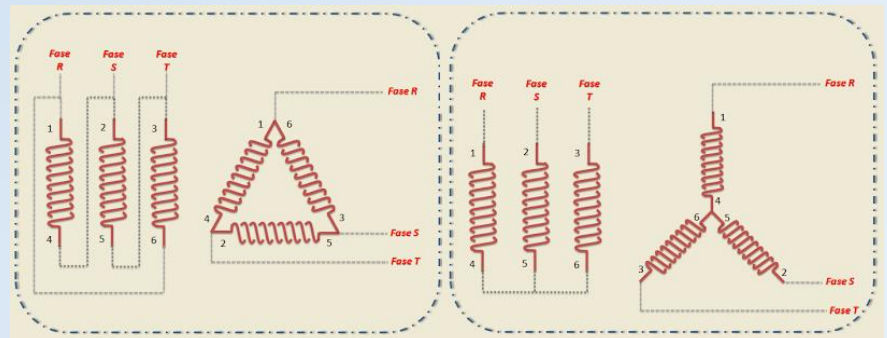
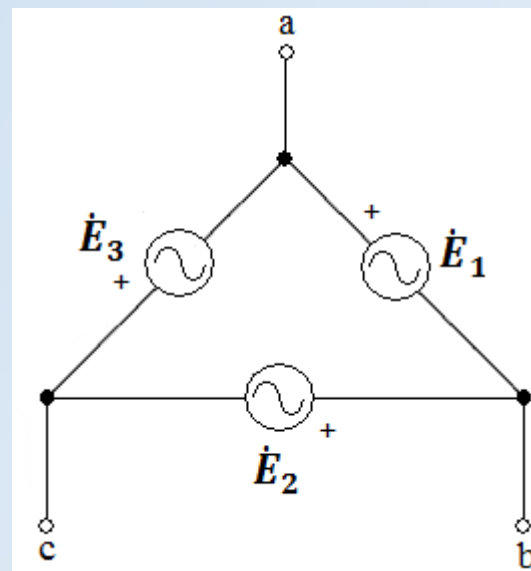
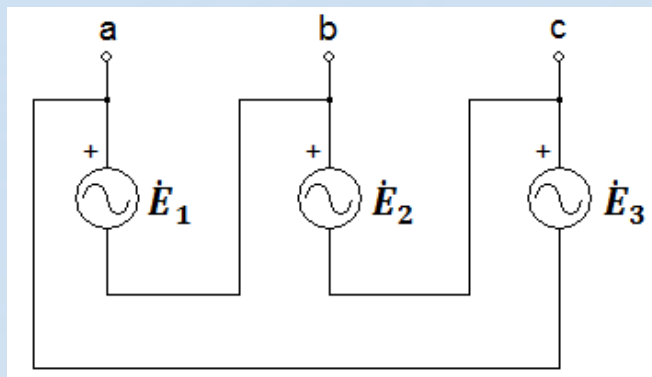


