyskana w stacji odb. **8, 9**.
energji amplituda **1**.
eter kosmiczny **1**.

Fale elektromagnetyczne **1, 2, 3, 4,**
5, **14, 13**.
fali długość **4, 5, 9, 82**.
fale gasnące **1, 9, 62, 94**.
„ głosowe **26**.
„ krótkie **16, 32, 67, 97**.
„ niegasnące **1, 7, 9, 62, 94**.
„ odbite **35**.
„ przestrzenne **55**.
falomierz **82**.

Galwanometr **52**.
generatory **2**.
granica dokładności pomiarów **110**.
graniczne napięcie **24**.

Heterodyna **94**.
„ użycie **96, 97, 98**.

Igierka osiowa **76**.
izolatory wisiorowe **25**.

Jednoznaczne określenie kierunku
51, 52, 70.

Kierowanie flotą **10, 40, 35**.
kierunek fal **52**.
kierunku fal zmiana **12**.
klucz Morse'a **2, 4**.
kondensator **2, 25, 77, 89, 101,**
„ różnicowy **77, 82, 88,**
„ wyrównawczy **108,**
„ zmienny **4**.
kontrola detektora **101**.

Lampa katodowa **1, 68, 84, 93, 96,**
97, 98.

linje radjotelegraficzne **45**.

Łączność radjotelegraficzna **10**.

Magneto **97**.
mapy **70**.
„ gnomiczne **38, 72, 73**.
„ zdjęcie **37**.
maszyny wielkiej częstotliwości **2**.
maximum **67, 100**.
mikrofon **7**.
minimum **65, 100**.
metalowych przedmiotów wpływ
105.
metoda dwóch jednakowych odczy-
tów **100**.
metoda objechania **103**.

Obsługiwanie aparatu **89**.
obwód aperiodyczny **51**.
„ detektorowy **92, 94**.
„ drgań otwarty **3**.
„ zamknięty **60**.
odbiornik lampowy **61**.
„ Lorentz'a **77**.
„ Seibt'a **84**.
„ radjogoniometryczny **10**.
odbiór na maximum i minimum
42, 99.
odbiór słuchowy **109**.
„ wielokrotny **106**.
odległość anten **27**.
„ anteny od ścian **62**.
oddziaływanie odbornika na am-
plifikator **97**.
okres drgań **57**.
określenie maximum—minimum **102**.
opór anteny naziemnej **20**.
„ anteny **105**.
„ nieindukcyjny **51**.
„ skuteczny **25**.
„ „ uziemienia **24**.
ośrodek rozprzestrzeniający fale **11**.
osłony metalowe **98, 107, 109**.
orientowanie się radjotelegraficzne
42.
otoczenie stacji (wpływ) **105**.

Pochłanianie fal **14, 33**
pole magnetyczne **95**.
pojemność dodatkowa **85**.
„ zmienna **60, 90**.
„ anteny **21, 23, 31, 32, 33, 60**

pojemność kabla 8.
południk 43, **70**, 73, **75**, 83.
pomiar anteną ramową 65.
„ dokonywanie **80**.
„ syst. Scheller'a **44**.
prądy antenowe 7, 23.
„ mikrofonowe 7.
prądy pojemnościowe 64.
„ szybkozmiennie 2, 24, 29, 54, 57.
„ wielkiej częstotliwości 93.
promienie elektromagnetyczne 11,
12, 13.
promieniowanie 3, 9, 14, 15, 23, 31, 35.
prostownik 93, 96, 97.
przeciwwaga 3, 20, 24.
przełącznik 6.
przesunięcie minimum 107.
przeszkody terenowe 9.
przeszkadzanie rozmyślne 45.
przewodnictwo atmosfery 35.

Radjogoniometr, 77, **84**, 88, 89, **90**,
93, 102.

„ wskazówkowy **94**.
radjokomunikacja kierunkowa **11**, 16.
radjotelefon 7.
radjotelegraf 10.
reflektor 16, **32**, 33, 35.
regulowanie zwisów 105.
rezonans 5.
rozchodzenie się fal 9, 11, 26.
rozmiary anteny ramowej 58.
rozmiszczenie stacji goniometrycz-
nych **39**.

Samoi indukcja 70, 77.

