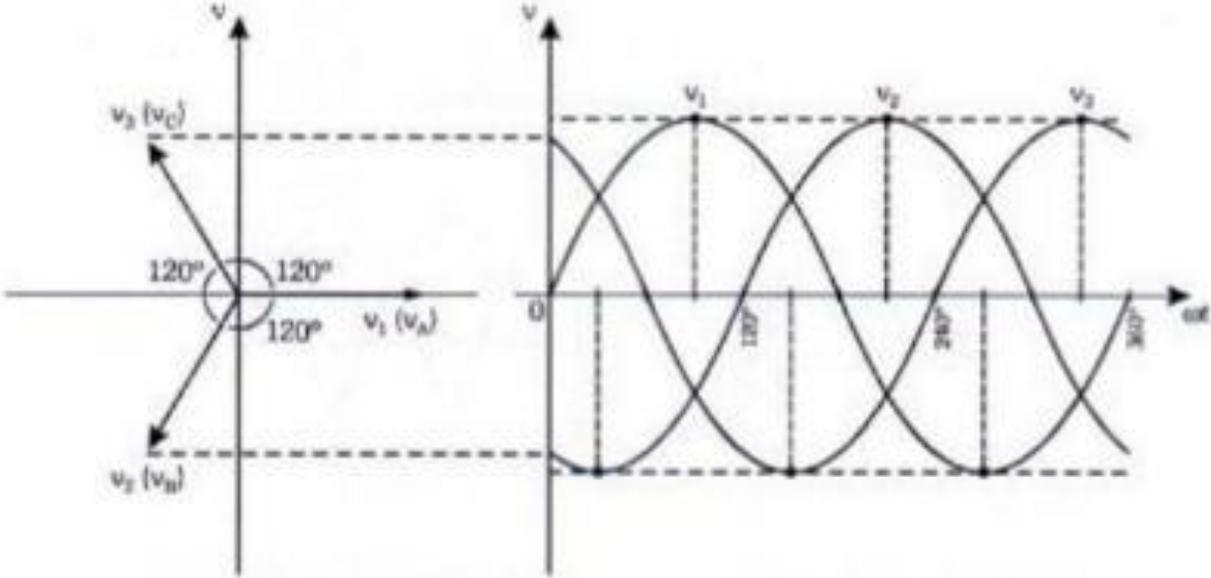


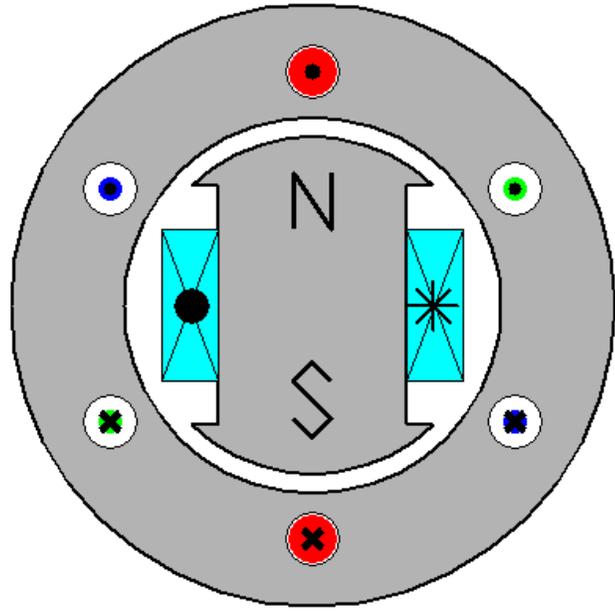
# SISTEMAS TRIFÁSICOS EQUILIBRADOS

Circuitos II

# Combinação de três sistemas monofásicos (1Φ)

Em um sistema equilibrado a potência é fornecida por um gerador que produz três tensões iguais, porém separadas, cada uma delas defasadas de 120° uma da outra.

