

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok VI.

1 Grudnia 1928 r.

Zeszyt 23—24

Redaktor por. St. JASIŃSKI.

Warszawa

Marszałkowska 33 m. 11, tel. 140-45.

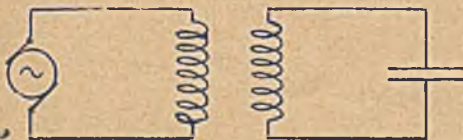
TEORJA I POMIARY ALTERNATORÓW WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI*)

Stefan Manczarski

Państwowa sieć radjotelegraficzna Ministerstwa Poczty i Telegrafów w Polsce posiada 2 stacje nadawcze wyposażone w maszyny wielkiej częstotliwości: stację transatlantycką pod Warszawą zaopatrzoną w 2 alternatory systemu Alexandersona, każdy po 200 KW. w antenie, oraz stację w Grudziądzu zaopatrzoną w alternator systemu Bethenod Latour o mocy 10 KW. w antenie.

W obu systemach alternator wielkiej częstotliwości połączony jest z anteną za pośrednictwem transformatora bez rdzenia żelaznego. Przy maszynach wielkiej mocy np. na stacji transatlantyckiej pod Warszawą uzwojenia alternatora oraz pierwotne uzwojenie transformatora rozdzielone są na sekcje pracujące zupełnie niezależnie, przez co unika się zbyt wysokich napięć.

Rysunek 1 przedstawia zasadniczy układ połączeń alternatora i anteny.



Rys. 1.

Przeprowadzone przez autora badania stwierdziły, że elektromotoryczna siła wzbudzona w alternatorze podczas pełnego obciążenia nie różni się prawie od elektromotorycznej siły wzbudzonej w alternatorze całkowicie odciążonym, z czego wynika, że tak zwane oddziaływanie twornika praktycznie nie występuje. Badania przeprowadzone były w taki sposób, że wyłączano z obwodu roboczego nieznaczną część uzwojenia alternatora (taką jednak, która obejmuje roboczy strumień magnetyczny) i mierzono wzbudzoną w niej elektromotoryczną siłę podczas pełnego obciążenia i odciążenia pozostałych części uzwojenia alternatora.

Powyższy wniosek zyskuje potwierdzenie przez fakt, że straty ciepłe w alternatorze mierzone na podstawie nagrzewania się wody chłodzącej alternator są prawie niezależne od obciążenia alternatora.

Inna seria pomiarów wykazała, że samoindukcja obwodu alternatora posiada w przybliżeniu wartość stałą, niezależną w dość dużych granicach od prądu wzbudzenia alternatora. Pomiar

te polegały na wyznaczaniu zawady alternatora jako stosunku elektromotorycznej siły wzbudzonej w alternatorze do prądu płynącego przez alternator zwarty.

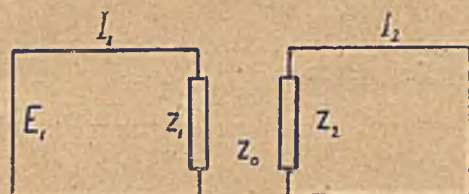
Załączona tabliczka podaje wyniki jednego z pomiarów przeprowadzonych z alternatorem w Grudziądzu dla fali 10.200 mtr.

Prąd magnesujący alternator I_m amp.	0,7	0,82	0,9	1
Elektromotor. siła wzbudzona w alternatorze E_1 volt	138	168	187	208
Prąd płynący przez alternator zwarty I_1 amp.	19	22	25	28
Zawada alternatora $z_{al} = \frac{E_1}{I_1}$ om.	7,26	7,63	7,48	7,43

Przy obciążeniu tegoż alternatora Grudziądzkiego, przy prądzie w obwodzie alternatora 65,8 amp. zawada alternatora obliczona na podstawie pomiaru napięcia na alternatorze wyniosła 7,64 oma.

Z powyższych danych wynika, że zmiany zawady uzwojenia alternatora są nieznaczne. Zmiany zawady całego obwodu alternatora są jeszcze mniejsze, gdyż w obwodzie tym znajduje się pierwotne uzwojenie transformatora powietrznego alternator - antena. W alternatorze Grudziądzkim dla fali 10 200 mtr. całkowita zawada obwodu alternatora wynosi około 15 omów, z czego na zawadę uzwojenia alternatora przypada około 7,5 oma.

Na podstawie powyższych faktów można zbudować matematyczną teorię alternatora wielkiej częstotliwości, sprowadzając układ połączeń alternatora i anteny do układu teoretycznego obwodów sprzężonych, przedstawionego na rys. 2 i rozwiązując go przy pomocy rachunku symbolicznego.



Rys. 2.

Wprowadźmy oznaczenia:

E_1 , elektromotoryczna siła wzbudzona w alternatorze.

*) Referat wygłoszony w S. R. P. w dniu 3 października 1928 r.

- r_1 opór obwodu alternatora.
- L_1 samoindukcja obwodu alternatora.
- r_2 opór obwodu anteny.
- L_2 samoindukcja obwodu anteny.
- C_2 pojemność obwodu anteny.
- M współczynnik indukcji wzajemnej obwodów.

$$S_1 = \omega L_1 \quad z_1 = r_1 + jS_1$$

$$S_2 = \omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \quad z_2 = r_2 + jS_2$$

$$z_0 = \omega M \quad z_0 = j z_1$$

Równania obwodów są:

$$z_1 I_1 + z_0 I_2 = E_1$$

$$z_0 I_1 + z_2 I_2 = 0$$

Skąd

$$I_1 = -\frac{z_2}{z_0} I_2$$

$$I_2 = \frac{E_1 z_0}{z_1 z_2 - \frac{z_0^2}{z_1} (r_1 - jS_1)} = \frac{E_1 z_0}{z_2 - \frac{z_0^2}{z_1} (r_1 - jS_1)}$$

$$= \frac{E_1 z_0}{r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 + j \left(S_2 - \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1 \right)}$$

