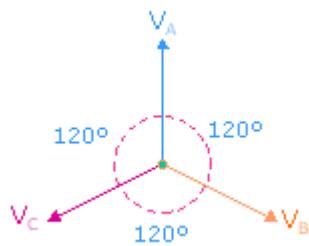


Sistemas trifásicos

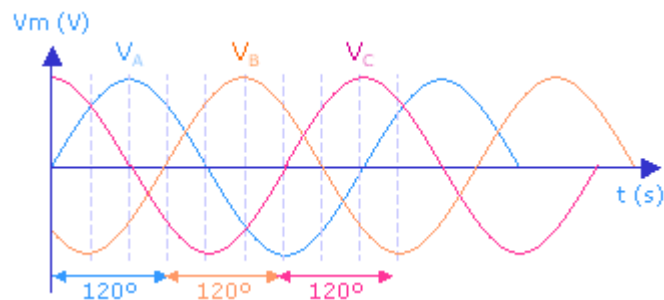
Introdução

Em circuitos elétricos de potência, a energia elétrica é gerada, transmitida, distribuída e consumida sob a forma e trifásica, Uma das vantagens dos circuitos trifásicos é poder desenvolver uma potência com menor corrente quando comparado ao circuito monofásico.

As tensões trifásicas são produzidas por geradores trifásicos que possuem bobinas de fase dispostas simetricamente no gerador, ou seja, a defasagem física entre as bobinas é 120°.



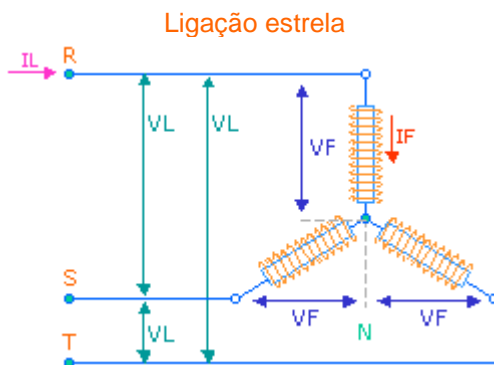
Representação fasorial das tensões



Representação senoidal das tensões

Conexões Y - Δ

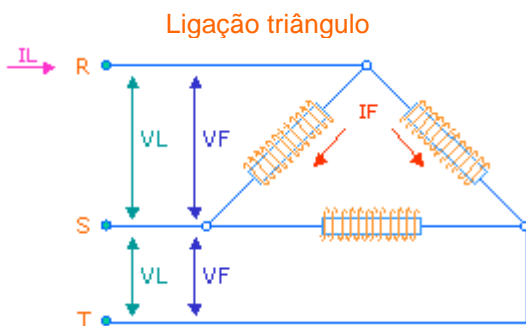
Os circuitos trifásicos podem ser montados através de três componentes monofásicos devidamente conectados. As conexões mais usadas são:



Ligação estrela

Relações entre linha e fase na ligação estrela

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Corrente de linha ( IL ) = Corrente de fase ( IF )} \\ \text{Tensão de fase ( VF ) = } \frac{\text{Tensão de linha ( VL )}}{\sqrt{3}} \end{array} \right]$$



Ligação triângulo

Relações entre linha e fase na ligação triângulo

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Tensão de linha ( VF ) = Tensão de fase ( VF )} \\ \text{Corrente fase ( IF ) = } \frac{\text{Corrente de linha ( IL )}}{\sqrt{3}} \end{array} \right]$$

A saber:

- VL: Tensão de linha (tensão entre duas fases da linha).
- IL: Corrente de linha (corrente que circula por cada fase).
- VF: Tensão de fase (tensão sobre a carga).
- IF: Corrente de fase (corrente que circula pela carga).
- N: Neutro

Relações de transformação

Os transformadores trifásicos podem ser formados por três transformadores monofásicos (1φ) idênticos ou por uma única unidade trifásica (3φ) sendo três enrolamentos no primário e três enrolamentos no secundário que podem ser ligados para formar um conjunto trifásico (3φ).

Conexão Do Tipo	Tensão				corrente			
	Primário		Secundário		Primário		secundário	
	linha	fase	fase	linha	linha	fase	fase	linha
ΔΔ	V	V	V÷a	V÷a	I	I÷√3	I.a÷√3	I.a
YY	V	V÷√3	V÷√3.a	V÷a	I	I	I.a	I.a
YΔ	V	V÷√3	V÷√3.a	V÷√3.a	I	I	I.a	I.a.√3
ΔY	V	V	V÷a	V.√3÷a	I	I÷√3	I.a÷√3	I.a÷√3

Exercícios para memorização

1) Um sistema trifásico 13200 V (tensão de linha no primário) possui um conjunto de transformadores trifásicos, com relação de espiras 60:1. Quais as tensões de linha e fase (primário e secundário) para as quatro conexões possíveis?

