

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario

Estudio de Fallas por el método de las componentes simétricas

Problemas resueltos y propuestos

Cátedra: Electrotecnia II - Año 2011

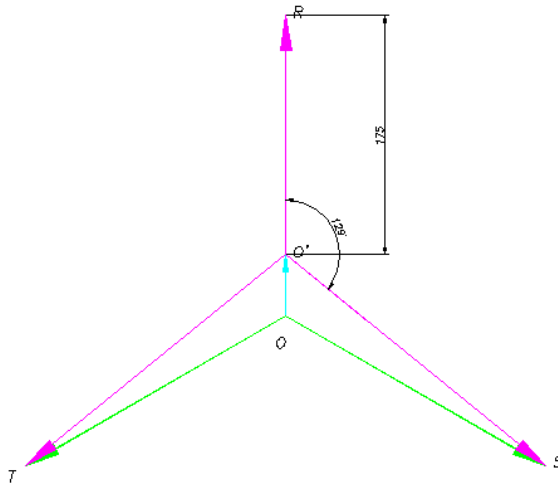
Carrera: Ingeniería eléctrica

	Cátedra: Electrotecnia II – Ingeniería Eléctrica			
	2011	AM	AM	FB
	Para información			
	Versión	Realizó	Controló	Aprobó
Práctica: Resolución de fallas por el método de componentes simétricas				Descripción
				Página 1
Documento preliminar – Práctica Estudio de fallas por el método de las componentes simétricas				

Método de las componentes simétricas:

- 1- Un generador que alimenta a un motor trifásico conectado en estrella, sufre una falla en la fase R, quedando una tensión fase neutro de 175V con un corrimiento del centro de la estrella sobre el fasor de R.

Determinar la corriente que absorbe el motor si sus impedancias de secuencia son $z_1=5+j1,5$, $z_2=5+j0,8$



Por teorema del coseno, se puede hallar el valor de los módulos de los fasores de U_s y U_t . Determinando que su módulo es de 245,6V.

Aplicando las propiedades de las componentes simétricas podemos determinar sin necesidad de hacer cálculos que la separación entre el centro de estrella simétrico y el centro de estrella con asimetría de las tensiones será 45V correspondiente a la secuencia negativa de tensiones.

$$U_A = U_{A0} + U_{A1} + U_{A2}$$

$$U_B = U_{A0} + a^2 U_{A1} + a U_{A2}$$

$$U_C = U_{A0} + a U_{A1} + a^2 U_{A2}$$

$$U_A + U_B + U_C = 3U_{A0}$$

$$U_A = U_{A0} + U_{A1} + U_{A2} =$$

$$a U_B = U_{A0} + a^2 U_{A1} + a U_{A2}$$

$$a^2 U_C = U_{A0} + a U_{A1} + a^2 U_{A2}$$

$$\frac{U_A + a U_B + a^2 U_C}{3} = U_{A1}$$

$$3U_{A1} = U_A + a U_S + a^2 U_T = 175V \angle 0^\circ + 254,6V \angle -9,14^\circ + 254,6V \angle 369,14^\circ$$

$$\begin{aligned} 3U_{A1} &= 175 + 245,6(\cos -9,14 + \cos 369,14) + j245,6(\sin -9,14 + \sin 369,14) = \\ &= 660 + j0 \Rightarrow U_{A1} = 220 + j0 \end{aligned}$$

$$U_A = U_{A0} + U_{A1} + U_{A2} =$$

$$a^2 U_B = a^2 U_{A0} + a^4 U_{A1} + a^3 U_{A2}$$

$$a U_C = a U_{A0} + a^2 U_{A1} + a^3 U_{A2}$$

$$\frac{U_A + a^2 U_B + a U_C}{3} = U_{A2}$$

$$3U_{A2} = U_A + a^2U_S + aU_T = 175V\angle 0^\circ + 254,6V\angle 110,86^\circ + 254,6V\angle 249,14^\circ = 175 + 245,6(\cos 110,86^\circ + \cos 249,14^\circ) + j245,6(\sin 110,86^\circ + \sin 249,14^\circ) = 0 + j0 \Rightarrow U_{A2} = 0$$

