# PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM" 1-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Rok III. Warszawa, 1 maja 1925 r. Zeszyt 7—8.


## Wpływ zmian długości fali na pracę anten.


Mjr. inż. Kazimierz Krulisz.


*(Ciąg dalszy).*

B. Ant. prosta. Moc wypromieniowaną przez antenę prostą obliczymy analogicznie, posiłkując się wzorami (9) i (14)—przy przedłużeniu, wzorami zaś (10) i (15)—przy skróceniu fali. Otrzymamy w ten sposób dla przedłużenia:

$$P^1 = \frac{E^2}{R_{io}} \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}}{\left[\operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma} + \frac{R_r}{R_{io}}\right]^2} = \frac{E^2}{R_{io}} \cdot \frac{\operatorname{ctg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}}{\left(1 + \frac{R_i}{R_{io}} \operatorname{ctg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right)^2} =$$

$$= \frac{E^2 \cdot \eta_1^2}{R_o \operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}} \quad . \; . \; . \; . \quad (68)$$

Przebieg tej funkcji jest analogiczny do przebiegu funkcji równ. (63), z tą tylko zasadniczą różnicą, że jest ona ważna jedynie dla $\gamma > 1$, a więc dla faktycznego przedłużenia. Maximum mocy promieniowanej odpowiada tu wartościom

$$\operatorname{tg} \frac{\pi}{4\gamma_{max}} = \sqrt{\frac{R_r}{R_{io}}} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (69)$$

$$\gamma_{max} = \frac{\pi}{4 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{R_r}{R_{io}}}} \quad . \; . \quad (69a)$$

ważnym jedynie dla

$$\frac{R_r}{R_{io}} < 1.$$

Wartość (69) pokrywa się w zupełności z warunkiem równości obu oporów, wyrażonym dla anteny o pojemności skupionej u góry a mianowicie:

$$R_r = R_{io} \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma} = R'_i \quad . \; . \; . \quad (69b)$$

Tę samą moc wypromieniowaną, co przy fali zasadniczej, otrzymamy przy wartości:

$$\operatorname{tg} \frac{\pi}{4\gamma} = \frac{R_r}{R} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (69c)$$

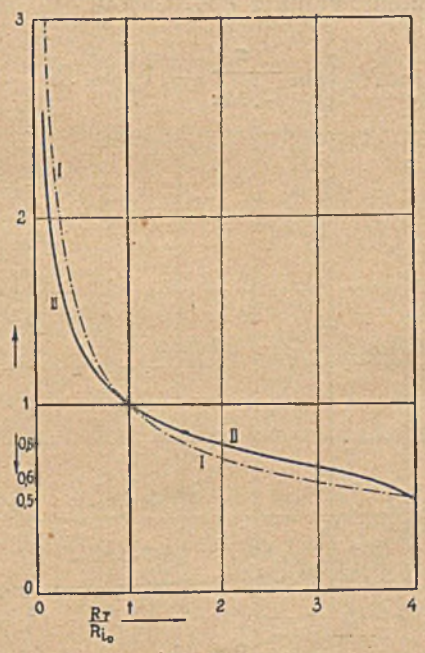
jak łatwo obliczyć z równ. (68).

Wartości $\gamma_{max}$ obliczone z równ. (69) dla anteny prostej, są cokolwiek mniejsze od wartości $\gamma_{max}$ dla anteny o pojemności skupionej. Zestawienie tych wartości dla stosunku $\frac{R_r}{R_{io}}$ w granicach od 10 do 0.1 podaje rys. 10.

Jednakże wartość maksymalna mocy promieniowanej, uzyskana przez podstawienie wartości (69) we wzorze (68),

$$P_{i\,max} = \frac{E^2}{R_{io}} \cdot \frac{\frac{R_r}{R_{io}}}{\left[2 \frac{R_r}{R_{io}}\right]^2} = \frac{E^2}{4 R_r} \quad . \; . \; . \quad (65)$$

jest identyczna z wartością, obliczoną z równania (63) dla anteny o pojemności skupionej.




Rys. 10.

Skrócenie fali.

Na skrócenie fali otrzymamy przy pomocy równań (10) i (15).

$$P_i = \frac{E^2}{R_{io}} \cdot \frac{\left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2}{\left[\left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2 + \frac{R_r}{R_{io}}\right]^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (70)$$

Funkcja ta wykazuje maximum dla wartości

$$\cos \frac{\pi}{2\beta_{max}} - 1 = \pm \sqrt{\frac{R_r}{R_{io}}} \quad . \; . \; . \; . \quad (71)$$

czyli

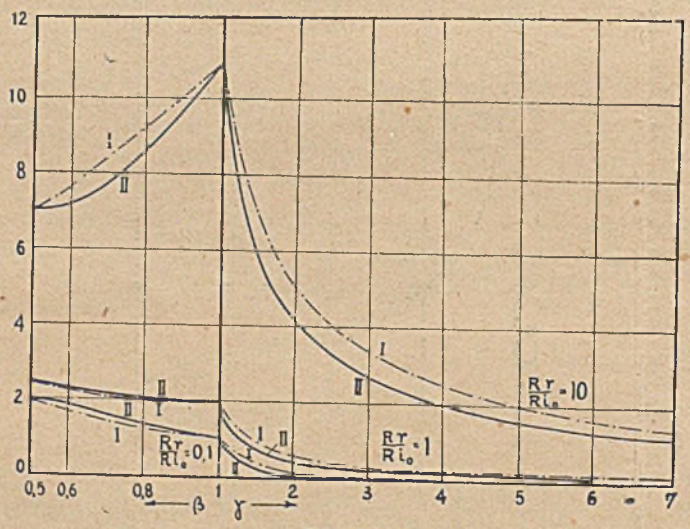
$$\cos \frac{\pi}{2\beta_{max}} = 1 \pm \sqrt{\frac{R_r}{R_{io}}} \quad . \; . \; . \; . \quad (71)$$

Uwzględniając, że wielkość $\cos \frac{\pi}{2\beta}$ zawiera się w granicach od (+1) do (—1), możemy w równaniu (62a) podstawiać pierwiastki dodatnie wartości $\frac{R_r}{R} \leqslant 1$ lub też pierwiastki ujemne wartości $\frac{R_r}{R_{io}} \leqslant 4$.

