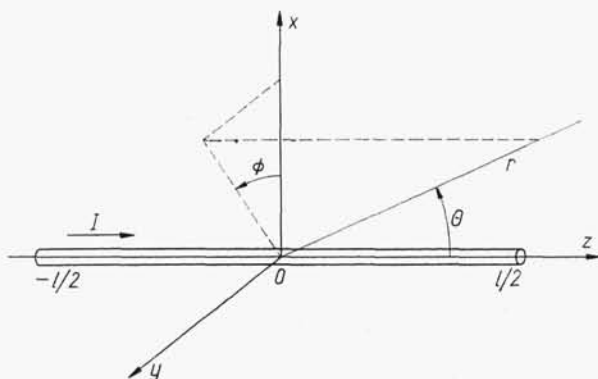


## 5.1. PRZEWODNIK PROSTOLINIOWY Z FALĄ BIEŻĄCĄ

Rozważmy przewodnik prostoliniowy, którego oś pokrywa się z osią  $z$  (rys. 5-1) i wzdłuż którego, w kierunku dodatnich  $z$ , rozchodzi się z prędkością  $v$  fala bieżąca. Jeśli pominie się tu mienie, to rozkład prądu wzdłuż przewodnika wyraża się następującą zależnością:

$$I(z) = I_0 e^{-j\beta z} \quad (5-1)$$

przy czym  $\beta = \omega/v$  — stała fazowa fali rozchodzącej się wzdłuż przewodnika.



Rys. 5-1. Przewodnik prostoliniowy z falą bieżącą

Pole w strefie promieniowania wytwarzane przez ten przewodnik znajdziemy korzystając ze wzoru (2-40). Po wykonaniu całkowania otrzymujemy

$$E_\theta = \frac{j60I_0}{r} e^{-jkr} \sin \Theta \frac{\sin \left[ \frac{kl}{2} \left( \frac{\beta}{k} - \cos \Theta \right) \right]}{\frac{\beta}{k} - \cos \Theta} \quad (5-2)$$

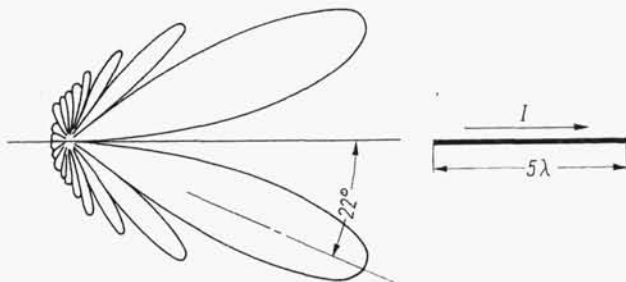
W szczególności jeśli przewodnik jest umieszczony w swobodnej przestrzeni, to prędkość rozchodzenia się fali wzdłuż przewodnika jest równa prędkości światła w próżni i wyrażenie (5-2) sprowadza się do postaci

$$E_\theta = \frac{j60I_0}{r} e^{-jk_0 r} \sin \Theta \frac{\sin \left[ \frac{k_0 l}{2} (1 - \cos \Theta) \right]}{1 - \cos \Theta} \quad (5-3)$$

Charakterystyka promieniowania przewodnika z falą biejącą przy założeniu  $v = c$  wyraża się więc wzorem

$$f(\theta) = \sin \theta \frac{\sin \left[ \frac{k_0 l}{2} (1 - \cos \theta) \right]}{1 - \cos \theta} \quad (5-4)$$

Drugi czynnik we wzorze (5-4) osiąga maksimum dla  $\theta = 0$ , jednocześnie jednak pierwszy czynnik jest równy zero. W związku z tym przewodnik nie promieniuje wzdłuż swojej osi, a kierunek maksymalnego promieniowania tworzy z osią przewodnika tym mniejszy kąt, im większa jest jego długość mierzona w długościach