Ponieważ $-\frac{E_1 z_0}{z_1}$ jest elektromotoryczną siłą

wzbudzoną w obwodzie anteny przy antenie odłączonej, wyprowadzony wzór na I_2 można interpretować w ten sposób, że naskutek oddziaływania obwodów alternatora i anteny w obwodzie anteny wzrosł opór omowy o wielkość $\frac{z_0^2}{z_1^2} r_1$ oraz zmalał

opór indukcyjny o wielkość $\frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$

Wartość algebraiczna prądu I_2 jest

$$I_2 = \frac{E_1 z_0}{z_1 \sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 \right)^2 + \left(S_2 - \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1 \right)^2}}$$

Wyznamy warunek maximum prądu I_2 w funkcji z_0

Możemy napisać:

$$I_2 = \frac{E_1}{z_1 \sqrt{\left(\frac{r_2}{z_0} + \frac{z_0}{z_1^2} r_1 \right)^2 + \left(\frac{S_2}{z_0} - \frac{z_0}{z_1^2} S_1 \right)^2}}$$

Oznaczymy wyrażenie podpierwiastkowe w mianowniku przez y

$$y = \left(\frac{r_2}{z_0} + \frac{z_0}{z_1^2} r_1 \right)^2 + \left(\frac{S_2}{z_0} - \frac{z_0}{z_1^2} S_1 \right)^2 =$$

$$= \frac{r_2^2}{z_0^2} + \frac{z_0^2}{z_1^2} + 2 \frac{r_1 r_2 - S_1 S_2}{z_1^2}$$

$$\frac{dy}{dz_0} = -2 \frac{r_2^2}{z_0^3} + 2 \frac{z_0}{z_1^2} = 0 \quad \left| \frac{d^2 y}{dz_0^2} \right|_{z_0^2 = z_1 z_2} > 0$$

skąd $z_0^2 = z_1 z_2$

Przy tym warunku maksymalny prąd I_2 wyraża się wzorem:

$$I_2 = \frac{E_1 z_0}{z_1 \sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 \right)^2 + \left(S_2 - \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1 \right)^2}} = \frac{E_1 z_0}{z_1 \sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 \right)^2 + z_2^2 \left(\sqrt{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}} - \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} \right)^2}}$$

Wykażemy później, że w przybliżeniu maksymalny

$$\text{prąd } I_2 \approx \frac{E_1 z_0}{z_1 r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1}$$

Wyznamy teraz warunek maximum prądu I_2 w funkcji S_2

Z kształtu wzoru na

$$I_2 = \frac{E_1 z_0}{z_1 \sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 \right)^2 + \left(S_2 - \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1 \right)^2}}$$

wynika, że maksymalny prąd $I_2 = \frac{E_1 z_0}{z_1 r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1}$ przy warunku

$$S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$$

$E_2 = -\frac{E_1 z_0}{z_1}$ elektromotor. siła wzbudzona w obwodzie anteny przy antenie odłączonej.

$r' = r_1 \frac{z_0^2}{z_1^2} = r_1 \frac{E_2^2}{E_1^2}$ dodatkowy opór w obwodzie anteny powstały naskutek oddziaływania obwodów.

$k = \frac{1}{1 + \frac{r_1}{z_1} \left(\frac{z_0^2}{z_1^2} \right)} = \frac{1}{1 + \frac{r'}{r_2}}$ współczynnik od-

działywania obwodu alternatora na obwód anteny.

Można napisać:

$$I_2 = \frac{E_2}{r_2 + r'} = \frac{k E_2}{r_2}$$

Wartość algebraiczna maksymalnego prądu I_2 jest

$$I_2 = \frac{E_2}{r_2 + r'} = \frac{k E_2}{r_2}$$

Wyznamy teraz prąd I_1 odpowiadający maksymalnemu prądowi I_2 to znaczy przy zachowaniu warunku $S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$

$$I_1 = -\frac{k E_2 z_2}{r_2 z_0} = k \frac{E_1 z_2}{z_1 r_2} =$$

$$= k \frac{E_1}{z_1} \left[1 + j \frac{z_0^2}{r_2 z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} \right]$$

Wartość algebraiczna jest

$$I_1 = k \frac{E_1}{z_1} \sqrt{1 + \left(\frac{z_0^2}{r_2 z_1}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)} =$$

$$= k \frac{E_1}{z_1} \sqrt{1 + \frac{z_1^2}{r_1^2} \left(\frac{r'}{r_2}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)}$$

Stosunek prądów I_1 do I_2 jest przy warunku

$$S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$$

$$\frac{I_1}{I_2} = - \frac{r_2}{z_0} \left[1 + j \frac{z_0^2}{r_2 z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} \right]$$

Wartość algebraiczna jest

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{z_0} \sqrt{1 + \left(\frac{z_0^2}{r_2 z_1}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)} =$$

$$= \frac{r_2}{z_0} \sqrt{1 + \frac{z_1^2}{r_1^2} \left(\frac{r'}{r_2}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)}$$

Moc w antenie jest przy warunku $S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$

$$P_2 = I_2^2 r_2 = k E_2 I_2$$

Moc stracona w obwodzie alternatora jest:

$$P_1 = I_1^2 r_1$$

Sprawność elektryczna alternatora jest

$$\eta_e = \frac{P_2}{P_1 + P_2} = \frac{1}{1 + \frac{P_1}{P_2}}$$

Jak widać o sprawności decyduje stosunek P_1 do P_2

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2 r_1}{I_2^2 r_2} = \frac{r_1}{z_1} \left[\frac{r_2 z_1}{z_0^2} + \frac{z_0^2}{r_2 z_1} \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right) \right] =$$

$$= \frac{r_2}{r'} \left(\frac{r_1}{z_1}\right)^2 + \frac{r'}{r_2} \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)$$