Z wartości $\left(\frac{R_r}{R_{io}}\right) < \left(1\right)$ musimy zrezygnować, gdyż dałyby one wartości $\beta > 1$ czyli przedłużenie, dla którego wzór (70) nie został wyprowadzony. Pozostają więc jedynie wartości od $\frac{R_r}{R_{io}} = 1$ do $\frac{R_r}{R_{io}} = 4$. Okazuje się, że dla pierwszego wypadku $\beta=1$, mamy więc do czynienia z falą zasadniczą, zaś w drugim— $\beta = 0{\cdot}5$, która to wartość jest teoretyczną granicą dolną skrócenia anteny Marconiego.

W tych granicach antena prosta Marconiego zachowuje się analogicznie jak antena o stałym spółczynniku kształtu. Wyjaśnienie warunku (71) jest to samo, co poprzednio: oznacza on równość oporu promieniowania i oporu strat

$$R_r = R_{io}\left(\cos\frac{\pi}{2\beta_{max}} - 1\right)^2 = R_i' \quad . \; . \quad (71b)$$




Rys. 11.

W przeciwieństwie do przedłużenia, równanie (70) wykazuje maximum przy wartościach $\beta$ cokolwiek większych, niż równanie (63), jedynie dla $\beta=0{\cdot}5$ mamy wynik zgodny (rys. 10).

Maximum mocy promieniowanej otrzymamy, podstawiając wartość (71) w równanie (70). Wtedy wypadnie

$$P_{i\,max} = \frac{E^2}{4R_r} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (65)$$

zupełnie taksamo, jak w wypadkach poprzednich.

Przebieg mocy wypromieniowanej z anteny prostej w zależności od przedłużenia względnie skrócenia fali podają krzywe II, rys. 9-go. Krzywe te różnią się pod względem ilościowym dość znacznie od krzywych I, obliczonych dla anteny o stałem $\alpha$. Jakościowo jednakże wykazują znaczne podobieństwo, posiadając tem ostrzejsze maximum, im mniejszy jest stosunek $\frac{R_r}{R_{io}}$.

---

W n i o s k i o g ó l n e.

Dla każdej anteny dowolnego typu, zasilanej drganiami niegasnącemi o stałej amplitudzie napięcia, jest pewna długość fali, przy której moc wypromieniowana posiada wartość maksymalną. Ta najkorzystniejsza długość fali jest uwarunkowana stosunkiem $\frac{R_r}{R_{io}}$, oporu strat danej anteny do jej o p o r u p r o m i e n i o w a n i a p r z y f a l i z a s a d n i c z e j, a mianowicie, o ile opór strat jest mniejszy od oporu promieniowania, optimum leży przy fali przedłużonej, w przeciwnym razie przy fali skróconej. Dla $\frac{R_r}{R_i} = 1$ każda zmiana długości fali anteny powoduje ubytek mocy promieniowanej.

W każdym wypadku maksymalna moc wypromieniowana wynosi:

$$P_{i\,max} = \frac{E^2}{4R_r}$$

Obciążenia źródła prądu w miarę przedłużania fali rośnie tem szybciej, im mniejszy jest stosunek $\frac{R_r}{R_{io}}$, tak iż przy małych wartościach tego stosunku przedłużenie fali równa się teoretycznie prawie krótkiemu zwarciu generatora prądów szybkozmiennych.

W praktyce niebezpieczeństwo nie jest tak wielkie, gdyż wzrost długości fali uzyskać można jedynie kosztem dodatkowego oporu zwojnie samoindukcyjnych, który tembardziej da się we znaki, im mniejszy jest opór strat samej anteny.

Obciążenie to rośnie do pewnej wartości granicznej

$$\lim_{\gamma=\infty} P_i = \frac{E^2}{R_r}.$$

Dla dużych stosunków $\frac{R_r}{R_{io}}$ ustalenie następuje bardzo szybko, nie grożąc źródłu energji zbytniem przeciążeniem.

Uwzględniając, że w praktyce anteny o pojemności skupionej posiadają mały stosunkowo opór promieniowania (rzędu jednego oma) w stosunku do oporu strat, który jest rzędu kilku do kilkunastu omów, można wypowiedzieć wniosek praktyczny, że anteny te najkorzystniej pracują f a l ą s k r ó c o n ą. W przeciwieństwie do tego antena prosta posiada opór promieniowania $R_{io}$ bardzo duży (około 40 Ω), można więc anteną tą urzeczywistnić warunki, w których optimum osiągnięte zostanie falą przedłużoną.

Przekroczenie optimum fali nie oznacza jeszcze bezwzględnej straty mocy promieniowanej w stosunku do mocy przy fali zasadniczej: istnieje pewna wartość przedłużenia, czy skrócenia (równ. (64), (69c)) która daje moc promieniowaną tą samą, co fala zasadnicza. Dopiero przekroczenie tej granicy pociąga za sobą bezwzględne zmniejszenie mocy.

13. Z m i a n y d ł u g o ś c i f a l i p z r y s t a ł e m o b c i ą ż e n i u ź r ó d ł a d r g a ń n i e g a s n ą c y c h.

a) S E M ź r ó d ł a i p r ą d.

S i ł a e l e k t r o m o t o r y c z n a ź r ó d ł a.

Wychodząc z założenia

$$P = I_0^2(R_r + R_{io}) = \frac{E_0^2}{R_r + R_{io}} = \text{const} \quad . \; . \; . \quad (72)$$

otrzymamy następujące równanie na siłę elektromotoryczną, zasilającą obwód antenowy

$$E' = \sqrt{P(R_r + R_i)}$$

które dla anteny o pojemności skupionej u góry, przybiera postać

$$E' = \sqrt{P\left(R_r + \frac{R_{i0}}{\gamma^2}\right)} = E_0 \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}} \quad (73)$$

gdzie $\gamma \gtrless 1$;

zaś dla anteny prostej

$$E' = \sqrt{P\left(R_r + R_{i0}\,\mathrm{tg}^2\frac{\pi}{4\gamma}\right)} =$$

$$= E_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + \mathrm{tg}^2\frac{\pi}{4\gamma}}{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}} \quad \ldots\ldots \quad (74)$$

dla przedłużenia fali

$$E' = \sqrt{P\left[R_r + R_{i0}\left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)\right]^2} =$$

$$= E_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + \left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2}{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}} \quad \ldots\ldots \quad (75)$$

dla skrócenia fali.

