PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

OGŁASZANY STARANIEM SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ STOW. ELEKTR. POLSKICH
Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VIII. **1 Stycznia 1930 r.** **Zeszyt 1—2**

Redaktor por. STEFAN JASIŃSKI. Warszawa, Marszałkowska 33 m. 11, tel. 140-45.

SOMMAIRE.

Comment on améliora la réception du poste japonais JND par *S. Manczarski.* C'est la déscription des recherches et des essais excutés par l'auteur au centre de réception transatlantique du Ministère des Postes et des Télégraphes en Pologne. On améliora la réception du poste J N D en applicant une courte antenne Beverage avec une installation spéciale des relais et de résistances, inventée par l'auteur. Ce procédé permet de changer la direction de la réception et assure des bonnes caractéristiques réceptrices.

Sur la demultiplication des fréquences par Prof. Dr. *J. Groszkowski.* L'auteur demontre la possibillité de la demultiplication des fréquences à l'aide d'un dispositif avec triode. Dans l'analogie mecanique ce dispositif correspond à l'excitation des oscilations d'un pendule plus long à l'aide d'un pendule plus court.

Revue documentaire; Bulletins.

W JAKI SPOSÓB ZOSTAŁ POLEPSZONY ODBIÓR JAPOŃSKIEJ STACJI JND.*)

S. Manczarski.

JND jest to znak wywoławczy japońskiej długofalowej radjotelegraficznej stacji nadawczej w Nagoya. Stacja ta została wybudowana w roku 1928 przez niemieckie Towarzystwo Telefunken i przeznaczona jest specjalnie dla komunikacji z Europą. Pracuje ona obecnie falą 17200 *m* i posiada około 100.000 metramperów. Oprócz stacji długofalowej JND posiada jeszcze Japonja dla komunikacji radjotelegraficznej z Europą 3 nadajniki krótkofalowe: dwa nadajniki o znaku wywoławczym JNI, pracujące obecnie na falach ok. 15 *m* i 38 *m*, oraz trzeci nadajnik o znaku wywoławczym JNG, pracujący na fali ok. 19 *m*.

Należy zaznaczyć, że stacja długofalowa JND została zbudowana w okresie największego rozwoju komunikacji krótkofalowej, kiedy zdawało się, iż fale długie zostaną zupełnie wyparte przez fale krótkie.

Budowa jednak stacji JND nie była nierozważnym lub spóźnionym krokiem administracji japońskiej. Budowa ta było poprzedzona bardzo dokładnemi studjami nad problematem radjokomunikacji między Europą a Japonją, proplematem, który ma dla Japonji duże znaczenie zarówno handlowe, jak i polityczne. Już od szeregu lat prowadzą Japończycy z właściwą temu narodowi dokładnością pomiary natężenia pól elektromagnetycznych i obserwacje nad rozchodzeniem się fal zarówno długich jak i krótkich, a sprawozdania japońskiego laboratorjum elektrotechnicznego należą do najbardziej wartościowych prac w tej dziedzinie.

Właśnie te pomiary doprowadziły Japończyków do wniosku, że nasza nadawcza transatlantycka stacja SPL jest w Japonji najlepiej odbierana z pośród wszystkich europejskich stacyj długofalowych. Składają się na to zarówno położenie geograficzne Warszawy, jak i wartość techniczna naszej stacji. Odległość w linji powietrznej pomiędzy Warszawą a Nagoya wynosi ok. 8600 *km*, z czego ok. 93% przypada na ląd, a tylko pozostałe 7% na wodę. Natężenie pola elektromagnetycznego naszej stacji transatlantyckiej, mierzone w Japonji, wynosi średnio ok. 40 μV na *m*, jakkolwiek różnica pomiędzy warunkami odbioru w zimie i w lecie jest dość znaczna.

Na tych faktach oparte było nasze pierwsze radjokomunikacyjne zbliżenie z Japonją, kiedy w jesieni 1927 r. zaproponowała nam administracja japońska, nie posiadająca jeszcze wówczas stacji JND, jednokierunkową komunikację radjotelegraficzną z Warszawy do Japonji. Propozycja została przyjęta i w ten sposób Polska zapoczątkowała komunikację radjotelegraficzną pomiędzy Europą a Japonją. Komunikacja jednokierunkowa ma tę ujemną stronę, że stacja nadawcza, wysyłająca depesze na ślepo, nie posiada kontroli skuteczności swej pracy i przez to nie może dostosowywać szybkości nadawania do warunków odbioru na stacji odbiorczej. Tem niemniej nasza komunikacja jednokierunkowa dała wyniki najzupełniej zadawalające i prowadzona była aż do wiosny 1929 r.

W międzyczasie posuwała się budowa japońskiej nadawczej długofalowej stacji JND i z końcem 1928 r. rozpoczęły się u nas i w Niemczech próby odbioru tej stacji.

Muszę tu zaznaczyć, że osiągnięcie dobrych warunków odbioru stacji JND było dla naszego Ministerstwa Poczt i Telegrafów ważnem zagadnieniem, ponieważ zgóry można było przewidzieć, że przy dobrym odbiorze ilość odbieranych u nas z Japonji depesz będzie znacznie przewyższać ilość wysyłanych przez nas do Japonji depesz, co przedstawia w radjokomunikacji korzyści finansowe.

Sprawa jednak osiągnięcia u nas dobrych warunków odbioru stacji JND nie poszła gładko. Do

*) Referat wygłoszony na posiedzeniu odczytowem Sekcji Radjotechnicznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich w dniu 27 listopada 1929 r.

konkurencji o odbiór JND stanęły inne państwa europejskie, a przedewszystkiem Niemcy, którzy mieli nad nami tę przewagę, że posiadają z Japonją rozległe stosunki handlowe, a tem samem duży materjał do wymiany radjotelegraficznej, oraz, że właśnie oni, a nie kto inny budowali stację JND. W tych warunkach, ażeby uzyskać u nas duży odbiór depesz z Japonji, depesz przeważnie tranzytowych, kierowanych do Anglji, Niemiec i innych państw europejskich, trzeba było nie tylko nie ustępować sąsiadom pod względem urządzeń odbiorczych, ale ich nawet przewyższyć. Najsilniejszą okazała się konkurencja niemiecka, inne bowiem państwa europejskie, jak Anglja, Francja, posiadają gorsze od Niemiec warunki odbioru stacji JND.

Na początku 1929 r. stan urządzeń odbiorczych w Centrali Odbiorczej Ministerstwa Poczt i Telegrafów w Grodzisku był następujący. Posiadaliśmy 2 anteny kierunkowe Beverage oraz ramoantenę rezerwową. Jedna antena Beverage, wybudowana w roku 1922 z przeznaczeniem do odbioru fal długich (od 8.000 do 20.000 *m)*, posiada długość ok. 16,2 *km* i skierowana jest dokładnie na New York. Z kierunkiem JND tworzy ta antena kąt około 100° i z tego powodu do prawidłowego kierunkowego odbioru JND zupełnie się nie nadaje. Druga antena Beverage, wybudowana w roku 1927 z przeznaczeniem do odbioru stacyj europejskich o falach średnich (od 2500 do 8000 *m)*, posiadała długość ok. 5 *km* i dzięki tylko przypadkowości skierowana była prawie dokładnie na JND. Do odbioru jednak stacji JND antena ta również nie nadawała się, przystosowana bowiem była tylko do odbioru z kierunku odwrotnego, pozatem była za krótka w porównaniu z długością fali JND 17200 *m*. Stosunkowo najlepsze rezultaty odbioru JND można było osiągnąć na ramoantenie. Tym jednak sposobem nie można było skutecznie przeciwstawić się Niemcom, ponieważ i oni posługują się ramoantenami do odbioru kierunkowego. W dodatku okazało się, że nasza ramoantena posiadała pewne niedokładności, które zostały usunięte dopiero w trakcie dalszych prób. To też, kiedy w marcu 1929 r. przyjechał do Warszawy delegat japoński p. Kurachi, który zwiedził uprzednio urządzenia odbiorcze w Niemczech, nie mogliśmy się popisać lepszym odbiorem JND od Niemców.

Tymczasem administracja japońska postawiła kwestję w ten sposób, że ten będzie otrzymywać z Japonji więcej depesz, kto wykaże się lepszemi technicznemi możliwościami odbioru.

Należało więc wybudować nową antenę Beverage specjalnie przystosowaną do odbioru JND. Dobrze zainstalowana antena Beverage daje odbiór znacznie lepszy od ramoanteny zarówno ze względu na lepszą charakterystykę kierunkową jak i znacznie większą siłę odbioru. Doświadczenie, jakie posiadamy na naszej Centrali Odbiorczej w Grodzisku, gdzie mamy do dyspozycji zarówno anteny Beverage jak i ramoantenę, wykazuje, że w rzadkich tylko wypadkach jakość odbioru przy pomocy ramoanteny przewyższa jakość odbioru przy pomocy anteny Beverage. Wypadki te zachodzą wtedy, kiedy wymagane jest usunięcie silnych przeszkód z niektórych specjalnych kierunków, ramoantena bowiem posiada charakterystykę obracalną, gdy tymczasem antena Beverage posiada charakterystykę nieruchomą. Zdarza się to jednak rzadko i ogólnie biorąc, zwłaszcza jeżeli chodzi o odbiór stacyj bardzo odległych, antena Beverage daje rezultaty lepsze od ramoanteny, to znaczy umożliwia szybsze tempo odbioru oraz większą ilość godzin skutecznej pracy.