Conexões	Primário do transformador		Secundário do transformador	
	Linha	Fase	Fase	Linha
a) Δ - Δ	13200 V	13200 V	220 V	220 V
b) Y- Y	13200 V	7621 V	127 V	220 V
c) Y - Δ	13200 V	7621 V	127 V	127 V
d) Δ - Y	13200 V	13200 V	220 V	381 V

2) Um conjunto de transformadores tem relação de espira 2:1 e corrente de linha 10,4 A (primário). Calcule as correntes de linha e de fase (primário e secundário) para cada tipo de ligação de transformador.

Conexões	Primário do transformador		Secundário do transformador	
	Linha	Fase	Fase	Linha
a) Δ - Δ	10,4 A	6 A	12 A	20,8 A
b) Y- Y	10,4 A	10,4 A	20,8 A	20,8 A
c) Y - Δ	10,4 A	10,4 A	20,8 A	36 A
d) Δ - Y	10,4 A	6 A	12 A	12 A

Cargas trifásicas

Circuito equilibrado - Diz – que um circuito trifásico esta equilibrado quando :

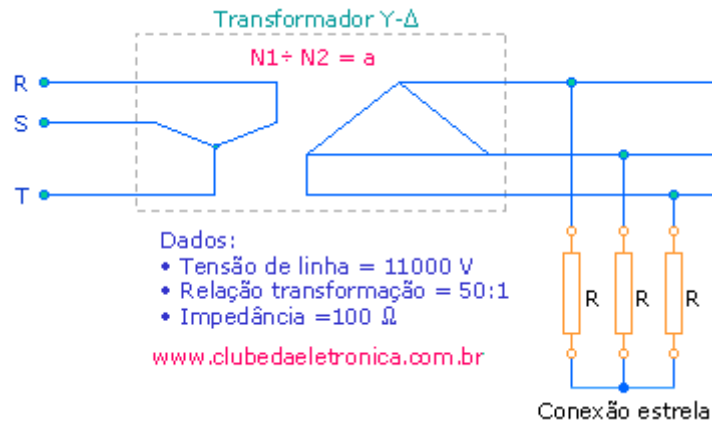
- As tensões de fase são iguais em módulo,
- As correntes de fase são iguais em módulo, e,
- As defasagens entre as tensões assim como as defasagens entre as correntes valem 120°.

Como conseqüência de tudo isso, as impedâncias de fase só podem ser iguais entre si. Caso uma dessas condições não for verdadeira o circuito estará desequilibrado.

Ligando uma carga trifásica à rede elétrica

As cargas elétricas, assim como geradores e transformadores trifásicos podem ser ligados tanto em estrela como triângulo. Vejamos um exemplo:

O circuito ao lado ilustra uma rede trifásica com tensão de linha (primário do transformador) de 11000 V passando por um transformador cuja relação de transformação é 50:1 e no secundário esta conectado uma carga trifásica, puramente resistiva e equilibradas ligadas em estrela.



Vamos a uma análise completa:

Calculando as tensões:

$VLP = 11000 \text{ V}$

$VFP = VLP \div \sqrt{3} \Rightarrow VFP = 11000 \text{ V} \div \sqrt{3} = 6350,85 \text{ V}$

$VFS = VLP \div \sqrt{3} \cdot a \Rightarrow 11000 \text{ V} \div \sqrt{3} \cdot 50 = 127 \text{ V}$

$VLS = VFS \Rightarrow 127 \text{ V}$

Verificando a tensão na carga:

$VF (\text{carga}) = VLS \div \sqrt{3} \Rightarrow 127 \text{ V} \div \sqrt{3} = 73,32 \text{ V}$

Calculando as correntes:

$IF (\text{carga}) = VF (\text{carga}) \div R \Rightarrow IF (\text{carga}) = 73,32 \text{ V} \div 100 \Omega = 0,73 \text{ A}$

$ILS = IF (\text{carga}) \Rightarrow ILS = 0,73 \text{ A}$

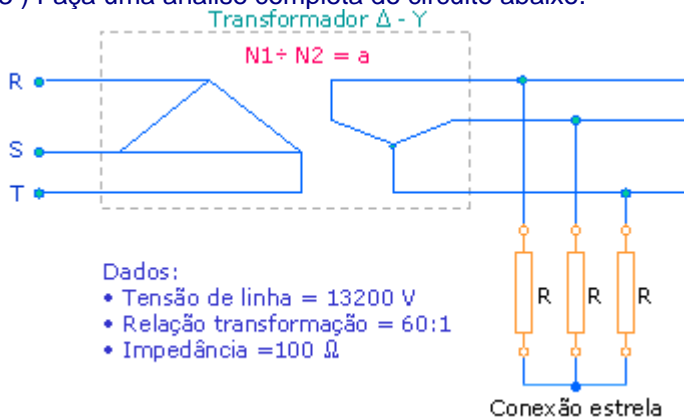
$IFS = ILS \div \sqrt{3} \Rightarrow IFS = 0,73 \text{ A} \div \sqrt{3} = 0,42 \text{ A}$

$I FP = ILS \div a \Rightarrow I FP = 0,42 \text{ A} \div 50 = 8,47 \text{ mA}$

$ILP = I FP \Rightarrow ILP = 8,47 \text{ mA}$

**Exercícios para memorização**

3 ) Faça uma análise completa do circuito abaixo.