Na zasadzie rys. 8-go jest rzeczą oczywistą, że w miarę przedłużania fali napięcie musi się obniżać, by zapobiec wzrostowi obciążenia, zaś w wypadku krańcowym $\gamma = \infty$, dąży do granicy, która wynosi, jak wskazują równania (73) i (74).

$$\lim_{\gamma=\infty} E = E_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{R_{i0}}{R_r}}} \quad \ldots\ldots \quad (76)$$

W przeciwieństwie do tego skrócenie fali wymaga podwyższenia SEM tem większego, im mniejszy jest stosunek $\frac{R_r}{R_{i0}}$ (rys. 12, krzywe A i B).

Natężenie prądu.

W podobny sposób oblicza się natężenie prądu w antenie przy stałej mocy. A mianowicie, posiłkując się równaniem (72), mamy przy stałym spółczynniku kształtu:

$$I' = \sqrt{\frac{P}{R_r + R_i'}} = I_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}{\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}}} \quad \ldots \quad (77)$$

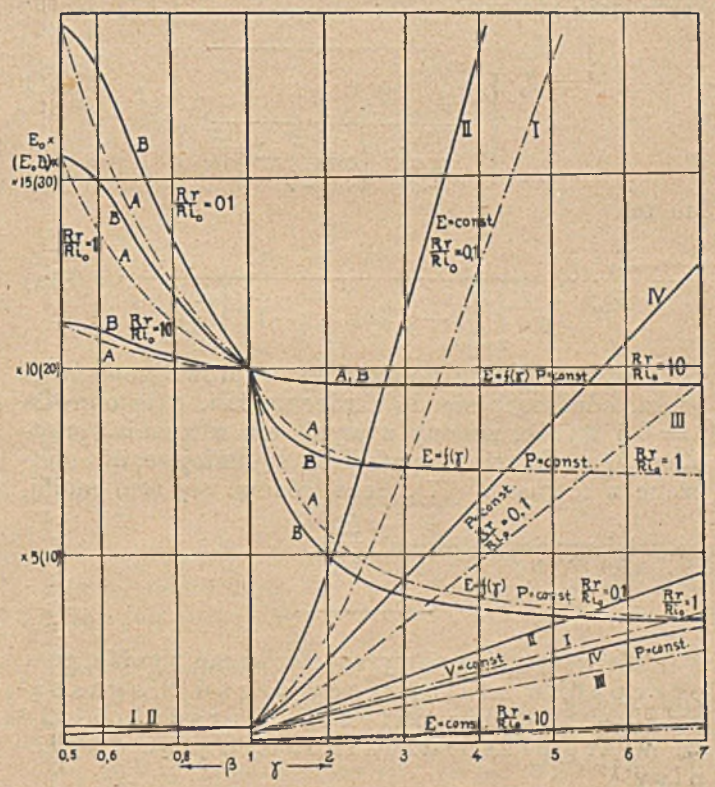
Wprowadzając wartość

$$I_0 = \frac{E_0}{R_r + R_{i0}}$$

otrzymamy prąd w antenie w związku z tą samą stałą $\frac{E}{R_0}$, którą wprowadziliśmy w równaniu (53)

$$I' = \frac{E_0}{R_{i0}} \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + 1\right)\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}\right)}} \quad \ldots\ldots \quad (77a)$$

Funkcja ta daje krzywe podobne do krzywych I i II rys. 8-go (krzywa III). Jak widać z rys. 8-go, przebieg ich jest bardzo zbliżony do krzywych I, lecz są one bardziej spłaszczone.




Rys. 12.

Wartość graniczną, do której zdąża natężenie prądu w miarę przedłużania fali do nieskończoności, wynosi:

$$\lim_{\gamma=\infty} I = \lim I_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}{\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}}} = I_0 \sqrt{1 + \frac{R_{i0}}{R_r}} \quad (78)$$

Dla anteny prostej otrzymamy na przedłużenie fali przy pomocy równania (9)

$$I' = I_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}{\frac{R_r}{R_{i0}} + \mathrm{tg}^2\frac{\pi}{4\gamma}}} \quad \ldots \quad (79)$$

lub w postaci zgodnej z poprzedniemi równaniami

$$I_1 = \frac{E_0}{R_{i0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + 1\right)\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \mathrm{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right)}} \quad . \; . \; . \quad (79a)$$

Funkcja ta dąży do tej samej granicy co równanie (77)

$$\lim I_1 = I_0 \sqrt{1 + \frac{R_{i0}}{R_r}} \quad . \; . \; . \; . \quad (80)$$

Jak się okazuje z krzywej IV rys. 8-go, daje ona wartości nieco większe, niż równanie (77), lecz w przebiegu swoim jest do niej bardzo zbliżona.

Skrócenie fali. Prąd w antenie przy skróceniu daje równanie (10):

$$I' = I_0 \sqrt{\frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + 1}{\frac{R_r}{R_{i0}} + \left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2}} \quad . \; . \; . \quad (81)$$

lub też

$$I' = \frac{E_0}{R_{i0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left[\frac{R_r}{R_{i0}} + \left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2\right]\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + 1\right)}} \quad (81a)$$

Jak wszystkie poprzednio wyprowadzone równania, odnoszące się do skrócenia fali, daje ono dla $\beta = 0{\cdot}5$ wynik, zgodny z wynikiem równania przybliżonego. Wartości pośrednie są mniejsze, niż obliczone z równania (77), lecz różnią się tem mniej, im większy jest stosunek $\frac{R_r}{R_{i0}}$.