Sprawa jednak wybudowania w okolicy Grodziska anteny Beverage o długości ok. 17 *km* z zachowaniem prostolinjowości anteny i odpowiedniego kierunku przedstawiała zadanie bardzo trudne. Chodzi o to, że antena Beverage musi być zainstalowana w dość znacznej odległości od wszelkich urządzeń i przewodów prądu silnego i słabego, co w okolicach zabudowanych i zelektryfikowanych nastręcza ogromne trudności. To jest właśnie przyczyna, dla której antena Beverage nie jest stosowana w zachodnich państwach europejskich. O ile w roku 1922 udało się nam zbudować antenę Beverage o długości około 16,2 *km* doprowadzoną do samego budynku radjostacji odbiorczej w Grodzisku, o tyle już w roku 1927 musieliśmy wynieść nową antenę Beverage o 5 *km* poza obręb Grodziska i połączyć ją z budynkiem stacyjnym linjami przekaźnikowemi o długości ok. 3 *km*. Natomiast w roku 1929 dzięki kolei elektrycznej do Grodziska i silnej rozbudowie sieci elektrowni pruszkowskiej elektryfikacja okolic podwarszawskich poczyniła takie postępy, że wybudowanie w pobliżu Grodziska nowej anteny Beverage o długości ok. 17 *km* okazało się zadaniem prawie niewykonalnem.

Z kolei została rozważona kwestja przedłużenia 5 *km* anteny Beverage, której kierunek odpowiadał przypadkowo kierunkowi JND, do długości ok. 17 *km*. Równocześnie z przedłużeniem tej anteny i odwróceniem jej kierunku odbioru, musiałaby być zbudowana nowa 5 *km* antena Beverage dla odbioru stacyj europejskich, co nastręczyłoby również poważne trudności. I to rozwiązanie okazało się jednak niewykonalne. Ze względów terenowych i elektryfikacyjnych istniejąca 5 *km* antena Beverage mogła być przedłużona najwyżej do długości ok. 8 *km*.

Tak przedstawiały się sprawy, kiedy na wiosnę 1929 r. otrzymałem od Ministerstwa Poczt i Telegrafów polecenie zrobienia wszystkiego, co będzie w mojej mocy, w celu polepszenia odbioru stacji JND.

Ponieważ sprawa wymagała szybkiego załatwienia, zdecydowałem się na następujące rozwiązanie: zaproponowałem przebudowę istniejącej 5 *km* anteny Beverage w sposób, który niżej opiszę, a który umożliwia racjonalny kierunkowy odbiór zarówno stacyj JND na fali 17.200 *m*, jak i stacyj europejskich z przeciwnego kierunku w zakresie fal od ok. 3000 do 9000 *m*. Sposób ten polega na przedłużeniu dawnej 5 *km* anteny do długości zbliżonej do połowy długości fali stacji JND oraz na wprowadzeniu pewnych zmian w układzie połączeń anteny.

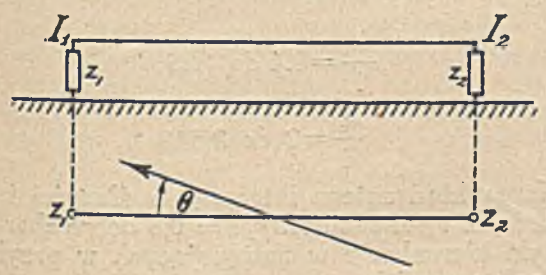
Zaproponowany przeze mnie sposób był wynikiem pewnych rozważań matematycznych, które mam zamiar poniżej przedstawić. Nie będę tutaj wyprowadzać całej teorji anteny Beverage, a ograniczę się tylko do podania tych dowodów matematycznych, które stanowią moją własną koncepcję

i są potrzebne do zrozumienia myśli przewodniej. Zgodnie z istniejącemi teorjami anteny Beverage znajomość właściwości kierunkowych tej anteny sprowadza się właściwie do znajomości szeregu wykresów, odpowiadających różnym wartościom długości fali, długości anteny i stałych elektrycznych anteny. Z wykresów tych trudno jest wyprowadzić jakieś ogólniejsze prawidła, które pozwoliłyby na szybką odpowiedź, jak zachowa się antena Beverage w pewnych zgóry zadanych warunkach i jaki wpływ będą miały te czy inne zmiany długości lub wartości elektrycznych anteny. Otóż, przedstawiona poniżej interpretacja matematyczna anteny Beverage pozwala na wyciągnięcie pewnych wniosków ogólnych co do praw, jakim podlegają właściwości kierunkowe anteny Beverage.

Zasadniczy układ anteny Beverage przedstawia zgodnie z Rys. 1. linję napowietrzną, uziemioną na obu końcach przez zawady z_1 i z_2.

Pod wpływem gradjentu poziomego fali elektromagnetycznej zostają wzbudzone w uziemieniach anteny z_1 i z_2 prądy I_1 i I_2. Jeżeli jeden z tych prądów np. I_1 przekazany jest do odbiornika, to charakterystyką kierunkową anteny Beverage nazywa się zależność prądu I_1 od kąta Θ jaki tworzy kierunek rozchodzenia się fali z kierunkiem anteny $z_2 z_1$.

Punktem wyjścia wszelkich rozważań teoretycznych nad antenami Beverage jest tak zwana antena bez odbić. Jest to taka antena Beverage, która jest uziemiona na obu końcach przez opory równe oporowi falowemu linji antenowej. Charakterystyka kierunkowa anteny rzeczywistej jest zależna od charakterystyki kierunkowej anteny bez odbić. Dlatego też pogląd, jaki ustalił się o właściwościach kierunkowych anteny Beverage, oparty jest na charakterystykach anteny bez odbić.



Rys. 1.

Charakterystyka kierunkowa anteny Beverage bez odbić wyraża się następującym wzorem:

$$i = \frac{E}{2z} \cdot \cos\theta \cdot \sqrt{\frac{1 + e^{-2\alpha l} - 2 \cdot e^{-2\alpha l} \cdot \cos\left[2\pi \frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\theta\right)\right]}{\alpha^2 + \left[\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\theta\right)\right]^2}}$$

gdzie

E — gradjent poziomy fali.

Θ — kąt, jaki tworzy kierunek rozchodzenia się fali z kierunkiem linji antenowej.

λ — długość fali elektromagnetycznej w przestrzeni.

l — długość anteny.

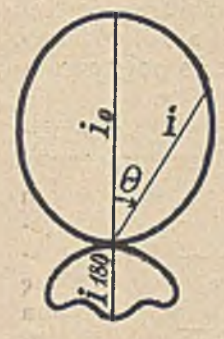
z — opór falowy linji antenowej.

α — spółczynnik tłumienia linji antenowej.

n — stosunek prędkości rozchodzenia się impulsów elektrycznych wzdłuż linji antenowej do szybkości światła.

e — podstawa logarytmów naturalnych.

Na podstawie powyższego wzoru sporządzają się charakterystyki anteny Beverage bez odbić. Charakterystyki te są typu przedstawionego na Rys. 2 i składają się z dwóch oddzielnych powierzchni. Powierzchnia górna jest powierzchnią pożyteczną; pożądane jest, żeby powierzchnia ta była możliwie długa i wąska. Powierzchnia dolna jest powierzchnią szkodliwą; pożądane jest, żeby powierzchnia ta była możliwie mała.



Rys. 2.

Stąd wynika warunek matematyczny, że długość anteny winna być tak dobrana do długości fali ażeby dla $\Theta = 180^0$ prąd $i_{180} \cong 0$.

Dla wyznaczenia tego warunku wprowadzimy pewne uproszczenie do wzoru na i, przez co wzór ten stanie się łatwiejszy do dyskusji. Charakterystyki, wykreślone na podstawie pełnego wzoru na i, wykazują, że współczynnik tłumienia linji antenowej α łagodzi występy i wgłębienia charakterystyk, nie wpływa jednak zasadniczo na ich charakter. Z tego powodu można uprościć wzór na i, zakładając:

$$\alpha = 0$$

Wtedy

$$i = \frac{E}{2z} \cdot \cos\Theta \cdot \frac{\sin\left[\pi \frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\Theta\right)\right]}{\frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\Theta\right)}$$

Gdy $\Theta = 180^0$

$$i_{180} = \frac{E}{2z} \cdot \frac{\sin\left[\pi \frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} + 1\right)\right]}{\frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{1}{n} + 1\right)}$$

Z otrzymanego wzoru wynika, że przy $\Theta = 180$ będzie spełniony warunek $i_{180} = O$, gdy:

$$\frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} + 1\right) = 1;\ 2;\ \ldots$$

Stąd

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{1}{n} + 1 \qquad \text{albo} \qquad \frac{\lambda}{l} = 0{,}5\left(\frac{1}{n} + 1\right)$$

Wartość spółczynnika n waha się w granicach od 0,75 do 0,9. Pomiary spółczynnika n anteny w Grodzisku, jakie przeprowadziłem na wiosnę 1929 r., dały wynik uwidoczniony na Rys. 3. Z pomiarów tych wynika, że dla długości fali stacji JND 17.200 m spółczynnik $n \cong 0{,}8$.

