

3.2 ECUACIÓN MATRICIAL DE CÁLCULO

La Ecuación Matricial de Cálculo es la pieza clave de todo el Proceso de Cálculo.

Consiste en el conjunto de Ecuaciones existentes entre las Componentes Simétricas de las Tensiones y de las Corrientes hacia la Falta en los Puntos en Falta.

De estas Ecuaciones, unas dependen del Tipo de Falta y las otras de la Red Total vista desde los Puntos en Falta.

Con objeto de presentar la situación de la Ecuación Matricial de Cálculo en el conjunto de operaciones anteriores y posteriores a ella, adjuntamos en la página siguiente un Diagrama de Bloques Básico del Proceso de Cálculo, que, por otra parte, es una panorámica del método seguido en la solución del problema planteado que consideramos interesante a este nivel.

La justificación de las Funciones y conexión mutua de los diversos Bloques de este Diagrama del Proceso de Cálculo se efectuará progresivamente en esta Memoria Descriptiva.

PROCESO DE CALCULO

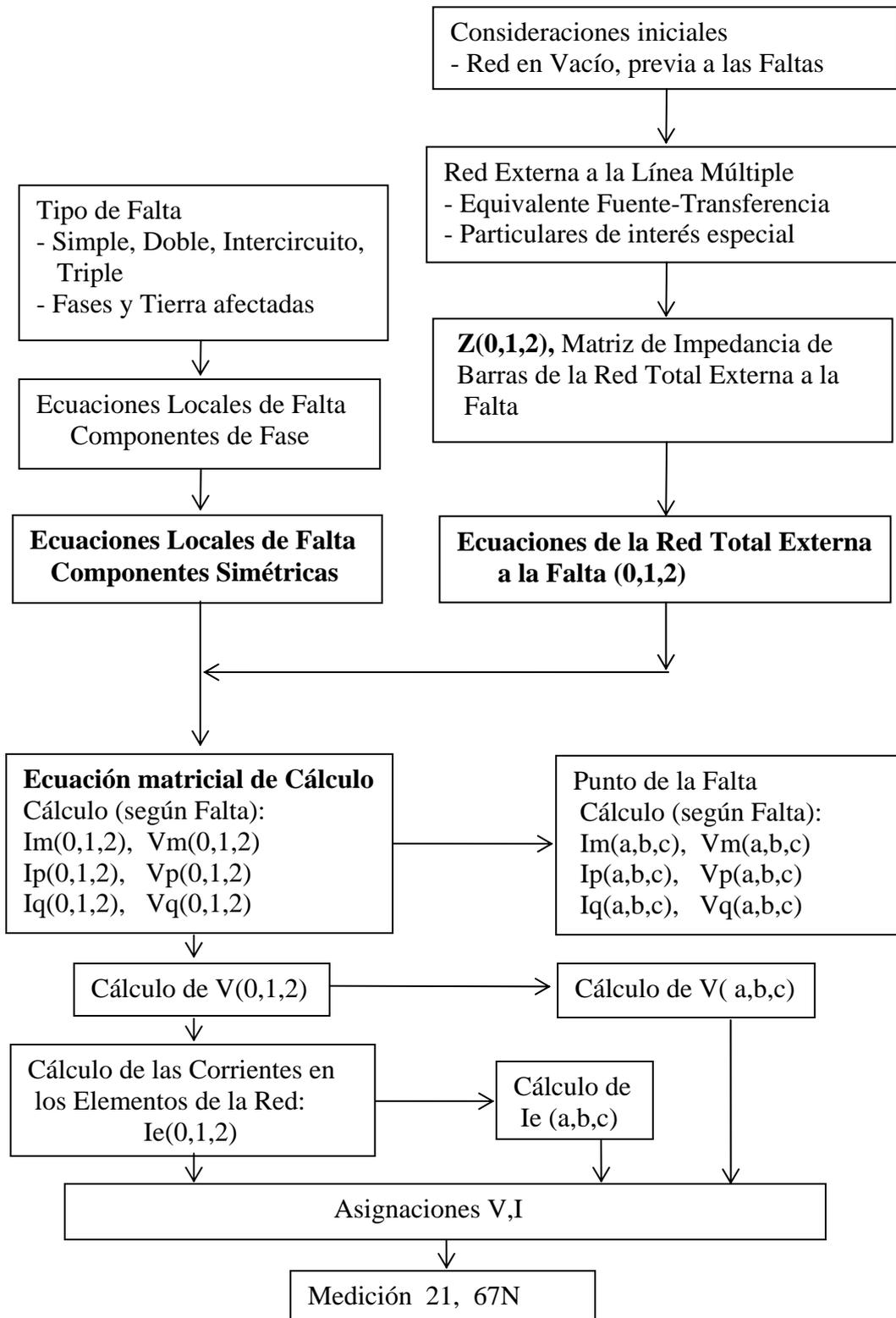


Fig. 3.2.a

Las Ecuaciones de la Red Total Externa a la Falta vendrán determinadas del conocimiento de las Matrices de Impedancia de Barras de la Red Total Externa a la Falta $Z(0,1,2)$ y del valor de E .

