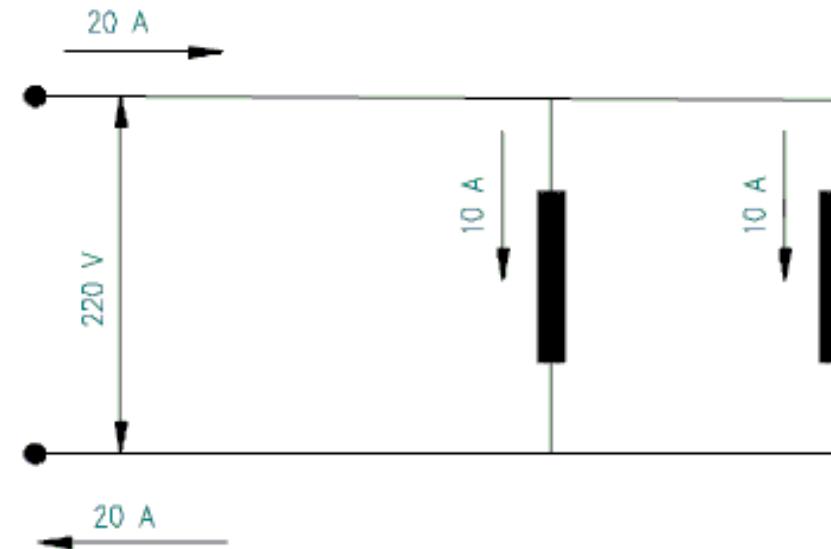
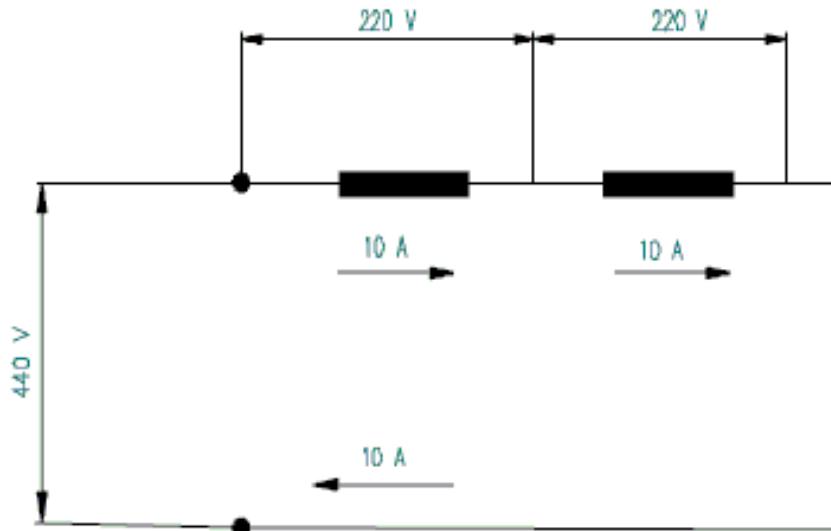




