

4.3 LÍNEA DOBLE DE DIFERENTE TENSIÓN

(Memoria Descriptiva, pág. 5, Esquema 2)

4.3.1 Falta Doble

Esquema:

Líneas SA-RA (AT) y SB-RB (BT) sobre los mismos Apoyos y de igual longitud

Transformadores TS y TR:

- 3 Devanados (AT: Estrella - BT: Estrella - Terciario: Triángulo)
- Iguales

Se va a considerar el caso:

- Transformadores TS y TR: Neutros AT y BT a Tierra
Impedancias Fuente SA, RA
Impedancia de Transferencia SA-RA: Si, No
(Ver Fig. 4.3.1.a)

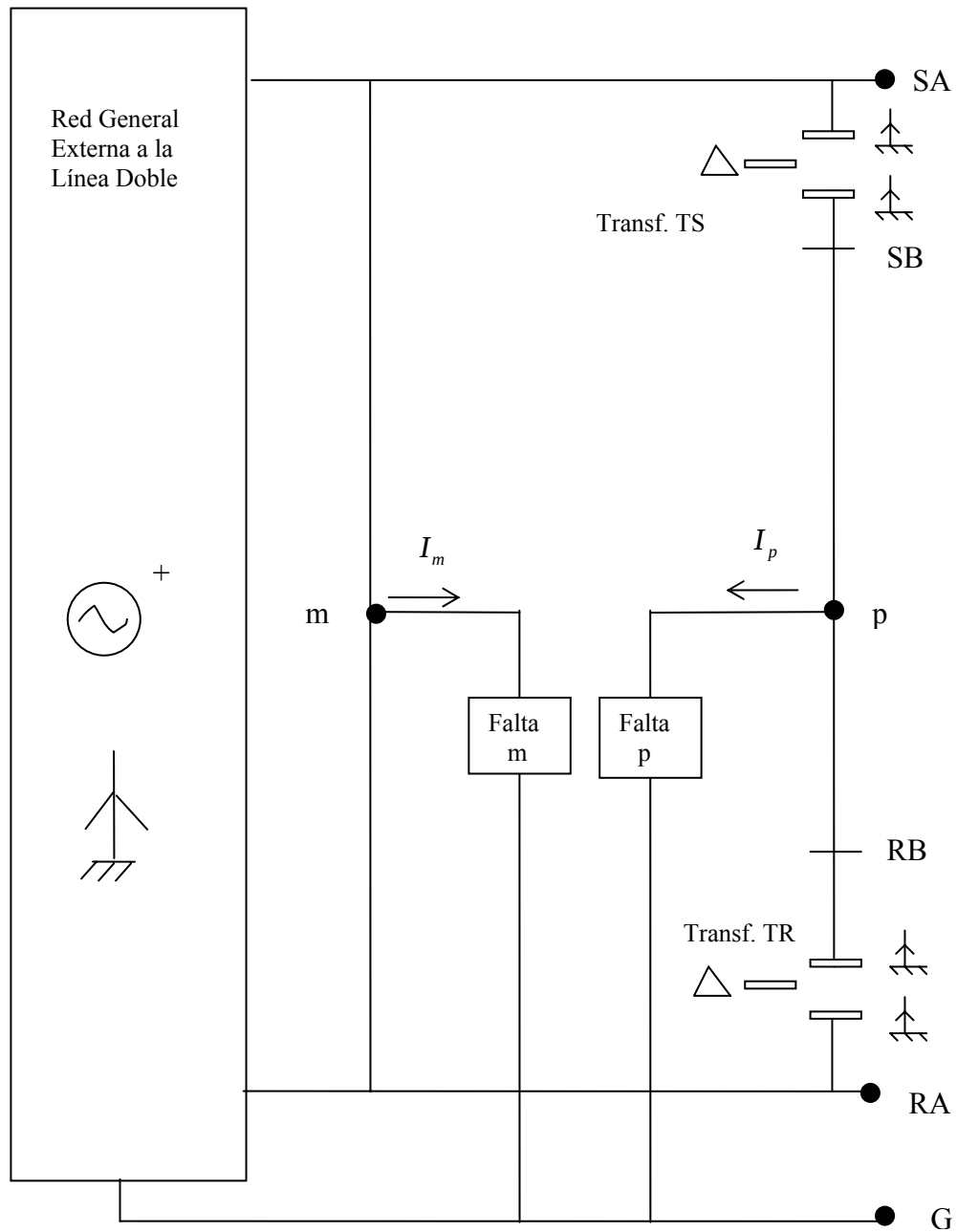


Fig. 4.3.1.a

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

PC128M

PG128ic

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

1.- Impedancia de Transferencia Finita

Secuencia 0:

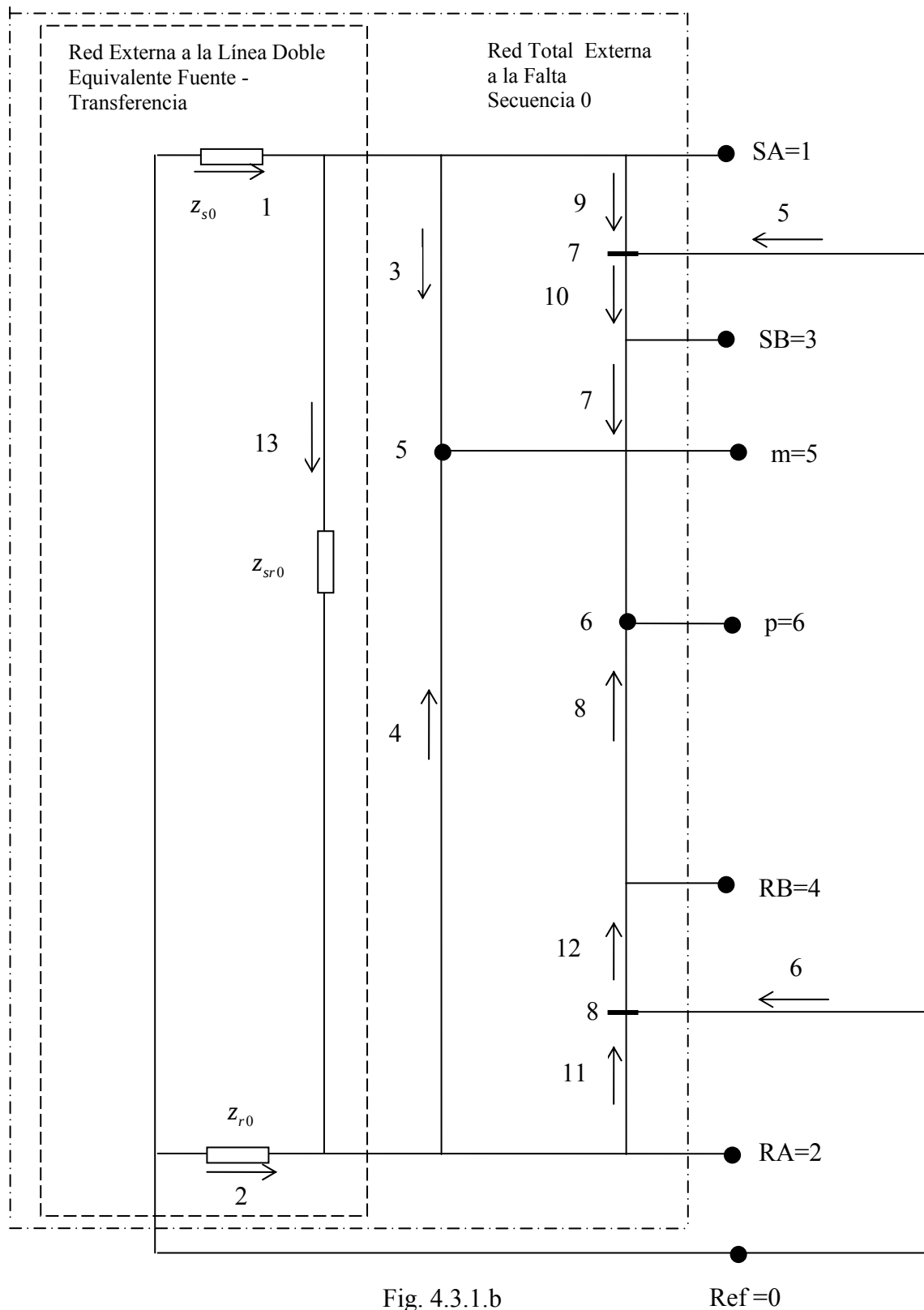


Fig. 4.3.1.b

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
 - Barra 1= SA
 - Barra 2 = RA
 - Barra 3= SB
 - Barra 4 = RB
 - Barra 5 = Punto de la Falta m
 - Barra 6 = Punto de la Falta p
 - Barra 7= Ficticia TS
 - Barra 8 = Ficticia TR
- Numerar y Orientar los Elementos
 - Elemento 1 = Ref-SA
 - Elemento 2 = Ref-RA
 - Elemento 3 = 1-5
 - Elemento 4 = 2-5
 - Elemento 5 = Ref-7
 - Elemento 6 = Ref-8
 - Elemento 7 = 3-6
 - Elemento 8 = 4-6
 - Elemento 9 = 1-7
 - Elemento 10 = 7-3
 - Elemento 11 = 2-8
 - Elemento 12 = 8-4
 - Elemento 13 = 1-2

