
EESC • USP
SEL0365 – Linhas de Transmissão de Energia Elétrica
Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Prof. Rogério Andrade Flauzino


EESC • USP
SEL0365 – Linhas de Transmissão de Energia Elétrica
Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
Escola de Engenharia de São Carlos
Universidade de São Paulo
Prof. Rogério Andrade Flauzino
CAPÍTULO 2
PARÂMETROS DE LINHAS EM COMPONENTES DE SEQUÊNCIA
160

EESC • USP

Componentes simetricas em sistema trifásico

- 1918: C. L. Fortescue, *Method of Symmetrical Coordinates Applied to the Solution of Polyphase Networks*
- Um sistema qualquer com *n* fases pode ser analisado por meio de *n* – 1 sistemas equilibrados e um sistema de sequência zero.

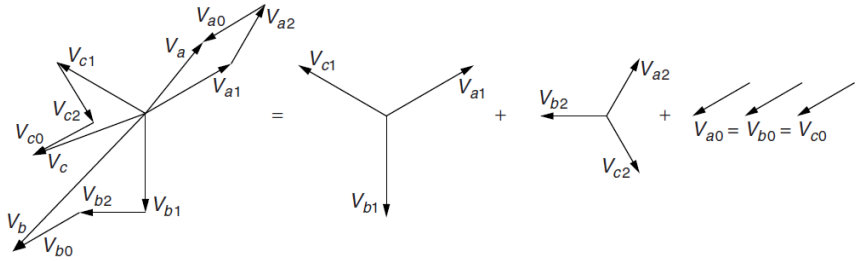
$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0}$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0}$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0}$$

EESC • USP

Componentes simetricas em sistema trifásico



$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix}$$

$$V_{abc} = AV_{012}$$

EESC • USP

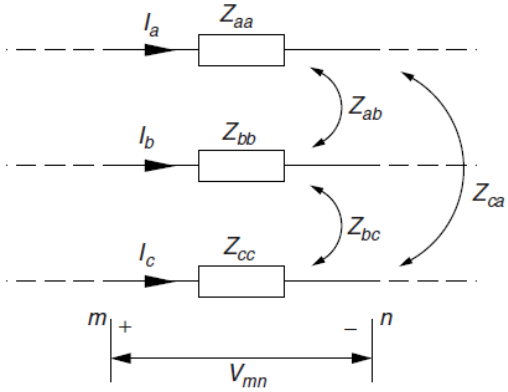
Componentes simetricas em sistema trifásico

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

$$V_{012} = A^{-1} V_{abc}$$

EESC • USP

Componentes simétricas em redes desbalanceadas



$$Z_{aa} \neq Z_{bb} \neq Z_{cc}$$

$$Z_{ab} \neq Z_{bc} \neq Z_{ca}$$

EESC • USP

Componentes simétricas em redes desbalanceadas

$$V_{mn} = \begin{bmatrix} V_{mn-a} \\ V_{mn-b} \\ V_{mn-c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{aa} & Z_{ab} & Z_{ac} \\ Z_{ba} & Z_{bb} & Z_{bc} \\ Z_{ca} & Z_{cb} & Z_{cc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix}$$

$$AV_{mn-012} = ZAI_{012}$$

$$\mathbf{V}_{mn-012} = A^{-1}ZAI_{012} = Z_{mn-012}I_{012}$$

EESC • USP

Componentes simétricas em redes desbalanceadas

$$Z_{mn-012} = \begin{bmatrix} (Z_{s0} + 2Z_{m0}) & (Z_{s2} - Z_{m2}) & (Z_{s1} - Z_{m1}) \\ (Z_{s1} - Z_{m1}) & (Z_{s0} - Z_{m0}) & (Z_{s2} + 2Z_{m2}) \\ (Z_{s2} - Z_{m2}) & (Z_{s1} + 2Z_{m1}) & (Z_{s0} - Z_{m0}) \end{bmatrix}$$

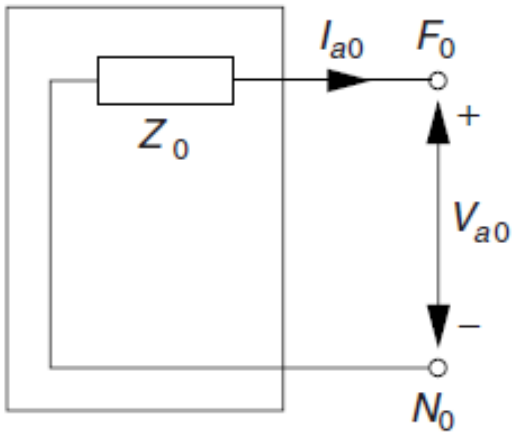
$$Z_{s0} = \tfrac{1}{3}(Z_{aa} + Z_{bb} + Z_{cc})$$
$$Z_{s1} = \tfrac{1}{3}(Z_{aa} + aZ_{bb} + a^2Z_{cc})$$
$$Z_{s2} = \tfrac{1}{3}(Z_{aa} + a^2Z_{bb} + aZ_{cc})$$

$$Z_{m0} = \tfrac{1}{3}(Z_{bc} + Z_{ca} + Z_{ab})$$
$$Z_{m1} = \tfrac{1}{3}(Z_{bc} + aZ_{ca} + a^2Z_{ab})$$
$$Z_{m2} = \tfrac{1}{3}(Z_{bc} + a^2Z_{ca} + aZ_{ab})$$

EESC • USP

Redes de sequencia

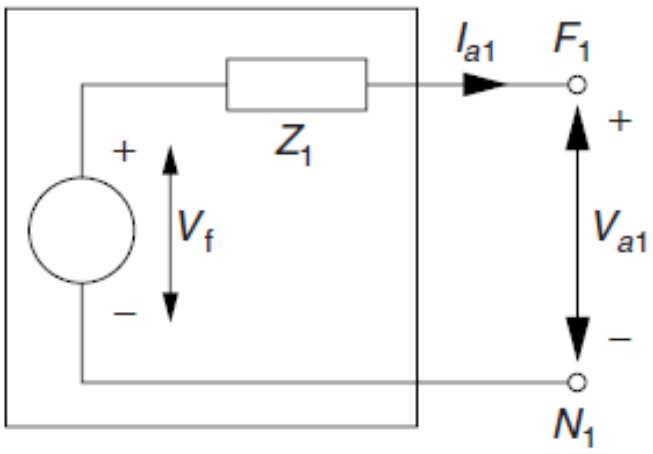
- Sequência zero



EESC • USP

Redes de sequencia

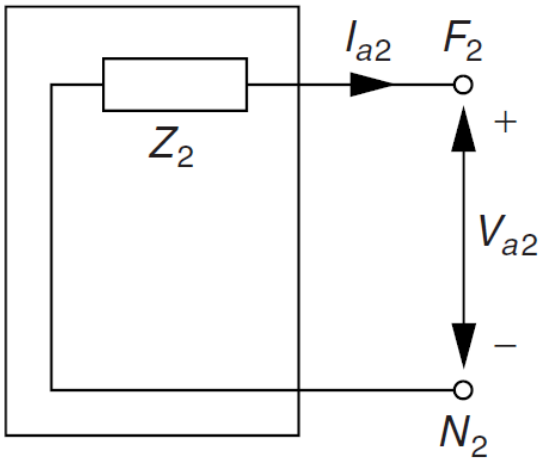
- Sequência positiva



EESC • USP

Redes de sequencia

- Sequência negativa



EESC • USP

Redes de sequencia

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ V_f \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix}$$