

4.6.3 Falta Doble

Distinguiremos 2 casos, según la Falta Doble se produzca en puntos cualesquiera o en el mismo Apoyo.

4.6.3.1 Falta Doble, con Nudos Ficticios

Las Faltas m y p pueden estar en Líneas diferentes del mismo Tramo o en puntos cualesquiera de Tramos diferentes. Los Tramos están definidos en la página siguiente. Al ser los Puntos de las Faltas dos Barras del Sistema a resolver, ello originaría tal número de combinaciones posibles que resultaría un gran número de diferentes Matrices de Incidencia y de Impedancia Primitiva, tal como anticipamos en (4.6.2).

Como consecuencia de lo anterior resulta obligatorio mantener la creación de Barras Ficticias, usadas ya para la Falta Simple. Estas Barras Ficticias, al igual que precedentemente estarían, en principio, situadas en los puntos medios de cada Tramo de la Línea Doble.

De esta forma la Matriz de Incidencia sería única, para Faltas Dobles en cualesquiera Barras Ficticias. Las Barras Ficticias en que se producen las Faltas no estarían forzosamente situadas en los Puntos medios de sus Tramos correspondientes, sino que, sin salir de ellos, su distancia a uno de sus Extremos variaría entre 0 y 1, en función de la longitud del Tramo.

Las Matrices de Impedancia Primitiva serán así mismo únicas, con la salvedad de que en Secuencia Cero habrá que considerar la posición relativa del Punto de cada una de las Faltas m, p con respecto a la Barra Ficticia de la Línea Paralela en el mismo Tramo.

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

PC54 (Opción)

PG54c, PG54ic

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

Representamos la Red a tratar numerando las Barras, reales y ficticias, y orientando los Elementos resultantes.