❑ Sistemas Trifásicos

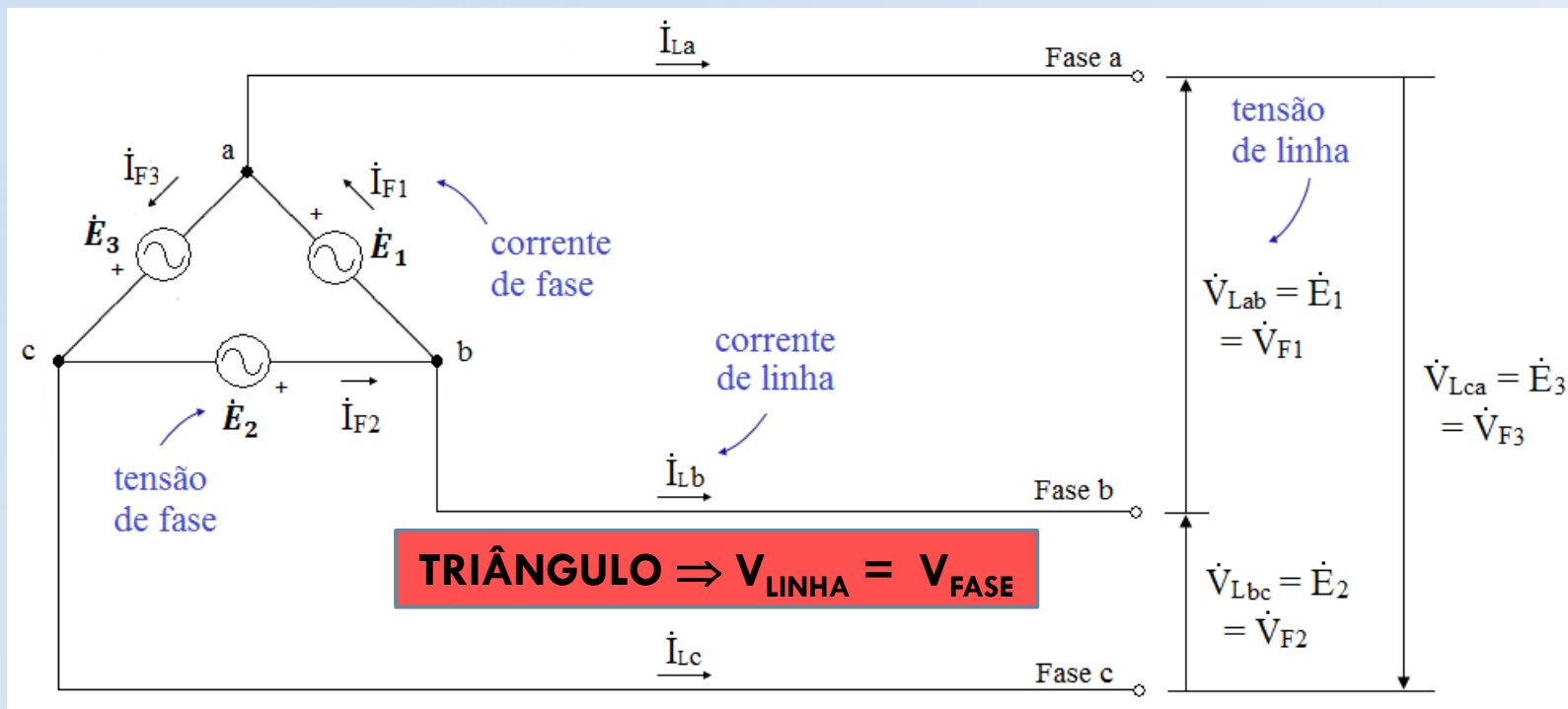
- ❑ Ligação Triângulo ou Delta
- ❑ Cargas equilibradas em Estrela e Triângulo
- ❑ Ligações (Y - Δ) e (Δ - Δ)



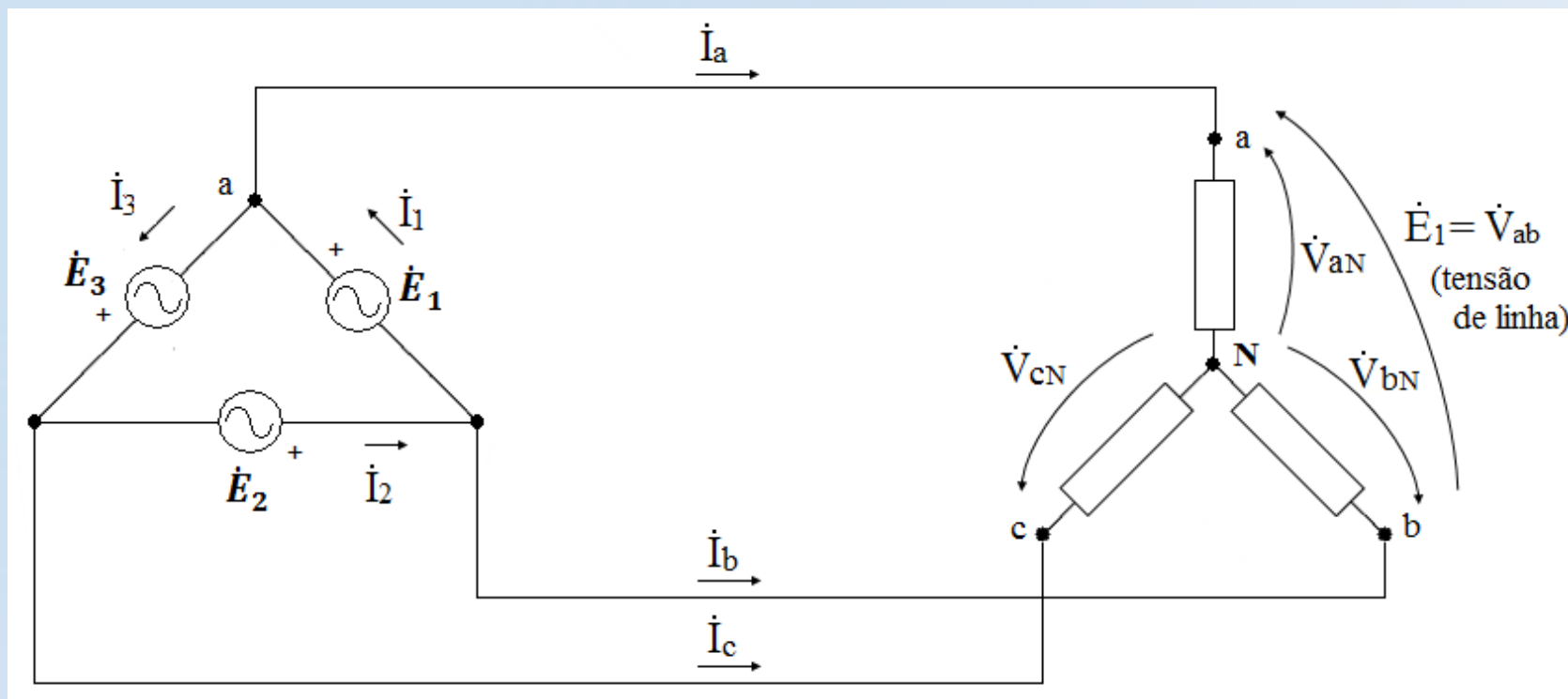
- ❑ **Ligação Triângulo ou Delta (∇ ou Δ)**
 - ❑ **As três fases do gerador trifásico equilibrado ligadas em série**



