

### PRZYKŁAD 4.3

Przeanalizować rozkład fali elektromagnetycznej wzdłuż linii na przykładzie linii 400 kV z Przykładu 4.1.

Przykładowy rozkład składowej urojonej fali podstawowej dla częstotliwości  $f_p = 2000$  Hz w linii 400 kV o długości  $l = 300$  km jest pokazany na rys. 1. Dla porównania, pokazane są dwie fale stojące napięcia składowej zgodnej oraz składowej zerowej. Krzywe te odpowiadają następującym funkcjom:

$$U_1(x) = \operatorname{Re}(A_1(x, j\omega_p)U_{a1}(j\omega_p)), \quad U_0(x) = \operatorname{Re}(A_0(x, j\omega_p)U_{a0}(j\omega_p)),$$

przy czym:  $A_1(x, j\omega_p) = e^{-(\alpha_{p1} + j\beta_{p1})x}$ ,  $A_0(x, j\omega_p) = e^{-(\alpha_{p0} + j\beta_{p0})x}$ ,  $|U_{a1}(j\omega_p)| = |U_{a0}(j\omega_p)| = 1$ ;

indeks  $p$  odnosi się do wybranej częstotliwości (pominięto go w oznaczeniu napięć  $U_0(x)$  i  $U_1(x)$ ), natomiast indeksy 0, 1 wskazują na odpowiednie składowe.

Parametry linii dla częstotliwości  $f_p = 2000$  Hz (Przykład 4.1): są podane w Tabelicy 1.

Tabelica 1. Parametry linii 400 kV dla częstotliwości 2 kHz

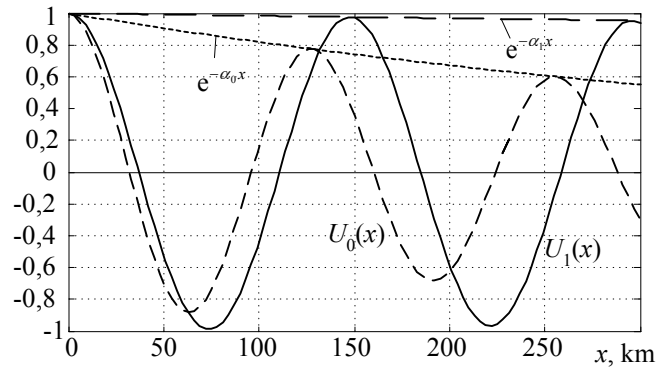
Wielkość	Składowa zgodna	Składowa zerowa
$R'$ , $\Omega/\text{km}$	0,09619	2,0075
$L'$ , $\text{mH}/\text{km}$	1,0194	1,968
$C'$ , $\mu\text{F}$	0,01123	0,00779
$\alpha$ , $\text{Np}/\text{km}$	$1,596 \cdot 10^{-4}$	0,0020
$\beta$ , $\text{rad}/\text{km}$	0,0425	0,0491

Parametry elektryczne linii są obliczane z wykorzystaniem pliku wsadowego z danymi: *L400\_FA.dat*. W rezultacie obliczeń z wykorzystaniem programu ATP-EMTP uzyskuje się plik wynikowy *L400\_FA.lis*. Dane te można wykreślić za pomocą programu *fala1.m*.

Długość fali rozpatrywanych przebiegów można określić badając zmianę fazy funkcji  $A_1(x, j\omega_p)$  oraz  $A_0(x, j\omega_p)$ . Otrzymamy następującą ogólną zależność:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta},$$

co, w danym przypadku, daje następujące wartości:  $\lambda_0 = 128,097$  km oraz  $\lambda_1 = 147,776$  km.



Rys. 1. Rozkład fali pierwotnej wzdłuż linii

Prędkość rozchodzenia się fali zależy od jej długości i częstotliwości zgodnie ze znaną zależnością:

$$v = \lambda f = \frac{\omega}{\beta}, \text{ zatem: } v_0 = 2,562 \cdot 10^5 \text{ km/s}, v_1 = 2,955 \cdot 10^5 \text{ km/s}.$$

Jak widać, prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej w dużym stopniu zależy od parametrów linii. Ponadto, tłumienie w ekwiwalentnej linii faza-faza jest znacznie mniejsze niż w przypadku, gdy przewodem powrotnym jest ziemia (dla składowej zerowej).