Luego, la corriente, solo poseerá componente de secuencia positiva ya que no puede circular corriente homopolar y que las tensiones de secuencia negativa es nula.

$$I_A = I_{A1} + I_{A2} + I_{A0} = \frac{U_{A1}}{Z_1} = \frac{220\angle 0^\circ}{5,22\angle 16,7^\circ} = 42,14\angle -16,7^\circ$$

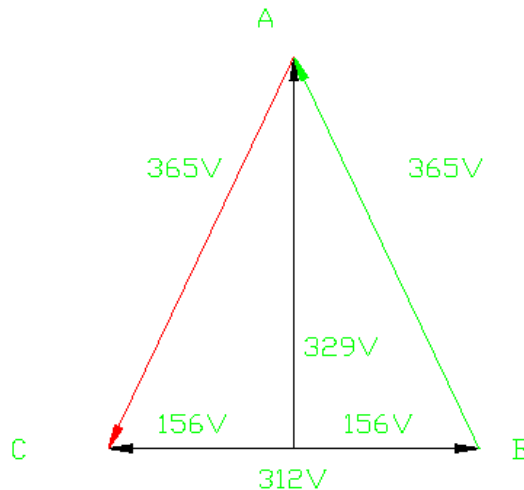
2- En un motor trifásico las tensiones de línea son:

$$U_{AB}=U_{CA}=365V, U_{BC}=312V$$

Las impedancias del motor son: $Z_1=3,6+j3,6\Omega$ y $Z_2=0,15+j0,5\Omega$

□□ Determinar las corrientes de línea (el motor no posee conexión de neutro)

Sol)



Siendo esta la representación fasorial del enunciado de las tensiones de línea, sobre la misma podemos aplicar las propiedades de las componentes simétricas para establecer las posibles posiciones de las tensiones de fase.

$$U_A = U_{A0} + U_{A1} + U_{A2}$$

$$U_B = U_{A0} + a^2U_{A1} + aU_{A2}$$

$$U_C = U_{A0} + aU_{A1} + a^2U_{A2}$$

$$U_A + U_B + U_C = 3U_{A0}$$

$$U_A + aU_B + a^2U_C = 3U_{A1}$$

$$U_A + a^2U_B + aU_C = 3U_{A2}$$

→

$$3U_{A0} = 329V\angle 0^\circ \Rightarrow U_{A0} = 110V\angle 0^\circ$$

$$3U_{A1} = 329 + 156\angle -90^\circ \times 1\angle 120^\circ + 156\angle 90^\circ \times 1\angle 240^\circ \Rightarrow U_{A1} = 200 + j0V$$

$$3U_{A2} = 329 + 156\angle -90^\circ \times 1\angle 240^\circ + 156\angle 90^\circ \times 1\angle 120^\circ \Rightarrow U_{A2} = 20 + j0V$$

Con las tensiones de las dos componentes simétricas podemos hallar las corrientes de secuencia positiva y negativa, no será necesaria hallar la tensión homopolar ya que no hay corrientes homopolares por no existir conductor de neutro.

$$I_1 = \frac{U_1}{Z_1} = \frac{(200 + j0)V}{(3,6 + j3,6)\Omega} = 39,2A_{\angle -45^\circ}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{Z_2} = \frac{(20 + j0)V}{(0,15 + j0,5)\Omega} = 38,3A_{\angle -73,3^\circ}$$

$$I_A = I_{A0} + I_{A1} + I_{A2} = 39,2A_{\angle -45^\circ} + 38,3A_{\angle -73,3^\circ} = 38,8 - j64,5A$$

$$I_B = I_{A0} + a^2 I_{A1} + a I_{A2} = 39,2A_{\angle -45^\circ} \times 1_{\angle 240^\circ} + 38,3A_{\angle -73,3^\circ} \times 1_{\angle 120^\circ} = -11,7 + j17,7A$$

$$I_C = I_{A0} + a I_{A1} + a^2 I_{A2} = 39,2A_{\angle -45^\circ} \times 1_{\angle 120^\circ} + 38,3A_{\angle -73,3^\circ} \times 1_{\angle 240^\circ} = -27,1 + j46,8A$$