Wyznamy warunek największej sprawności elektrycznej alternatora czyli warunek minimum stosunku P_1 do P_2 w funkcji z_0 .

$$\frac{d\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}{dz_0} = \frac{r_1}{z_1} \left[-2 \frac{r_2 z_1}{z_0^3} + 2 \frac{z_0}{r_2 z_1} \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right) \right] = 0$$

skąd

$$z_0^2 = \frac{r_2 z_1}{\sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}} \quad \left| \frac{d^2\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}{dz_0^2} \right| > 0$$

$$r' = \frac{r_1 r_2}{z_1 \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}} \quad z_0 = \frac{\sqrt{r_2 z_1}}{\sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{r_1}{z_1 \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}}$$

Największa sprawność elektryczna osiąga się przy stosunku mocy

$$\frac{P_1}{P_2} = 2 \frac{r_1}{z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}$$

Największa sprawność elektryczna

$$\eta_e = \frac{1}{1 + 2 \frac{r_1}{z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}$$

Prąd I_2 odpowiadający największej sprawności elektrycznej alternatora jest:

$$I_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} + \frac{r_1}{z_1 \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}} \cdot \frac{E_1}{\sqrt{r_2 z_1}}$$

Prąd I_1 odpowiadający największej sprawności elektrycznej alternatora jest:

$$I_1 = \frac{E_1}{z_1} \frac{\sqrt{2}}{1 + \frac{r_1}{z_1 \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}}$$

Wyznamy teraz warunek największej osiągalnej mocy czyli warunek maximum maximorum prądu

I_2 w funkcji z_0 przy $S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$

$$I_2 = \frac{k E_2}{r_2} = \frac{E_1}{r_2 z_1} \frac{z_0}{1 + \frac{r_1}{r_2 z_1^2} z_0^2}$$

$$\frac{dI_2}{dz_0} = \frac{E_1}{r_2 z_1} \frac{1}{\left(1 + \frac{r_1 z_0^2}{r_2 z_1^2} - 2 \frac{r_1 z_0^2}{r_2 z_1^2}\right)^2} = 0$$

Skąd

$$z_0 = z_1 \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \quad \left| \frac{d^2 I_2}{dz_0^2} \right| < 0$$

$$r' = r_2 \quad z_0 = z_1 \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$$

$$k = 0,5$$

Prąd I_2 odpowiadający największej osiągalnej mocy w antenie jest:

$$I_2 = \frac{E_1}{2 \sqrt{r_1 r_2}}$$

Prąd I_1 odpowiadający największej osiągalnej mocy w antenie jest:

$$I_1 = \frac{E_1}{2 r_1}$$

Sprawność elektryczna alternatora jest przy największej osiągalnej mocy w antenie

$$\eta_e = 0,5$$

Na podstawie otrzymanych wzorów z uwzględnieniem, że stosunek $\frac{r_1}{z_1}$ jest wielkością małą w porównaniu z jednością, możemy zestawić następującą tabliczkę:

Warunek największej sprawności alternatora	$r_2 z_1 < z_0^2 < \frac{r_2}{r_1} z_1^2$	Warunek największej mocy w antenie
	$r_2 \frac{r_1}{z_1} < r' < r_2$	
	$\frac{E_1}{z_1} > k > \frac{E_1}{2 r_1}$	
	$\frac{E_1}{z_1} < I_1 < \frac{2 r_1 E_1}{z_1}$	
	$\frac{1}{r_2 z_1} > r_0 > \frac{2}{0,5}$	

Jak wynika z powyższej tabliczki przy warunku największej sprawności mamy dużą sprawność elektryczną alternatora ale mały prąd w antenie, natomiast przy warunku największej mocy w antenie mamy duży prąd w antenie ale małą sprawność alternatora.

Sprężność więc między obwodem anteny a obwodem alternatora musi być tak dobrana, żeby alternator pracował pomiędzy warunkiem największej sprawności elektrycznej a warunkiem największej mocy w antenie.

Naprzykład alternator w Grudziądzu posiada przy fali 10 200 mtr. dane następujące:

- $r_1 = 0,44 \text{ om.}$
- $r_2 = 3 \text{ om.}$
- $z_1 = 15 \text{ om.}$
- $z_2 = 34,8 \text{ om.}$
- $z_0 = 22,9 \text{ om.}$

$$\left. \begin{array}{l} z_0^2 = 523 \\ r_2 z_1 = 45 \\ \frac{r_2}{r_1} z_1^2 = 1535 \end{array} \right\} r_2 z_1 < z_0^2 < \frac{r_2}{r_1} z_1^2$$

$$\left. \begin{array}{l} z_0 = 1,524 \\ z_1 = 2,32 \end{array} \right\} r' = r_1 \frac{z_0^2}{z_1^2} = 1,02 \text{ om}$$

$$\left. \begin{array}{l} z_0 = 2,32 \\ z_1 = 2,32 \end{array} \right\} k = \frac{1}{1 + \frac{r_1}{r_2}} = 0,746$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{r_1}{z_1} = 0,02933 \\ 1 - \frac{r_1^2}{z_1^2} = 0,9991 \\ z_0^2 = 11,62 \\ r_2 z_1 \end{array} \right\} \sqrt{1 + \left(\frac{z_0^2}{r_2 z_1}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)} = 11,663$$

Wynika z tego że w przybliżeniu:

$$\sqrt{1 + \left(\frac{z_0^2}{r_2 z_1}\right)^2 \left(1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}\right)} \approx \frac{z_0^2}{r_2 z_1}$$

Błąd jaki popełniamy przy tym przybliżeniu jest $\frac{0,043}{11,663} \cdot 100 = 0,37\%$.