Se obtendrán las matrices $Z(0,1,2)$ mediante transformaciones matriciales, partiendo de las Matrices de Incidencia y de Impedancia Primitiva de la Red Total Externa a la Falta, procedimiento ventajoso al utilizar Equivalentes de la Red General Externa a la Línea Doble.

3.2.1 Línea Doble SR, Falta Simple (Pag. 5, Esquema 1)

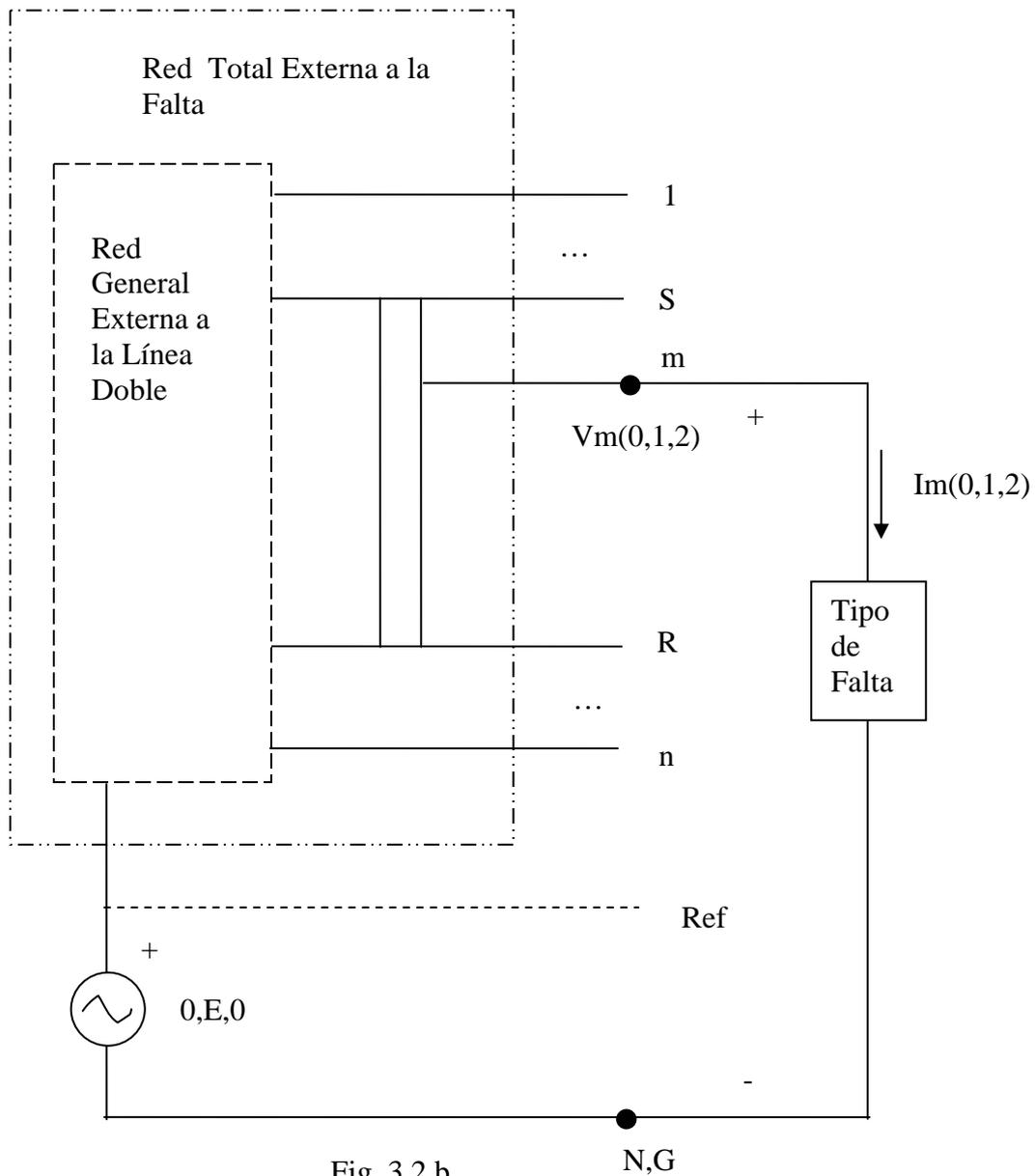


Fig. 3.2.b

Existen 6 Ecuaciones, 3 según el Tipo de Falta en m y otras 3 deducidas de la Red Total Externa a la Falta, vista desde el Punto en Falta m, de las cuales se obtienen los 6 valores $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ en el Punto de la Falta.