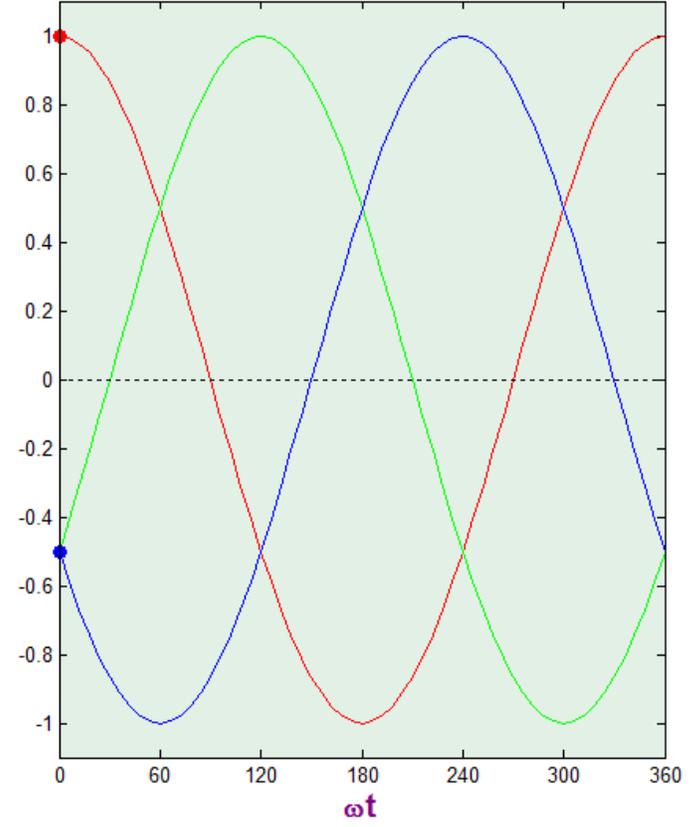




Phase A

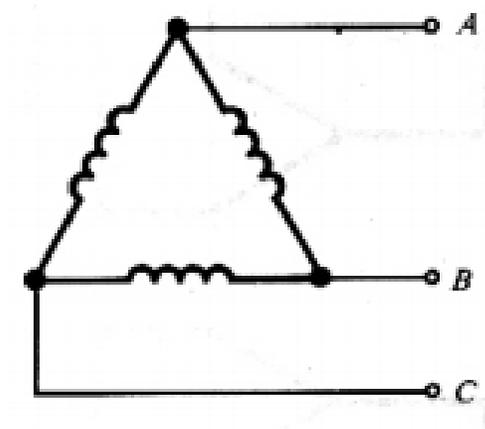
Phase B

Phase C





Se as três fases forem conectadas em série para formar um percurso fechado, o sistema está conectado em triângulo ( $\Delta$ ).



## Potência em cargas trifásicas equilibradas

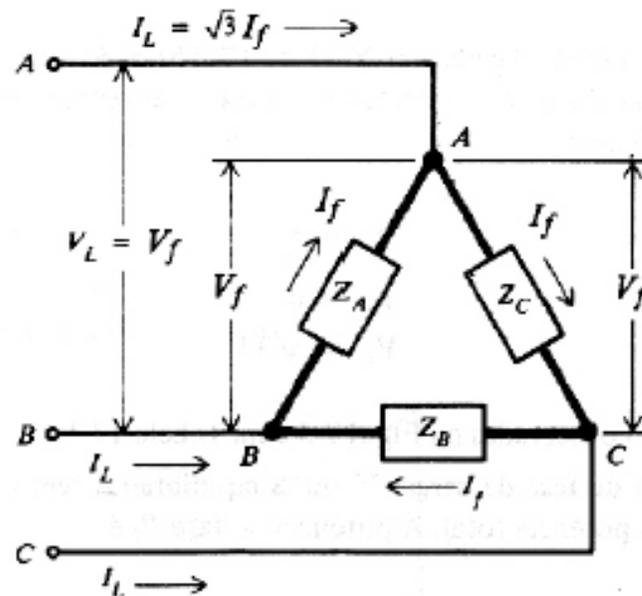
Uma carga equilibrada tem a mesma impedância em cada enrolamento do secundário. A impedância de cada enrolamento na carga  $\Delta$ , aparece como  $Z_{\Delta}$ , e a carga Y é representada por  $Z_Y$ . Em cada conexão as linhas A, B e C formam um sistema trifásico de tensões. O ponto N na conexão Y é o quarto condutor do sistema trifásico de quatro fios.

Em uma carga conectada em  $\Delta$  equilibrada, bem como nos enrolamentos de um transformador, a tensão de linha  $V_L$  e a tensão de fase  $V_F$  são iguais e a corrente de linha  $I_L$  é  $\sqrt{3}$  vezes a corrente de fase  $I_F$ , ou seja:

Carga  $\Delta$ :

$$V_L = V_F$$

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_F$$



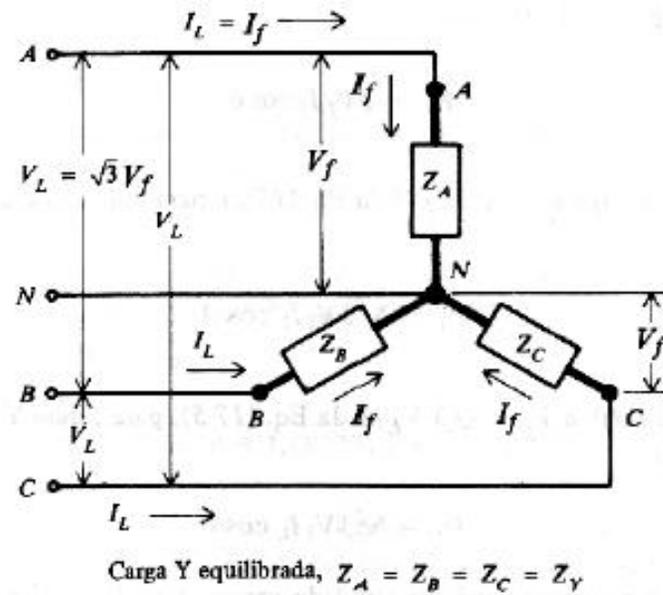
Carga  $\Delta$  equilibrada,  $Z_A = Z_B = Z_C = Z_{\Delta}$

Para uma carga equilibrada conectada em Y, a corrente de linha  $I_L$  e a corrente de fase são iguais, a corrente  $I_N$  é zero e tensão de linha é  $\sqrt{3}$  vezes a tensão de fase  $V_F$ , ou seja:

$$I_L = I_F$$

$$I_N = 0$$

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_F$$



Como a impedância de fase de cargas Y ou  $\Delta$  equilibradas tem correntes iguais, a potência de uma fase é um terço da potência total.

A potência de fase  $P_F$ :

$$P_F = V_F \cdot I_F \cdot \cos \rho$$

E a potência total é:

$$P_T = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos \rho$$

Considerando as correntes e tensões de linha, pode-se considerar, tanto para Y ou  $\Delta$  a  $P_T$ :

$$P_T = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \rho$$

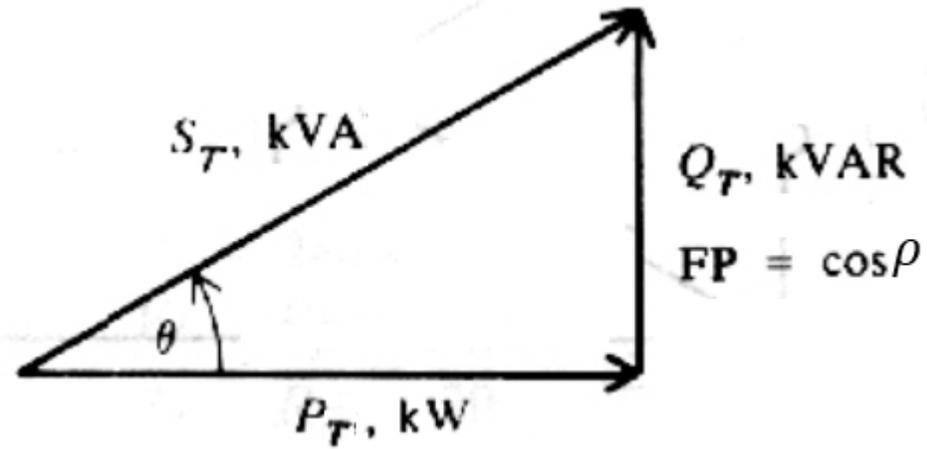
Portanto, as fórmulas para potência total (ou ativa) de cargas Y ou  $\Delta$  são idênticas.  $\rho$  é o ângulo de fase entre a tensão e a corrente da impedância da carga, logo  $\cos \rho$  é o fator de potência da carga.

A potência aparente total  $S_T$ , em volt-ampère e a potência total reativa  $Q_F$  em volt-ampère reativo estão relacionadas com a potência total real  $P_T$  em W. Portanto, uma carga trifásica equilibrada tem potência ativa, a potência aparente e a potência reativa dadas pelas equações:

$$P_T = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \rho$$

$$S_T = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L$$

$$Q_T = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \rho$$



## Exercícios:

- Três resistências de  $20\Omega$  cada estão ligadas em Y a uma linha 3- $\Phi$  de 240 V funcionando com um fator de potência igual a 1. Calcule:
  - A corrente através de cada resistência,
  - A corrente de linha e
  - A potência consumida pelas três resistências.

$$a. V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{240}{\sqrt{3}} = 138,56 V$$

