

ELC-30514
Sistemas de Potencia I

Anexo 5.2
Calculo de Corriente de
Cortocircuito: FEM

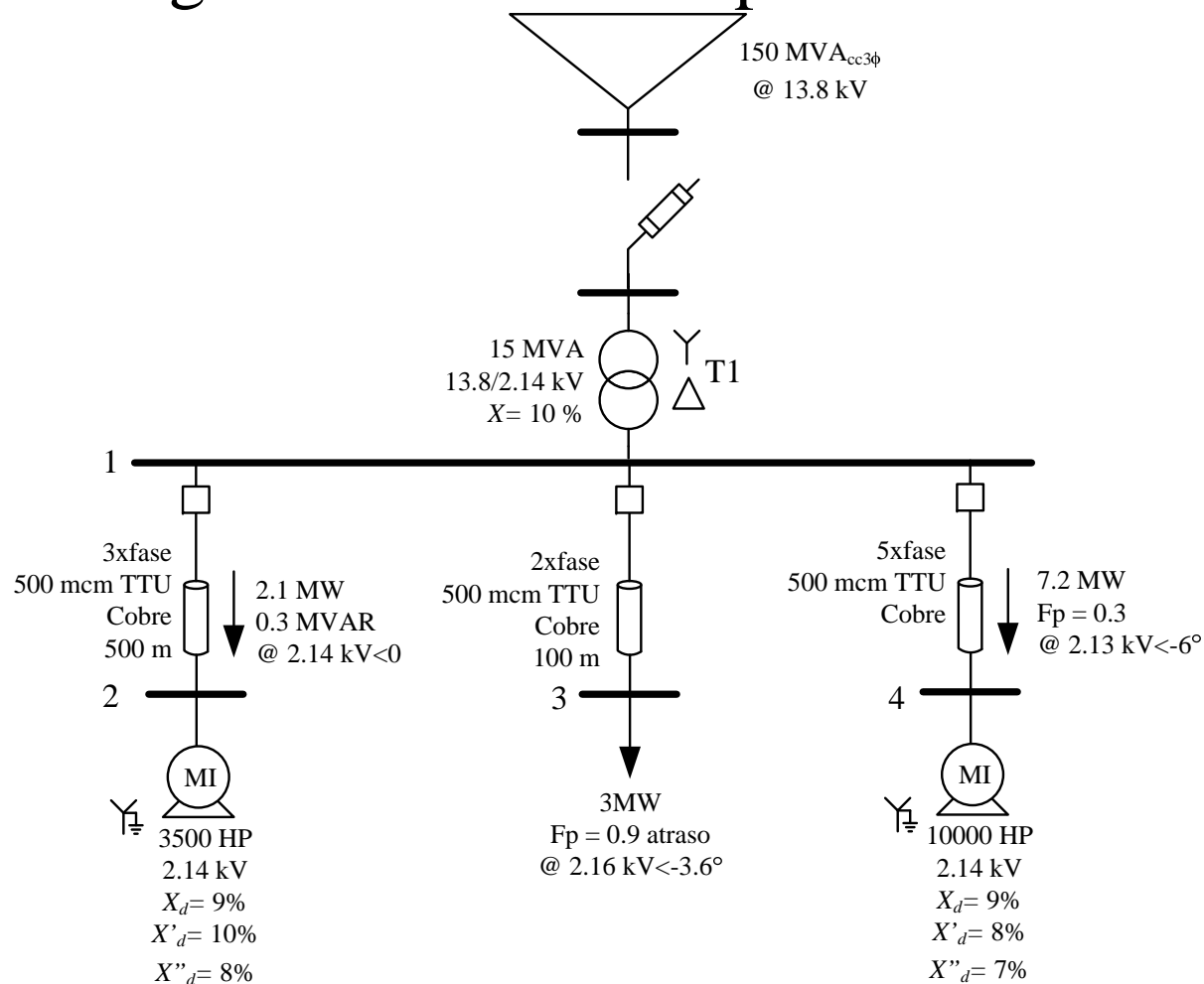
Prof. Francisco M. González-Longatt

fglongatt@ieee.org

<http://www.giaelec.org/fglongatt/SP.htm>

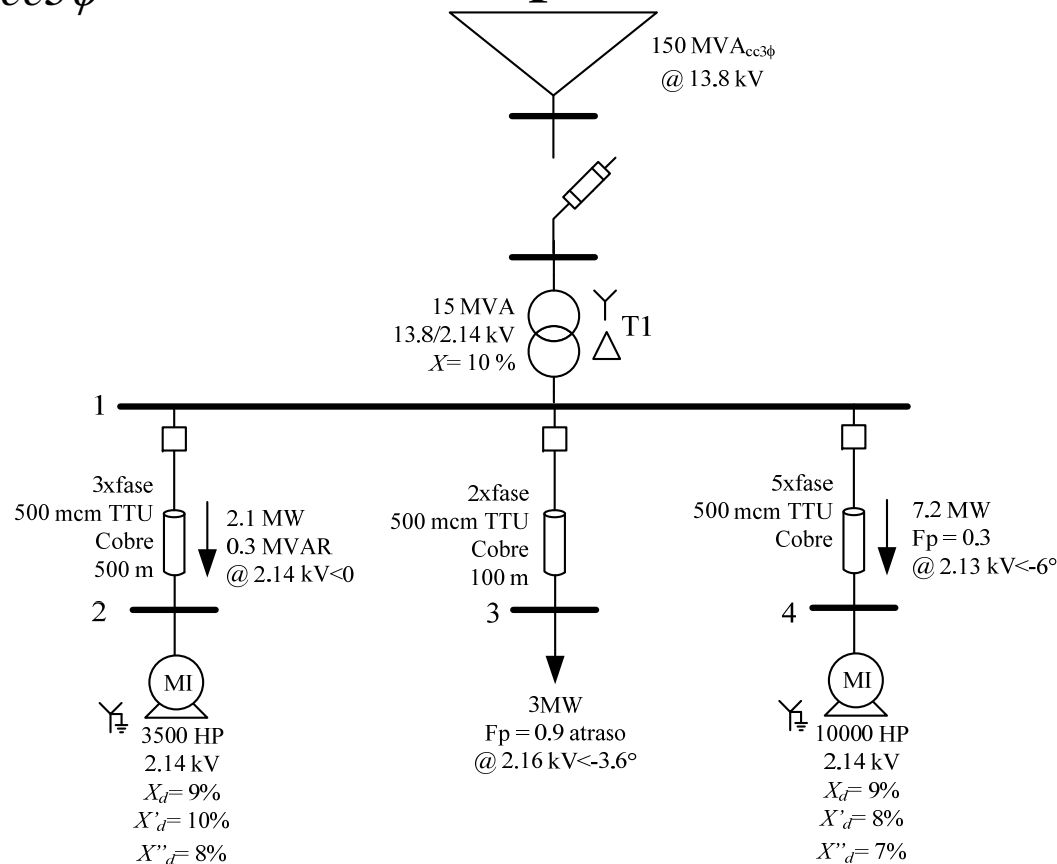
Ejemplo

- Dado el siguiente sistema de potencia industrial



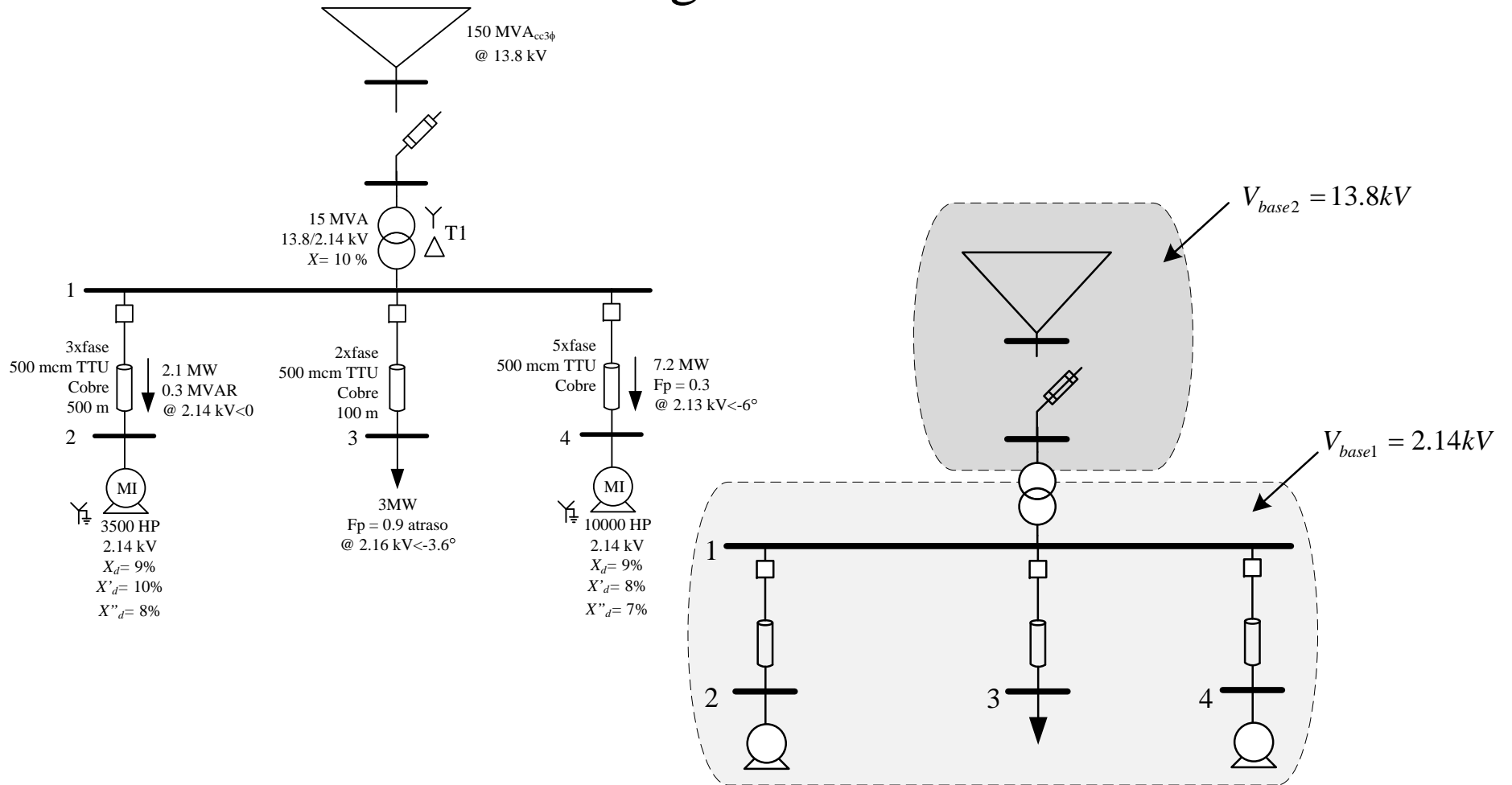
Ejemplo

- Determinar la capacidad de cortocircuito trifásico ($MVA_{cc3\phi}$) en la barra 1 por el método de la FEM.



Resolución

- Se delimitan zonas de igual base:



Resolución

- Se calcula la impedancia base para la Zona 1, donde se encuentran los cables:

$$Z_{base1} = \frac{V_{base1}^2}{S_{base}} = \frac{(2.14kV)^2}{5MVA} \quad Z_{base1} = 0.91592\Omega$$

- Se conoce por datos aportados por el fabricante del conductor que para el cable de 500 mcm, TTU de cobre viene dado por:

$$R = 0.6 \frac{\Omega}{km} \quad X = 0.9 \frac{\Omega}{km}$$

Resolución

- En el Cable: 3xfase, 500 m.

$$R_{500} = 0.10918 p.u$$

$$X_{500} = 0.16377 p.u$$

- En el Cable: 2xfase, 100 m.

$$R_{100} = 0.03275 p.u$$

$$X_{100} = 0.04913 p.u$$

- En el Cable: 5xfase, 100 m.

