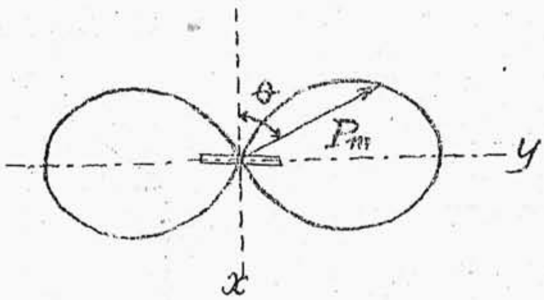
$$p_t = \frac{\mu}{4\pi} \cdot M^2 \cdot \frac{m^4}{r^2} \cdot \cos^2\chi \cdot \sin^2\theta$$

Jest to gęstość natężenia strumienia energji w chwili t .Maximum tej gęstości będzie:

$$p_m = \frac{\mu}{4\pi} \cdot M^2 \cdot \frac{m^4}{r^2} \cdot \sin^2\theta$$

Wobec tego wykres biegunowy zmiany tej gęstości przedstawia się tak jak pokazano na rys.89



rys.89.

Największą gęstość mamy w płaszczyźnie yz .

65.<u>Moc całego promieniowania oscylatora zamkniętego</u>.Opierając się na twierdzeniu Poyntinga,tak samo jak dla oscylatora Hertz'a możemy wyprowadzić wzór na energję wypromieniowaną przez oscylator zamknięty w ciągu okresu T .

Postać wzorów na F i H jest zupełnie podobna do poprzedniej,mamy tu tylko $\cos\chi$ zamiast $\sin\chi$ i M zamiast φ .

Całkowania przeprowadzamy takie same, więc łatwo domyśleć się że energja wypadnie:

$$W_T = \frac{16\pi^4 \cdot \mathcal{M}^2}{3\lambda^3}$$

a średnia moc promieniowania będzie:

$$P = 16000\,\pi^4 \cdot \frac{\mathcal{M}^2}{\lambda^4} \quad \text{watów.}$$

66. Porównanie mocy promieniowania oscylatora zamkniętego z mocą promieniowania oscylatora otwartego. Rozważmy porównawczo moc promieniowania oscylatora zamkniętego kwadratowego o boku δz z prądem $\mathcal{J}_m$ i oscylatora otwartego długości δz z takim samym prądem $\mathcal{J}_m$.

Z powyższych wywodów mamy:

$$P_o = 16000 \cdot \pi^4 \cdot \frac{\varphi^2}{\lambda^4} \quad \text{watów.}$$

$$P_z = 16000 \cdot \pi^4 \cdot \frac{\mathcal{M}^2}{\lambda^4} \quad \text{watów.}$$

Dla ułatwienia porównania możemy wyrazić $\mathcal{M}$ przez I_m i δz wiemy że $\mathcal{M} = I_m \cdot \delta z^2$ *) .

*) $\mathcal{J}_m$ prąd c.g.s.E.S., I_m prąd w c.g.s.E.M.

φ również możemy wyrazić przez I_m i δz.

$$\varphi = Q \cdot \delta z = \frac{I_m}{\omega} \cdot \delta z = \frac{I_m \cdot u}{\omega} \cdot \delta z = \frac{u}{2\pi \cdot f} \cdot I_m \cdot \delta z$$

uwzględnimy również, że $\lambda = \frac{u}{f}$ wtedy podstawiając do powyższego wyrażenia otrzymamy w zaokrągleniu w watach:

$$P_o = 4380 \cdot 10^{-20} \cdot f^2 \cdot I_m^2 \cdot \delta z^2$$

$$P_z = 19200 \cdot 10^{-40} \cdot f^4 \cdot I_m^2 \cdot \delta_z^4$$

Przy niewielkiej częstotliwości prądu np. $f = 3 \cdot 10^5$ $(\lambda = 1000\,m)$ moc promieniowania oscylatora otwartego jest znaczniewiększa od mocy promieniowania oscylatora zamkniętego dla $I_m = 1$ i $\delta z = 1$.

