

4.6.3.2 Falta Doble, por Tramos

La Salida Gráfica está generalmente concebida con m (0...1) como Abscisas, una magnitud relacionada con la Medición de la Protección 21 como Ordenadas y eventualmente un parámetro tal como k_0 o Compensación si o no.

Cuando la Falta es Doble (m, p) cada Gráfica sería para una Falta p fija en posición y tipo. Con objeto de obtener la información más útil de la Salida Gráfica se considera, por su mayor probabilidad de ocurrencia, que la Falta Doble tiene lugar en el mismo Apoyo de la Línea Doble ($m = p$). El parámetro k_0 relacionará las Impedancias z_{s0} y z_{r0} . Los valores de z_{x0} y z_{y0} serán mantenidos fijos.

En estas circunstancias el planteamiento basado en las Barras Ficticias no resulta imprescindible y recurriremos a resolver los 5 casos posibles, correspondientes a Faltas en los 5 Tramos existentes, por ser fácilmente abordable y resultar matrices de menor tamaño.

Van a resultar 5 Matrices de Incidencia distintas, para Faltas dobles en cada uno de los 5 Tramos, y así mismo 5 Matrices de Impedancia Primitiva (0,1,2) correspondientes.

Se constatará que los resultados son iguales a los obtenidos con el planteamiento de nudos ficticios, lo cual significa la validez de ambos procedimientos.

En lo que sigue se desarrollan los fundamentos de los programas:

PG54ic2

PG54ni

PG54ico

La nomenclatura de estas denominaciones se explica en el Apto. 4.1 de esta Memoria.

Faltas en el Tramo 1:

Representamos la Red a tratar numerando las Barras reales y en Falta (m,p) y orientando los Elementos resultantes.

Se considera $m=p$

Definiciones:

E1 = Entronque 1

E2 = Entronque 2

Tramo 1 = Línea Doble entre S y E1

Tramo 2 = Línea Doble entre E1 y E2

Tramo 3 = Línea Doble entre E2 y R

Tramo 4 = Línea Doble entre E1 y X

Tramo 5 = Línea Doble entre E2 y Y

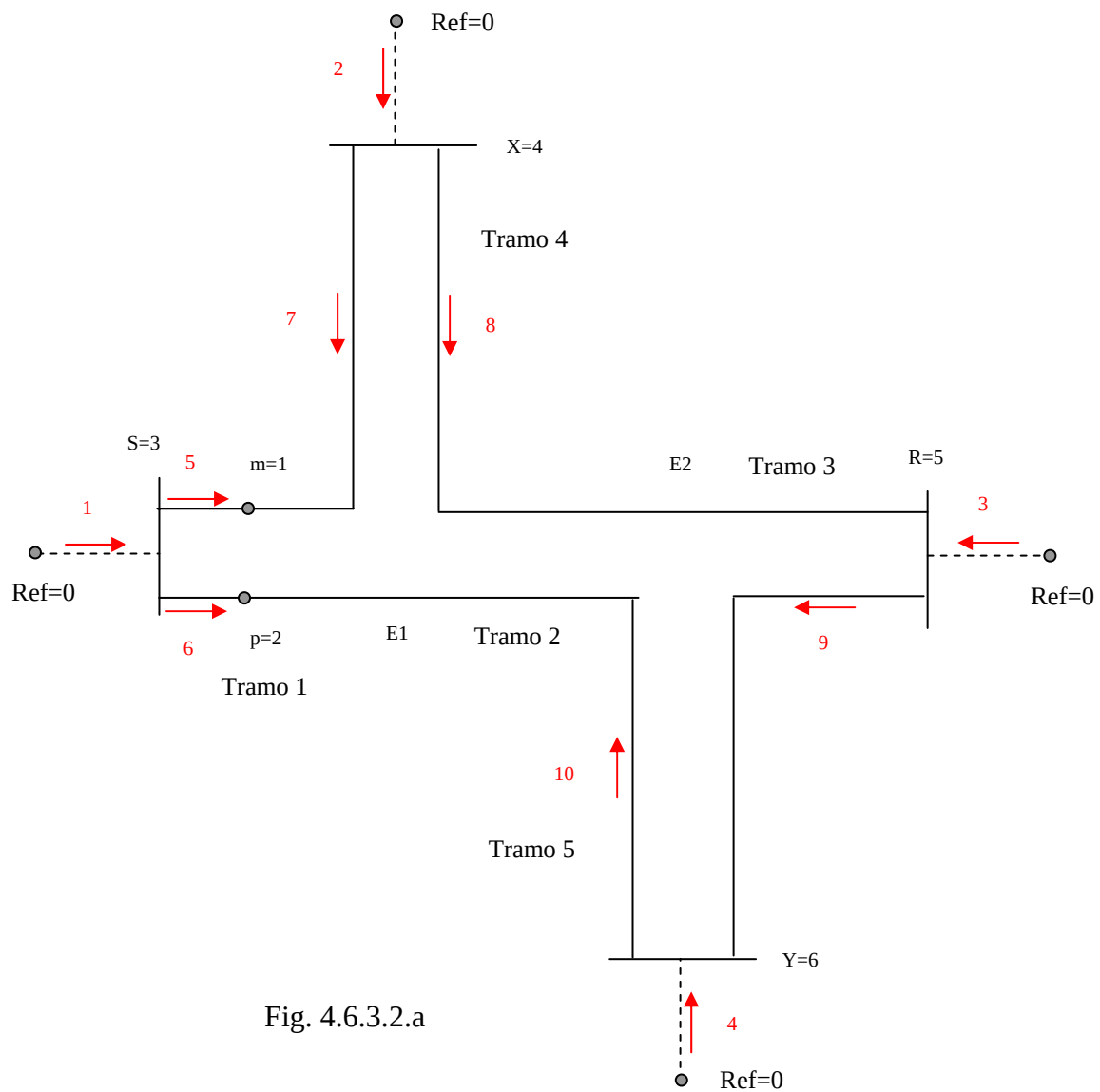


Fig. 4.6.3.2.a

Así mismo definimos:

m = Longitud de Línea S- m en pu de la Longitud de Línea S- E1

$$m = \frac{\overline{3-1}}{S-E1}$$

p = Longitud de Línea S- p en pu de la Longitud de Línea S- E1

$$p = \frac{\overline{3-2}}{S-E1}$$

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = m

Barra 2 = p

Barra 3 = S

Barra 4 = X

Barra 5 = R

Barra 6 = Y

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-3

Elemento 2 = Ref-4

Elemento 3 = Ref-5

Elemento 4 = Ref-6

Elemento 5 = 3-1

Elemento 6 = 3-2

Elemento 7 = 4-1

Elemento 8 = 4-5

Elemento 9 = 5-6

Elemento 10 = 6-2

Matriz de Incidencia Elemento-Barra de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0,1,2)