1.4 SISTEMA ELÉTRICO

1.4.1 Sistema de Corrente Alternada Monofásico:



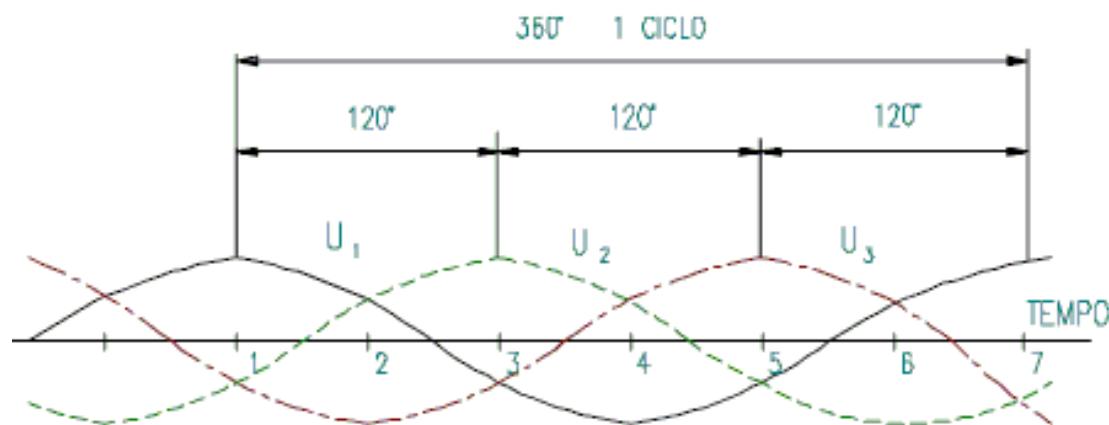
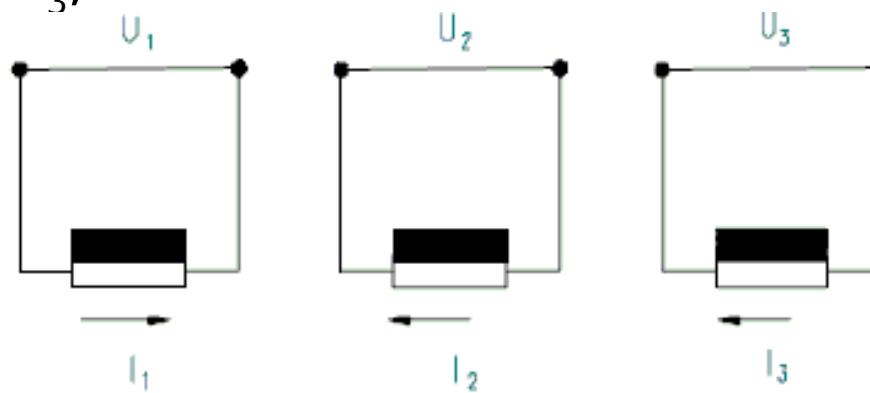
LIGAÇÃO EM SÉRIE: as cargas são percorridas pela mesma corrente. Neste caso, a tensão em cada carga será a metade da tensão da fonte.

LIGAÇÃO EM PARALELO: as cargas possuem a mesma tensão da fonte. Neste caso, a corrente em cada carga será a metade da corrente da fonte.



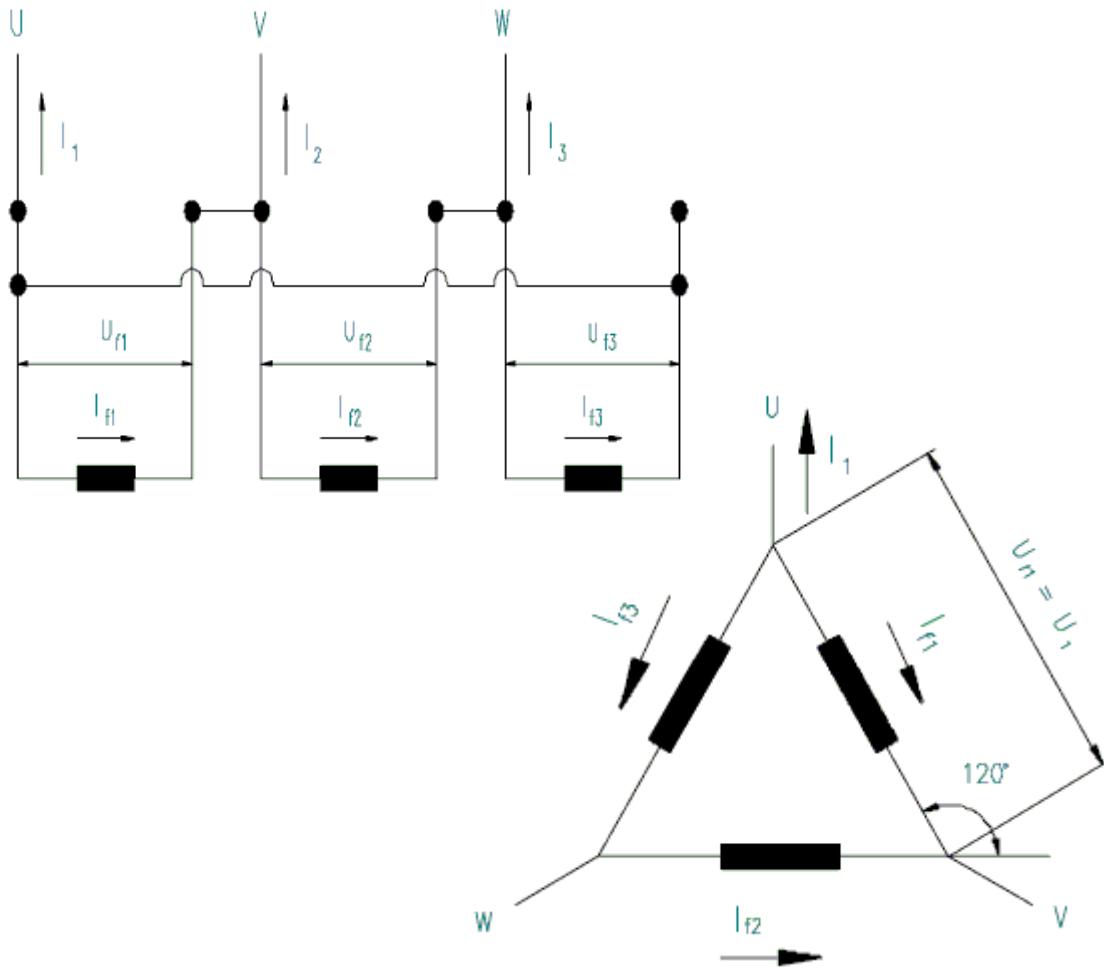
1.4.2 Sistema de Corrente Alternada Trifásico:

É formado pela associação de três sistemas monofásicos de tensões U_1 , U_2 e U_3 , defasadas entre si de 120° .





a) LIGAÇÃO EM TRIÂNGULO



Exemplo:

Tem-se $U_f = U_1 = 220V$. Se I_L for igual a 10A. Qual a corrente em uma fase?

$$\text{Ifase} = 10 / 1,732 = 5,77\text{A}$$

- A tensão entre dois dos três fios é chamada de **tensão de linha** (U_L).

- A tensão de fase é igual a tensão de linha, isto é:

$$U_L = U_{\text{fase}}$$

- A corrente de linha (I_L) é igual a soma das correntes em duas fases ligadas a este fio, isto é:

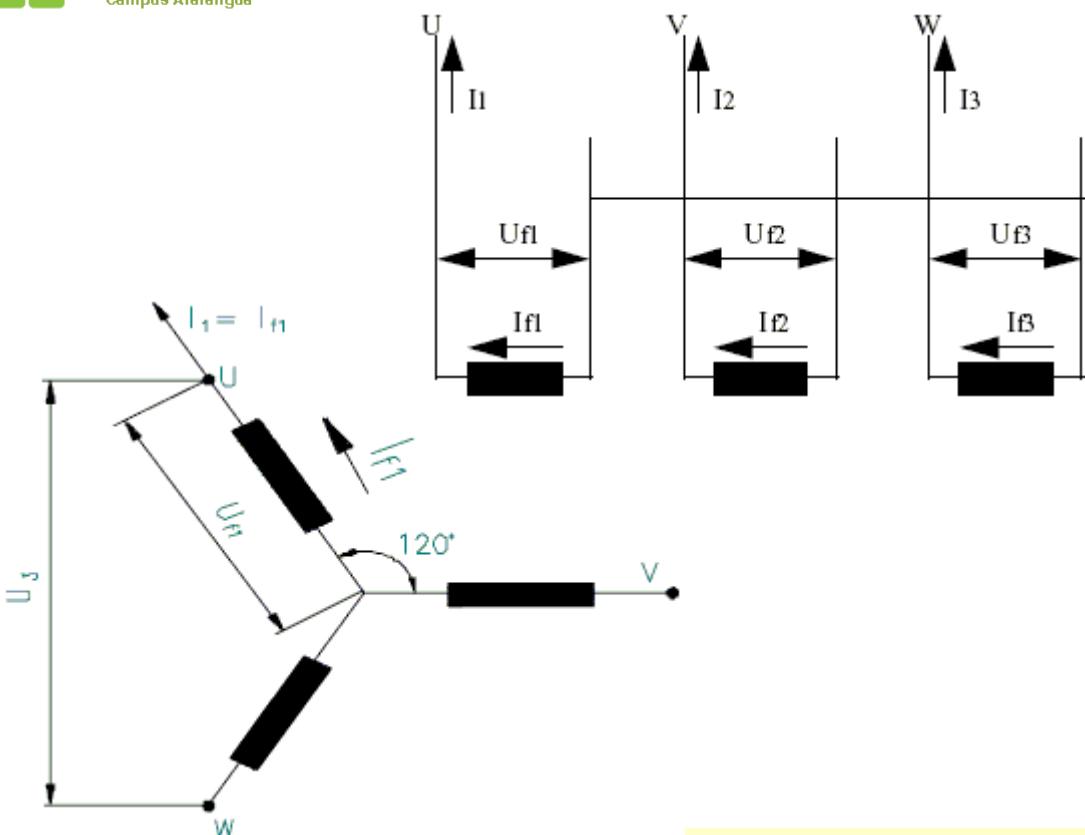
$$I_L = I_{\text{fase}}_1 + I_{\text{fase}}_2$$