Stosując powyższe przybliżenie, możemy uprościć

wzory na I_1 oraz $\frac{I_1}{I_2}$ odpowiadające warunkowi

$$S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$$

W ten sposób otrzymamy następujące wzory przybliżone:

$$I_1 \approx E_1 \frac{k z_0^2}{r_2 z_1^2} = \frac{E_1}{r_1 \left(1 + \frac{r_2}{r_1}\right)}$$

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \frac{z_0}{z_1} = \sqrt{\frac{r'}{r_1}} = \frac{E_2}{E_1}$$

Ze wzorów symbolicznych na I_1 oraz $\frac{I_1}{I_2}$ wynika,

że I_1 jest prawie w fazie z E_1 , oraz I_2 jest przesunięte w fazie prawie o 180° względem I_1 , z czego znów wnioskujemy, że E_2 jest przesunięte w fazie prawie o 180° względem E_1 .

Przy przeliczeniu dokładnym stosunki fazowe w obwodach alternatora i anteny w Grudziądzu przedstawiają się dla fali 10200 mtr. w sposób następujący:

$$\begin{aligned} \angle I_1 E_1 &= \text{arc.tg.} \frac{S_1}{r_1} - \text{arc.tg.} \frac{z_0^2}{r_2 z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} = \\ &= \text{arc.tg.} 34,1 - \text{arc.tg.} 11,62 = 3^\circ 14' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \angle I_2 I_1 &= +180^\circ + \text{arc.tg.} \frac{z_0^2}{r_2 z_1} \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}} - \\ &- 90^\circ = -184^\circ 55' = 175^\circ 5' \end{aligned}$$

$$\angle I_2 E_2 = 0$$

$$\angle E_2 E_1 = 175^\circ 5' + 3^\circ 14' = 178^\circ 19'$$

Na tej podstawie możemy sporządzić wykres wektorowy dla alternatora w Grudziądzu przedstawiony na Rys. 3.



Rys. 3.

Ze wzorów przybliżonych $I_1 \approx \frac{E_1}{r_1 \left(1 + \frac{r_2}{r_1}\right)}$

oraz $E_1 I_1 \approx E_1 I_2$ wynikają inne jeszcze wzory przybliżone:

Całkowita moc prądów szybkoszmiennych w obwodach alternatora i anteny jest:

$$I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 \approx \frac{E_1 I_1}{1 + \frac{r_2}{r_1}} + \frac{E_2 I_2}{1 + \frac{r_1}{r_2}} \approx$$

$$\approx E_1 I_1 \left[\frac{1}{1 + \frac{r_2}{r_1}} + \frac{1}{1 + \frac{r_1}{r_2}} \right] = E_1 I_1 \approx E_2 I_2$$

$$\frac{I_1^2 r_1}{I_2^2 r_2} \approx \frac{E_1 I_1}{E_2 I_2} \frac{1 + \frac{r_1}{r_2}}{1 + \frac{r_2}{r_1}} \approx \frac{r'}{r_2}$$

Sprawność elektryczna alternatora jest:

$$\eta_e = \frac{1}{1 + \frac{I_2^2 r_2}{I_1^2 r_1}} \approx \frac{1}{1 + \frac{r'}{r_2}} = k$$

Wreszcie sam warunek $S_2 = \frac{z_0^2}{z_1^2} S_1$ można przedstawić w nieco innej uproszczonej postaci, uwzględniając

niwszy, że $\frac{r_1^2}{z_1^2}$ oraz $\frac{r_2^2}{z_2^2}$ są liczbami małymi w porównaniu z jednością:

$$z_0^2 = z_1^2 \frac{S_2}{S_1} = z_1 z_2 \frac{z_1 S_2}{z_2 S_1} = z_1 z_2 \sqrt{\frac{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}}{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}}$$

Dla alternatora w Grudziądzu

$$= \frac{0,9963}{0,9996} = 0,9967$$

Wobec tego można przedstawić z wystarczającym praktycznie przybliżeniem warunek maximum prądu w antenie, osiąganego przez dobór S_2 , w postaci:

$$z_0^2 \cong z_1 z_2$$

z_1 jest średnią geometryczną zawad z_1 i z_2

Ścisłe biorąc, równanie $z_0^2 = z_1 z_2$ przedstawia warunek maximum prądu w antenie, osiąganego przez dobór z_0 .

Jak wykazaliśmy wyżej, maksymalny prąd I_2 osiągniany przez dobór z_0 wyraża się wzorem:

$$I_2 = \frac{E_1 z_2}{z_1 \sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1\right)^2 + z_2^2 \left(\sqrt{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}} - \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}\right)^2}}$$

Stosując dane alternatora w Grudziądzu możemy napisać:

$$r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1 = 3 + 1,02 = 4,02 \text{ om.}$$

$$z_2 \left(\sqrt{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}} - \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}\right) \cong \frac{z_2}{2} \left[\frac{r_1^2}{z_1^2} - \frac{r_2^2}{z_2^2}\right] = \frac{34,8}{2} [0,00086 - 0,00743] = - 0,1144$$

$$\sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1\right)^2 + z_2^2 \left(\sqrt{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}} - \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}\right)^2} = \sqrt{4,02^2 + 0,1144^2} = 4,02163 \text{ om.}$$

Z tego wynika, że w przybliżeniu:

$$\sqrt{\left(r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1\right)^2 + z_2^2 \left(\sqrt{1 - \frac{r_2^2}{z_2^2}} - \sqrt{1 - \frac{r_1^2}{z_1^2}}\right)^2} \cong r_2 + \frac{z_0^2}{z_1^2} r_1$$