- ❑ Na ausência de ligação externa ($I_{LINHA}=0$):
 - ❑ Não haverá circulação de corrente pela malha constituída pelos três geradores
 - ❑ A soma das tensões trifásicas é nula $\rightarrow (\dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \dot{E}_3 = 0)$

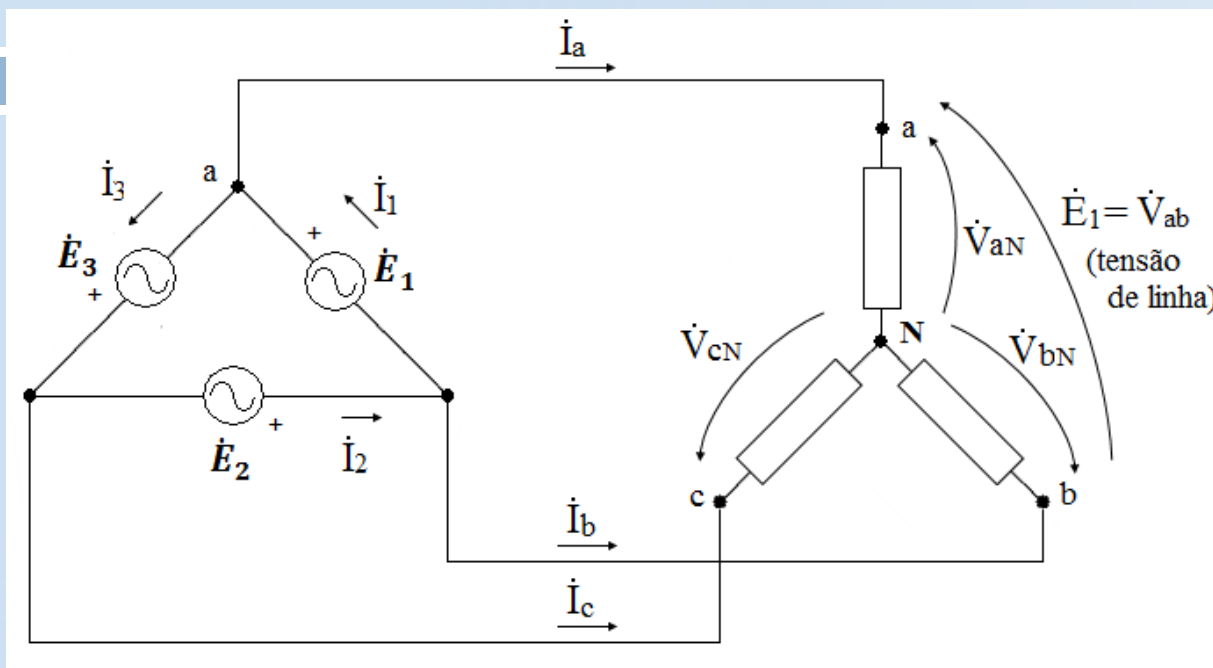


- Supondo um gerador Δ ligado a uma carga Y equilibrada



LIGAÇÃO Y – Δ

5