Dla $n = 0{,}8$ warunek dobrej charakterystyki kierunkowej anteny Beverage bez odbić wyraża się następującym stosunkiem $\frac{\lambda}{l}$:

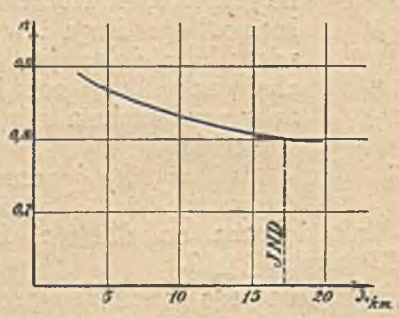
$$\frac{\lambda}{l} = 2{,}25 \text{ albo } 1{,}125$$

czyli

$$\frac{l}{\lambda} = 0{,}445 \text{ albo } 0{,}89$$

Wynika stąd, że można otrzymać dobrą charakterystykę kierunkową anteny Beverage nie tylko wtedy, kiedy długość anteny zbliżona jest do całkowitej długości odbieranej fali, ale i wówczas, kiedy długość anteny zbliżona jest do połowy długości fali.

Możnaby nawet uzyskać dobrą charakterystykę odbiorczą przy jeszcze krótszej znacznie ante-



Rys. 3.

nie, gdyby sztucznie zmniejszyć spółczynnik n, naprzykład przez pupinizację linji antenowej. Sposób ten, jednak z wielu względów jest niekorzystny i wywołuje komplikacje w działaniu anteny.

Rozważymy teraz z kolei pytanie, jakie zakresy fal może posiadać antena Beverage, przy których będzie zachowana dobra charakterystyka kierunkowa. Należy przedewszystkiem zauważyć, że jeżeli chodzi o zakresy fal, a nie o poszczególne fale, to nie może być już, oczywiście, mowy o spełnieniu warunku $i_{180} = o$ dla całego zakresu fal. Za dobrą charakterystykę anteny uważa się w tym wypadku taką charakterystykę, przy której prąd i_{180} jest mały w porównaniu z prądem i_0. Szkodliwy wpływ małego prądu i_{180} daje się usunąć przez specjalne urządzenie kompensacyjne, o którem będzie mowa jeszcze niżej.

Ażeby zatem odpowiedzieć na postawione pytanie, wyrazimy uproszczony wzór na prąd i w funkcji stosunku $\frac{\lambda}{l}$.

$$i = \frac{El}{2z} \cdot \cos\Theta \; \frac{\sin\left[\pi \frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\Theta\right)\right]}{\pi \frac{l}{\lambda}\left(\frac{1}{n} - \cos\Theta\right)}$$

Zakładając $n = 0{,}8$ oraz $\frac{El}{2z} = 1$, otrzymamy:

$$i = \cos\Theta \cdot \frac{\sin\left[\pi \frac{1{,}25 - \cos\Theta}{\lambda : l}\right]}{\pi \frac{1{,}25 - \cos\Theta}{\lambda : l}}$$

Dla $\Theta = 0$

$$i_0 = \frac{\sin\left[\pi \frac{0{,}25}{\lambda : l}\right]}{\pi \frac{0{,}25}{\lambda : l}}$$

Dla $\Theta = 180^0$

$$i_{180} = \frac{\sin\left[\pi \frac{2{,}25}{\lambda : l}\right]}{\pi \frac{2{,}25}{\lambda : l}}$$

Na podstawie osiągniętych wzorów można obliczyć i_0 oraz i_{180} w funkcji stosunku $\frac{\lambda}{l}$. Na Rys. 4 przedstawione są krzywe, otrzymane z takich właśnie obliczeń.

Dobre charakterystyki kierunkowe anteny Beverage dadzą się uzyskać w tych zakresach stosunku $\frac{\lambda}{l}$, gdzie prąd i_{180} jest mały w porównaniu z prądem i_0. Jak wynika z krzywych na Rys. 4, dla $n = 0{,}8$ zakresy te będą w przybliżeniu następujące:

$$\frac{\lambda}{l} = 0.4 \text{ do } 1{,}25$$

oraz

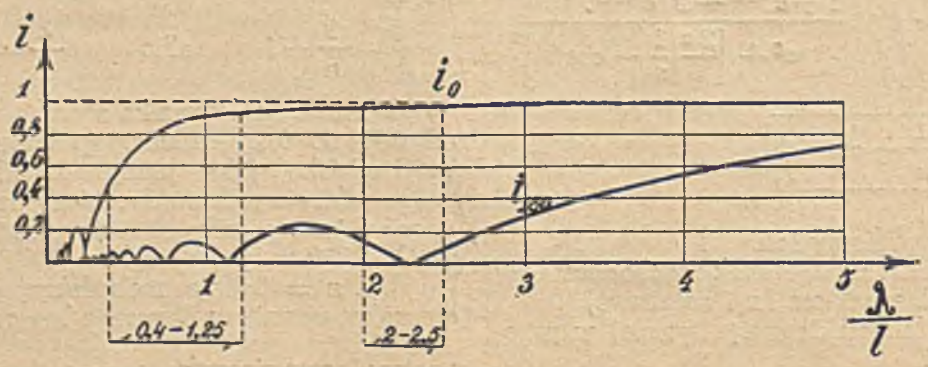
$$\frac{\lambda}{l} = 2 \text{ do } 2{,}5$$

Naprzykład antena Beverage o długości $l = 7{,}2$ *km* będzie posiadać przy $n = 0{,}8$ dobre charakterystyki kierunkowe w następujących w przybliżeniu zakresach fal:

$\lambda = 2.880$ do 9.000 *m.*

oraz $\lambda = 14.400$ do 18.000 *m.*

$n = 0{,}8.$



Rys. 4.

Zatem antena Beverage o długości 7,2 *km* będzie posiadać zarówno dobre charakterystyki dla odbioru stacyj europejskich, pracujących na falach średnich, jak i dla odbioru stacji JND, pracującej na fali 17,200 *m*.

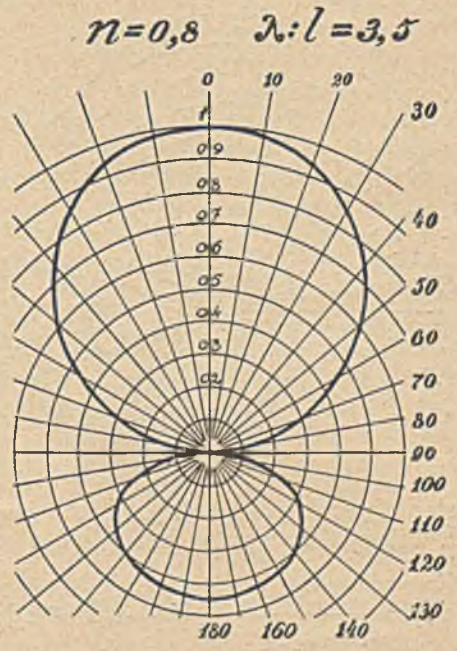
Na podstawie takich właśnie przesłanek teoretycznych zaproponowałem przedłużenie 5 *km* anteny Beverage w Grodzisku do długości ok. 7,2 *km*. Przedłużenie zostało uskutecznione i dało wyniki, najzupełniej potwierdzające przewidywania teoretyczne.

Na Rysunkach 5, 6, 7 i 8 przedstawione są charakterystyki kierunkowe anteny Beverage przy $n = 0{,}8$ oraz różnych stosunkach $\frac{\lambda}{l}$. Na Rys. 5 podana jest charakterystyka anteny przy stosunku $\frac{\lambda}{l} = 3{,}5$, który odpowiada fali stacji JND 17.200 *m*, oraz pierwotnej 5 *km* antenie Beverage w Grodzisku. Na Rys. 6 podana jest charakterystyka anteny przy stosunku $\frac{\lambda}{l} = 2{,}4$, który odpowiada fali stacji JND oraz przedłużonej do 7,2 *km* antenie Beverage w Grodzisku. Na Rys. 7 przedstawiona jest charakterystyka normalnej anteny Beverage przy stosunku $\frac{\lambda}{l} = 1$. Na Rys. 8 podana jest dla orjentacji charakterystyka anteny Beverage przy stosunku $\frac{\lambda}{l} = 0{,}5$. Pozatem na Rys. 9 przedstawiona jest dla porównania charakterystyka kardjoidalna ramoanteny.

Charakterystyka przedłużonej do 7,2 *km* anteny Beverage w Grodzisku według Rys. 6 przewyższa znacznie charakterystykę pierwotnej 5 *km* anteny według Rys. 5 oraz charakterystykę ramoanteny według Rys. 9. Charakterystyka anteny na Rys. 6 ustępuje jednak nieco ze względu na swą szerokość charakterystyce normalnej anteny Beverage, przedstawionej na Rys. 7.

Natomiast charakterystyka anteny Beverage według Rys. 7 ustępuje ze względu na swą szerokość charakterystyce anteny na Rys. 8, co dowodzi, że przedłużenie 5 *km* anteny Beverage w Grodzisku do długości 7,2 *km* miało dodatni wpływ na odbiór fal rzędu 3,6 *km*, czyli fal średnich. Istotnie, pewne polepszenie odbioru fal średnich można było skonstatować na niektórych stacjach.