$VLP = 13200 \text{ V}$

$VFP = 13200 \text{ V}$

$VFS = 220 \text{ V}$

$VLS = 381 \text{ V}$

$VF (\text{carga}) = 220 \text{ V}$

$IF (\text{carga}) = 2,2 \text{ A}$

$ILS = 2,2 \text{ A}$

$IFS = 2,2 \text{ A}$

$I FP = 36,67 \text{ mA}$

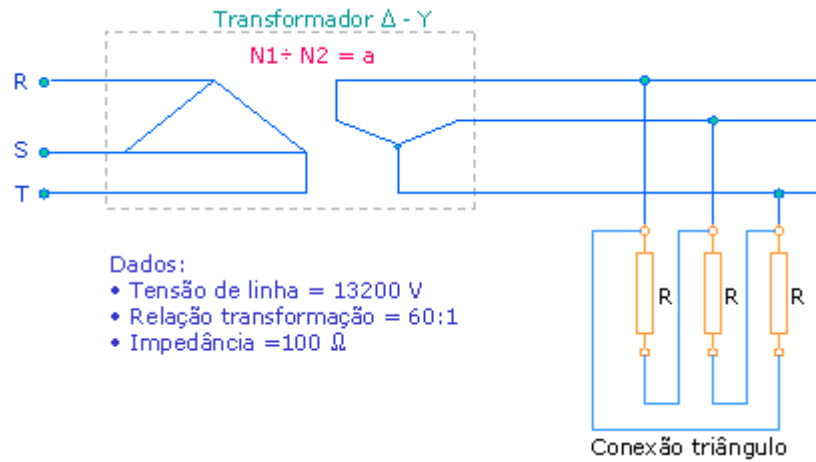
$ILP = 63 \text{ mA}$

4) Para o circuito ao lado, pedem-se:

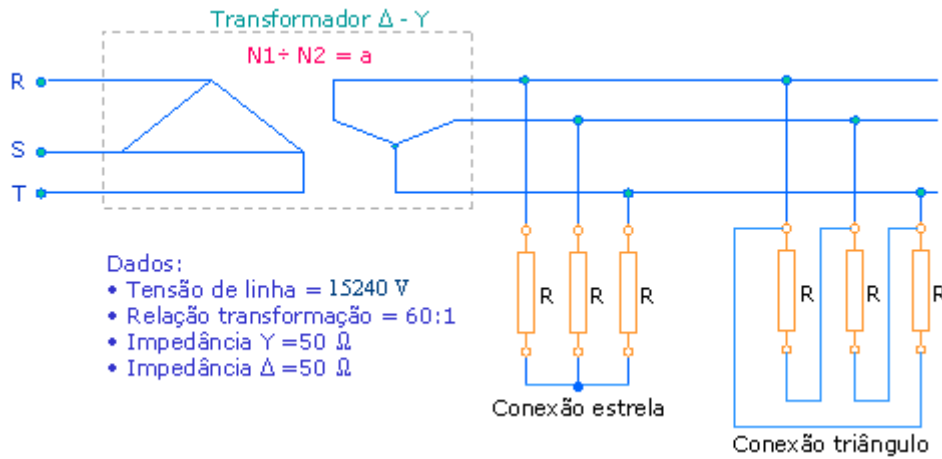
VLP = 13200 V  
 VFP = 13200 V  
 VFS = 220 V  
 VLS = 381 V

VF ( carga ) = 381 V  
 IF ( carga ) = 3,81 A

ILS = 6,6 A  
 IFS = 6,6 A  
 IFP = 109,99 mA  
 ILP = 190,5 mA



5) O circuito ao lado ilustra uma rede trifásica com tensão de linha (primário do transformador) de 15240 V passando por um transformador cuja relação de transformação é 60:1 e no secundário estão conectados duas cargas, puramente resistivas, equilibradas, sendo uma ligada em estrela e outra em triângulo.



a) Quais as tensões de fase e para a carga 1 ( estrela ) e carga 2 ( triângulo ) ?

Respostas: 254 V e 440 V

b) Quais as correntes de fase nas cargas 1 e 2 ?

Respostas: 5,08 A e 8,8 A

c) Quais as correntes de linha e fase no secundário do transformador?

Respostas: 5,08 A (carga 1) + 15,24 A (carga 2) = 20,32 A e 20,32 A

d) Quais as tensões de fase e linha no primário do transformador ?

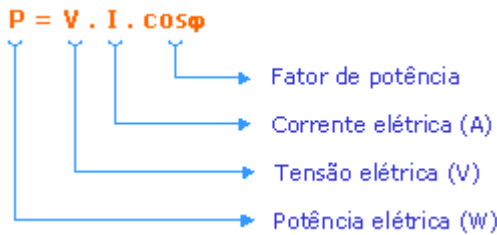
Respostas: 15240 V e 15240 V

e) Quais as correntes de linha e fase no primário do transformador?