„ anteny 31, **60**, 61.
siatka lampy 108.
siła elektromotoryczna 68, 69.
sieć goniometryczna 74.
słuchawka telefoniczna **1**, 5, 6.
solenoid 69.
spłaszczanie krzywej rezonansu 79.
sprawność stacji **33**.
sprężenie 82.
stacja goniometryczna 38.
„ kontrolna 74.
„ nadawcza rdt. **1**, 7, 12, 13.

stacja nadawcza kierunkowa 14.
stacja odbiorcza rdt. **5**, 7, 13.
„ transatlantycka warszawska 9.
stała dielektryczna 12.
straty energii 25.
strojenia niedokładność 77.
strojenie odbiornika **101**.
szybkość zaburzeń el. 1: 11.
system Robinson'a **67**.
„ Scheller'a **43**.

Telefon 80.
telefonja kablowa 7.
telegraf 10.
teren (wpływ) 102.
termoelement 52.
ton stacji 5.
transformator **52**, 54, **90**, 93.
transatlantycka stacja warsz. 7, 9,
23, 55.

Układ drgający 20.

„ stacji nadawczej i od. **4**, **7**.
„ wysyłający 1.
urządzenia do nastrajania 2, **4**, **5**.
„ zapłonowe (wpływ) 67.
ustawianie stacji **75**, **101**.
uziemiaenia opór 24.

Wahania błędów 104, 110.

warjometr **4**.
wentyl elektryczny 5.
wielkość kondensatora 62.
widzenie na odległość 111.
wpływ indukcji i pojemności 109.
wpływy atmosferyczne 52.
„ nieznaczące 110.
wrażliwość słuchowa 109.
współczynnik odbioru **61**.
wylądowania atmosferyczne 9, 10, **47**.
wymiar anteny **62**.
wzmocniacz 6.
wzrost komunikacji rdt. 15.

Zaburzenia elektromagnetyczne **1**,
5, 3, 4, 27, 29.
zanikanie dźwięku 102.

zasięg kątowny anteny **14, 16.**
" " " Bellini-Tosi **31.**
" " " Beverage **53.**
" " " Kiebitz'a **20, 21.**
" " " Marconi'ego **22,**
48.
zasięg kątowny anteny Marconi'ego
ze zwierciadłem **34, 33.**
zasięg kątowny anteny ramowej **61.**
" " " st. odbiorczej
96.

zapisywanie depesz **7.**
zasłona miedziana **92.**
zboczenie igły magnetycznej **70, 71.**
zdolność promieniowania **32.**
zjawisko antenowe **64, 65, 106.**
" Johnsen-Rahbeka **46.**
znaczenie radjotelegrafji **10.**
zwierciadło paraboliczne **33.**
zwoje martwe **62.**

Źródło prądu ziemnego **2, 3, 7.**





SBROSTOWANIA.

- Zamiast — częstość — ma być wszędzie — częstotliwość.
" — antena ziemna — " " " — antena naziemna.
" — gonjometrja — " " " — goniometrja.
" — wattów — " " " — watów.
" — ohmowego — " " " — omowego.
" — na fotografii — " " " — na aparacie.
na str. 20, 7-my wiersz od dołu jest — rys. 90 — ma być — rys 9.
" 22, 6-ty " od góry " — więc — " " — albo nawet.
" 24, 1-szy " " " — 120,000 woltów — ma być — około
300.000 woltów.
" 24, 5-ty " od dołu " — 0,55 wolta — ma być — 0,55 oma.
" 47, na rys 27, jest — stałego — ma być — słabego.
" 63, na rys. 38, jest — zwol — ma być — zwojów.
" 76, 5-ty wiersz od góry jest — jego — ma być — jej.
" 95, 1-szy " " jest — piso — ma być — opis.
" 98, na rys. 65 jest sprzężona — ma być — sprzężenia.

na str. 63, na rys. 36 należy dolny koniec linii, oznaczającej „krok uzwojenia“ przesunąć w prawo aż do przecięcia się w punkcie, którego współrzędne są 3000 i 70. Jako oś obrotu tej linii, należy przyjąć punkt przecięcia się jej z linią oznaczoną 457 cm.



nr 97

Sposób prowadzenia notatek w dzienniku stacyjnym.