Expresadas matricialmente estas 6 Ecuaciones, la Matriz (6 x 6) de los Coeficientes que afectan a las Incógnitas $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ la denominaremos M_m .

Los términos no dependientes de $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ serán acumulados en el Vector de Términos Independientes en el 2º Miembro de la Ecuación Matricial.

Las filas 1,2,3 de la matriz M_m quedan determinadas al conocer las 3 Ecuaciones Locales de Falta, en Componentes Simétricas.

Las filas 4,5,6 de la matriz M_m provienen de las Ecuaciones (0,1,2) de la Red Total Externa a la Falta, vista desde el Punto m.

Una vez que hayan sido rellenos los elementos de la Matriz M_m y el Vector de Términos Independientes, se calcula el Vector $I_{m0,1,2}$ $V_{m0,1,2}$ por inversión.

$$\begin{bmatrix}
 \text{Ecuaciones} & \text{segun} & \text{Tipo} & \text{de} & \text{Falta} & m \\
 \text{-----} & \text{-----} & \text{---} & \text{---} & \text{-----} & \text{---} \\
 \text{Ecuaciones} & 0,1,2 & \text{de} & \text{la} & \text{Red} & \\
 \text{Total} & \text{Externa} & \text{a} & \text{la} & \text{Falta} &
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 I_{m0} \\
 I_{m1} \\
 I_{m2} \\
 \text{---} \\
 V_{m0} \\
 V_{m1} \\
 V_{m2}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \text{Term} \\
 \text{---} \\
 \text{Indep} \\
 \text{---} \\
 \text{Term} \\
 \text{---} \\
 \text{Indep}
 \end{bmatrix}$$