Respostas: 338,7mA e 586,65 mA

**Potência em circuitos trifásicos puramente resistivos**

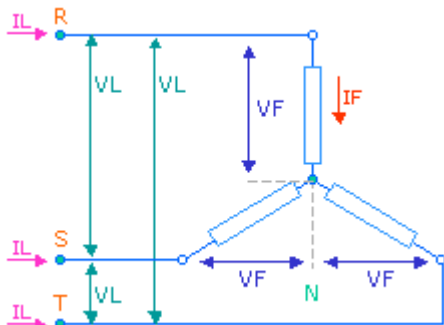
Um circuito elétrico, monofásico e resistivo, quando submetido a uma diferença de potencial, é percorrido por uma corrente elétrica e desenvolve uma potência elétrica, dada pelo produto entre a tensão e a corrente. Matematicamente escrevemos:



Importante:

O fator de potência para cargas puramente resistivas é igual a 1,0.

**Potências na conexão estrela (Y)**



A potência ativa monofásica é dada pela seguinte expressão:

$P_{1\phi} = V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

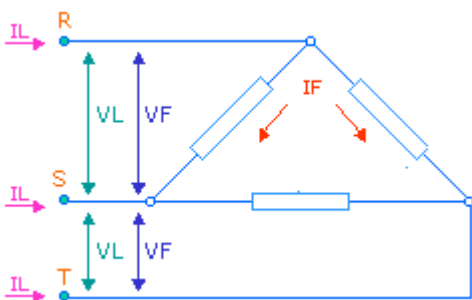
E a potência trifásica em um circuito equilibrado é:

$P_{3\phi} = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

Como na conexão estrela  $V_F = V_L \div \sqrt{3}$  e  $I_F = I_L$ , teremos em valores de linha:

$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

**Potências na conexão triângulo (Δ)**



A potência ativa monofásica é dada pela seguinte expressão:

$P_{1\phi} = V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

E a potência trifásica em um circuito equilibrado é:

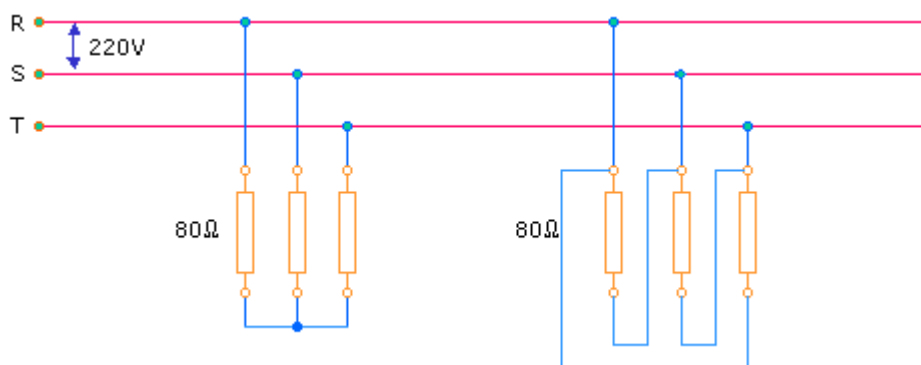
$P_{3\phi} = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

Como na conexão estrela  $V_F = V_L$  e  $I_F = I_L \div \sqrt{3}$ , teremos em valores de linha:

$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi \text{ (W)}$

**Exercício para memorização**

6 ) Em uma rede trifásica foi medido uma tensão de linha ( VL ) de 220 V. A essa rede é ligada duas cargas trifásicas, puramente resistivas, sendo uma ligada em estrela e outra em triângulo. Pedem-se a potência de linha e de fase para as duas conexões:



## Conexão estrela

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

$$V_F = 220 \text{ V} \div \sqrt{3}$$

$$V_F = 127 \text{ V}$$

$$I_F = V_F \div R$$

$$I_F = 127 \text{ V} \div 80 \Omega$$

$$I_F = 1,5875 \text{ A}$$

$$I_L = I_F$$

$$I_L = 1,5875 \text{ A}$$

$$P_{3\phi} = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi$$

$$P_{3\phi} = 3 \cdot 127,02 \text{ V} \cdot 1,5875 \text{ A} \cdot 1$$

$$P_{3\phi} \approx 605 \text{ W}$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot 220 \text{ V} \cdot 1,5875 \text{ A} \cdot 1$$

$$P_{3\phi} \approx 605 \text{ W}$$

## Conexão triângulo

$$V_F = V_L$$

$$V_F = 220 \text{ V}$$

$$I_F = V_F \div R$$

$$I_F = 220 \text{ V} \div 80 \Omega$$

$$I_F = 2,75 \text{ A}$$

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

$$I_L = 2,75 \text{ A} \cdot \sqrt{3}$$

$$I_L = 4,7631 \text{ A}$$

$$P_{3\phi} = 3 \cdot V_F \cdot I_F \cdot \cos\phi$$

$$P_{3\phi} = 3 \cdot 220 \text{ V} \cdot 2,75 \text{ A} \cdot 1$$

$$P_{3\phi} \approx 1815 \text{ W}$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi$$

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot 220 \text{ V} \cdot 4,7631 \text{ A} \cdot 1$$

$$P_{3\phi} \approx 1815 \text{ W}$$

Assim, concluímos que se o circuito for ligado em triângulo a potência será três vezes maior que o mesmo circuito em estrela.