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

$$M_{inc0} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- z_{s0}, z_{sr0}, z_{r0} (Ohms en AT)
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0 (Ohms en AT y BT respectivamente)
- Datos de los Transformadores TS y TR (Datos de Placa)
- Posición de la Falta (m,p)

Se deducen las Impedancias Propias y Mutuas de los Elementos (en pu):

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)
(Elemento-Elemento), en pu
Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Listamos los valores no nulos de la Matriz z_{e0} (13,13)

Bases :

MVA_{base}

AT: U_{baseA}, z_{baseA}

BT: U_{baseB}, z_{baseB}

Los valores pu se obtendrán de los valores calculados en Ohm divididos por la Impedancia Base que corresponda.

Transformadores TS y TR:

Obtener z_{ps}, z_{pt}, z_{st} en Ohms AT, por ej., de los valores de placa.

Pasarlos a pu, dividiendo por z_{baseA} .

Modelo de Transformadores TS y TR: z_p, z_s, z_t pu

$$z_{ps} = z_p + z_s$$

$$z_{pt} = z_p + z_t$$

$$z_{st} = z_s + z_t$$

$$z_p = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{pt} - z_{st})$$

$$z_s = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{st} - z_{pt})$$

$$z_t = \frac{1}{2}(z_{pt} + z_{st} - z_{ps})$$

- Impedancias Propias de los Elementos (Secuencia 0)

$$\begin{aligned} z_{e0}(1,1) &= \text{Elemento 1} = \text{Ref-SA} = z_{s0} \\ z_{e0}(2,2) &= \text{Elemento 2} = \text{Ref-RA} = z_{r0} \\ z_{e0}(3,3) &= \text{Elemento 3} = 1-5 = z_{SAm0} \\ z_{e0}(4,4) &= \text{Elemento 4} = 2-5 = z_{RAm0} \\ z_{e0}(5,5) &= \text{Elemento 5} = \text{Ref-7} = z_{tTS} \\ z_{e0}(6,6) &= \text{Elemento 6} = \text{Ref-8} = z_{tTR} \\ z_{e0}(7,7) &= \text{Elemento 7} = 3-6 = z_{SBp0} \\ z_{e0}(8,8) &= \text{Elemento 8} = 4-6 = z_{RBp0} \\ z_{e0}(9,9) &= \text{Elemento 9} = 1-7 = z_{pTS} \\ z_{e0}(10,10) &= \text{Elemento 10} = 7-3 = z_{sTS} \\ z_{e0}(11,11) &= \text{Elemento 11} = 2-8 = z_{pTR} \\ z_{e0}(12,12) &= \text{Elemento 12} = 8-4 = z_{sTR} \\ z_{e0}(13,13) &= \text{Elemento 13} = 1-2 = z_{sr0} \end{aligned}$$

- Impedancias Mutuas entre Elementos (Secuencia 0)

$$m \leq p$$

z_{MSAm0} = Impedancia Mutua entre SAm y SBp (Ohms)

z_{MRBp0} = Impedancia Mutua entre RAm y RBp (Ohms)

$z_{MRAmSBp0}$ = Impedancia Mutua entre RAm y SBp (Ohms)

$$z_{e0}(3,7) = \text{Mutua (Elemento 3 - Elemento 7)} = \frac{z_{MSAm0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,8) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 8)} = \frac{z_{MRBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,7) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 7)} = -\frac{z_{MRAmSBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(7,3) = z_{e0}(3,7)$$

$$z_{e0}(8,4) = z_{e0}(4,8)$$

$$z_{e0}(7,4) = z_{e0}(4,7)$$

$$Z_0 = (M_{inc0}^t z_{e0}^{-1} M_{inc0})^{-1}$$

$m > p$

z_{MRAm0} = Impedancia Mutua entre RAm y RBp (Ohms)

z_{MSBp0} = Impedancia Mutua entre SAm y SBp (Ohms)

