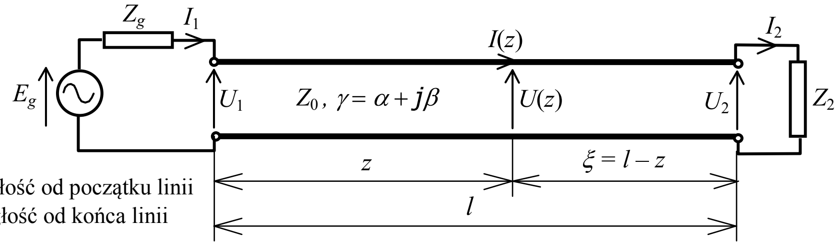
Najważniejsze wzory do analizy linii długiej



z – odległość od początku linii
ξ – odległość od końca linii

Linia ze stratami: $\gamma = \alpha + j\beta$	**Linia bez strat:** $\alpha = 0, \quad \gamma = j\beta, \quad \beta = \frac{\omega}{\upsilon} = \frac{2\pi}{\lambda}$
Napięcie $U(z)$ i prąd $I(z)$ – uzależnione od odległości od generatora	
$U_1^+ = \frac{U_1 + Z_0 I_1}{2}, \quad U_1^- = \frac{U_1 - Z_0 I_1}{2}$	
$\begin{cases} U(z) = U_1^+ e^{-\gamma z} + U_1^- e^{\gamma z} \\ I(z) = \frac{U_1^+}{Z_0} e^{-\gamma z} - \frac{U_1^-}{Z_0} e^{\gamma z} \end{cases}$	$\begin{cases} U(z) = U_1^+ e^{-j\beta z} + U_1^- e^{j\beta z} \\ I(z) = \frac{U_1^+}{Z_0} e^{-j\beta z} - \frac{U_1^-}{Z_0} e^{j\beta z} \end{cases}$
dla linii dopasowanej na końcu ($Z_2 = Z_0$): $U_1^+ = U_1, \quad U_1^- = 0, \quad I_1^+ = I_1, \quad I_1^- = 0$	
$\begin{cases} U(z) = U_1 e^{-\gamma z} \\ I(z) = \frac{U_1}{Z_0} e^{-\gamma z} \end{cases}$	$\begin{cases} U(z) = U_1 e^{-j\beta z} \\ I(z) = \frac{U_1}{Z_0} e^{-j\beta z} \end{cases}$
Napięcie $U(\xi)$ i prąd $I(\xi)$ – uzależnione od odległości od obciążenia	
$U_2^+ = \frac{U_2 + Z_0 I_2}{2}, \quad U_2^- = \frac{U_2 - Z_0 I_2}{2}$	
$\begin{cases} U(\xi) = U_2^+ e^{\gamma \xi} + U_2^- e^{-\gamma \xi} \\ I(\xi) = \frac{U_2^+}{Z_0} e^{\gamma \xi} - \frac{U_2^-}{Z_0} e^{-\gamma \xi} \end{cases}$	$\begin{cases} U(\xi) = U_2^+ e^{j\beta \xi} + U_2^- e^{-j\beta \xi} \\ I(\xi) = \frac{U_2^+}{Z_0} e^{j\beta \xi} - \frac{U_2^-}{Z_0} e^{-j\beta \xi} \end{cases}$
dla linii dopasowanej na końcu ($Z_2 = Z_0$): $U_2^+ = U_2, \quad U_2^- = 0, \quad I_2^+ = I_2, \quad I_2^- = 0$	
$\begin{cases} U(\xi) = U_2 e^{\gamma \xi} \\ I(\xi) = \frac{U_2}{Z_0} e^{\gamma \xi} \end{cases}$	$\begin{cases} U(\xi) = U_2 e^{j\beta \xi} \\ I(\xi) = \frac{U_2}{Z_0} e^{j\beta \xi} \end{cases}$
Przekształcona postać wzorów opisujących $U(\xi)$ i $I(\xi)$ – równania łańcuchowe linii jako czwórnika	
$\begin{cases} U(\xi) = U_2 \cosh \gamma\xi + Z_0 I_2 \sinh \gamma\xi \\ I(\xi) = \frac{U_2}{Z_0} \sinh \gamma\xi + I_2 \cosh \gamma\xi \end{cases}$	$\begin{cases} U(\xi) = U_2 \cos \beta\xi + jZ_0 I_2 \sin \beta\xi \\ I(\xi) = j\frac{U_2}{Z_0} \sin \beta\xi + I_2 \cos \beta\xi \end{cases}$
Impedancja wejściowa	
$Z_{we} = Z_0 \frac{Z_2 + Z_0 \mathrm{tgh}\gamma l}{Z_0 + Z_2 \mathrm{tgh}\gamma l}$	$Z_{we} = Z_0 \frac{Z_2 + jZ_0 \mathrm{tg}\beta l}{Z_0 + jZ_2 \mathrm{tg}\beta l}$
Współczynnik odbicia i jego związek z impedancją wejściową $Z(\xi)$ w dowolnej odległości ξ od końca	
$\Gamma_2 = \frac{U_2^-}{U_2^+} = \frac{I_2^-}{I_2^+} = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0} \qquad \Gamma(\xi) = \frac{Z(\xi) - Z_0}{Z(\xi) + Z_0}$	$Z(\xi) = Z_0 \frac{1 + \Gamma(\xi)}{1 - \Gamma(\xi)}$
$\Gamma(\xi) = \Gamma_2 e^{-2\gamma\xi}$	$\Gamma(\xi) = \Gamma_2 e^{-j2\beta\xi}$ Dla linii bez strat: $\lvert\Gamma(\xi)\rvert = \lvert\Gamma_2\rvert$.
	Współczynnik fali stojącej
	$WFS = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{1 + \lvert\Gamma_2\rvert}{1 - \lvert\Gamma_2\rvert} = \frac{1 + \lvert\Gamma(\xi)\rvert}{1 - \lvert\Gamma(\xi)\rvert}$

Równoważne zapisy napięcia w dziedzinie częstotliwości $U(j\omega)$ i w dziedzinie czasu $u(t)$:

$$U(j\omega) = \lvert U\rvert e^{j\varphi} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} e^{j\varphi} \qquad u(t) = \lvert U\rvert \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$