## Ligando cargas indutivas trifásicas

Em uma instalação industrial moderna, as cargas são em sua grande maioria indutivas, ou seja, motores, transformadores, reatores de iluminação e fornos de indução, dentre inúmeros outros. A principal característica das cargas indutivas é que elas precisam de um campo eletromagnético para operar. Por essa razão, a energia consumida, será composta basicamente por duas parcelas distintas, que são:

- ❑ **Potência ativa (P)** é aquela que efetivamente produz trabalho útil, e medida em W. É a potência absorvida pela parte resistiva do circuito.
- ❑ **Potência reativa (Q)** É a potência utilizada para suprir os campos magnéticos e elétricos do capacitor e do indutor sendo posteriormente devolvida à rede. É medida em VAR.

A composição fasorial destas duas componentes resulta em uma terceira potência que denominamos **potência aparente (S)**, expressa normalmente em VA.

Triângulo de potências para cargas indutivas	Triângulo de potências para cargas capacitivas

## Relações entre as potências:

$\cos\phi = P(\text{W}) \div S(\text{VA})$	$\text{sen}\phi = Q(\text{VAR}) \div S(\text{VA})$	$S^2 = P^2 + Q^2$
--	--	-------------------

Fator de potência ( $\cos\phi$ )

O fator de potência ( $\cos\phi$ ), indica a relação entre a potência ativa e a potência aparente. Matematicamente podemos escrever:

$$\text{Fator de potência} = \cos\varphi = \frac{\text{Potência ativa ( W )}}{\text{Potência aparente ( VA )}}$$

O fator de potência ou  $\cos\varphi$  indica a eficiência com a qual a energia está sendo utilizada. Um alto fator de potência (próximo a um, que equivale a 100% de aproveitamento da energia) indica eficiência alta e inversamente um fator de potência baixo indica baixa eficiência.

### Exercícios para memorização

7 - Um motor apresenta os seguintes informes: potência = 10CV e  $\cos\varphi = 0,86$ . Pedem-se as potências, reativa e aparente.

Solução:

A saber:

$$1,0 \text{ CV} = 735,75 \text{ W}$$

$$\cos\varphi = 0,86 \therefore \varphi = \text{Acos}0,86 = 30,68^\circ$$

Encontrando S (VA)	Encontrando Q (Var)
$\cos\varphi = P(W) \div S(VA) \therefore$ $S(VA) = P(W) \div \cos\varphi$ $S(VA) = 7350,50 \text{ W} \div 0,86$ $S(VA) = 8555,23 \text{ VA}$	$\text{sen}\varphi = Q(\text{VAr}) \div S(VA) \therefore$ $Q(\text{VAr}) = S(VA) \cdot \text{sen}\varphi$ $Q(\text{VAr}) = 8555,23 \text{ VA} \cdot \text{sen } 30,68^\circ$ $Q(\text{VAr}) = 4365,68 \text{ VAr}$

### A potência trifásica em circuitos indutivos

Sabemos que a potência ativa monofásica pode ser calculada por:

Potência ativa monofásica

$P_{1\varphi} = VF \cdot IF \cdot \cos\varphi$  (W), então a potência ativa trifásica só pode ser 3 vezes esse valor. Assim:

- Potência ativa de fase  $\Rightarrow P_{3\varphi} = 3 \cdot VF \cdot IF \cdot \cos\varphi$  (W)
- Potência ativa de linha  $\Rightarrow P_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos\varphi$  (W)

Análogos às potências ativas de linha e de fase, têm:

- Potência reativa de fase  $\Rightarrow Q_{3\varphi} = 3 \cdot VF \cdot IF \cdot \text{sen}\varphi$  (VAr)
- Potência reativa de linha  $\Rightarrow Q_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \text{sen}\varphi$  (VAr)

E ainda:

- Potência aparente de fase  $\Rightarrow S_{3\varphi} = 3 \cdot VF \cdot IF$  (VA)
- Potência aparente de linha  $\Rightarrow S_{3\varphi} = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL$  (VA)

Algumas máquinas utilizadas na indústria possuem outros parâmetros que deverão ser levados em consideração no cálculo da corrente, entre eles:

### O rendimento dos motores ( $\eta$ )

Para que um motor funcione devemos fornecer a ele uma potência, denominada de entrada, porém no motor ou em qualquer outra máquina parte dessa potência será utilizada para vencer resistências passivas, ou seja, somente parte dessa potência será entregue a saída. A relação entre a potência de saída e a potência de entrada, damos o nome de rendimento.