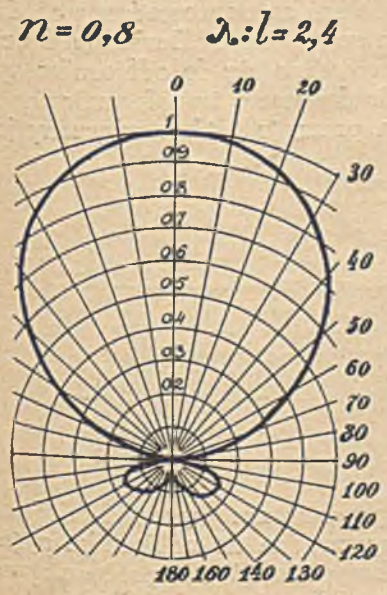
Tak więc przez przedłużenie pierwotnej 5 *km*



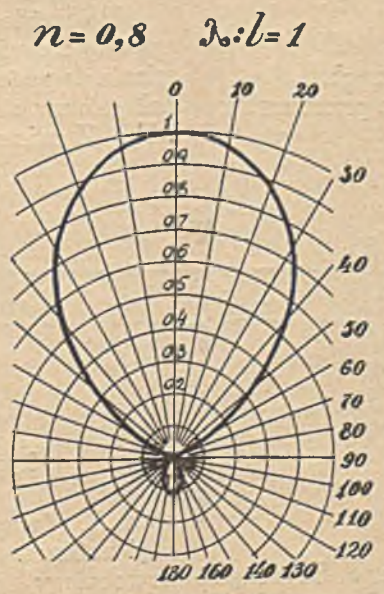
Rys. 5.

anteny Beverage w Grodzisku do długości ok. 7,2 *km* udało się osiągnąć dobre charakterystyki odbiorcze zarówno dla fali JND 17.200 *m*, jak i dla fal średnich w granicach od 3000 do 9000 *m*.

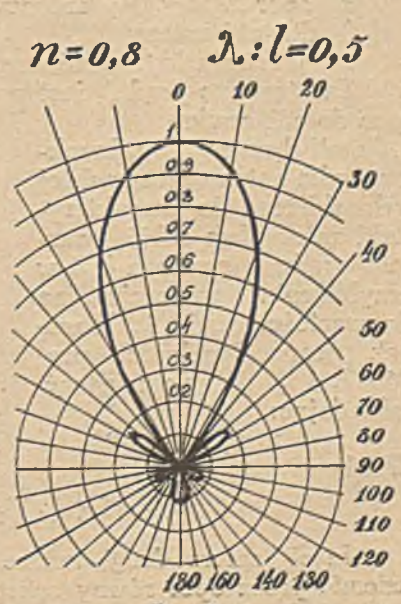
Ale to jeszcze nie wszystko. Rzeczywista antena Beverage, wykonana według oryginalnych amerykańskich schematów, umożliwia racjonalny odbiór kierunkowy tylko z jednego kierunku. Tymczasem przedłużona do 7,2 *km* antena Beverage w Grodzisku wymagała możliwości racjonalnego odbioru z dwóch przeciwnych kierunków. Aby wy-



Rys. 6.



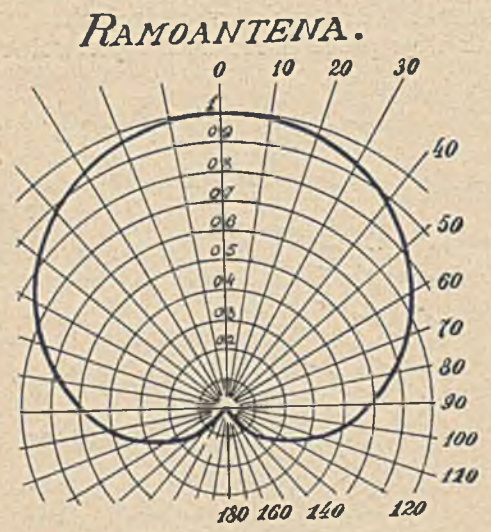
Rys. 7.



Rys. 8.

jaśnić, w jaki sposób zostało to osiągnięte, powrócę jeszcze do zasadniczego układu rzeczywistej anteny Beverage według Rys. 1.

Prądy I_1 i I_2 w uziemieniach rzeczywistej anteny Beverage wyrażają się w rachunku symboliczn-



Rys. 9.

nym następującemi funkcjami prądów i_1 i i_2 w uziemieniach anteny Beverage bez odbić o tej samej długości:

$$I_1 = \frac{1 + k_1}{1 - k_1 k_2 e^{-2pl}} [i_1 + k_2 e^{-pl} i_2]$$

$$I_2 = \frac{1 + k_2}{1 - k_1 k_2 e^{-2pl}} [i_2 + k_1 e^{-pl} i_1]$$

gdzie:

$p = \alpha + j\beta$ spółczynnik rozchodzenia się impulsów elektrycznych wzdłuż linji antenowej

$k_1 = \frac{z - z_1}{z + z_1}$ spółczynnik odbicia na końcu anteny z_1

$k_2 = \frac{z - z_2}{z + z_2}$ spółczynnik odbicia na końcu anteny z_2

z opór falowy linji antenowej

l długość anteny

e podstawa logarytmów naturalnych.

Załóżmy, że prąd I_1 jest prądem przekazywanym do odbiornika.

Jeżeli chcemy, żeby charakterystyka anteny rzeczywistej była zbliżona do charakterystyki anteny bez odbić, wartość prądu I_1 powinna być w przybliżeniu proporcjonalna do wartości prądu i_1. Warunek proporcjonalności prądów I_1 i i_1 da się osiągnąć, zakładając:

$z_2 = z$ czyli $k_2 = 0$

Wtedy

$$I_1 = (1 + k_1) i_1$$

Jeżeli zatem drugi koniec anteny Beverage uziemić przez opór równy oporowi falowemu linji antenowej, to prąd, jaki zostanie wywołany w pierwszym końcu anteny, jest proporcjonalny do prądu w antenie tej samej długości bez odbić.

Podstawiając do ostatniego wzoru wartość:

$$k_1 = \frac{z - z_1}{z + z_1}$$

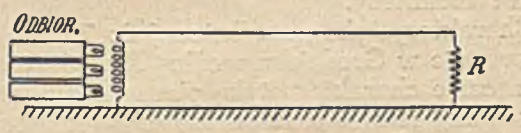
otrzymujemy:

$$I_1 = \frac{2z}{z + z_1} i_1$$

Z otrzymanego wzoru wynika, że prąd I_1 jest tym większy, im mniejsza jest zawada z_1. To jest właśnie przyczyna, dla której pierwszy koniec anteny winien być uziemiony bezpośrednio przez transformator, przekazujący sygnał do odbiorników.

Przeprowadzane rozważania wyjaśniają motytywy teoretyczne, dla których racjonalny układ anteny Beverage wymaga uziemienia tego końca anteny, na który wcześniej natrafiła biegnąca fala elektromagnetyczna, przez opór, równy w przybliżeniu oporowi falowemu linji antenowej, oraz uziemienia tego końca anteny, który przekazuje prąd do odbiorników, bezpośrednio przez transformator.

Rys. 10 podaje racjonalny układ anteny rzeczywistej, której charakterystyki odbiorcze będą zbliżone do charakterystyk anteny tej samej długości bez odbić. Układ ten, posiadający w prawem uziemieniu opór R, równy w przybliżeniu oporowi falowemu linji antenowej, przeznaczony jest do odbioru fal, których kierunek rozchodzenia się oznaczony jest strzałką.

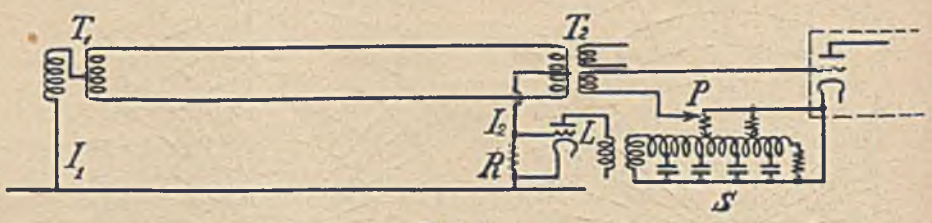


Rys. 10.

Charakterystyki kierunkowe anteny Beverage można jeszcze polepszyć przy pomocy kompensacji.

Zasadniczy układ kompensacyjny anteny Beverage przedstawiony jest na Rys. 11.

Do każdego odbiornika doprowadzone są dwa sygnały z dwóch uziemień anteny Beverage. Z uziemienia lewego doprowadza się do odbiornika sygnał główny za pośrednictwem transformatorów T_1 i T_2. Z uziemienia prawego, gdzie włączony jest



Rys. 11.

opór R, równy w przybliżeniu oporowi falowemu linji antenowej, doprowadza do odbiornika sygnał pomocniczy dla kompensacji za pośrednictwem lampy przekaźnikowej L, sztucznej linji S i potencjometru P. Sztuczna linja i potencjometry służą

do regulacji fazy i amplitudy sygnału kompensacyjnego.