$$\tilde{R}_{100} = 0.01310 p.u$$

$$\tilde{X}_{100} = 0.01965 p.u$$

Resolución

- Se procede a efectuar los cambios de base necesarios:
- En el sistema exterior:

$$X''_{se} = 1.0 p.u \left(\frac{13.8kV}{13.8kV} \right)^2 \left(\frac{5MVA}{150MVA} \right)$$

$$X''_{se} = 0.003 \hat{p.u}$$

- En el transformador T1:

$$X_{T1} = 0.1 p.u \left(\frac{13.8kV}{13.8kV} \right)^2 \left(\frac{5MVA}{15MVA} \right)$$

$$X_{T1} = 0.03 \hat{p.u}$$

Resolución

- En el motor de inducción MI1, se conoce que se cumple que $kVA_{base} \approx HP$

$$X_{M1} = 0.09 p.u \left(\frac{2.14kV}{2.14kV} \right)^2 \left(\frac{5MVA}{3.5MVA} \right)$$

$$X_{M1} = 0.12857 p.u$$

- Se procede de forma análoga para la reactancia subtransitoria:

$$X''_{M1} = 0.11429 p.u$$

Resolución

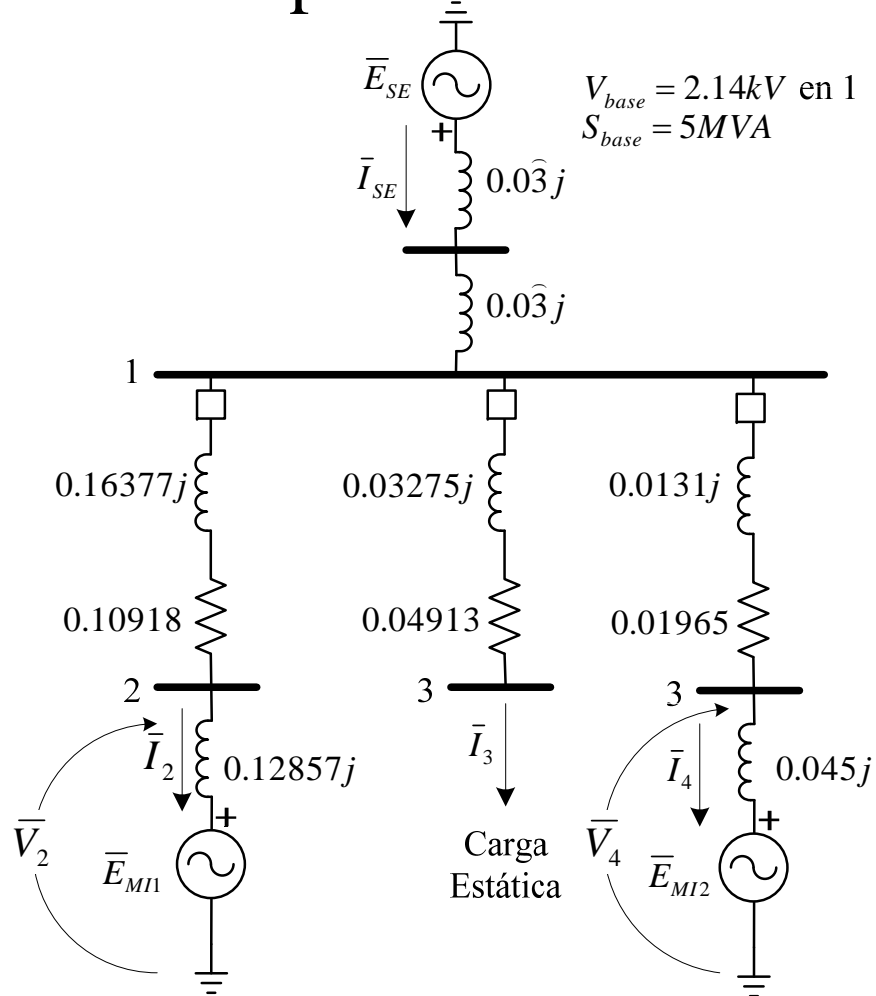
- En el motor de inducción MI2, se procede en forma semejante:

$$X_{M2} = 0.045 \text{ p.u}$$

$$X''_{M2} = 0.035 \text{ p.u}$$

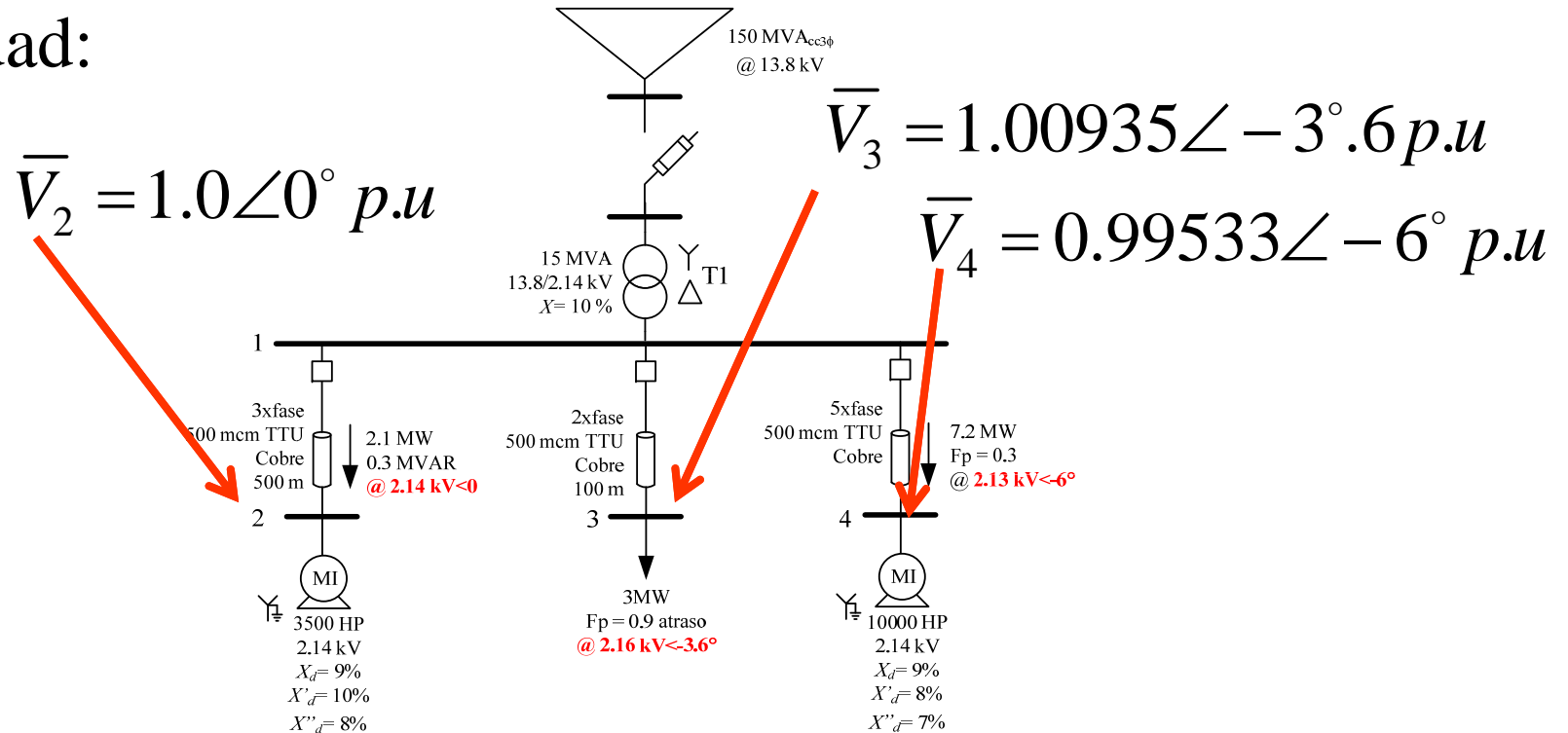
Resolución

- El diagrama de impedancias **antes de la falla** resulta:



Resolución

- Se procede a determinar los **datos antes de la falla**.
- De los datos de carga se conoce, que los voltajes de las barras 2, 3 y 4 son conocidos en el sistema por unidad:



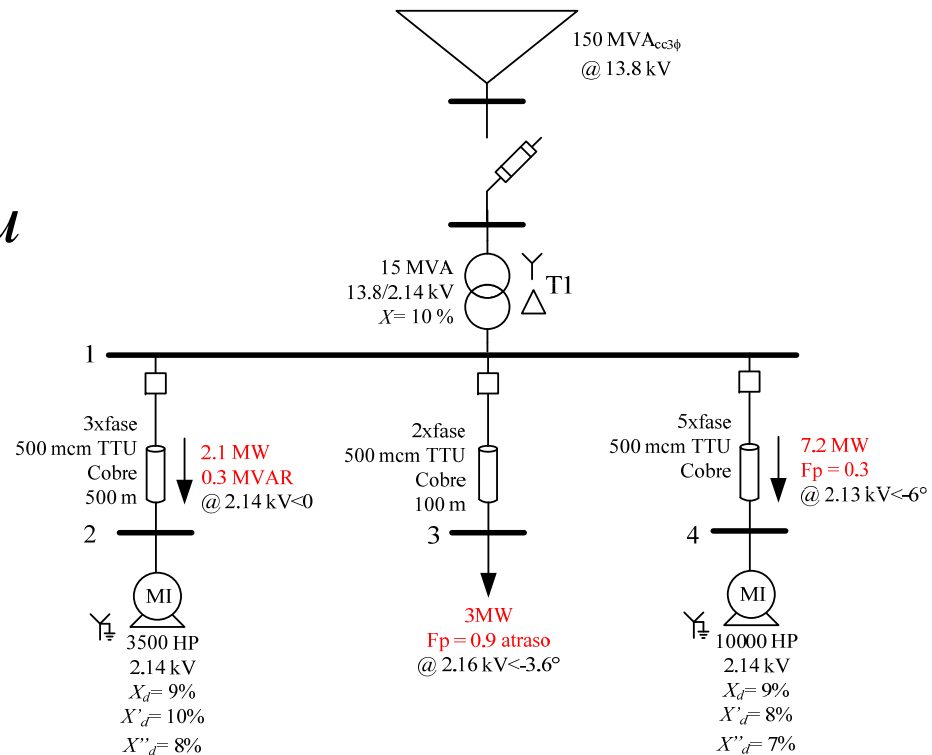
Resolución

- Suponiendo que los motores posee una eficiencia del 100% de conversión, se puede obtener la potencia de cada motor y de la carga estática en el sistema por unidad.

$$\begin{cases} \bar{S}_{M1} = 2.12 \angle 8^\circ .13 MVA \\ \bar{S}_{M1} = 0.42426 \angle 8^\circ .13 p.u \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{S}_{load} = 3.3 \angle 25^\circ .84 MVA \\ \bar{S}_{load} = 0.6 \angle 25^\circ .84 p.u \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{S}_{M2} = 24 \angle 72^\circ .54 MVA \\ \bar{S}_{M2} = 4.8 \angle 72^\circ .54 p.u \end{cases}$$



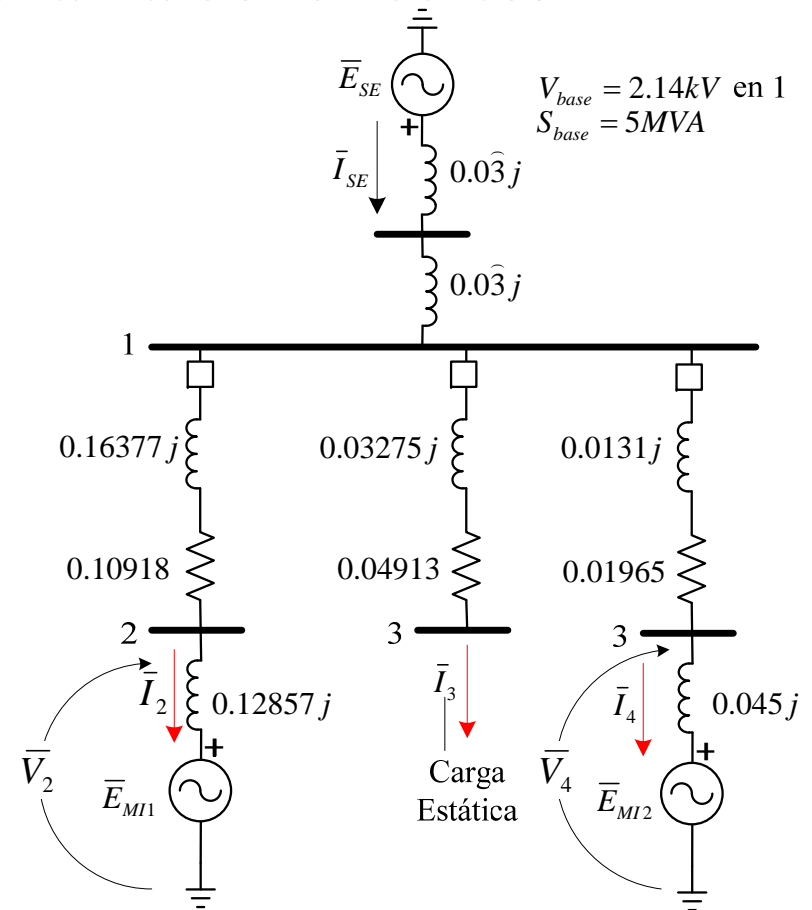
Resolución

- De los datos de carga que se tienen se procede a calcular las corrientes en cada rama del circuito.