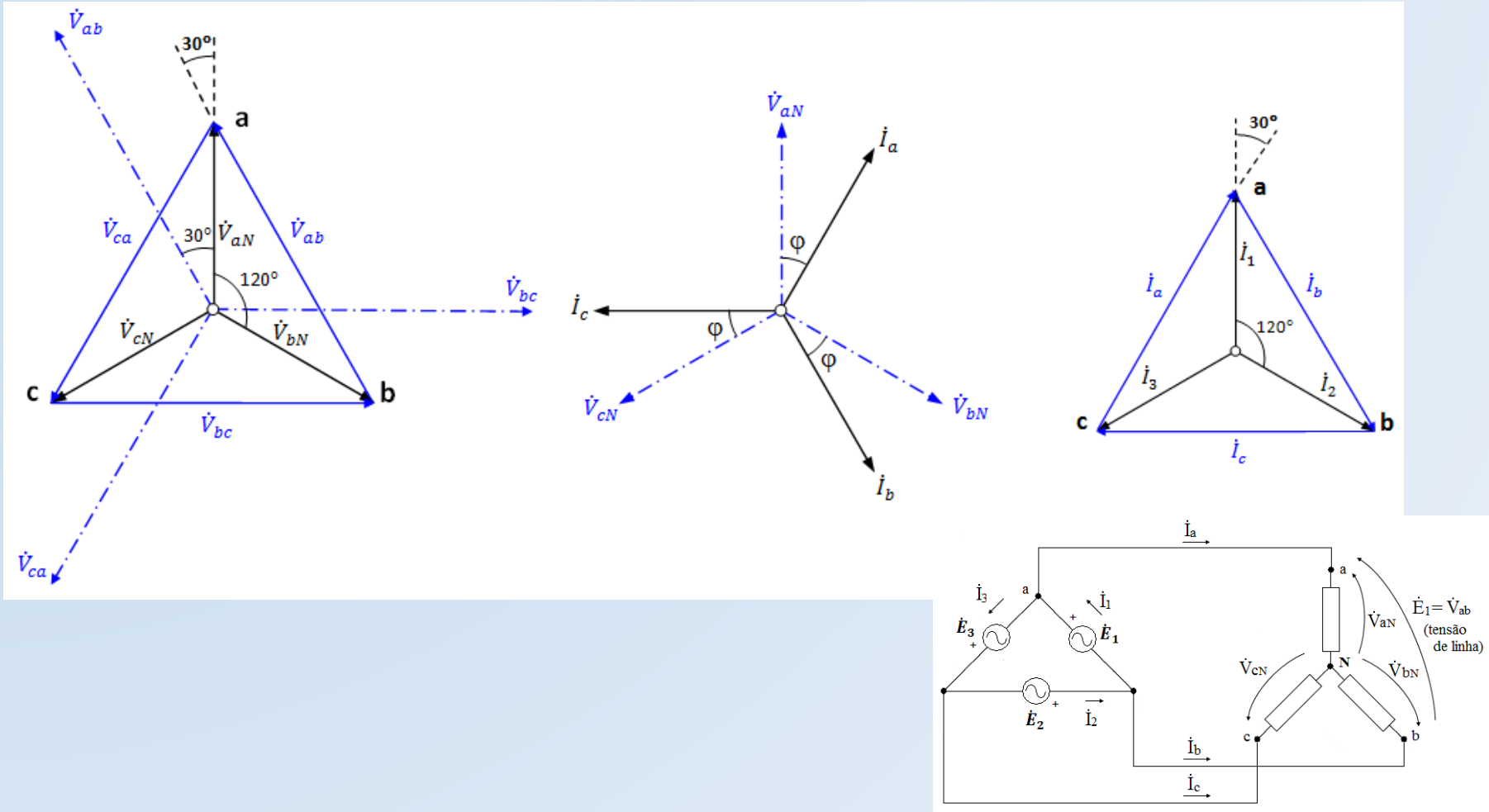
❑ Gerador: $V_{LINHA} = V_{FASE} \rightarrow \dot{V}_{ab} = \dot{E}_1, \dot{V}_{bc} = \dot{E}_2, \dot{V}_{ca} = \dot{E}_3$

❑ Do lado da carga

\rightarrow

$$\begin{cases} \dot{V}_{ab} = \dot{V}_{aN} - \dot{V}_{bN} \\ \dot{V}_{bc} = \dot{V}_{bN} - \dot{V}_{cN} \\ \dot{V}_{ca} = \dot{V}_{cN} - \dot{V}_{aN} \end{cases}$$

Supondo sequência de fases positiva:



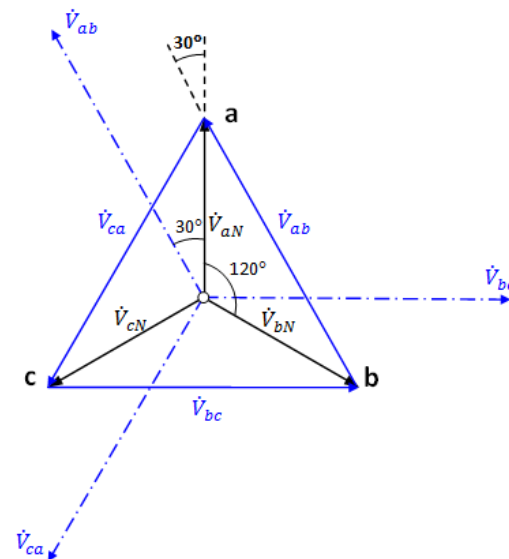
Pela lei dos cossenos:

$$|\dot{V}_{aN}| = |\dot{V}_{bN}| = |\dot{V}_{cN}| = \frac{|\dot{V}_{ab}|}{\sqrt{3}}$$

$$\dot{V}_{aN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{V}_{ab} \cdot 1 \angle -30^\circ = \frac{|\dot{V}_{ab}|}{\sqrt{3}} \angle \theta - 30^\circ$$

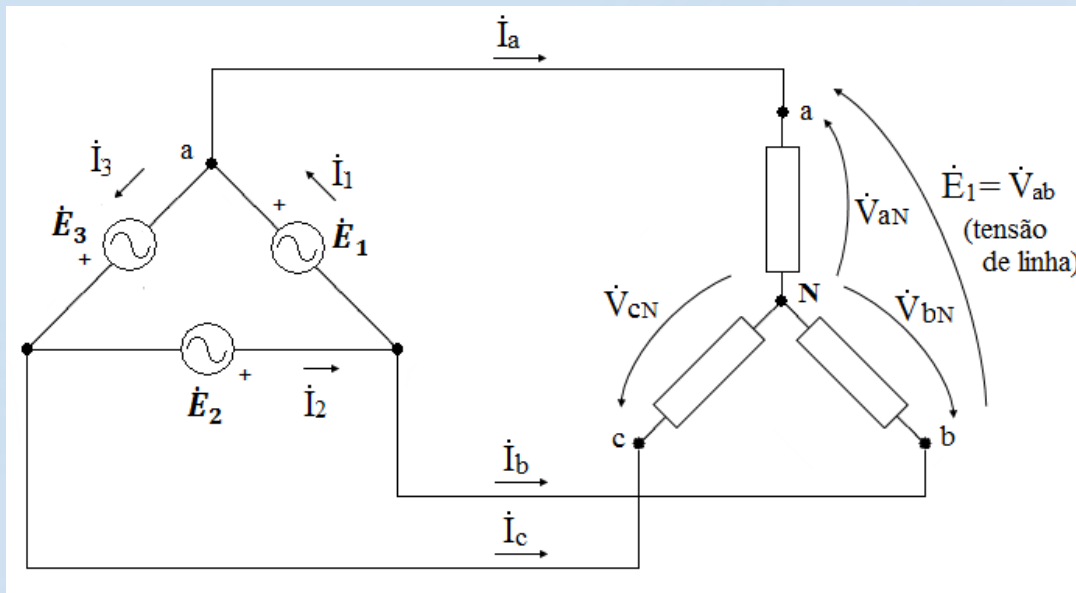
$$\dot{V}_{bN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{V}_{bc} \cdot 1 \angle -30^\circ = \frac{|\dot{V}_{ab}|}{\sqrt{3}} \angle \theta - 120^\circ - 30^\circ \quad (|\dot{V}_{ab}| = |\dot{V}_{bc}| = |\dot{V}_{ca}|)$$

$$\dot{V}_{cN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{V}_{ca} \cdot 1 \angle -30^\circ = \frac{|\dot{V}_{ab}|}{\sqrt{3}} \angle \theta - 240^\circ - 30^\circ \quad (|\dot{V}_{ab}| = \theta)$$



As tensões de fase na carga têm valor eficaz igual ao valor eficaz da tensão de linha dividida por raiz de três e atrasadas de 30° em relação às tensões de linha. Para sequência de fase negativa, as tensões de fase estariam 30° adiantadas em relação à tensão de linha.