Jeżeli I_1 oraz I_2 wyrażają prądy w uziemieniach anteny Beverage, to prąd w odbiorniku można wyrazić wówczas następującym wzorem:

$$\mathbf{I} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{m}\,\mathbf{I}_2$$

gdzie **m** spółczynnik, zależny od doboru fazy i amplitudy sygnału kompensacyjnego przy pomocy sztucznej linji i potencjometrów.

Zależność prądu I od kąta Θ, jaki tworzy kierunek anteny T_2T_1 z kierunkiem rozchodzenia się fali, stanowi charakterystykę anteny Beverage z kompensacją.

W matematycznej interpretacji kompensacja polega na tem, że spółczynnik **m** dobiera się tak, żeby dla $\Theta = 180^0$, prąd w odbiorniku był równy zeru.

Zatem dla $\Theta = 180^0$

$$\mathbf{I}_{180} = \mathbf{I}_1 + \mathbf{m}\,\mathbf{I}_2 = 0$$

Należy zaznaczyć, że dobre funkcjonowanie kompensacji jest najzupełniej niezbędne dla pełnego wykorzystania właściwości kierunkowych anteny Beverage. Charakterystyki kierunkowe, jakie dają się uzyskać przy rzeczywistej antenie Beverage bez kompensacji pozostawiają wiele do życzenia, zarówno ze względu na braki odnośnych charakterystyk anteny bez odbić, jak i na szkodliwy wpływ gradjentu pionowego fali. Gradjent pionowy fali, który przy innych systemach antenowych wykonuje główną pracę, przy antenie Beverage musi być uważany jako czynnik szkodliwy. Zniekształca on charakterystyki odbiorcze anteny Beverage i szkodliwy jego wpływ może być usunięty tylko przy pomocy kompensacji. Należy jeszcze zaznaczyć, że uszlachetnianie charakterystyk anteny Beverage przy pomocy kompensacji może być uskutecznione tylko w granicach, jakie umożliwiają organy regulacyjne kompensacji oraz dokładność ich nastawienia. Z tego powodu, jeżeli jakaś antena Beverage daje bardzo złe charakterystyki bez kompensacji, to i z kompensacją nie można osiągnąć dostatecznego uszlachetnienia tych charakterystyk. Taki właśnie wypadek został naprzykład skonstatowany przy próbach konpensowania pierwotnej 5 *km* anteny Beverage w Grodzisku dla odbioru stacji JND. *(d. c. n.).*

O OBNIŻANIU CZĘSTOTLIWOŚCI.*

Prof. Dr. Inż. **Janusz Groszkowski.**

O ile zagadnienie podwyższania częstotliwości jest zagadnieniem prostem, jeśli tak można powiedzieć „zgodnem z naturą", o tyle zagadnienie odwrotne — obniżanie częstotliwości — należy do rzędu raczej skomplikowanych — „sprzecznych z naturą".

Istotnie, w przyrodzie spotykamy zazwyczaj wyższe harmoniczne jako wynik zniekształceń, zachodzących w najrozmaitszych przebiegach oscylacyjnych, jako odchylenie od przebiegu idealnie czystego; zasada ta obowiązuje do tego stopnia, iż naogół nawet łatwiej o drgania obfite w harmoniczne, aniżeli o drgania czyste. W tych więc warunkach nie napotyka się na specjalne trudności przy pobudzaniu układów, których własna częstotliwość jest wielokrotnie większą drganiami o częstotliwości mniejszej.

Proces odwrotny natomiast — pobudzania układu o własnej częstotliwości mniejszej drganiami o częstotliwości większej jest zjawiskiem w przyrodzie niespotykanem, a przeto zrealizowanie jego wymaga urządzeń sztucznych. Że istnieje stan taki, a nie inny, jest — logicznie biorąc — oczywiste, bowiem w przebiegach oscylacyjnych (o stałej amplitudzie) każdy okres jest równouprawniony w stosunku do poprzedniego i następnego, i niema żadnej racji, aby co drugi, co trzeci lub wogóle co n-ty okres wywierał działanie pobudzające na ew. układ o częstotliwości własnej dwa, trzy lub *n* razy mniejszej.

Przechodząc do analogji mechanicznych, np. do analogji z wahadłem, można wyobrażać sobie pobudzanie do drgań wahadła odpowiednio krótszego przez wahadło dłuższe, szczególniej, jeśli wahania tego ostatniego, przez specjalnie rozmieszczenie dodatkowych mas, uczynić szczególnie obfitemi w harmoniczne rzędu, odpowiadającego okresowi własnemu wahadła krótszego. Natomiast pobudzania odwrotnego, to zn. wahadłem krótszem dłuższego, nie udaje się zrealizować w tak prosty sposób.

W elektrotechnice mamy mnóstwo przykładów jak można w prosty sposób uzyskać powielanie częstotliwości; znane są mianowicie liczne systemy urządzeń radjo-technicznych, które dla celów komunikacji wykorzystują zjawisko powielania częstotliwości.

Co się zaś tyczy obniżania częstotliwości, jeśli pominąć metodę heterodynowania z detekcją, jako należącą do zupełnie innej kategorji, to w tym względzie opublikowane są dzisiaj dwa sposoby, pozwalające na otrzymanie tego zjawiska. Są to: 1) urządzenie Balth. Van der Pol'a [2]) wykorzystujące zjawisko drgań relaksacyjnych oraz 2) urządzenie I. Kogi[3]) z generatorem synchronizowanym częstotliwością większą. Tak w jednem jak i w drugiem urządzeniu mamy do czynienia przedewszystkiem ze zjawiskiem synchronizowania już istniejących drgań, występującem w pewnych zakresach ich częstotliwości. Zakresy te w układzie v. d. Pol'a odpowiadają $\frac{1}{n}$ częstotliwości synchro-

[1]) Referowane na Posiedzeniu Naukowem Inst. Radj. d. 13 listopada 1929 r.

[2]) Bath. V. d. Pol, Frequency demultiplication, Nature, 1927, September 10.

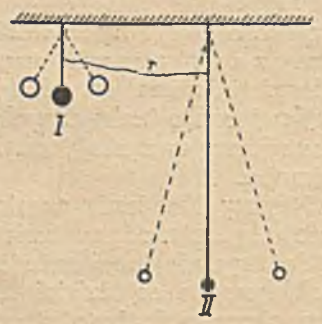
[3]) I. Koga, A new frequency transformer, Proc. Inst. Rad. Eng., August 1927, str. 669.

nizującej, w układzie zaś I. Kogi — $\frac{m}{n}$ — tej części, (gdzie m i n są liczbami całkowitemi), przyczem zjawisko synchronizacji występuje tem wyraźniej, im liczby te są mniejsze.

Warunkiem nieodzownym pobudzania jest tu współdziałanie drgań o częstotliwości niższej w procesie utrzymywania tych drgań przez częstotliwość wyższą, a więc uprzednie już istnienie drgań o okresie zbliżonym do wielokrotności okresu pobudzającego.

Dobrze ilustrującą te zjawiska analogją mechaniczną może być przykład z pobudzaniem wahadła dłuższego przez krótsze przy zastosowaniu urządzenia przedstawionego schematycznie na rys. 1.

Wahadło krótsze *I* o dużej masie, a więc o dużym zapasie energji (pobudzające) sprzężone jest przy pomocy nitki odpowiedniej długości (nieco zadługiej) z wahadłem np. 4-krotnie dłuższem *II* (pobudzanem). Wahadło *I* podczas wahań normalnie rzecz biorąc, nie pobudzi wahadła *II*, bowiem w ciągu jednego okresu wahadła *II* przypadają dwa okresy wahadła *I*, a przeto suma działań pobudzających na jeden okres wahadła *II* jest równa zeru; jedynym objawem będzie tu drżenie zawieszenia *II*. Z chwilą jednakże, gdy wahadło *II* zostanie przez jakąś obcą przyczynę pobudzone do wahań, wówczas, przy odpowiednio wyregulowanej długości nitki n można doprowadzić do tego, iż impulsy wahadła *I* będą mogły działać na wahadło *II* począwszy dopiero od pewnego jego położenia (wychylenia w prawo), od którego nitka n staje się za krótka i przenosi impulsy wahadła *I* na *II*. Oczywiście w tych warunkach, jeśli częstotliwość wahadła *I* jest dwa razy większa od częstotliwości własnej wahadła *II*, wówczas co drugie wahnięcie wahadła *I* będzie działać pobudzająco na wahadło *II*, a więc stałe podtrzymywanie wahań tego ostatniego może być zapewnione.



Rys. 1.

Analogją elektryczną doświadczenia z wahadłami jest układ przedstawiony na rys. 2. Tutaj źródło *Z* drgań o częstotliwości większej *F* (nap. generator lampowy) pobudza obwód drgań *L C R* nastrojony na częstotliwość $f < F$ za pośrednictwem lampy katodowej. Opór tej lampy może być zmieniany przez zmianę potencjału jej siatki w granicach od bardzo wielkiego (prawie ∞) do bardzo małego (minimalny opór wewnętrzny lampy).