Dimensión de Minc=10 x 6

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,3)=-1;
Minc(2,4)=-1;
Minc(3,5)=-1;
Minc(4,6)=-1;
Minc(5,1)=-1; Minc(5,3)=1;
Minc(6,2)=-1; Minc(6,3)=1;
Minc(7,1)=-1; Minc(7,4)=1;
Minc(8,4)=1; Minc(8,5)=-1;
Minc(9,5)=1; Minc(9,6)=-1;
Minc(10,2)=-1; Minc(10,6)=1;

$$M_{inc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Secuencia 0:

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras, Secuencia 0, de la Red Total Externa a la Falta

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- $Z_{s0}, Z_{x0}, Z_{r0}, Z_{y0}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta m en el Tramo 1: valor de m, siendo $p=m$

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

(Elemento-Elemento)

Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Dimensión de z_{e0} = 10 x 10

Elementos no nulos de z_{e0} :

$$\begin{aligned} z_{e0}(1,1) &= z_{s0}; \\ z_{e0}(2,2) &= z_{x0}; \\ z_{e0}(3,3) &= z_{r0}; \\ z_{e0}(4,4) &= z_{y0}; \\ z_{e0}(5,5) &= z_{l0u} \cdot m \cdot L1; \\ z_{e0}(6,6) &= z_{l0u} \cdot p \cdot L1; \\ z_{e0}(7,7) &= z_{l0u} \cdot (L4 + (1-m) \cdot L1); \\ z_{e0}(8,8) &= z_{l0u} \cdot (L4 + L2 + L3); \\ z_{e0}(9,9) &= z_{l0u} \cdot (L3 + L5); \\ z_{e0}(10,10) &= z_{l0u} \cdot (L5 + L2 + (1-p) \cdot L1); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(5,6) &= z_{lM0u} \cdot m \cdot L1; \\ z_{e0}(7,8) &= z_{lM0u} \cdot L4; \\ z_{e0}(7,10) &= z_{lM0u} \cdot (1-p) \cdot L1; \\ z_{e0}(8,9) &= -z_{lM0u} \cdot L3; \\ z_{e0}(8,10) &= -z_{lM0u} \cdot L2; \\ z_{e0}(9,10) &= -z_{lM0u} \cdot L5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(6,5) &= z_{e0}(5,6); \\ z_{e0}(8,7) &= z_{e0}(7,8); \\ z_{e0}(10,7) &= z_{e0}(7,10); \\ z_{e0}(9,8) &= z_{e0}(8,9); \\ z_{e0}(10,8) &= z_{e0}(8,10); \\ z_{e0}(10,9) &= z_{e0}(9,10); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz 10 x 10, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble (m=p) en el Tramo 1:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta m en el Tramo 1: valor de m, siendo $p=m$

z_{e1} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e1}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e1} :

$$\begin{aligned} z_{e1}(1,1) &= z_{s1}; \\ z_{e1}(2,2) &= z_{x1}; \\ z_{e1}(3,3) &= z_{r1}; \\ z_{e1}(4,4) &= z_{y1}; \\ z_{e1}(5,5) &= z_{l1u} * m * L1; \\ z_{e1}(6,6) &= z_{l1u} * p * L1; \\ z_{e1}(7,7) &= z_{l1u} * (L4 + (1-m) * L1); \\ z_{e1}(8,8) &= z_{l1u} * (L4 + L2 + L3); \\ z_{e1}(9,9) &= z_{l1u} * (L3 + L5); \\ z_{e1}(10,10) &= z_{l1u} * (L5 + L2 + (1-p) * L1); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e1} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Positiva de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 1:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta m en el Tramo 1: valor de m, siendo $p=m$

z_{e2} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e2}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e2} :

$$\begin{aligned} z_{e2} (1,1) &= z_{s2}; \\ z_{e2} (2,2) &= z_{x2}; \\ z_{e2} (3,3) &= z_{r2}; \\ z_{e2} (4,4) &= z_{y2}; \\ z_{e2} (5,5) &= z_{l2u} * m * L1; \\ z_{e2} (6,6) &= z_{l2u} * p * L1; \\ z_{e2} (7,7) &= z_{l2u} * (L4 + (1-m) * L1); \\ z_{e2} (8,8) &= z_{l2u} * (L4 + L2 + L3); \\ z_{e2} (9,9) &= z_{l2u} * (L3 + L5); \\ z_{e2} (10,10) &= z_{l2u} * (L5 + L2 + (1-p) * L1); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e2} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Negativa de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 1:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Faltas en el Tramo 2:

Representamos la Red a tratar numerando las Barras reales y en Falta (m,p) y orientando los Elementos resultantes.

Se considera $m=p$

Definiciones:

E1 = Entronque 1

E2 = Entronque 2

Tramo 1 = Línea Doble entre S y E1

Tramo 2 = Línea Doble entre E1 y E2

Tramo 3 = Línea Doble entre E2 y R

Tramo 4 = Línea Doble entre E1 y X

Tramo 5 = Línea Doble entre E2 y Y

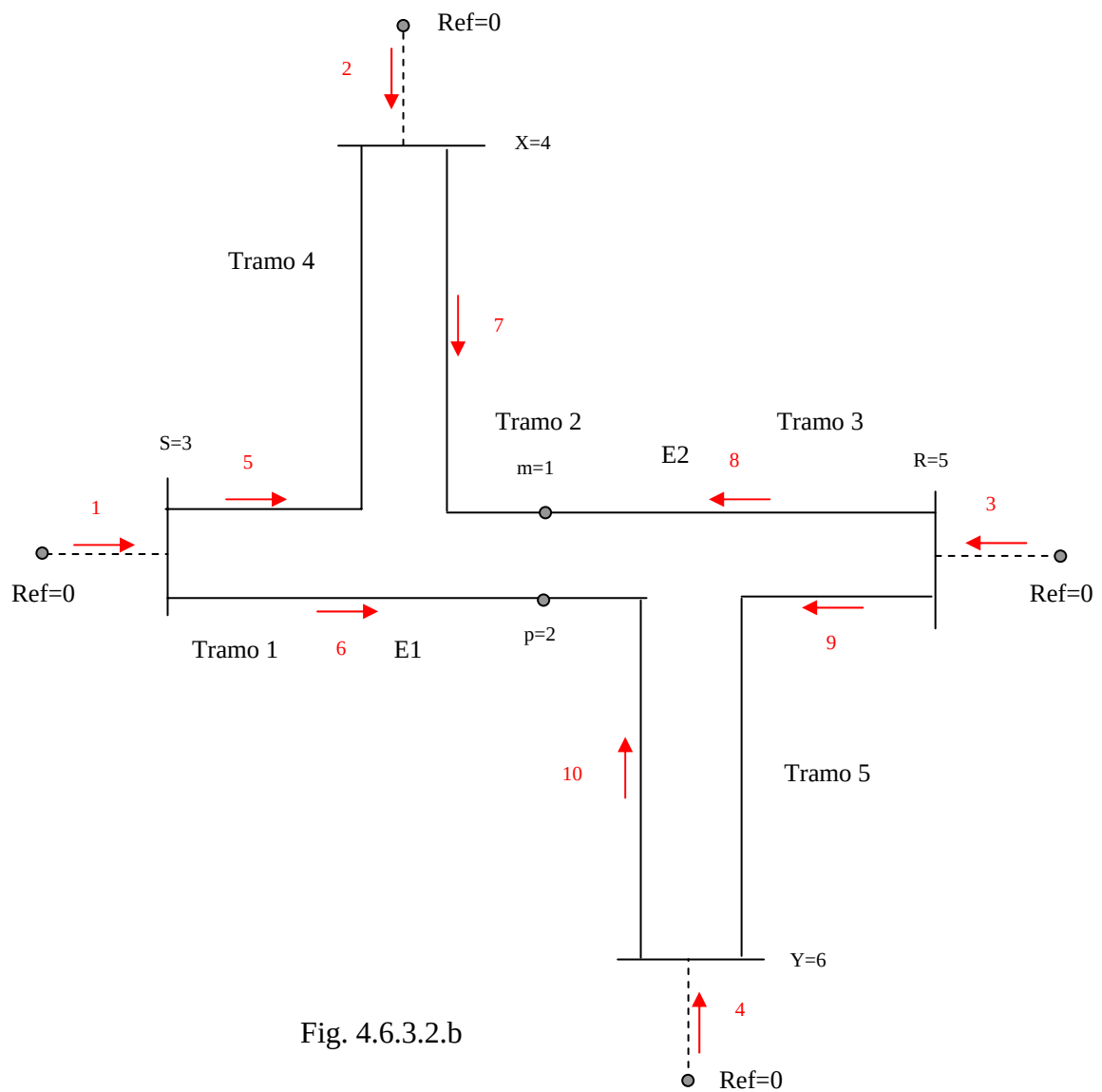


Fig. 4.6.3.2.b

Así mismo definimos:

m = Longitud de Línea E1- m en pu de la Longitud de Línea E1- E2

$$m = \frac{\overline{E1 - m}}{\overline{E1 - E2}}$$

p = Longitud de Línea E1- p en pu de la Longitud de Línea E1- E2

$$p = \frac{\overline{E1 - p}}{\overline{E1 - E2}}$$

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = m

Barra 2 = p

Barra 3 = S

Barra 4 = X

Barra 5 = R

Barra 6 = Y

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-3

Elemento 2 = Ref-4

Elemento 3 = Ref-5

Elemento 4 = Ref-6

Elemento 5 = 3-4

Elemento 6 = 3-2

Elemento 7 = 4-1

Elemento 8 = 5-1

Elemento 9 = 5-6

Elemento 10 = 6-2

Matriz de Incidencia Elemento-Barra de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0,1,2)

Dimensión de Minc=10 x 6

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,3)=-1;
Minc(2,4)=-1;
Minc(3,5)=-1;
Minc(4,6)=-1;
Minc(5,3)=1; Minc(5,4)=-1;
Minc(6,2)=-1; Minc(6,3)=1;
Minc(7,1)=-1; Minc(7,4)=1;
Minc(8,1)=-1; Minc(8,5)=1;
Minc(9,5)=1; Minc(9,6)=-1;
Minc(10,2)=-1; Minc(10,6)=1;

$$M_{inc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Secuencia 0:

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras, Secuencia 0, de la Red Total Externa a la Falta

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- $Z_{s0}, Z_{x0}, Z_{r0}, Z_{y0}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta m en el Tramo 2: valor de m, siendo $p=m$

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

(Elemento-Elemento)

Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e0} = 10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e0} :

$$\begin{aligned} z_{e0}(1,1) &= z_{s0}; \\ z_{e0}(2,2) &= z_{x0}; \\ z_{e0}(3,3) &= z_{r0}; \\ z_{e0}(4,4) &= z_{y0}; \\ z_{e0}(5,5) &= z_{l0u} * (L1 + L4); \\ z_{e0}(6,6) &= z_{l0u} * (L1 + p * L2); \\ z_{e0}(7,7) &= z_{l0u} * (L4 + m * L2); \\ z_{e0}(8,8) &= z_{l0u} * (L3 + (1-m) * L2); \\ z_{e0}(9,9) &= z_{l0u} * (L3 + L5); \\ z_{e0}(10,10) &= z_{l0u} * (L5 + (1-p) * L2); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(5,6) &= z_{lM0u} * L1; \\ z_{e0}(5,7) &= -z_{lM0u} * L4; \\ z_{e0}(6,7) &= z_{lM0u} * m * L2; \\ z_{e0}(8,9) &= z_{lM0u} * L3; \\ z_{e0}(8,10) &= z_{lM0u} * (1-p) * L2; \\ z_{e0}(9,10) &= -z_{lM0u} * L5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(6,5) &= z_{e0}(5,6); \\ z_{e0}(7,5) &= z_{e0}(5,7); \\ z_{e0}(7,6) &= z_{e0}(6,7); \\ z_{e0}(9,8) &= z_{e0}(8,9); \\ z_{e0}(10,8) &= z_{e0}(8,10); \\ z_{e0}(10,9) &= z_{e0}(9,10); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz 10 x 10, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble (m=p) en el Tramo 2:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta m en el Tramo 2: valor de m, siendo $p=m$