3.2.2 Línea Doble SR, Falta Doble (Pag. 5, Esquema 1)

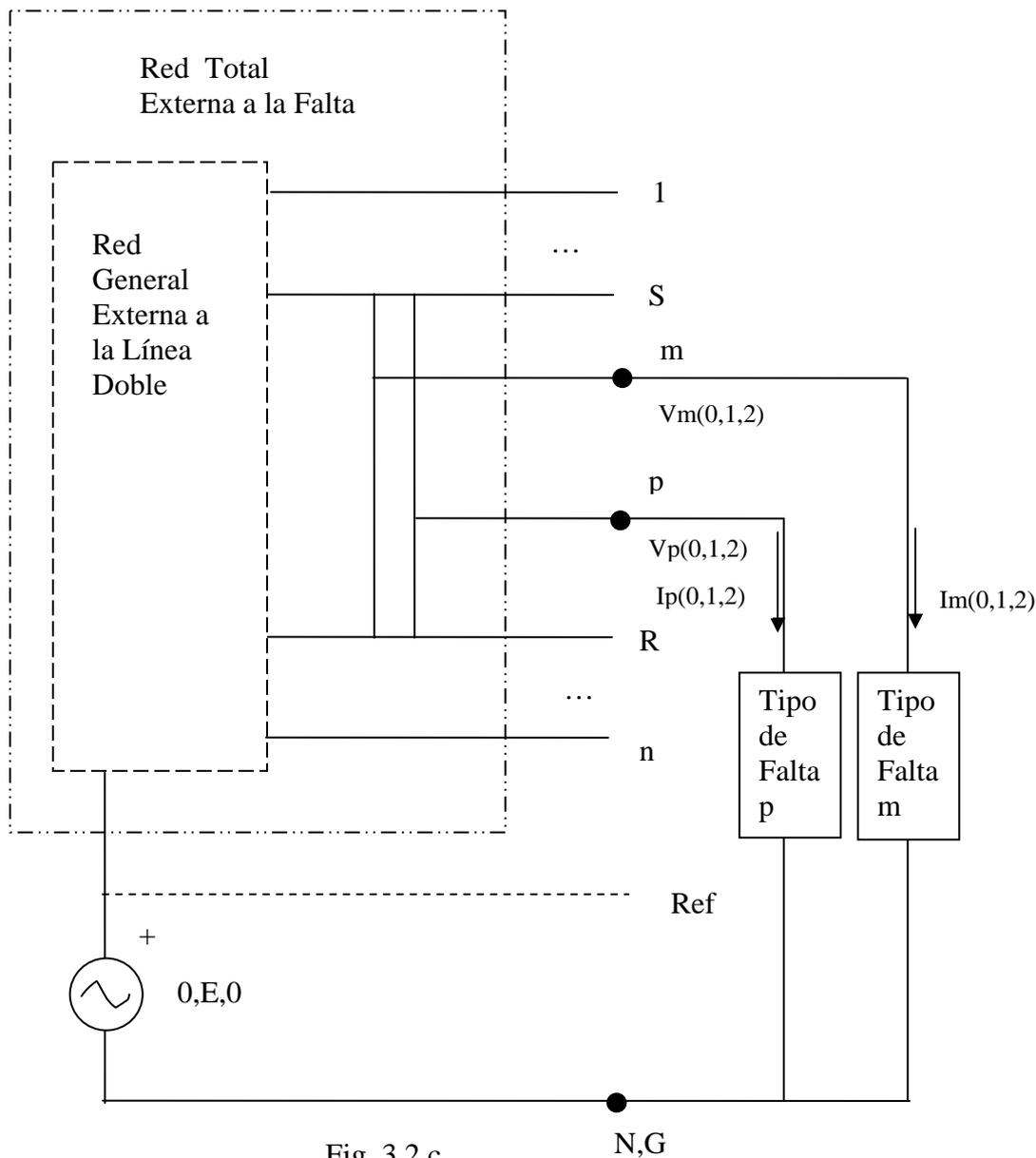


Fig. 3.2.c

Existen 12 Ecuaciones, 3 según el Tipo de Falta en m, 3 según el Tipo de Falta en p y otras 6 deducidas de la Red Total Externa a la Falta, vista desde m y p, de las cuales se obtienen los valores $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$ en los Puntos en Falta.

Expresadas matricialmente estas 12 Ecuaciones, la Matriz (12 x 12) de los Coeficientes que afectan a las Incógnitas $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$ la denominaremos M_{mp} .

Los términos no dependientes de $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$ serán acumulados en el Vector de Términos Independientes en el 2º Miembro de la Ecuación Matricial.

3.2.3 Línea Doble SR, Falta Intercircuito entre Líneas de Igual o Diferente Tensión

Líneas de Igual Tensión: (Pag. 5, Esquema 1)

