



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA

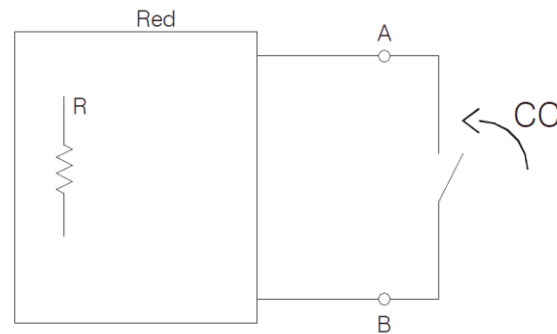


Instalaciones Eléctricas

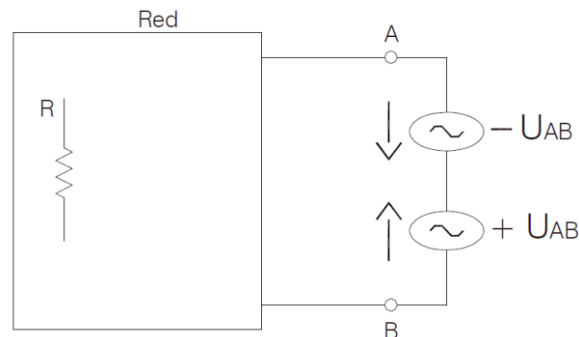
Teoría y Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito

Cálculo de la corriente de cortocircuito

A y B están en condiciones normales a diferente potencial y se produce un cortocircuito de impedancia nula entre esos puntos:



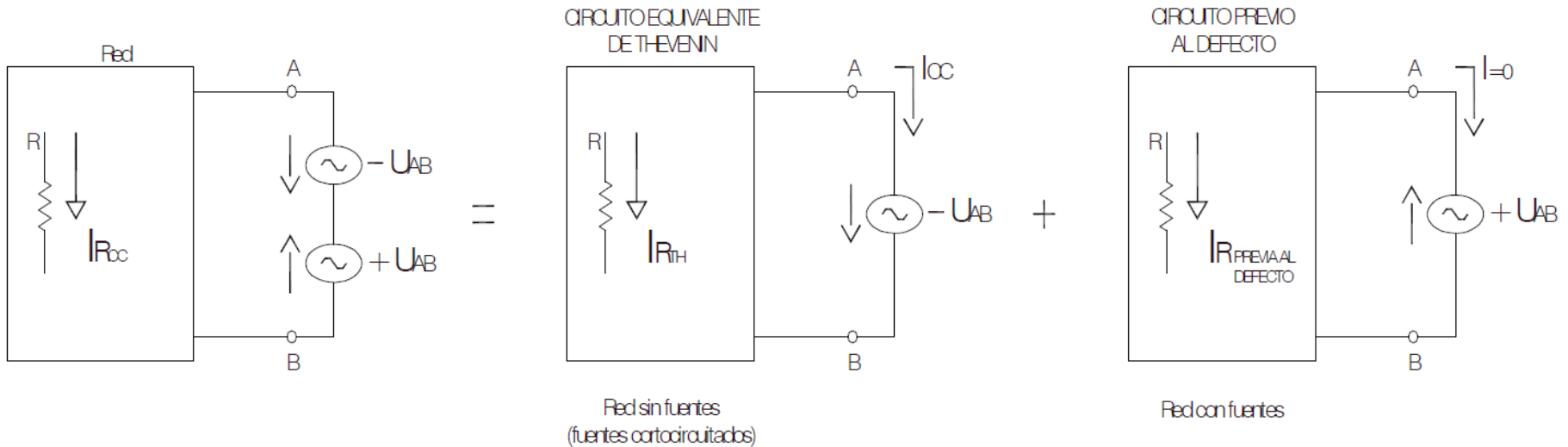
Esto puede modelarse así:



(U_{AB} tensión vista previo al CC)

Cálculo de la corriente de cortocircuito - Teoría

Por superposición:



La corriente debida al cortocircuito en la rama R de la Red, se calcula como:

$$\bar{I}_{R_{CC}} = \bar{I}_{R_{TH}} + \bar{I}_{R_{PREVIA}}$$

Dónde:

$\bar{I}_{R_{CC}}$: Corriente de cortocircuito en la rama R.

$\bar{I}_{R_{TH}}$: Corriente del circuito equivalente Thévenin en la rama R.

$\bar{I}_{R_{PREVIA}}$: Corriente previa al defecto en la rama R.

Cálculo de la corriente de cortocircuito - Teoría

Hipótesis simplificadoras:

- CC alejado de cualquier generador y alimentado en un solo punto por una red de suministro eléctrico.
- La red de BT considerada no es mallada, es radial.
- Fuente de tensión e impedancias de valores constantes.
- Se desprecian las capacidades a tierra de los cables.
- Se desprecian las admitancias en paralelo de los elementos pasivos (se pueden despreciar las corrientes que circularán por éstos).
- No se consideran resistencias de contacto ni impedancias de falta.

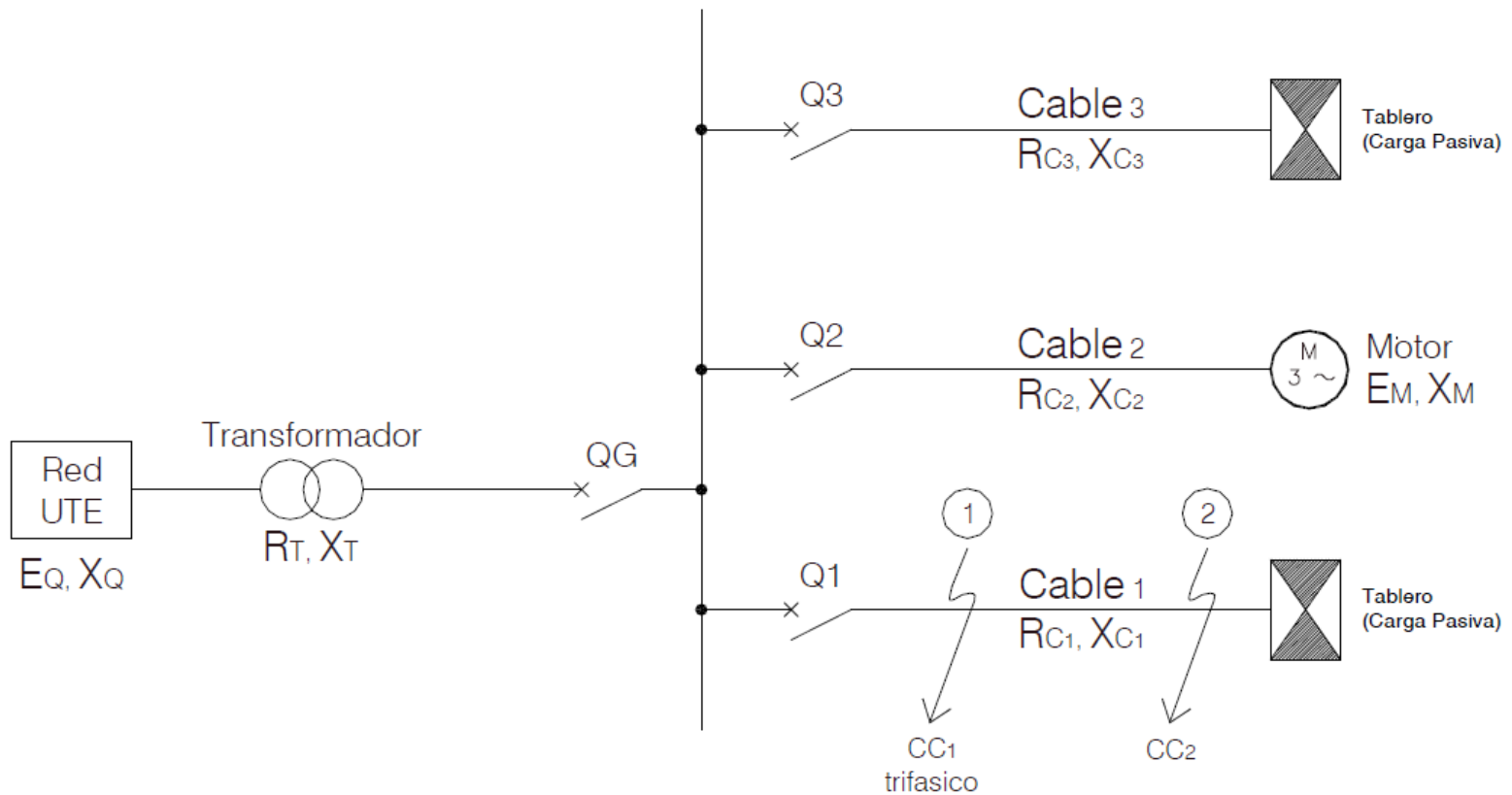
Cálculo de la corriente de cortocircuito - Teoría