---

Ze wszystkich powyższych równań wynika, że w przypadku stałej mocy drgań niegasnących w antenie natężenie prądu rośnie w miarę przedłużenia fali, dążąc do granicy

$$I_{max} = I_0 \sqrt{1 + \frac{R}{R_r}}$$

maleje natomiast w miarę skrócania fali anteny.

Gdy opór rozproszenie jest duży w stosunku do oporu promieniowania przy fali zasadniczej, natężenie prądu w antenie praktycznie nie zmienia się.

b) Moc wypromieniowana.

Ponieważ moc ogólna jest tu wartością stałą, moc wypromieniowana, w myśl równania zasadniczego

$$P_1 = P \cdot \eta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (51)$$

jest wprost proporcjonalna do sprawności anteny, i przebieg jej wyraża się krzywemi $\eta$ rysunku 5-go, zupełnie tak samo, jak było w wypadku drgań gasnących. Prawo wypowiedziane dla fal gasnących w puknicie 9-tym, że moc promieniowana drgań przy stałej mocy zasilającej antenę jest tem większa, im krótszą falą pracujemy, odnosi się wobec tego i do drgań niegasnących.

14. Dekrement tłumienia, a zmiany długości fali.

Na podobieństwo poprzednio rozpatrywanych funkcji można ująć w formę matematyczną zależność dekrementu logarytmicznego tłumienia od zmian długości fali anteny. Najdogodniejszą dla tych rozważań jest postać równania, wyrażająca dekrement w zależności od długości fali, a więc

$$D = k \cdot \frac{C_d R}{\lambda} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (82)$$

gdzie $D$ jest dekrementem tłumienia, $k$ — spółczynnikiem, zależnym od przyjętych jednostek [1]), zaś pozostałe symbole mają to samo znaczenie, co poprzednio.

A. Antena o dużej pojemności. Dla anteny o stałym spółczynniku kształtu otrzymamy dekrement tłumienia w wypadku przedłużenia fali, uwzględniając $C_d = \text{const}$ oraz równanie (11)

$$D' = k \frac{C_d \cdot R_{i0}}{\lambda_0} \cdot \frac{\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}\right)}{\gamma} = D \cdot \frac{\left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\gamma^2}\right)}{\gamma} \quad (83)$$

W równaniu tem $D$ jest wartością stałą i wyraża dekrement tłumienia przy fali zasadniczej, spowodowany promieniowaniem.

Analogicznie do tego oblicza się wzór na dekrement zależnie od skrócenia fali, wprowadzając wzór na zmienną pojemność anteny (26) oraz wzór (11)

$$D' = k \cdot \frac{C_d \cdot R_{i0}}{\lambda_0} \left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\beta^2}\right) \cdot \beta = D \cdot \left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \frac{1}{\beta^2}\right) \cdot \beta \quad (84)$$

B. Antena prosta.

Uwzględniając zmiany spółczynnika kształtu anteny prostej i wynikającą stąd zmienność $C_d$, wyrażoną w równaniu (21), oraz opór promieniowania według równania (9), mamy:

$$D' = k \cdot \frac{C_d \cdot R_{i0}}{\lambda_0} \cdot \left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \mathrm{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right) \mathrm{tg} \frac{\pi}{4\gamma} =$$

$$= D \cdot \left(\frac{R_r}{R_{i0}} + \mathrm{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right) \mathrm{tg} \frac{\pi}{4\gamma} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (85)$$

Skrócenie fali da nam przy pomocy równań (29) i (10) wzór

$$D' = k \cdot \frac{C_d R_{i0}}{\lambda_0} \cdot \frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + \left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2}{\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1} =$$

$$= D \cdot \frac{\frac{R_r}{R_{i0}} + \left(\cos\frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2}{\cos\frac{\pi}{4\gamma} - 1} \quad . \; . \; . \; . \quad (86)$$

---

Przebieg tych funkcji dla różnych wartości $\frac{R_r}{R_{i0}}$ podają krzywe rys. 11-go. Okazuje się z nich,

że w przypadku przedłużenia fali równanie dla anteny o pojemności skupionej daje zawsze wartości większe, niż równanie (84) dla anteny prostej. Tłumienie jednego i drugiego typu anteny maleje bardzo szybko w miarę przedłużania fali.

Gdy mamy do czynienia ze skróceniem fali, sprawa nie przedstawia się tak prosto. Tu wartości dekrementu rosną lub maleją w miarę skracania fali anteny zależnie od stosunku $\frac{R_{i_0}}{R_r}$. Dla $\frac{R_r}{R_{i_0}} < 3$ dekrement naogół maleje, zaś dla $\frac{R_r}{R_{i_0}} < 3$ — rośnie. W pierwszym przypadku wartości obliczane dla anteny prostej są naogół mniejsze, w drugim zaś większe od wartości, obliczonych dla anteny o stałym spółczynniku kształtu.

Podobnie jak we wszystkich poprzednich rozważaniach, tak i tu oba wzory dają ten sam wynik dla $\beta = 0{\cdot}5$

Wpływ dekrementu tłumienia anteny na fale gasnące jest rzeczą oczywistą, tak iż zbytecznem byłoby rzeczy te w tem miejscu powtarzać, zwrócimy jednakże uwagę na doniosłość jego dla fal niegasnących. Od niego bowiem bezpośrednio zależy wartość p r z e p i ę c i a r e z o n a n s o w e g o. Stosunek tego przepięcia do S. E. M. przyłożonej

$$\sigma = \frac{V_c}{E} = \frac{V_l}{E} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{R\omega C} = \frac{\pi}{D} \quad . \; . \; . \quad (87)$$

czyli s p ó ł c z y n n i k p r z e p i ę c i a jest odwrotnie proporcjonalny do dekrementu tłumienia, a tem samem maksymalne napięcie bezmocne, występujące, w antenie, jest tem większe im mniejsze jest jej tłumienie. Napięcie to zaś jest ograniczone możliwością iskrzenia anteny (maximum do 160 000 woltów). Krzywe rys. 11-go wskazują, że przedłużenie fali w nieznacznych nawet granicach kilkakrotnie zmniejsza dekrement tłumienia, a zatem tylokrotnie zwiększa przepięcie

$$V = \sigma . E = \frac{\pi}{D} . E \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (88)$$

W wypadku skrócenia fali wpływ ten, naogół biorąc, można pominąć.