Błąd jaki popełniamy przy tym przybliżeniu jest

$$\frac{0,00163}{4,02} 100 \cong 0,04\%$$

Reasumując powyższe rozważania możemy wypisać następujące uproszczone zależności odpowiadające warunkowi największego prądu w antenie, osiąganego bądź doborem S_2 , bądź doborem z_0 .

$$r' = r_1 \left(\frac{E_2}{E_1}\right)^2$$

$$I_2 = \frac{E_2}{r_2 + r'}$$

$$I_1 = \frac{E_1}{r_1 \left(1 + \frac{r_2}{r'}\right)}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1}$$

$$I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 = E_1 I_1 = E_2 I_2$$

$$r_{rel} = \frac{1}{1 + \frac{I_1^2 r_1}{I_2^2 r_2}} = \frac{1}{1 + \frac{r'}{r_2}} = k$$

$$\angle I_1 E_1 = 0 \quad \angle I_2 E_2 = 0$$

$$\angle I_3 I_1 = 180^\circ \quad \angle E_2 E_1 = 180^\circ$$

$$z_0^2 = z_1 z_2$$

D. c. n.

URZĄDZENIA ELIMINUJĄCE WYŁADOWANIA ATMOSFERYCZNE I INNE ZAKŁÓCENIA W RADJOTELEGRAFJI I RADJOTELEFONJI POMYSŁU AUTORA

(PATENTY ANGIELSKIE 283.190 i 297.253)

inż. Józef Plebański

Dokończenie.

Na rys. 7 widzimy przebieg drgań w zwykłej fali modulowanej. O ile rozdzielimy modulowane strony widma i przepuścimy przez detektory to odpowiednie prądy detektorowe będą posiadały tą samą fazę, a zatem w układzie z rys. 1 i 4 słyszane nie będą. Jeżeli natomiast odwrócimy jedną wstęgę

widma (rys. 8) t. j. biorąc $\frac{B}{2} \cos(\omega - p)t$ zamiast +

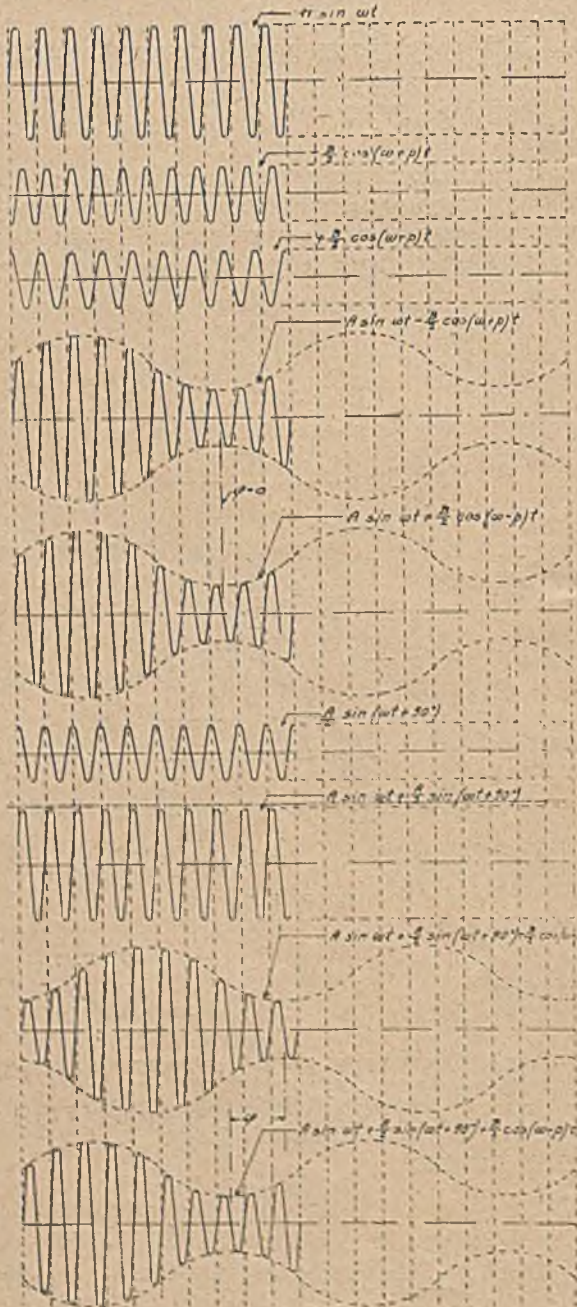
$\frac{B}{2} \cos(\omega - p)t$, to odpowiednie prądy detektorowe będą przesunięte w fazie o 180° . Jeżeli do fali no-

snej dodamy jakąkolwiek falę tej samej częstotliwości to przesunięcie odpowiednich prądów detektorowych będzie \neq (rys. 9).

Cały szereg doświadczeń, które wykonałem w celu wypróbowania opisywanego urządzenia wykazał jednak szereg trudności na pozór niedoprezwyciężenia. Tak np. wybalansowanie 2 lamp detektorowych jest sprawą nadzwyczaj trudną. Następnie cały system polega na odpowiednich fazach prądów detektorowych, a zatem ważnym jest posiadanie odpowiednich faz napięć na siatkach lamp detektorowych.

O tem w jaki sposób udało mi się powyższe trudności przezwyciężyć napiszę w jednym z następnych artykułów.

Na zakończenie pozwolę sobie powołać się na pracę I. R. Carsona (Proceeding of the Institute of Radioengineers, July 1928, Number 7 strona 966). Inż. I. R. Carson zyskał sobie rozgłos wszechświatowy teoretycznymi pracami swoimi nad wyładowaniami atmosferycznymi. (p. Bell System Techn. Jour., July 1925 — Selective circuits as Static interference).



Rys. 9.