z_{e1} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e1}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e1} :

$$\begin{aligned} z_{e1} (1,1) &= z_{s1}; \\ z_{e1} (2,2) &= z_{x1}; \\ z_{e1} (3,3) &= z_{r1}; \\ z_{e1} (4,4) &= z_{y1}; \\ z_{e1} (5,5) &= z_{l1u} * (L1 + L4); \\ z_{e1} (6,6) &= z_{l1u} * (L1 + p * L2); \\ z_{e1} (7,7) &= z_{l1u} * (L4 + m * L2); \\ z_{e1} (8,8) &= z_{l1u} * (L3 + (1-m) * L2); \\ z_{e1} (9,9) &= z_{l1u} * (L3 + L5); \\ z_{e1} (10,10) &= z_{l1u} * (L5 + (1-p) * L2); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e1} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Positiva de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 2:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta m en el Tramo 2: valor de m, siendo $p=m$

z_{e2} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e2}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e2} :

$$\begin{aligned} z_{e2} (1,1) &= z_{s2}; \\ z_{e2} (2,2) &= z_{x2}; \\ z_{e2} (3,3) &= z_{r2}; \\ z_{e2} (4,4) &= z_{y2}; \\ z_{e2} (5,5) &= z_{l2u} * (L1 + L4); \\ z_{e2} (6,6) &= z_{l2u} * (L1 + p * L2); \\ z_{e2} (7,7) &= z_{l2u} * (L4 + m * L2); \\ z_{e2} (8,8) &= z_{l2u} * (L3 + (1-m) * L2); \\ z_{e2} (9,9) &= z_{l2u} * (L3 + L5); \\ z_{e2} (10,10) &= z_{l2u} * (L5 + (1-p) * L2); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e2} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Negativa de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 2:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Faltas en el Tramo 3:

Representamos la Red a tratar numerando las Barras reales y en Falta (m,p) y orientando los Elementos resultantes.

Se considera $m=p$

Definiciones:

E1 = Entronque 1

E2 = Entronque 2

Tramo 1 = Línea Doble entre S y E1

Tramo 2 = Línea Doble entre E1 y E2

Tramo 3 = Línea Doble entre E2 y R

Tramo 4 = Línea Doble entre E1 y X

Tramo 5 = Línea Doble entre E2 y Y

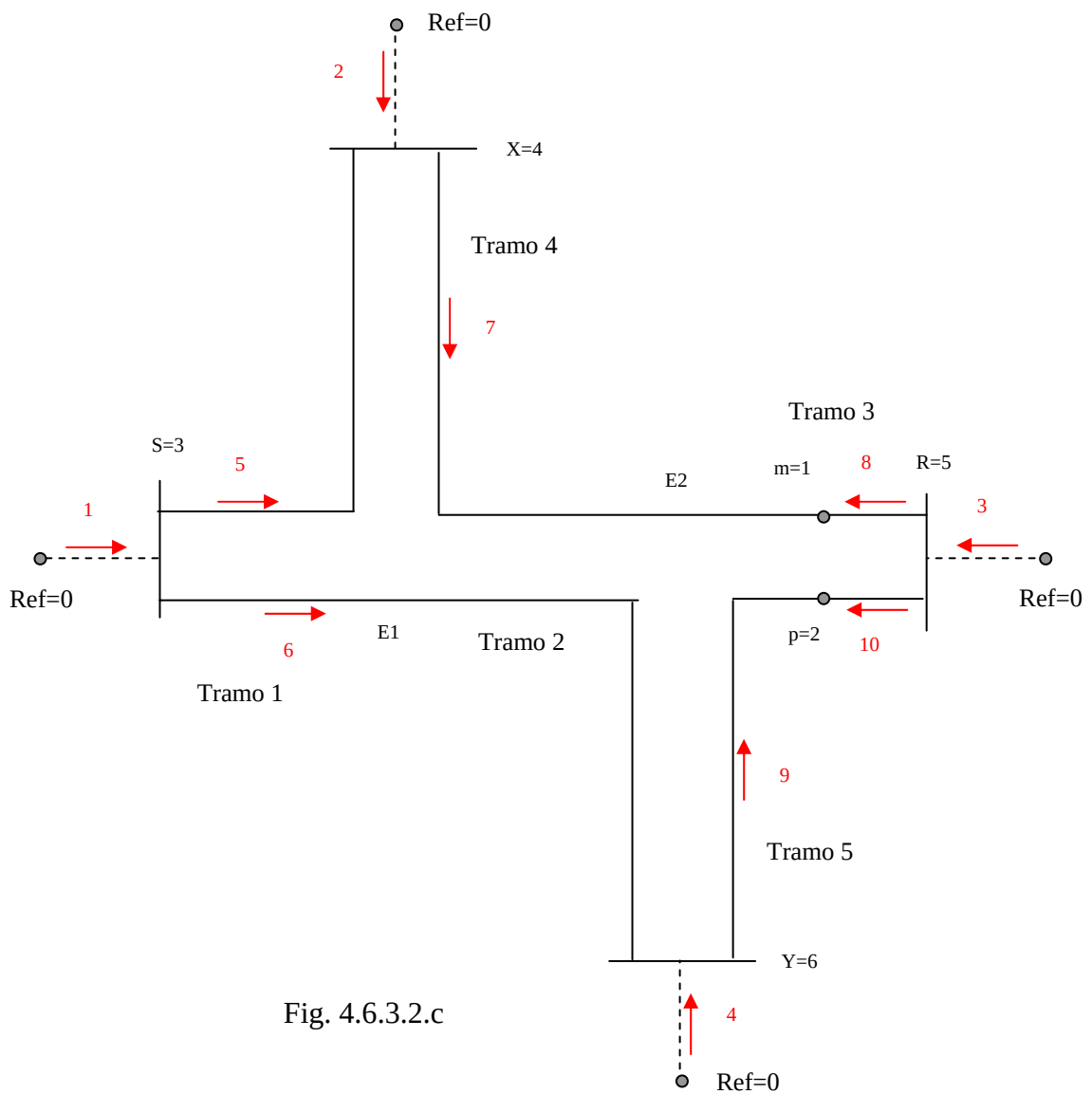


Fig. 4.6.3.2.c

Así mismo definimos:

m = Longitud de Línea E2- m en pu de la Longitud de Línea E2- R

$$m = \frac{\overline{E2 - m}}{\overline{E2 - R}}$$

p = Longitud de Línea E2- p en pu de la Longitud de Línea E2- R

$$p = \frac{\overline{E2 - p}}{\overline{E2 - R}}$$

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = m

Barra 2 = p

Barra 3 = S

Barra 4 = X

Barra 5 = R

Barra 6 = Y

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-3

Elemento 2 = Ref-4

Elemento 3 = Ref-5

Elemento 4 = Ref-6

Elemento 5 = 3-4

Elemento 6 = 3-6

Elemento 7 = 4-1

Elemento 8 = 5-1

Elemento 9 = 6-2

Elemento 10 = 5-2

Matriz de Incidencia Elemento-Barra de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0,1,2)

Dimensión de Minc=10 x 6

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,3)=-1;
Minc(2,4)=-1;
Minc(3,5)=-1;
Minc(4,6)=-1;
Minc(5,3)=1; Minc(5,4)=-1;
Minc(6,3)=1; Minc(6,6)=-1;
Minc(7,1)=-1; Minc(7,4)=1;
Minc(8,1)=-1; Minc(8,5)=1;
Minc(9,2)=-1; Minc(9,6)=1;
Minc(10,2)=-1; Minc(10,5)=1;

$$M_{inc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Secuencia 0:

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras, Secuencia 0, de la Red Total Externa a la Falta

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- $Z_{s0}, Z_{x0}, Z_{r0}, Z_{y0}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta m en el Tramo 3: valor de m, siendo $p=m$

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

(Elemento-Elemento)

Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e0} = 10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e0} :

$$\begin{aligned} z_{e0}(1,1) &= z_{s0}; \\ z_{e0}(2,2) &= z_{x0}; \\ z_{e0}(3,3) &= z_{r0}; \\ z_{e0}(4,4) &= z_{y0}; \\ z_{e0}(5,5) &= z_{l0u} * (L1 + L4); \\ z_{e0}(6,6) &= z_{l0u} * (L1 + L2 + L5); \\ z_{e0}(7,7) &= z_{l0u} * (L4 + L2 + m * L3); \\ z_{e0}(8,8) &= z_{l0u} * (1 - m) * L3; \\ z_{e0}(9,9) &= z_{l0u} * (L5 + p * L3); \\ z_{e0}(10,10) &= z_{l0u} * (1 - p) * L3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(5,6) &= z_{lM0u} * L1; \\ z_{e0}(5,7) &= -z_{lM0u} * L4; \\ z_{e0}(6,7) &= z_{lM0u} * L2; \\ z_{e0}(6,9) &= -z_{lM0u} * L5; \\ z_{e0}(7,9) &= z_{lM0u} * m * L3; \\ z_{e0}(8,10) &= z_{lM0u} * (1 - p) * L3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{e0}(6,5) &= z_{e0}(5,6); \\ z_{e0}(7,5) &= z_{e0}(5,7); \\ z_{e0}(7,6) &= z_{e0}(6,7); \\ z_{e0}(9,6) &= z_{e0}(6,9); \\ z_{e0}(9,7) &= z_{e0}(7,9); \\ z_{e0}(10,8) &= z_{e0}(8,10); \end{aligned}$$

Resulta una Matriz 10 x 10, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble (m=p) en el Tramo 3:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta m en el Tramo 3: valor de m, siendo $p=m$

z_{e1} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e1}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e1} :

$$\begin{aligned} z_{e1} (1,1) &= z_{s1}; \\ z_{e1} (2,2) &= z_{x1}; \\ z_{e1} (3,3) &= z_{r1}; \\ z_{e1} (4,4) &= z_{y1}; \\ z_{e1} (5,5) &= z_{l1u} * (L1 + L4); \\ z_{e1} (6,6) &= z_{l1u} * (L1 + L2 + L5); \\ z_{e1} (7,7) &= z_{l1u} * (L4 + L2 + m * L3); \\ z_{e1} (8,8) &= z_{l1u} * (1 - m) * L3; \\ z_{e1} (9,9) &= z_{l1u} * (L5 + p * L3); \\ z_{e1} (10,10) &= z_{l1u} * (1 - p) * L3; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e1} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Positiva de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 3:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta m en el Tramo 3: valor de m, siendo $p=m$

z_{e2} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e2}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e2} :

$$\begin{aligned} z_{e2} (1,1) &= z_{s2}; \\ z_{e2} (2,2) &= z_{x2}; \\ z_{e2} (3,3) &= z_{r2}; \\ z_{e2} (4,4) &= z_{y2}; \\ z_{e2} (5,5) &= z_{l2u} * (L1 + L4); \\ z_{e2} (6,6) &= z_{l2u} * (L1 + L2 + L5); \\ z_{e2} (7,7) &= z_{l2u} * (L4 + L2 + m * L3); \\ z_{e2} (8,8) &= z_{l2u} * (1 - m) * L3; \\ z_{e2} (9,9) &= z_{l2u} * (L5 + p * L3); \\ z_{e2} (10,10) &= z_{l2u} * (1 - p) * L3; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e2} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Negativa de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 3:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Faltas en el Tramo 4:

Representamos la Red a tratar numerando las Barras reales y en Falta (m,p) y orientando los Elementos resultantes.