Matematicamente:

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \cdot 100 \quad (\text{para expressar o valor em porcentagem})$$

→ Potência de saída (watts)  
→ Potência de entrada (watts)  
→ Rendimento ( % )

A potência informada pelo fabricante é a potência de saída, e não a de entrada. O rendimento também é apresentado, sendo assim podemos calcular a potência de entrada.

**Exercício para memorização**

8 – Um motor de trifásico possui os seguintes informes: Potência = 10 hp,  $\cos\phi = 0,8$  e  $\eta = 0,8$ . Pedem-se as potências aparente e reativa.

Encontrando a potência aparente	Encontrando a potência aparente
$1,0 \text{ hp} = 745,7\text{W}$ $10\text{hp} = 7457\text{W}$	$S(\text{VA})^2 = P(\text{W})^2 + Q(\text{VAR})^2 \therefore$
$S = P ( W ) \div \eta \cdot \cos\phi$	$Q(\text{VAR})^2 = S(\text{VA})^2 - P(\text{W})^2$
$S = 7457\text{W} \div 0,8 \cdot 0,8$	$Q(\text{VAR})^2 = 11651,56^2 - 7457^2$
$S = 11651,56\text{VA}$	$Q(\text{VAR})^2 = 135758908,69 - 55606849$
	$Q(\text{VAR}) = \sqrt{80152059,69}$
	$Q(\text{VAR}) = 8952,76 \text{ VAR}$

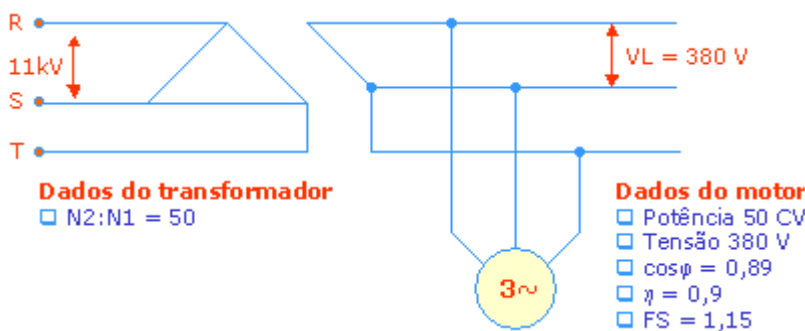
**O fator de serviço (FS)**

O fator de serviço é um parâmetro que trata a capacidade do motor em suportar sobrecargas contínuas.

$$F_s = \frac{\text{Potência operacional máxima}}{\text{Potência nominal}}$$

Essa característica melhora o desempenho do motor em condições desfavoráveis, caso o fator de serviço for maior que 1,0 deve ser considerado para o cálculo da corrente de linha.

Vamos a um exemplo:



Solução:

$1,0 \text{ CV} = 735,75 \text{ W}$   
 $50 \text{ CV} = 36787,5\text{W}$

$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi \therefore$

$I_L = P(\text{W}) \div \eta \cdot \sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\phi$   
 $I_L = 36787,5\text{W} \div 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89$   
 $I_L = 36787,5\text{W} \div 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,89$   
 $I_L = 69,79 \text{ A}$

$I_T = F_s \cdot I_L$   
 $I_L = 1,15 \cdot 69,79\text{A}$   
 $I_L = 80,26\text{A}$

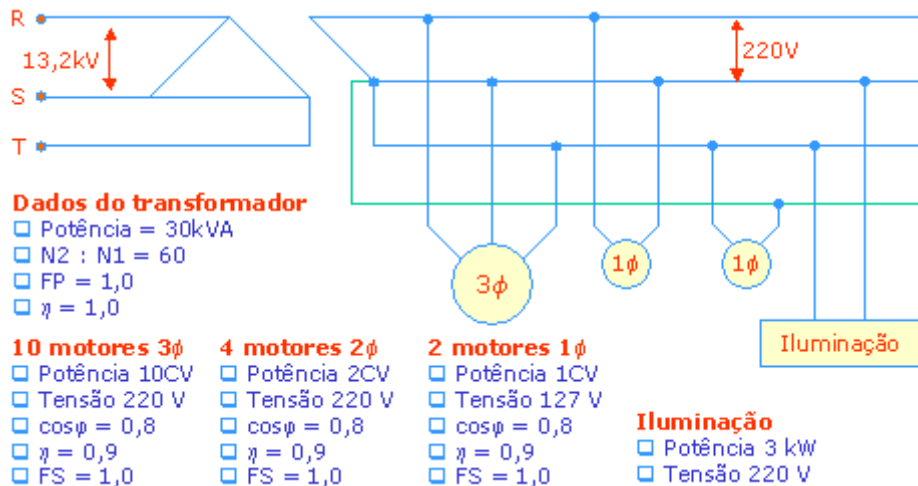
Nota: Para que haja um maior aproveitamento da potência do motor ele deve ser ligado em triângulo.