Na podstawie wzorów (83) do (86) obliczy się przepięcie rezonansowe w zależności od przedłużenia lub skrócenia fali [1]).

A. Dla anteny o dużej pojemności

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{\gamma . E}{\frac{R_r}{R_{i_0}} + \frac{1}{\gamma^2}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (89)$$

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{E}{\beta\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + \frac{1}{\beta^2}\right)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (90)$$

[1]) Gdy $C_d$ wyrazimy w cm, $R$ w omach, a $\lambda$ w metrach $k = \frac{1}{152{,}3}$, a więc $D = \frac{1}{152{,}3} \cdot \frac{C_{d_m} R_\Omega}{\lambda_m}$.

B dla anteny prostej

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{E}{\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + \mathrm{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right) \mathrm{tg} \frac{\pi}{4\gamma}} \quad . \; . \quad (91)$$

$$V = \sigma_0 \frac{\left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right) E}{\frac{R_r}{R_{i_0}} + \left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (92)$$

W wypadku stałej mocy zasilającej wzory te przekształcą się, przy pomocy równań (73) do (75) w sposób następujący

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{\gamma . F}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + 1\right)\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + \frac{1}{\gamma^2}\right)}} \quad . \; . \quad (93)$$

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{E_0}{\beta \sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + 1\right)\left(\frac{R}{R_{i_0}} + \frac{1}{\beta^2}\right)}} \quad . \; . \quad (94)$$

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{E_0}{\mathrm{tg} \frac{\pi}{4\gamma} \sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + 1\right)\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + \mathrm{tg}^2 \frac{\pi}{4\gamma}\right)}} \quad (95)$$

$$V = \sigma_0 \cdot \frac{\left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right) E_0}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{R_{i_0}} + 1\right)\left[\frac{R_r}{R_{i_0}} + \left(\cos \frac{\pi}{2\beta} - 1\right)^2\right]}} \quad (96)$$

---

Krzywe I i II rys. 12-go podają przebieg napięcia bezmocnego w miarę przedłużania lub skracania fali przy stałej S. E. M. Widzimy z nich, że już dla stosunku $\frac{R_r}{R_{i_0}} = 1$ napięcie rezonansowe przy $\gamma = 4$ wzrasta 5·5 do 7·5 razy, wzrastając o wiele gwałtowniej, gdy stosunek ten jest mniejszy (co dla anteny prostej nietrudno da się urzeczywistnić). Przytem antena prosta wykazuje wzrost napięcia znacznie szybszy, niż antena o dużej pojemności.

Przebieg funkcji zwłaszcza dla większych wartości stosunku $\frac{R_r}{R_{i_0}}$ jest prawie prostolinijny. W przeciwieństwie do przedłużenia, skrócenie fali wywołuje zmiany napięcia stosunkowo nieznaczne. W granicach skrócenia do $\beta = 0{\cdot}5$ mamy dla

$\frac{R_r}{R_{i_0}} = 0{\cdot}1$ spadek do 54% pierw. wartości

$\frac{R_r}{R_{i_0}} = 1$ „ „ 80% „ „

$\frac{R_r}{R_{i_0}} = 10$ wzrost do 157% „ „

[1]) Stały spółczynnik wyrażamy tu w postaci

$$\sigma_0 = \frac{\pi}{D} = \frac{\pi}{k} \cdot \frac{\lambda_0}{C_d . R_{i_0}},$$

zaś dla poprzednio zastosowanych jednostek

$$\sigma_0 \cong 480 \frac{\lambda_{0\,(m)}}{C_{d\,(cm)}\, R} \quad (2)$$

Funkcje (93) do (96) (stała moc ogólna) przedstawiają krzywe III i IV. Dla przedłużenia wykazują one przebieg analogiczny jak poprzednie, wydając jednak wartości mniejsze, lecz przekraczające pomimo to kilkakrotnie pierwotną wartość przepięcia rezonansowego. Skrócenie fali daje tu w każdym przypadku przyrost napięcia, dzięki podwyższeniu S. E. M., niezbędnemu dla utrzymania stałej mocy w obwodzie.

Wszystkie te wzory dają wartość skuteczną napięcia bezmocnego. Amplituda tego napięcia wynosi

$$V_m = V.\sqrt{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (97)$$

(*C. d. n.*)

---

# Nadawanie kierunkowe przy pomocy krótkich fal

(Streszczenie referatu inż. Eisensteina z Tow. Marconi'ego, wygłoszonego w Stow. Radjotechn. Polsk. 26.I 1925 r.).

## I. Zalety fal krótkich.

Wybór długości fali, najodpowiedniejszej dla danej odległości, opiera się, jak wiadomo, na klasycznym wzorze Austin-Cohen'a, który przedstawić można w dwu postaciach, z których jedna wyraża natężenie prądu indukowanego w antenie odbiorczej

$$I_2 = 120\,\pi . \frac{h_1 . h_2 . I_1}{\lambda . d . r_2} . \varepsilon^{-\frac{\alpha d}{\sqrt{\lambda}}} \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

w którym

$I_1$ $I_2$ — oznacza natężenie prądu w antenie nadawczej i odbiorczej w amperach,

$h_1$ $h_2$ — wysokość skuteczna anteny nadawczej i odbiorczej w metrach,

$r_2$ — opór skuteczny anteny odbiorczej,

$\lambda$ — długość fali w metrach,

$d$ — odległość między stacjami w metrach,

$\alpha$ — spółczynnik pochłaniania fal, zależny od warunków terenowych i meteorologicznych między stacjami

Zważywszy, że natężenie prądu

$$I_2 = \frac{E_2}{V_2} = \frac{h_2 . E_2}{r_2}$$

gdzie $E_2$ jest natężeniem pola elektrycznego w miejscu odbioru, wyrażonem w woltach na metr, możemy przy pomocy wzoru Austin-Cohen'a obliczyć to natężenie jako

$$E_2 = 120\,\pi . \frac{h_1 I_1}{\lambda . d} . \varepsilon^{-\frac{\alpha . d}{\sqrt{\lambda}}} \quad . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Natężenie pola elektrycznego $E_2$ przyjęto jako miarę siły odbioru, nie zależy ono bowiem od danych anteny odbiorczej.

