

Análise da Corrente de Seqüência Zero

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_{a_1} \\ \dot{I}_{a_2} \\ \dot{I}_{a_0} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{I}_a \\ \dot{I}_b \\ \dot{I}_c \end{bmatrix}$$

$$\dot{I}_{a_0} = \frac{1}{3}(\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c)$$

$$\dot{I}_n = (\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c)$$

a) **Sistema Estrela Aterrado:**

$$\dot{I}_{a0} = \frac{\dot{I}_n}{3}$$

$$\dot{I}_n = 3 \cdot \dot{I}_{a0}$$

Conclusão: Só pode existir corrente de Sequência Zero em um sistema com neutro aterrado.

A corrente no neutro é igual a $3 \cdot \dot{I}_{a0}$.

b) Sistema Estrela:

$$(\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c) = 0$$
$$\dot{I}_{ao} = \frac{0}{3} = 0$$

Como o sistema não está aterrado não há possibilidade de se ter corrente de sequência zero.

c) Sistema Triângulo:

$$(\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c) = 0$$
$$\dot{I}_{ao} = \frac{0}{3} = 0$$

Como o sistema não está aterrado não há possibilidade de se ter corrente de sequência zero.

Análise de Tensão de Seqüência Zero

a) Sistema Triângulo: $\dot{V}_{ao} = \frac{1}{3}(\dot{V}_{ab} + \dot{V}_{bc} + \dot{V}_{ca}) = 0$

$$\dot{V}_{ao} = \frac{0}{3} = 0$$

Como o sistema não está aterrado não há possibilidade de se ter tensão de seqüência zero.

b) Sistema Estrela:

$$\dot{V}_n = \frac{1}{3}(\dot{V}_{an} + \dot{V}_{bn} + \dot{V}_{cn})$$

$(\dot{V}_{an} + \dot{V}_{bn} + \dot{V}_{cn})$ não é necessariamente nula.

Há possibilidade de se ter tensão de seqüência zero.

Impedâncias de Seqüência

- Um sistema equilibrado que opera normalmente alimentando cargas equilibradas só contém componentes de seqüência positiva.
- Assim, as impedâncias de seq. Positiva dos diversos elementos de circuito são as mesmas já deduzidas no capítulo sobre representação de potência.
- Como representar as impedâncias de seq. Negativa, e Zero dos geradores, linhas e transformadores???

Gerador Síncrono

- **Seqüência Positiva:** (elemento ativo)

As tensões e correntes de seq. + produzem fluxos magnéticos que giram na mesma direção e com a mesma velocidade do rotor.

Internamente a máquina só gera tensões de seq. +.

- **Seqüência Negativa:** (elemento passivo)

O campo magnético do rotor do gerador só pode gerar tensões equilibradas na seq. +.

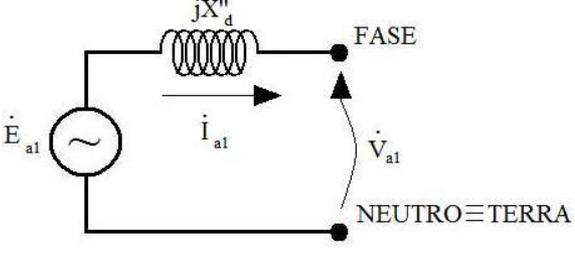
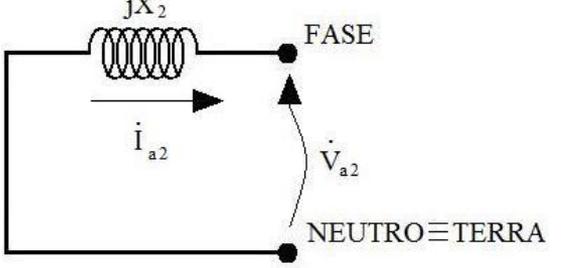
Assim, o circuito da máquina para seq. - e 0 terão tensões atrás da reatância igual a zero.

- **Seqüência Zero:** (elemento passivo)