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

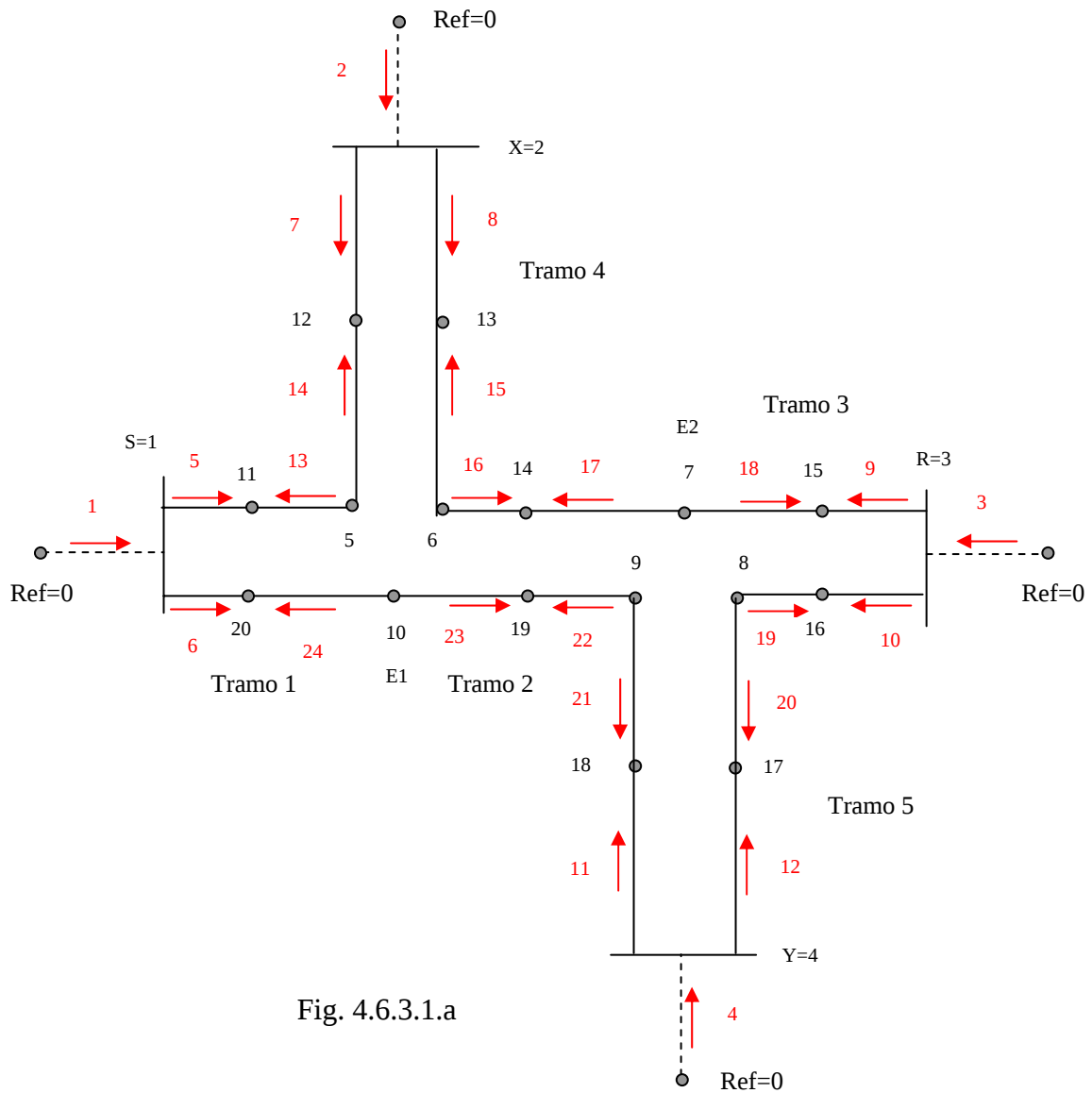


Fig. 4.6.3.1.a

Así mismo definimos:

a = Longitud de Línea 1-11 en pu de la Longitud de Línea 1- 5

$$a = \frac{\overline{1-11}}{\overline{1-5}} = \frac{\overline{1-11}}{L_1}$$

b = Longitud de Línea 5-12 en pu de la Longitud de Línea 5-2

$$b = \frac{\overline{5-12}}{\overline{5-2}} = \frac{\overline{5-12}}{L_4}$$

c = Longitud de Línea 6-13 en pu de la Longitud de Línea 6-2

$$c = \frac{\overline{6-13}}{\overline{6-2}} = \frac{\overline{6-13}}{L_4}$$

d = Longitud de Línea 6-14 en pu de la Longitud de Línea 6-7

$$d = \frac{\overline{6-14}}{\overline{6-7}} = \frac{\overline{6-14}}{L_2}$$

e = Longitud de Línea 7-15 en pu de la Longitud de Línea 7-3

$$e = \frac{\overline{7-15}}{\overline{7-3}} = \frac{\overline{7-15}}{L_3}$$

f = Longitud de Línea 8-16 en pu de la Longitud de Línea 8- 3

$$f = \frac{\overline{8-16}}{\overline{8-3}} = \frac{\overline{8-16}}{L_3}$$

g = Longitud de Línea 8-17 en pu de la Longitud de Línea 8-4

$$g = \frac{\overline{8-17}}{\overline{8-4}} = \frac{\overline{8-17}}{L_5}$$

h = Longitud de Línea 9-18 en pu de la Longitud de Línea 9-4

$$h = \frac{\overline{9-18}}{\overline{9-4}} = \frac{\overline{9-18}}{L_5}$$

q = Longitud de Línea 10-19 en pu de la Longitud de Línea 10-9

$$q = \frac{\overline{10-19}}{\overline{10-9}} = \frac{\overline{10-19}}{L_2}$$

r = Longitud de Línea 1-20 en pu de la Longitud de Línea 1-10

$$r = \frac{\overline{1-20}}{\overline{1-10}} = \frac{\overline{1-20}}{L_1}$$

En principio todos los valores a,b,c,d,e,f,g,h,q,r se inicializan a 0.5.

En la Barra Ficticia en Falta m su parámetro correspondiente (a,b,c...) se asignará a m, a efectos de salida gráfica o numérica, y su valor estará comprendido entre 0 y 1.

En la Barra Ficticia en Falta p su parámetro correspondiente (a,b,c...) se asignará a p, a efectos de salida gráfica o numérica, y su valor estará comprendido entre 0 y 1.

Reanudamos el Proceso de casos anteriores.

Red Total Externa a la Falta

- Numerar las Barras

Barra 1 = S

Barra 2 = X

Barra 3 = R

Barra 4 = Y

Barra 5 = E1, en Línea SX

Barra 6 = E1, en Línea XR

Barra 7 = E2, en Línea XR

Barra 8 = E2, en Línea RY

Barra 9 = E2, en Línea YS

Barra 10 = E1, en Línea SY

Barra 11 = Barra Ficticia en Tramo 1, Línea Superior

Barra 12 = Barra Ficticia en Tramo 4, Línea Izquierda

Barra 13 = Barra Ficticia en Tramo 4, Línea Derecha

Barra 14 = Barra Ficticia en Tramo 2, Línea Superior

Barra 15 = Barra Ficticia en Tramo 3, Línea Superior

Barra 16 = Barra Ficticia en Tramo 3, Línea Inferior

Barra 17 = Barra Ficticia en Tramo 5, Línea Derecha

Barra 18 = Barra Ficticia en Tramo 5, Línea Izquierda

Barra 19 = Barra Ficticia en Tramo 2, Línea Inferior

Barra 20 = Barra Ficticia en Tramo 1, Línea Inferior

El Punto de la Falta m se asignará a una de las Barras Ficticias.

El Punto de la Falta p se asignará a una Barra Ficticia distinta a la elegida para m.

- Numerar y Orientar los Elementos

Elemento 1 = Ref-1
Elemento 2 = Ref-2
Elemento 3 = Ref-3
Elemento 4 = Ref-4
Elemento 5 = 1-11
Elemento 6 = 1-20
Elemento 7 = 2-12
Elemento 8 = 2-13
Elemento 9 = 3-15
Elemento 10 = 3-16
Elemento 11 = 4-18
Elemento 12 = 4-17
Elemento 13 = 5-11
Elemento 14 = 5-12
Elemento 15 = 6-13
Elemento 16 = 6-14
Elemento 17 = 7-14
Elemento 18 = 7-15
Elemento 19 = 8-16
Elemento 20 = 8-17
Elemento 21 = 9-18
Elemento 22 = 9-19
Elemento 23 = 10-19
Elemento 24 = 10-20

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

Dimensión de Minc=24 x 20

Elementos no nulos de M_{inc} :

Minc(1,1)=-1;
Minc(2,2)=-1;
Minc(3,3)=-1;
Minc(4,4)=-1;
Minc(5,1)=1; Minc(5,11)=-1;
Minc(6,1)=1; Minc(6,20)=-1;
Minc(7,2)=1; Minc(7,12)=-1;
Minc(8,2)=1; Minc(8,13)=-1;
Minc(9,3)=1; Minc(9,15)=-1;
Minc(10,3)=1; Minc(10,16)=-1;
Minc(11,4)=1; Minc(11,18)=-1;
Minc(12,4)=1; Minc(12,17)=-1;

Minc(13,5)=1; Minc(13,11)=-1;
Minc(14,5)=1; Minc(14,12)=-1;
Minc(15,6)=1; Minc(15,13)=-1;
Minc(16,6)=1; Minc(16,14)=-1;
Minc(17,7)=1; Minc(17,14)=-1;
Minc(18,7)=1; Minc(18,15)=-1;
Minc(19,8)=1; Minc(19,16)=-1;
Minc(20,8)=1; Minc(20,17)=-1;
Minc(21,9)=1; Minc(21,18)=-1;
Minc(22,9)=1; Minc(22,19)=-1;
Minc(23,10)=1; Minc(23,19)=-1;
Minc(24,10)=1; Minc(24,20)=-1;

[illegible]

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
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de m.
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de p.

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} = 24 x 24

Elementos no nulos de z_{e0} :

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

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

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

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

$$z_{e0}(5,5)=z_{l0u} \cdot a \cdot L1;$$

$$z_{e0}(6,6)=z_{l0u} \cdot r \cdot L1;$$

$$z_{e0}(7,7)=z_{l0u} \cdot (1-b) \cdot L4;$$

$$z_{e0}(8,8)=z_{l0u} \cdot (1-c) \cdot L4;$$

$$z_{e0}(9,9)=z_{l0u} \cdot (1-e) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(10,10)=z_{l0u} \cdot (1-f) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(11,11)=z_{l0u} \cdot (1-h) \cdot L5;$$

$$z_{e0}(12,12)=z_{l0u} \cdot (1-g) \cdot L5;$$

$$z_{e0}(13,13)=z_{l0u} \cdot (1-a) \cdot L1;$$

$$z_{e0}(14,14)=z_{l0u} \cdot b \cdot L4;$$

$$z_{e0}(15,15)=z_{l0u} \cdot c \cdot L4;$$

$$z_{e0}(16,16)=z_{l0u} \cdot d \cdot L2;$$

$$z_{e0}(17,17)=z_{l0u} \cdot (1-d) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(18,18)=z_{l0u} \cdot e \cdot L3;$$

$$z_{e0}(19,19)=z_{l0u} \cdot f \cdot L3;$$

$$z_{e0}(20,20)=z_{l0u} \cdot g \cdot L5;$$

$$z_{e0}(21,21)=z_{l0u} \cdot h \cdot L5;$$

$$z_{e0}(22,22)=z_{l0u} \cdot (1-q) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(23,23)=z_{l0u} \cdot q \cdot L2;$$

$$z_{e0}(24,24)=z_{l0u} \cdot (1-r) \cdot L1;$$

Si $a \leq r$:

$$z_0(5,6) = z_{lM0u} * a * L1;$$

$$z_0(6,13) = -z_{lM0u} * (r-a) * L1;$$

$$z_0(13,24) = z_{lM0u} * (1-r) * L1;$$

$$z_0(6,5) = z_{e0}(5,6);$$

$$z_0(13,6) = z_{e0}(6,13);$$

$$z_0(24,13) = z_{e0}(13,24);$$

De otra forma, si $a > r$:

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

$$z_{e0}(5,24) = -z_{lM0u} * (a-r) * L1;$$

$$z_{e0}(13,24) = z_{lM0u} * (1-a) * L1;$$

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

$$z_{e0}(24,5) = z_{e0}(5,24);$$

$$z_{e0}(24,13) = z_{e0}(13,24);$$

Si $b \leq c$:

$$z_{e0}(14,15) = z_{lM0u} * b * L4;$$

$$z_{e0}(7,15) = -z_{lM0u} * (c-b) * L4;$$

$$z_{e0}(7,8) = z_{lM0u} * (1-c) * L4;$$

$$z_{e0}(15,14) = z_{e0}(14,15);$$

$$z_{e0}(15,7) = z_{e0}(7,15);$$

$$z_{e0}(8,7) = z_{e0}(7,8);$$

De otra forma, si $b > c$:

$$z_{e0}(14,15) = z_{lM0u} * c * L4;$$

$$z_{e0}(14,8) = -z_{lM0u} * (b-c) * L4;$$

$$z_{e0}(7,8) = z_{lM0u} * (1-b) * L4;$$

$$z_{e0}(15,14) = z_{e0}(14,15);$$

$$z_{e0}(8,14) = z_{e0}(14,8);$$

$$z_{e0}(8,7) = z_{e0}(7,8);$$

Si $d \leq q$:

$$z_{e0}(16,23) = z_{lM0u} \cdot d \cdot L2;$$

$$z_{e0}(23,17) = -z_{lM0u} \cdot (q-d) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(17,22) = z_{lM0u} \cdot (1-q) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(23,16) = z_{e0}(16,23);$$

$$z_{e0}(17,23) = z_{e0}(23,17);$$

$$z_{e0}(22,17) = z_{e0}(17,22);$$

De otra forma, si $d > q$:

$$z_{e0}(16,23) = z_{lM0u} \cdot q \cdot L2;$$

$$z_{e0}(16,22) = -z_{lM0u} \cdot (d-q) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(17,22) = z_{lM0u} \cdot (1-d) \cdot L2;$$

$$z_{e0}(23,16) = z_{e0}(16,23);$$

$$z_{e0}(22,16) = z_{e0}(16,22);$$

$$z_{e0}(22,17) = z_{e0}(17,22);$$

Si $e \leq f$:

$$z_{e0}(18,19) = z_{lM0u} \cdot e \cdot L3;$$

$$z_{e0}(19,9) = -z_{lM0u} \cdot (f-e) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(9,10) = z_{lM0u} \cdot (1-f) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(19,18) = z_{e0}(18,19);$$

$$z_{e0}(9,19) = z_{e0}(19,9);$$

$$z_{e0}(10,9) = z_{e0}(9,10);$$

De otra forma, si $e > f$:

$$z_{e0}(18,19) = z_{lM0u} \cdot f \cdot L3;$$

$$z_{e0}(18,10) = -z_{lM0u} \cdot (e-f) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(9,10) = z_{lM0u} \cdot (1-e) \cdot L3;$$

$$z_{e0}(19,18) = z_{e0}(18,19);$$

$$z_{e0}(10,18) = z_{e0}(18,10);$$

$$z_{e0}(10,9) = z_{e0}(9,10);$$

Si $g \leq h$:

$$z_{e0}(20,21) = z_{LM0u} * g * L5;$$

$$z_{e0}(12,21) = -z_{LM0u} * (h-g) * L5;$$

$$z_{e0}(11,12) = z_{LM0u} * (1-h) * L5;$$

$$z_{e0}(21,20) = z_{e0}(20,21);$$

$$z_{e0}(21,12) = z_{e0}(12,21);$$

$$z_{e0}(12,11) = z_{e0}(11,12);$$

De otra forma, si $g > h$:

$$z_{e0}(20,21) = z_{LM0u} * h * L5;$$

$$z_{e0}(20,11) = -z_{LM0u} * (g-h) * L5;$$

$$z_{e0}(11,12) = z_{LM0u} * (1-g) * L5;$$

$$z_{e0}(21,20) = z_{e0}(20,21);$$

$$z_{e0}(11,20) = z_{e0}(20,11);$$

$$z_{e0}(12,11) = z_{e0}(11,12);$$

Resulta una Matriz 24 x 24, cuyos Elementos no nulos pertenecen al listado anterior. Dado el tamaño resultante prescindimos de representar la matriz anterior y la denominaremos z_{e0} .

Matriz de Impedancia de Barras de Secuencia Cero de la Red Total Externa a la Falta:

$$Z_0 = \left(M_{inc}^t z_{e0}^{-1} M_{inc} \right)^{-1} \quad (20 \times 20)$$

Secuencia 1:

Conocidos:

- $z_{s1}, z_{x1}, z_{r1}, z_{y1}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de m.
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de p.

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} = 24 x 24

Elementos no nulos de z_{e1} :

- $z_{e1} (1,1) = z_{s1};$
- $z_{e1} (2,2) = z_{x1};$
- $z_{e1} (3,3) = z_{r1};$
- $z_{e1} (4,4) = z_{y1};$
- $z_{e1} (5,5) = z_{l1u} * a * L1;$
- $z_{e1} (6,6) = z_{l1u} * r * L1;$
- $z_{e1} (7,7) = z_{l1u} * (1-b) * L4;$
- $z_{e1} (8,8) = z_{l1u} * (1-c) * L4;$
- $z_{e1} (9,9) = z_{l1u} * (1-e) * L3;$
- $z_{e1} (10,10) = z_{l1u} * (1-f) * L3;$
- $z_{e1} (11,11) = z_{l1u} * (1-h) * L5;$
- $z_{e1} (12,12) = z_{l1u} * (1-g) * L5;$
- $z_{e1} (13,13) = z_{l1u} * (1-a) * L1;$
- $z_{e1} (14,14) = z_{l1u} * b * L4;$
- $z_{e1} (15,15) = z_{l1u} * c * L4;$
- $z_{e1} (16,16) = z_{l1u} * d * L2;$
- $z_{e1} (17,17) = z_{l1u} * (1-d) * L2;$
- $z_{e1} (18,18) = z_{l1u} * e * L3;$
- $z_{e1} (19,19) = z_{l1u} * f * L3;$
- $z_{e1} (20,20) = z_{l1u} * g * L5;$
- $z_{e1} (21,21) = z_{l1u} * h * L5;$
- $z_{e1} (22,22) = z_{l1u} * (1-q) * L2;$
- $z_{e1} (23,23) = z_{l1u} * q * L2;$
- $z_{e1} (24,24) = z_{l1u} * (1-r) * L1;$

Resulta una Matriz Diagonal 24 x 24, cuyos Elementos no nulos pertenecen al listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde de 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:

$$Z_1 = \left(M_{inc}^t z_{e1}^{-1} M_{inc} \right)^{-1} \quad (20 \times 20)$$

Secuencia 2:

Conocidos:

- $Z_{s2}, Z_{x2}, Z_{r2}, Z_{y2}$
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de m.
- Tramo en falta, Línea en falta dentro del Tramo y valor de p.

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} = 24 x 24

Elementos no nulos de z_{e2} :

- $z_{e2} (1,1) = z_{s2};$
- $z_{e2} (2,2) = z_{x2};$
- $z_{e2} (3,3) = z_{r2};$
- $z_{e2} (4,4) = z_{y2};$
- $z_{e2} (5,5) = z_{l2u} * a * L1;$
- $z_{e2} (6,6) = z_{l2u} * r * L1;$
- $z_{e2} (7,7) = z_{l2u} * (1-b) * L4;$
- $z_{e2} (8,8) = z_{l2u} * (1-c) * L4;$
- $z_{e2} (9,9) = z_{l2u} * (1-e) * L3;$
- $z_{e2} (10,10) = z_{l2u} * (1-f) * L3;$
- $z_{e2} (11,11) = z_{l2u} * (1-h) * L5;$
- $z_{e2} (12,12) = z_{l2u} * (1-g) * L5;$
- $z_{e2} (13,13) = z_{l2u} * (1-a) * L1;$
- $z_{e2} (14,14) = z_{l2u} * b * L4;$
- $z_{e2} (15,15) = z_{l2u} * c * L4;$
- $z_{e2} (16,16) = z_{l2u} * d * L2;$
- $z_{e2} (17,17) = z_{l2u} * (1-d) * L2;$
- $z_{e2} (18,18) = z_{l2u} * e * L3;$
- $z_{e2} (19,19) = z_{l2u} * f * L3;$
- $z_{e2} (20,20) = z_{l2u} * g * L5;$
- $z_{e2} (21,21) = z_{l2u} * h * L5;$
- $z_{e2} (22,22) = z_{l2u} * (1-q) * L2;$
- $z_{e2} (23,23) = z_{l2u} * q * L2;$
- $z_{e2} (24,24) = z_{l2u} * (1-r) * L1;$

Resulta una Matriz Diagonal 24 x 24, cuyos Elementos no nulos son los expresados en el listado anterior. Dado el tamaño resultante se prescinde de 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:

$$Z_2 = \left(M_{inc}^t z_{e2}^{-1} M_{inc} \right)^{-1} \quad (20 \times 20)$$