Wprowadzając moc wypromieniowaną przez stację nadawczą, wynoszącą

$$P_p = I_1^2 . 1\,600 \left(\frac{h_1}{\lambda}\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

czyli

$$\frac{I_1 h_1}{\lambda} = \frac{\sqrt{P_p}}{40}$$

sprowadzimy wzór (2) do postaci

$$E_2 \simeq \frac{300\sqrt{P_p}}{d} . \varepsilon^{-\frac{\alpha . d}{\sqrt{\lambda}}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2a)$$

Natężenie pola elektrycznego, wytworzone w miejscu odbioru a temsamem i siła odbioru, zależy więc od dóch czynników:

a) od mocy, wypromieniowanej przez stację nadawczą.

b) od czynnika $\varepsilon^{-\frac{\alpha . d}{\sqrt{\lambda}}}$, który charakteryzuje absorpcją fal w drodze od stacji nadawczej do odbiorczej.

Jak wynika z wzoru (3), tę samą energję wypromieniowaną osiągnąć można przy masztach, tem niższych im krótsza jest fala promieniowana. Celem zmniejszenia kosztów budowlanych stacji jest więc wskazane stosowanie fal jak najkrótszych, skracając zaś falę przy tej samej wysokości masztu, osiągamy tę samą moc promieniowaną przy mniejszem natężeniu prądu.

Jednakże stosowaniu fal krótkich stoi na przeszkodzie obsorpcja, która, — jak wynika z wzoru Austin-Cohen'a—rośnie w miarę skracania fali wysyłanej. Dyskusja wzoru prowadzi do wniosku, że dla każdej odległości istnieje pewna fala najkorzystniejsze, która daje największą siłę odbioru. Dla wielkich odległości, jak korespondencja transatlantycka, daje wzór Austin-Cohen'a fale bardzo długie, które wymagają wysokich i kosztownych anten, albo też znacznego ich przedłużenia elektrycznego. Jednakże przedłużenie anteny również ma swoje granice: powoduje ono bowiem wzrost przepięcia, które ze względu na warunki izolacyjne nie powinno przekraczać 80 000 V. Chcąc utrzymać przepięcie w granicach dopuszczalnych, zmuszeni jesteśmy stosować anteny o dużej pojemności, co również zwiększa koszty inwestycyjne stacji.

Dlatego też w praktyce stosuje się naogół fale nieco krótsze, niż wynika z wzoru Austin-Cohen'a, nawet kosztem większej energji wysyłanej do anteny. I tak, podczas gdy pod koniec wojny stacje trans-atlantyckie pracowały falami od 8 000 do 20 000 m, obecnie przechodzą one na fale 5 000 — 6 000 m.

Okazało się przytem, że mimo pogorszenia się warunków przesyłania energji, warunki odbiorcze nie pogorszyły się, lecz owszem poprawiły, albowiem stwierdzono, że wpływ zaburzeń atmosferycznych jest prawie proporcjonalne do długości fali, jest więc mniejszy przy falach krótkich, niż przy długich. A więc ten spółczynnik bezpieczeństwa odbioru, wyrażający się jako stosunek natężenia pola zaburzenia w miejcu odbioru, wzrasta ze skróceniem fali, czyli że fale krótkie dają pewny odbiór przy polu słabszem, niż jest to wymagane dla fal długich.

Za stosowaniem fal krótkich przemawiają trzy względy:

a) znaczna sprawność promieniowania, która z łatwością można dojść do 90 %,

b) taniość konstrukcji anten,

c) powiększenie bezpieczeństwa odbioru,

Do tego dochodzi jeszcze:

d) możliwość wykorzystania superregeneracji Armstrong'a, która jest tem skuteczniejsza im krótsza jest fala. W połączeniu z superheterodynowaniem daje ona nadzwyczajną amplifikację i selekcję, o której trudno pomyśleć w zastosowaniu do fal długich;

c) znaczne zwiększenie szybkości nadawania, gdyż narastanie i zanikanie drgań następuje w czasach znikomo krótkich.

Wszystkie te zalety, przemawiające za tem, aby stosować fale jak najkrótsze, przewyższa jedna wada — olbrzymia absorpcja dzienna, której fale te podlegają. Pojęcie o tem może dać następujące zestawienie, obliczone dla odległości $d = 3000$ km:

| Długość fali | |
|---|---|
| 10 000 m | 0,24 |
| 1 000 m | $11.10^{-3}$ |
| 100 m | $6.10^{-7}$ |

Pogorszenie warunków pracy rośnie więc niezmiernie szybko ze skróceniem fali.

Mamy jednakże sposób, który równoważy, a nawet przewyższa straty, spowodowane przez pochłanianie fal krótkich. Jest nim nadawanie kierunkowe, które teoretycznie wprawdzie dałoby się zastosować i do fal dłuższych, na przeszkodzie stają jednakże trudności techniczne.

*(C. d. n.).*

---

# Stowarzyszenia i organizacje.

**Protokół Walnego Dorocznego Zebrania Członków Stowarzyszenia Radjotechników Polskich.** W Warszawie dnia 18 marca 1925 r. w siedzibie Szkoły Państwowych Kursów Radjotelegraficznych przy ul. Mokotowskiej 6.

Obecni członkowie: Koła Warszawskiego 23-ch, rozporządzających 23 głosami, Koła Poznańskiego 2-ch: prof. Pęczalski i p. Kozłowski, rozporządzających na mocy upoważnienia 29 głosami; Koło Wileńskie reprezentuje p. inż. Plebański, viceprezes Zarządu, rozporządzający 5 głosami na mocy upoważnienia.

Ogółem uczestniczy członków 25, rozporządzających 57 głosami. Koło Toruńskie nie jest reprezentowane.