Se considera $m=p$

Definiciones:

E1 = Entronque 1

E2 = Entronque 2

Tramo 1 = Línea Doble entre S y E1

Tramo 2 = Línea Doble entre E1 y E2

Tramo 3 = Línea Doble entre E2 y R

Tramo 4 = Línea Doble entre E1 y X

Tramo 5 = Línea Doble entre E2 y Y

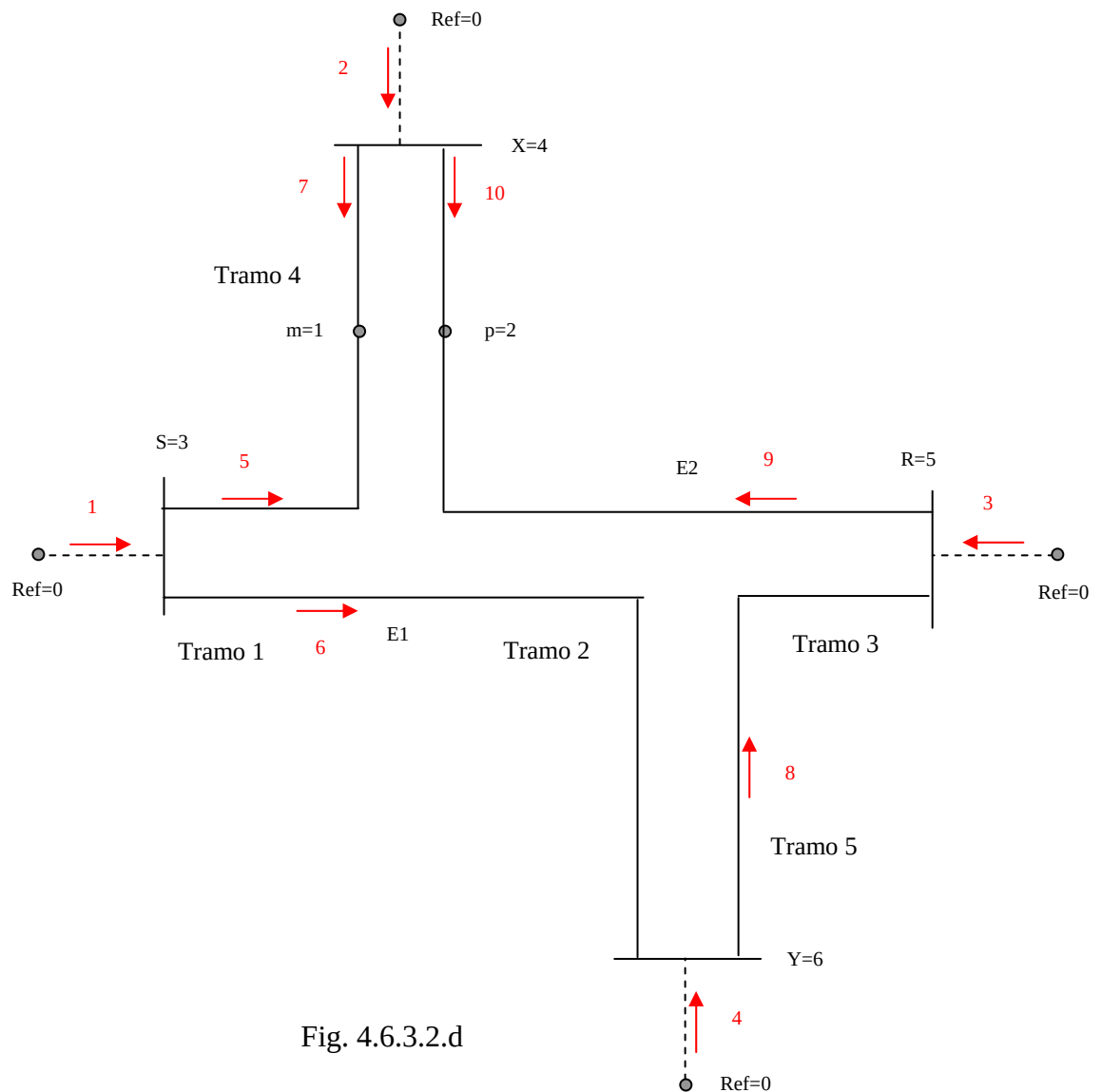


Fig. 4.6.3.2.d

Así mismo definimos:

m = Longitud de Línea E1- m en pu de la Longitud de Línea E1- X

$$m = \frac{\overline{E1 - m}}{\overline{E1 - X}}$$

p = Longitud de Línea E1- p en pu de la Longitud de Línea E1- X

$$p = \frac{\overline{E1 - p}}{\overline{E1 - X}}$$

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = m

Barra 2 = p

Barra 3 = S

Barra 4 = X

Barra 5 = R

Barra 6 = Y

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-3

Elemento 2 = Ref-4

Elemento 3 = Ref-5

Elemento 4 = Ref-6

Elemento 5 = 3-1

Elemento 6 = 3-6

Elemento 7 = 4-1

Elemento 8 = 6-5

Elemento 9 = 5-2

Elemento 10 = 4-2

Matriz de Incidencia Elemento-Barra de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0,1,2)

Dimensión de Minc=10 x 6

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,3)=-1;
Minc(2,4)=-1;
Minc(3,5)=-1;
Minc(4,6)=-1;
Minc(5,1)=-1; Minc(5,3)=1;
Minc(6,3)=1; Minc(6,6)=-1;
Minc(7,1)=-1; Minc(7,4)=1;
Minc(8,5)=-1; Minc(8,6)=1;
Minc(9,2)=-1; Minc(9,5)=1;
Minc(10,2)=-1; Minc(10,4)=1;

$$M_{inc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Secuencia 0:

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras, Secuencia 0, de la Red Total Externa a la Falta

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- $Z_{s0}, Z_{x0}, Z_{r0}, Z_{y0}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta m en el Tramo 4: valor de m, siendo $p=m$

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

(Elemento-Elemento)

Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e0} = 10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e0} :

$$z_{e0}(1,1)=z_{s0};$$

$$z_{e0}(2,2)=z_{x0};$$

$$z_{e0}(3,3)=z_{r0};$$

$$z_{e0}(4,4)=z_{y0};$$

$$z_{e0}(5,5)=z_{l0u}*(L1+m*L4);$$

$$z_{e0}(6,6)=z_{l0u}*(L1+L2+L5);$$

$$z_{e0}(7,7)=z_{l0u}*(1-m)*L4;$$

$$z_{e0}(8,8)=z_{l0u}*(L5+L3);$$

$$z_{e0}(9,9)=z_{l0u}*(L3+L2+p*L4);$$

$$z_{e0}(10,10)=z_{l0u}*(1-p)*L4;$$

$$z_{e0}(5,6)=z_{lM0u}*L1;$$

$$z_{e0}(5,9)=z_{lM0u}*m*L4;$$

$$z_{e0}(6,8)=-z_{lM0u}*L5;$$

$$z_{e0}(6,9)=-z_{lM0u}*L2;$$

$$z_{e0}(7,10)=z_{lM0u}*(1-p)*L4;$$

$$z_{e0}(8,9)=-z_{lM0u}*L3;$$

$$z_{e0}(6,5)=z_{e0}(5,6);$$

$$z_{e0}(9,5)=z_{e0}(5,9);$$

$$z_{e0}(8,6)=z_{e0}(6,8);$$

$$z_{e0}(9,6)=z_{e0}(6,9);$$

$$z_{e0}(10,7)=z_{e0}(7,10);$$

$$z_{e0}(9,8)=z_{e0}(8,9);$$

Resulta una Matriz 10 x 10, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble (m=p) en el Tramo 4:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta m en el Tramo 4: valor de m, siendo $p=m$