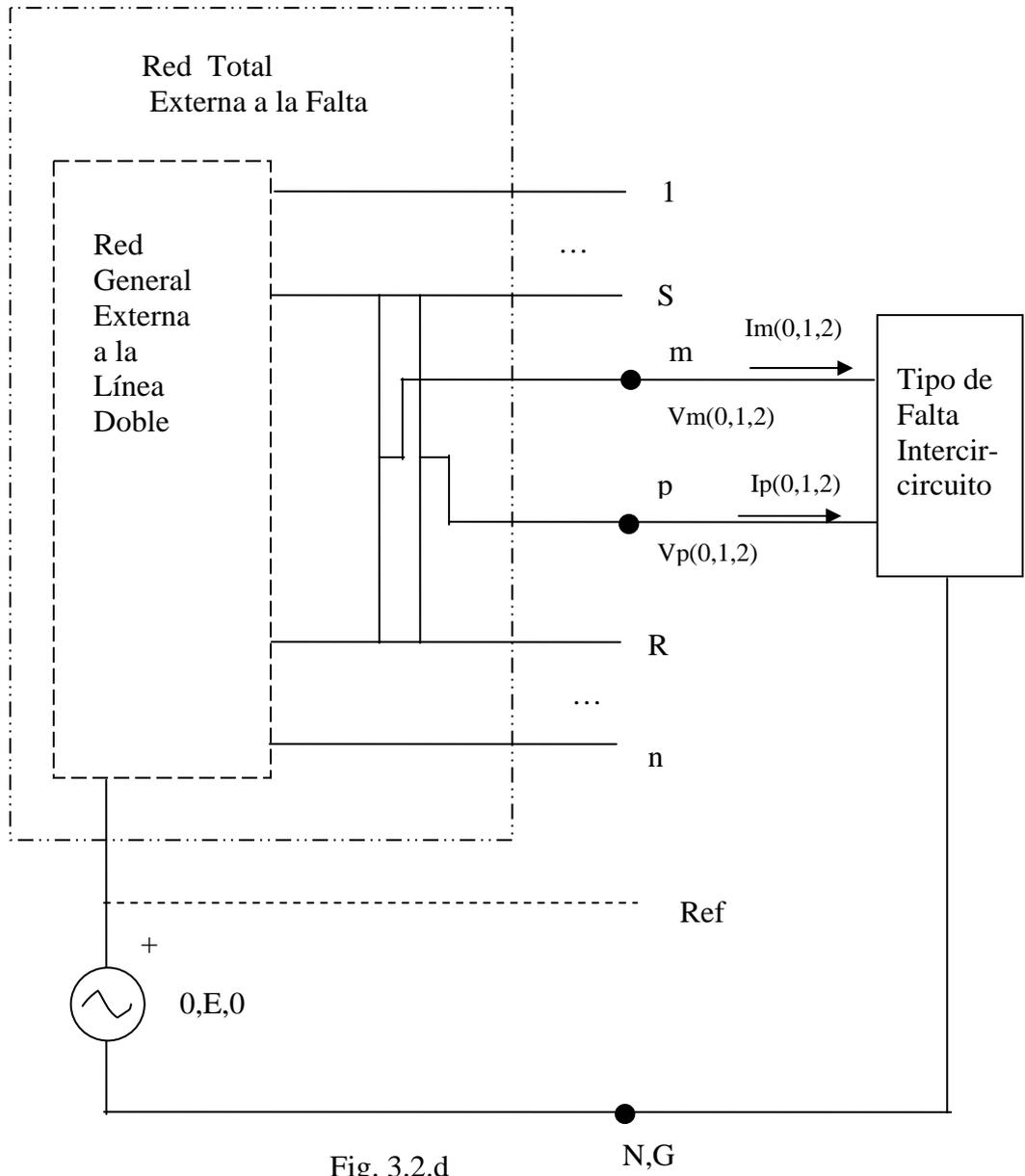


Fig. 3.2.d

Líneas de Diferente Tensión: (Pag. 5, Esquemas 2 y 3)

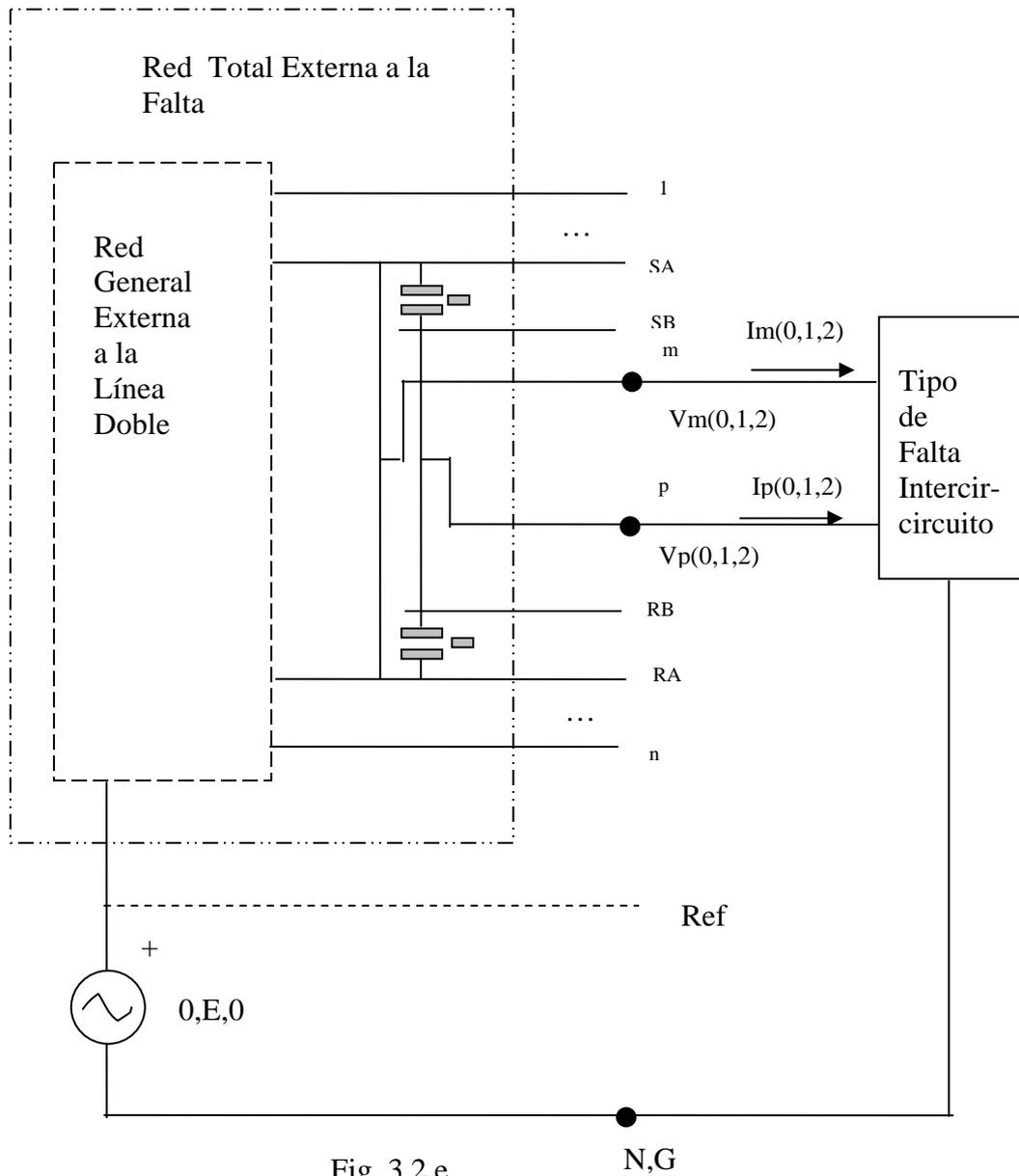


Fig. 3.2.e

En los casos de Falta Intercircuito entre Líneas a la misma o diferente Tensión y al igual que en el caso de Falta Doble anterior, existen 12 Ecuaciones, 6 según el Tipo de Falta Intercircuito y otras 6 deducidas de la Red Total Externa a la Falta, vista desde los Puntos m,p de Falta, de las cuales se obtienen los valores $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$ en los Puntos en Falta.