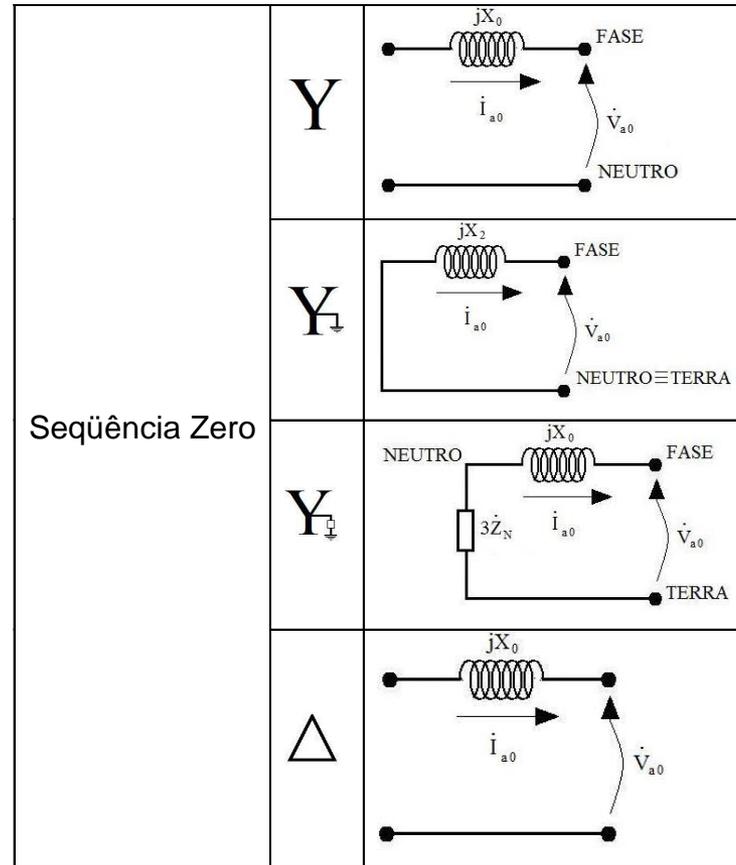
$$x_0 = 0,1 \text{ a } 0,7x_d''$$

Para que haja fluxo de correntes de seq. zero é necessário que o neutro do gerador esteja aterrado.

Modelo de Gerador Síncrono para seqüências positiva e negativa

<p>Seqüência Positiva</p>	<p>Y Y_⊥</p>	
<p>Seqüência Negativa</p>	<p>Y_⊥ Δ</p>	

Modelo de Gerador Síncrono para seqüência zero



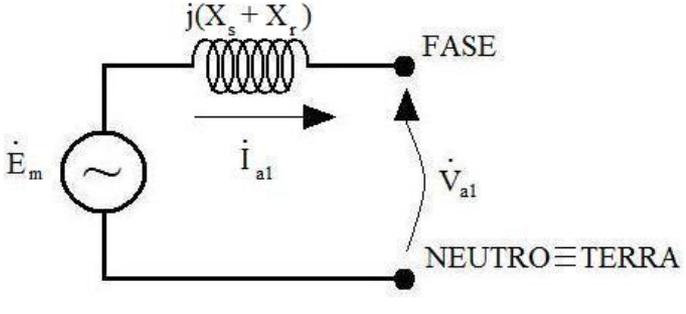
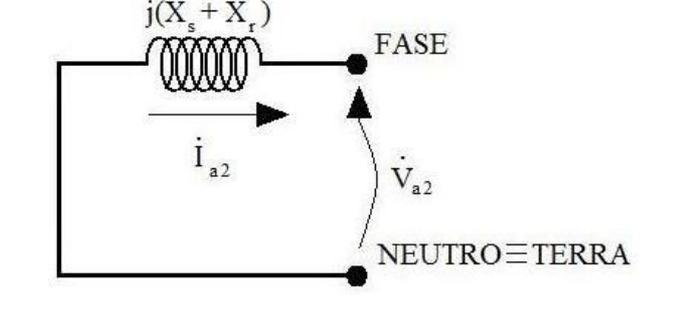
Motor Síncrono

- Ocorrendo um cc na rede que supre o MS, devido à alta inércia de sua rotação, o rotor continua rodando, induzindo tensões nas bobinas da armadura que, por sua vez passam a suprir o defeito com uma corrente de CC proveniente do motor.
- A velocidade deste “gerador” vai diminuindo até parar.
- A proteção é muito rápida, assim, considera-se a corrente inicial de CC proveniente do motor síncrono.

Motor de Indução

- Quando curto-circuitado, o motor de indução de grande porte se comporta como gerador elétrico e contribui com corrente elétrica de curto-circuito até 2 ciclos.
- Se os dispositivos atuam com tempo maior que 2 ciclos o motor de indução pode ser desconsiderado.
- Exemplo: Um motor de indução trifásico está funcionando a plena carga. O valor de $(x_s+x_r)=0,16$ pu. Qual o valor da corrente de curto-circuito que o motor contribui para um defeito trifásico nos seus terminais.

MODELO DE MOTOR DE INDUÇÃO PARA AS TRÊS SEQÜÊNCIAS

Seqüência Positiva	
Seqüência Negativa	
Seqüência Zero	-

Linha de Transmissão

- Para efeito de cálculo de CC a linha é sempre representada pelo modelo de linha curta:

- $$\dot{Z} = r + jx$$

- Desde que o equipamento estático não tem condições de distinguir seqüências nas tensões aplicadas, eles apresentam a mesma impedância para as correntes das seqüências negativa e positiva.

Impedância de Seqüência Zero da Linha de Transmissão

- A impedância de seqüência zero é diferente pois deve incluir o circuito de retorno das correntes $3 I_0$ (terra, cabos terra, fio neutro ou combinação delas)
- Deve levar em consideração as impedâncias próprias do circuito trifásico e do fio terra e, a impedância mútua entre o circuito trifásico mais retorno pela terra (considerado como um todo) e o fio terra.
- O fluxo magnético criado pela corrente I_0 , induz
 - (i) no cabo de cobertura uma corrente de reação (retorno)
 - (ii) no solo corrente de reação (resistividade do solo)

$$3 \cdot I_0 = I_{\text{cabo cobertura}} + I_{\text{terra sob linha}} + I_{\text{terra liberada}}$$

Medição de Z_o

$$Z_o = \frac{E}{I_o}$$

$$Z_o = 2 \quad a \quad 6 \quad Z_{LT}$$

MODELO DE LINHA DE TRANSMISSÃO PARA AS TRÊS SEQÜÊNCIAS

