Linea con 2 fili + massa - assimmetrici

Dati: C_1, C_2, C_m - L_1, L_2, L_m

Matrice della linea: $\underline{\underline{L}} \cdot \underline{\underline{C}} = \begin{bmatrix} P_1 & Q_1 \\ Q_2 & P_2 \end{bmatrix}$

$$P_1 = -\omega^2[L_1(C_1+C_m) - L_m C_m]$$
$$P_2 = -\omega^2[L_2(C_2+C_m) - L_m C_m]$$
$$Q_1 = -\omega^2[L_m(C_2+C_m) - L_1 C_m]$$
$$Q_2 = -\omega^2[L_m(C_1+C_m) - L_2 C_m]$$

Autovalori $\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}\left[(P_1+P_2) \pm \sqrt{(P_1-P_2)^2 + 4Q_1Q_2}\;\right]$

Autovettori non normalizzati: $\underline{U}_{V1} = \begin{bmatrix} 1 \\ -\dfrac{Q_2}{P_2-\lambda_1} \end{bmatrix}$ $\quad \underline{U}_{V2} = \begin{bmatrix} -\dfrac{Q_1}{P_1-\lambda_2} \\ 1 \end{bmatrix}$

Matrice degli autovettori: $\underline{\underline{M}}_V = \left[\underline{U}_{V1} \vdots \underline{U}_{V2}\right]$

Velocità di fase: $v_f = \sqrt{-\dfrac{\omega^2}{\lambda}}$ NB: ne esiste una per ogni autovalore

\- - -

Legame $\underline{\underline{M}}_V \sim \underline{\underline{M}}_I$: $\underline{\underline{M}}_I = \left(\underline{\underline{M}}_V^T\right)^{-1}$

\- - -

Autovettori normalizzati: $\underline{u}_V = n_v \cdot \underline{U}_V$ NB: ne esiste una per ogni autovalore

Normalizzazione in equimodulo: $n_v = \dfrac{\sqrt{\dfrac{\underline{U}_I^T \cdot \underline{U}_I}{\underline{U}_V^T \cdot \underline{U}_V}}}{\underline{U}_I^T \cdot \underline{U}_I}$

\- - -

Impedenza modale: $Z_\infty = \dfrac{1}{jk}\sqrt{\dfrac{\underline{U}_I^T \cdot (-\omega^2)\, \underline{\underline{L}} \cdot \underline{U}_I}{\underline{U}_I^T \cdot \underline{U}_I}}$ $\quad Z_\infty = \dfrac{1}{jk}\dfrac{\underline{u}_I^T \cdot j\omega\, \underline{\underline{L}} \cdot \underline{u}_V}{\underline{u}_I^T \cdot \underline{u}_V}$

Linee multifilari (2 fili + massa - simmetriche)

Dati: C, C_m - L, L_m

I conti si semplificano:
Linea 1 --> dispari
Linea 2 --> pari

$$\lambda_p = -\omega^2 C(L+L_m)$$
$$\lambda_d = -\omega^2 C(L-L_m)(C-2C_m) \qquad v_{fp} = \frac{\omega}{\sqrt{-\lambda_p}} \qquad v_{fd} = \frac{\omega}{\sqrt{-\lambda_d}}$$

$$\underline{\underline{M}}_I = \underline{\underline{M}}_V = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \qquad Z_{\infty p} = \sqrt{\frac{L+L_m}{C}} \qquad Z_{\infty d} = \sqrt{\frac{L-L_m}{C+2C_m}}$$

Tensioni - Correnti su linea simmetrica

Dati: l - f - β_p e β_d - $Z_{\infty p}$ e $Z_{\infty d}$ - $V(0)$ e $I(0)$

Passagio fisiche --> modali:

$$\underline{V}^m(0) = \underline{\underline{M}}_V^{-1} \cdot \underline{V}(0) = \underline{\underline{M}}_I^T \cdot \underline{V}(0) = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\underline{I}^m(0) = \underline{\underline{M}}_I^{-1} \cdot \underline{I}(0) = \underline{\underline{M}}_V^T \cdot \underline{I}(0) = \frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Movimento sulle linee: $V_d^+(0) = \dfrac{V_d(0) + Z_{\infty d} I_d(0)}{2}$ e $V_d^-(0) = \dfrac{V_d(0) - Z_{\infty d} I_d(0)}{2}$

Passaggio modali --> fisiche: $\underline{V}(l) = \underline{\underline{M}}_V \underline{V}^M(l)$ e $\underline{I}(l) = \underline{\underline{M}}_I \underline{I}^M(l)$