4.2.4 Falta Doble sobre la misma Línea

- Esquema General:

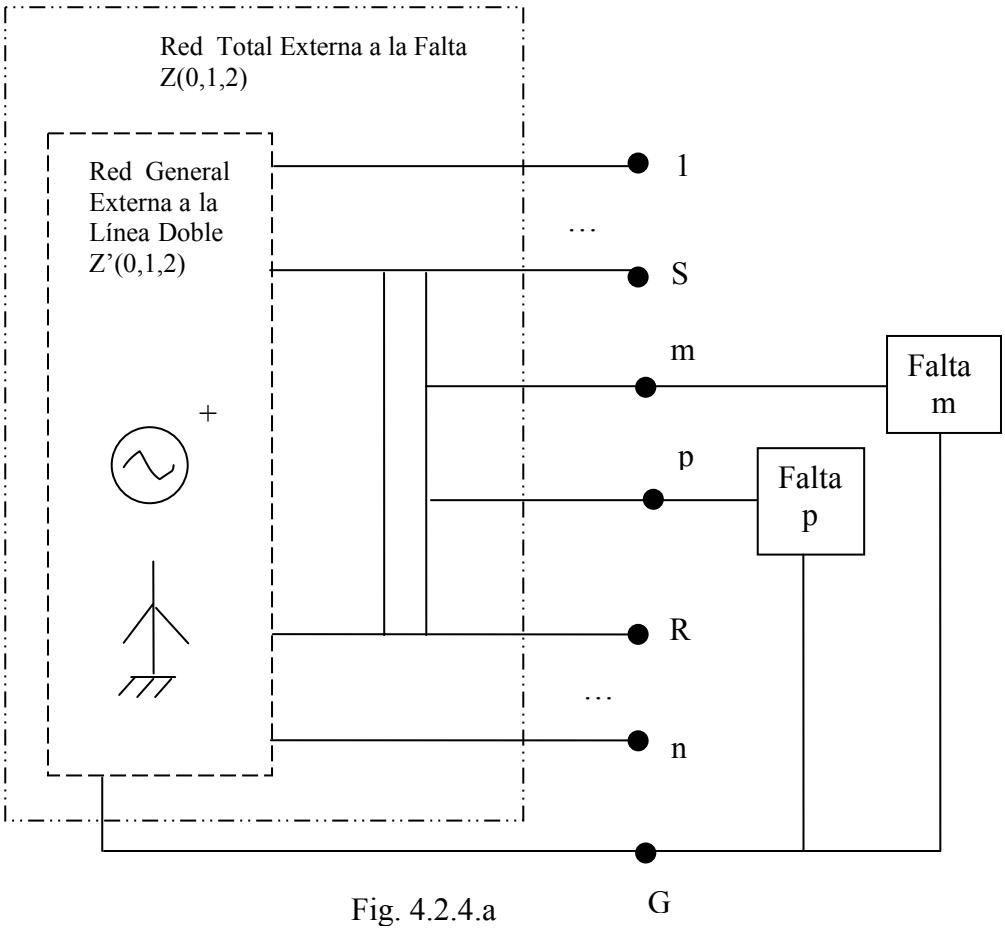

Fig. 4.2.4.a

En lo que sigue se desarrollan los fundamentos de los programas:
PC124ml
PG124mlc
PG124nml
PG124mlco
La nomenclatura de estas denominaciones se explica en el Aptdo. 4.1 de esta Memoria.

Caso 1: Impedancia de Transferencia Finita

1.- $m \leq p$

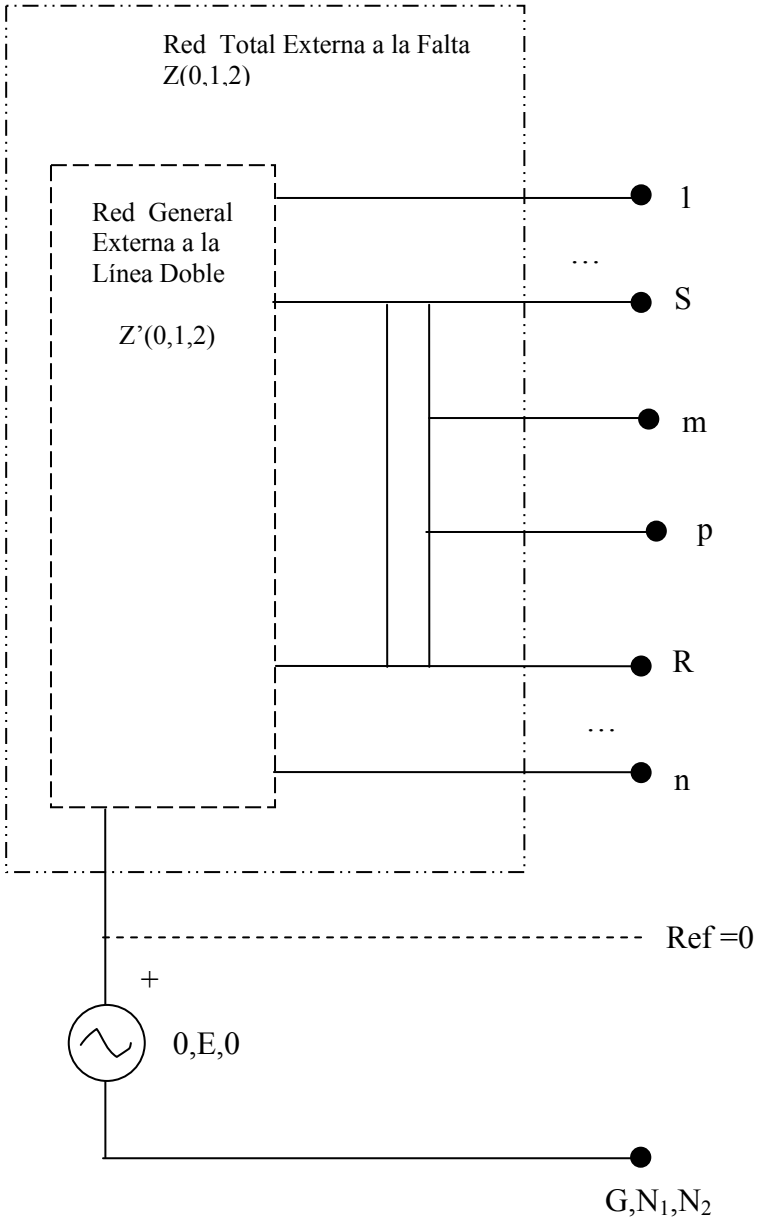

Fig. 4.2.4.b

Sustituyendo la Red General Externa a la Línea Doble por su Equivalente de Impedancias Fuente- Transferencia:

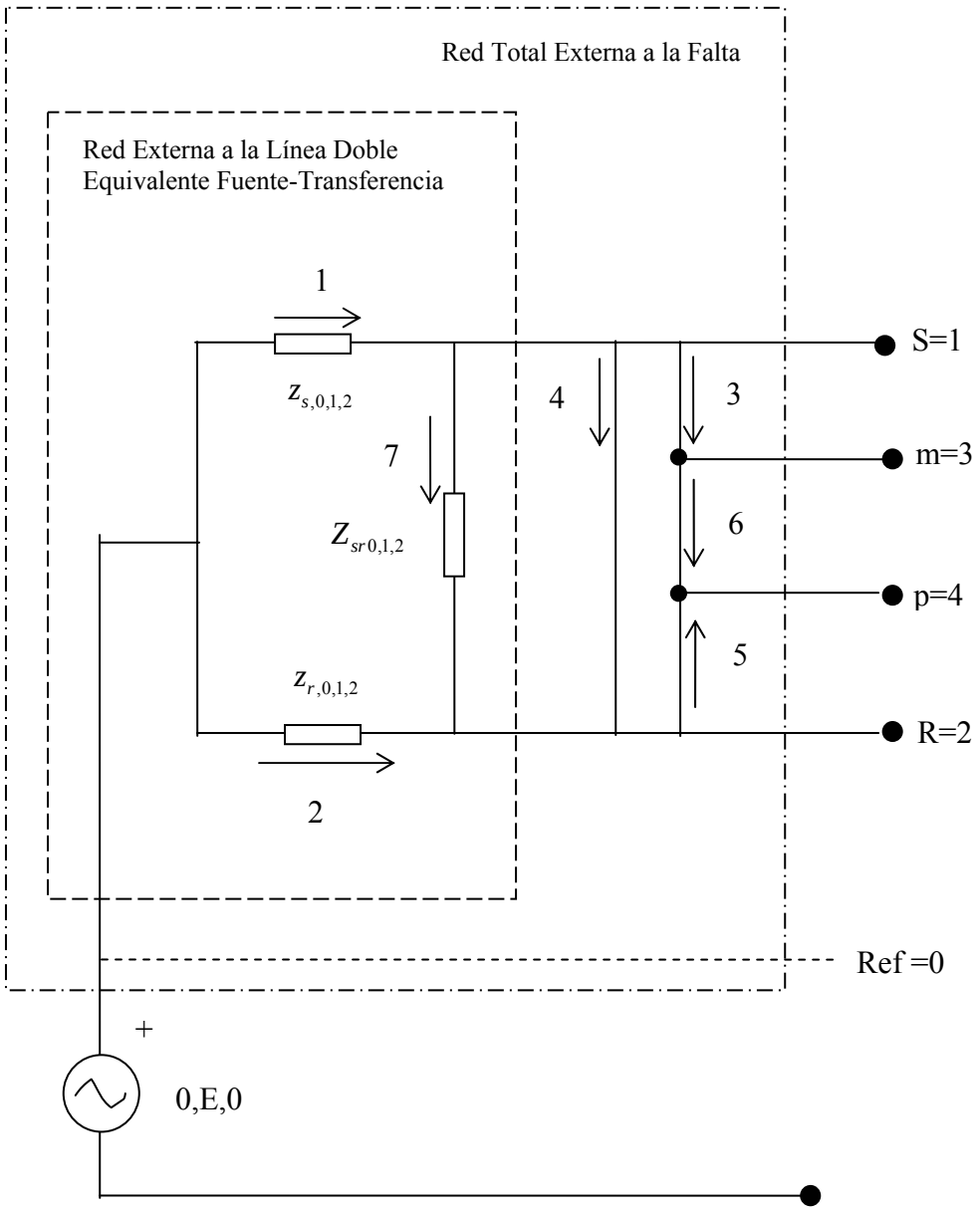

Fig. 4.2.4.c

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
  Barra 1= S
  Barra 2 = R
  Barra 3 = Punto de la Falta m
  Barra 4 = Punto de la Falta p

- Numerar y Orientar los Elementos
  Elemento 1 = Ref-1
  Elemento 2 = Ref-2
  Elemento 3 = 1-3
  Elemento 4 = 1-2
  Elemento 5 = 2-4
  Elemento 6 = 3-4
  Elemento 7 = 1-2

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

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

Secuencia 0:

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

Determinación de Z_0:

Conocidos:

- z_{s0}, z_{sr0}, z_{r0}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta (m,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.

