Calcolo di tensione e corrente per una linea ad alta frequenza e grafici

Per alta frequenza si intende quella dell'onda elettromagnetica che dà luogo ad una lunghezza d'onda comparabile con la lunghezza fisica della linea. Solo in questo caso si presentano fenomeni di stazionarietà dell'onda con ventri e nodi.
Il programma, partendo dalle soluzioni in regime sinusoidale dell'equazione differenziale del telegrafista, permette di trovare tensione, corrente e potenza in un qualsiasi punto della linea.
La linea è non dissipativa (attenuazione nulla), quindi la potenza risulta costante in qualsiasi punto.
I grafici del modulo della tensione (in nero) e di quello della corrente (in rosso) in funzione della distanza dal carico danno una visione immediata della presenza o meno di onde stazionarie.
Se Zl è puramente resistiva ed è uguale a Zo non si hanno ventri e nodi, il modulo di I e di V risulta costante mentre in tutti gli altri casi risulta dipendente dalla distanza.
I massimi e i minimi di I e di V distano tra loro $\lambda/2$, tra un massimo e un minimo la distanza è di $\lambda/4$ e dove c'è un massimo di tensione là c'è un minimo di corrente.
Numero di punti costituenti il grafico: non bisogna esagerare! Con 512 MB di RAM è possibile arrivare a 100000 punti, oltre, possono verificarsi problemi nell'elaborazione, comunque 1000 sono più che sufficienti.
I grafici hanno dimensione costante, viene invece variata la scala.
A causa delle convenzioni adottate per le linee per cui il carico è posto nell'origine dell'asse x, ho posto il carico a sinistra e il generatore a destra.
Per determinare i valori di tensione e corrente lungo la linea ho usato la soluzione dell'equazione differenziale del telegrafista che fornisce tensione e corrente come numeri complessi:

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

$$V(x) = v_d e^{j\beta x} + v_r e^{-j\beta x}$$

$$I(x) = \frac{v_d}{Z_o} e^{j\beta x} - \frac{v_r}{Z_o} e^{-j\beta x}$$

$$v_d = onda \quad \rightarrow \quad diretta$$

$$v_r = onda \quad \leftarrow \quad riflessa$$

$$e^{j\beta x} = \cos \beta x + j \sin \beta x$$

sono tutti numeri complessi eccetto Zo e x.

$$Z(x) = \frac{Z_l + jZ_o \tan \beta x}{1 + j \frac{Z_l}{Z_o} \tan \beta x}$$

$$V(l) = \frac{V_s}{Z_s + Z(l)} \cdot Z(l)$$

$$\rho(0) = \frac{Z_l - Z_o}{Z_l + Z_o}$$

$$v_d = \frac{V(l)}{e^{j\beta l} + \rho(0) e^{-j\beta l}}$$

$$v_r = \rho(0) v_d$$

Per trovare l'impedenza in un punto generico della linea x ho semplicemente fatto il rapporto tra V(x) e I(x) ottenendo risultati uguali a quelli ottenuti applicando la formula dell'impedenza .
Per trovare la potenza dissipata sul carico (uguale a quella transitante lungo la linea poiché per ipotesi la linea ha attenuazione nulla), ho trovato la parte reale del prodotto di V(x) e del coniugato di I(x).

I dati inseriti nelle finestrelle servono solo come esempio e possono essere variati secondo esigenze.

Nel grafico ingrandito il puntatore del mouse assume la forma di una croce e nelle caselle indicate vengono fornite le coordinate del punto sul grafico cioè tensione o corrente e distanza dal carico rapportata alla lunghezza d'onda.