Hipótesis simplificadoras:

- Se desprecian las corrientes previas al cortocircuito y se considera que la tensión vista previa al cortocircuito es la tensión nominal de la instalación.
- El cortocircuito es simultáneo en todos los polos, si es polifásico.
- No hay cambios en los circuitos implicados durante el defecto.
- Se supone que los taps de los transformadores se encuentran en la posición principal.

Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

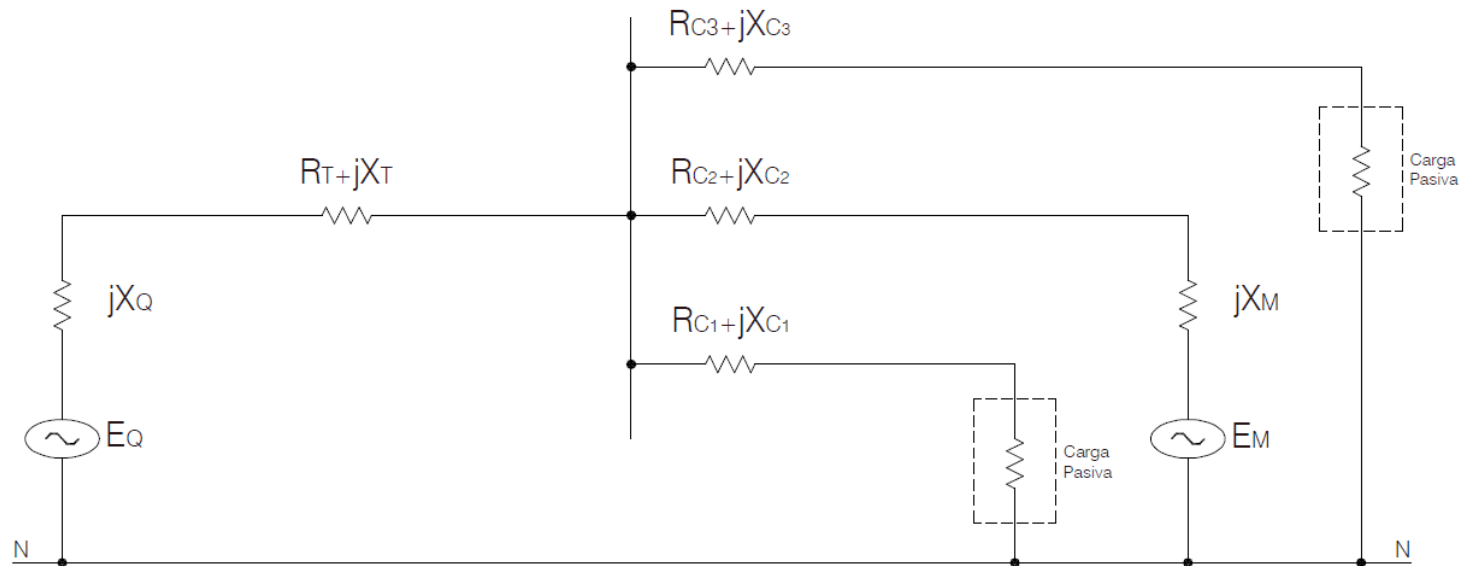
1) Se representa esquema unifilar de la instalación, por ejemplo:



Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

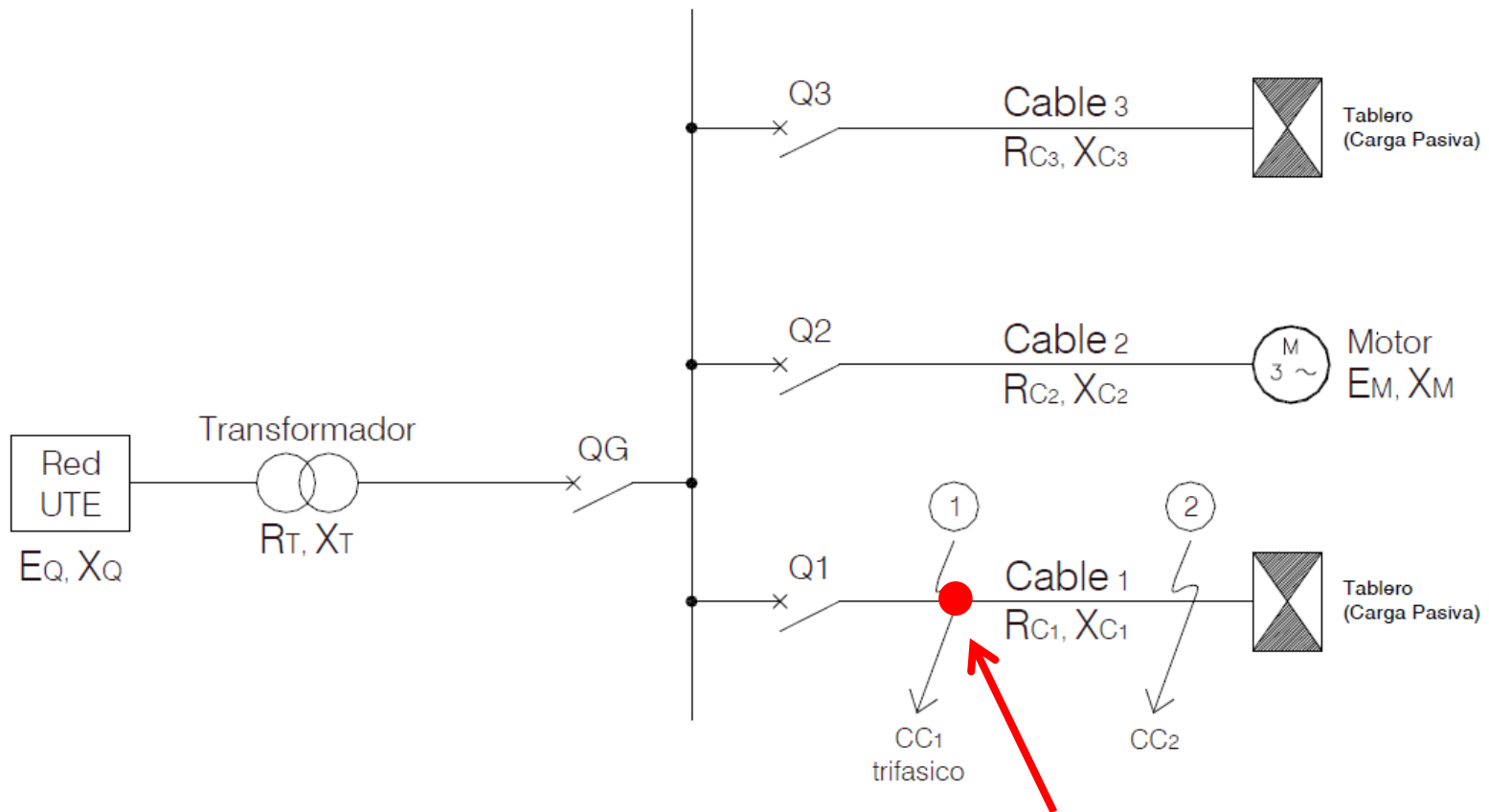
2) Se representa el circuito equivalente para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, reemplazando cada elemento por su modelo equivalente:

- Modelo fase-neutro, tensiones fase-neutro y corrientes de línea, considerando sistema equilibrado.
- Elementos activos: fuente de tensión ideal en serie con una impedancia y los elementos pasivos: impedancia serie.



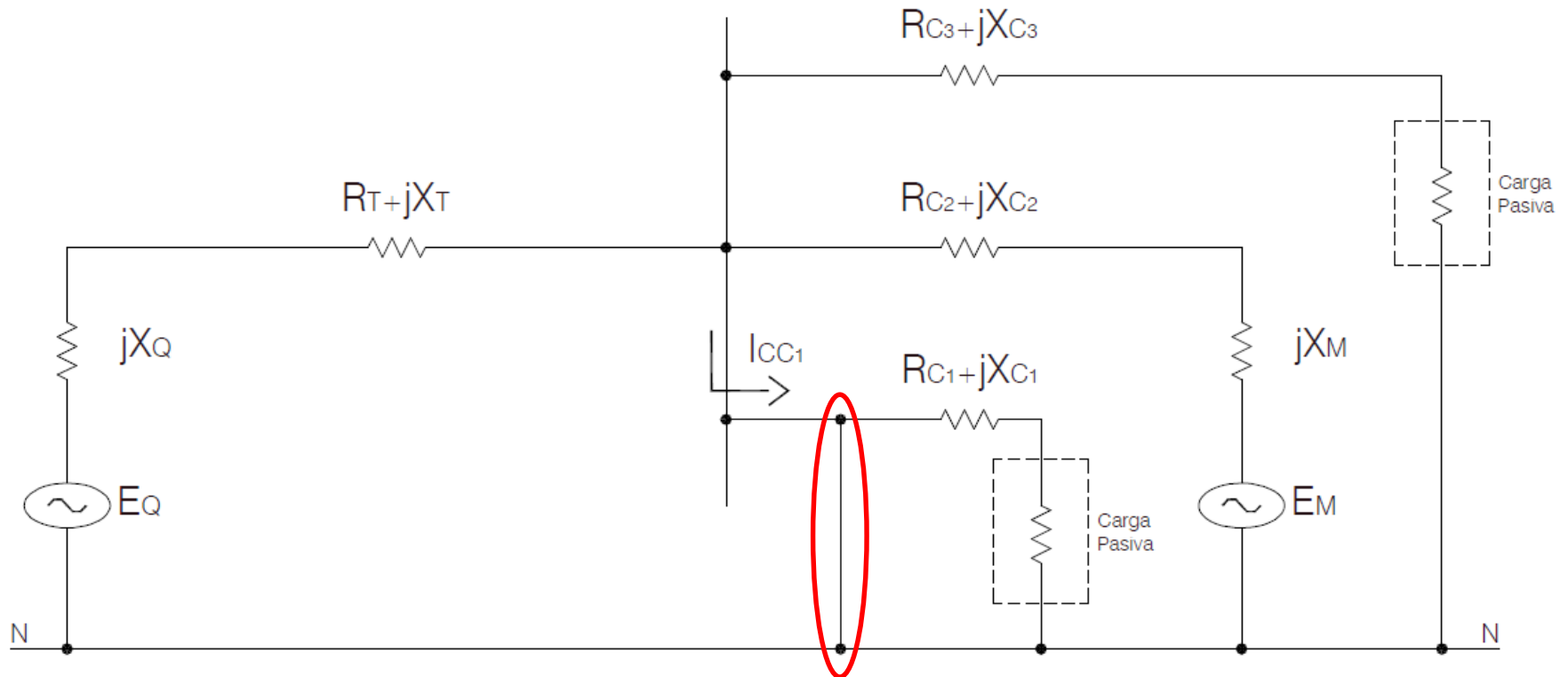
Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

3) Por ejemplo, CC trifásico en bornes de salida del interruptor Q1 (punto 1):



Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

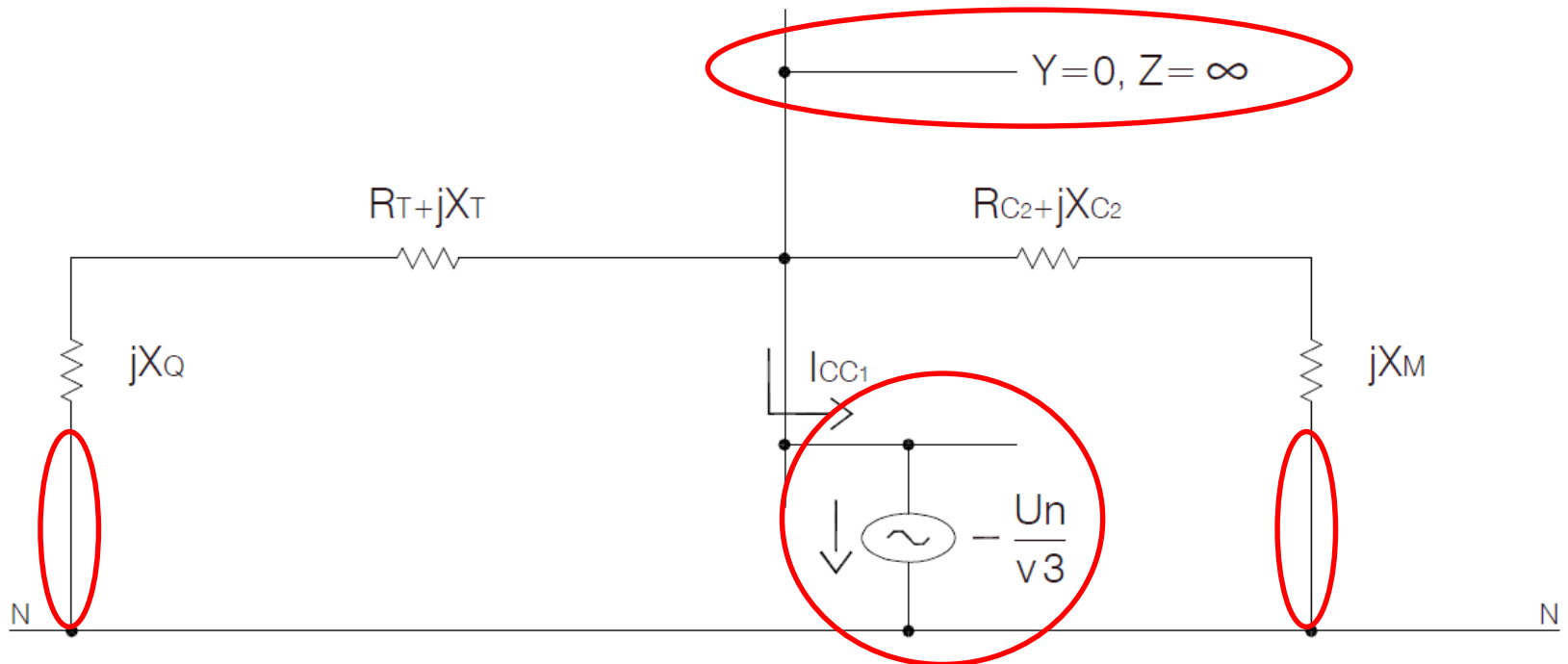
3) Este CC es representado en el circuito con una conexión ideal de impedancia nula entre fase y neutro en el punto 1:



Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

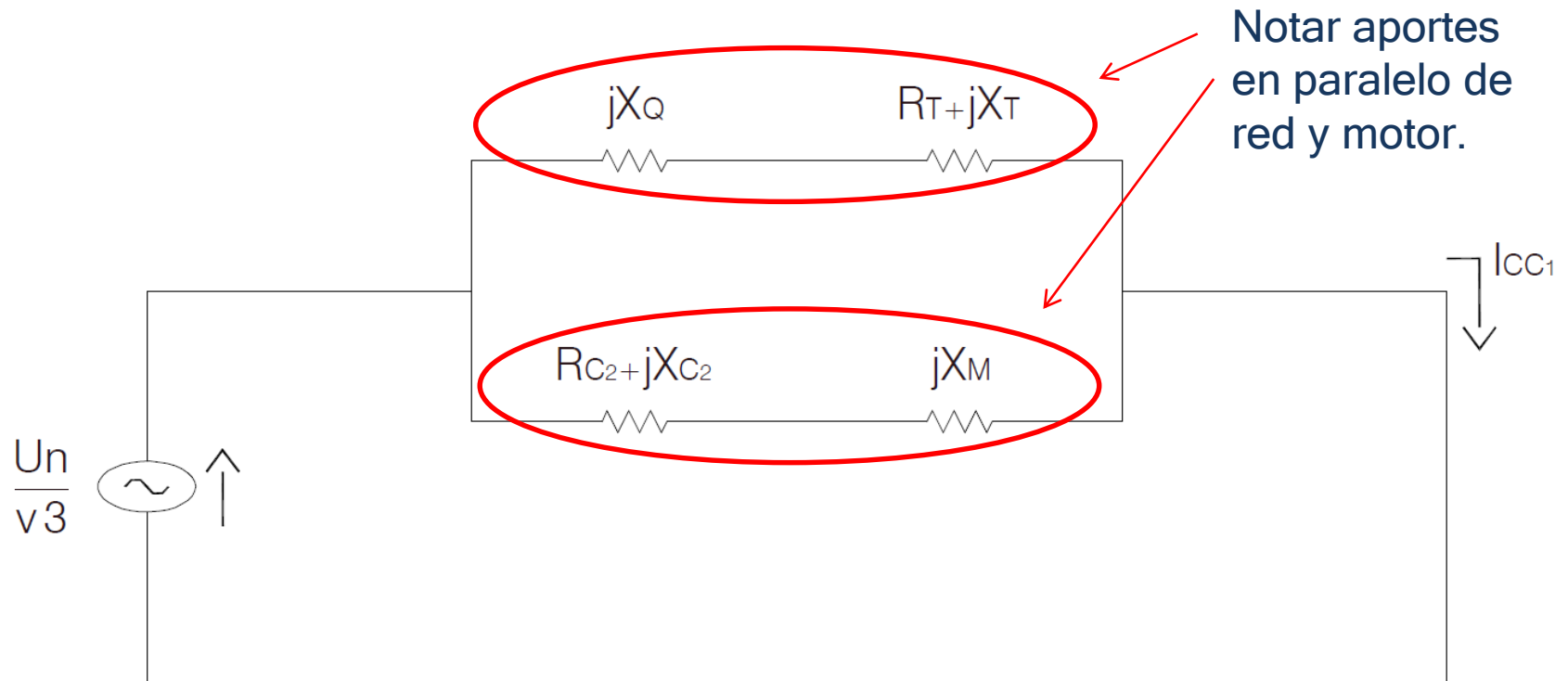
4) Se considera el modelo equivalente de Thévenin, recordando que:

- Se desprecian las corrientes previas al CC y se considera la tensión vista en el punto 1, previa al CC, igual a la tensión nominal de la instalación.
- Se desprecian las corrientes por las ramas en paralelo que alimentan cargas pasivas.



Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

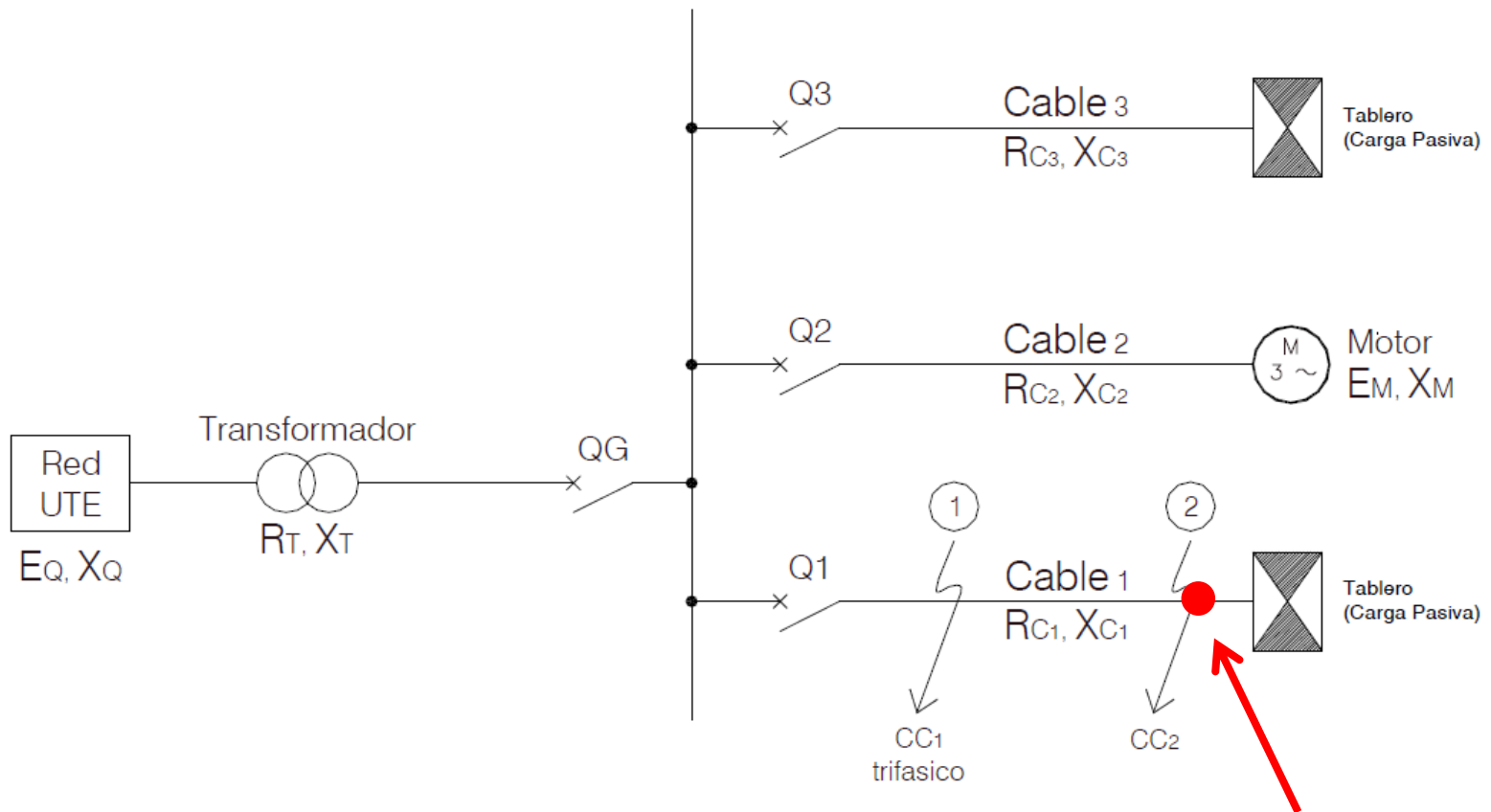
Simplificando el circuito:



$$I_{CC1} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot [R_T + j(X_Q + X_T)]} + \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot [R_{C2} + j(X_{C2} + X_M)]} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

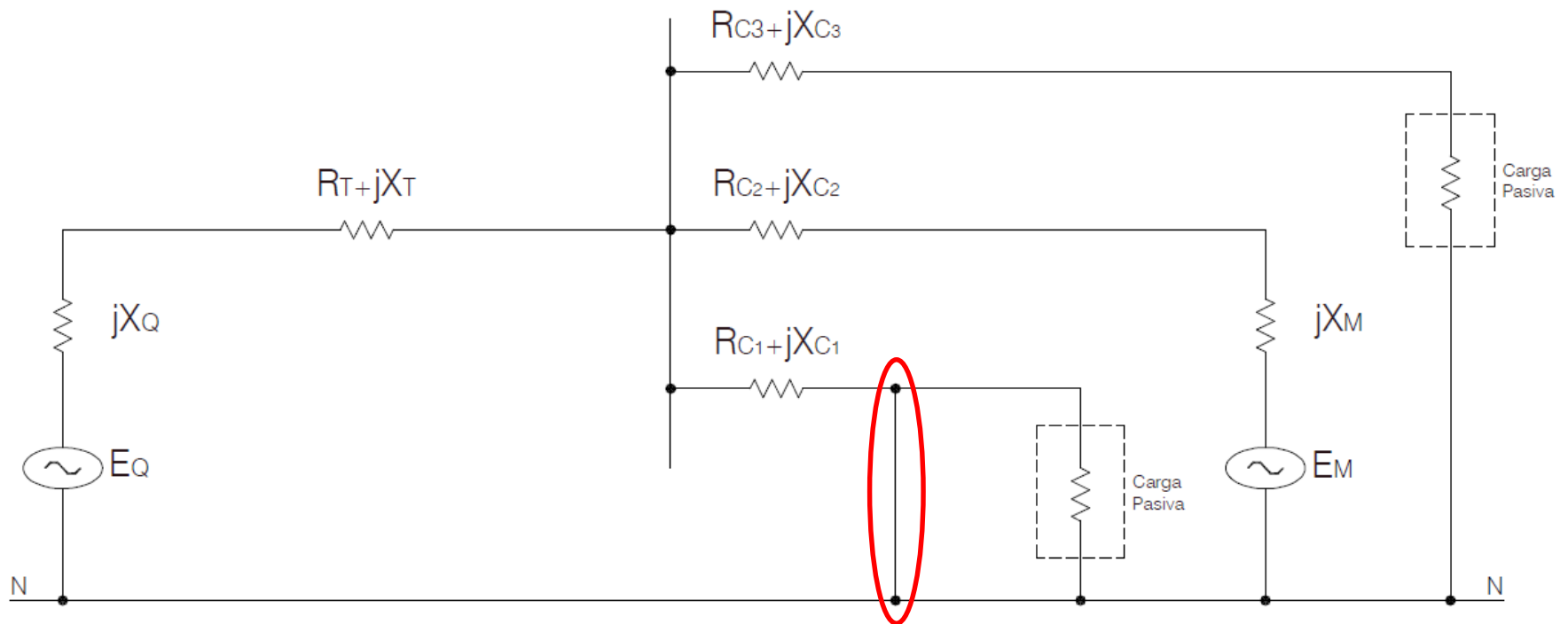
Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

5) Si el cortocircuito trifásico fuese al final del cable (punto 2):