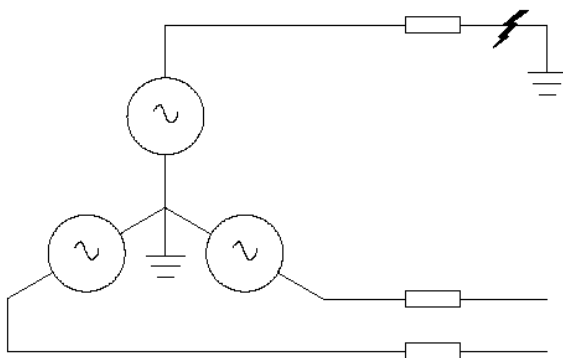
3- Propuesto :

Un motor trifásico es alimentado con 380V, en estas condiciones pierde una fase, las impedancias de secuencia son $Z_1 = 3,6 + j3,6\Omega$ y $Z_2 = 0,15 + j0,5\Omega$

Hallar :

- corrientes en los conductores de alimentación
- Dibuje un diagrama fasorial y halle las tensiones que resultan

- Un generador trifásico de 6MVA, genera tensiones de línea de 6,3kV, con una corriente nominal de 550 A.



Las impedancias de secuencias son

$$X_1 = j0,952\Omega$$

$$X_2 = j1,37\Omega$$

$$X_0 = j0,568\Omega$$

Hallar la corriente de una falla monofásica producida a la salida del generador cuando el centro de estrella está conectado sólido a tierra.

Sol)

$$\begin{aligned} I_A &= I_{A0} + I_{A1} + I_{A2} & I_A + I_B + I_C &= 3I_{A0} \\ I_B &= I_{A0} + a^2 I_{A1} + a I_{A2} = 0 & \rightarrow I_A + a I_B + a^2 I_C &= 3I_{A1} \\ I_C &= I_{A0} + a I_{A1} + a^2 I_{A2} = 0 & I_A + a^2 I_B + a I_C &= 3I_{A2} \end{aligned}$$

$I_A = 3I_{A0} = 3I_{A1} = 3I_{A2}$, lo que implica que el modelo circuital es un circuito serie con las tres impedancias de secuencias.

Luego:

$$\begin{aligned} I_{A0} = I_{A1} = I_{A2} &= \frac{E_1}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\ I_{A1} &= \frac{6300V / \sqrt{3}}{j0,952 + j1,37 + j0,568} \\ \Rightarrow I_{falla} &= \frac{3E_1}{Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{\sqrt{3} \cdot 6300V}{j0,952 + j1,37 + j0,568} = -j3770A \end{aligned}$$

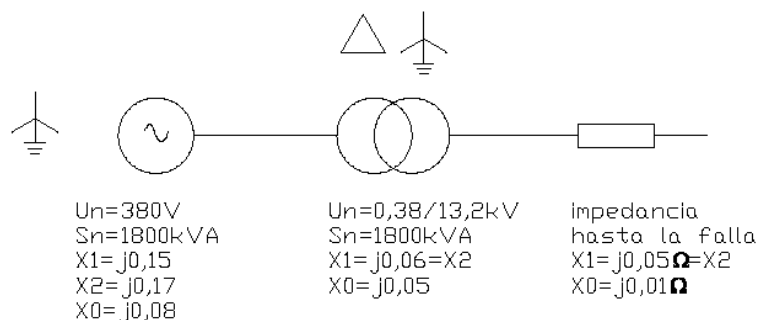
Propuesto:

Que impedancia será necesario conectar en su neutro para reducir la corriente de falla a 700 A.

(Es necesario que al reducir la corriente de falla aún sea detectable por la protección)

En estas condiciones, cual será la tensión en la impedancia de neutro.

5- Propuesto: Un motogenerador de BT es conectado a un transformador elevador como muestra la figura.