$z_{MSAmRBp0}$ = Impedancia Mutua entre SAm y RBp (Ohms)

$$z_{e0}(3,7) = \text{Mutua (Elemento 3 - Elemento 7)} = \frac{z_{MSBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,8) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 8)} = \frac{z_{MRAm0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(3,8) = \text{Mutua (Elemento 3- Elemento 8)} = -\frac{z_{MSAmRBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(7,3) = z_{e0}(3,7)$$

$$z_{e0}(8,4) = z_{e0}(4,8)$$

$$z_{e0}(8,3) = z_{e0}(3,8)$$

$$Z_0 = \left(M_{inc0}^t z_{e0}^{-1} M_{inc0} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

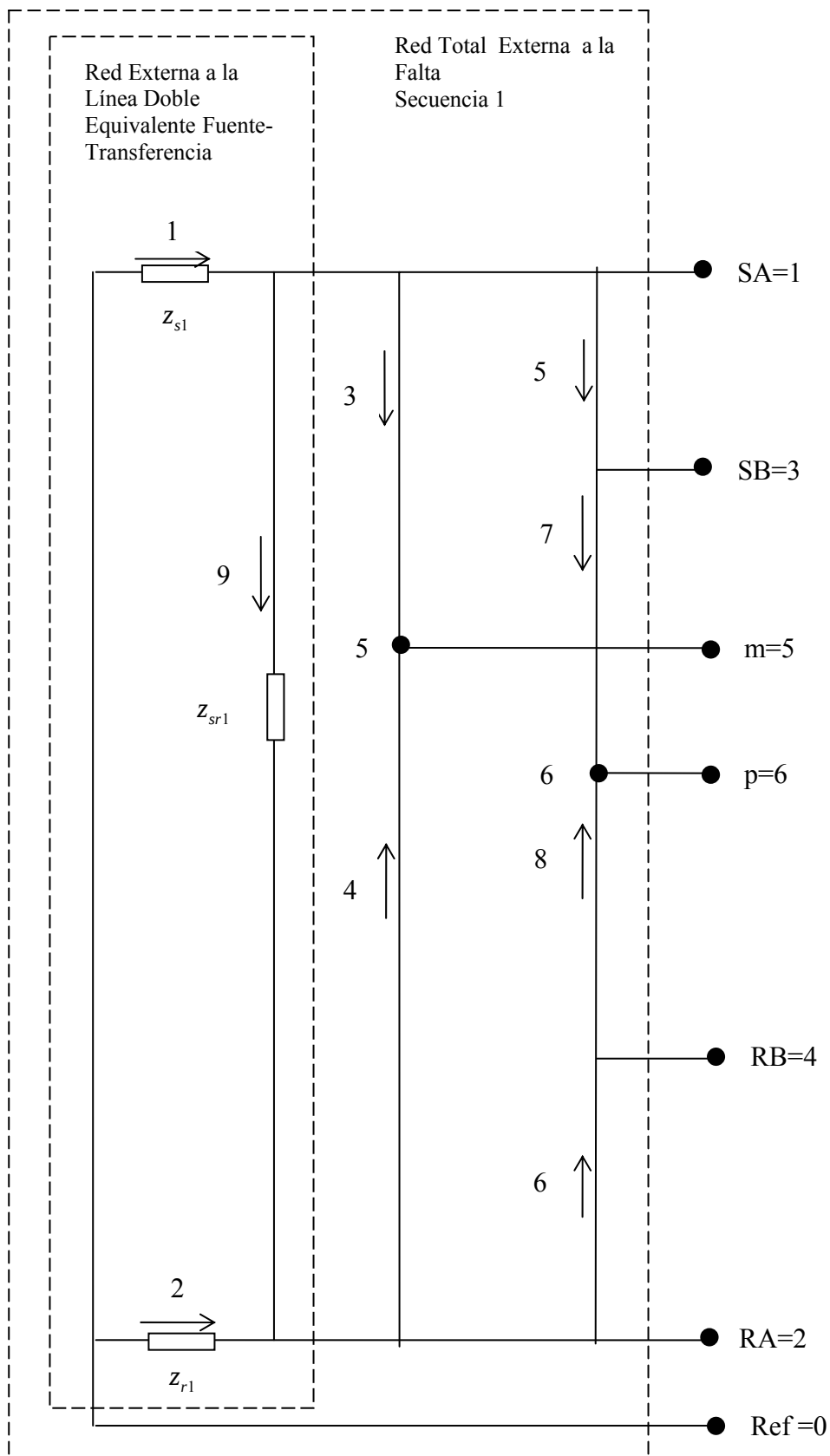


Fig. 4.3.1.c

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
 - Barra 1= SA
 - Barra 2 = RA
 - Barra 3= SB
 - Barra 4 = RB
 - Barra 5 = Punto de la Falta m
 - Barra 6 = Punto de la Falta p
- Numerar y Orientar los Elementos
 - Elemento 1 = Ref-1
 - Elemento 2 = Ref-2
 - Elemento 3 = 1-5
 - Elemento 4 = 2-5
 - Elemento 5 = 1-3
 - Elemento 6 = 2-4
 - Elemento 7 = 3-6
 - Elemento 8 = 4-6
 - Elemento 9 = 1-2