$$\bar{I}_2 = 0.42426 \angle -8^\circ.13 p.u$$

$$\bar{I}_3 = 0.66049 \angle -29^\circ.44 p.u$$

$$\bar{I}_4 = 4.82254 \angle -78^\circ.54 p.u$$

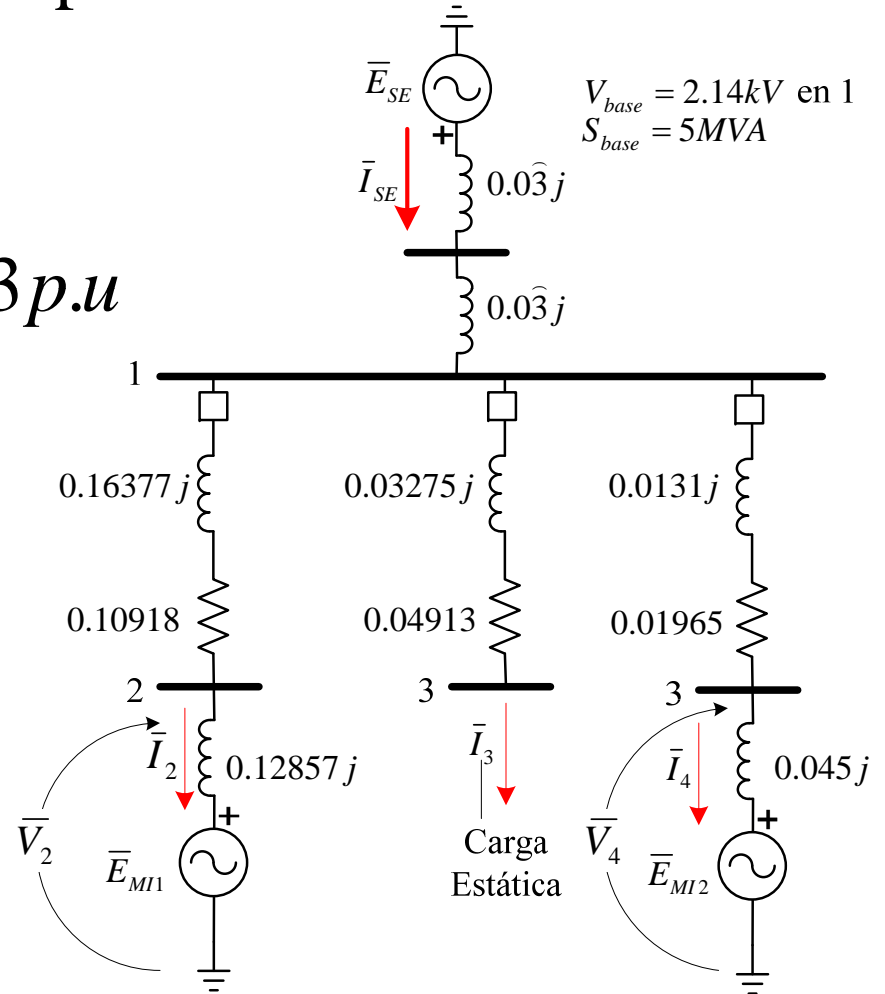


Resolución

- Finalmente la corriente que aporta el sistema exterior.

$$\bar{I}_{SE} = \bar{I}_2 + \bar{I}_3 + \bar{I}_4$$

$$\bar{I}_{SE} = 5.47159 \angle -69.0083 p.u$$

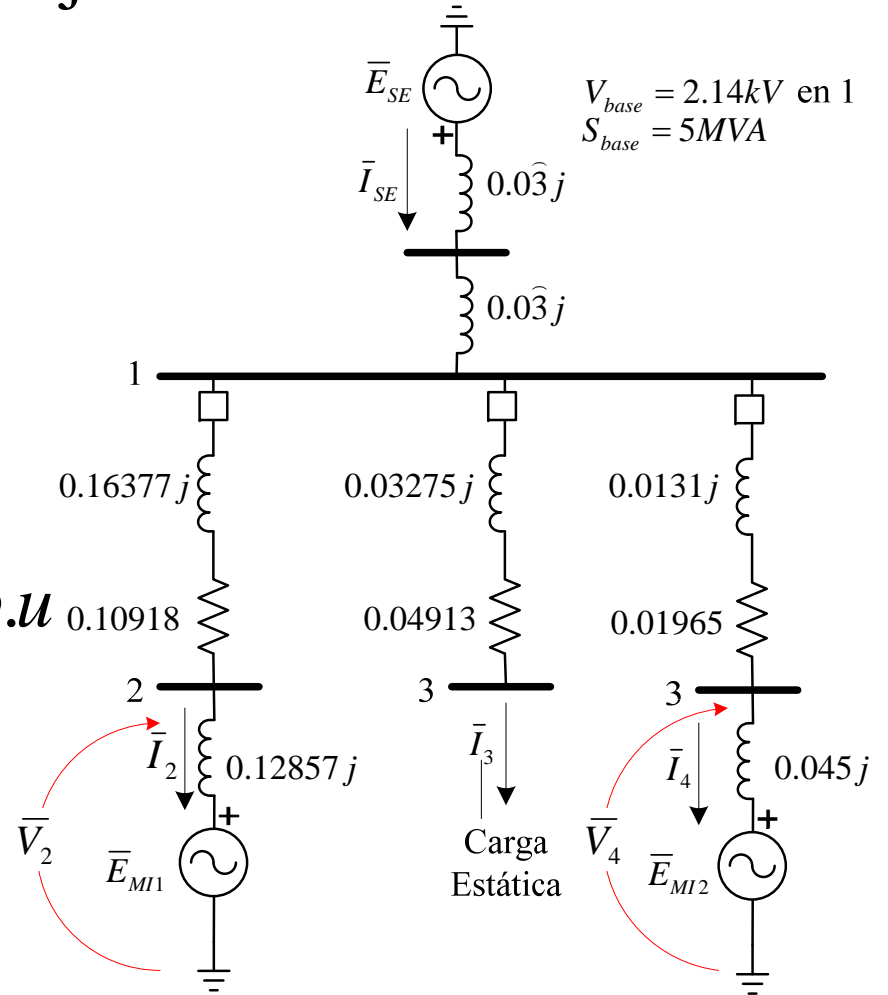


Resolución

- Se procede a calcular el voltaje interno de los motores MI1 y MI2:

$$\begin{cases} \bar{E}_{M1} = \bar{V}_2 - 0.12857 j \bar{I}_2 \\ \bar{E}_{M1} = 0.99375 \angle -3^\circ .114 p.u \end{cases}$$