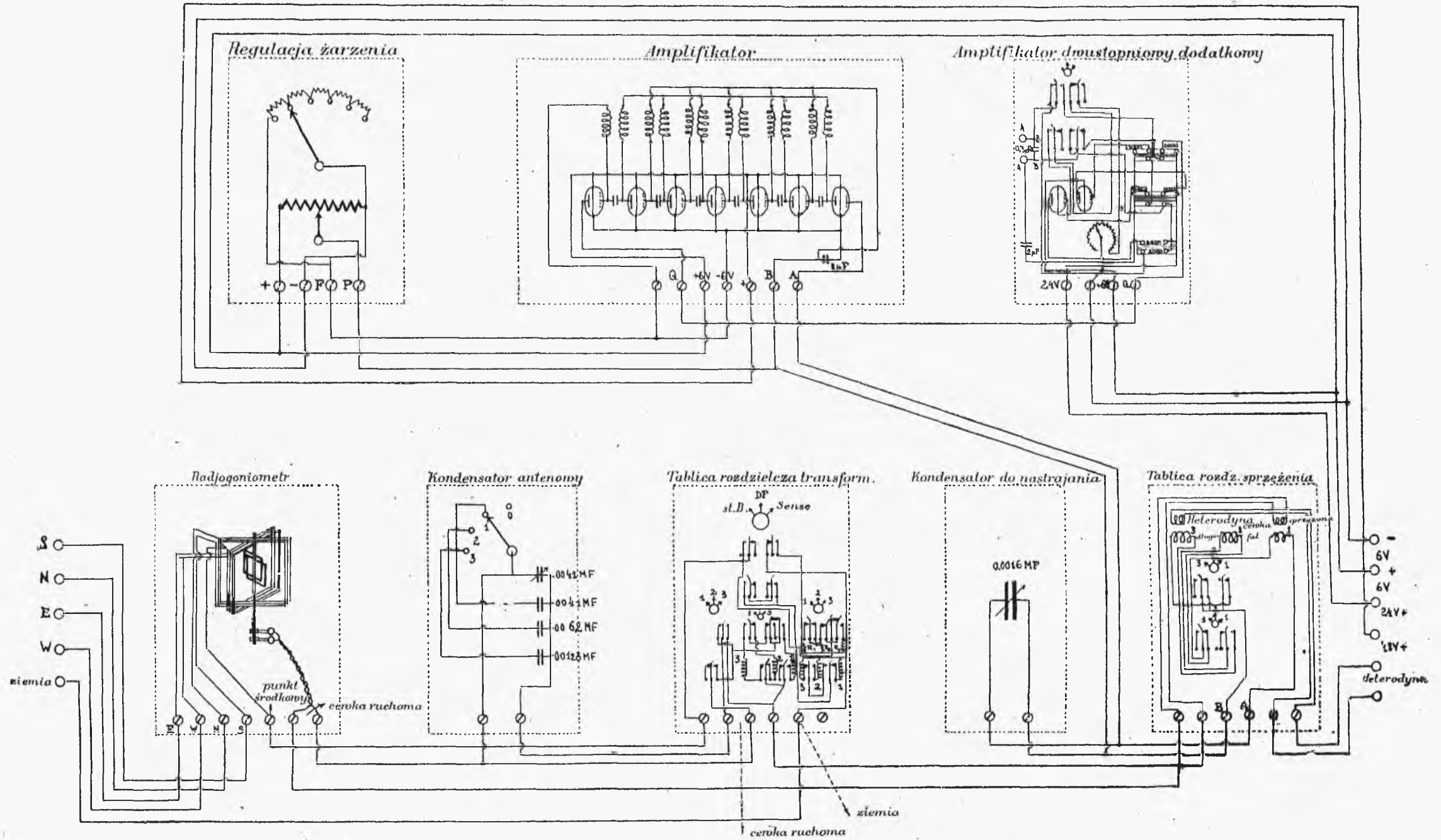
Data

Miejsce postoju

[Radjotelegrafista

1		2		3	4			5			6	7
czas nadawania		sygnały stacyj			długość fali, ton, siła odbioru	Pomiar I-szy			pomiar II-gi			
początek	koniec	odb.	nad.			kąty zanikania dźwięków	średnia wartość min. I-go a_1		kąty zanikania dźwięków	średnia wartość min. II-go a_2		odbiór z radjogoniometrem $270^\circ - a_1 = a_3$
1430	1445	rgt	zao	1220	58°	126°	92°	144°	208°	176°	91°	93°
		nor	„	1350	57°	128°	92 $\frac{1}{2}$ °	148°	208°	178°	92°	92 $\frac{1}{2}$ °
1710	1853	zet	pol	950 odb. słaby	68°	120°	91 $\frac{1}{2}$ °	165°	187°	176°	93 $\frac{1}{2}$ °	92 $\frac{1}{2}$ °

Stacji kontrolnej podaje się jedynie średnią wartość obydwóch pomiarów i dane rubryk 1, 2, i 3.



Tablica I. Szczegółowy schemat połączeń w odbiorniku radjogoniometrycznym Marconi'ego typu 12 . A.
 Rysunek z katalogu „Marconis Wireless Telegraph Company Limited“.