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

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

Z_1 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)

Determinación de Z_1 :

Conocidos:

- z_{s1}, z_{sr1}, z_{r1} (Ohms en AT)
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1 (Ohms en AT y BT respectivamente)
- Datos de los Transformadores TS y TR (Datos de Placa)
- Posición de la Falta (m,p)

Se deducen las Impedancias Propias de los Elementos (en pu):

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

Dimensión de $z_{e1} = 9 \times 9$

Bases :

MVA_{base}

AT: U_{baseA}, z_{baseA}

BT: U_{baseB}, z_{baseB}

Los valores pu se obtendrán de los valores calculados en Ohm divididos por la Impedancia Base que corresponda.

Transformadores TS y TR:

Obtener z_{ps}, z_{pt}, z_{st} en Ohms AT, por ej., de los valores de placa.

Pasarlos a pu, dividiendo por z_{baseA} .

Modelo de Transformadores TS y TR: z_p, z_s, z_t pu

$$z_{ps} = z_p + z_s$$

$$z_{pt} = z_p + z_t$$

$$z_{st} = z_s + z_t$$

$$z_p = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{pt} - z_{st})$$

$$z_s = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{st} - z_{pt})$$

$$z_t = \frac{1}{2}(z_{pt} + z_{st} - z_{ps})$$

$$Z_{e1} = \begin{bmatrix} Z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_{SAm1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_{RAm1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{psTS} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{psTR} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{SBp1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{RBp1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{sr1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

Minc igual a Sec1.

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

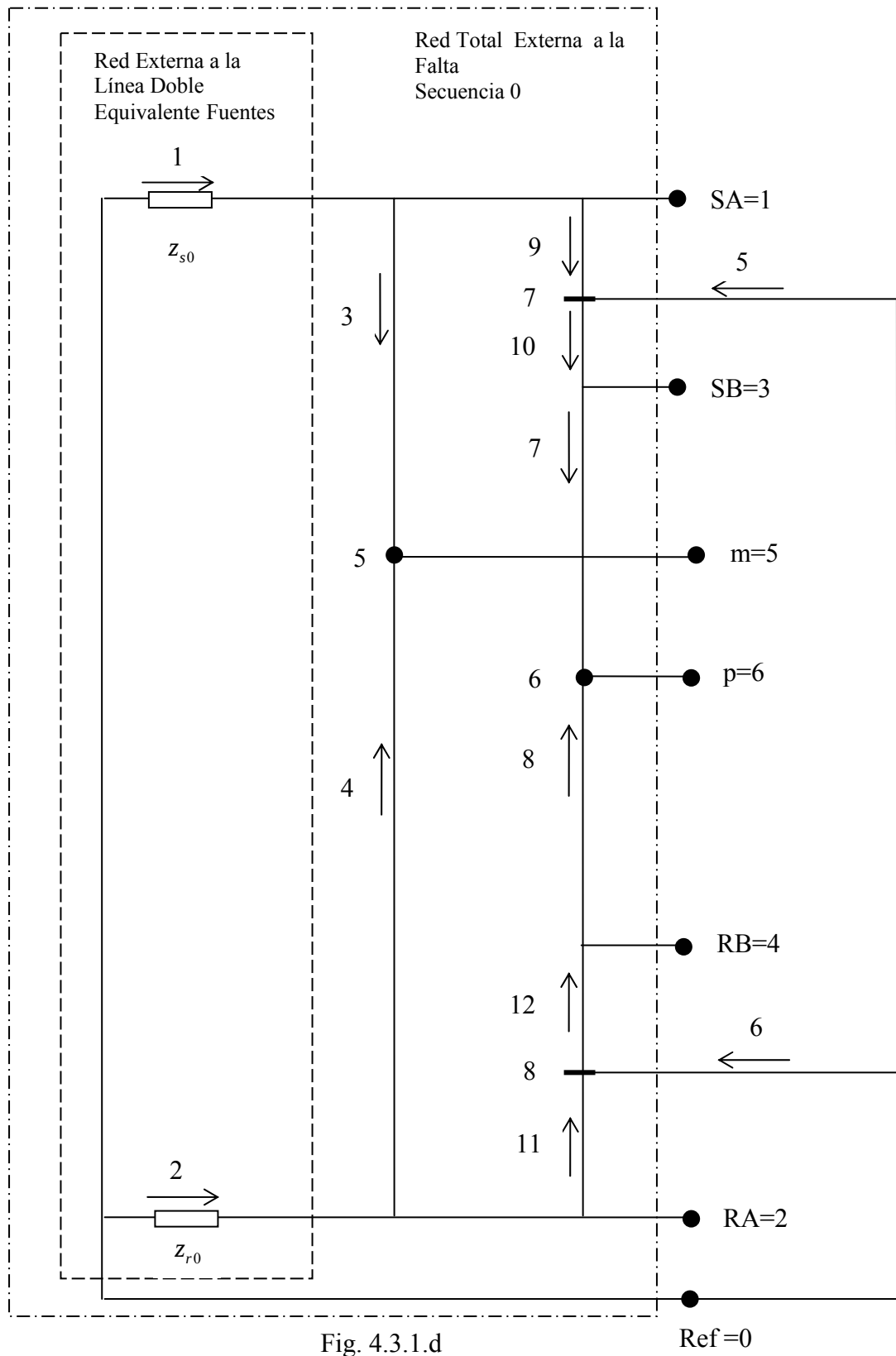
$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z_{sAm2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{rAm2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & z_{psTS} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{psTR} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sBp2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{rBp2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr2} \end{bmatrix}$$