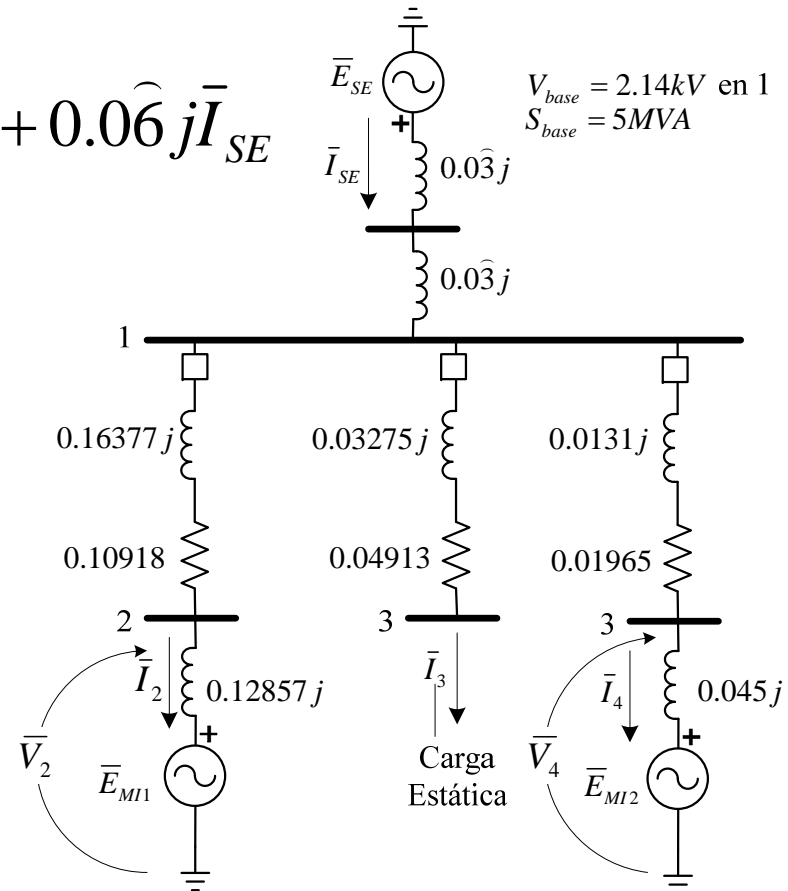
$$\begin{cases} \bar{E}_{M2} = \bar{V}_4 - 0.045 j \bar{I}_4 \\ \bar{E}_{M2} = 0.93055 \angle -18^\circ .3554 p.u \end{cases}$$



Resolución

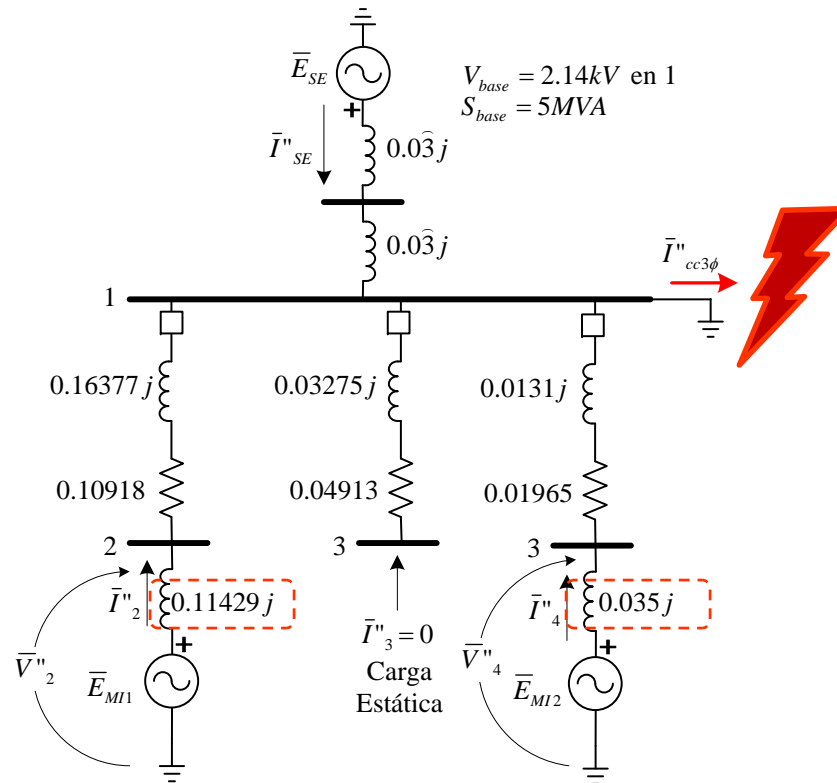
- Se procede a calcular el voltaje interno del sistema exterior, mediante un simple recorrido de red.

$$\begin{cases} \bar{E}_{SE} = \bar{V}_2 + (0.10918 + 0.16377j)\bar{I}_2 + 0.06j\bar{I}_{SE} \\ \bar{E}_{SE} = 1.40951 \angle 7^\circ \cdot 86620 p.u \end{cases}$$