En el lado de media tensión ocurre una falla bifásica franca (sin impedancia de falla)

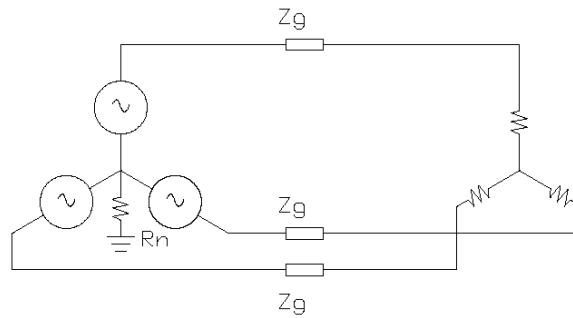
Calcular la corriente de falla en el lado de media tensión.

Los datos de la figura están dados en valores por unidad.

6- Un generador alimenta una carga en estrella conformada por resistencias de 217,8 Ω cada R de fase.

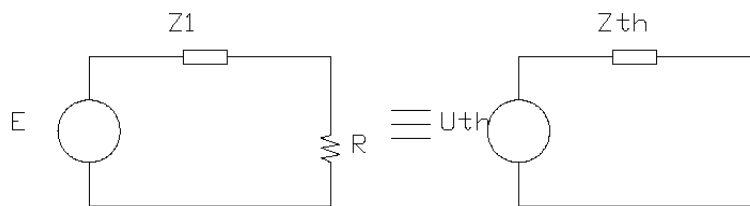
Las impedancias del generador son

$Z_1 = 174,24e^{j80^\circ}$ $\square\square\square$ $Z_2 = j69,7$ $\square$, $Z_0 = j17,4$. Se pide hallar la corriente de falla durante un contacto franco a tierra de la fase R. El centro de estrella del generador se conecta a tierra con una resistencia de 50Ω



Sol)

Circuito equivalente de secuencia positiva:

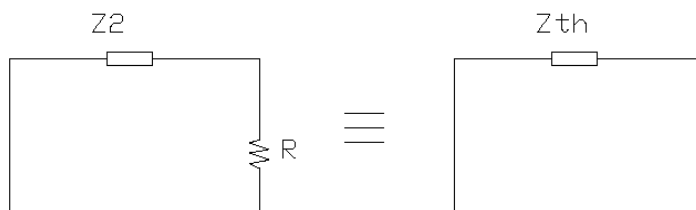


Hallamos la Z_{th} y la U_{th} según muestra el circuito equivalente de la 1er secuencia.

$$Z_{th} = \frac{Z_1 \cdot R}{Z_1 + R} = \frac{174,2 \angle 80^\circ \cdot 217,8}{248 + j171,6} = 125,65 \angle 45,3^\circ$$

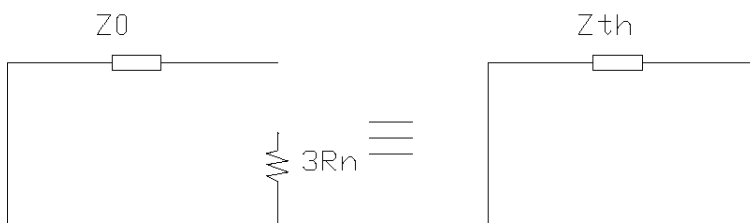
$$U_{th} = \frac{E \cdot R}{Z_1 + R} = 5510 \angle -34,6^\circ$$

Para la secuencia negativa queda el siguiente circuito equivalente:



$$Z_{th2} = \frac{Z_2 \cdot R}{Z_2 + R} = \frac{69,7 \angle 90^\circ \cdot 217,8}{217,8 + j69,7} = 66,4 \angle 72,26^\circ$$