Expresadas matricialmente estas 12 Ecuaciones, la Matriz (12 x 12) de los Coeficientes que afectan a las Incógnitas $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$ la denominaremos, al igual que en el caso de Falta Doble M_{mp} .

3.2.4 Línea Doble SR con Falta Simple sobre un Circuito, estando el otro abierto y Puesto a Tierra en ambos Extremos (Pag. 5, Esquema 8)

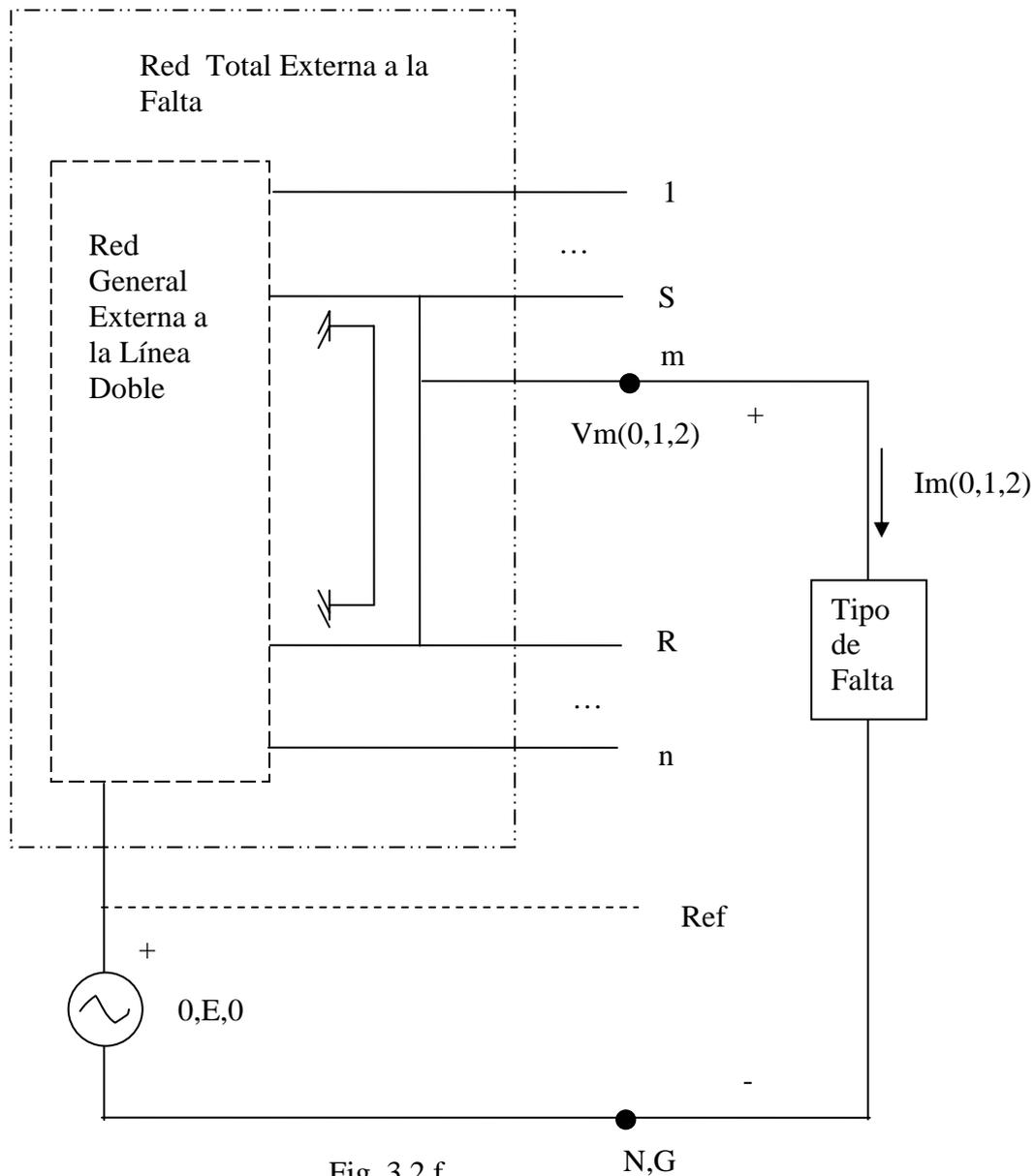


Fig. 3.2.f

Existen 6 Ecuaciones, 3 según el Tipo de Falta en m y otras 3 deducidas de la Red Total Externa a la Falta, vista desde el Punto en Falta m, de las cuales se obtienen los 6 valores $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ en el Punto de la Falta. La deducción de estas 3 últimas Ecuaciones presenta particularidades especiales, derivadas de la Puesta a Tierra de la Línea paralela, que serán tratadas posteriormente.