Siatce tej lampy udzielamy początkowy potencjał V_{so} o tyle ujemny, aby prąd w obwodzie anodowym nie mógł popłynąć nawet w momentach, gdy anoda uzyskuje najwyższy chwilowy potencjał dodatni ze źródła zmiennego *Z*. Wyrazi się to zależnością

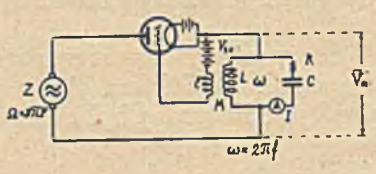
$$\Phi\,(V_a = V_{max},\ V_s = V_{so}) \gtrless 0 \quad . \ . \ . \quad 1)$$

jeśli równanie prądu anodowego lampy przyjmiemy

$$I_a = \Phi\,(V_a,\ V_s) \quad . \ . \ . \ . \ . \quad 2)$$

W tych warunkach żadnego działania napięcia zmiennego o częstotliwości *F* na obwód *L C R* nie zauważymy.

Wyobraźmy sobie obecnie, iż do obwodu siatki została włączona cewka *l*, sprzężona in-



Rys. 2.

dukcyjnie z cewką *L* odpowiednio co do wartości i co do znaku.

Założymy następnie, że w obwodzie *L C R* zostały wzniecone dowolnie słabe drgania.

Wówczas, przy odpowiednim doborze fazy i amplitudy *SEM*-nej indukowanej w cewce *l* przez prąd w *L*, można uczynić, iż potencjał siatki będzie się stawał w pewnych momentach o tyle mniej ujemnym, że wraz z występującym w tych momentach wysokim dodatnim potencjałem anody pozwoli na krótkotrwały przepływ prądu przez lampę. Zasadniczo biorąc, ta koincydencja napięć na anodzie i siatce wystąpi w całej pełni wówczas, gdy *F* będzie wielokrotnością *f*, t. zn., gdy

$$F = p\,.\,f \qquad (p = \text{całkowite})$$

lub nawet gdy $mF = nf$ $\quad (m = \text{całkowite})$

Należy tylko stworzyć takie warunki, aby krótkotrwały impuls prądu, przepływając przez lampę co $1/f$ sekund miał fazę zdolną do podtrzymania drgań.

Okazuje się, że warunki te są zawsze zrealizowane w układzie, odpowiadającym warunkom generacyjnym sprzężenia zwrotnego

W ujęciu rozważań matematycznych sprawa ta przedstawia się następująco: Niech będzie, zgodnie z oznaczeniami na rys. 2:

1) napięcie zmienne źródła *F*

$$v = \bar{V}\ \mathrm{cs}\ \Omega t = \bar{V}\ \mathrm{cs}\ p\,\omega\,t \quad . \ . \ . \ . \quad 4)$$

2) napięcie na anodzie

$$v'_a \cong \bar{V}\ \mathrm{cs}\ p\,\omega\,t - \bar{V}_a\ \mathrm{cs}\ \omega\,t =$$
$$= \bar{V}\ \mathrm{cs}\ p\,\omega\,t - \bar{I}_a r\ \mathrm{cs}\ \omega\,t \quad . \ . \ . \quad 5)$$

bowiem $\bar{V}_a = \bar{I}_a\,r = \bar{I}_a\,\frac{\omega L}{R}$

dla częstotliwości *f*, dla której spełniony jest warunek

$$\omega = 2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad 6)$$

3) napięcie na siatce

$$V'_s = V_{so} + \bar{I}\,\omega\,M\ \mathrm{cs}\ \omega\,t =$$
$$= V_{so} + \bar{I}_a\,\omega\,M\,\frac{\omega L}{R}\ \mathrm{cs}\ \omega\,t \quad . \ . \ . \quad 7)$$

wobec zależności

$$\bar{I} = \bar{I}_a\,\frac{\omega L}{R} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad 8)$$

Równanie prądu anodowego lampy (K = spółczynnik amplikacji)

$$i_a = \Phi(V_e) = \Phi(v_a' + K v_s') \quad . \; . \; . \quad 9)$$

słuszne dla

$$v_e = v_a' + K v_s' \geqq 0 \quad (v_e = \text{potencjał zastępczy}) \quad 10)$$

Po podstawieniu (5) i (7) do (9) otrzymujemy

$$i_a = \Phi\left[\overline{V} \operatorname{cs} p\omega t - \overline{I}_a r \operatorname{cs} \omega t + K V_{so} + K \overline{I}_a r \frac{M}{L} \operatorname{cs} \omega t\right] = \Phi\left[\overline{V} \operatorname{cs} p\omega t + \overline{I}_a r \left(K\frac{M}{L} - 1\right) \operatorname{cs} \omega t + K V_{so}\right] \quad . \; . \quad 11)$$

Wprowadzając oznaczenie $[V_{so}]$ na bezwzględną wartość V_{so}, dochodzimy do równania

$$i_a = \Phi(v_e) = \Phi\left\{\overline{V} \operatorname{cs} p\omega t - K[V_{so}] + \overline{I}_a r \left(K\frac{M}{L} - 1\right) \operatorname{cs} \omega t\right\} \quad . \; . \; . \quad 12)$$

Dobór warunków dla danego układu L, C, R, f, F otrzymuje się przez zmianę wielkości M, V_{so} i $\overline{V}$.

Zasadniczo $K V_{so} > \overline{V} \operatorname{cs} p\omega t$, a przeto wobec warunku (10) prąd i_a może przepływać wówczas tylko, gdy pozwala na to ostatni wyraz w klamrze wzoru (12) działanie siatki analogiczne do działania zbyt długiej nitki w analogji wahadeł).

Wyraża się to równaniem

$$\overline{I}_a r \left(K\frac{M}{L} - 1\right) \cong K V_{so} \quad . \; . \; . \quad 13)$$

Przykład zależności $v_e = \varphi(t)$ dla p = 2 i 3 przedstawiony jest w chwilowych wartościach na rys. 3.

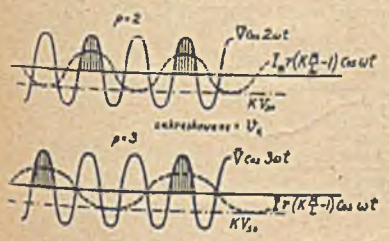
Zatem maksymalna wartość napięcia zastępczego $v_{e\,max}$ może być

$$v_{e\,max} = \overline{V}$$

Określa ona maksymalną wartość impulsu prądu

$$i_{a\,max} = \Phi(\overline{V})$$

Prąd ten przepływa przez czas — w przybliżeniu — równy



$$\frac{T}{2p}.$$

Rys. 3.

przyczem przybliżenie to jest tem lepsze, im p jest większe. Tu $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

Kształt krzywej prądu anodowego zależeć będzie od kształtu charakterystyki lampy katodowej czyli od funkcji Φ.

Przyjmując, dla prostoty, kształt tej funkcji jako

$$i_a = \frac{V_e}{\rho} \quad \text{dla } V_e > 0$$

$$i_a = 0 \quad \text{dla } V_e < 0$$

otrzymamy prąd anodowy jako szereg impulsów utworzonych przez co p-te półfale jednego znaku wybrane z sinusoidy o pulsacji pa (rys. 4).

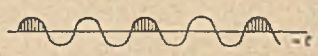
Maksymalne chwilowe natężenie impulsu jest

$$i_{a\,max} = \frac{\overline{V}}{\rho}$$

Tego rodzaju prąd anodowy posiada niewątpliwie składową o pulsacji ω, która jest zdolna podtrzymywać drgania w obwodzie LCR. Składowa ta oblicza się — z dostatecznem przybliżeniem — ze wzoru

$$\overline{I}_{ap} = \frac{2\overline{V}}{\pi \rho p} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 14)$$

Rys. 4.



przyczem przybliżenie to jest tem lepsze, im p jest większe.

Wartości ściśle kolejne są

$$\text{dla } p = 2 \qquad I_{a2} = \frac{0{,}93\,\overline{V}}{\pi\rho}$$

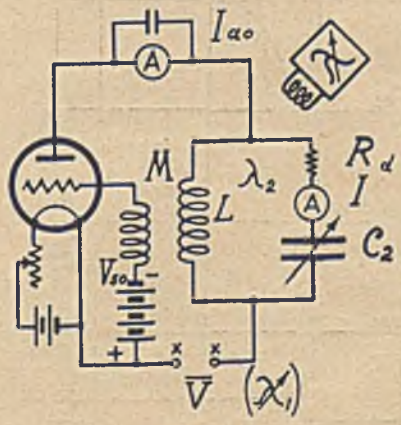
$$p = 3 \qquad I_{a3} = \frac{0{,}66\,\overline{V}}{\pi\rho} \quad . \; . \; . \quad 15\,a, b, c)$$

$$p = 4 \qquad I_{a4} = \frac{0{,}48\,\overline{V}}{\pi\rho}$$

Składowa stała (średnia wartości prądu) oblicza się natomiast jako

$$I_{ao} = \frac{V}{\pi \rho p} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 16)$$

Obecność wielkości p w mianowniku wyrażenia (15) wskazuje, iż w miarę wzrostu stopnia



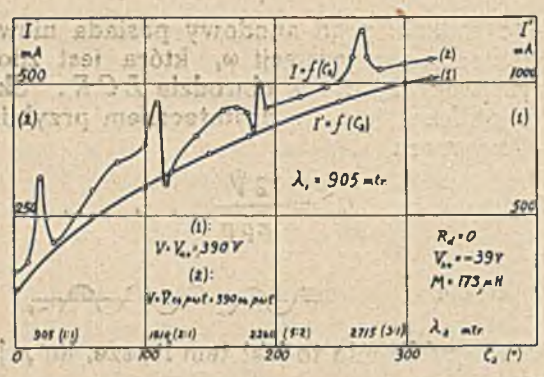
Rys. 5.

obniżania częstotliwości, działanie urządzenia pogarsza się, chyba, że jednocześnie podwyższa się $\overline{V}$, co prowadzi do konieczności stosowania wysokich napięć zasilających.