Com exceção da tensão da rede de alimentação, todos os demais são componentes que devem ser fornecidos pelos fabricantes.

### Ligando outras cargas

Em uma instalação industrial não têm somente componentes trifásicos, têm também componentes bifásicos e monofásicos. Vejamos uma instalação mais completa.



### Calculando a carga total

- ☐ Iluminação instalada = 3kW
- ☐ 10 Motores 3φ = 100CV = 7357,5W (nominal)

$$S = P \div \eta \cdot \cos\phi$$

$$S = 7357,5W \div 0,8 \cdot 0,9$$

$$S = 10218,75 \text{ VA}$$

$$Q = S \cdot \sin\phi \quad (\cos\phi = 0,8 \text{ então: } \phi = \text{Acos}(0,8) = 36,86^\circ)$$

$$Q = 10218,75VA \cdot \sin 36,86^\circ$$

$$Q = 6131,25 \text{ VAR}$$

$$P = S \cdot \cos\phi$$

$$P = 10218,75VA \cdot 0,8$$

$$P = 8175W \quad (\text{potência ativa consumida. Lembre-se somente 90\% é aproveitada}).$$

- ☐ 04 Motores 2φ = 8CV = 5886W

$$S = P \div \eta \cdot \cos\phi$$

$$S = 5886W \div 0,8 \cdot 0,9$$

$$S = 8175 \text{ VA}$$

$$Q = S \cdot \sin\phi \quad (\cos\phi = 0,8 \text{ então: } \phi = \text{Acos}(0,8) = 36,86^\circ)$$

$$Q = 8175VA \cdot \sin 36,86^\circ$$

$$Q = 4905 \text{ VAR}$$

$$P = S \cdot \cos\phi$$

$$P = 8175VA \cdot 0,8$$

$$P = 6540W \quad (\text{potência ativa consumida. Lembre-se somente 90\% é aproveitada}).$$

□ 02 Motores 1φ = 2CV = 1471,5W

$$S = P \div \eta \cdot \cos\phi$$

$$S = 1461,5 \div 0,8 \cdot 0,9$$

$$S = 2030 \text{ VA}$$

$$Q = S \cdot \sin\phi \quad (\cos\phi = 0,8 \text{ então: } \phi = \text{Acos}(0,8) = 36,86^\circ)$$

$$Q = 2030\text{VA} \cdot \sin 36,86^\circ$$

$$Q = 1218 \text{ VAr}$$

$$P = S \cdot \cos\phi$$

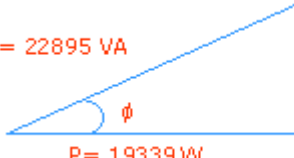
$$P = 2030\text{VA} \cdot 0,8$$

$$P = 1624\text{W} \quad (\text{potência ativa consumida. Lembre-se somente 90\% é aproveitada}).$$

Verificando o somatório das potências.

Potência ativa (W)	Potência reativa (VAr)	Potência aparente total (VA)
Iluminação = 3000W 10 Motores 3φ = 8175W 04 Motores 2φ = 6540W 02 Motores 1φ = 1624W  Carga total (W) = 19339 W	10 Motores 3φ = 6131,25VAr 04 Motores 2φ = 4095VAr 02 Motores 1φ = 1218VAr  Carga total (VAr) = 12254,25VAr	$S^2 = P^2 + Q^2$ $S^2 = 19339^2 + 12254,25^2$  $S = 22895\text{VA}$

Calculando o fator de potência da instalação

	$\cos\phi = P \div S$ $\cos\phi = 19339\text{W} \div 22895\text{VA}$ $\cos\phi = 0,85 \text{ (indutivo)}$  <p style="text-align: center;"><b>Sempre ter o controle do fator de potência.</b></p>
--	--

Calculando a intensidade das correntes na conexão Δ-Y:

De linha no secundário do transformador (ILS)	De fase no secundário do transformador (IFS)
$S = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \therefore$ $IL = S \div \sqrt{3} \cdot VL$ $IL = 22895\text{VA} \div \sqrt{3} \cdot 220\text{V}$ $ILS = 60,08$	Na conexão estrela $IF = IL \therefore$ $IFS = 60,08\text{A}$
De fase no primário do transformador (IFP)	De linha no primário do transformador (ILP)
$IFP = IFS \div 60$ $IFP = 60,08 \div 60$ $IFP = 1,0\text{A}$	$ILP = IFP \cdot \sqrt{3}$ $ILP = 1,0\text{A} \cdot \sqrt{3}$ $ILP = 1,73\text{A}$