ou ainda:

$$I_L = \text{Ifase} \times \sqrt{3}$$



b) LIGAÇÃO EM ESTRELA



Exemplo:

Tem-se uma carga equilibrada trifásica, cada carga é feita para ser ligada a uma tensão de 220V, absorvendo 5,77A. Qual a tensão nominal do sistema trifásico? E qual a corrente de linha?

$$U_L = U_{fase} * 1,732 = 380V \text{ e}$$
$$I_L = I_{fase} = 5,77A$$

- A **corrente** em cada fio da **linha** é a mesma corrente da **fase** à qual está ligado, ou seja:

$$I_L = I_{fase}.$$

- A tensão de linha (U_L) é igual a soma das tensões em duas fases ligadas a este fio, isto é:

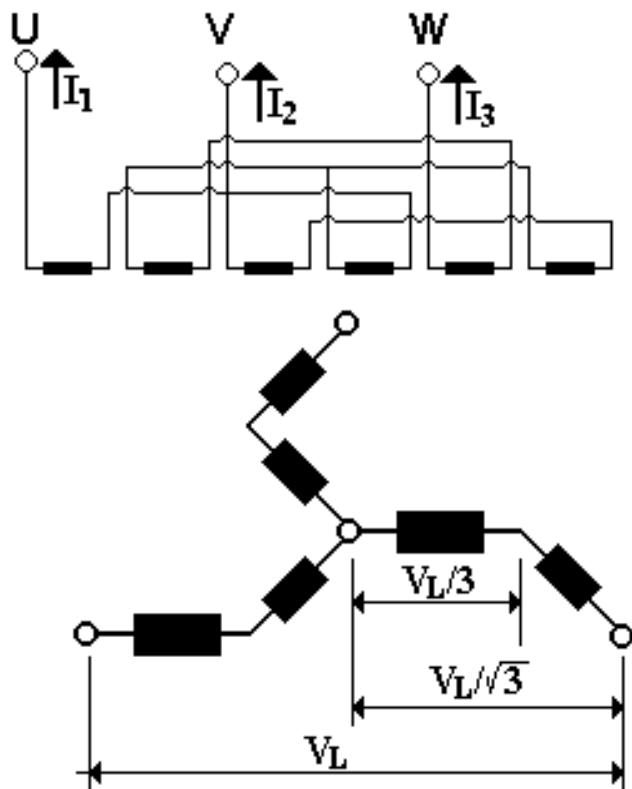
$$U_L = U_{fase\ 1} + U_{fase\ 2}$$

ou ainda:

$$U_L = U_{fase} \times \sqrt{3}$$



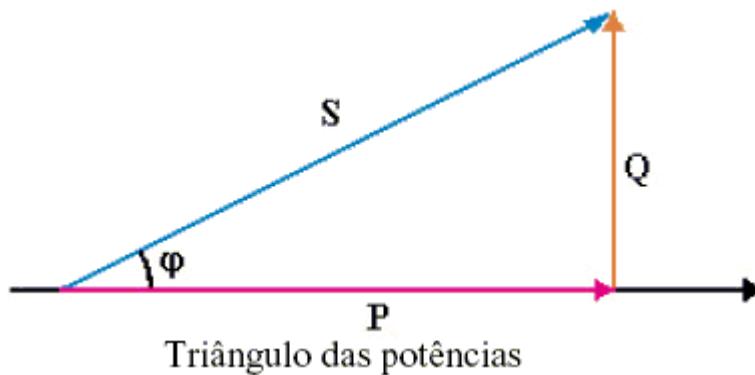
c) LIGAÇÃO ZIG-ZAG



- Possibilita atenuar a 3^a. harmônica.
- Possibilita obter três tensões:
 $\mathbf{V_L}$; $\mathbf{V_L}/\sqrt{3}$; $\mathbf{V_L}/3$
- O enrolamento é maior, e por isto é mais caro.



1.4.3 Potências:



P – é aquele realmente utilizada em um equipamento.

- Sistema **monofásico**:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \phi$$

- Sistema **trifásico**:

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \phi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \phi$$

S – Potência Aparente, VA.
P – Potência Ativa ou Útil, W.
Q – Potência Reativa, Var.

Q – não contribui na conversão de energia.

- Sistema **monofásico**:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \phi$$

- Sistema **trifásico**:

$$Q = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \sin \phi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \sin \phi$$

S – é a soma vetorial de P e Q.

Módulo: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ $S = U \cdot I$ (monofásico)

Ângulo: $\Phi = \arccos \left(\frac{P}{S} \right)$ $S = 3 \cdot U_f \cdot I_f = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$ (trifásico)

FP = cos φ = P/S

$S = P / \cos \phi = Q / \sin \phi$



Tabela para determinação dos valores de tensão, corrente, potência e fator de potência de transformadores em função do tipo de ligação.

Determinação	Estrela	Triângulo	Zig-zag
Tensão de Linha	U/L	U/l	UL
Tensão no enrolamento	$U/L \sqrt{3}$	U/l	$UL \sqrt{3}$
Corrente de linha	I/L	IL	IL
Corrente de enrolamento	I/L	$IL/\sqrt{3}$	IL
Ligações dos enrolamentos			
Esquemas			
Potência Aparente	KVA	$S = 3.U_f.I_f = \sqrt{3}.U_L.I_L$	
Potência Ativa	KW	$P = 3.U_f.I_f \cos\phi = \sqrt{3}.U_L.I_L \cos\phi$	
Potência Reativa	KVAr	$Q = 3.U_f.I_f \sin\phi = \sqrt{3}.U_L.I_L \sin\phi$	
Potência absorvida da rede primária	KVA	$S_p = \text{kVA (nominais)} / \eta \text{ (Rendimento)}$	
Fator de Potência do primário		$\cos\phi_1 = \cos\phi_2 \cdot (100 - e_y) - er$ (*)	
Fator de Potência do secundário		Do projeto de instalação ($\cos\phi_2$)	
(*) e_y = Tensão de curto-círcuito er = componente da tensão de curto-círcuito			



Exercício:

Calcule a potênci a aparente requerida por dois equipamentos com fator de potênci diferentes:

	Aparelho 1	Aparelho 2
$P [W] =$	1000	1000
$\cos (\phi) =$	0,5	0,92
$S [VA] =$		

Lembre-se, um transformador é dimensionado pela **potênci a aparente**, por isto é importante um **fator de potênci ELEVADO**.

As concessionários cobram elevadas **multas** para fatores de potênci inferiores a **0,92**.