Z tych więc względów przy eksperymentowaniu wygodniejsze jest przeprowadzenie badań dla mniejszych p, tembardziej, iż ze wzrostem p występuje wpływ prądów pojemnościowych o częstotliwości $p\omega$ zaciemniających przebiegi zachodzące na częstotliwości ω.

W dotychczasowych rozważaniach założono istnienie drgań o częstotliwości ω w układzie —

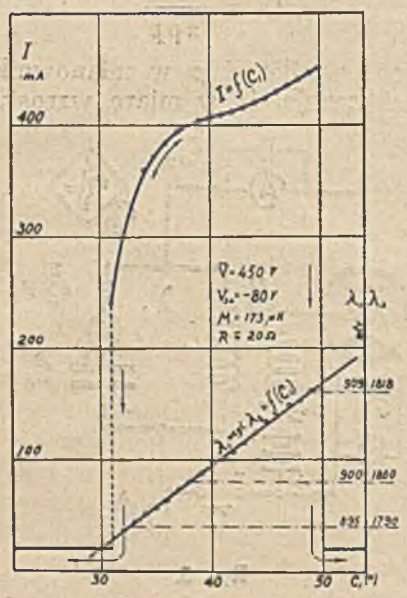
w chwili rozpoczęcia pobudzającego działania napięcia o częstotliwości $p\,\omega$. W tych warunkach mamy właściwie do czynienia z synchronizowaniem drgań o częstotliwości ω częstotliwością wyższą $p\,\omega$, jednak z tą różnicą, iż napięcie synchronizujące jest jednocześnie właściwem źródłem



Rys. 6.

energji zasilającej. Przebiegi te dobrze ilustruje doświadczenie następujące:

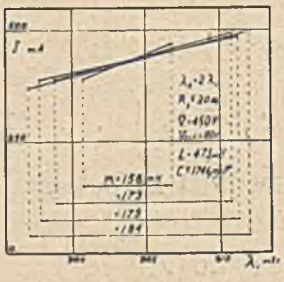
Układ generacyjny np. o sprzężeniu zwrotnem indukcyjnem (rys. 5) zasilany napięciem stałem w punktach $X\,X$ daje zależność prądu w obwodzie drgań od pojemności zmiennej (względnie od długości fali tego obwodu) w postaci krzywej (1) na wykresie rys 6. Krzywa ta o przebiegu równomiernym wykazuje wzrost prądu w miarę zwiększania pojemności, na skutek dopasowywania obwodu drgań do układu.



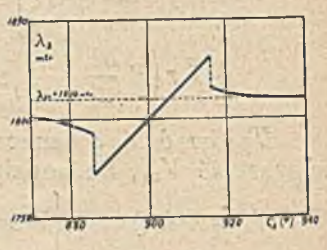
Rys. 7

Natomiast w wypadku zasilania napięciem zmiennem z częstotliwością $F = 333.300\ c$. ($\lambda \cong = 900\ m$) otrzymujemy krzywą (2) przebiegu prądu w obwodzie drgań, obfitującą w występy, odpowiadające takim położeniom kondensatora C_2, przy których fala własna obwodu drgań jest $\frac{m}{n}$ krotnie większą od fali λ, a więc gdy $f = \frac{m}{n} F$, gdzie m i n są liczbami prostemi i niewielkiemi.

Dokładniejsze badanie doświadczalne zakresów, w których występuje działanie synchronizujące, prowadzi do wniosku, że możliwe jest dobranie takich warunków elektrycznych w układzie, iż nie jest konieczne istnienie drgań w momencie przykładania napięcia pobudzającego $p\,\omega$, aby w układzie powstały drgania ω. Znaczy to, iż w tego rodzaju układzie obniżenia częstotliwości



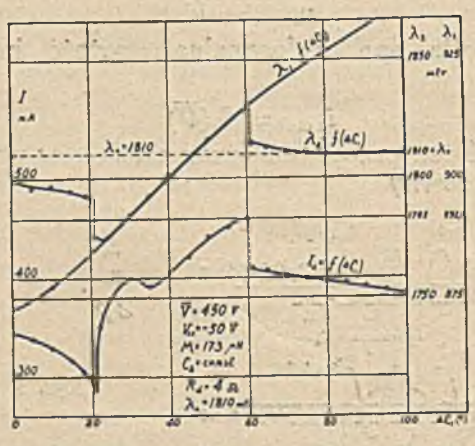
Rys. 8.



Rys. 9.

może być spełniony również warunek samowzbudzania drgań. Niewątpliwie odgrywa tu rolę pierwszy impuls napięcia przykładanego $p\,\omega$ na obwód $L\,C\,R$, tembardziej, iż owym warunkom korzystnym towarzyszy stan układu bliski do stanu krytycznego pod względem samowzbudzania.

Przy takim wyregulowaniu układu charakter przebiegu prądu obwodu drgań w zależności od rozstrajania tego obwodu przedstawiony jest na wykresie rys. 7, dla dwa razy mniejszej częstotliwości. Wykres na rys. 8 natomiast podaje dla różnych sprzężeń M zakresy spełnienia warunku podtrzymywania (przy samowzbudzeniu), w których ściśle obowiązuje zależność $\lambda_2 = \lambda 2_1$, t. j. $f = \frac{F}{2}$.



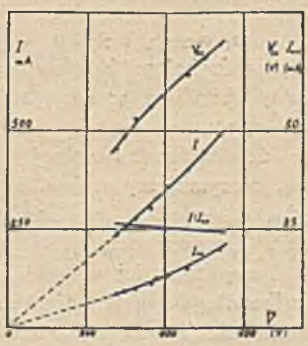
Rys. 10.

Zakresy rozstrojenia zawierają się tu w granicach do 15 m, na fali pobudzającej 900 m, a więc wynoszą około 15%.

Co się tyczy działania synchronizującego napięcia zasilającego o częstotliwości podwójnej na obwód $L\,C\,R$ przy niezbyt krytycznem wyregulowaniu układu, zachodzi ono podobnie jak dla częstotliwości równych, według krzywych o charakterze wskazanym na wykresie rys. 9, otrzymanym z wykresów rys. 10. Obwód $L\,C\,R$ nastrojony na falę $\lambda_{20} = 1810$ m zasilany napięciem stałem, drga

tą częstotliwością. Przy zasilaniu napięciem zmiennem o częstotliwości zmienianej od wartości $\lambda_1 < \frac{\lambda_{20}}{2}$ do $\lambda_2 > \frac{\lambda_{20}}{2}$ wykazuje stopniowe odchylanie się λ_2 od $\lambda_{20} = 1810$ m w miarę zbliżania się λ_1 do $\frac{\lambda_{20}}{2}$, następnie — po nagłym skoku (moment wpadnięcia w synchronizm) — występuje synchronizacja, dla której $\lambda_2 = 2\lambda_1$, poczem znów skok (moment wypadnięcia z synchronizmu) i stopniowe zbliżanie się do fali $\lambda_{20} = 1810$ m. Odpowiadające zmiany prądu w obwodzie drgań przedstawia krzywa dolna na tym wykresie.

Zależność między składowa stała prądu anodowego I_{a^0}, a prądem obwodu drgań I (a więc składową zmienną I_{ap}) otrzymana doświadczalnie dla powyższego układu ($\lambda_2 = 2\lambda_1$) przedstawiona jest na rys. 11. Układ wyregulowany był stale na graniczną wartość ujemnego napięcia V_{os} przy stałem M; zależność V_{so} jest również tu podana. Z wykresów wynika proporcjonalność między temi wielkościami I, I_{ao} i V_{so} zgodnie ze wzorami (13), (14) i (16).



Rys. 11.

Laboratorjum Naukowe Instytutu Radjotechnicznego, Politechnika, Warszawa, sierpień — wrzesień 1929.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

NAJKRÓTSZE FALE, KTÓRE MOŻNA OSIĄGNĄĆ ZA POMOCĄ OSCYLATORÓW MAGNETRONOWYCH.

(K. Okabe — Proc. Inst. Rad. Eng. April 1929. V. 17. str. 652—659).

Autor daje teorje oscylatorów magnetronowych i dla fali otrzymuje wzór

$$\lambda = \frac{2\pi c^2 m}{e H} = \frac{10\,650}{H} \text{ cm}$$

który po sprawdzeniu eksperymentalnem należy cokolwiek zmienić i napisać go w taki sposób

$$\lambda = \frac{1\,3000}{H}$$

Ponieważ teoretycznie można użyć pola nawet wielkości 20 000 gausów, przeto teoretycznie możnaby otrzymać fale 6,5 mm.