Porządek dzienny obejmuje: 1. Odczytanie protokółu z Walnego Zebrania Stowarzyszenia, odbytego w dniu 12 marca 1924 r. 2. Sprawozdanie Zarządu. 3. Sprawozdanie Kół Prowincjonalnych. 4. Sprawa połączenia Stow. Radjotechników ze Stow. Elektrotechników. 5. Wybór Członków Zarządu i Komisji Rewizyjnej. 6. Wolne wnioski.

Vice prezes Zarządu p. inż. Plebański, zagajając posiedzenie, wezwał do wyboru przewodniczącego. Wybrano jednomyślnie na przewodniczącego p. ppułk. Wszebora. Pióro powierzono p. Bolesławowi Grubińskiemu.

1. P. Grubiński odczytuje protokół Walnego Zebrania Stow., odbytego dniu 12. 3. 24 r. Przewodniczący zapytał, czy nikt z obecnych nie życzy sobie zabrać głosu w sprawie protokółu. Wobec niezgłoszenia sprzeciwu protokół został przyjęty.

2. P. inż. Plebański, imieniem Zarządu składa sprawozdanie z działalności Zarządu Stowarzyszenia za rok sprawozdawczy 1924/5. P. Piotrowski zdaje sprawę z ruchu i rozwoju biblioteki Stowarzyszenia, podkreślając wzbogacenie jej między innemi 120 tomami fachowemi, otrzymanemi po ś. p. inż. Janie Machcewiczu, w darze od rodziny zmarłego. P. por. Pikiel skarbnik Stowarzyszenia, odczytuje sprawozdania kasowe. P. płk. Niepołomski, imieniem Komisji Rewizyjnej, oświadcza że Kom. Rew., sprawdzając księgi kasowe i rachunkowe oraz samą kasę, znalazła całą rachunkowość we wzorowym porządku, poczem sporządziła właściwy protokół.

Po złożeniu sprawozdań przez właściwych referentów, przewodniczący zwrócił się do uczestników Zebrania z zapytaniem, czy nikt z zebranych nie chce zabrać głosu w kwestjach sprawozdań. Wobec niezgłoszenia się do głosu przez obecnych sprawozdanie zostało przyjęte.

3. P. prof. Pęczalski, delegat koła Poznańskiego, składa sprawozdanie z działalności Koła, zaznaczając znaczny wzrost poważnego interesowania się radjotechniką na terenie koła, dający rękojmię dalszego rozwoju.

P. inż. Plebański odczytuje sprawozdanie z działalności Koła Wileńskiego; z tego sprawozdania wynika, że waranki lokalne i brak dobrych odbiorników stoją na przeszkodzie do osiągnięcia takich wyników, do jakich działalność Koła dąży. Po wysłuchaniu sprawozdań Kół prowincjonalnych, Walne Zebranie uchwaliło przyjąć sprawozdania do wiadomości.

Na wniosek p. inż. Plebańskiego, wszyscy uczestniczący w zebraniu jednomyślnie postanowili wyrazić delegatom Koła Poznańskiego pp. prof. Pęczalskiemu i Kozłowskiemu, gorące podziękowania za niezmiernie żywą działalność Koła na terenie Poznańskim, oraz polecić nowemu Zarządowi przesłać pisemne podziękowaniu Kołu Wileńskiemu za działalność na swoim terenie.

4. P. inż. Plebański referuje sprawę połączenia Stow. Radjotechników ze stow. Elektrotechników.

P. prof. Pęczalski, delegat Koła Poznańskiego, oświadcza, że ze względu na to, że sprawa fuzji dla Koła Poznańskiego jest sprawą nową, co do której Koło nie mogło jeszcze zająć stanowiska, delegaci Koła Poznańskiego wstrzymują się od głosowania w tej sprawie z uwagi na ilość posiadanych głosów i nie chcąc wpływać na decyzję Koła Warszawskiego.

W sprawie tej głos zabierają: p. pułk. Niepołomski — oświadcza się za fuzją w związku z dążeniem do stworzenia potężnej organizacji techników; p. prof. Pożaryski popiera fuzję ze względu na potrzebę stworzenia organizacji naukowej i czysto fachowej; p. inż. Zieleniewski dowodzi, że sprawa fuzji jeszcze nie dojrzała i proponuje sprawę przekazać Zarządowi do wysunięcia jej w przyszłości we właściwym czasie; p. prof. Pęczalski popiera wniosek p. inż. Zieleniewskiego; p. pułk. Niepołomski stawia wniosek polecenia Zarządowi bliższego porozumienia się w sprawie fuzji ze Stow. Elektrotechników w terminie do 4-ch miesięcy i przedstawienia wyników na ad hoc zwołanem zebraniu; p. prof. Pożaryski oświadcza, że po wysłuchaniu pro i contra doszedł do przekonania, aby fuzji ze Stow. Elektrotechników nie tworzyć, natomiast współdziałać z niem i dążyć do wspólnego występowania na zewnątrz; p. inż. Zieleniewski i płk. Niepołomski wnioski swoje cofnęli.

---

[1]) W nocy absorpcja okazała się mniejszą, niż dla fal krótkich.

Walne Zebranie uchwaliło zatwierdzić wniosek p. prof. Pożaryskiego przez aklamację.

5. Przewodniczący ppułk. Wszebor zarządził wybory przewodniczącego Zarządu i członków Zarządu oraz Komisji Rew. p. prof. Pożaryski oświadczał na uczynioną mu propozycję, że mandatu Przewodniczącego na dalszy 2-letni okres przyjąć nie będzie w stanie dla braku czasu.

Do władz Stowarzyszenia zostali wybrani przez aklamację:

Zarząd: Na przewodniczącego (na okres 2-letni), p. inż. Plebański, na członków: Inż. Zieleniewski, prof. Pęczalski, mjr. inż. Królisz, dr. Moroński, dyr. Adam Dąbrowski, Inż. Heller, B. Waś, Inż. Scazighino. Na zastępców: kpt. Noworolski, ks. prałat Podbielski, por. Jasiński. Komisja Rewizyjna: płk. Niepołomski, dyr. inż. Karśnicki, ppł. Wszebor.

6. Ppłk. Wszebor postawił wniosek uczczenia przez powstanie zmarłego przedwcześnie kolegi ś. p. por. Bełzeckiego. Na wniosek p. płk. Niepołomskiego uchwalono polecić nowemu Zarządowi, zwrócić się do P. Ministra Spraw Wojskowych w sprawie zezwolenia oficerom należenia do Stow. Radjotechników Polskich. P. dyr. Dąbrowski Adam podaje wniosek podwyższenia składek członkowskich do wysokości 2 zł. miesięcznie; po dyskusji na tentemat zebrani uchwalili podwyższyć składki do 1 zł. miesięcznie dla wszystkich kół prowincjonalnych, które mają przelewać do kasy Zarządu połowę uchwalonej składki. Na wniosek inż. Zieleniewskiego zebrani postanowili jednomyślnie wyrazić ustępującemu Zarządowi, a w szczególności p. prof. Pożaryskiemu i p. inż. Plebańskiemu gorące podziękowanie za owocną działalność dla rozwoju Stowarzyszenia P. inż. Plebański podnosi zasługi Sekretarza Stow. p. dyr. Dąbrowskiego Adama i stawia wniosek wyrażenia mu specjalnego podziękowania, co Zebranie uchwaliło jednomyślnie.

Po wyczerpaniu w ten sposób wszystkich punktów porządku dziennego Przewodniczący ogłosił Walne Zebranie Członków Stowarzyszenia Radjotechników Polskich za zamknięte.

**Pierwszy popis radjoamatorów w Poznaniu.**

W Poznaniu, dnia 18-go b. m. w Collegjum Medicum (gmach b. Komisji Kolonizacyjnej) odbyło się staraniem tutejszego Stowarzyszenia Radjotechników turniej radjoamatorów.

Zagajenie wygłosił profesor Peczalski, prezes Stowarzyszenia Radjotechników, podnosząc, że turniej tego rodzaju jest nietylko pierwszym w Poznaniu, lecz również w całej Polsce.

Do konkursu zostało zgłoszone ogółem 6 aparatów, zbudowanych zgodnie z warunkami, przez właścicieli, i były demonstrowane w następującym porządku:

1. 5 lampowy, typ Neutrodyna, konstruktor pan Piotrowicz.

2. 4 lampowy, Resonans z anteną aperiodyczną, konstruktor p. Adamanis.

3. 2 lampowy, typ Audion i jedna niska, konstr. p. Wysocki, uczeń gimnazjum.

4. 5 lampowy, typ Reymonta, konstruktor dr. Grafstein.

5. ap. 3 lampowy, typ Wysoka, Audion i niska, konstruktor p. Ratajski, uczeń gimnazjum.

6. ap. 3 lampkowy, typ Audion i 2 niskiej częstotliwa, konstruktor p. Kieyer, uczeń gimnazjum.

Z większych aparatów najlepsze wyniki osiągnięto 4 lampkowym p. Adamanisa. Również najmniejszy 2 lampkowy p. Wysockiego, działał bardzo dobrze.

Aparaty 1, 2, 4, 5 demonstrował p. asystent Kozłowski, osiągając za każdym razem połączenia nadzwyczaj szybko. Pozostałe aparaty demonstrowali właściciele.

Oprócz powyższego p. Kozłowski, niezmordowanie organizując turniej, w przerwie między jednym a drugim konkursem, dawał wyczerpujące informacje na stawiane przez publiczność pytania z zakresu radjotelefonji.

Całość wypadła doskonale i świadczy wymownie o pięknym rozwoju ruchu radjoamatorskiego w Poznaniu a specjalnie między młodzieżą gimnazjalną, co należy z uznaniem podkreślić.

Publiczność dopisała w pokaźnej liczbie stu kilkukudziesięciu osób, wypełniając salę po brzegi. Wydatne wyniki osiągnięte ze wszystkiemi aparatami bez wyjątku wywołały huczne brawa dla demonstrantów.

*(Ryn. metalowy i maszynowy).*

---

# Nowe wydawnictwa.

Dr. Mieczysław Jeżewski, Docent Uniwersytetu Jagiellońskiego. Radjotelegrafja i radjofonja. Katowice. Nakładem księgarni Tad. Mikulskiego, 1925. str. 173 i 162 rys. w tekście.

Na półkach księgarskich zjawiła się nie dawno praca Dr Mieczysława Jeżewskiego pod powyższym tytułem.

Książka ta jest przeznaczona głównie dla użytku radjoamatorów, jednakże zawiera dużo cennego materjału, tak że może być również b. pożyteczna dla tych, którzy chcą wejść na drogę głębszego poznania radjotechniki wogóle. Początkujący radjotechnicy mogą w tej książce znaleźć dużo cennych wskazówek zarówno teoretycznych, jak i praktycznych.

W części teoretycznej autor zaczyna od najprostszych zagadnień elektrotechniki i kończy opisem własności lamp katodowych i ich zastosowania.

W części praktycznej w rozdz. IX autor opisuje anteny, aparaty odbiorcze, wzmacniacze i t. d. i daje bardzo cenne wskazówki dla amatorów.

W rozdziale X autor mówi o częściach składowych aparatów odbiorczych. Mamy tutaj opisy i sposoby wykonywania różnych cewek, kondensatorów zmiennych i stałych, detektorów, słuchawek, głośników, oporników, dławików, transformatorów, prostowników i t. d. W rozdziale XI mamy opis narzędzi i różne przepisy dla amatorów — konstruktorów. W rozdziale XII — sygnały czasowe, wreszcie w rozdziale XIII — alfabet Morse'go.

Bardzo cenne są dodatki: tak np. pierwszy dodatek „Wielkości oraz jednostki elektryczne" jest b. umiejętnie ułożony.

Wykaz stacji radjofonicznych jest cokolwiek zamały, należałoby go może dodatkowo uzupełnić.

Szkoda jednak, że autor nie zgadza się ze słownictwem radjotechnicznem, ogłoszonem w swoim czasie w Przeglądzie Elektrotechnicznym. Używanie takich słów jak: „rezonancja", „częstość" i t. d. nieco razi.

inż. *J. Plebański.*

Redaktor: profesor M. Pożaryski. Wydawca: w z. Sp. z ogr. odp. inżynier R. Podoski.

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