Z_2 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)

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

2.- Impedancia de Transferencia Infinita

Secuencia 0:



Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
 - Barra 1= SA
 - Barra 2 = RA
 - Barra 3= SB
 - Barra 4 = RB
 - Barra 5 = Punto de la Falta m
 - Barra 6 = Punto de la Falta p
 - Barra 7= Ficticia TS
 - Barra 8 = Ficticia TR
- Numerar y Orientar los Elementos
 - Elemento 1 = Ref-SA
 - Elemento 2 = Ref-RA
 - Elemento 3 = 1-5
 - Elemento 4 = 2-5
 - Elemento 5 = Ref-7
 - Elemento 6 = Ref-8
 - Elemento 7 = 3-6
 - Elemento 8 = 4-6
 - Elemento 9 = 1-7
 - Elemento 10 = 7-3
 - Elemento 11 = 2-8
 - Elemento 12 = 8-4

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

$$M_{inc0} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_0 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)

Determinación de Z_0 :

Conocidos:

- z_{s0}, z_{r0} (Ohms en AT)
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0 (Ohms en AT y BT respectivamente)
- Datos de los Transformadores TS y TR (Datos de Placa)
- Posición de la Falta (m,p)

Se deducen las Impedancias Propias y Mutuas de los Elementos (en pu):

z_{e0} = Matriz Primitiva de Impedancia de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 0)
 (Elemento-Elemento), en pu
 Incluye las Impedancias Propias y Mutuas de los distintos Elementos.

Listamos los valores no nulos de la Matriz z_{e0} (12,12)

Bases :

MVA_{base}

AT: U_{baseA}, z_{baseA}

BT: U_{baseB}, z_{baseB}

Los valores pu se obtendrán de los valores calculados en Ohm divididos por la Impedancia Base que corresponda.

Transformadores TS y TR:

Obtener z_{ps}, z_{pt}, z_{st} en Ohms AT, por ej., de los valores de placa.

Pasarlos a pu, dividiendo por z_{baseA} .

Modelo de Transformadores TS y TR: z_p, z_s, z_t pu

$$z_{ps} = z_p + z_s$$

$$z_{pt} = z_p + z_t$$

$$z_{st} = z_s + z_t$$

$$z_p = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{pt} - z_{st})$$

$$z_s = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{st} - z_{pt})$$

$$z_t = \frac{1}{2}(z_{pt} + z_{st} - z_{ps})$$

- Impedancias Propias de los Elementos (Secuencia 0)