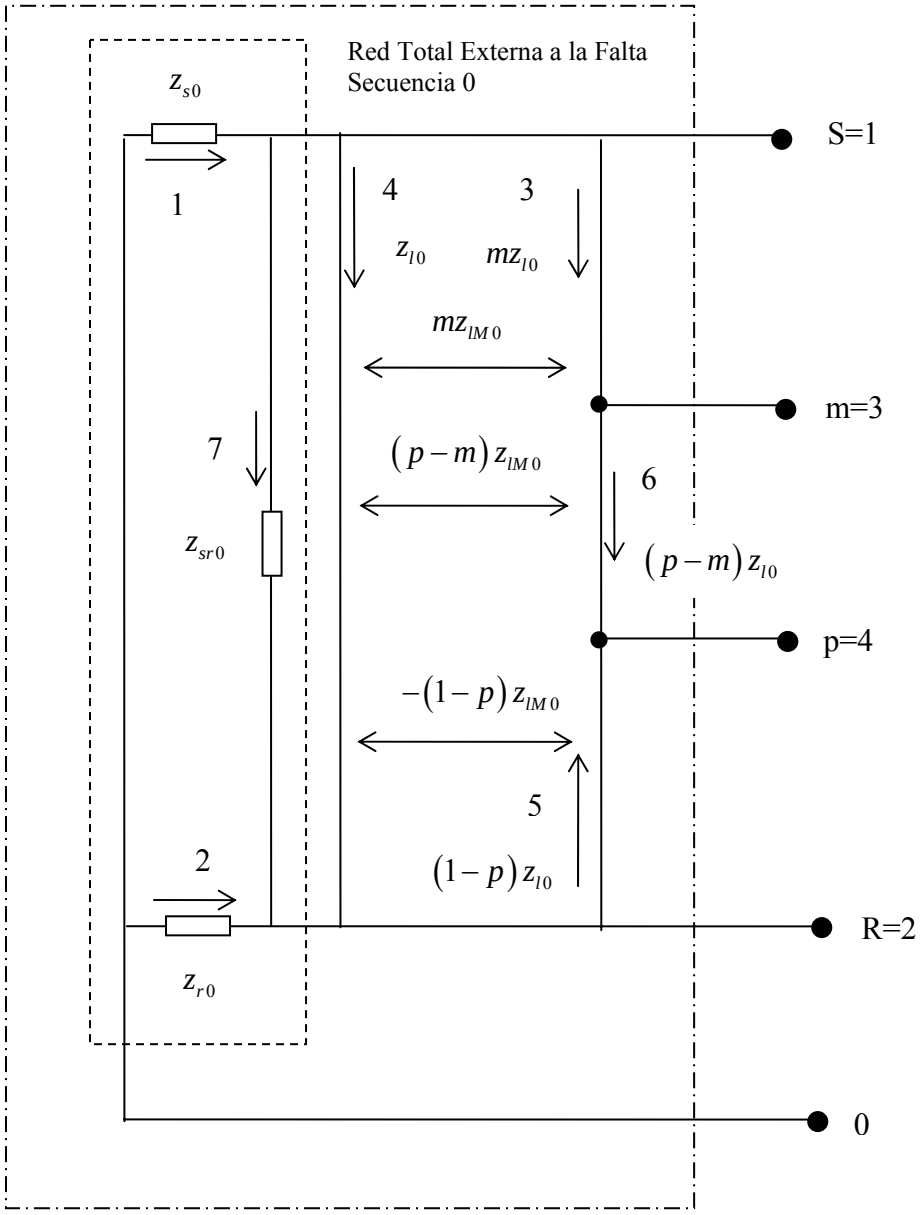

Fig. 4.2.4.d

$$z_{e0}=\begin{bmatrix} z_{s0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l0} & mz_{lM0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{lM0} & z_{l0} & -(1-p)z_{lM0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -(1-p)z_{lM0} & (1-p)z_{l0} & (p-m)z_{lM0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{lM0} & (p-m)z_{l0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr0} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 1:

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

Determinación de Z_1:

Conocidos:

- z_{s1}, z_{sr1}, z_{r1}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta (m,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.

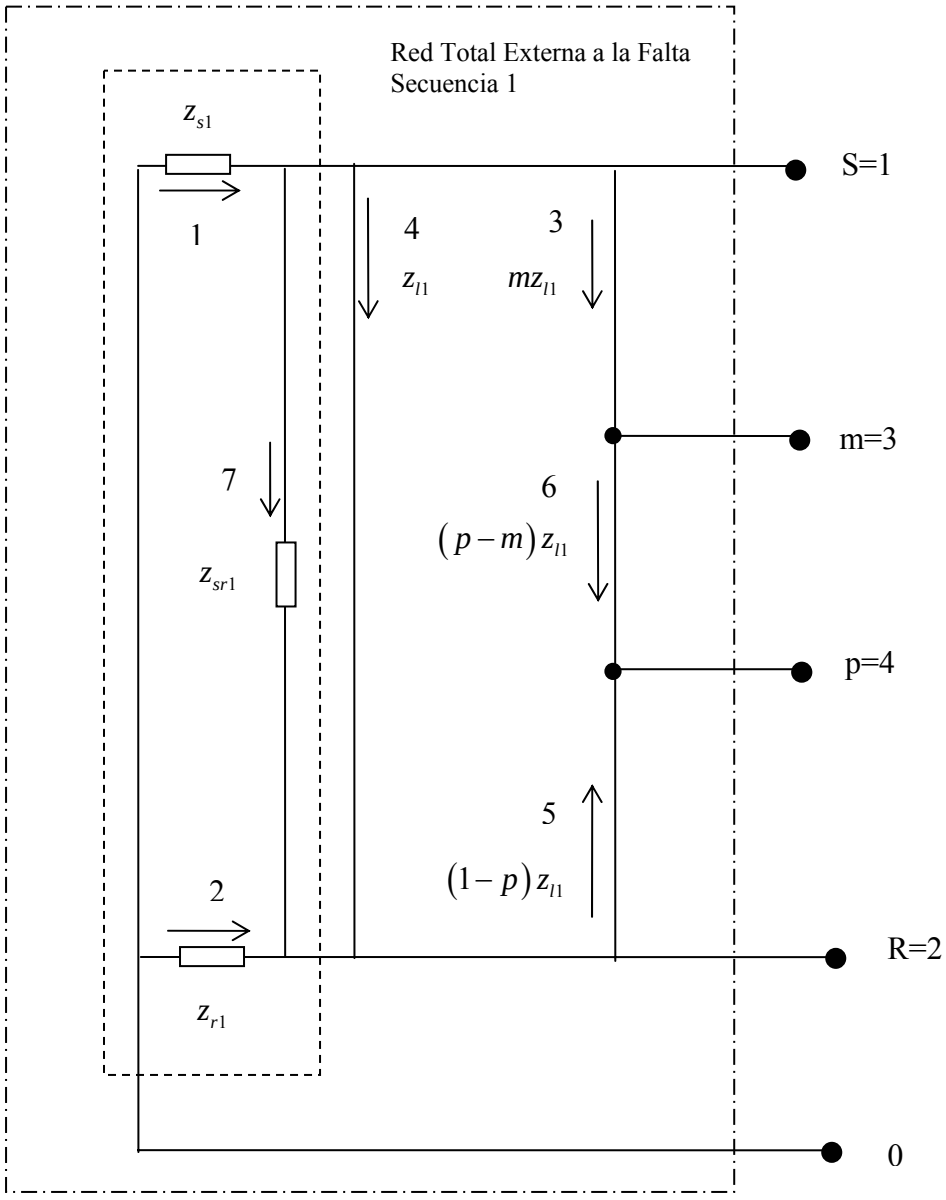

Fig. 4.2.4.e

$$z_{e1} = \begin{bmatrix} z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-p)z_{l1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{l1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

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

Determinación de Z_2:

Conocidos:

- z_{s2}, z_{sr2}, z_{r2}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta (m,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.