- Na carga: $I_{LINHA} = I_{FASE}$, defasadas da tensão de fase pelo ângulo de impedância φ



$$\varphi = |\underline{Z}| \text{ da carga}$$

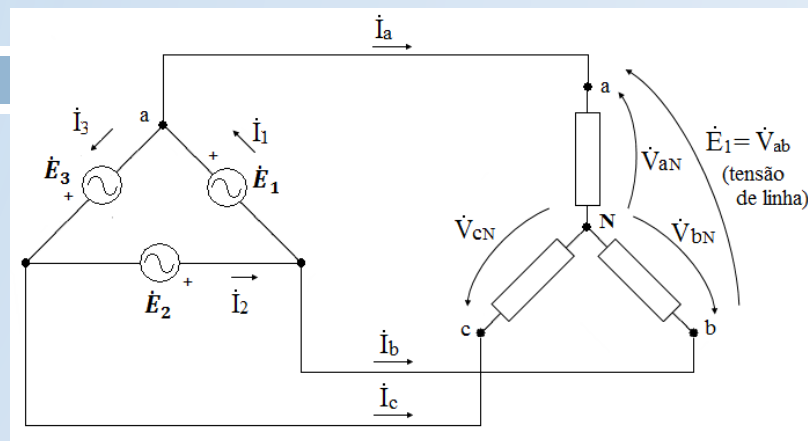
$$\dot{I}_a = \frac{\dot{V}_{aN}}{\underline{Z}}, \quad \dot{I}_b = \frac{\dot{V}_{bN}}{\underline{Z}}, \quad \dot{I}_c = \frac{\dot{V}_{cN}}{\underline{Z}}$$

As 3 correntes de linha constituem um sistema trifásico simétrico

LIGAÇÃO TRIÂNGULO

9

- As correntes de fase do gerador são dadas por:



$$I_1, I_2 \text{ e } I_3 \Rightarrow \begin{cases} I_a = I_1 - I_3 \\ I_b = I_2 - I_1 \\ I_c = I_3 - I_2 \end{cases} \Rightarrow \text{Trifásico simétrico}$$

$$|I_a| = |I_b| = |I_c| \quad \text{e} \quad |I_1| = |I_2| = |I_3| = \frac{|I_a|}{\sqrt{3}}$$

$$I_{\text{LINHA EFICAZ}} = \sqrt{3} \, I_{\text{FASE EFICAZ } \Delta}$$

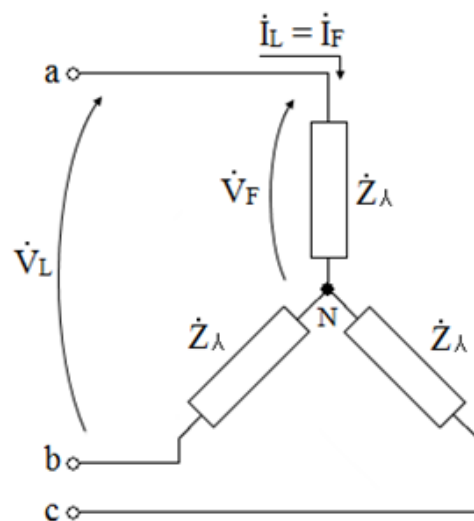
\dot{V}_L = tensão de linha,

\dot{I}_L = corrente de linha

\dot{V}_F = tensão de fase,

\dot{I}_F = corrente de fase

ESTRELA (λ ou Y)



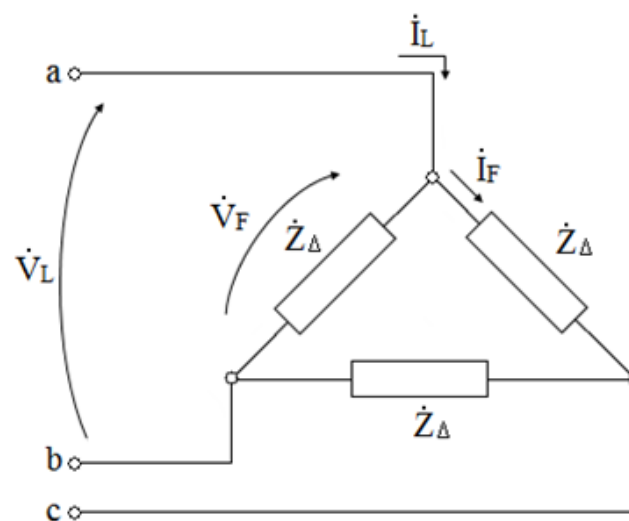
$$\dot{I}_L = \dot{I}_F$$

$$|\dot{V}_L| = \sqrt{3} |\dot{V}_F|$$

Valor eficaz
Linha

Valor eficaz
Fase

TRIÂNGULO (Δ ou ∇)