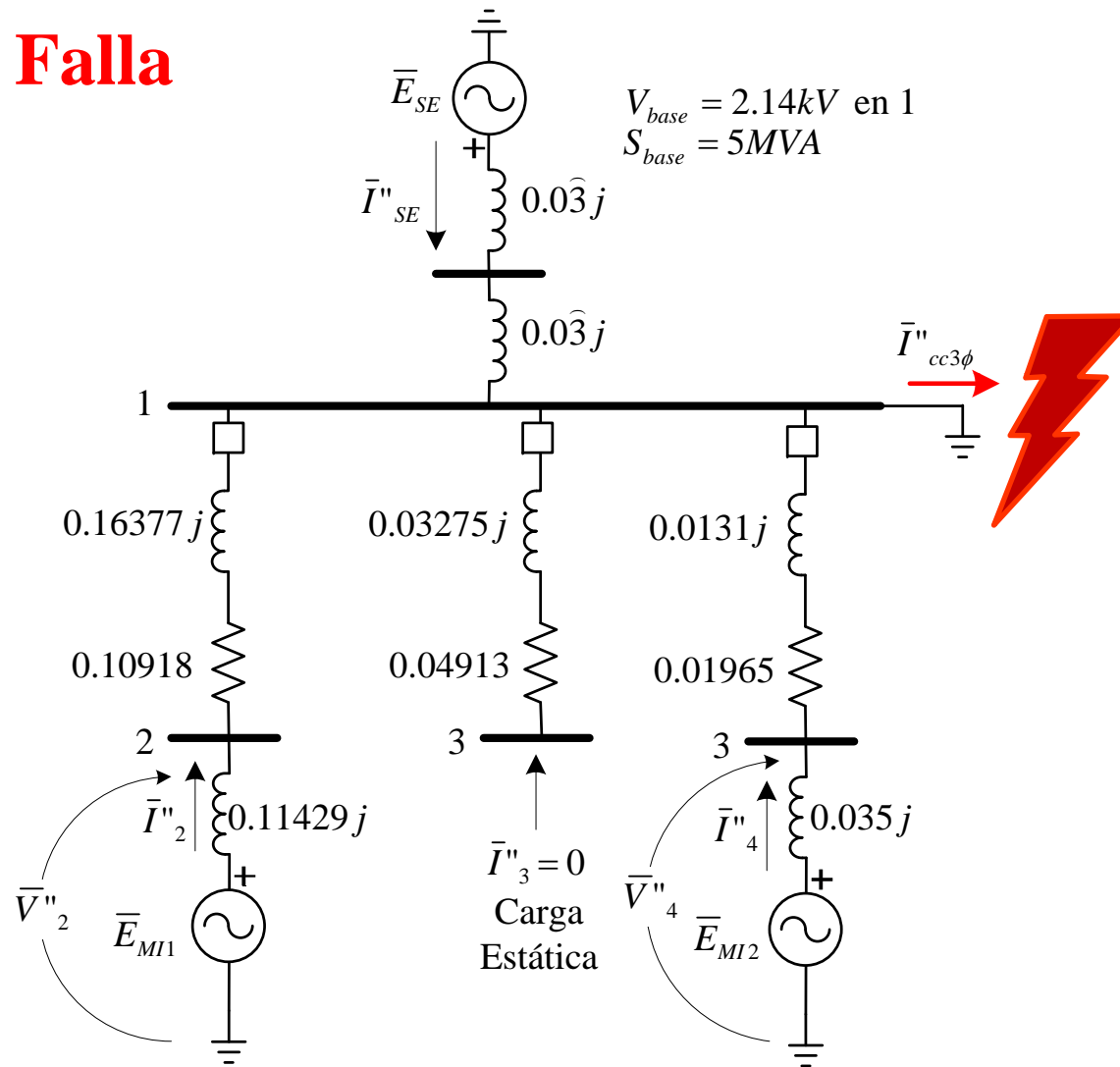
Resolución

- Se procede a simular la red **durante la falla**.
- Las reactancias de las máquinas debe ser modificada por la *sub-transitoria*