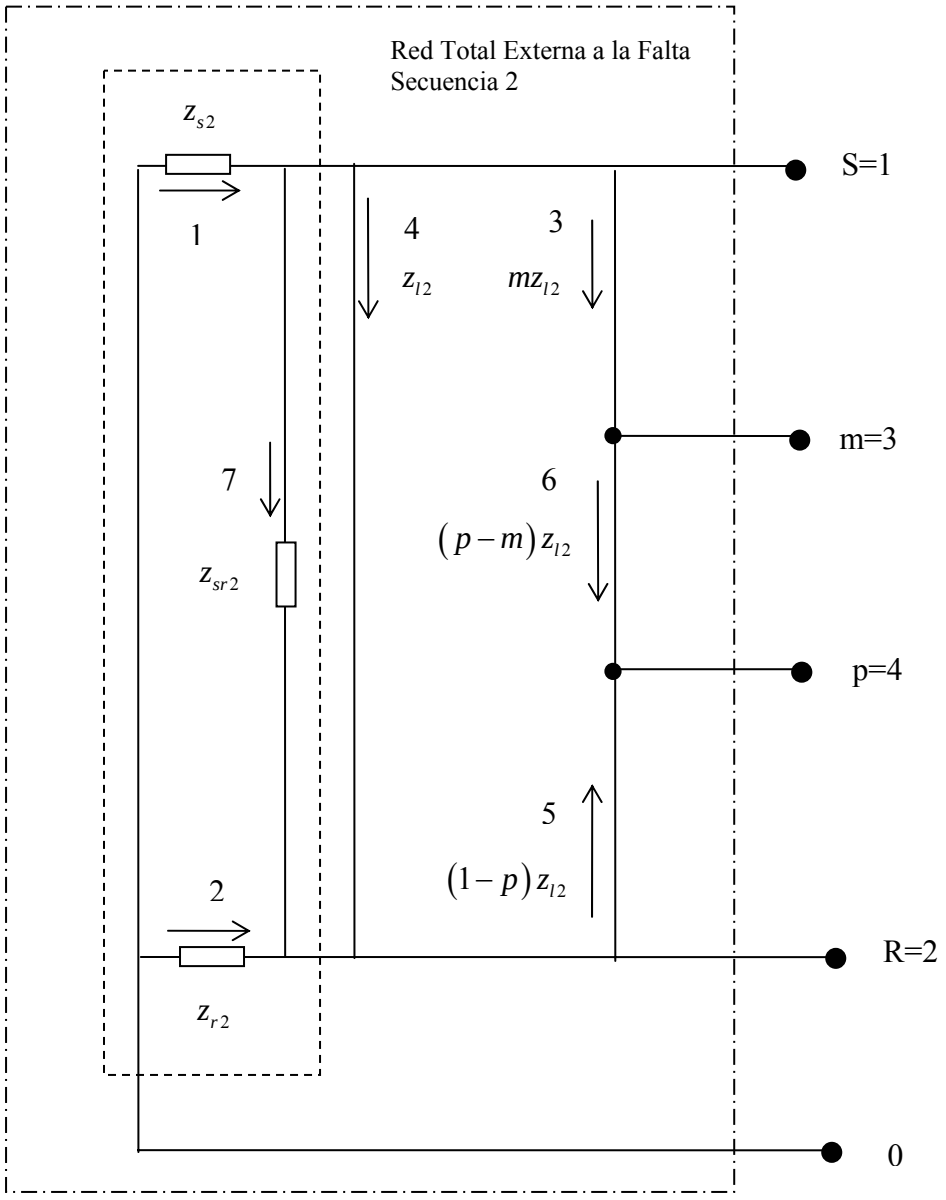

Fig. 4.2.4.f

$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-p)z_{l2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{l2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr2} \end{bmatrix}$$

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

2.- m > p

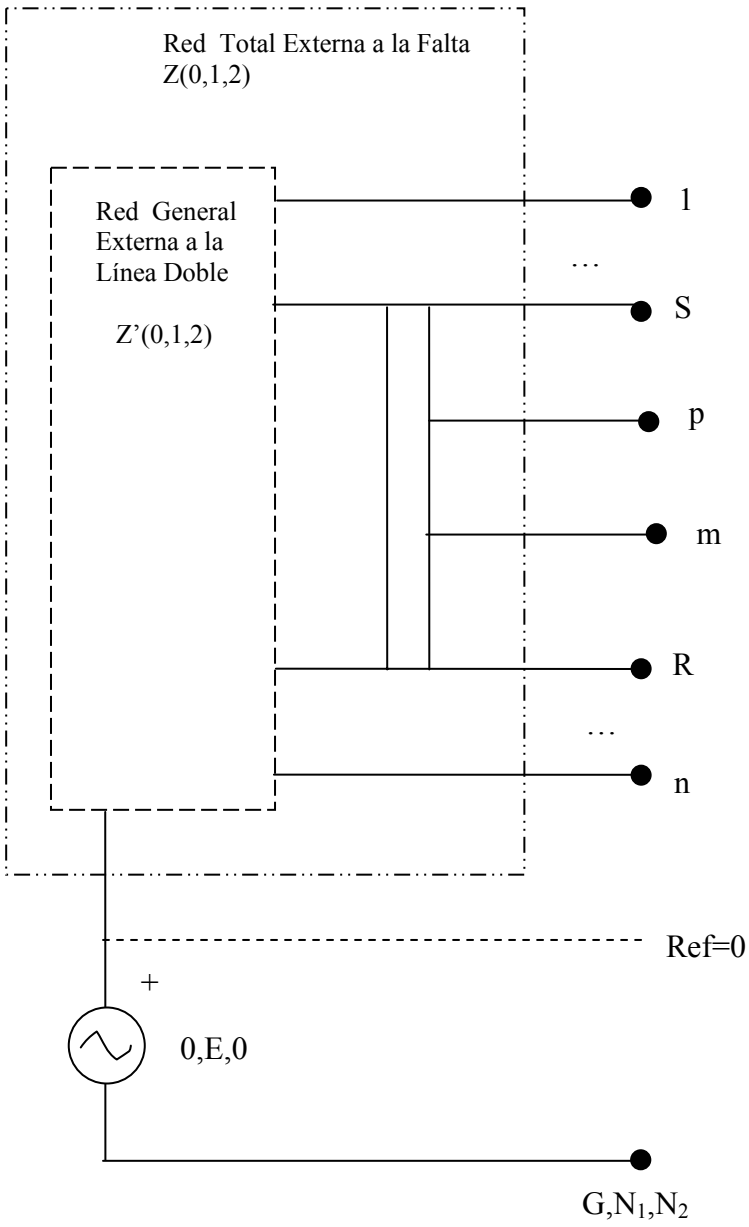
Red Total Externa a la Falta
Z(0,1,2)
Red General
Externa a la
Línea Doble
Z'(0,1,2)
1
…
S
p
m
R
…
n
Ref=0
+
0,E,0
G,N1,N2

Fig. 4.2.4.g

Sustituyendo la Red General Externa a la Línea Doble por su Equivalente de Impedancias Fuente- Transferencia:

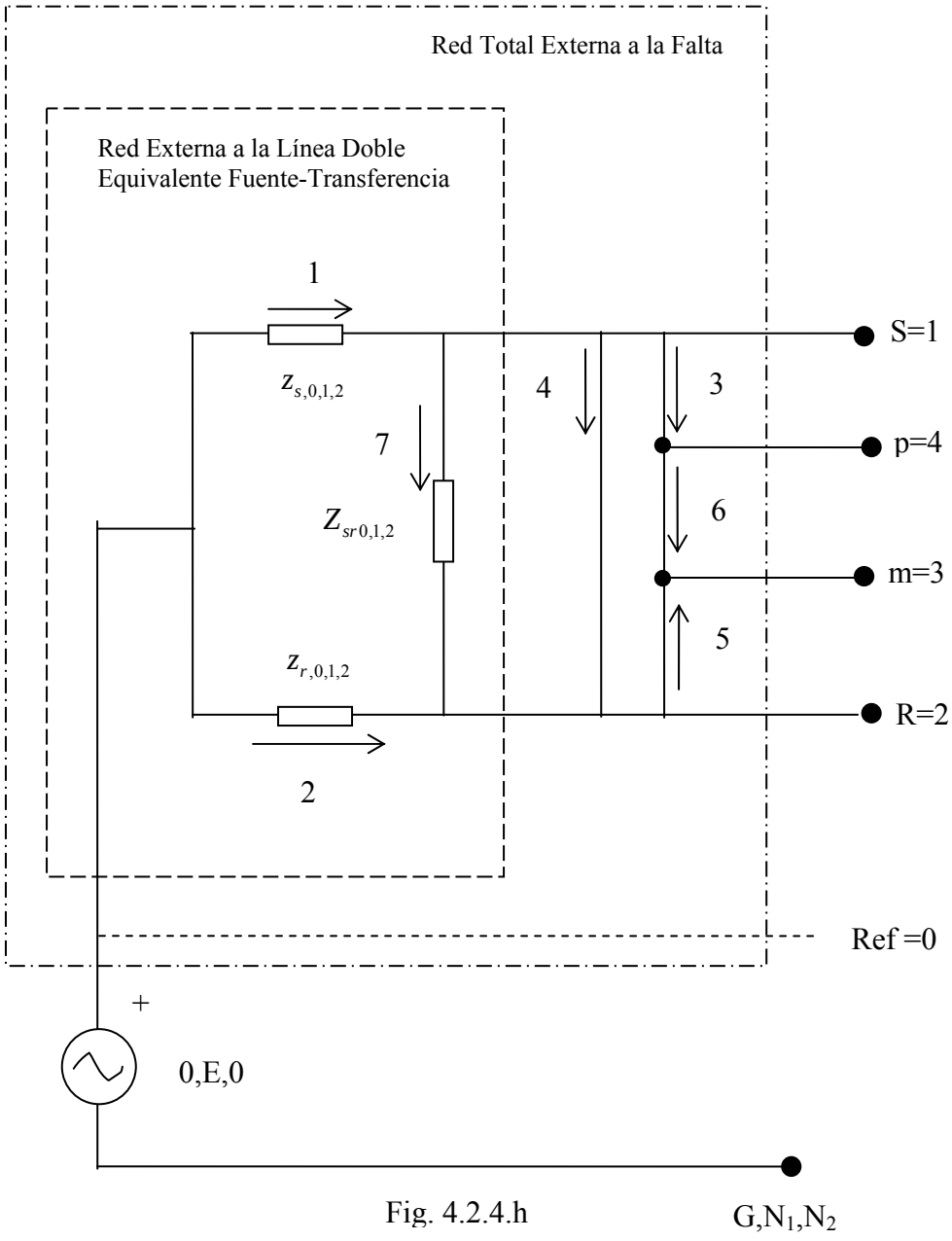

Fig. 4.2.4.h

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
  Barra 1= S
  Barra 2 = R
  Barra 3 = Punto de la Falta m
  Barra 4 = Punto de la Falta p

- Numerar y Orientar los Elementos
  Elemento 1 = Ref-1
  Elemento 2 = Ref-2
  Elemento 3 = 1-4
  Elemento 4 = 1-2
  Elemento 5 = 2-3
  Elemento 6 = 4-3
  Elemento 7 = 1-2

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

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

Secuencia 0:

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

Determinación de Z_0:

Conocidos:

- z_{s0}, z_{sr0}, z_{r0}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta (m,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.