W ostatniej swej pracy I. R. Carson rozpatruje ogólnie z punktu widzenia teoretycznego sprawę przeszkód atmosferycznych i siłę elektromotoryczną na siatce lampy detektorowej wyraża wzorem

$$a) e = S(t) \sin[\omega t + \theta(t)] + I(t) \sin[\omega t + \varphi(t)]$$

gdzie pierwszy człon przedstawia sygnał, drugi człon dowolną przeszkodę atmosferyczną; ω przyjmuje jako wielkość stałą, ze względu na sta-

łość fali nośnej, oraz ze względu na selekcyjne działanie odbiornika na wyładowania atmosferyczne (przy dostatecznej selekcji aparatu).

I. R. Carson uważa, że jeżeli jakiegokolwiek urządzenia antiatmosferyczne mają być dobre, to stosunek wyładowań do sygnału po detekcji musi przedstawiać mniejszą wartość niż przed detekcją. Z wyżej przytoczonego wzoru a) I. R. Carson wyprowadza, że przed detekcją stosunek ten równa się

$$\frac{I \cos \varphi}{S}$$

a ponieważ φ jest zupełnie dowolnym, to średnia wartość powyższego stosunku będzie

$$b) \frac{2}{\pi} \frac{I}{T}$$

Po przejściu przez zwykły detektor (t. zw. „square-law”) stosunek atmosfery do sygnału będzie:

$$\frac{1}{2} S^2 + \frac{1}{2} I^2$$

przy silnej atmosferze:

$$\frac{1}{2} S^2 + S I \cos(\varphi)$$

i w obydwóch przypadkach po detekcji stosunek atmosfery do sygnału będzie większym.

Tą samą metodą obliczenia I. R. Carson stosuje do tak zwanych systemów balansowych i stwierdza, że chociaż podczas nieobecności sygnału atmosfera zostaje wyeliminowana, to jednak gdy sygnał się pojawia stosunek atmosfery do sygnału wzrasta 2 razy w porównaniu do wzoru b).

Pesymistycznie zapatruje się również I. R. Carson na system eliminowania atmosfery pomysłu Armstrong'a (Proceedings of the Institute Radioengineers, January 1928) i podobnym do powyższego obliczeniem udowadnia, że system Armstrong'a właściwie nic nie daje.

Jak z powyższego widać, obliczenie, które podałem dla urządzenia swego systemu, zgodne jest z teoretycznymi rozważaniami I. R. Carson'a i stosunek atmosfery do sygnału po detekcji jest mniejszym niż przed detekcją.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE

NOWE TYPY LAMP EKRANOWANYCH.

Zapoczątkowane przez inż. H. I Round'a lampy ekranowane wywołały rzeczywiście przewrót w dziedzinie budowy odbiorników. Jaskrawym tego przykładem była ostatnia wystawa radjowa w Londynie, gdzie około 30 większych firm wystawiło aparaty z lampami ekranowanymi. Faktycznie oprócz odbiorników z lampami ekranowanymi nie było ciekawych eksponatów. Tendencja budowy odbiorników z lampami ekranowanymi przechodzi obecnie do Stanów Zjednoczonych, oraz innych krajów europejskich (Niemcy, Francja, Austria).

W związku z tą tendencją zjawily się różne lampy ekranowane, które podaje w poniższej tabelce. Do ciekawych okazów należą lampy ekranowane na prąd zmienny, oraz lampa E442 Philips'a posiadająca współczynnik amplifikacji 1000!!

J. Plebański.

LAMPY EKRANOWANE

Nr porz.	Wytwórca.	T y p.	Żarzenie		K _a Spółcz. wzmocn. v/v	S _a Nachyl. charakt. mA/v	Opór wewnę- trzny ρ	Nap. anod. V _a	Nap. siatki osłon. V _{so}	U w a g i.
			Wolty V _k	Ampery J _k						
1.	Cossor	210 SG	2.0	0.1	80	0.3	250.000	120	—	
2.	"	220 SG	2.0	0.2	200	1.0	200.000	120	—	
3.	"	410 SG	4.0	0.1	200	1.0	200.000	120	—	
4.	Ediswan	SG 215	2.0	0.15	140	1.0	140.000	150	—	
5.	"	SG 410	4.0	0.1	140	1.2	115.000	150	—	
6.	"	SG 610	6.0	0.1	140	1.4	100.000	150	—	
7.	Marconi	S 215	2.0	0.15	170	0.85	200.000	150	75	
8.	"	S 625	6.0	0.25	110	0.65	175.000	120	80	
9.	"	S Point 8	0.8	0.8	160	0.8	200.000	150	75	na prąd zmienny
10.	Mullard	PM 22	2.0	0.15	200	0.85	230.000	100	75	
11.	"	PM 14	4.0	0.075	200	0.85	230.000	100	75	
12.	Osram	te same typy co Marconi								
13.	"									
14.	"									
15.	Six-Sixty	SS215SG	2.0	0.15	190	0.9	220.000	150	—	
16.	"	SS1075SG	4.0	0.075	190	0.9	220.000	150	—	
17.	Philips	A 442	4.0	0.06	150	1.0	150.000	50—150	25—75	
18.	"	A 142	1.0	0.25	150	1.0	150.000	50—150	25—75	na prąd zmienny
19.	"	E 442	4.0	0.9	1000	1.0	1.000.000	50—150	25—75	na prąd zmienny

NOWE TENDENCJE W BUDOWIE STACJI
RADJOFONICZNYCH

Jak wykazała praktyka dotychczasowa ani międzynarodowy przydział fal ani tak zwany system jednofalowy, który próbowano wprowadzić w różnych państwach nie usunęły tego niesłychanego chaosu, który obecnie mamy w eterze. W Europie namnożyło się tyle stacji różnej mocy, przeszkadzających sobie wzajemnie, że faktycznie zupełnie pewnego odbioru stacji zagranicznych nigdy nie mamy. Co gorsza, niektóre mocne stacje heterodynują z harmoniczną falą warszawskiej i przy pewnym rozstrojeniu względem Warszawy (w celu niewielkiego stłumienia Warszawy) słyszymy nawet na Warszawie dudnienia z falą np. Buda-pesztu.

Międzynarodowy przydział fal miał za zadanie zrobienie porządku w eterze i polegał na tem, żeby w pewnych strefach pracujące stacje różniły się dostatecznie co do swych fal tak, by sobie wzajemnie nie przeszkadzały. Zapomniano jednak o tem, że zależnie od warunków atmosferycznych czasami „przychodzą” bardzo głośno stacje z najdalszych stref i naturalnie „nakładają się” na stacje bliżej położone.

System jednofalowy próbowany w Niemczech i Szwecji ma tą niedogodność, że po pierwsze, samo „synchronizowanie” pewnej liczby stacji na jedną i tą samą falę jest rzeczą bardzo trudną, po drugie przy tym systemie powstają pewne strefy, w których nic nie słychać ze względu na różne fazy z dwóch sąsiednich stacji.

Długo zastanawiano się nad tem, jak zaradzić tym brakom i w końcu zdaje się, znaleziono właściwą drogę. Jedyne wyjściem z chaosu radiowego jest częściciowa likwidacja wielu mniejszych stacji i budowa na ich miejsce niewielu stacji o bardzo dużej mocy. Jasna rzecz, że w ten sposób potrzeby lokalnego odbioru będą pokryte i jednocześnie ilość zajętych miejsc wśród fal eteru będzie mniejsza.

Angielskie T-wo Radjofoniczne „B. B. C.” obrało właśnie tą drogę i obecnie buduje dwie duże stacje o mocy 50 KW. w antenie (energji niemodulowanej). Stacje te będą

zbudowane w Potters Bar w pobliżu Londynu i wykonane będą przez T-wo Marconi'ego.

Stacje te najnowszego typu będą między innymi posiadały zaletę absolutnie prostoliniowej charakterystyki modulacji oraz dzięki specjalnym urządzeniom promieniowanie harmonicznych będzie zredukowane do minimum.

Budowa dwóch stacji odrazu ma na celu nadawanie różnych programów jednocześnie w celu zadowolenia różnych upodobań publiczności. Wogóle muszę podkreślić, że angielskie T-wo B. B. C. prowadzi stacje swoje w ten sposób, żeby każdy obywatel Anglii od samego rana do 12-ej w nocy mógł odbierać dowolny program, to znaczy jeżeli lubi muzykę lekką, żeby ją zawsze na jakiejś fali angielskiej znalazł, jeśli lubi muzykę kameralną również, żeby na jakiejś innej fali była ta muzyka i t. d. W ten sposób angielski abonent radiowy każdej chwili ma w radio to co mu się podoba i mniej słucha zagranicznych programów. Pragnienie jednak „łapania” koncertów z najdalszych stron świata istnieje również i w Anglii i publiczność żąda jednak „zagranicy”. Z tego powodu ogromną popularnością cieszą się odbiorniki krótkofalowe z lampami ekranowanymi, które faktycznie dają zasięg całej kuli ziemskiej.

Uważam, że oprócz wyżej wymienionych względów budowa jednej lub dwu dużych stacji polskich o ogromnej mocy byłaby wskazana ze względu na zwiększenie zasięgu detektorowego oraz ze względów propagandowych, tem więcej, że na wschodzie budują się już „super-silne” stacje radjofoniczne.

J. Plebański.

KOMUNIKAT ZARZĄDU S. R. P.

Życie naukowe S. R. P. w roku bieżącym zostało rozpoczęte w dniu 3-go października posiedzeniem odczytowym, na którym kol. inż. St. Manczarski wygłosił odczyt na temat „Teoria i pomiary maszyn wielkiej częstotliwości”. Prelegent, wychodząc z praktyki eksploatacyjnej transatlantycznej radjostacji Min. P. i T., podał ciekawe szczegóły wykonanych przez siebie pomiarów i specjalnych badań

i wynikających z nich uzupełnień dotychczasowych w niektórych punktach przybliżonych teorii maszyn.

Po odczycie wywiązała się ożywiona dyskusja.

Szereg następnych posiedzeń odczytowych i dyskusyjnych został poświęcony bardzo ciekawemu i aktualnemu zagadnieniu Współpracy radio-instytucji naukowych z przemysłem radjotechnicznym. Cykl odczytów na ten temat, rozpoczął kol. prof. inż. D. Sokolcow, Kierownik Budowy Instytutu Radjotechnicznego, będący przed tem w ciągu szeregu lat Głównym Inżynierem Polskiego Tow. Radjotechnicznego, P. T. R. Drugi z kolei wykład na ten temat wygłosił kol. inż. A. Krzyczkowski, dyrektor Państwowych Zakładów Łączności i starszy asystent Politechniki Warszawskiej.

Kol. Prof. D. Sokolcow powołując się na własne prace, oraz na praktykę niemiecką i na mowę prezesa Instytutu Radjoinżynierów w Stanach Zjedn. Am. Pól. p. A. Goldsmitha^{*)}, który jest jednocześnie Głównym Inżynierem największej amerykańskiej firmy radjotechnicznej „Radio Corporation of America” — wyjaśnił aktualność i bardzo poważne znaczenie tej współpracy, oraz wymienił zasadnicze kierunki w których ta współpraca mogłaby się odbywać^{**}).

Kol. inż. A. Krzyczkowski zapoznał zebranych na posiedzeniu z organizacją przemysłu radjotechnicznego we Francji oraz z tą poważną rolą, którą odgrywają w rozwoju tego przemysłu francuskie instytucje naukowe i przede wszystkim Laboratoire Central Radiotechnique.

Ze stanem rzeczy we Francji kol. prelegent zapoznał się szczegółowo podczas swych studiów w roku ostatnim w Ecole Supérieure d'Electricité w Paryżu.

Obydwaj prelegenci poruszali również sprawę działalności powstałego u nas w ostatnich czasach Instytutu Radjotechnicznego, który za jedno ze swych zadań ma współpracę i popieranie przemysłu radjowego krajowego.

Po odczytach wywiązywała się każdorazowo bardzo ożywiona dyskusja, w której brali czynny udział i obecni na odczytach przedstawiciele przemysłu radjowego krajowego.

Podniesione przez prelegentów sprawy, okazały się tak aktualne i w tak dużym stopniu interesują członków S. R. P. oraz przemysłowców polskich, że uchwalono wyznaczyć specjalne posiedzenia S. R. P., z zaproszeniem większej ilości osób, przedstawicieli instytucji naukowych, rządowych i społecznych oraz przemysłu radjowego i radjoprasy dla wszechstronnego przedyskutowania podniesionych kwestji i zagadnień.

Niezależnie od posiedzeń dyskusyjnych zostało zgłoszone kilka odczytów na ten temat.

Prof. D. Sokolcow
Referent Odczytowy S. R. P.

Komunikaty Instytutu Radjotechnicznego w Warszawie

Instytut Radjotechniczny przystępuje do opracowania kolekcji przezroczy dla poszczególnych wykładów oraz odczytów z dziedziny radjotechniki.

^{*)} „Proceedings of The Institute of Radio Engineers”, Nr. 8, Aug. 1928 — artykuł „Cooperation between the Institute of Radio Engineers” and Manufactures Associations” — by Alfr. N. Goldsmith.

^{**}) Odczyt ten został w nieco zmienionej formie wygłoszony przez mikrofon Warszawskiej Radjo-Stationi nadawczej „Polskiego Radja” i będzie ogłoszony drukiem w „Przebiegu Radjotechnicznym”.

Zbiory przezroczy będą dotyczyć powstania i historycznego rozwoju radjotechniki, jej podstaw naukowych, stanu obecnego Radjotelegrafji i Radjotelefonji oraz różnych zastosowań fal elektromagnetycznych (Telefotografia, Telewizja, kierowanie ruchem na odległość i t. p.).

W celach skoncentrowania w swoim dziale pedagogicznym wszystkich już wykonanych w Polsce i rozrzuconych po różnych instytucjach i kolekcjach prywatnych przezroczy, Instytut zwraca się niniejszym do WP. posiadaczy tych przezroczy z prośbą o nadesłanie ich do Instytutu Radjotechnicznego.

Usystematyzowane zbiory przezroczy Instytut będzie wypożyczał pp. prelegentom z całego kraju dla celów odczytowych.

1) Kierownictwo Budowy Instytutu w porozumieniu z Prezydjum Komitetu Organizacyjnego rozpiśało pomiędzy poszczególnymi firmami radjotechnicznymi zamówienia na sprzęt laboratoryjny w pierwszym rzędzie dla rozpoczęcia prac Instytutu. Wykaz sprzętu był sporządzony zgodnie z uchwałą komisji technicznej z dnia 3-go września, w której brali udział przedstawiciele zainteresowanych Ministerstw, Politechniki, instytucji społecznych, przemysłu i pracy. Zamówień zapisano na sumę około 50.000 w odpowiednie urządzenia, oraz na rozpoczęte już zainstalowane odpowiednie urządzenia, oraz na rozpoczęte już zainstalowanie badawczej radjostacji krótkofalowej, będzie wydatkowane jeszcze około 25 — 30 tys. złotych.

Wszystkie wydatki na sprzęt i urządzenia laboratoryjne oraz na biljotekę naukowo - techniczną pokrywane są z otrzymanych od Ministerstwa Poczty i Telegrafów w dniu 2-go listopada 100.000 złotych, przeznaczonych Instytutowi z sum, uchwalonych przez Sejm na prace naukowo-badawcze w dziedzinie radjotechnicznej.

2) Cały szereg firm radjotechnicznych nadesłało zgłoszenia na członków rzeczywistych Instytutu, oraz zadeklarowało ofiary i darowizny. W ich liczbie trzeba przede wszystkim wymienić:

a) Panią Wandę Krausharową (Biuro Techniczne „Juljan Kraushar, Inżynier”), która podjęła się wyposażenia całkowicie działu wzorców. Dział ten będzie nosić imię Jej zmarłego męża, dobrze znanego w naszych kołach elektrotechnicznych inżyniera J. Kraushara. Oprócz tego zgłosiła pani W. Krausharowa stałą składkę na rzecz Instytutu w sumie 900 zł. rocznie.

b) Firma „Polskie Zakłady Philips”, pierwsza z tych, które zasadniczo wypowiedziały się za przyjsciem z jak najdalej idącą pomocą w urzędzeniu jednego z działów Instytutu (przypuszczalnie działu badania lamp katodowych), przygotowuje odpowiedni projekt.

c) Firma „Natawis” zgłosiła wyposażenie Instytutu w szereg przedmiotów o charakterze laboratoryjnym, radjofonicznym, oraz muzealnym.

d) „Polskie Radio” przystąpiło na członka Instytutu i w związku z wzrostem radjoabonentów i rozbudową radjostacji zastanowi się nad możliwościami przyjscia Instytutowi z większą pomocą.

e) „Polskie Zakłady Marconiego” (b. P. T. R.) zgłosiły wyposażenie Instytutu w sprzęt radjotechniczny oraz laboratoryjny firmy „Marconi”.

f) Firma „Energos” zgłosiła na piśmie, że weźmie udział w wyposażeniu laboratorjów Instytutu w baterje suche.

Komitet Organizacyjny Instytutu Radjotechnicznego.