Rys. 5-2. Charakterystyka promieniowania prostoliniowego przewodnika z falą biejącą ( $l = 5\lambda$ ,  $v = c$ )

fali. Kierunek maksymalnego promieniowania oraz kierunki listków bocznych znajdujemy różniczkując wyrażenie (5-4) względem  $\theta$  i przyrównując pochodną do zera; otrzymujemy wówczas

$$\cos \theta_{max}^{(m)} = 1 - x_m \frac{\lambda}{l} \quad (5-5)$$

przy czym  $x_m$  jest  $m$ -tym pierwiastkiem następującego równania:

$$2\pi x - \frac{\lambda_0}{\pi l} (\pi x)^2 = \operatorname{tg}(\pi x) \quad (5-6a)$$

Jeśli długość przewodnika jest znacznie większa od długości fali, to możemy pominąć drugi człon po lewej stronie równania (5-6a) i wtedy otrzymujemy równanie niezależne od długości przewodnika

$$2\pi x = \operatorname{tg}(\pi x) \quad (5-6b)$$

Pierwsze pięć pierwiastków tego równania ma następujące wartości: 0,371; 1,466; 2,480; 3,486; 4,495.

Miejsca zerowe charakterystyki promieniowania znajdujemy przyrównując prawą stronę zależności (5-4) do zera; otrzymujemy wówczas

$$\cos \theta_0^{(n)} = 1 - n \frac{\lambda_0}{l} \quad (5-7)$$

Przykład charakterystyki promieniowania przewodnika z falą biejącą o długości  $l = 5\lambda$  przedstawiono na rys. 5-2. Kształt charakterystyki promieniowania poje-

dynczego przewodnika z falą biejącą nie jest dogodny do praktycznych zastosowań. Dlatego też przewodnik z falą biejącą na ogół nie jest wykorzystywany jako samodzielna antena, ale wchodzi w skład bardziej skomplikowanych anten.

Moc promieniowaną przez przewodnik z falą biejącą znajdziemy całkując wektor Poyntinga po powierzchni kuli o dostatecznie dużym promieniu

$$P_{pr} = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \frac{|E_\theta|^2}{\zeta_0} r^2 \sin \theta d\theta d\phi \quad (5-8)$$

Podstawiając na  $E_\theta$  wyrażenie (5-3) i wykonując całkowanie otrzymujemy

$$P_{pr} = 30I_0^2 \left[ \text{Cin}(2k_0 l) + \frac{\sin(2k_0 l)}{2k_0 l} - 1 \right] \quad (5-9)$$

Założmy, że moc ta wydziela się w hipotetycznej rezystancji promieniowania

$$P_{pr} = \frac{1}{2} I_0^2 R_{pr} \quad (5-10)$$

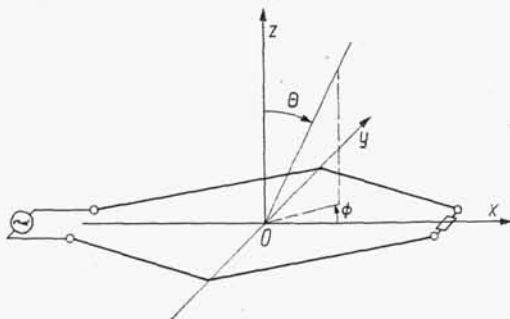
Porównując zależności (5-9) i (5-10) wyznaczamy rezystancję promieniowania przewodnika z falą biejącą

$$R_{pr} = 60 \left[ \text{Cin}(2k_0 l) + \frac{\sin(2k_0 l)}{2k_0 l} - 1 \right] \quad (5-11)$$

## 5.2. ANTENA ROMBOWA

### 5.2.1. Charakterystyka promieniowania

Przykładem praktycznego wykorzystania przewodników z falą biejącą może być antena rombowa. Tworzą ją cztery jednakowe, prostoliniowe przewodniki ułożone w kształcie rombu (rys. 5-3). Z jednej strony przewodniki te są dołączone do generatora, z drugiej — obciążone rezystancją o wartości zapewniającej wystąpienie fali biejącej.



Rys. 5-3. Antena rombowa