$$\begin{aligned}
 z_{e0}(1,1) &= \text{Elemento 1} = \text{Ref-SA} = z_{s0} \\
 z_{e0}(2,2) &= \text{Elemento 2} = \text{Ref-RA} = z_{r0} \\
 z_{e0}(3,3) &= \text{Elemento 3} = 1-5 = z_{SAm0} \\
 z_{e0}(4,4) &= \text{Elemento 4} = 2-5 = z_{RAm0} \\
 z_{e0}(5,5) &= \text{Elemento 5} = \text{Ref-7} = z_{tTS} \\
 z_{e0}(6,6) &= \text{Elemento 6} = \text{Ref-8} = z_{tTR} \\
 z_{e0}(7,7) &= \text{Elemento 7} = 3-6 = z_{SBp0} \\
 z_{e0}(8,8) &= \text{Elemento 8} = 4-6 = z_{RBp0} \\
 z_{e0}(9,9) &= \text{Elemento 9} = 1-7 = z_{pTS} \\
 z_{e0}(10,10) &= \text{Elemento 10} = 7-3 = z_{sTS} \\
 z_{e0}(11,11) &= \text{Elemento 11} = 2-8 = z_{pTR} \\
 z_{e0}(12,12) &= \text{Elemento 12} = 8-4 = z_{sTR}
 \end{aligned}$$

- Impedancias Mutuas entre Elementos (Sec.0)

$$m \leq p$$

z_{MSAm0} = Impedancia Mutua entre SAm y SBp (Ohms)

z_{MRBp0} = Impedancia Mutua entre RAm y RBp (Ohms)

$z_{MRAmSBp0}$ = Impedancia Mutua entre RAm y SBp (Ohms)

$$z_{e0}(3,7) = \text{Mutua (Elemento 3 - Elemento 7)} = \frac{z_{MSAm0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,8) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 8)} = \frac{z_{MRBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,7) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 7)} = -\frac{z_{MRAmSBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(7,3) = z_{e0}(3,7)$$

$$z_{e0}(8,4) = z_{e0}(4,8)$$

$$z_{e0}(7,4) = z_{e0}(4,7)$$

$$Z_0 = \left(M_{inc0}^t z_{e0}^{-1} M_{inc0} \right)^{-1}$$

$m > p$

z_{MRAm0} = Impedancia Mutua entre RAm y RBp (Ohms)

z_{MSBp0} = Impedancia Mutua entre SAm y SBp (Ohms)

$z_{MSAmRBp0}$ = Impedancia Mutua entre SAm y RBp (Ohms)

$$z_{e0}(3,7) = \text{Mutua (Elemento 3 - Elemento 7)} = \frac{z_{MSBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(4,8) = \text{Mutua (Elemento 4 - Elemento 8)} = \frac{z_{MRAm0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(3,8) = \text{Mutua (Elemento 3- Elemento 8)} = -\frac{z_{MSAmRBp0}}{U_{baseA} \cdot U_{baseB} / MVA_{base}} \text{ pu}$$

$$z_{e0}(7,3) = z_{e0}(3,7)$$

$$z_{e0}(8,4) = z_{e0}(4,8)$$

$$z_{e0}(8,3) = z_{e0}(3,8)$$

$$Z_0 = \left(M_{inc0}^t z_{e0}^{-1} M_{inc0} \right)^{-1}$$

Secuencia 1:

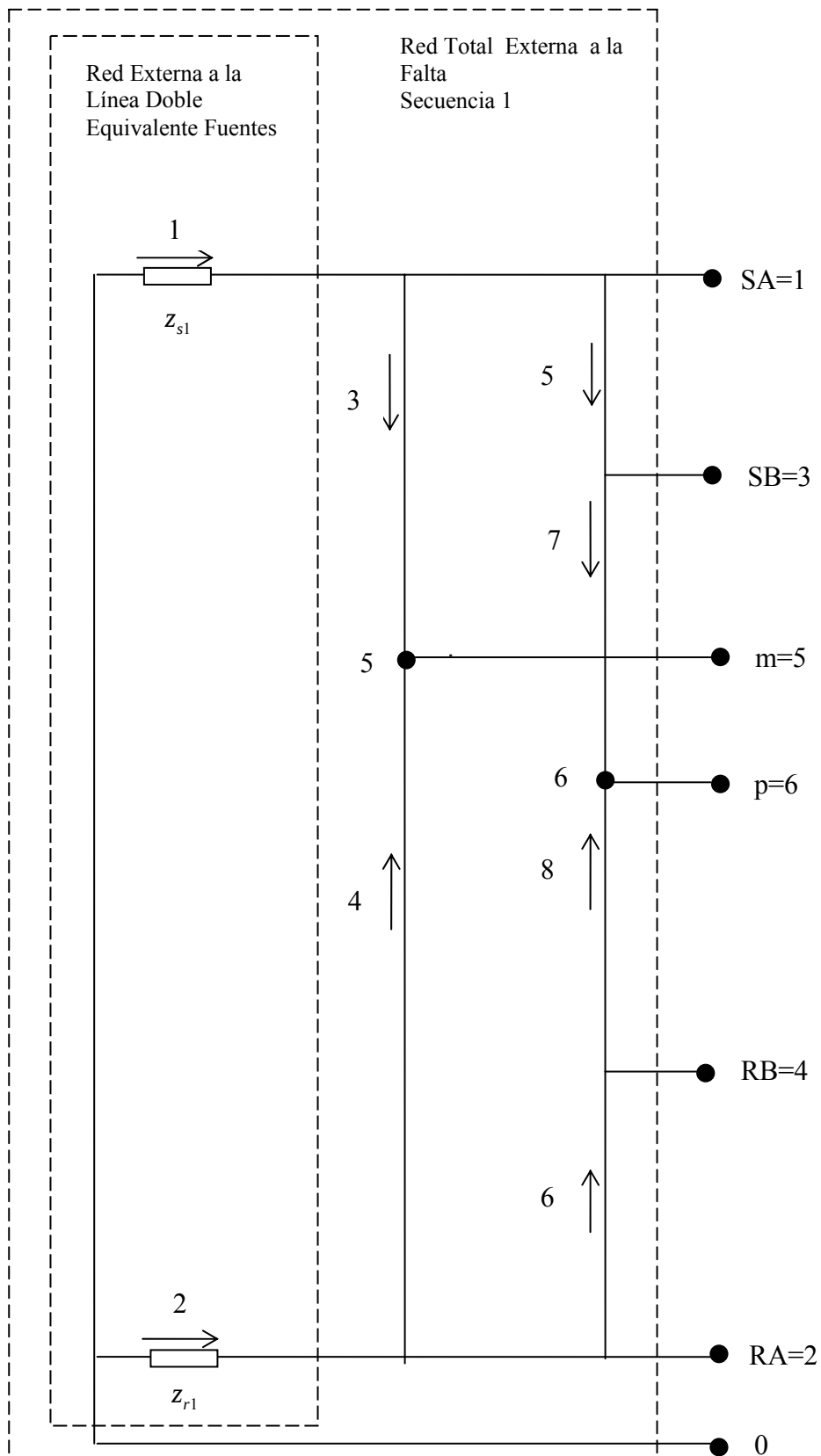


Fig. 4.3.1e

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
 - Barra 1= SA
 - Barra 2 = RA
 - Barra 3= SB
 - Barra 4 = RB
 - Barra 5 = Punto de la Falta m
 - Barra 6 = Punto de la Falta p
- Numerar y Orientar los Elementos
 - Elemento 1 = 0-1
 - Elemento 2 = 0-2
 - Elemento 3 = 1-5
 - Elemento 4 = 2-5
 - Elemento 5 = 1-3
 - Elemento 6 = 2-4
 - Elemento 7 = 3-6
 - Elemento 8 = 4-6

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

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

Z_1 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 1)

Determinación de Z_1 :

Conocidos:

- z_{s1}, z_{r1} (Ohms en AT)
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1 (Ohms en AT y BT respectivamente)
- Datos de los Transformadores TS y TR (Datos de Placa)
- Posición de la Falta (m,p)

Se deducen las Impedancias Propias de los Elementos (en pu):

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

Dimensión de $z_{e1} = 8 \times 8$

Bases :

MVA_{base}

AT: U_{baseA}, Z_{baseA}

BT: U_{baseB}, Z_{baseB}

Los valores pu se obtendrán de los valores calculados en Ohm divididos por la Impedancia Base que corresponda.

Transformadores TS y TR:

Obtener z_{ps}, z_{pt}, z_{st} en Ohms AT, por ej., de los valores de placa.

Pasarlos a pu, dividiendo por z_{baseA} .

Modelo de Transformadores TS y TR: z_p, z_s, z_t pu

$$z_{ps} = z_p + z_s$$

$$z_{pt} = z_p + z_t$$

$$z_{st} = z_s + z_t$$

$$z_p = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{pt} - z_{st})$$

$$z_s = \frac{1}{2}(z_{ps} + z_{st} - z_{pt})$$

$$z_t = \frac{1}{2}(z_{pt} + z_{st} - z_{ps})$$

$$Z_{e1} = \begin{bmatrix} Z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_{SAm1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & Z_{RAm1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{psTS} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{psTR} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{SBp1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{RBp1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

Minc igual a Sec1.

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

$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z_{sAm2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{rAm2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & z_{psTS} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{psTR} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sBp2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{rBp2} \end{bmatrix}$$

Z_2 = Matriz de Impedancia de Barras en pu de la Red Total Externa a la Falta (Sec. 2)

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