Para el circuito de secuencia homopolar, quedará:



$$Z_{th0} = Z_0 + 3Rn = 150 + j17,42$$

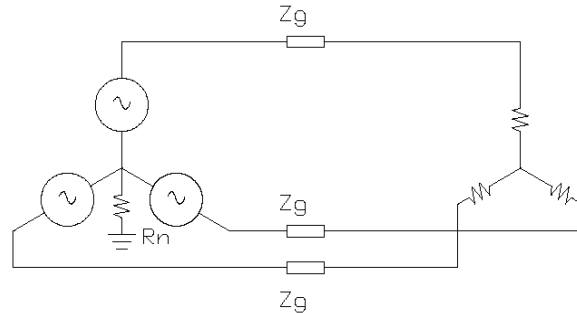
Aplicando la ecuación de la falla monofásica para las corrientes y reemplazando las impedancias de secuencias queda:

$$I_{falla} = \frac{3U_{th}}{Z_{th1} + Z_{th2} + Z_{th0}} = 53,3A_{\angle -67,9^\circ}$$

7- Un generador alimenta una carga en estrella conformada por resistencias de 200Ω cada R de fase.

Las impedancias del generador son

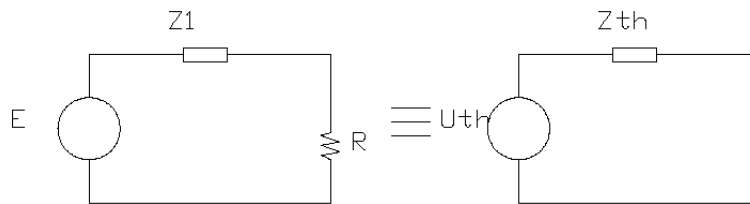
$Z_1 = j16\Omega$, $Z_2 = j14\Omega$, $Z_0 = j8\Omega$. Se pide hallar la corriente de la falla monofásica franca a tierra de la fase R. El centro de estrella del generador se conecta a tierra con una resistencia de



5Ω

Sol)

Circuito equivalente de secuencia positiva:

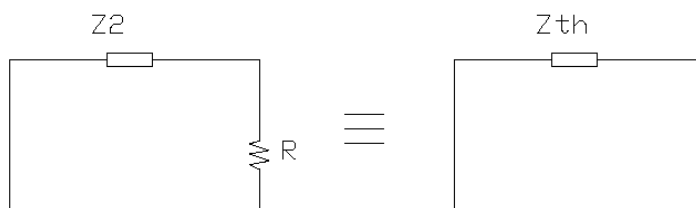


Hallamos la Z_{th} y la U_{th} según muestra el circuito equivalente de la 1er secuencia.

$$U_{th} = \frac{U_f \cdot R}{Z_1 + R} = \frac{200 \times 7630}{200 + j16} = 7606_{\angle 4,5^\circ}$$

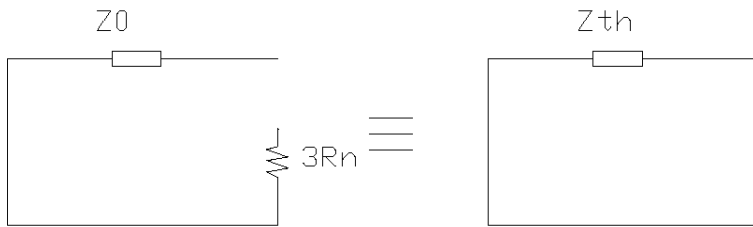
$$Z_{th} = \frac{Z_1 \cdot R}{Z_1 + R} = 15,95_{\angle -85,5^\circ}$$

Para la secuencia negativa queda el siguiente circuito equivalente:



$$Z_{eq2} = \frac{Z_2 \cdot R}{Z_2 + R} = \frac{j14 \times 200}{200 + j14} = 13,96_{\angle 86^\circ}$$

Para el circuito de secuencia homopolar, quedará:



$$Z_{eq0} = Z_0 + 3R_n = 15 + j8 = 17 \angle 28^\circ$$

Aplicando la ecuación de la falla monofásica para las corrientes y reemplazando las impedancias de secuencias queda:

$$I_{falla} = \frac{3U_{th}}{Z_{th1} + Z_{eq2} + Z_{eq0}} = \frac{3 \times 7606 \angle -4,5^\circ}{1,25 + j15,9 + 0,97 + j13,92 + 15 + j8} = 549 A \angle -70^\circ$$