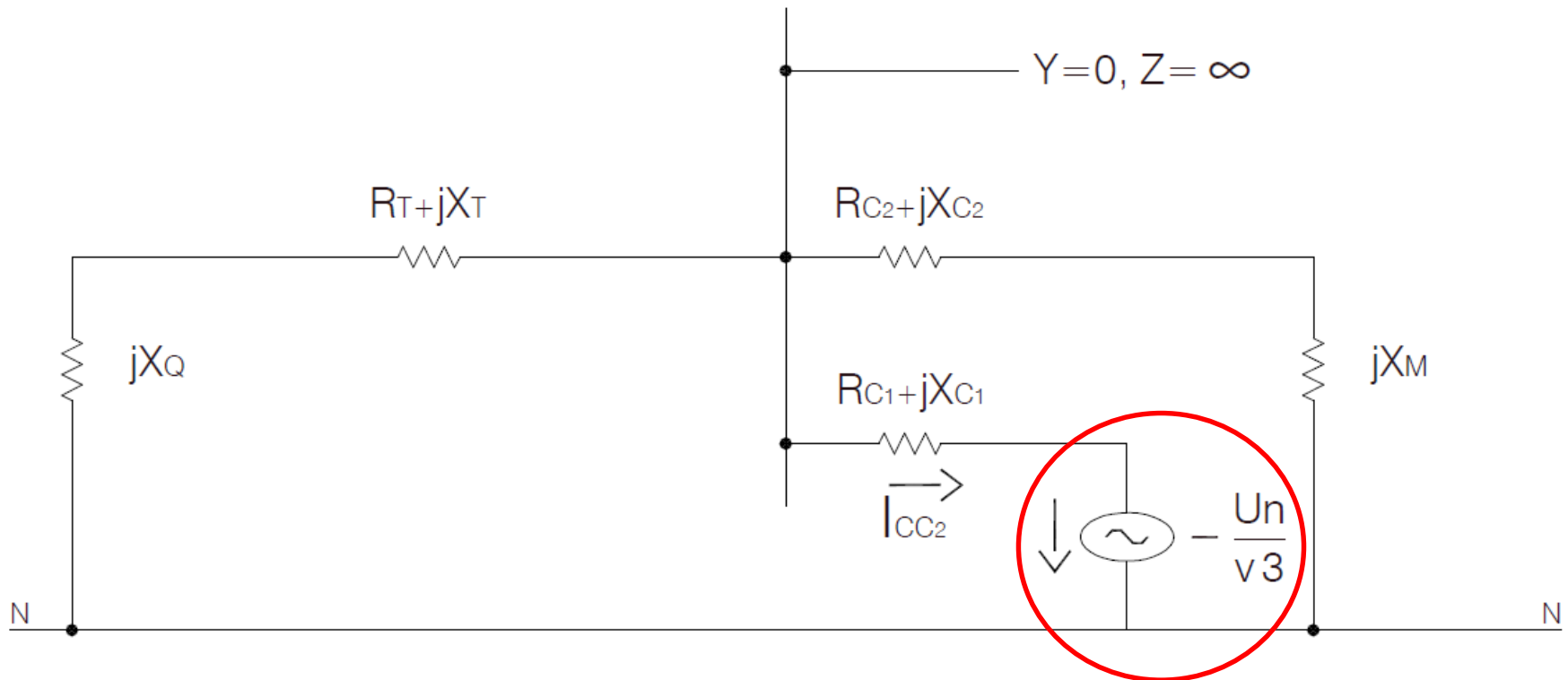
Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

El circuito equivalente con el CC resulta:



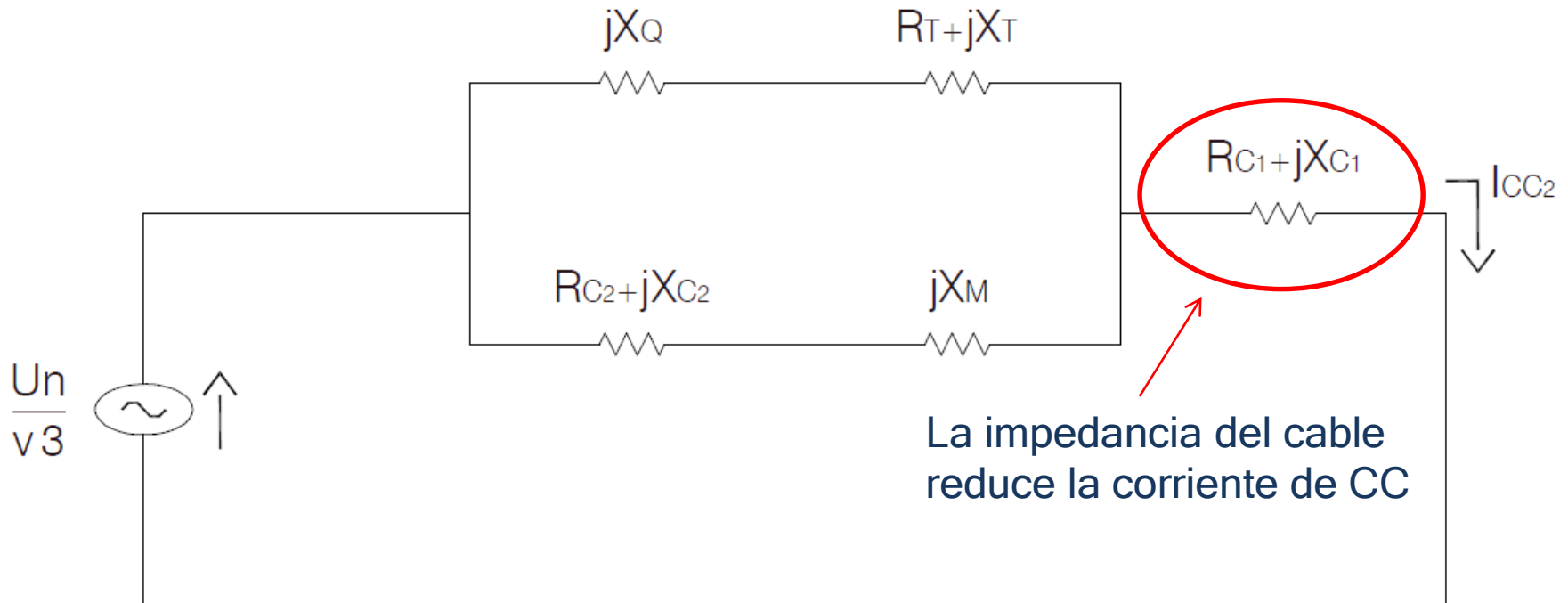
Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

Planteando nuevamente el equivalente Thévenin:



Cálculo de la corriente de cortocircuito - Procedimiento

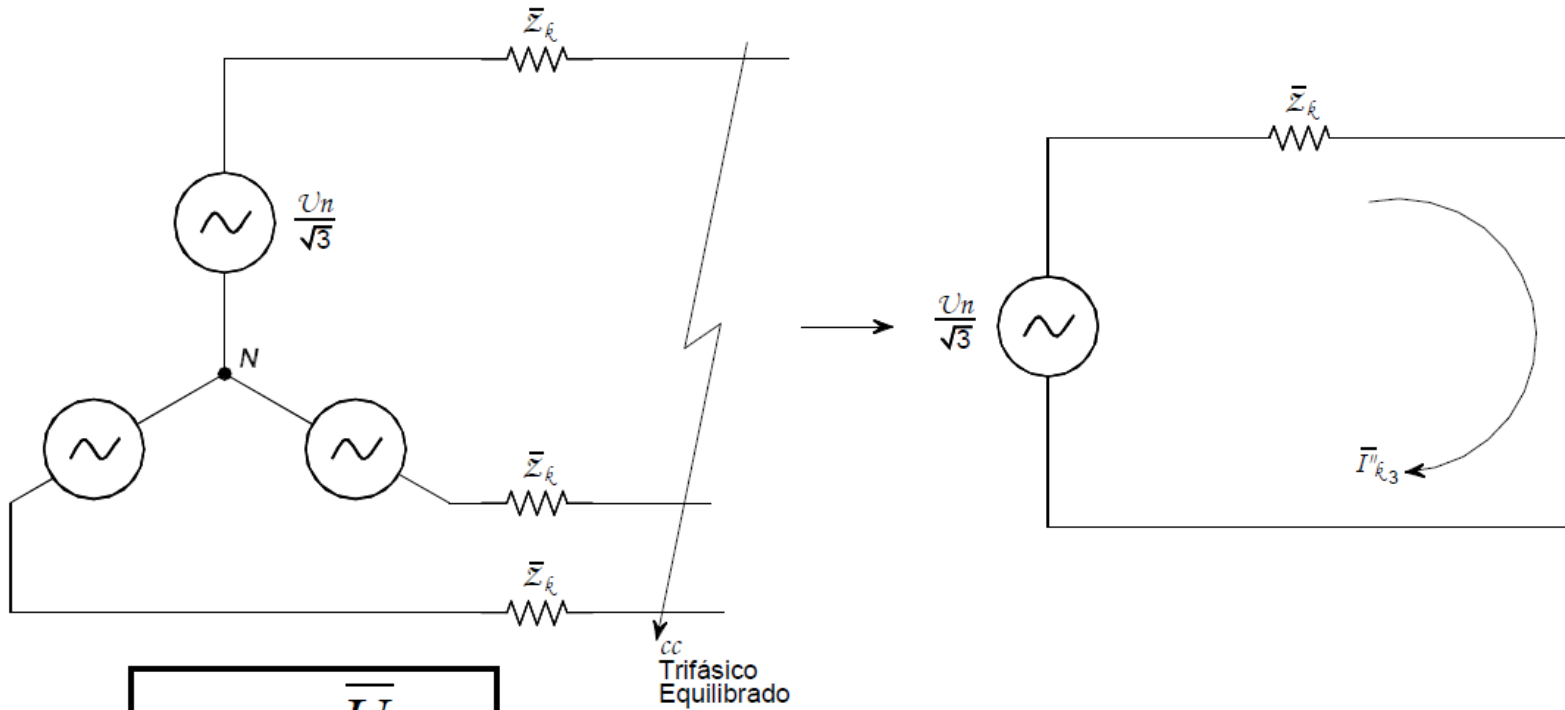
Simplificando el circuito:



$$I_{CC_2} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \left[\frac{(R_T + jX_T + jX_Q) * (R_{C_2} + jX_{C_2} + jX_M)}{(R_T + jX_T + jX_Q) + (R_{C_2} + jX_{C_2} + jX_M)} + R_{C_1} + jX_{C_1} \right]}$$

Ecuaciones para los diferentes tipos de cortocircuitos

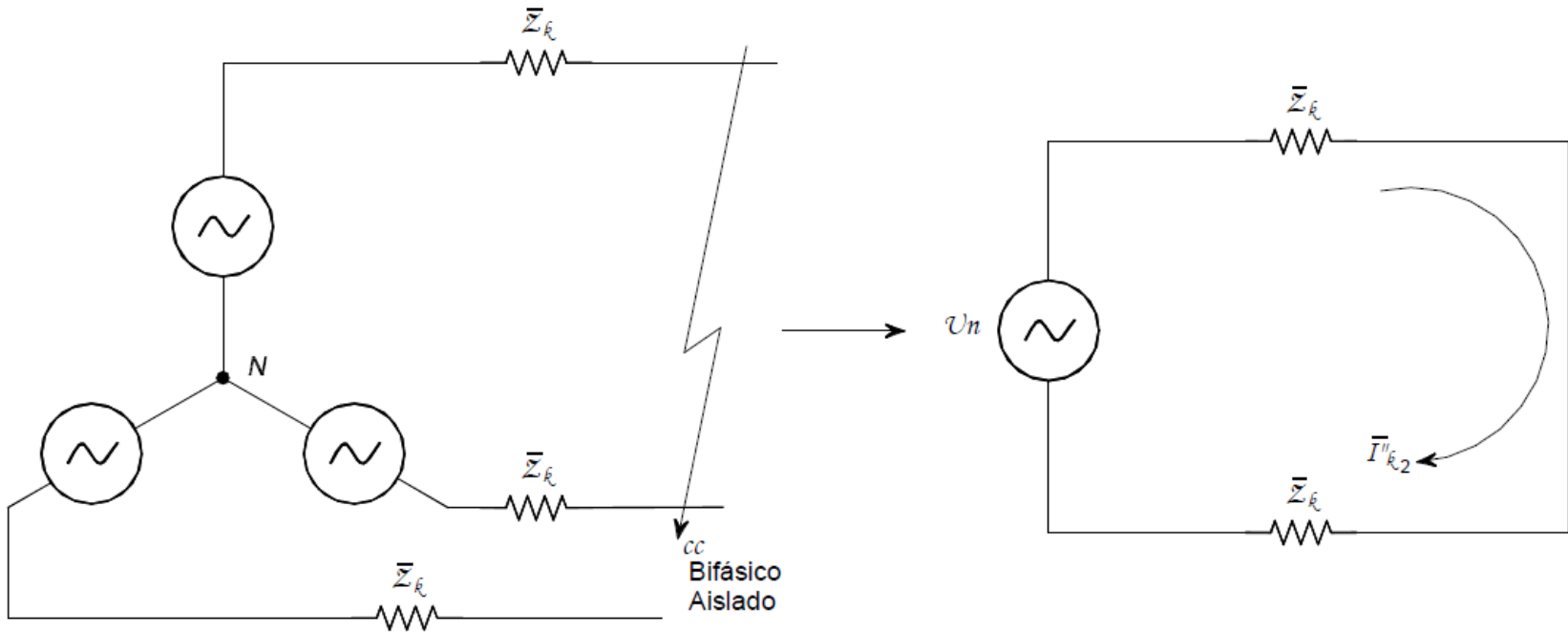
- Cortocircuito trifásico equilibrado:



$$\bar{I}''_{k_3} = \frac{\bar{U}_n}{\sqrt{3} \cdot \bar{Z}_k}$$

Ecuaciones para los diferentes tipos de cortocircuitos

- Cortocircuito entre dos fases (bifásico aislado de tierra):