### A potência do transformador trifásico

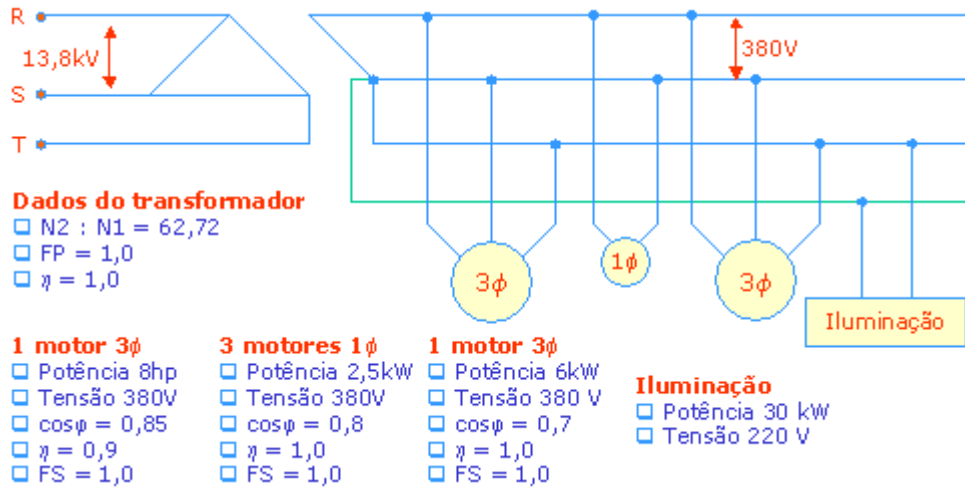
Vejamos agora as especificações de corrente do primário e secundário do nosso transformador. A saber, a capacidade de um transformador é dada em quilovolt-ampères. Assim:

$$S(\text{VA}) = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL$$

No lado primário	No lado secundário
$ILS = S(\text{VA}) \div \sqrt{3} \cdot VL$ $ILS = 30000\text{VA} \div \sqrt{3} \cdot 13200\text{V}$ $ILS = 1,32 \text{ A}$	$ILS = S(\text{VA}) \div \sqrt{3} \cdot VL$ $ILS = 30000\text{VA} \div \sqrt{3} \cdot 220\text{V}$ $ILS = 78,73 \text{ A}$

Exercícios para memorização

9- Dado o esquema elétrico e as cargas instaladas. Determine o fator de potência da instalação.



Solução:

$1,0 \text{ hp} = 745,7\text{W} \therefore 8,0 \text{ hp} = 5965,6 \text{ W}$

Iluminação = 30000W

Motor de 8,0 hp	Três motores de 2,5kW	Motor de 6kW
$S = P \div \cos\phi \cdot \eta$ $S = 5965,6 \text{ W} \div 0,85 \cdot 0,9$ $S = 7798,17\text{VA}$  $P = S \cdot \cos\phi$ $P = 7798,17\text{VA} \div 0,85$ $P = 6628,45\text{W}$  $\phi = \text{Acos}(0,85) = 31,79^\circ$  $Q = S \cdot \text{sen}\phi$ $Q = 7798,17\text{VA} \cdot \text{sen}31,79^\circ$ $Q = 4107,94\text{Var}$	$P = 7500\text{W}$  $S = P \div \cos\phi \cdot \eta$ $S = 7500 \text{ W} \div 0,8$ $S = 9375\text{VA}$  $\phi = \text{Acos}(0,8) = 36,87^\circ$  $Q = S \cdot \text{sen}\phi$ $Q = 9375\text{VA} \cdot \text{sen}36,87^\circ$ $Q = 5625\text{Var}$	$P = 6000\text{W}$  $S = P \div \cos\phi \cdot \eta$ $S = 6000 \text{ W} \div 0,7$ $S = 8571,42\text{VA}$  $\phi = \text{Acos}(0,7) = 45,53^\circ$  $Q = S \cdot \text{sen}\phi$ $Q = 8571,42\text{VA} \cdot \text{sen}45,53^\circ$ $Q = 6121,23\text{Var}$

Potência ativa total (W) = 6628,45W + 7500W + 6000W + 30000W = 50128,45W

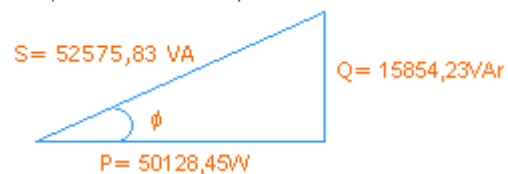
Potência reativa total (VAr) = 4107,94VAr + 5625VAr + 6121,23VAr = 15854,23VAr

Potência aparente

$S^2 = P^2 + Q^2$

$S^2 = 50128,45^2 + 15854,23^2$

$S = 52575,83\text{VA}$



Fator de potência =  $\cos\phi = P \div S$

Fator de potência =  $\cos\phi = 50128,45\text{W} \div 52575,83\text{VA}$

Fator de potência =  $\cos\phi = 0,95$

www.clubedaeletronica.com.br

Todos sabem o que acontece a uma pessoa que fica no meio do caminho: acaba atropelada.

Aneurin Bevan

Referências bibliográficas:

- Gussow, Miltom. Eletricidade básica – São Paulo. Schaum McGraw-Hill, 1985.
- Revista saber eletrônica, comandos elétricos nº 352 maio/2002.