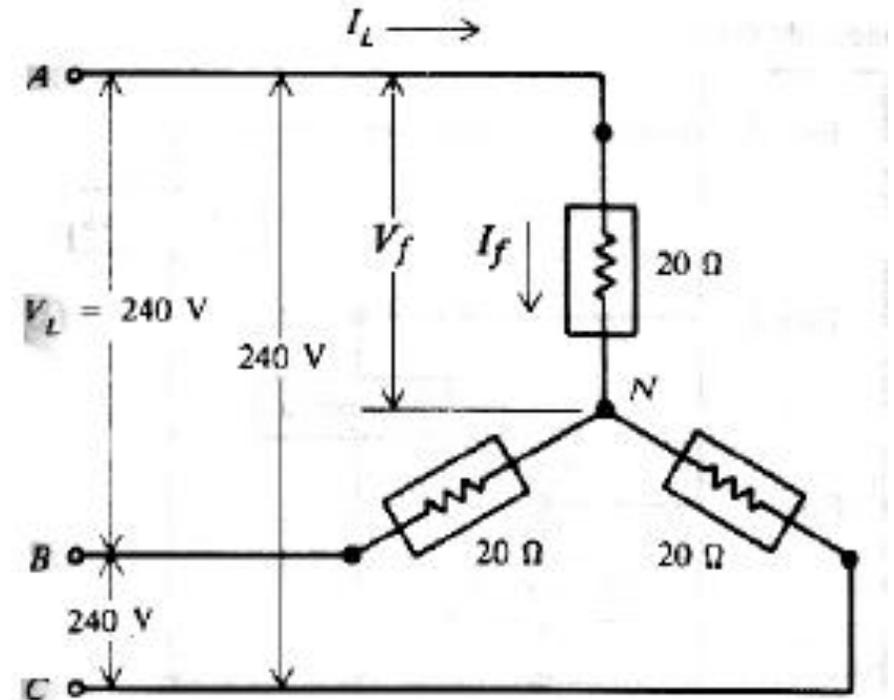
$$I_F = \frac{V_F}{R_F} = \frac{138,56}{20} = 6,93 A$$

$$b. I_L = I_F = 6,93 A$$

$$c. P_T = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\rho = 3 \cdot 138,56 \cdot 6,93 \cdot 1 = 2,88 kW$$

Ou,

$$P_T = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\rho = \sqrt{3} \cdot 240 \cdot 6,93 \cdot 1 = 2,88 kW$$



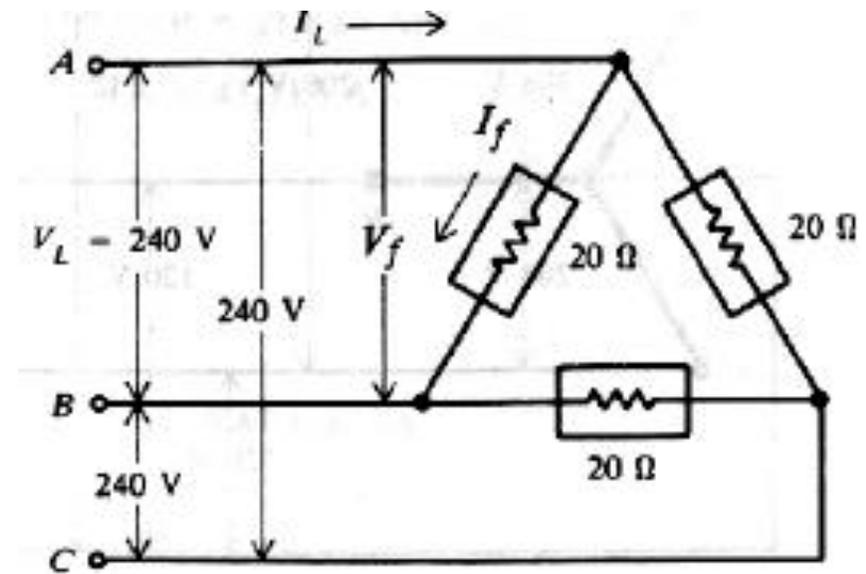
2. Três resistências de  $20\Omega$  cada estão ligadas em  $\Delta$  a uma linha 3- $\Phi$  de 240 V funcionando com um fator de potência igual a 1. Calcule:
- A corrente através de cada resistência,
  - A corrente de linha e
  - A potência consumida pelas três resistências.