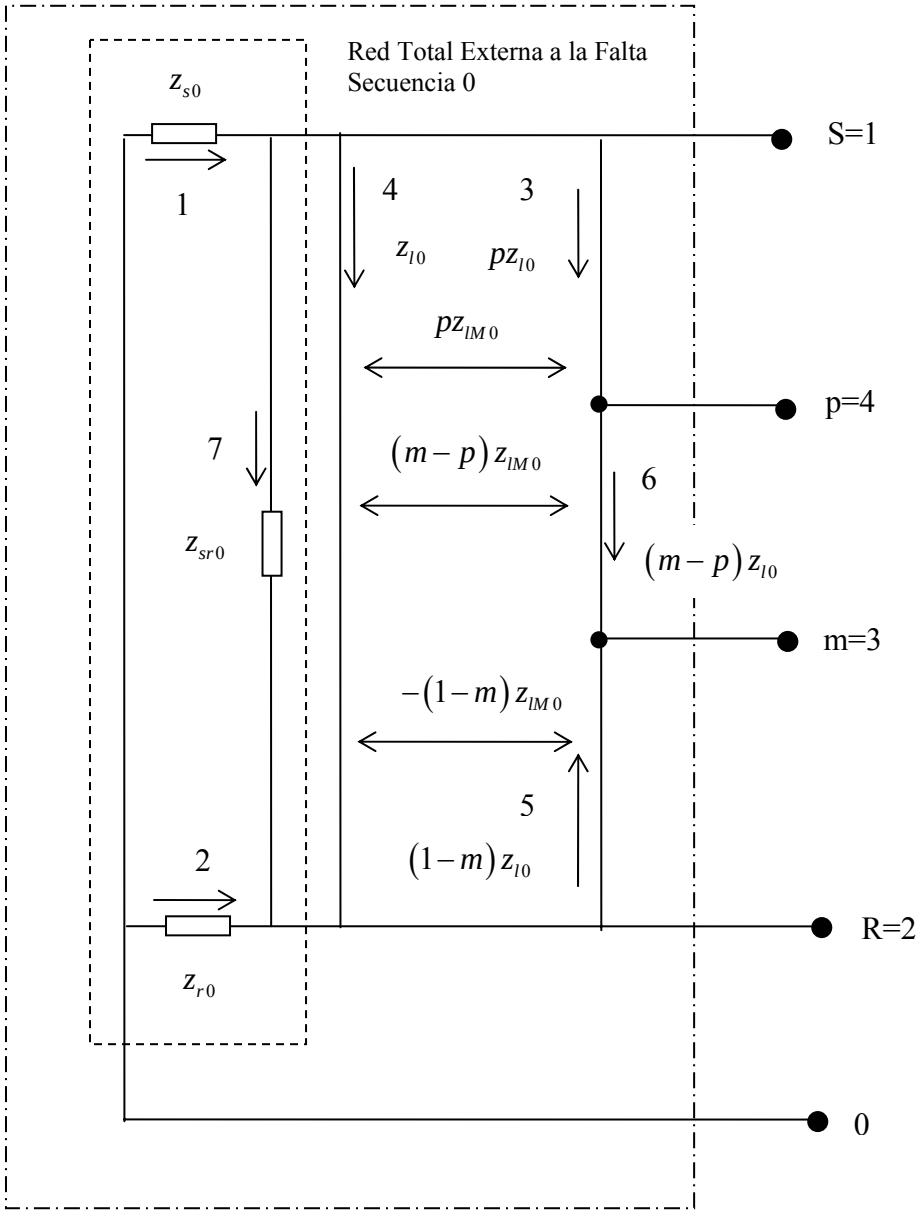

Fig. 4.2.4.i

$$z_{e0}=\begin{bmatrix} z_{s0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l0} & pz_{lM0} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{lM0} & z_{l0} & -(1-m)z_{lM0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -(1-m)z_{lM0} & (1-m)z_{l0} & (m-p)z_{lM0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{lM0} & (m-p)z_{l0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr0} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 1:

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

Determinación de Z_1:

Conocidos:

- z_{s1}, z_{sr1}, z_{r1}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta (m,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.

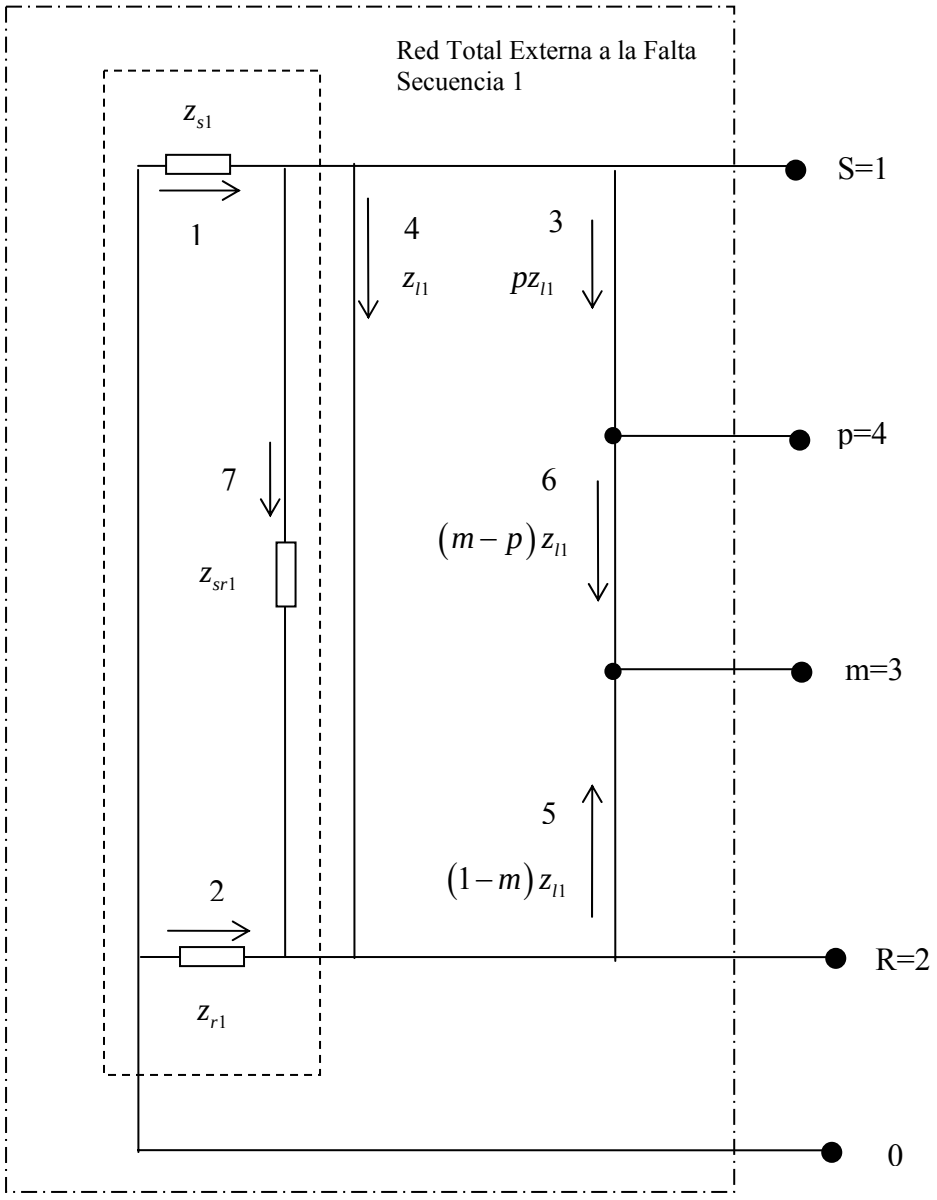

Fig. 4.2.4.j

$$z_{e1} = \begin{bmatrix} z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-m)z_{l1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{l1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

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

Determinación de Z_2:

Conocidos:

- z_{s2}, z_{sr2}, z_{r2}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta (m,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.

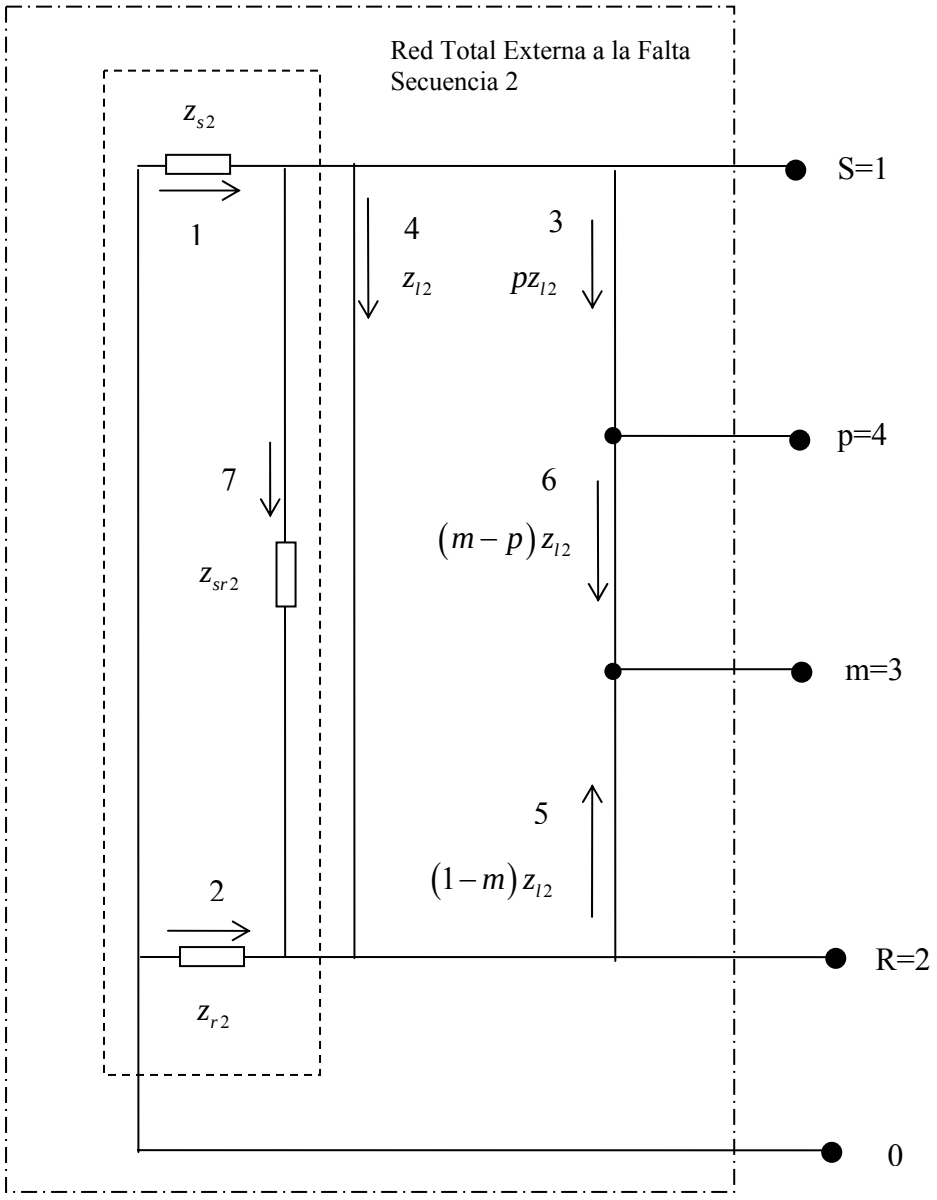

Fig. 4.2.4.k

$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-m)z_{l2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{l2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & z_{sr2} \end{bmatrix}$$