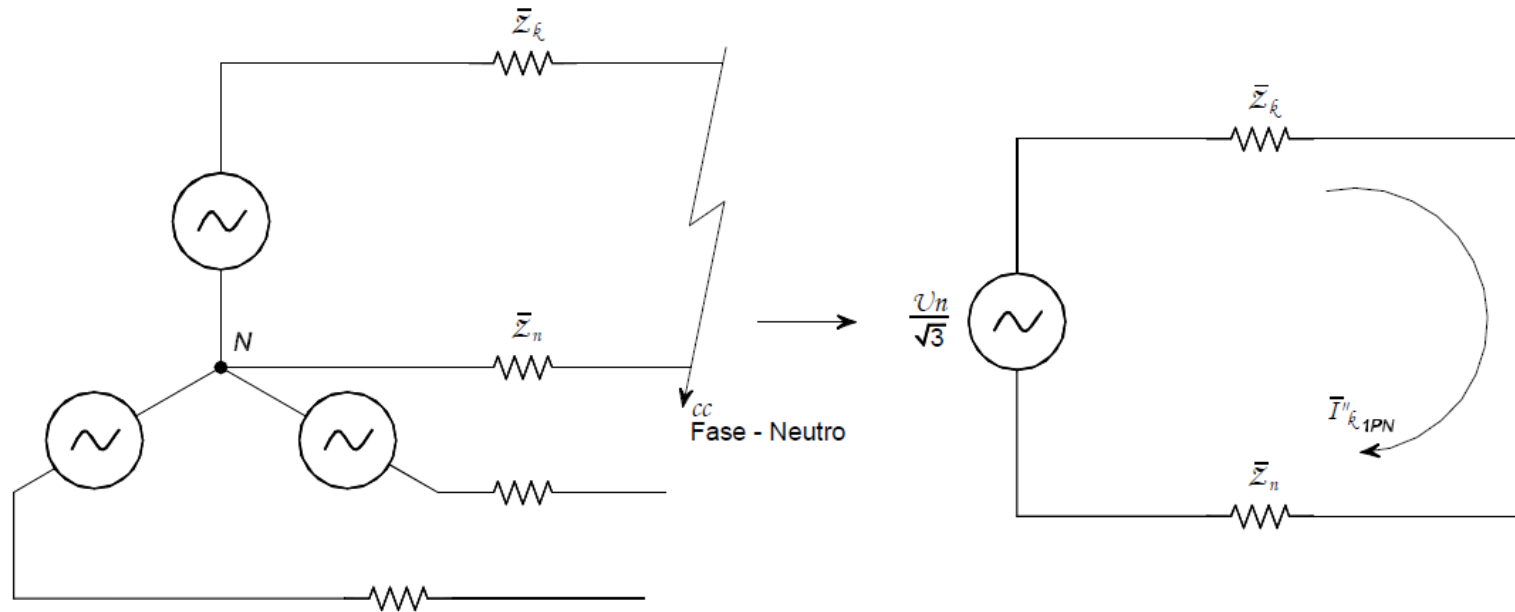


$$\bar{I}''_{k_2} = \frac{\bar{U}_n}{2 \cdot \bar{Z}_k} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \bar{I}''_{k_3}$$

86,6% de la corriente de CC trifásico

Ecuaciones para los diferentes tipos de cortocircuitos

- Cortocircuito monofásico entre una fase y neutro:

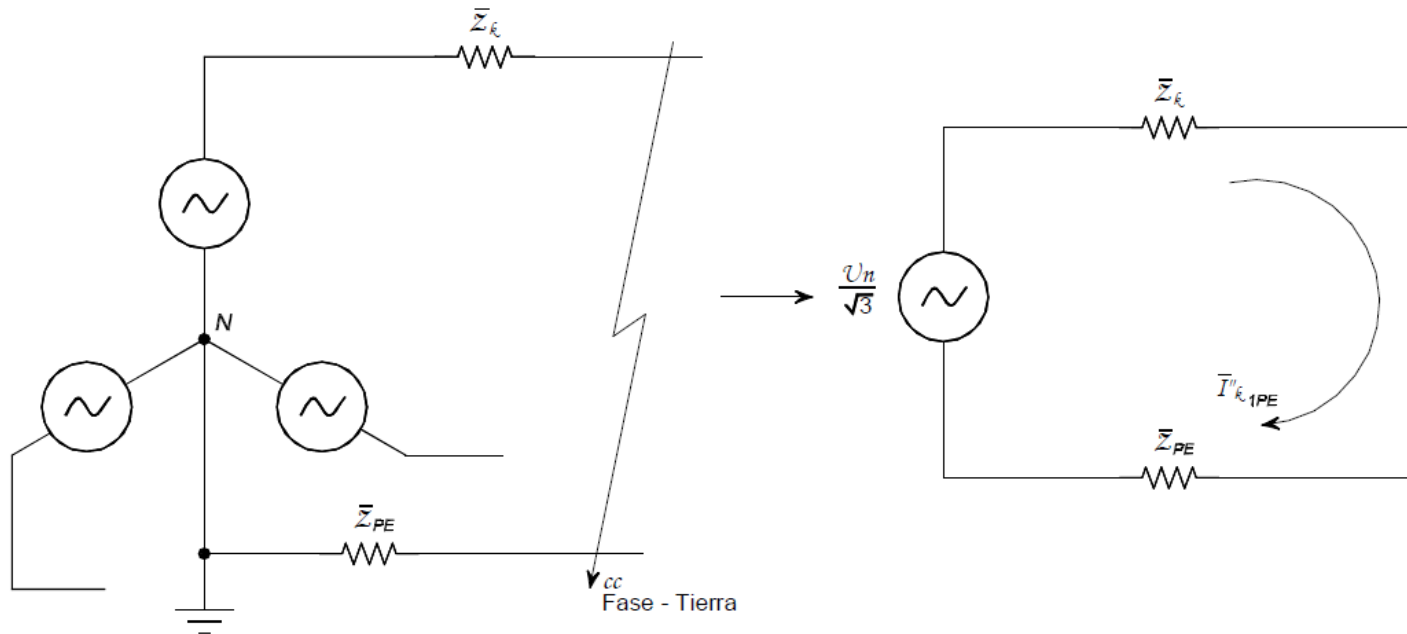


$$\bar{I}''_{k1N} = \frac{\bar{U}_n}{\sqrt{3}(\bar{Z}_k + \bar{Z}_n)}$$

Menor corriente que en CC 3F
(debido a \bar{Z}_n)

Ecuaciones para los diferentes tipos de cortocircuitos

- Cortocircuito monofásico entre una fase y neutro:



$$\bar{I}''_{k1PE} = \frac{\bar{U}_n}{\sqrt{3}(\bar{Z}_k + \bar{Z}_{PE})}$$

La impedancia de retorno por tierra depende del sistema de aterramiento utilizado.

Ecuaciones para los diferentes tipos de cortocircuitos

Conclusiones:

- De acuerdo con las ecuaciones anteriores:
 - El CC 3F es el máximo.
 - El CC mínimo será el fase-neutro (circuitos con neutro) o el bifásico (circuitos sin neutro).
- La corriente de CC máxima se utiliza para seleccionar los Poderes de Corte y Cierre de los interruptores y verificar el esfuerzo térmico y dinámico en barras, cables, etc. La corriente de CC mínima se utiliza para verificar la apertura de las protecciones en el extremo de los circuitos protegidos.
- La corriente de CC entre fase y tierra depende del sistema de distribución y se utiliza para elegir la protección adecuada de las personas contra los contactos eléctricos y diseñar los conductores de protección del sistema de PAT.