Jednakowoż praktycznie fale tego rodzaju nie dadzą się otrzymać z rozmatyich względów, które autor wyjaśnia.

Najkrótsza fala otrzymana praktycznie wynosiła 5,6 cm (pomijając harmoniczne).

MASZYNA ELEKTROSTATYCZNA DLA PRĄDU STAŁEGO.

(Comptes Rendus — 3 Juin 1929. V. 188 str. 1490 — 1492 — H. Chaumat).

Autor opisuje maszynę elektrostatyczną, która może dawać energję 0,2 amperów przy 20 000voltach.

J. Plebański.

ODCZYTY W NEDERLANDSCH RADIOGENOOTSCHAP.

Z okazji konferencji Międzynarodowego doradczego komitetu technicznego dla komunikacyj radjoelektrycznych, odbytej w czasie od 18.IX. do 2.X. w Hadze, Holenderskie Stowarzyszenie Radjotechników urządziło w dniu 20 września dwa bardzo ciekawe odczyty dla zebranych na konferencji gości. Streszczenie ich podajemy poniżej.

1. Prof. Dr. G I. Elias: Odbicie fal elektromagnetycznych od warstwy o zmiennych stałych elektro-magnetycznych.

Są pewne zjawiska, związane z rozchodzeniem się fal krótkich, które wskazują, że warstwa Kennelly-Heaviside'a nie może być jednolita ani jednorodna, czyli że stała dielektryczna i przewodność jej nie mogą być wielkościami stałemi.

Autor rozpatruje zachowanie się zaburzeń elektromagnetycznych w warstwie, w której stałe elektromagnetyczne zmieniają się tylko w kierunku pionowym, przyjmując prawo zmienności wykładnicze.

Przy tem założeniu oblicza on amplitudę fali odbitej, dla:

a) zmiennej stałej dielektrycznej,
b) zmiennej przewodności,
c) zmiennej stałej dielektrycznej i przewodności.

Dyskusja wyników tych przeliczeń, zwłaszcza dla przypadku c) wyjaśnia przyczyny powstawania t. zw. martwych przestrzeni (skip distance) i szereg zjawisk, związanych z rozchodzeniem się fal krótkich, potwierdza słuszność założeń prof. Elias'a.

2. Dr. Balth van der Pol: Modulacja częstotliwości.

Autor rozpatruje przypadek t. zw. modulacji częstotliwości, polegającej na tem, że zamiast amplitudy fali nośnej zmienia się jej częstotliwość, jak to np. ma miejsce przy modulacji obwodu rezonansowego za pomocą mikrofonu kondensatorowego, załączonego równolegle do pojemności tego obwodu.

Dla takiego obwodu otrzymujemy równanie różniczkowe

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \omega^2 \left(1 + \frac{\Delta\omega}{p} \sin p\, t\right) . i = 0 \qquad (1)$$

w którem ω = częstotliwość nośna
p = częstotliwość modulująca
$\Delta\omega$ = bezwzględna wartość odchylenia fali nośnej pod wpływem modulacji.

Dla $\Delta\omega < \omega$, oraz $p < \omega$, otrzymuje się rozwiązanie

$$i = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\Delta\omega}{\ } \sin p\, t\right) \qquad (2)$$

które podał inż. J. R. Carson.

Jak dla modulacji amplitudy charakterystyczna jest jej głębokość, tak tu mamy t. zw. wskaźnik modulacji $\frac{\Delta\omega}{p}$.

Analiza równania (2) wykazuje obecność następujących częstotliwości

$$\omega_1 \; \omega \pm p_1 \; \omega \pm 2p$$

których amplitudy są funkcjami besslowskiemi „wskaźnika".

W analogiczny sposób autor rozpatruje nadawanie telegraficzne zapomocą rozstrajania.

Dowodzi on, że dla bardzo wolnej modulacji sinusoidalnej ($p < \Delta\omega$), otrzymujemy widmo ciągłe w granicach od $\omega - \Delta\omega$ do $\omega + \omega\Delta$, podczas gdy przy bardzo wolnem nadawaniu kluczem metodą rozstrajania powstają tylko dwie wyraźne częstotliwości $\omega - \Delta\omega$ oraz $\omega + \Delta\omega$.

Szerokość całkowitego widma, zajmowanego przy nadawaniu zapomocą modulacji częstotliwości, wyznacza nam większa z wartości $\Delta\omega$ i p, chociaż przy bardzo szybkiem nadawaniu telegraficznem zapomocą rozstrajania, powstać mogą częstotliwości o dość znacznej amplitudzie, leżące poza tem widmem.

Obie prace pojawią się w Tijdschrift van het Nederlandsch Radiogenootschap.

——— o ———

Pozatem, w czasie zwiedzania wytwórni Philipsa, dr. van der Pol wygłosił ciekawy odczyt, będący streszczeniem jego prac nad drganiami relaksacyjnemi, poparty demonstrowaniem modeli mechanicznych tych drgań, oraz t. zw. serca elektrycznego (patrz Przegląd Radjotechniczny VII z. 15 — 16).

Obie imprezy pozwoliły uczestnikom konferencji zetknąć się bezpośrednio z wysokim poziomem nauki holenderskiej, zwłaszcza na polu radjotechniki.

K. Kr.

RADJOSTACJA PAROWCA „BREMEN".

Instalacja radjoelektryczna nowego parowca transatlantyckiego „Bremen" została wykonana przez towarzystwo Telefunken. Do normalnej korespondencji handlowej służy 3 Kw nadajnik lampowy o zakresie fal 500 — 3000 m, zaś do pracy na duże odległości przewidziany jest nadajnik od 13 do 105 m o mocy 700 W. Dla pracy na bliskie odległości (przy wjeździe do portu) służy nadajnik lampowy tonowany o mocy 250 W i falach 175 m, oraz 600 — 800 m. Na wypadek uszkodzenia centrali elektrycznej zainstalowano nadajnik iskrowy, zasilany z akumulatorów.

Instalacja odbiorcza obejmuje 7 odbiorników: jeden dla odbioru automatycznego, 2 krótkofalowe, 3 normalne Telefunkenowskie „trójobwodowe" o falach 120 do 25 000 m, jeden zaś służący wyłącznie do odbioru znaku S. O. S. i stale nastawiony na falę 600 m.

Anteny dla tych wszystkich urządzeń są zawieszone między masztami, odległymi o 170 m, oraz między kominami.

Ponadto statek posiada urządzenie radjogonjometryczne.

Instalacje te obsługuje 7 oficerów radjotelegrafistów.

(ETZ. 1929, 1.VIII. str. 1127)

K. Kr.

KOMUNIKATY INSTYTUTU RADJOTECHNICZNEGO

PIERWSZY OGÓLNO-POLSKI ZJAZD

Prace obradującego przy Instytucie Radjotechnicznym Komitetu Organizacyjnego I Ogólno - Polskiego Zjazdu Krótkofalowców, który odbędzie się jednocześnie z I Walnem Zgromadzeniem członków nowopowstającego Polskiego Związku Krótkofalowców (P. Z. K.), posuwają się pomyślnie naprzód.

Komitet Organizacyjny Zjazdu znalazł poparcie tak moralne, jak również materjalne i organizacyjne ze strony zainteresowanych Ministerstw, przedstawiciele których biorą czynny udział w pracach Komitetu wyłonionego z obradującej przy Instytucie Komisji dla fal krótkich.

Wielkie zainteresowanie Zjazdem i mającą być podczas Zjazdu wystawą sprzętu krótkofalowego wykazały polskie firmy radjotechniczne, z pośród których należy specjalnie wymienić Państwowe Zakłady Inżynierji, Państwową Wytwórnię Łączności oraz Polskie Zakłady Philipsa, które nietylko obecały wziąć czyny udział w wystawie wyrabianego przez nich sprzętu krótkofalowego lecz i okazały Komitetowi Organizacyjnemu daleko idącą pomoc materjalną.

Materjalna pomoc Instytucyj Państwowych i wyżej wspomnianych firm daje możność Komitetowi okazać ze swej strony pomoc prowincjonalnym Klubom Krótkofalowym w zmniejszeniu ich wydatków na delegowanie na Zjazd swych przedstawicieli, oraz zabezpieczyć uczestnikom Zjazdu tani pobyt w Warszawie.

Program Zjazdu, który w najbliższym czasie będzie opublikowany przewiduje, oprócz obrad, szereg odczytów oraz zwiedzenie placówek przemysłowych.

Zjazd odbędzie się prawdopodobnie na początku lutego roku przyszłego.

KOMITET ORGANIZACYJNY ZJAZDU
przy INSTYTUCIE RADJOTECHNICZNYM

KOMUNIKATY SEKCJI RADJOTECHNICZNEJ S. E. P.

Dnia 18 grudnia 1929 r. odbyło się zebranie odczytowe Sekcji, na którem kol. B. Waś wygłosił odczyt p. t. „Układ odbiorczy z lampami dwusiatkowemi i anteną sprzężoną przez pojemność lampy".

Kolega Waś opisał swój odbiornik przenośny, podając zasady jego działania i etapy jego rozwoju. Po odczycie wywiązała się dyskusja, w której wzięli udział: prof. Sokolcow, mjr. inż. Krulisz, dyr. Krzyczkowski i inż. Rotkiewicz.

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny", spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

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