Expresadas matricialmente estas 6 Ecuaciones, la Matriz (6 x 6) de los Coeficientes que afectan a las Incógnitas $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ la denominaremos M_m .

Los términos no dependientes de $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ serán acumulados en el Vector de Términos Independientes en el 2º Miembro de la Ecuación Matricial.

Las filas 1,2,3 de la matriz M_m quedan determinadas al conocer las 3 Ecuaciones Locales de Falta, en Componentes Simétricas.

Las filas 4,5,6 de la matriz M_m provienen de las Ecuaciones (0,1,2) de la Red Total Externa a la Falta, vista desde el Punto m.

Una vez que hayan sido rellenados los elementos de la Matriz M_m y el Vector de Términos Independientes, se calcula el Vector $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$ por inversión.

$$\begin{bmatrix}
 \text{Ecuaciones} & \text{segun} & \text{Tipo} & \text{de} & \text{Falta} & m \\
 \text{-----} & \text{-----} & \text{---} & \text{---} & \text{-----} & \text{---} \\
 \text{Ecuaciones} & 0,1,2 & \text{de} & \text{la} & \text{Red} & \\
 \text{Total} & \text{Externa} & \text{a} & \text{la} & \text{Falta} &
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 I_{m0} \\
 I_{m1} \\
 I_{m2} \\
 \text{---} \\
 V_{m0} \\
 V_{m1} \\
 V_{m2}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \text{Term} \\
 \text{---} \\
 \text{Indep} \\
 \text{---} \\
 \text{Term} \\
 \text{---} \\
 \text{Indep}
 \end{bmatrix}$$