$$P_o = 39500 \cdot 10^{-10}$$

$$P_z = 15500 \cdot 10^{-18}$$

Natomiast przy częstotliwości bardzo znacznej np. $f = 3 \cdot 10^{10}$; / $\lambda = 1$ cm. /

$$P_o = 39500 \text{ watów}$$

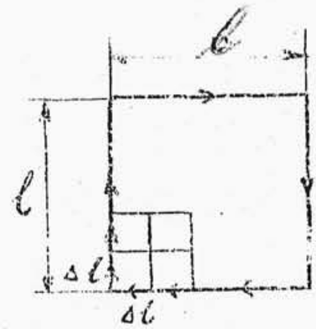
$$P_z = 1550000 \text{ watów}$$

Teraz zamknięty promieniuje więcej.

67. Promieniowanie oscylatora zamkniętego wymiarów znacznych. Rozważmy oscylator zamknięty kwadratowy o długości boku l, czyli tak zwaną antenę ramową.

Założymy że natężenie prądu wokoło ramy jest w danej chwili wszędzie jednakowe.

Taką ramę oczywiście można zastąpić wielką liczbę oscylatorów elementarnych zamkniętych kwadratowych o boku Δl wypełniających całe pole rozważanego oscylatora.



rys. 90.

Jeżeli prąd w rozważanym oscylatorze jest I_m to i w oscylatorach elementarnych wszędzie prąd jest I_m.

Wewnątrz prądy wszystkie znoszą się pozostają tylko zewnętrzne.

Wobec tego, z zastrzeżeniami podobnemi jak przy oscylatorze linjowym, wzory wyżej wyprowadzone dla oscylatora elementarnego będą mogły być zastosowane o ile założymy, że:

$$M = \sum I_m (\Delta l)^2 = I_m \sum \Delta l^2 = I_m \cdot l^2$$

a jeżeli oznaczymy pole ramowej anteny przez S to

$$M = I_m \cdot S$$

Jeżeli ramowa antena ma Z zwojów, to

$$M = I_m \cdot S \cdot Z$$

Jeżeli wprowadzimy wartość skuteczną prądu w amperach:

$$I_{sk} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot 10$$

to podstawiając do wzoru:

$$P = 16000 \cdot \pi^4 \cdot \frac{M^2}{\lambda^4}$$

powyższe zależności znajdziemy średnią moc promieniowania:

$$P = 312000 \cdot \frac{(SZ)^2}{\lambda^4} \cdot I_{sk}^2$$

68. Oporność promieniowania i promienność. Dla oscylatorów elementarnych mamy moc promieniowania:

$$P_o = 4380 \cdot 10^{-20} \cdot f^2 \cdot I_{sk}^2 \, \delta z^2$$

$$P_z = 19200 \cdot 10^{-40} f^4 I_{sk}^2 \cdot \delta z^4$$

Wprowadzając prąd skuteczny w amperach według zależności:

$$I_m = I_{sk} \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-1}$$

Otrzymamy:

$$P_o = 87{,}6 \cdot 10^{-20} \cdot f^2 \cdot \delta z^2 \cdot I_{sk}^2$$

$$P_z = 384 \cdot 10^{-40} \cdot f^4 \cdot \delta z^4 \cdot I_{sk}^2$$

Pozatem z poprzednich wywodów mamy dla oscylatora linjowego:

$$P_{lin}=640\frac{h^2}{\lambda^2}\cdot I_{sk}^2$$

Dla anteny Marconiego:

$$P_{M}=640\frac{h^2}{\lambda^2}\cdot I_{sk}^2$$

Dla anteny teowej:

$$P_{AT}=1600\frac{h^2}{\lambda^2}I_{sk}^2$$

Dla anteny ramowej

$$P_{AR}=3120\frac{(SZ)^2}{\lambda^4}\cdot I_{sk}^2$$

Z tych wzorów widzimy że wszystkie moce są proporcjonalne do kwadratu skutecznej wartości natężenia prądu. Więc ogólnie można napisać, że

$$P=R\cdot I_{sk}^2$$

Spółczynnik R w tych wszystkich wyrazów nosi nazwę oporności promieniowania.

Tak np. oporność promieniowania anteny Marconiego będzie:

$$R_{AM}=640\cdot\frac{h^2}{\lambda^2}$$

Uwzględniając że tu

$$h \cong \frac{1}{4}\lambda$$

Znajdziemy:

$$R_{AM} = 40\,\Omega$$

Uwzględniając ,że:

$$\lambda = \frac{\mathcal{U}}{f}, \quad a \quad f = \frac{\bar{\omega}}{2\pi}$$

Łatwo przekonać się ,że oporność promieniowania oscylatorów i anten otwartych wypada proporcjonalna do $\bar{\omega}^2$ natomiast oscylatorów i anten zamkniętych proporcjonalna do ω^4.

Możemy więc napisać.

$$R_0 = S_0 \cdot \bar{\omega}^2 \; ; \; R_Z = S_Z \cdot \omega^4$$

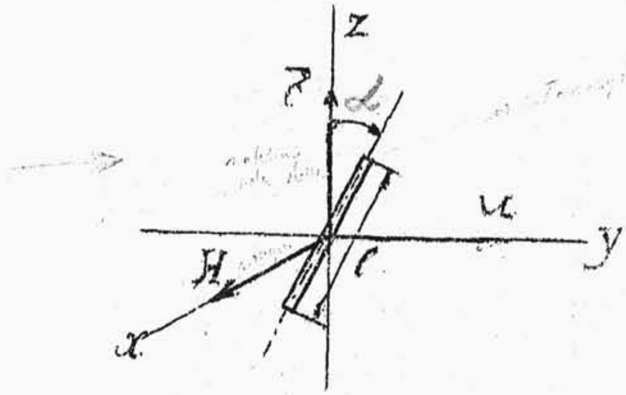
Spółczynniki:

$$S_0 \, , \, S_Z$$

nazywamy promiennością odpowiednich układów.

69. <u>Siła elektromotoryczna wywołana falami elektromagnetycznemi w linjowej antenie.</u> Fale elktromagnetyczne biegną wzdłuż osi y , natężenie pola magnetycznego jest skierowane wzdłuż osi x , a natężenie pola elektrycznego wzdłuż osi Z .

Odbiorcza antena linjowa ma postać prostego drutu o długości l , znajdującego się w płaszczyźnie zy pod kątem α względem osi Z .



rys.91.

Pole elektryczne w początku spółrzędnych ma natężenie, które może być wyrażone wzorem:

$$F = F_m \cdot \sin\chi \; ; \quad \chi = mr - \omega t$$

Przyjmując że oscylator jest daleko, a fala dość długa w porównaniu do odległości różnych punktów anteny od osi Z możemy napisać następujący wzór na siłę elektromotoryczną wzbudzoną polem elektrycznem:

$$\mathcal{E}_t = F_m \cdot l \cos\alpha \cdot \sin\chi$$

Wzór ten opiera się na znanym z teorji elektromagnetyzmu określeniu pojęcia siły elektromotorycznej jako iloczyn rzutu natężenia pola elektrycznego na kierunek, w którym obliczamy siłę elektromotoryczną, przez długość drogi, na której wyznaczamy siłę elektromotoryczną.

Powyższy wzór wyraża siłę elektromotoryczną w jednostkach c.g.s.E.S.

Uwzględniając że 1 c.g.s.E.S., siły elektromotorycznej = 300 woltów otrzymamy:

$$\mathcal{E}_t = F_m \cdot l \cdot \cos\alpha \cdot \sin\chi \cdot 300 \text{ woltów}$$

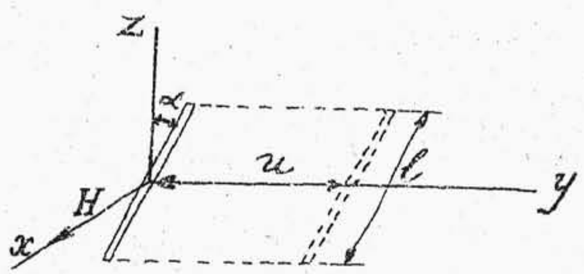
Pole magnetyczne ma natężenie w początku spółrzędnych:

$$H_t = H_m \cdot \sin\chi$$

ono również wzbudza siłe elektromotoryczną tak zwaną siłą elektromotoryczną indukcji, którą można obliczyć według wzoru:

$$\mathcal{E}_t = \frac{d\Phi}{dt}$$

gdzie $d\Phi$ jest strumień magnetyczny przecięty przez przewodnik w czasie dt.



rys.92.

Uwzględniając, że linje sił magnetycznych poruszają się z szybkością u względem przewodnika w kierunku osi y wypadnie rys.92.

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{l \cdot \cos\alpha \cdot u \cdot H_t}{1 sek.}$$

a więc:

$$\mathcal{E}_t = H_m \cdot l \cdot \cos\alpha \cdot \sin\chi \cdot u$$

w jednostkach c.g.s.E.M. a uwzględniając że $u = 3 \cdot 10^{10} cm/sek$ i że 1 c.g.s.E.M. siły elektromotorycznej $= 10^{-8}$ woltów otrzymamy siłę elektromotoryczną w woltach.

$$\mathcal{E}_t = H_m \, l \cos\alpha \cdot \sin\chi \cdot 300 \text{ woltów}$$

Uwzględniając że natężenie pola elektrycznego w c.g.s.E.S. i natężenie pola magnetycznego w c.g.s.E.M. wyrażają się temi samemi liczbami widzimy że siły elektromotoryczne wywołane polem elektrycznem i polem magnetycznem wyrażają się w woltach temi samemi liczbami, więc są równe.

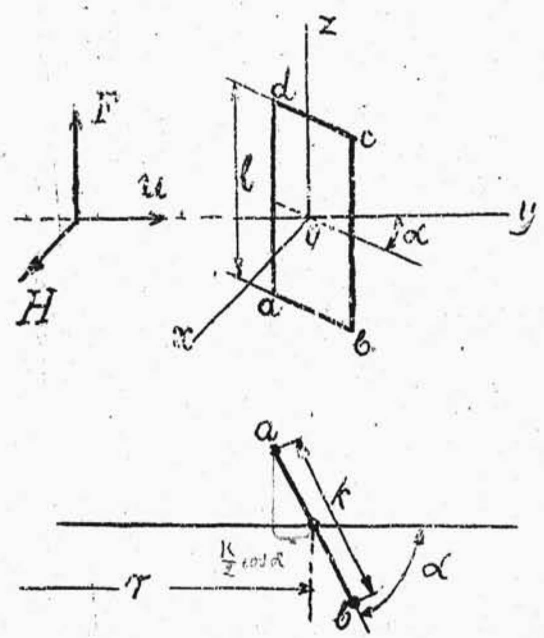
One są wzbudzone w tym samym przewodniku i nie dodają się, a każda z nich stanowi siłę elektromotoryczną wzbudzoną polem elektromagnetycznym.

Pod wpływem tej siły elektromotorycznej działają odbiorniki zazwyczaj mniej lub więcej dokładnie nastrojone do rezonansu z jej zmiennością.

Największą siłę elektromotoryczną otrzymamy w antenie linjowej, gdy $\alpha=0$ t.j. gdy przewodnik będzie równoległy do kierunku natężenia pola elektrycznego F.

70.Siły elektromotoryczne w odbiorniku ramowym.

Umieszczamy antenę ramową składającą się z jednego prostokątnego zwoju drutu tak aby w jej płaszczyźnie leżała oś Z i aby ad było równoległe do Z.



rys.93.

Względem osi y płaszczyzna anteny jest położona pod $\measuredangle\alpha$ i jej środek znajduje się w środku spółrzędnych; długość jednego boku jest l drugiego l'. Układ pól taki sam jak porzednio.

Obliczymy siłę elektromotoryczną wypadkową