$$\dot{V}_L = \dot{V}_F$$

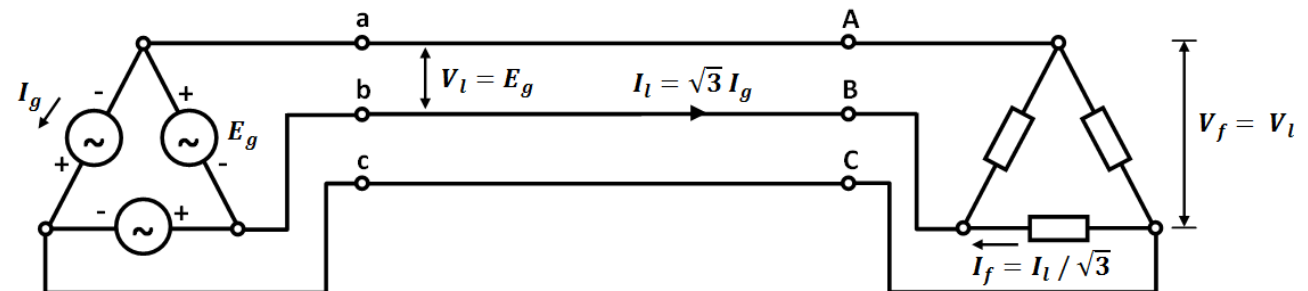
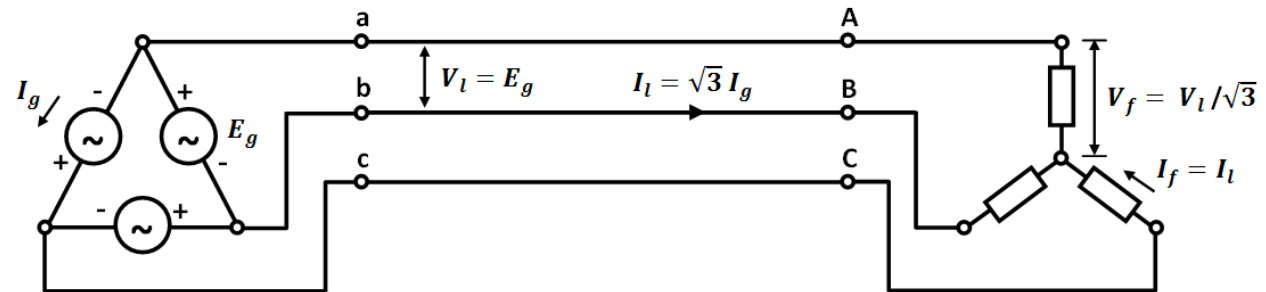
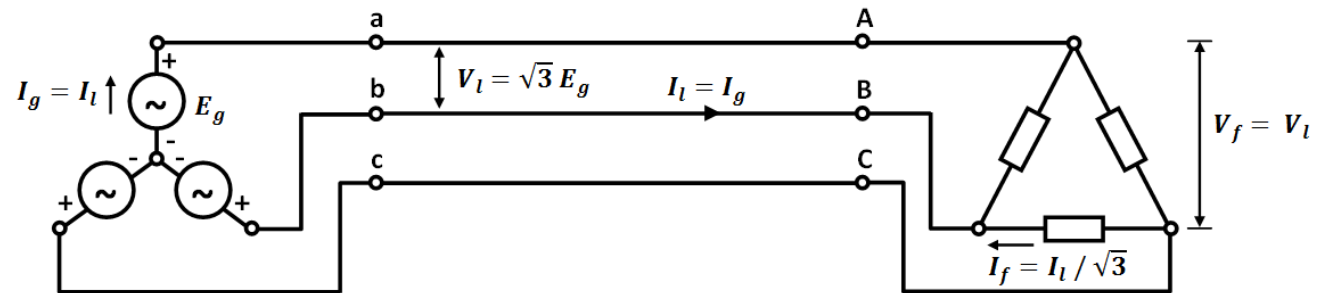
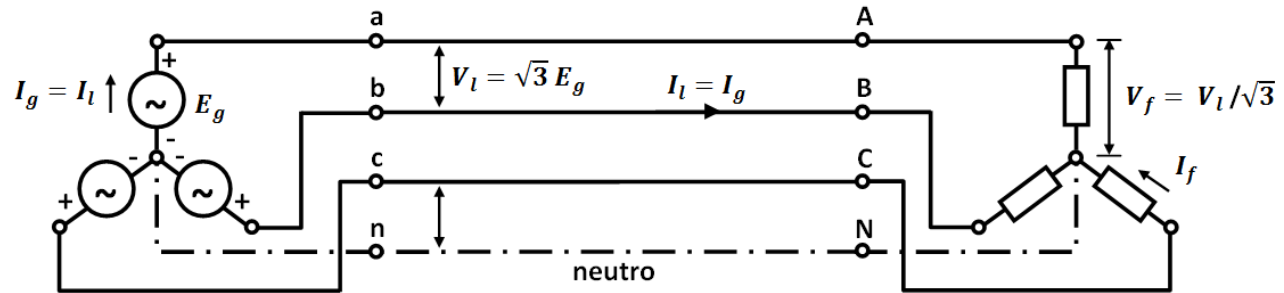
$$|\dot{I}_L| = \sqrt{3} |\dot{I}_F|$$

