

ELC-30514
Sistemas de Potencia I

Anexo 5.3
Calculo de Corriente de
Cortocircuito: FEM

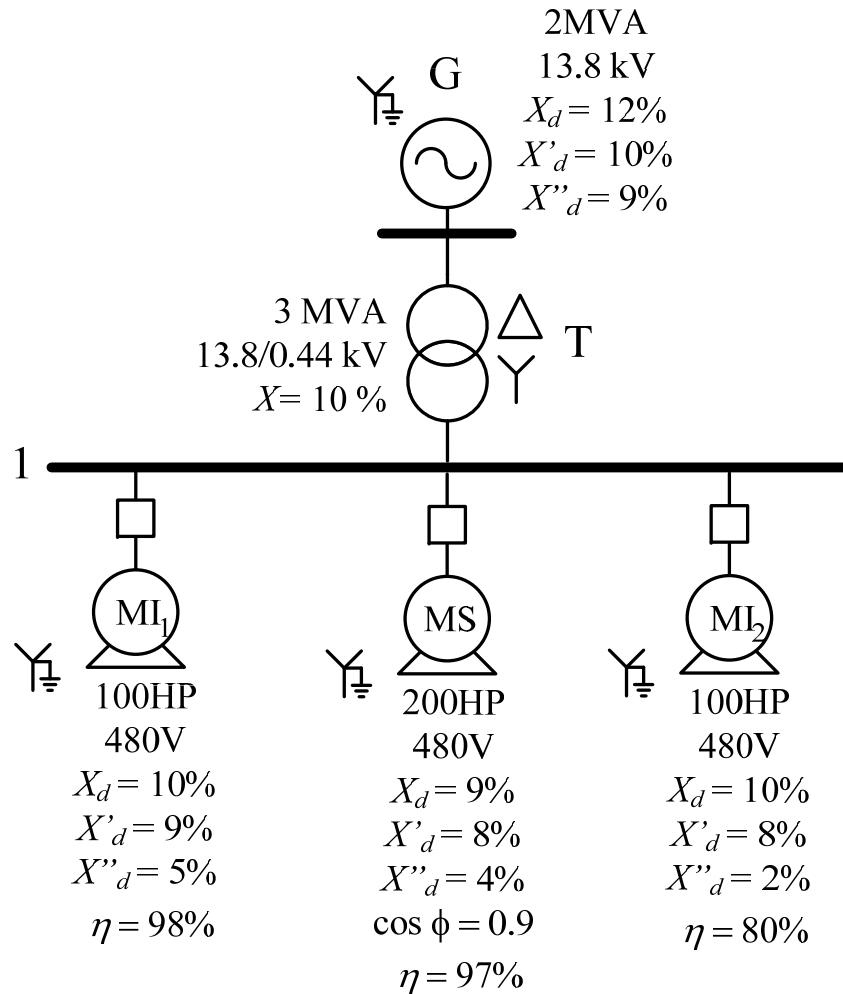
Prof. Francisco M. González-Longatt

fglongatt@ieee.org

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

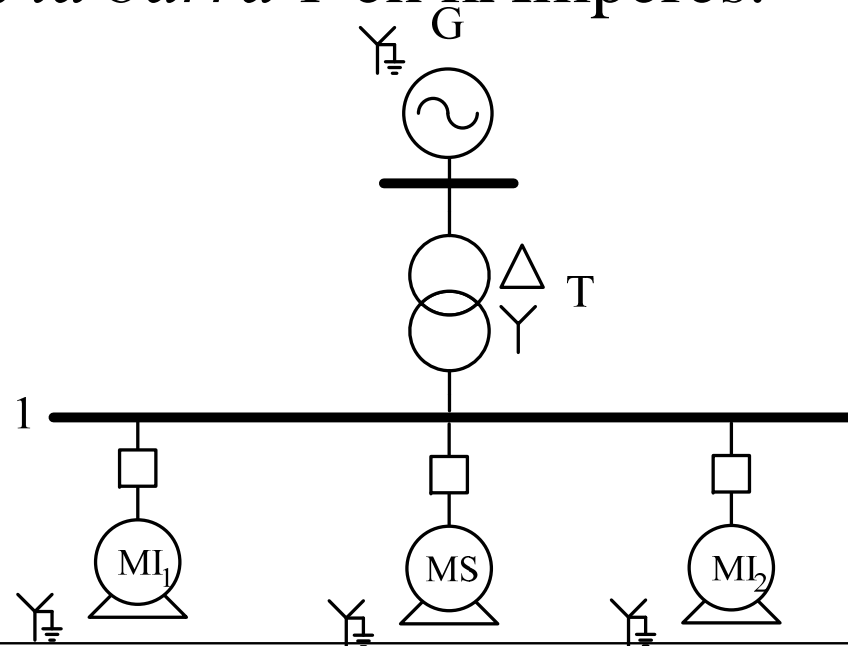
Ejemplo

- Dado el siguiente sistema de potencia:



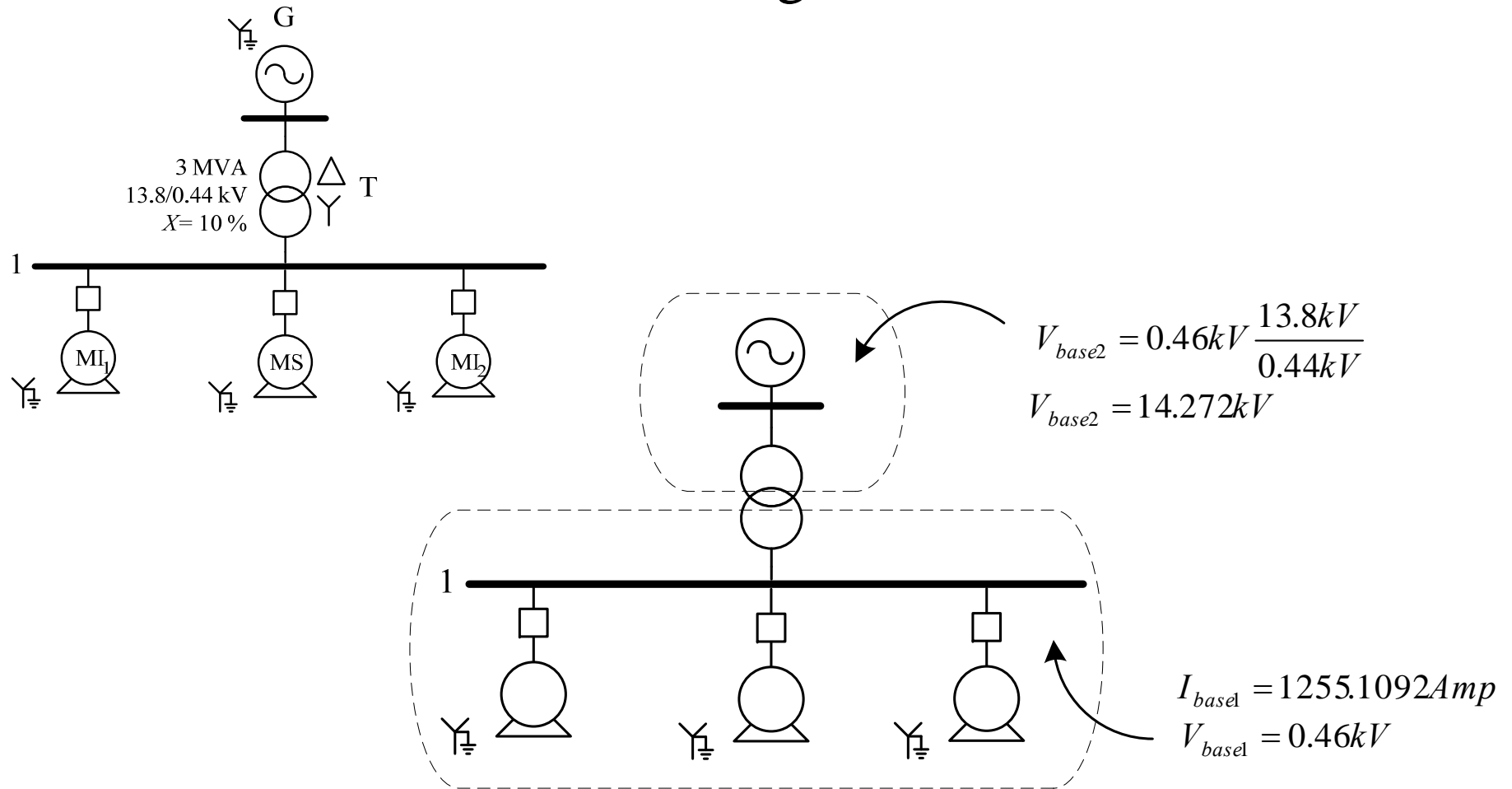
Ejemplo

- Cuando el sistema opera los motores están al 50% de carga, $FP = 0.85$ en atraso, y en la barra 1 existe 480 Voltios.
- Determine la *corriente de cortocircuito subtransitoria en la barra 1* en kAmperes.



Resolución

- Se delimitan las zonas de igual base.



Resolución

- Se procede a los respectivos cambios de base:
- En el generador G:

$$x_G = 0.12 p.u. \left(\frac{13.8 kV}{14.427 kV} \right)^2 \left(\frac{1 MVA}{2 MVA} \right)$$

$$\begin{cases} x_G = 0.0549 p.u. \\ x''_G = 0.04117 p.u. \end{cases}$$

Resolución

- En el transformador T:

$$x_T = 0.0305 p.u.$$

- En los motores de inducción, se cumple $KVA_{base} \approx HP$

$$x_{MI1} = 0.10 p.u. \left(\frac{480V}{460kV} \right)^2 \left(\frac{1MVA}{0.1MVA} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{MI1} = 1.08885 p.u. \\ x''_{MI1} = 0.54442 p.u. \end{array} \right.$$

Resolución

- En los motores de inducción, se cumple

$$KVA_{base} \approx HP$$

$$x_{MI2} = 0.10 p.u. \left(\frac{480V}{460kV} \right)^2 \left(\frac{1MVA}{0.3MVA} \right)$$

$$\begin{cases} x_{MI2} = 0.36295 p.u. \\ x''_{MI2} = 0.07259 p.u. \end{cases}$$

Resolución

- Para el motor sincrónico con $FP = 0.8$ se cumple:

$$KVA_{base} \approx 1.1HP$$

$$x_{MS} = 0.09 p.u. \left(\frac{480V}{460kV} \right)^2 \left(\frac{1MVA}{0.22MVA} \right)$$

$$\begin{cases} x_{MS} = 0.44544 p.u. \\ x''_{MS} = 0.19797 p.u. \end{cases}$$

Previo a la Falla

- Se comienza a estudiar las **condiciones de la red previa a la falla.**
- Para ello inicialmente se conoce que *los motores están operando al 50% de carga.*
- Se debe *calcular la carga mecánica en el eje*, para luego, considerando la eficiencia de la máquina llevarlo a potencia eléctrica.

Previo a la Falla

- Se debe calcular la carga mecánica en el eje, para luego, considerando la eficiencia de la máquina llevarlo a potencia eléctrica. $\eta = 98\%$

$$P_{mecMI1} = 50\% \times 100HP \times \frac{746Watt}{HP} = 37.3kW \rightarrow P_{elecMI1} = 38.061kW$$

$$\eta = 97\%$$

$$P_{mecMS} = 50\% \times 200HP \times \frac{746Watt}{HP} = 74.6kW \rightarrow P_{elecMS} = 76.907kW$$

$$\eta = 80\%$$

$$P_{mecMI2} = 50\% \times 300HP \times \frac{746Watt}{HP} = 111.9kW \rightarrow P_{elecMI2} = 138.875kW$$

Previo a la Falla

- Se procede a calcular la *corriente de cada motor*, conociendo que el voltaje en barra es de 480 Voltios, y que el factor de potencia es de 0.85 en retraso:

$$\bar{I}_{MI1} = 53.859 \angle -31^\circ.78 \text{Amp} \quad \blacktriangleright \quad \bar{I}_{MI1} = 0.04291 \angle -31^\circ.78 \text{p.u.}$$

$$\bar{I}_{MS} = 108.8894 \angle -31^\circ.78 \text{Amp} \quad \blacktriangleright \quad \bar{I}_{MS} = 0.08671 \angle -31^\circ.78 \text{p.u.}$$

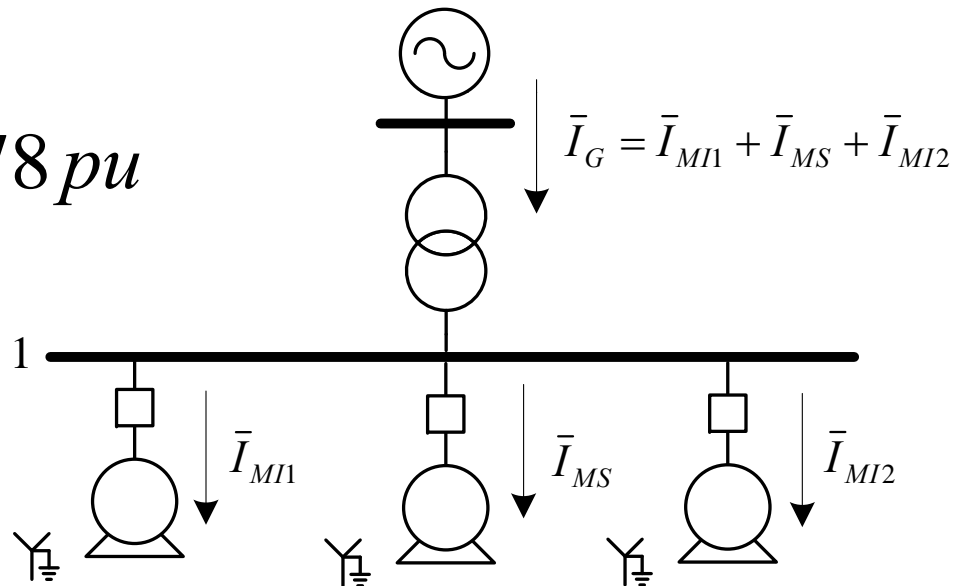
$$\bar{I}_{MI2} = 197.933 \angle -31^\circ.78 \text{Amp} \quad \blacktriangleright \quad \bar{I}_{MI2} = 0.1577 \angle -31^\circ.78 \text{p.u.}$$

Previo a la Falla

- Se conoce que la corriente que entrega el generador es:

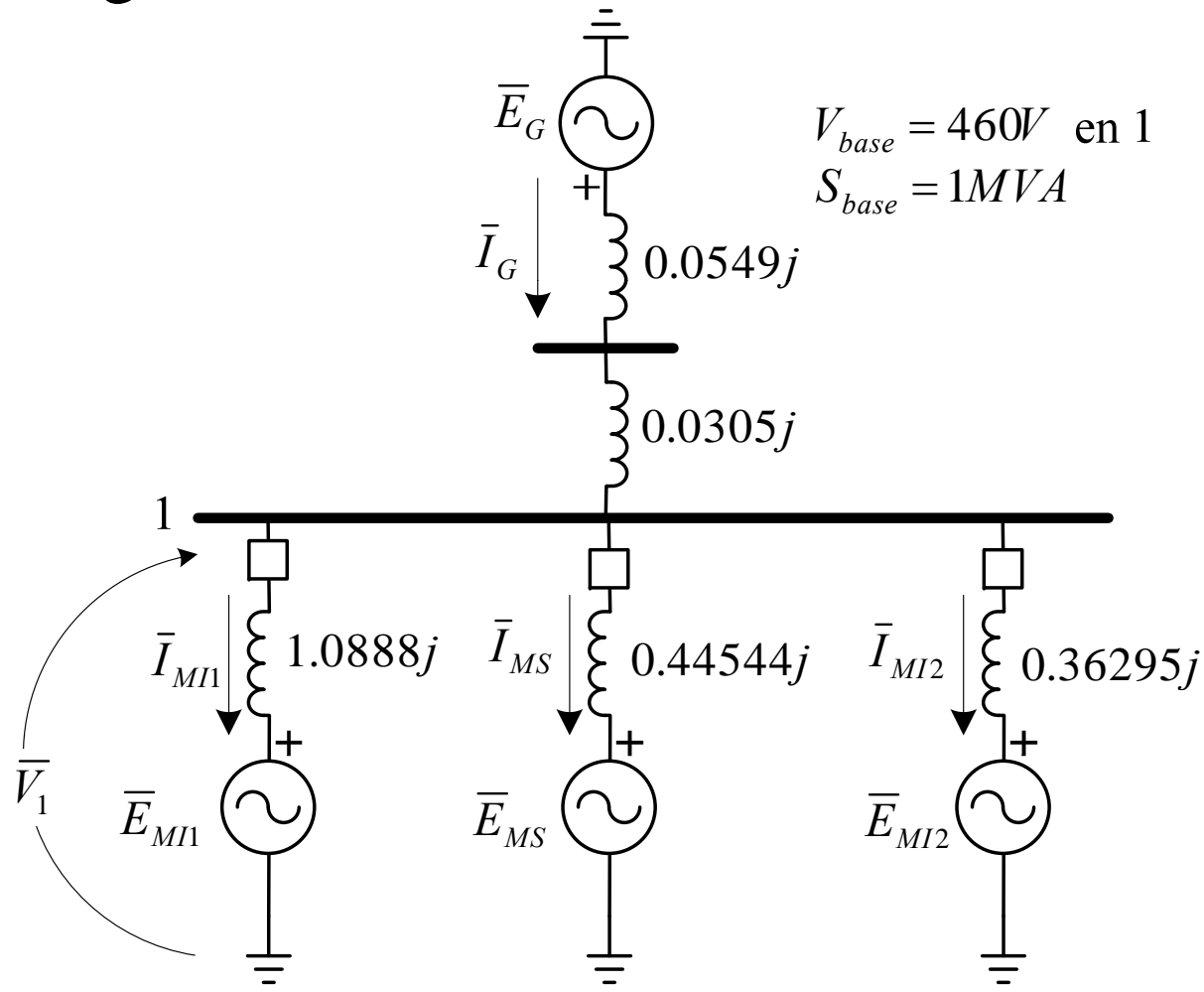
$$\bar{I}_G = \bar{I}_{MI1} + \bar{I}_{MS} + \bar{I}_{MI2}$$

$$\bar{I}_G = 0.28732 \angle -31^\circ.78 pu$$



Previo a la Falla

- El diagrama de reactancias **antes de la falla**, resulta:



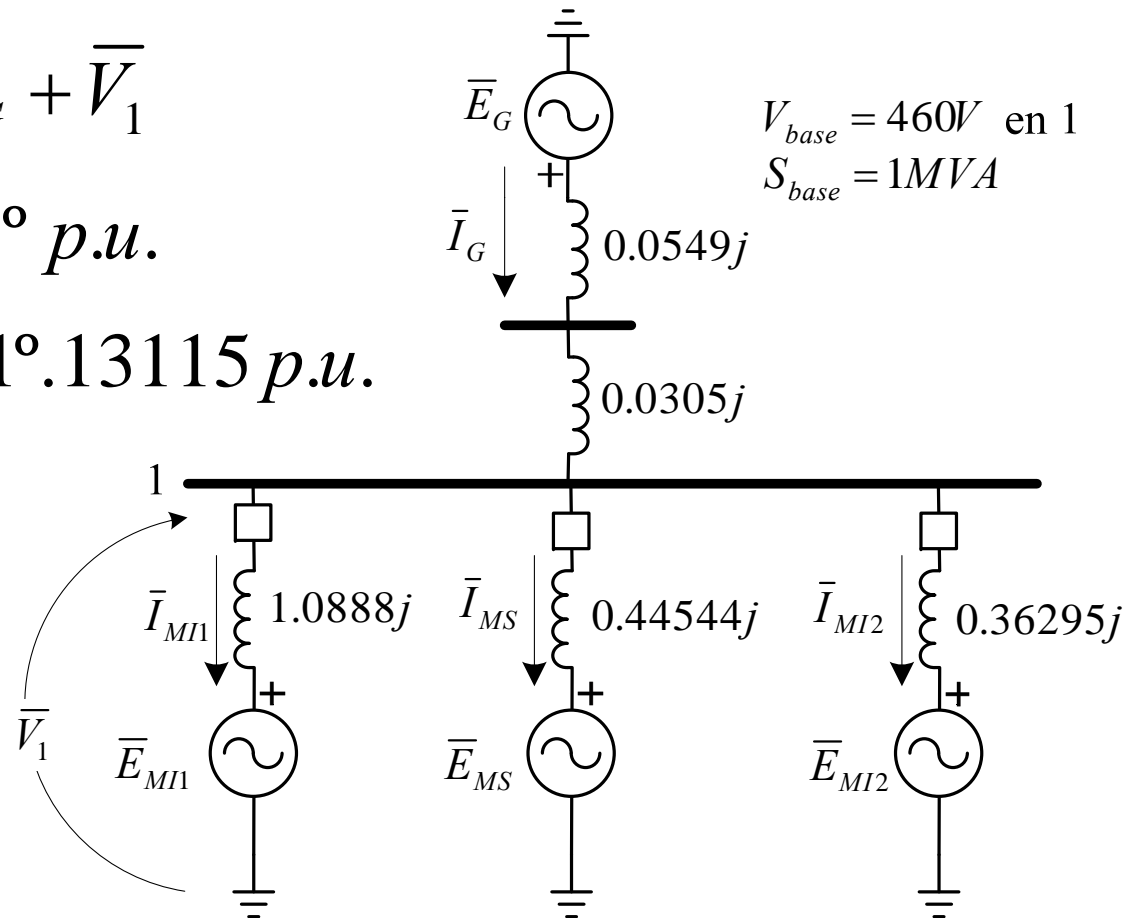
Previo a la Falla

- Se procede a determinar los voltajes internos de las máquinas giratorias antes de la falla:

$$\bar{E}_G = 0.0854 j \bar{I}_G + \bar{V}_1$$

$$\bar{V}_1 = 1.04348 \angle 0^\circ \text{ p.u.}$$

$$\bar{E}_G = 1.05661 \angle 1^\circ.13115 \text{ p.u.}$$



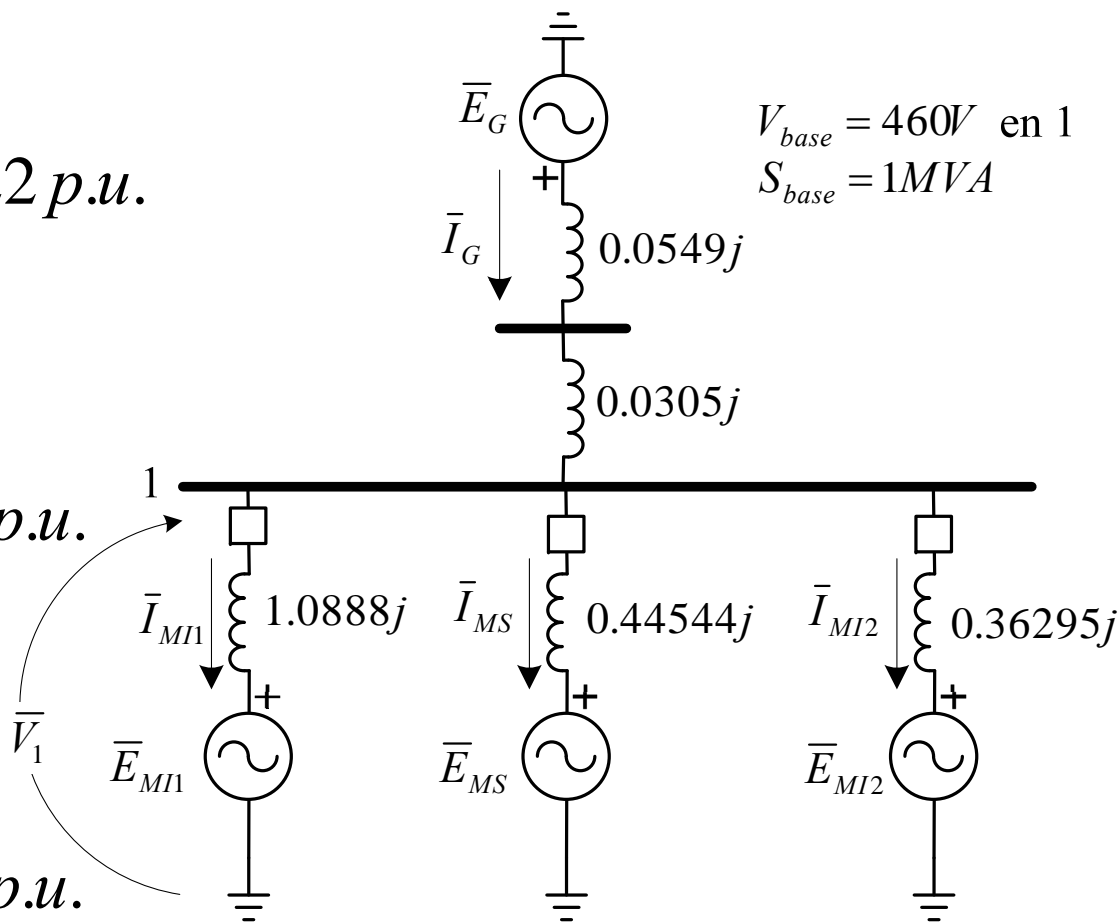
Previo a la Falla

- Para los motores:

$$\begin{cases} \bar{E}_{MI1} = \bar{V}_1 - 1.0888 j \bar{I}_{MI1} \\ \bar{E}_{MI1} = 1.01965 \angle -2^\circ.2322 p.u. \end{cases}$$

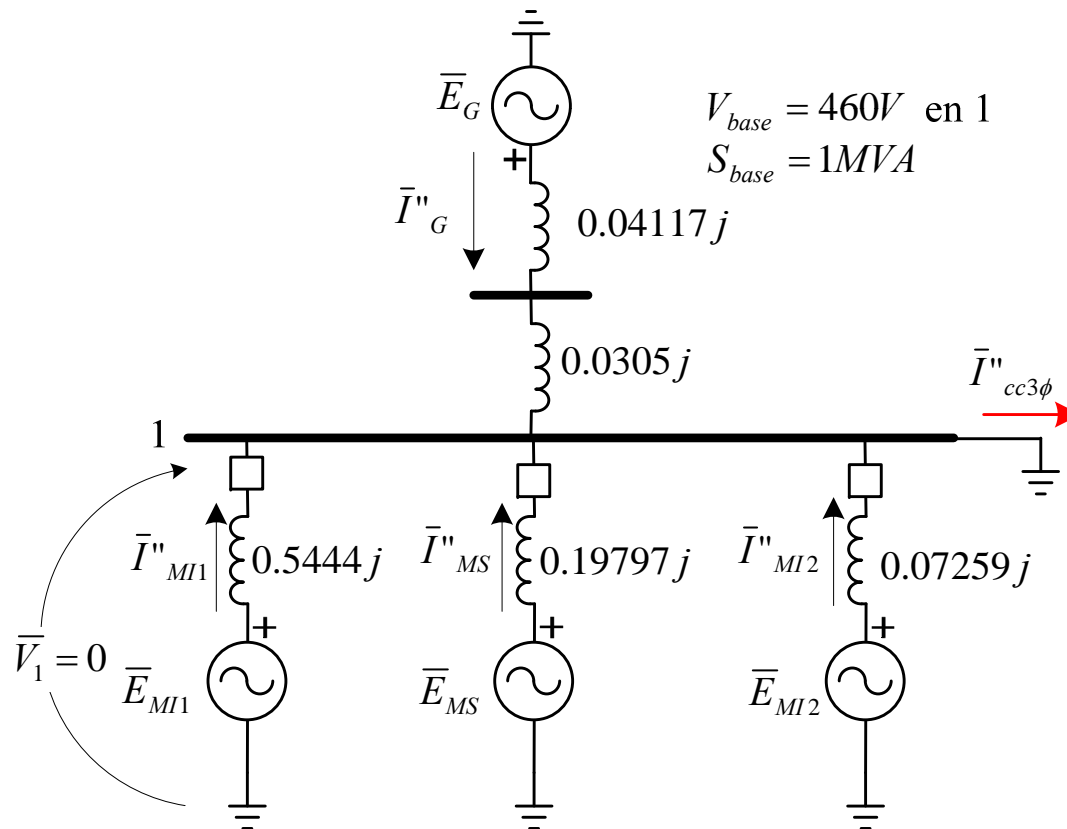
$$\begin{cases} \bar{E}_{MS} = \bar{V}_1 - 0.44544 j \bar{I}_{MS} \\ \bar{E}_{MS} = 1.02366 \angle -1^\circ.838 p.u. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{E}_{MI2} = \bar{V}_1 - 0.36629 j \bar{I}_{MI2} \\ \bar{E}_{MI2} = 1.0145 \angle -2^\circ.748 p.u. \end{cases}$$



Durante la Falla

- **Durante la falla**, el diagrama de impedancia cambia, debido a que las maquinas deben ser modeladas para régimen sub-transitorio.

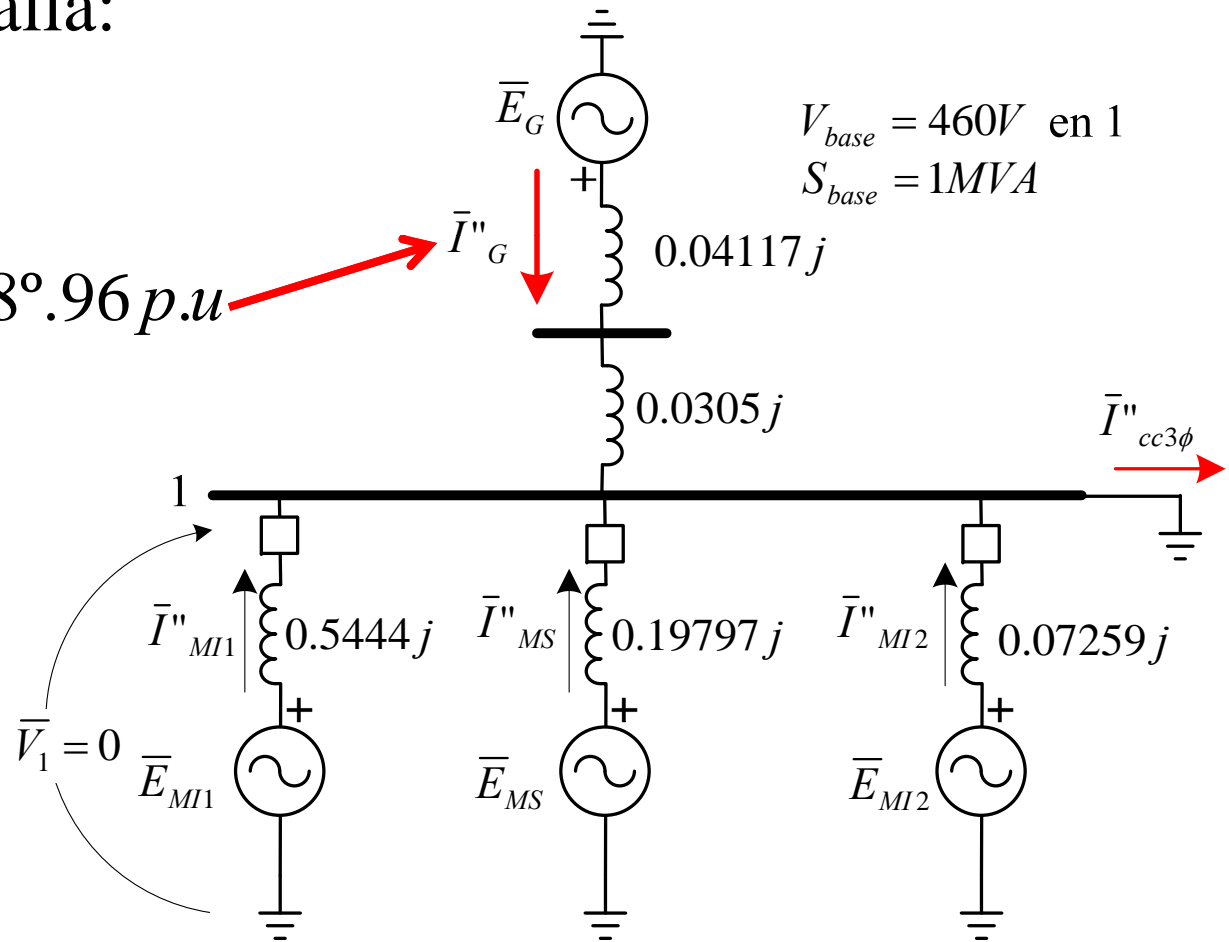


Durante la Falla

- Se calculan las continuaciones de cada maquina giratoria a la falla:

$$\bar{I}''_G = \frac{\bar{E}_G}{0.07167 j}$$

$$\bar{I}''_G = 14.7426 \angle -88.96 p.u$$



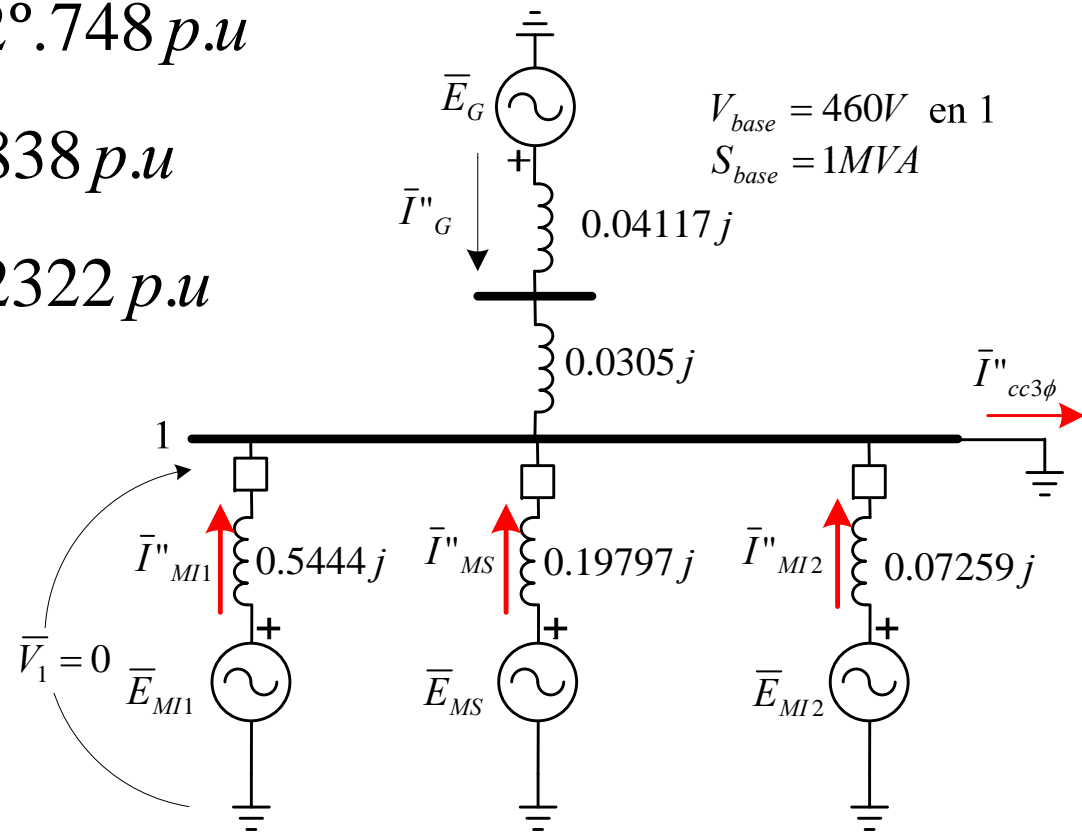
Durante la Falla

- Se calculan las continuaciones de cada maquina giratoria a la falla:

$$\bar{I}''_{MI2} = 13.97575 \angle -92^\circ.748 p.u$$

$$\bar{I}''_{MS} = 5.17078 \angle -91^\circ.838 p.u$$

$$\bar{I}''_{MI1} = 1.87298 \angle -92^\circ.2322 p.u$$



Durante la Falla

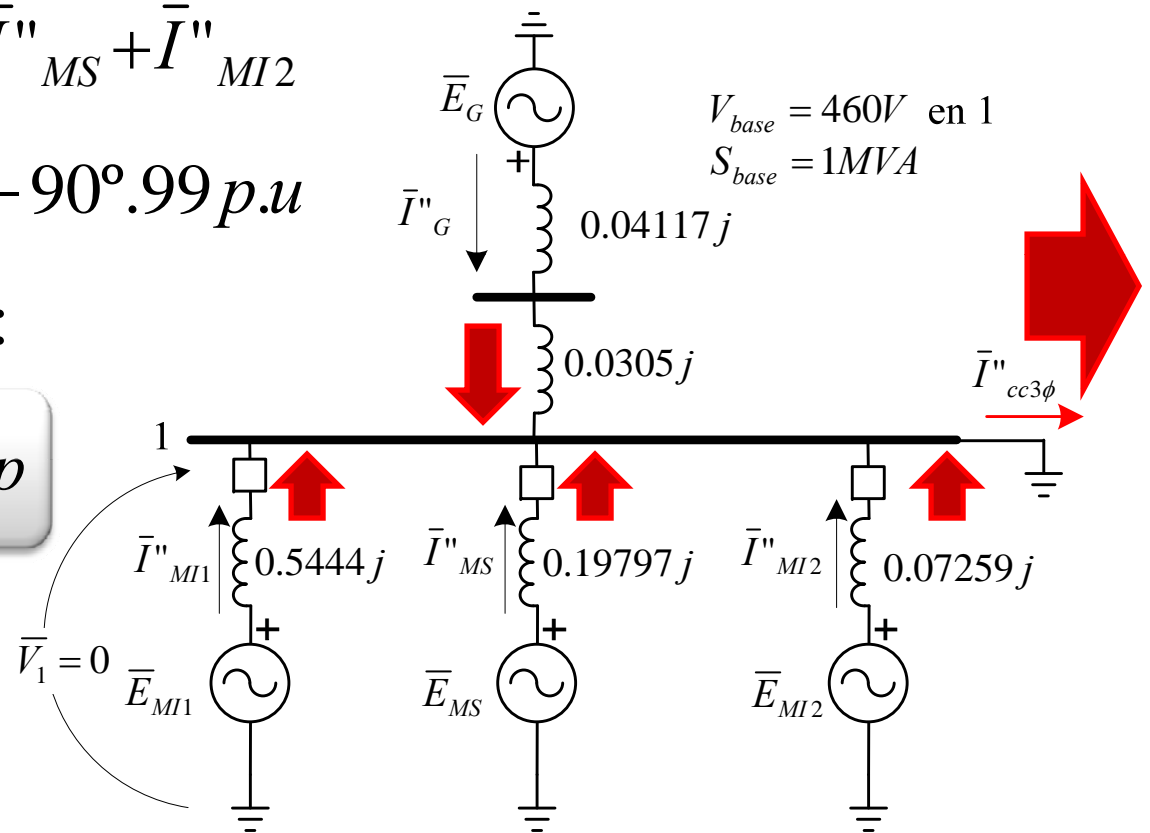
- Finalmente la corriente de falla resulta:

$$\bar{I}''_{cc3\phi} = \bar{I}''_G + \bar{I}''_{MI1} + \bar{I}''_{MS} + \bar{I}''_{MI2}$$

$$\bar{I}''_{cc3\phi} = 35.74451 \angle -90^\circ.99 p.u$$

En unidades reales:

$$|\bar{I}''_{cc3\phi}| = 44.863 kAmp$$



ELC-30514
Sistemas de Potencia I

Anexo 5.3
Calculo de Corriente de
Cortocircuito: Thevenin

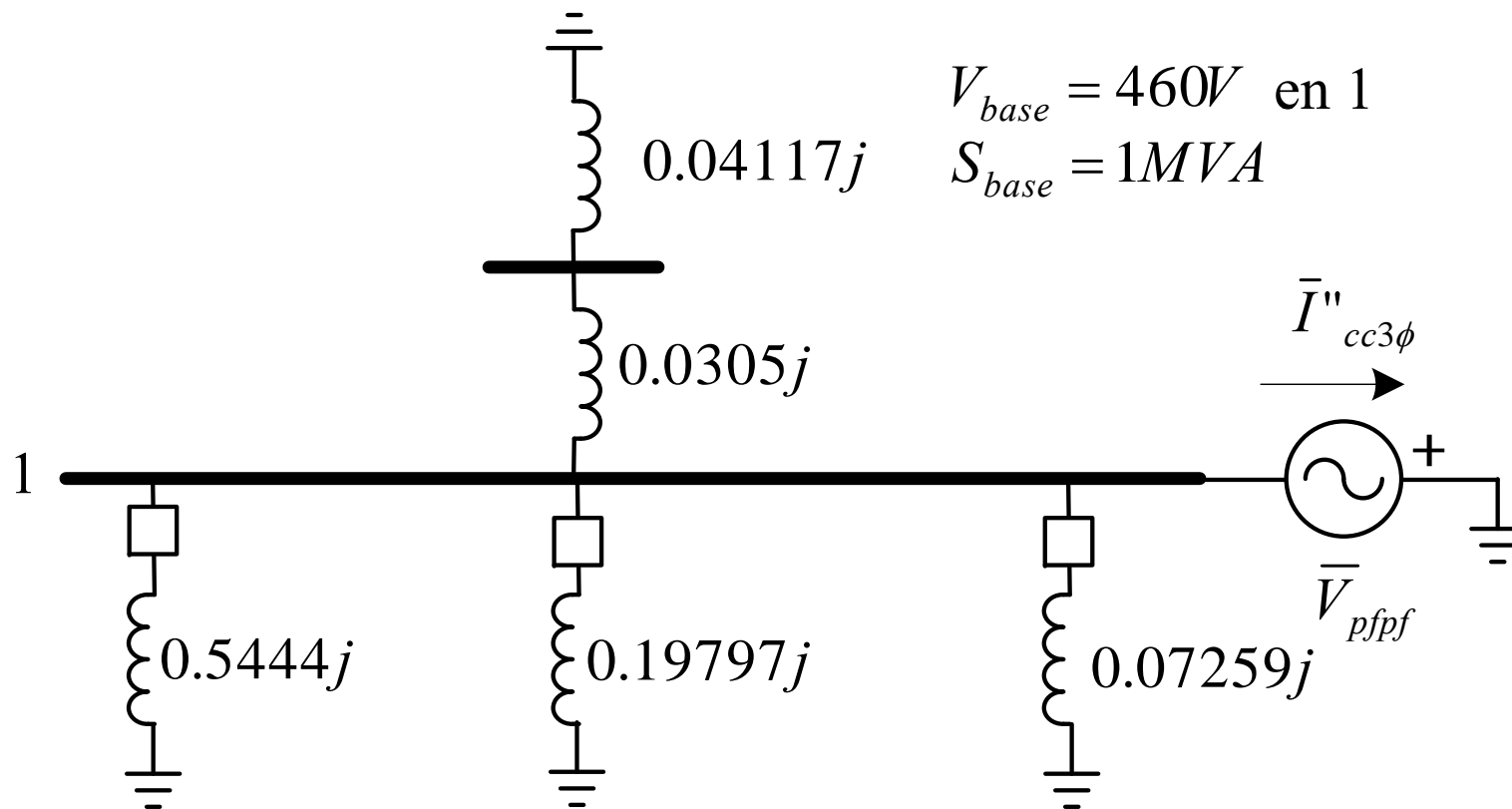
Prof. Francisco M. González-Longatt

fglongatt@ieee.org

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

Método de Thevenin

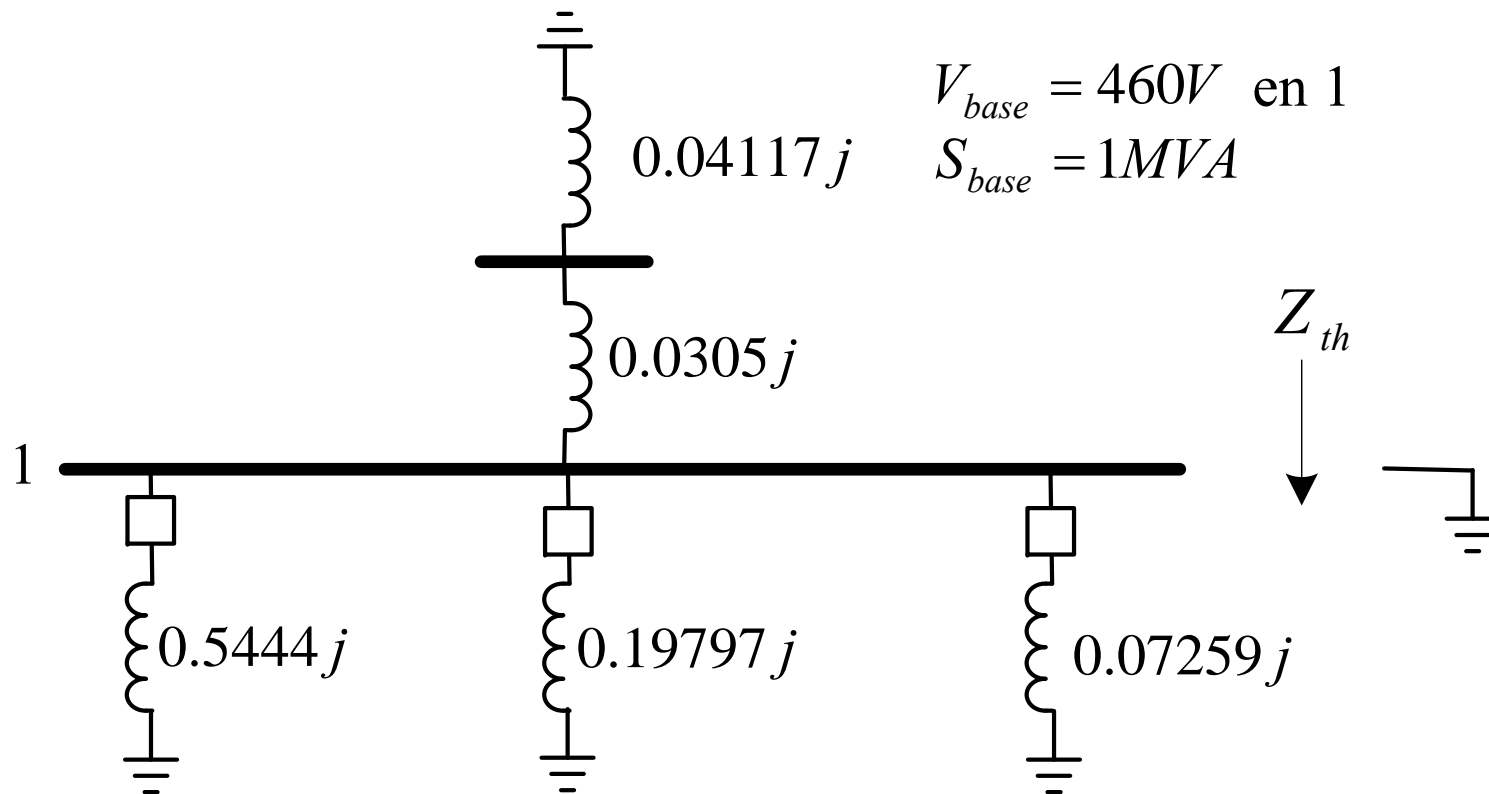
- Si se procede por el **método de Thevenin**, se construye la red incremental para la condición subtransitoria



Método de Thevenin

- La reactancia equivalente de Thevenin resulta:

$$X''_{th} = 0.02889 \text{ p.u}$$



Método de Thevenin

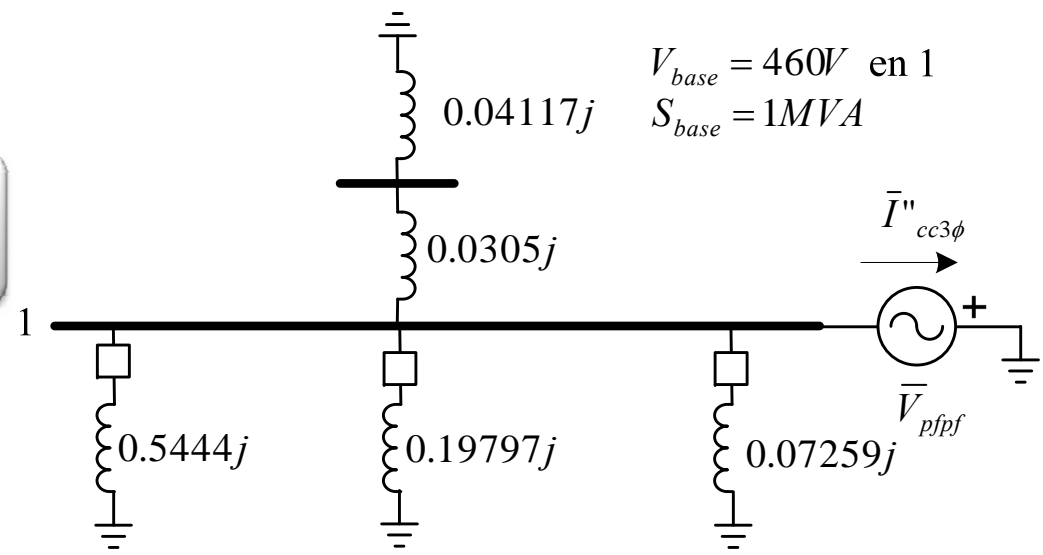
- La corriente de falla por el método de Thevenin resulta:

$$\bar{I}''_{cc3\phi} = \frac{\bar{V}_{pfpf}}{jX''_{th}} = \frac{1.04348 \angle 0^\circ \text{ p.u.}}{j0.02889}$$

$$\bar{I}''_{cc3\phi} = 36.12208 \angle -90^\circ \text{ p.u.}$$

En unidades reales:

$$|\bar{I}''_{cc3\phi}| = 45.337 \text{ kAmp}$$



Anexo 5.3

Calculo de Corriente de Cortocircuito: Comparación de Métodos

Prof. Francisco M. González-Longatt

fglongatt@ieee.org

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

Comparación de Métodos

Resultados por Métodos de Calculo de Corriente de Cortocircuito

| <i>Método</i> | $ I''_{3\phi} $ [p.u] | <i>Angulo</i> [°] | $ I''_{3\phi} $ [kA] |
|---------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| FEM | 35.744 p.u | -90°.99 | 44.863 kA |
| Thevenin | 36.122 p.u | -90°.00 | 45.337 kA |

Comparación de Métodos de Calculo de Corriente de Cortocircuito

| | |
|-----------------------------|-----------|
| $\Delta I''_{3\phi} $ [p.u] | 0.378 p.u |
| <i>Angulo</i> [°] | 0°.99 |
| $\Delta I''_{3\phi} $ [kA] | 0.474 kA |