3.2.5 Línea Triple SR, Falta Triple (Pag. 5, Esquema 7)

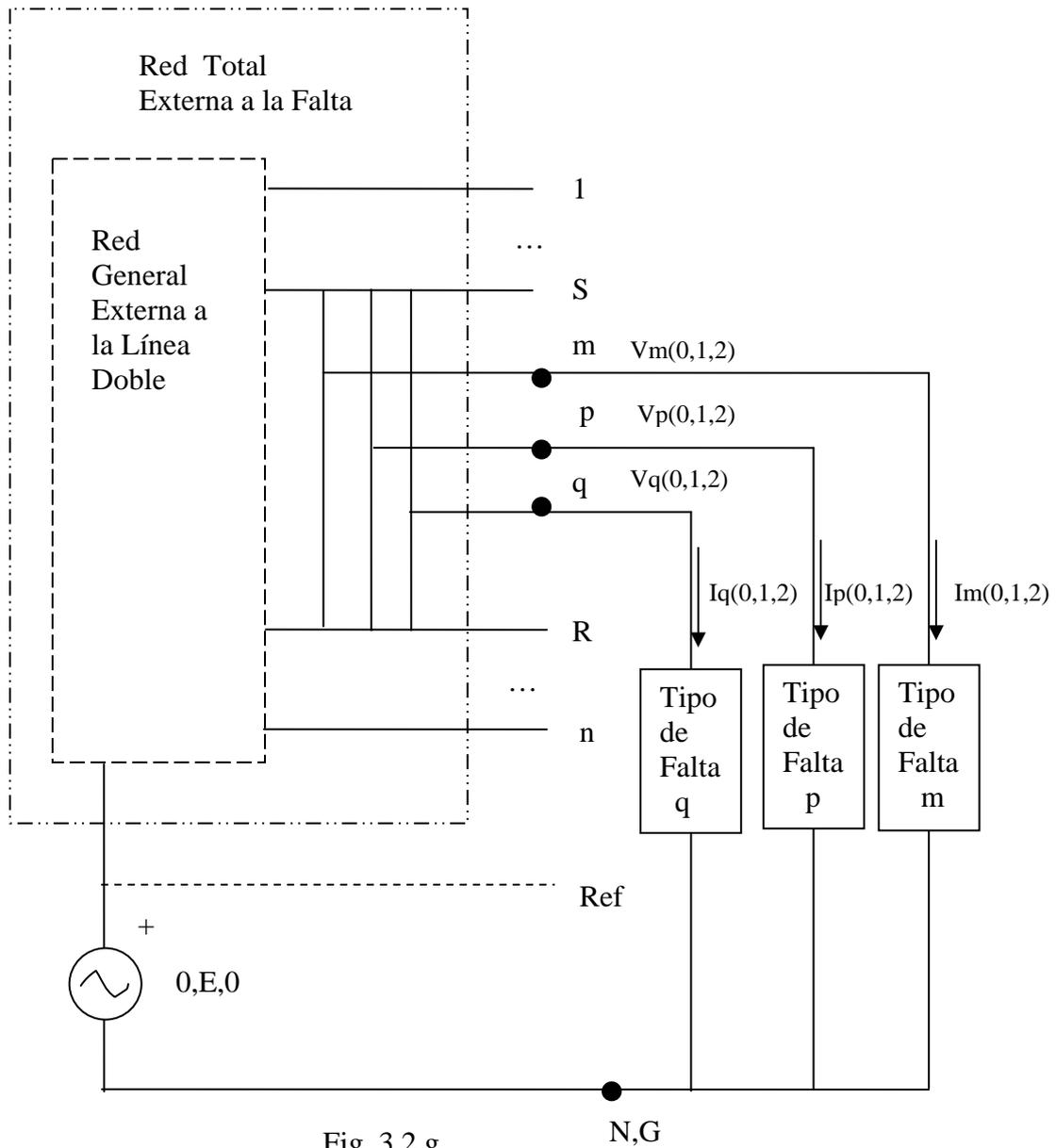


Fig. 3.2.g

Existen 18 Ecuaciones, 3 según el Tipo de Falta en m, 3 según el Tipo de Falta en p, 3 según el Tipo de Falta en q y otras 9 deducidas de la Red Total Externa a la Falta, vista desde m, p,q de las cuales se obtienen los valores $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$, $I_{q0,1,2}$, $V_{q0,1,2}$ en los Puntos en Falta.

Expresadas matricialmente estas 18 Ecuaciones, la Matriz (18 x 18) de los Coeficientes que afectan a las Incógnitas $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$, $I_{q0,1,2}$, $V_{q0,1,2}$ la denominaremos M_{mpq} .

Los términos no dependientes de $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$, $I_{q0,1,2}$, $V_{q0,1,2}$ serán acumulados en el Vector de Términos Independientes en el 2º Miembro de la Ecuación Matricial.

Ecuaciones Matriciales, para cada Tipo de Falta

Filas 1,2,3 Columnas 1,...,6 : Rellenar según el Tipo de Falta en m

Filas 1,2,3 Columnas 7,...,12 : Rellenar con ceros

Filas 1,2,3 Columnas 13,...,18: Rellenar con ceros

Filas 4,5,6 Columnas 1,...,6 : Rellenar con ceros

Filas 4,5,6 Columnas 7,...,12 : Rellenar según el Tipo de Falta en p

Filas 4,5,6 Columnas 13,...,18: Rellenar con ceros

Filas 7,8,9 Columnas 1,...,6 : Rellenar con ceros

Filas 7,8,9 Columnas 7,...,12 : Rellenar con ceros

Filas 7,8,9 Columnas 13,...,18: Rellenar según el Tipo de Falta en q

Filas 10,..18 Columnas 1,..12 Rellenar una vez conocidas las Ecuaciones (0,1,2) de la Red Total Externa a la Falta, vista desde m, p,q.

Una vez calculados los elementos de la Matriz M_{mpq} y el Vector de Términos

Independientes, se calcula el Vector $I_{m0,1,2}$, $V_{m0,1,2}$, $I_{p0,1,2}$, $V_{p0,1,2}$, $I_{q0,1,2}$, $V_{q0,1,2}$ por inversión.

Resultando la Ecuación Matricial (Página siguiente):

<i>Ec</i>	<i>Falta</i>	<i>m</i>									I_{m0}	<i>Term</i>
					0				0		I_{m1}	
											I_{m2}	<i>Indep</i>
-	-	-		-	-	-		-	-	-		---
	0			<i>Ec</i>	<i>Falta</i>	<i>p</i>			0		V_{m0}	<i>Term</i>
											V_{m1}	
											V_{m2}	<i>Indep</i>
-	-	-		-	-	-		-	-	-		---
	0				0			<i>Ec</i>	<i>Falta</i>	<i>q</i>	I_{p0}	<i>Term</i>
											I_{p1}	
											I_{p2}	<i>Indep</i>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		---
											V_{p0}	
											V_{p1}	
											V_{p2}	
											I_{q0}	<i>Term</i>
<i>Ec</i>	0,1,2	<i>de la</i>	<i>Red</i>	<i>Total</i>	<i>Ext</i>	<i>a</i>	<i>la</i>	<i>Falta</i>			I_{q1}	
											I_{q2}	<i>Indep</i>
											V_{q0}	
											V_{q1}	
											V_{q2}	