a.  $V_F = V_L = 240 V$

$$I_F = \frac{V_F}{R_F} = \frac{240}{20} = 12A$$

b.  $I_L = \sqrt{3} \cdot I_F = \sqrt{3} \cdot 12 = 20,78 A$

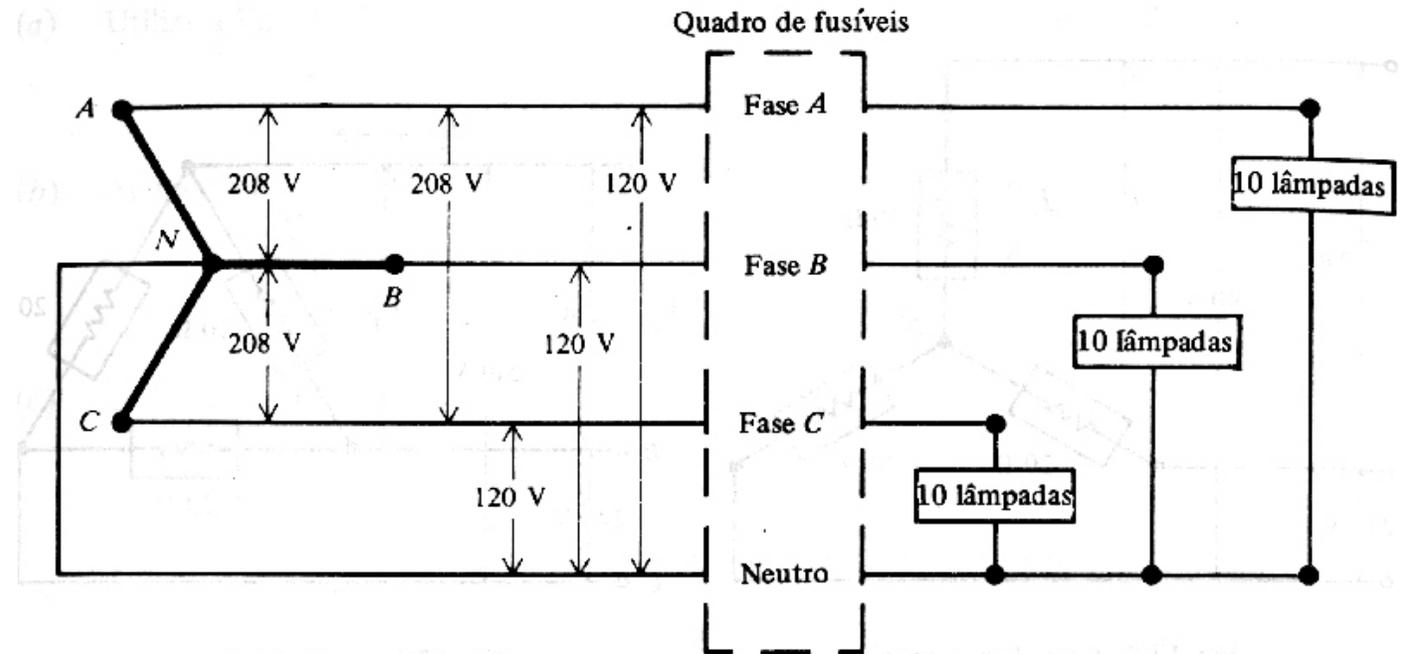
c.  $P_T = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\rho = 3 \cdot 240 \cdot 12 \cdot 1 = 8,64kW$



3. O secundário de um transformador 3 –  $\Phi$  ligado em Y tem um sistema de quatro fios ABC de 208 V. Deverão ser ligados no sistema 30 lâmpadas, cada uma de 120 V e 2 A. Determine a potência admitida para cada fase e a potência consumida pelo sistema. (considerar as lâmpadas totalmente resistivas)

$$P_F = V_F \cdot I_F \cdot \cos \rho = 120 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 1 = 2,4kW$$

$$P_T = 3 \cdot 2,4k = 7,2kW$$



4. Um sistema 3 –  $\Phi$  de três fios tem uma corrente de linha de 25 A e um tensão de linha de 1kV. O fator de potência é de 86,6% indutivo. Calcule:

- A potência real liberada
- A potência reativa
- A potência aparente
- Desenhe o triângulo de potência

a.  $P_T = \sqrt{3} \cdot V_l \cdot I_l \cdot \cos\rho = \sqrt{3} \cdot 1k \cdot 25 \cdot 0,866 = 37,50kW$

b.  $\rho = \arccos 0,866 = 30^\circ \therefore \text{sen}30^\circ = 0,5$

$$Q_T = \sqrt{3} \cdot 1k \cdot 25 \cdot 0,5 = 21,65kVAr \text{ indutivo}$$

c.  $S_T = \sqrt{3} \cdot 1k \cdot 25 = 43,30kVA$

d. .