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

Caso 2: Impedancia de Transferencia Infinita

1.- $m \leq p$

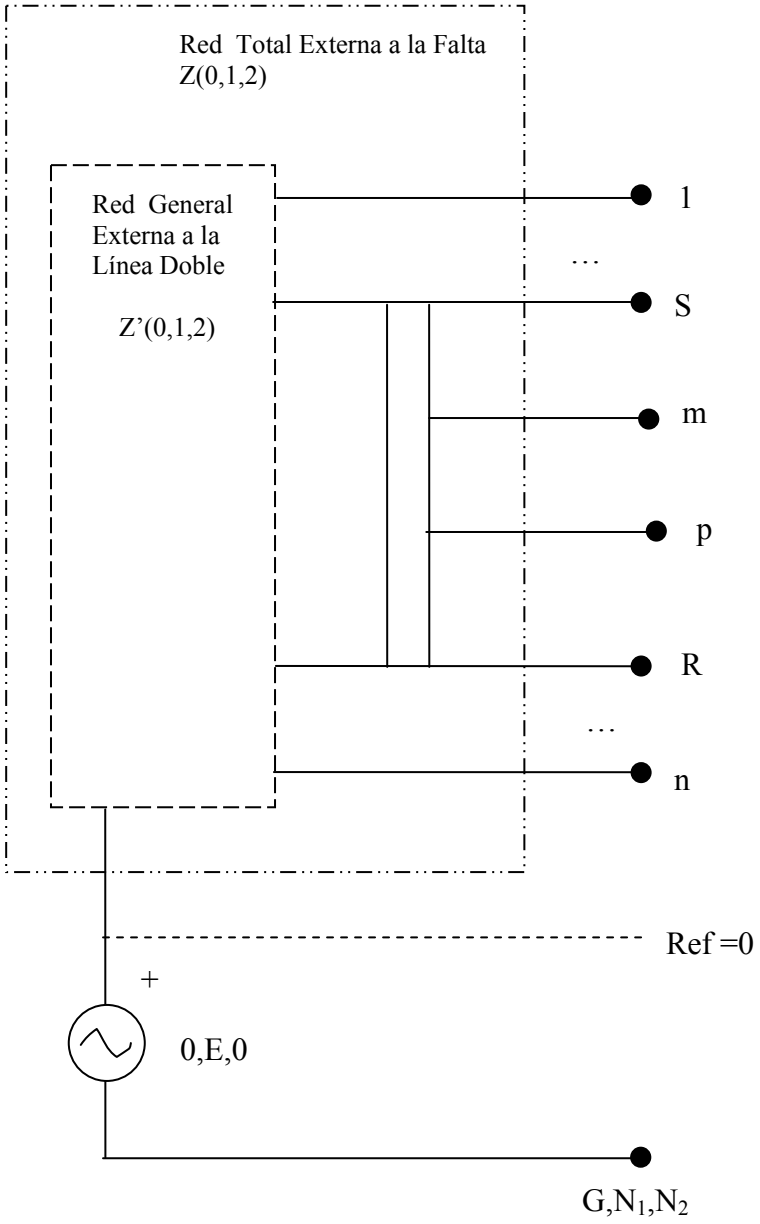

Fig. 4.2.4.1

Sustituyendo la Red General Externa a la Línea Doble por su Equivalente de Impedancias Fuente:

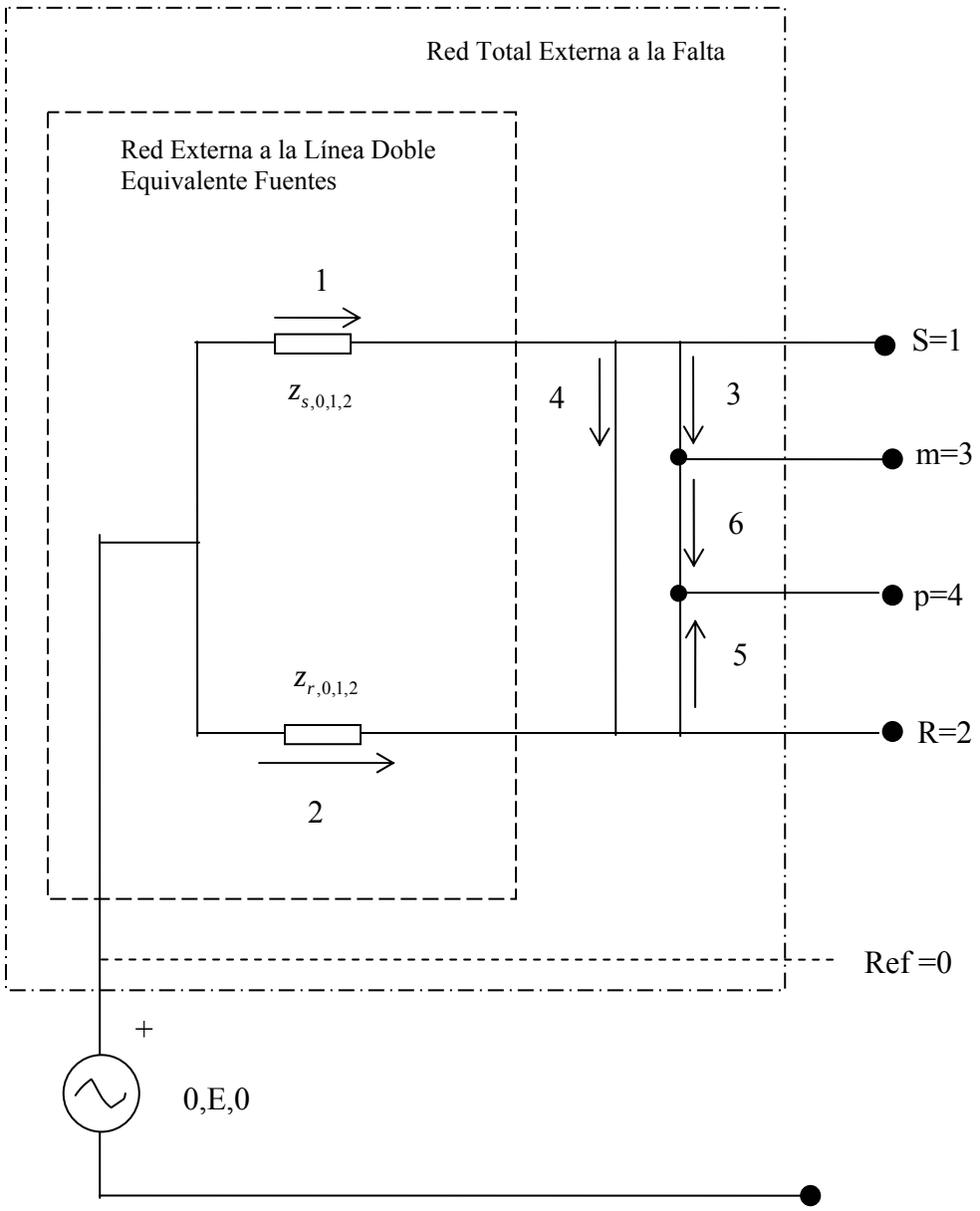

Fig. 4.2.4.m

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
  Barra 1= S
  Barra 2 = R
  Barra 3 = Punto de la Falta m
  Barra 4 = Punto de la Falta p

- Numerar y Orientar los Elementos
  Elemento 1 = Ref-1
  Elemento 2 = Ref-2
  Elemento 3 = 1-3
  Elemento 4 = 1-2
  Elemento 5 = 2-4
  Elemento 6 = 3-4

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

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

Secuencia 0:

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

Determinación de Z_0:

Conocidos:

- z_{s0}, z_{r0}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta (m,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.

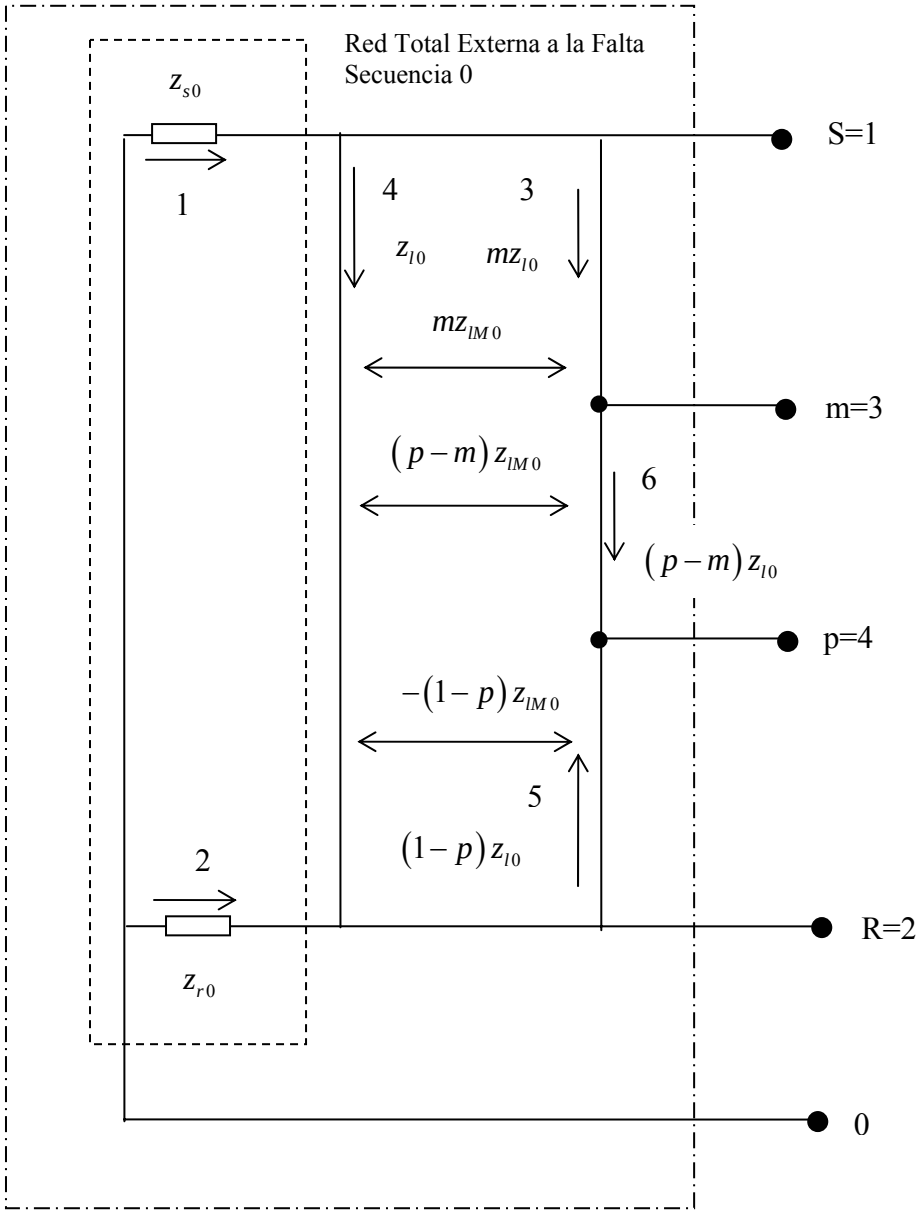

Fig. 4.2.4.n

$$z_{e0} = \begin{bmatrix} z_{s0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l0} & mz_{lM0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{lM0} & z_{l0} & -(1-p)z_{lM0} & (p-m)z_{lM0} \\ 0 & 0 & 0 & -(1-p)z_{lM0} & (1-p)z_{l0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{lM0} & 0 & (p-m)z_{l0} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 1:

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

Determinación de Z_1:

Conocidos:

- z_{s1}, z_{r1}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta (m,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.

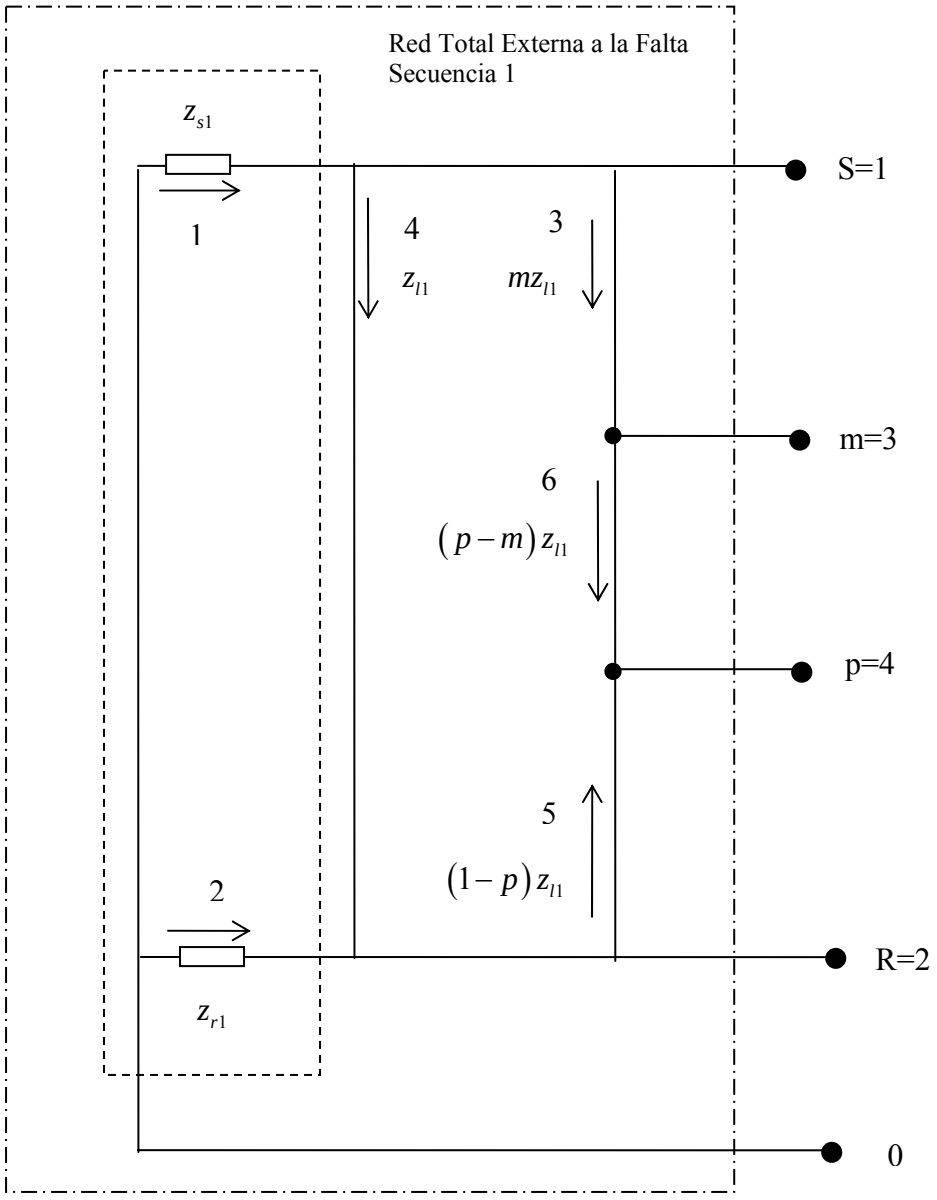

Fig. 4.2.4.o

$$z_{e1} = \begin{bmatrix} z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-p)z_{l1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{l1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

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

Determinación de Z_2:

Conocidos:

- z_{s2}, z_{r2}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta (m,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.

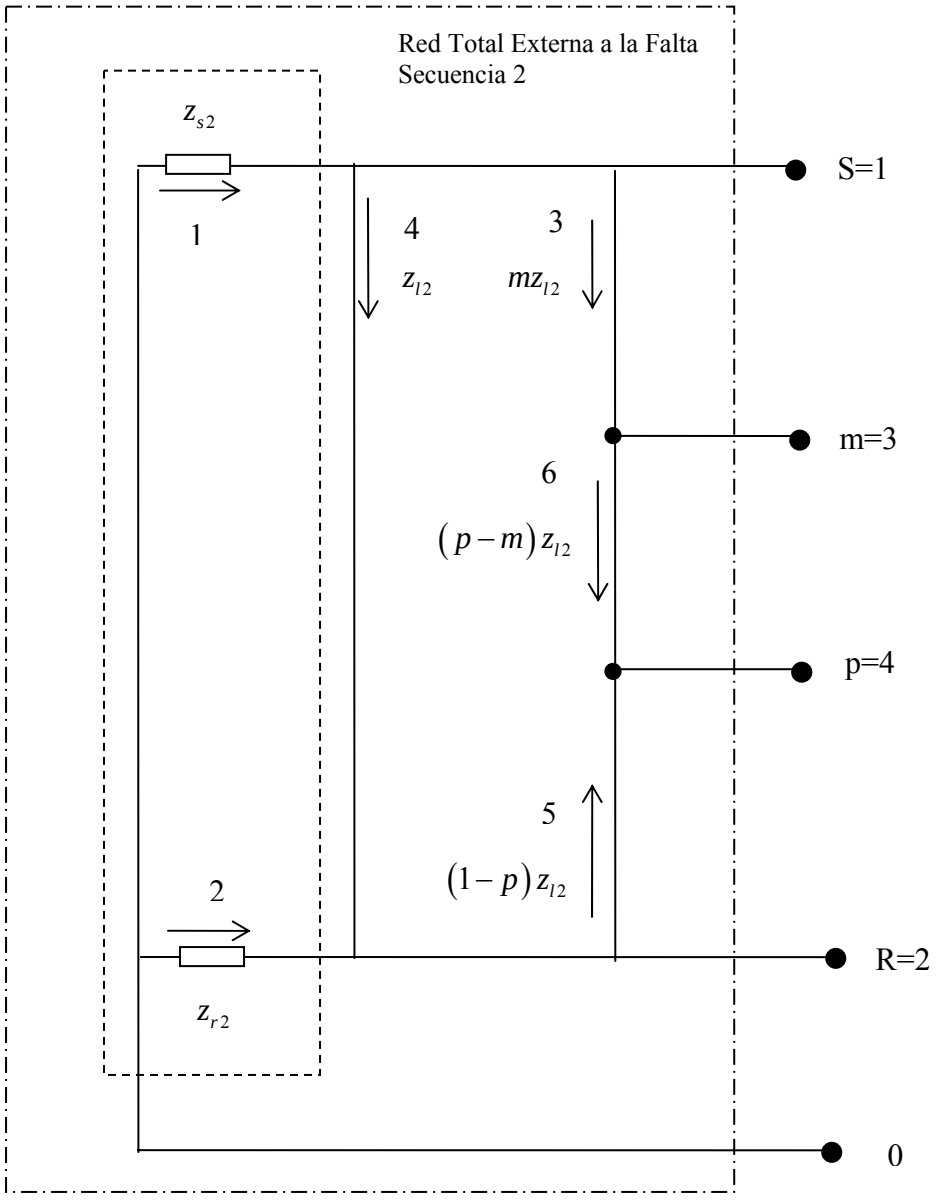

Fig. 4.2.4.p

$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & mz_{l2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-p)z_{l2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (p-m)z_{l2} \end{bmatrix}$$

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

2.- m > p

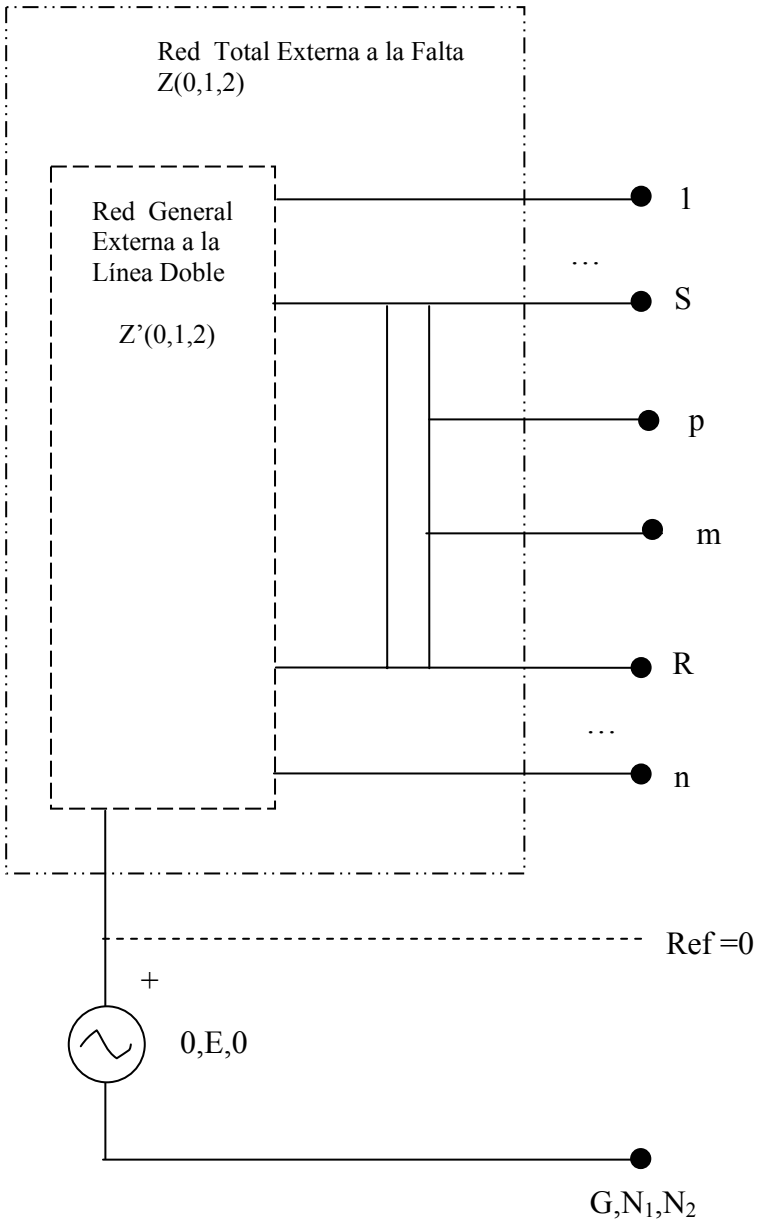
Red Total Externa a la Falta
Z(0,1,2)
Red General
Externa a la
Línea Doble
Z'(0,1,2)
1
…
S
p
m
R
…
n
Ref =0
+
0,E,0
G,N1,N2

Fig. 4.2.4.q

Sustituyendo la Red General Externa a la Línea Doble por su Equivalente de Impedancias Fuente:

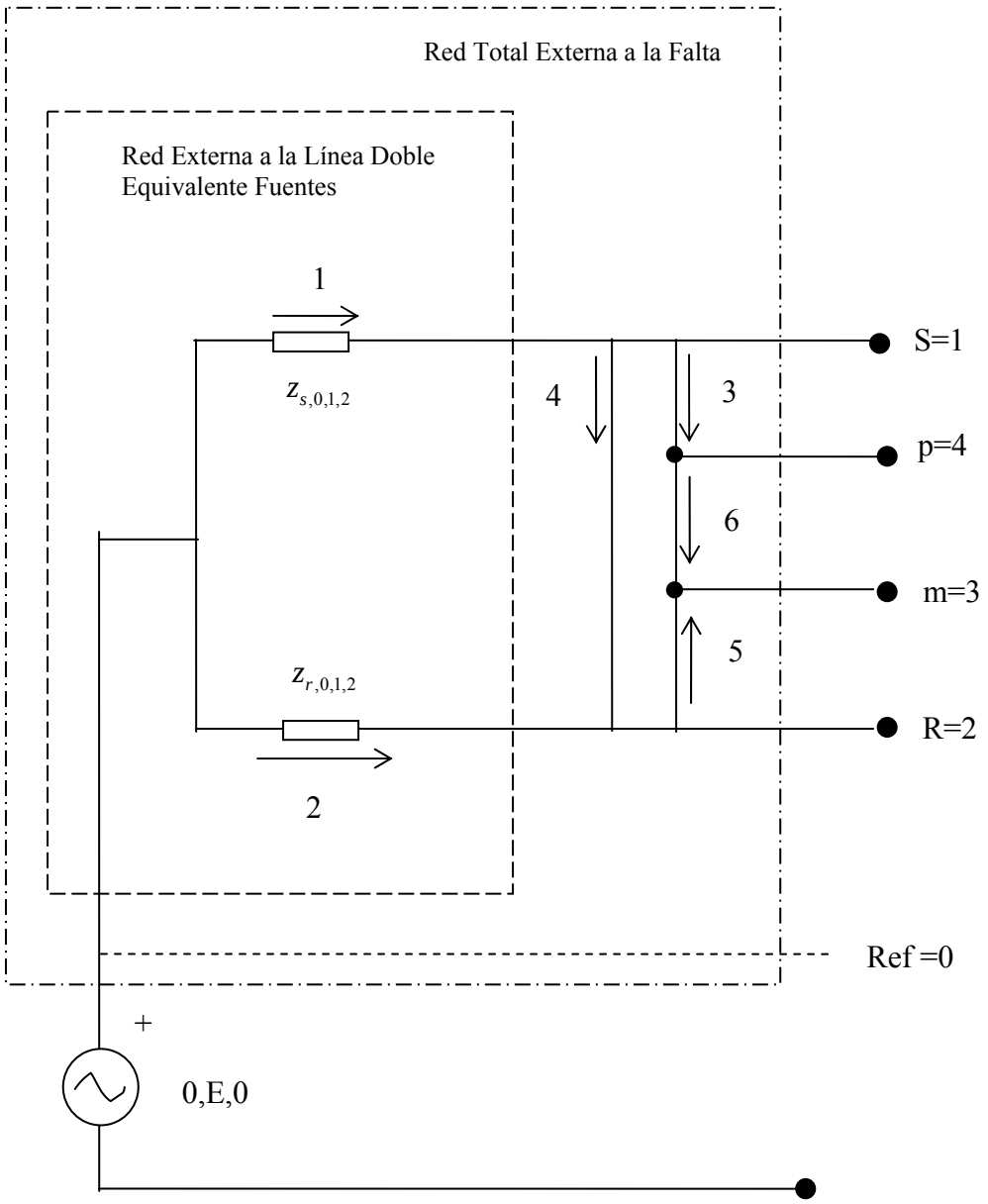

Fig. 4.2.4.r

Red Total Externa a la Falta:

- Numerar las Barras
  Barra 1= S
  Barra 2 = R
  Barra 3 = Punto de la Falta m
  Barra 4 = Punto de la Falta p

- Numerar y Orientar los Elementos
  Elemento 1 = Ref-1
  Elemento 2 = Ref-2
  Elemento 3 = 1-4
  Elemento 4 = 1-2
  Elemento 5 = 2-3
  Elemento 6 = 4-3

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

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

Secuencia 0:

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

Determinación de Z_0:

Conocidos:

- z_{s0}, z_{r0}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 0
- Posición de la Falta (m,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.

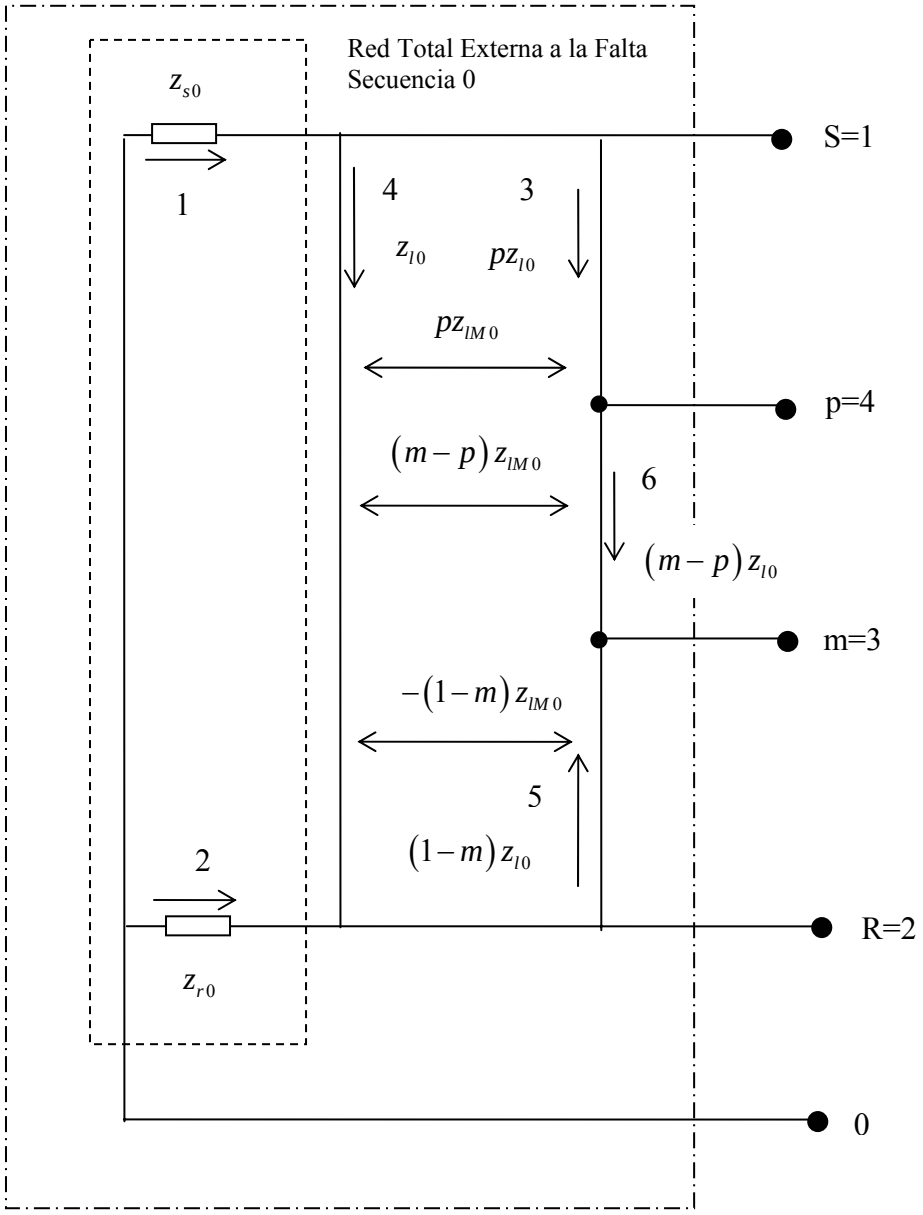

Fig. 4.2.4.s

$$z_{e0} = \begin{bmatrix} z_{s0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r0} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l0} & pz_{lM0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{lM0} & z_{l0} & -(1-m)z_{lM0} & (m-p)z_{lM0} \\ 0 & 0 & 0 & -(1-m)z_{lM0} & (1-m)z_{l0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{lM0} & 0 & (m-p)z_{l0} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 1:

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

Determinación de Z_1:

Conocidos:

- z_{s1}, z_{r1}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 1
- Posición de la Falta (m,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.

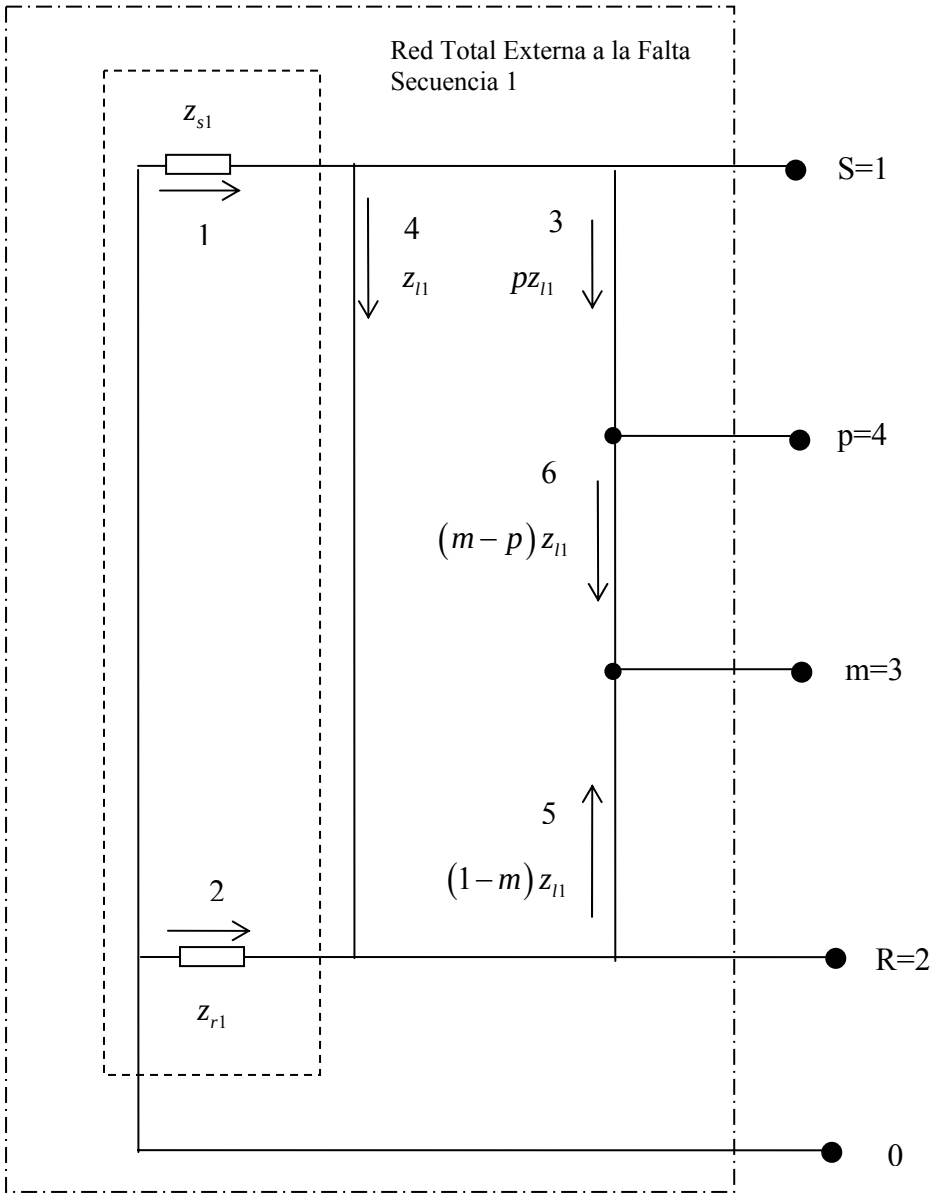

Fig. 4.2.4.t

$$z_{e1} = \begin{bmatrix} z_{s1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-m)z_{l1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{l1} \end{bmatrix}$$

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

Secuencia 2:

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

Determinación de Z_2:

Conocidos:

- z_{s2}, z_{r2}
- Datos de la Línea Doble a la Secuencia 2
- Posición de la Falta (m,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.

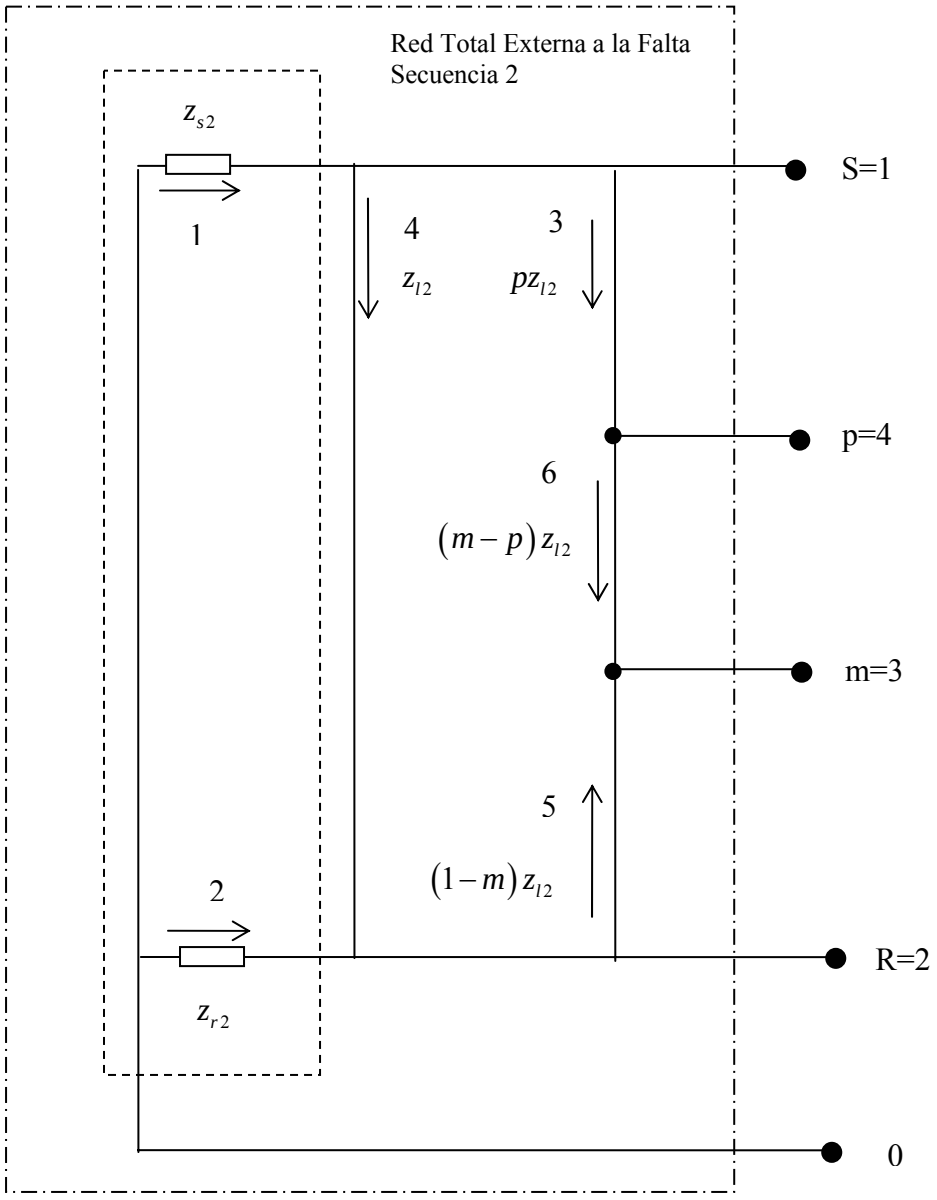

Fig. 4.2.4.u

$$z_{e2} = \begin{bmatrix} z_{s2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{r2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & pz_{l2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_{l2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & (1-m)z_{l2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & (m-p)z_{l2} \end{bmatrix}$$

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