z_{e1} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e1}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e1} :

$$\begin{aligned} z_{e1} (1,1) &= z_{s1}; \\ z_{e1} (2,2) &= z_{x1}; \\ z_{e1} (3,3) &= z_{r1}; \\ z_{e1} (4,4) &= z_{y1}; \\ z_{e1} (5,5) &= z_{l1u} * (L1 + m * L4); \\ z_{e1} (6,6) &= z_{l1u} * (L1 + L2 + L5); \\ z_{e1} (7,7) &= z_{l1u} * (1 - m) * L4; \\ z_{e1} (8,8) &= z_{l1u} * (L5 + L3); \\ z_{e1} (9,9) &= z_{l1u} * (L3 + L2 + p * L4); \\ z_{e1} (10,10) &= z_{l1u} * (1 - p) * L4; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e1} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Positiva de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 4:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta m en el Tramo 4: valor de m, siendo $p=m$

z_{e2} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e2}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e2} :

$$\begin{aligned} z_{e2} (1,1) &= z_{s2}; \\ z_{e2} (2,2) &= z_{x2}; \\ z_{e2} (3,3) &= z_{r2}; \\ z_{e2} (4,4) &= z_{y2}; \\ z_{e2} (5,5) &= z_{l2u} * (L1 + m * L4); \\ z_{e2} (6,6) &= z_{l2u} * (L1 + L2 + L5); \\ z_{e2} (7,7) &= z_{l2u} * (1 - m) * L4; \\ z_{e2} (8,8) &= z_{l2u} * (L5 + L3); \\ z_{e2} (9,9) &= z_{l2u} * (L3 + L2 + p * L4); \\ z_{e2} (10,10) &= z_{l2u} * (1 - p) * L4; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e2} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Negativa de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 4:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Faltas en el Tramo 5:

Representamos la Red a tratar numerando las Barras reales y en Falta (m,p) y orientando los Elementos resultantes.

Se considera $m=p$

Definiciones:

E1 = Entronque 1

E2 = Entronque 2

Tramo 1 = Línea Doble entre S y E1

Tramo 2 = Línea Doble entre E1 y E2

Tramo 3 = Línea Doble entre E2 y R

Tramo 4 = Línea Doble entre E1 y X

Tramo 5 = Línea Doble entre E2 y Y

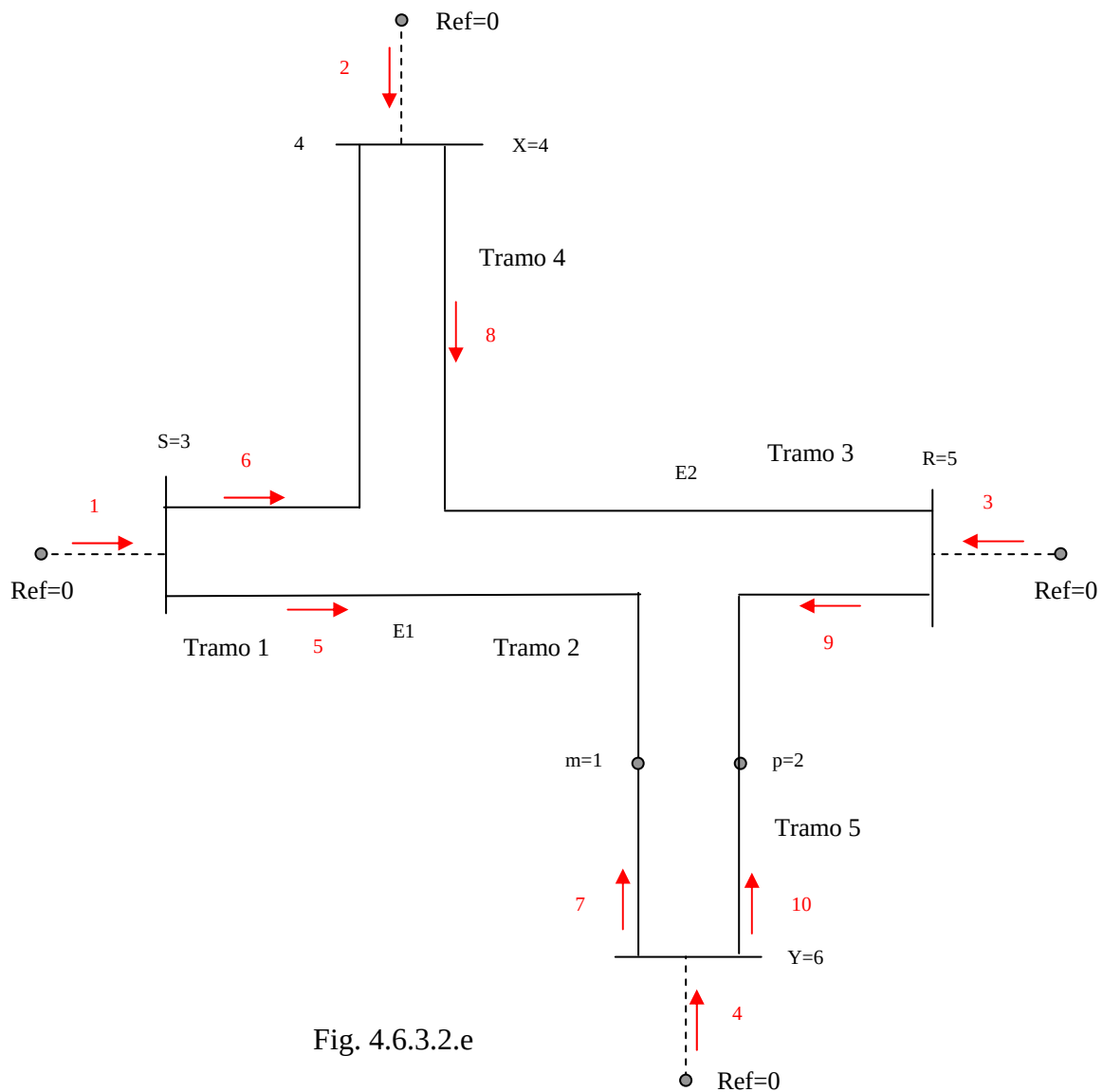


Fig. 4.6.3.2.e

Así mismo definimos:

m = Longitud de Línea E2- m en pu de la Longitud de Línea E2- Y

$$m = \frac{\overline{E2 - m}}{\overline{E2 - Y}}$$

p = Longitud de Línea E2- p en pu de la Longitud de Línea E2- Y

$$p = \frac{\overline{E2 - p}}{\overline{E2 - Y}}$$

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = m

Barra 2 = p

Barra 3 = S

Barra 4 = X

Barra 5 = R

Barra 6 = Y

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-3

Elemento 2 = Ref-4

Elemento 3 = Ref-5

Elemento 4 = Ref-6

Elemento 5 = 3-1

Elemento 6 = 3-4

Elemento 7 = 6-1

Elemento 8 = 4-5

Elemento 9 = 5-2

Elemento 10 = 6-2

Matriz de Incidencia Elemento-Barra de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0,1,2)

Dimensión de Minc=10 x 6

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,3)=-1;
Minc(2,4)=-1;
Minc(3,5)=-1;
Minc(4,6)=-1;
Minc(5,1)=-1; Minc(5,3)=1;
Minc(6,3)=1; Minc(6,4)=-1;
Minc(7,1)=-1; Minc(7,6)=1;
Minc(8,4)=1; Minc(8,5)=-1;
Minc(9,2)=-1; Minc(9,5)=1;
Minc(10,2)=-1; Minc(10,6)=1;

$$M_{inc} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Secuencia 0:

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras, Secuencia 0, de la Red Total Externa a la Falta

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- $Z_{s0}, Z_{x0}, Z_{r0}, Z_{y0}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta m en el Tramo 5: valor de m, siendo $p=m$

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

(Elemento-Elemento)

Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e0} = 10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e0} :

$$z_{e0}(1,1) = z_{s0};$$

$$z_{e0}(2,2) = z_{x0};$$

$$z_{e0}(3,3) = z_{r0};$$

$$z_{e0}(4,4) = z_{y0};$$

$$z_{e0}(5,5) = z_{l0u} * (L1 + L2 + m * L5);$$

$$z_{e0}(6,6) = z_{l0u} * (L1 + L4);$$

$$z_{e0}(7,7) = z_{l0u} * (1 - m) * L5;$$

$$z_{e0}(8,8) = z_{l0u} * (L4 + L2 + L3);$$

$$z_{e0}(9,9) = z_{l0u} * (L3 + p * L5);$$

$$z_{e0}(10,10) = z_{l0u} * (1 - p) * L5;$$

$$z_{e0}(5,6) = z_{lM0u} * L1;$$

$$z_{e0}(5,8) = z_{lM0u} * L2;$$

$$z_{e0}(5,9) = z_{lM0u} * m * L5;$$

$$z_{e0}(6,8) = -z_{lM0u} * L4;$$

$$z_{e0}(7,10) = z_{lM0u} * (1 - p) * L5;$$

$$z_{e0}(8,9) = -z_{lM0u} * L3;$$

$$z_{e0}(6,5) = z_{e0}(5,6);$$

$$z_{e0}(8,5) = z_{e0}(5,8);$$

$$z_{e0}(9,5) = z_{e0}(5,9);$$

$$z_{e0}(8,6) = z_{e0}(6,8);$$

$$z_{e0}(10,7) = z_{e0}(7,10);$$

$$z_{e0}(9,8) = z_{e0}(8,9);$$

Resulta una Matriz 10 x 10, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble (m=p) en el Tramo 5:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta m en el Tramo 5: valor de m, siendo $p=m$

z_{e1} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e1}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e1} :

$$\begin{aligned} z_{e1} (1,1) &= z_{s1}; \\ z_{e1} (2,2) &= z_{x1}; \\ z_{e1} (3,3) &= z_{r1}; \\ z_{e1} (4,4) &= z_{y1}; \\ z_{e1} (5,5) &= z_{l1u} * (L1 + L2 + m * L5); \\ z_{e1} (6,6) &= z_{l1u} * (L1 + L4); \\ z_{e1} (7,7) &= z_{l1u} * (1 - m) * L5; \\ z_{e1} (8,8) &= z_{l1u} * (L4 + L2 + L3); \\ z_{e1} (9,9) &= z_{l1u} * (L3 + p * L5); \\ z_{e1} (10,10) &= z_{l1u} * (1 - p) * L5; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e1} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Positiva de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 5:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta m en el Tramo 5: valor de m, siendo $p=m$

z_{e2} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)
(Elemento-Elemento)
Incluye las Impedancias Propias de los distintos Elementos.

Dimensión de $z_{e2}=10 \times 10$

Elementos no nulos de z_{e2} :

$$\begin{aligned} z_{e2} (1,1) &= z_{s2}; \\ z_{e2} (2,2) &= z_{x2}; \\ z_{e2} (3,3) &= z_{r2}; \\ z_{e2} (4,4) &= z_{y2}; \\ z_{e2} (5,5) &= z_{l2u} * (L1 + L2 + m * L5); \\ z_{e2} (6,6) &= z_{l2u} * (L1 + L4); \\ z_{e2} (7,7) &= z_{l2u} * (1 - m) * L5; \\ z_{e2} (8,8) &= z_{l2u} * (L4 + L2 + L3); \\ z_{e2} (9,9) &= z_{l2u} * (L3 + p * L5); \\ z_{e2} (10,10) &= z_{l2u} * (1 - p) * L5; \end{aligned}$$

Resulta una Matriz Diagonal 10×10 , cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde representar la matriz anterior y se denomina z_{e2} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Negativa de la Red Total Externa a la Falta, para Falta Doble ($m=p$) en el Tramo 5:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1}$$