



### AUXILIAR 1: Repaso Cálculo de Cortocircuitos

- Para el cálculo de corto circuitos, un SEP es representado por un conjunto de mallas de secuencia. (+), (-), (0).
- Un SEP opera en condiciones de estado estable antes de la falla. Las mallas de secuencia se conectan de acuerdo al tipo de falla.
- La corriente de pre-falla se desprecia.
- Para modelar los transformadores y líneas sólo se considera la reactancia de la rama serie.
- La frecuencia de ocurrencia de los distintos tipos de falla de cortocircuito es:
  - Fallas trifásicas: 5%
  - Falla bifásica a tierra: 10%
  - Falla bifásica: 15%
  - Falla a tierra: 70%



- Fórmulas generales:

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_a^0 \\ V_a^1 \\ V_a^2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_a^0 \\ V_a^1 \\ V_a^2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

- Se puede demostrar que para una carga trifásica balanceada, de impedancia  $Z_s$  por fase, conectada en estrella con el neutro conectado a tierra mediante  $Z_n$ :

$$\begin{bmatrix} V_a^0 \\ V_a^1 \\ V_a^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_s + 3 \cdot Z_n & 0 & 0 \\ 0 & Z_s & 0 \\ 0 & 0 & Z_s \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_a^0 \\ I_a^1 \\ I_a^2 \end{bmatrix}$$

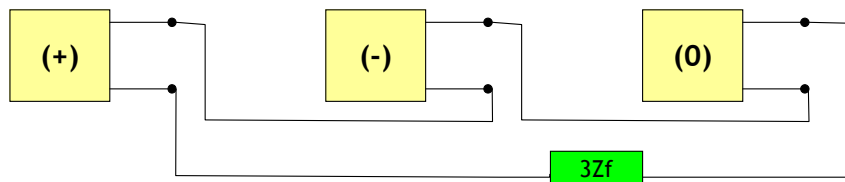


▪ Cortocircuito monofásico a tierra con impedancia  $Z_f$ :

- Supuestos:  $V_a = Z_f \cdot I_a$

$$I_b = I_c = 0$$

- Mallas:



- Resultado:

$$I_a^0 = I_a^1 = I_a^2 = \frac{1}{3} \cdot I_a$$

$$I_a^0 = \frac{E_a}{Z^1 + Z^2 + Z^0 + 3Z_f}$$



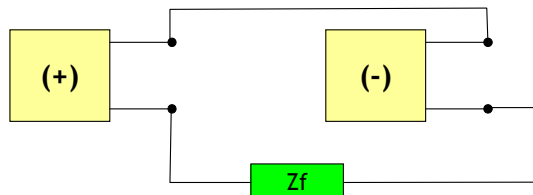
▪ Cortocircuito Bifásico:

- Supuestos:  $V_b - V_c = Z_f \cdot I_b$

$$I_b = -I_c$$

$$I_a = 0$$

- Mallas:



- Resultado:

$$I_a^1 = -I_a^2$$

$$I_a^1 = \frac{E_a}{Z^1 + Z^2 + Z_f}$$



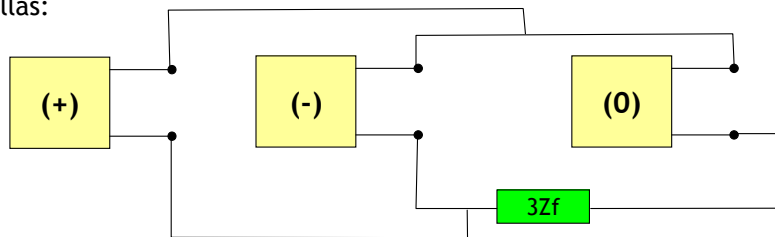
▪ Cortocircuito Bifásico a tierra con impedancia  $Z_f$ :

- Supuestos:  $V_b = V_c = Z_f \cdot (I_b + I_c)$

$$I_a = I_a^0 + I_a^1 + I_a^2 = 0$$

$$I_f = I_b + I_c$$

- Mallas:



- Resultado:

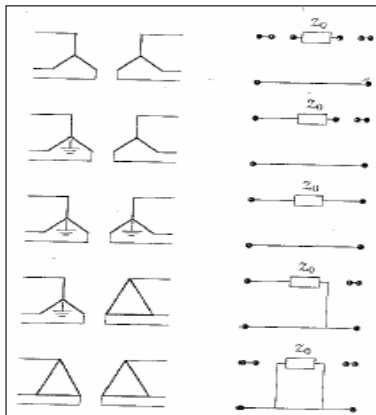
$$I_f = 3 \cdot I_a^0$$

$$I_a^0 = - \frac{E_a - Z^1 \cdot I_a^1}{Z^0 + 3 \cdot Z_f}$$



▪ **Mallas de Secuencia Cero**

- Transformador:



- Líneas:  $Z^1 = Z^2$   
 $Z^1 < Z^0$

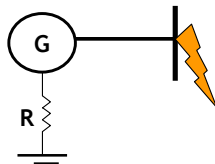
- Generador:

$Z^1 = X'_d$  (Trans.)  
 $Z^2 \approx X''_d$  (SubTrans.)  
 $Z^0 \approx X_l$  (React. fuga)  
 $Z^0 \neq Z^1 \neq Z^2$



▪ Ejemplo 1:

En un generador de potencia nominal 100 MVA y 13.8 kV, se desea limitar la corriente de un cortocircuito monofásico a tierra en bornes de generador al valor de un cortocircuito trifásico mediante una resistencia conectada entre el neutro del generador y tierra. Determine el valor de la resistencia, la potencia disipada a los 10 seg. por la resistencia y el nivel de aislación.



Datos:  $X^1 = 35\%$   
 $X^2 = 25\%$   
 $X^0 = 10\%$

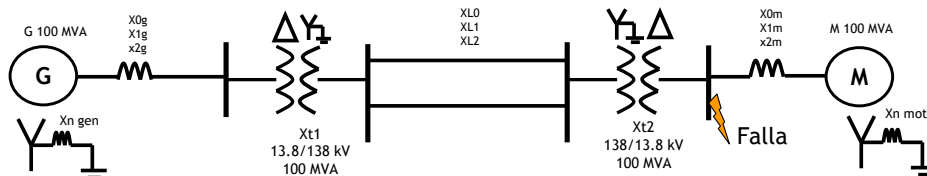
Resp:

- $R = 0.4968 \text{ Ohm}$
- $P = 20 \text{ KWh (aprox.)}$
- $\Delta V = 5938.13 \text{ V}$



▪ Ejemplo 2:

Considere el siguiente SEP (datos en base 100 MVA y voltajes nominales en trafos):



Datos:

- $X_{n\_gen}=0$  pu (G)
- $X_{n\_mot}=0.05$  pu (M)
- $X_{t1}=X_{t2}=0.1$  bp  $X_{ot}=0.1$  bp
- $X_{1g}=0.15$ ,  $X_{2g}=0.17$  bp  
 $X_{og}=0.05$  bp
- $X_{1m}=0.2$ ,  $X_{2m}=0.21$  bp  
 $X_{om}=0.1$  bp
- $X_{L1}=X_{L2}=20$  Ohm  $X_{lo}=60$  Ohm

Determinar (voltaje de prefalla  $1.05 < 0$ ):

a)  $I_{cc} 1\phi$  (en kA) en barra de falla.  
( $R=24.65 \angle -90^\circ$  kA)

b) Voltaje de secuencia en barra de falla. ( $R=[-0.49; 0.78; -0.29]$  pu)

c) Voltaje (física en pu) en barra de falla.

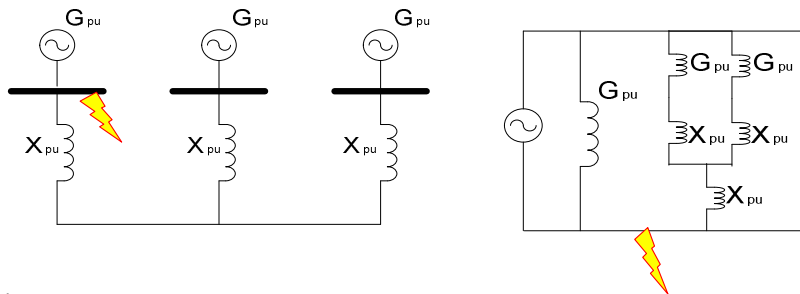
d) Corriente (física en pu) del generador.





▪ Reactor limitador de corriente

La corriente trifásica de falla es reducida por un reactor limitador de corriente. Los generadores son idénticos con reactancia transitoria  $G$  (pu). Los reactores tienen reactancia  $X$  (pu). Determine la falla en MVA para una falla 3F en bornes de generador. La base del sistema es  $C$  MVA.



Resp:

$$- \text{MVA}_{sc\ 3\phi} = \frac{3C \cdot (G + X)}{G \cdot (G + 3X)}$$