Resolución

Durante la Falla

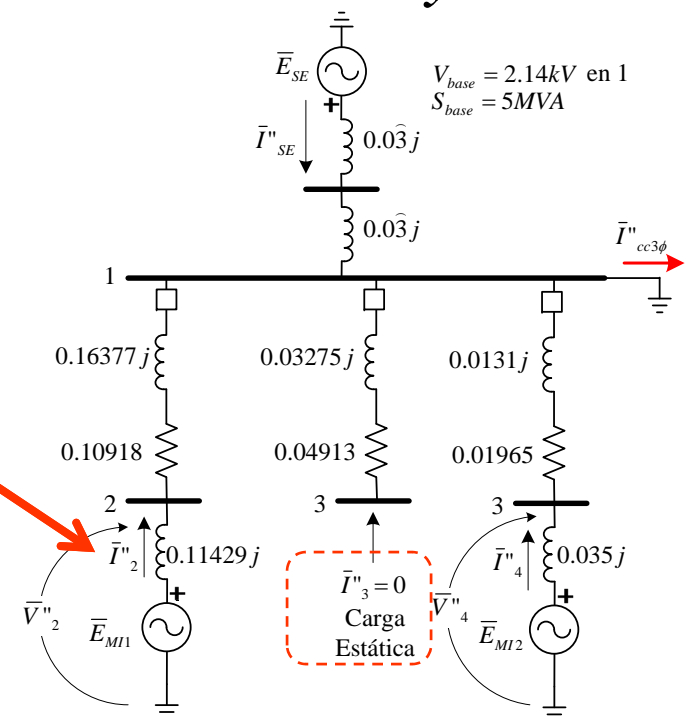


Resolución

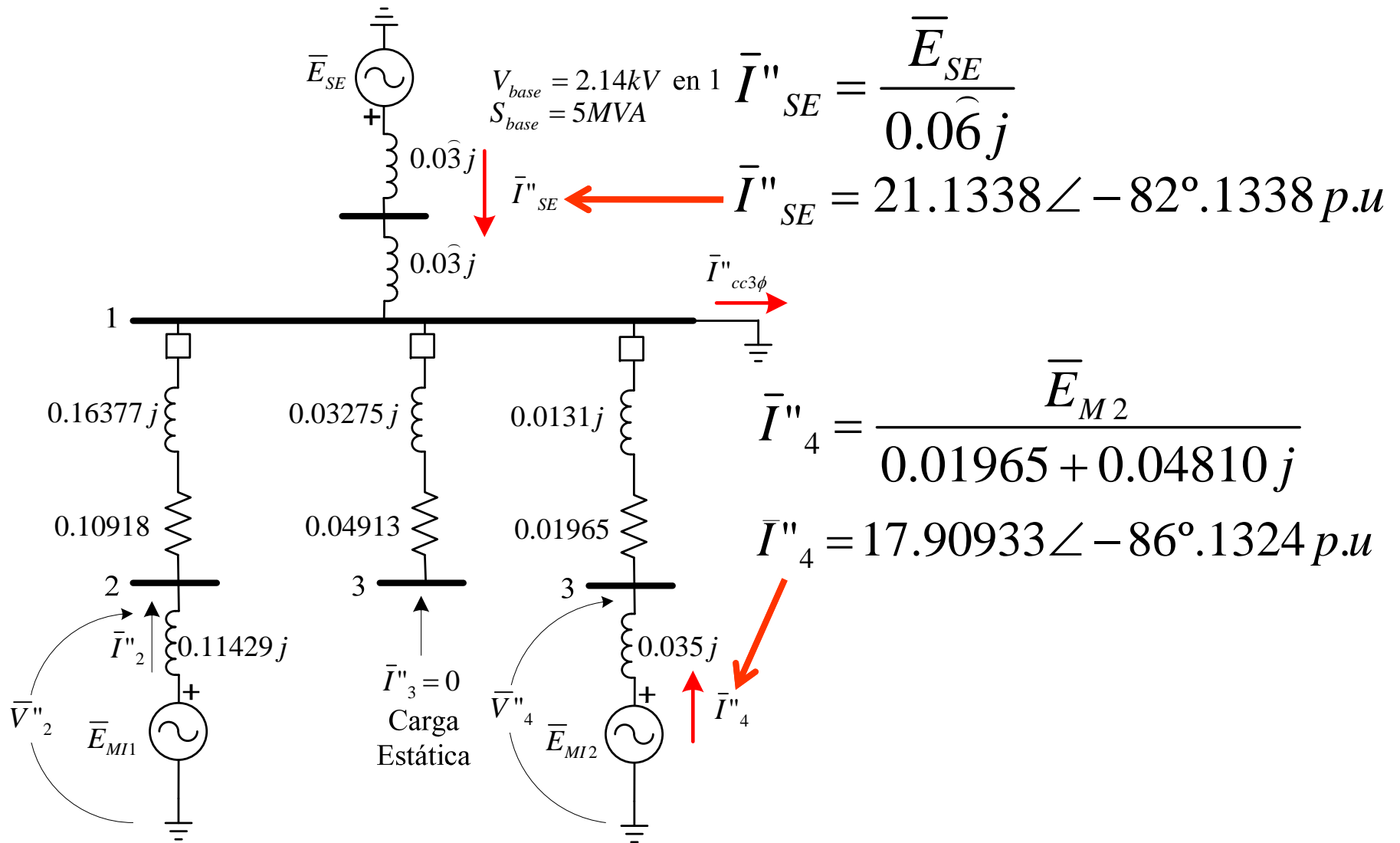
- Como se puede observar la corriente de cortocircuito subtransitoria en la barra 1, es la suma de todas las contribuciones.
- La carga estática, por su naturaleza *no contribuye con corriente a la falla*.

$$\bar{I}''_2 = \frac{\bar{E}_{M1}}{0.10918 + 0.27806j}$$

$$\bar{I}''_2 = 3.32662 \angle -71^\circ.676 \text{ p.u}$$

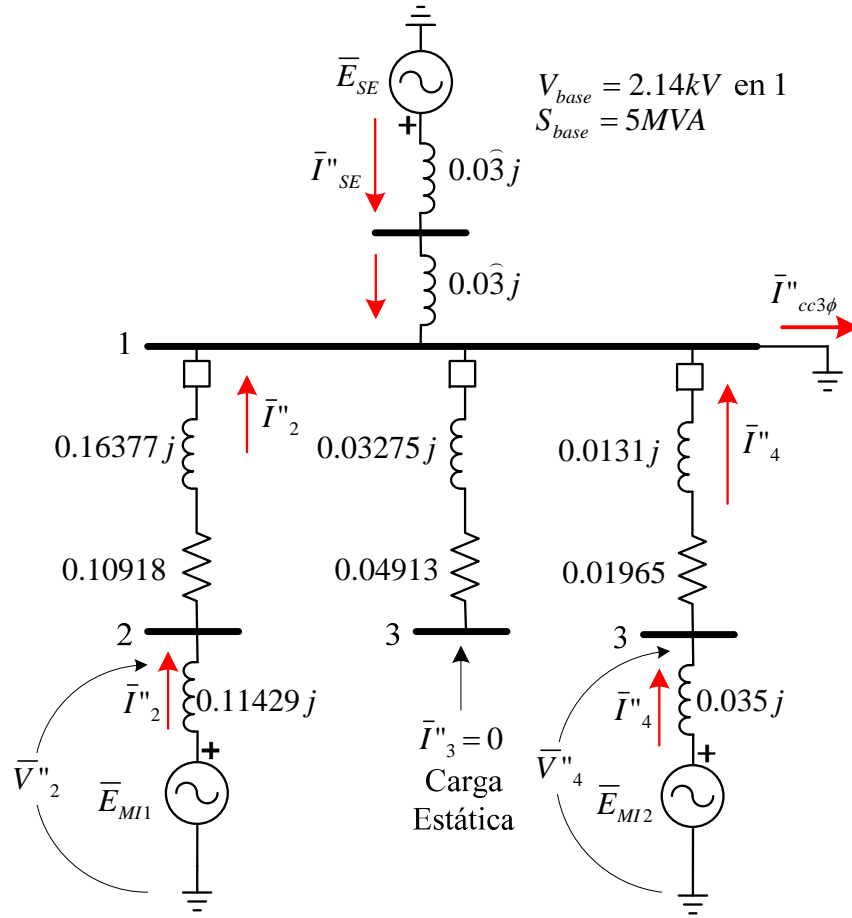


Resolución



Resolución

- Finalmente, por la ley de corriente de Kirchoff, la corriente de falla es la suma de las contribuciones:



$$\bar{I}''_{cc3\phi} = \bar{I}''_2 + \bar{I}''_4 + \bar{I}''_{SE}$$

$$\bar{I}''_{SE} = 42.48464 \angle -83^\circ.0086 p.u$$

De tal modo que llevándolo a unidades reales:

$$|\bar{I}''_{cc3\phi}| = 50.860kAmp$$

Resolución

- Se desea estimar la capacidad de cortocircuito de la barra, en tal sentido se tiene:

$$MVA_{cc3\phi} = \sqrt{3}U_n \left| \bar{I}''_{cc3\phi} \right|$$

siendo el voltaje nominal de la barra que en este caso es de 2140 Voltios

$$MVA_{cc3\phi} = 188.51908$$

$$X'' / R = 8.15446$$