Valor eficaz
Linha

Valor eficaz
Fase

LIGAÇÕES (Y - Δ) e (Δ - Δ)

11



ESTRELA (Y)

$$V_{\text{Linha Eficaz}} = \sqrt{3} V_{\text{Fase Eficaz}}$$

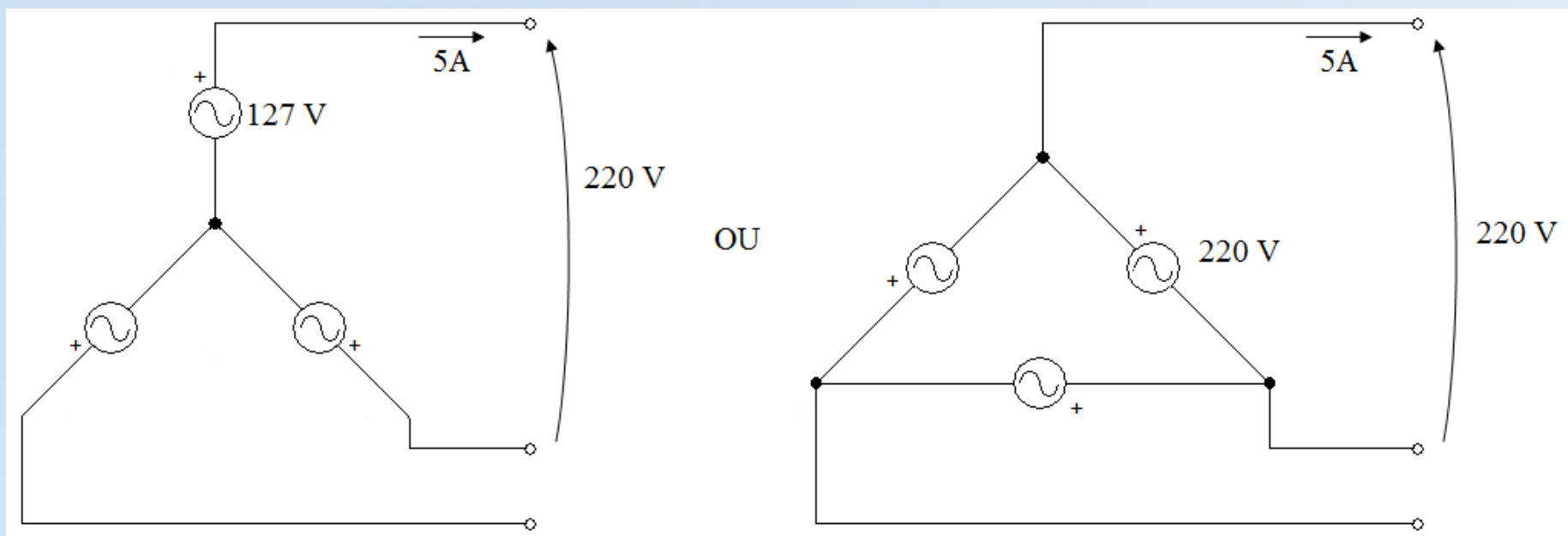
$$I_{\text{Linha}} = I_{\text{Fase}}$$

TRIÂNGULO (Δ)

$$\dot{V}_{\text{Linha}} = \dot{V}_{\text{Fase}}$$

$$I_{\text{Linha Eficaz}} = \sqrt{3} I_{\text{Fase Eficaz}}$$

- Quando nos referimos a **uma tensão ou corrente** de um dispositivo trifásico, subtender-se **grandezas de linha**
 - Por exemplo: “Gerador Trifásico 220V; 5A”.



- Quando se diz “gerador trifásico 127/220V 60Hz”, subentende-se:

