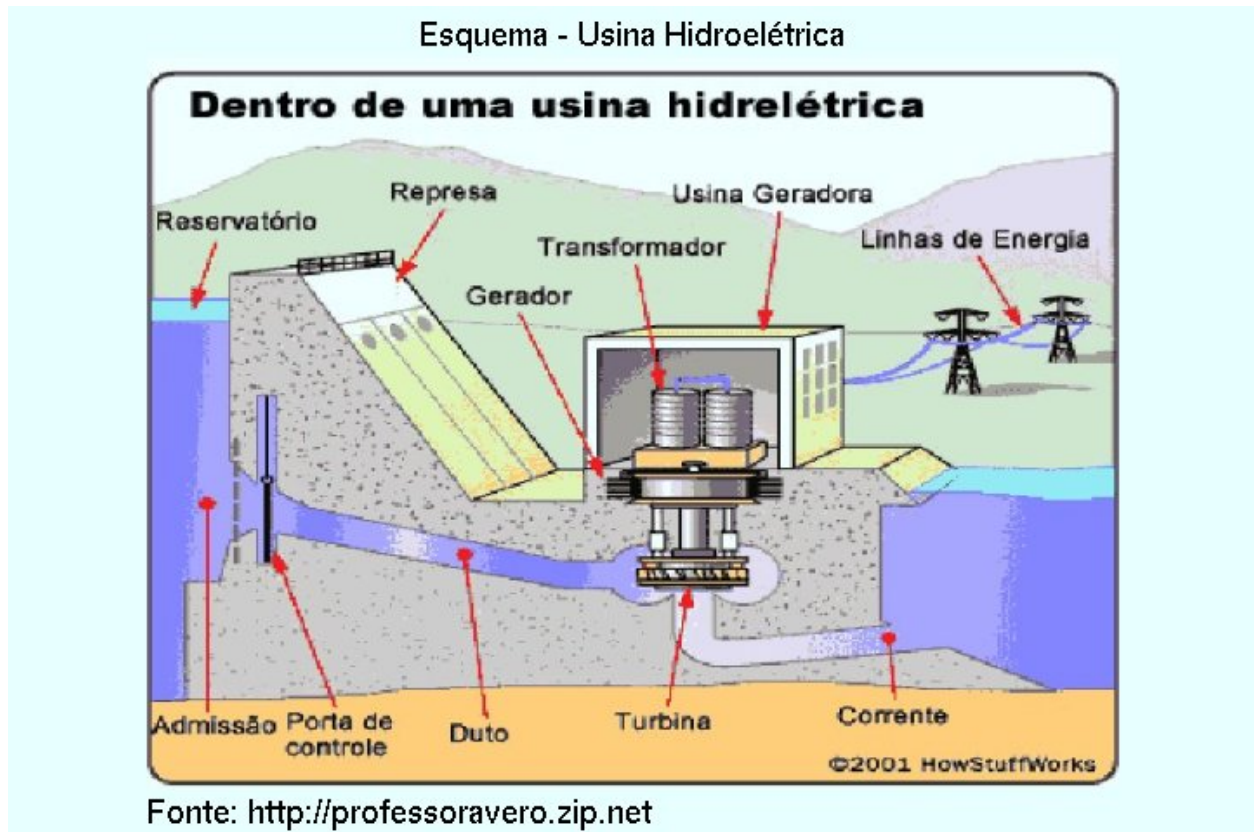
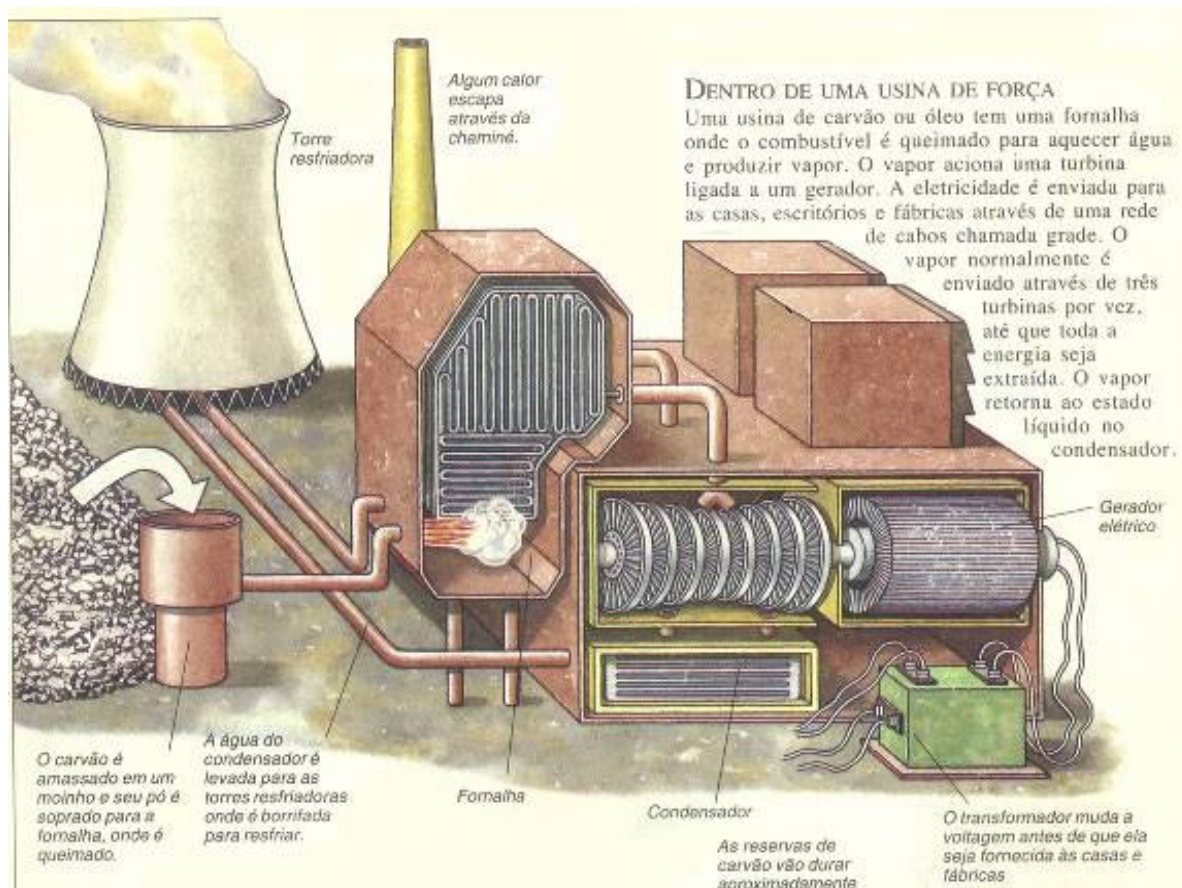


Existem diversas maneiras de se gerar energia elétrica. No mundo todo, as três formas mais comuns são por queda d'água (hidroelétrica), pela queima de carvão (termoelétrica) e por reação nuclear.

Na figura abaixo está representado o funcionamento de uma usina hidroelétrica. Observe que a água provém de um reservatório (admissão), segue por um duto e alcança a turbina, provocando o seu giro. Ao girar, a turbina provoca o giro solidário (conjunto) do gerador. Ao girar o gerador, obtém-se a Diferença de Potencial (DDP) nos seus terminais, isto é, a energia elétrica. Antes de disponibilizar a energia elétrica na rede (linhas de energia) esta deve ser tratada, ou seja, colocada em níveis adequados de transmissão em termos de tensão e corrente. Isto é feito pelo transformador.

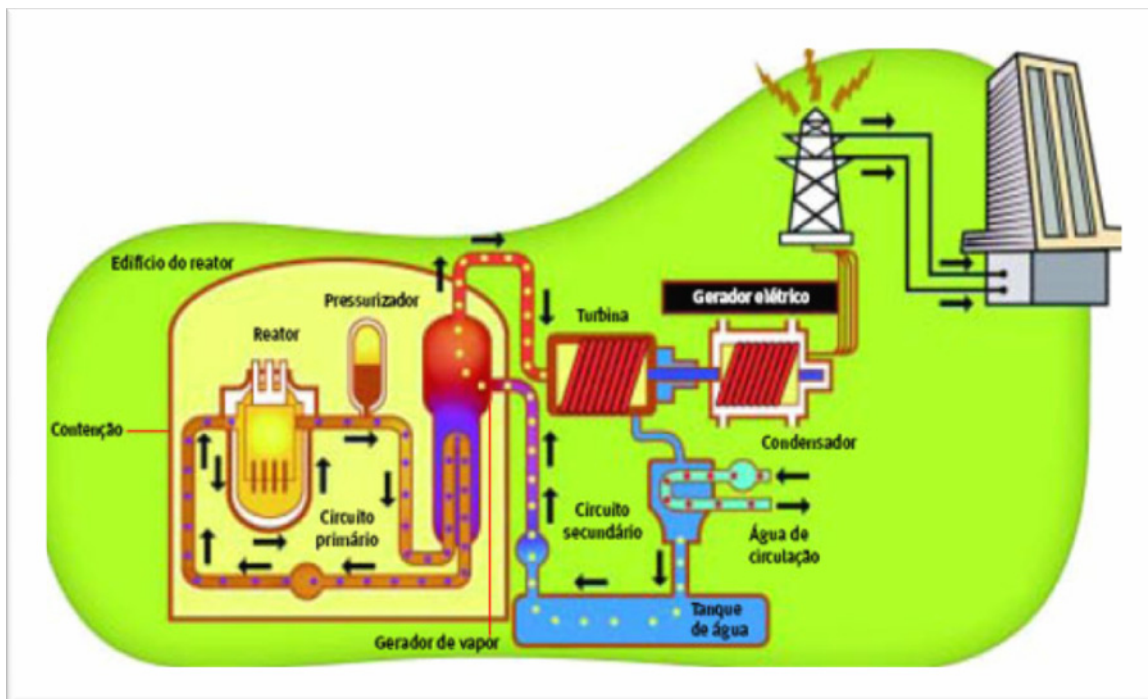


A segunda forma de se gerar energia elétrica é por meio da queima de combustível, no caso o carvão vegetal. Estas usinas são chamadas termoelétricas, pois convertem a energia calorífica proveniente da queima do combustível em energia elétrica. O princípio de funcionamento de uma usina termoelétrica está representado na figura abaixo.



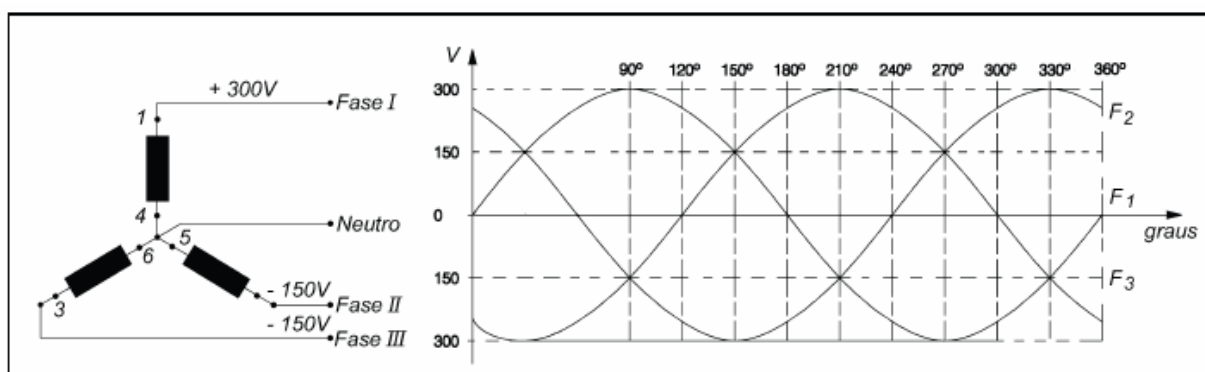
A fornalha é o centro do processo de conversão de energia, pois é ali que a energia calorífica do carvão vai se transformar em energia em forma de vapor de água e este vapor irá por sua vez acionar uma turbina, que está ligada a um gerador, de forma semelhante à usina hidroelétrica. A energia ali gerada será transformada antes de ser disponibilizada aos consumidores residenciais, comerciais e industriais.

O terceiro processo por meio do qual se gera energia elétrica é a conversão da energia nuclear em energia elétrica. Na verdade o processo em si baseia-se na conversão de toda a energia obtida através da reação nuclear em energia térmica que irá aquecer a água e esta por sua vez gerará vapor que irá impulsionar uma turbina à qual está ligado um gerador elétrico. No edifício do reator fica além do reator propriamente dito, também o gerador de vapor.

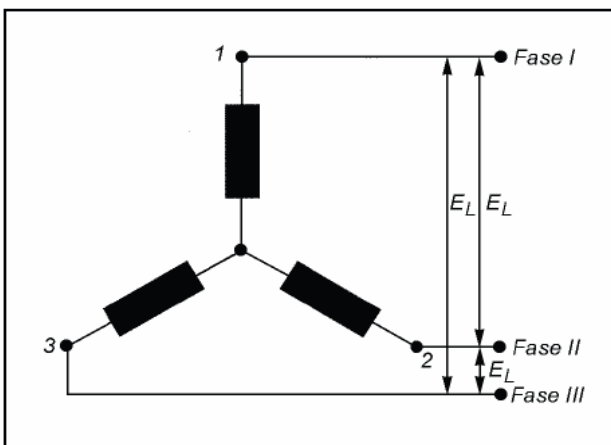
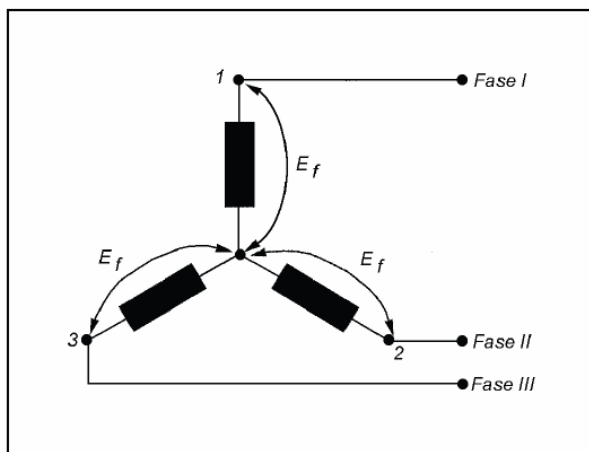


A geração de Energia Elétrica em três fases (Trifásica)

Quando vamos elaborar um projeto de instalação elétrica industrial temos que avaliar qual é a disponibilidade de energia elétrica que abastece a região onde será instalada a empresa. Assim, é importante compreender o que é a tensão trifásica. Observe na figura abaixo que o gerador possui três enrolamentos ligados em forma de uma estrela. Observe também que as três bobinas possuem um ponto comum de interligação com as demais fases. Dessa maneira, a soma das tensões em qualquer momento que se analise é igual a zero. Na figura a seguir apresenta-se um gerador com três enrolamentos ligados em estrela. Observe que este é um gerador a quatro fios, pois tem-se três fases e um neutro. Observe ainda a distribuição das tensões pelas três fases do sistema. Se for somado o valor algébrico da tensão em qualquer momento, este será igual a zero. A variação da tensão ocorre na forma de uma senóide, motivo pelo qual é chamada de senoidal.



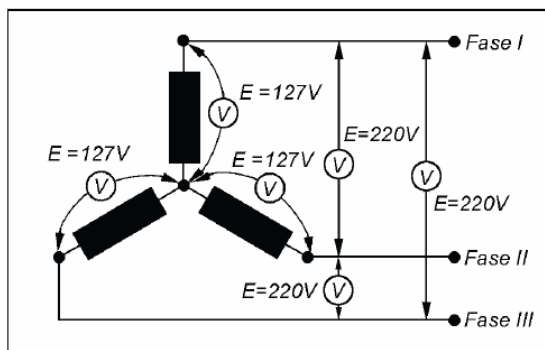
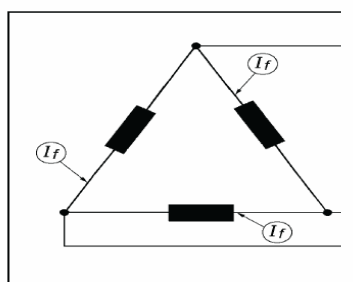
A tensão entre os terminais de uma única bobina é denominada tensão de fase (E_f) e a tensão entre os terminais de duas bobinas diferentes é denominada tensão de linha (E_L).



O cálculo do valor das tensões de fase e de linha é feito utilizando-se a fórmula abaixo:

$$E_f = \frac{E_L}{\sqrt{3}} \quad \text{ou} \quad E_f = \frac{E_L}{1,73}$$

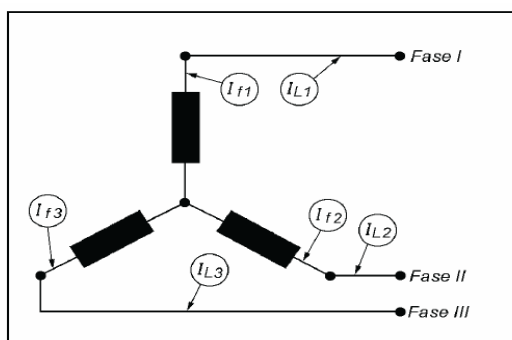
No exemplo abaixo pode se observar o cálculo da tensão de linha com base na tensão de fase. Observe que é daí que provém o valor mais comum das tensões residenciais e comerciais (127 e 220V).



$$E_L = 127 \cdot 1,73 = 219,71 = 220V$$

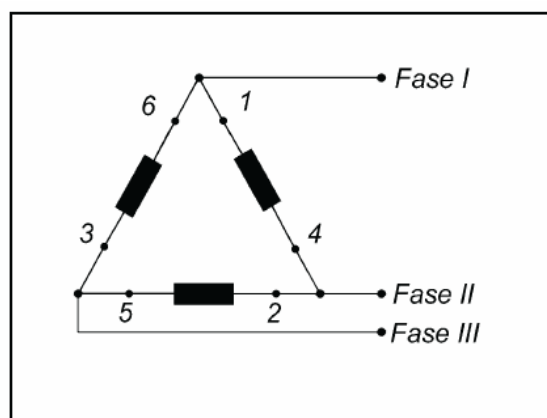
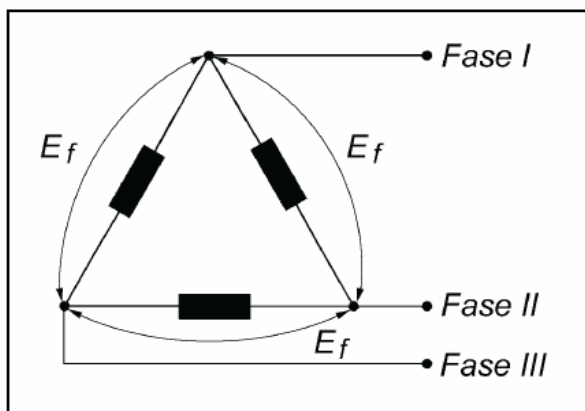
Cálculo de tensão trifásica

Observe na figura abaixo que temos três tensões de fase e três tensões de linha

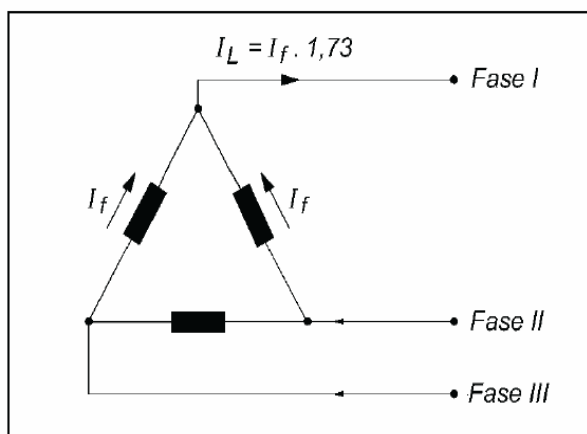
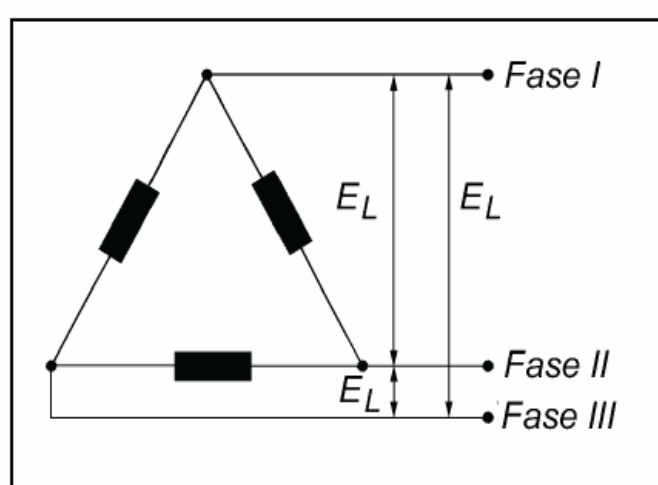
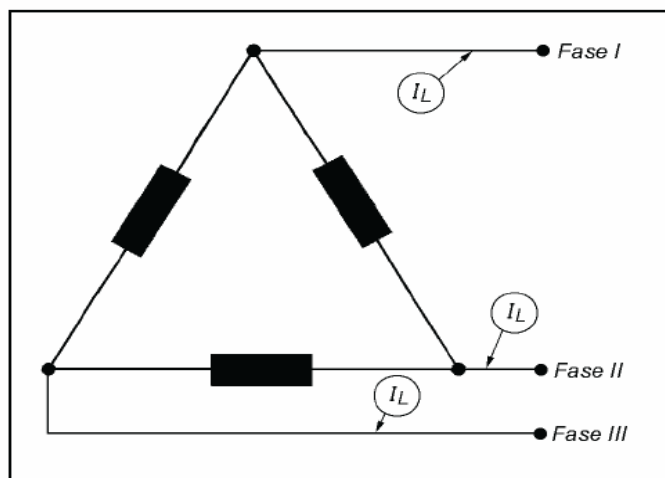


Outra forma de se interligar as bobinas de um gerador é denominada triângulo. Esta configuração possui algumas características importantes:

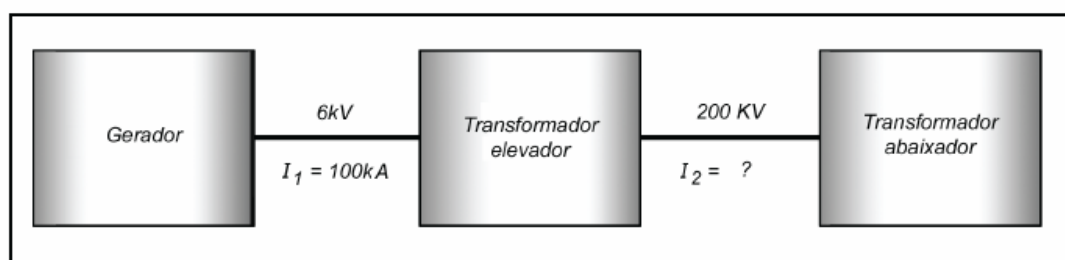
- Cada condutor externo é comum a duas bobinas.
- A cada instante um dos condutores é o de entrada e os outros dois de retorno.
- Como as correntes estão defasadas 120° , a corrente de linha é igual à corrente de fase multiplicada por 1,73 ($\sqrt{3}$)



Tal como ocorre na configuração estrela, neste caso teremos também a presença de tensões de linha e de fase e os cálculos também seguirão a mesma lógica anterior.



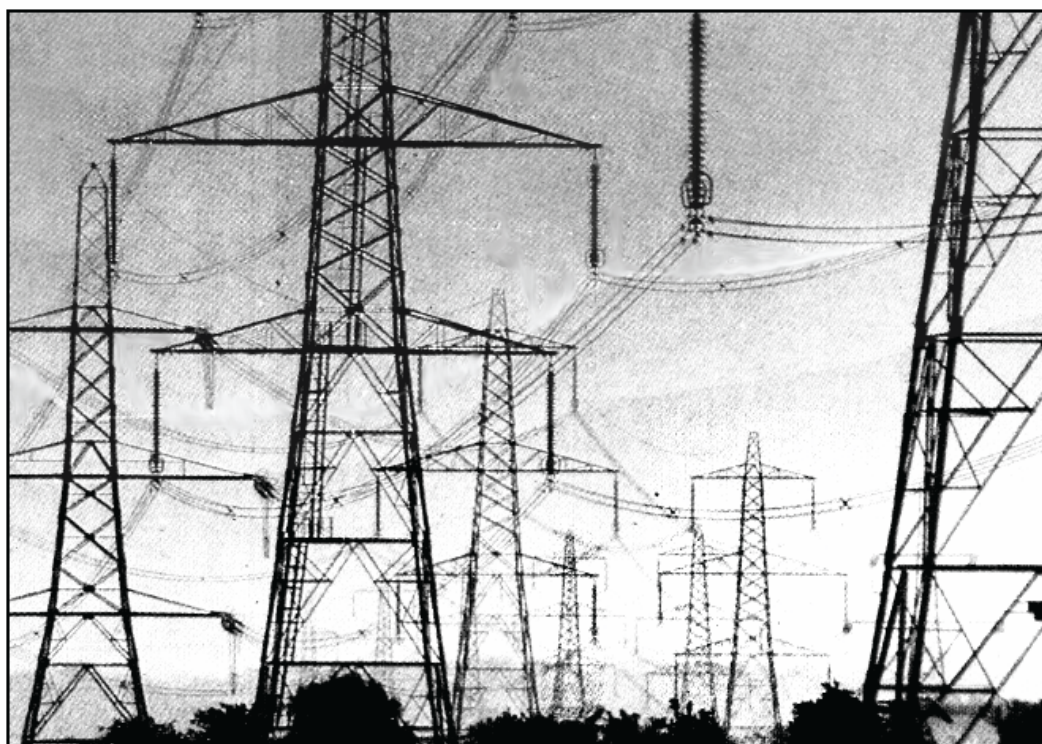
- A transmissão de energia elétrica é feita em diversas etapas e de diversas formas.
- Pode ser feita em alta ou ultra alta tensão (AT ou UAT) e em CC ou CA, sendo esta a mais comum.
- A razão de se transmitir em AT ou UAT é permitir que o valor da corrente seja baixo o suficiente para reduzir a dimensão dos cabos, proporcionando economia e significativa redução de peso. A figura abaixo apresenta o cálculo de corrente de transmissão em função da



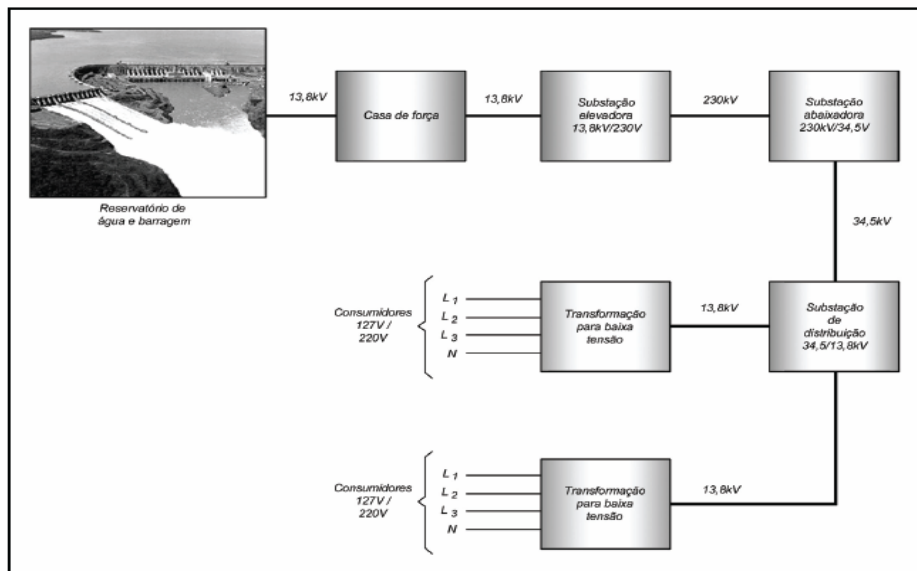
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad I_2 = \frac{I_1 \cdot E_1}{E_2} = \frac{100 \cdot 6}{200} \quad I_2 = 3kA$$

tensão.

As linhas de transmissão conduzem a energia elétrica até os consumidores de todos os tipos.



- Para determinar o valor da tensão de transmissão são considerados vários fatores como:
 - A distância entre a usina e os consumidores
 - O trajeto
 - A segurança
 - A potência solicitada



Os sistemas de distribuição devem ser definidos em função da natureza dos consumidores, dos limites de utilização da fonte disponível, considerando ainda a tensão do sistema.

Outro parâmetro de extrema importância é a potência em sistemas elétricos. O cálculo da potência disponível é feito com base nas seguintes fórmulas.

$$\begin{aligned}
 &\text{Potência aparente} \\
 &S = E_L \cdot I_f \cdot \sqrt{3} \\
 &\text{Potência ativa} \\
 &P = S \cdot \cos \varphi
 \end{aligned}$$

Lembrando sempre que o valor realmente disponível de potência é a potência ativa, onde se utiliza o cosseno do ângulo formado pelo “triângulo das potências” que é simbolizado por φ

Segundo a norma NBR 5473, as tensões até 1000 V são consideradas baixas tensões e esse é nosso campo de estudo.

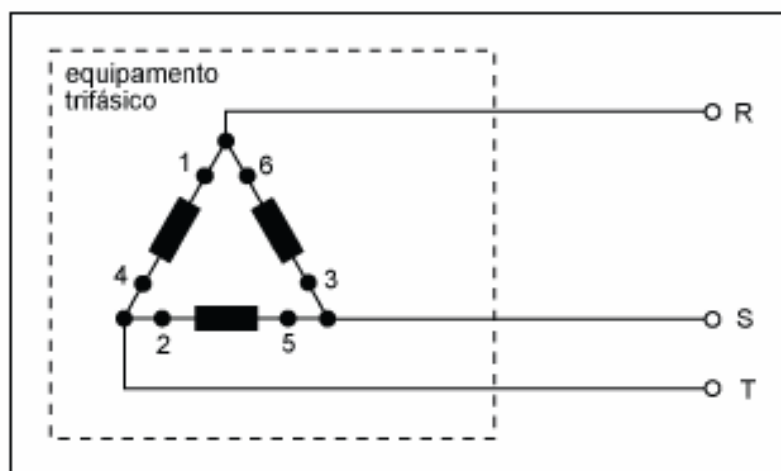
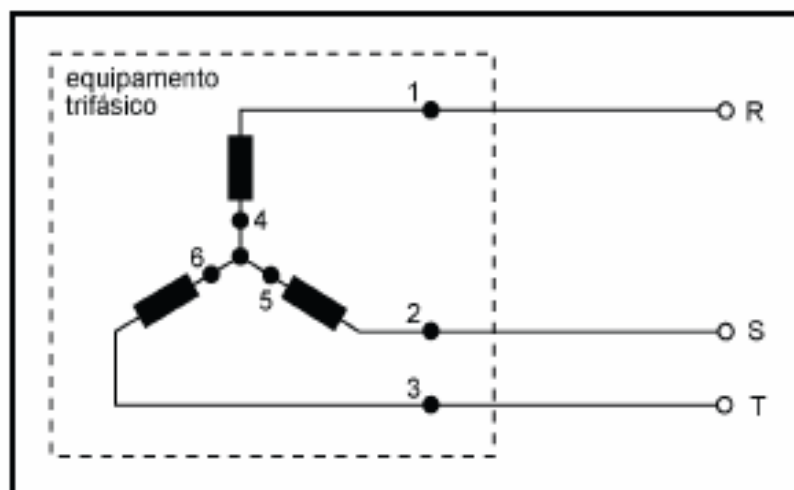
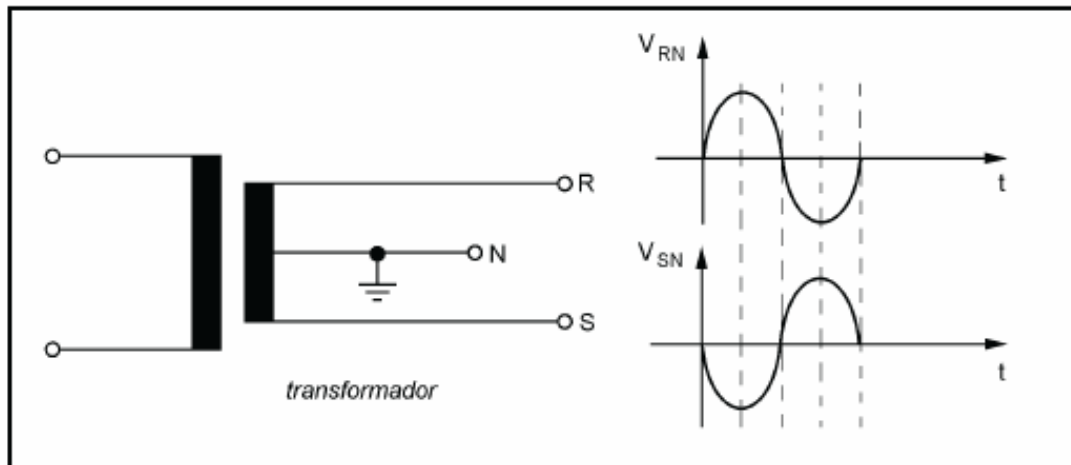
A NRB 5410 (item 4.2.2) considera três sistemas para distribuição de energia:

Monofásico

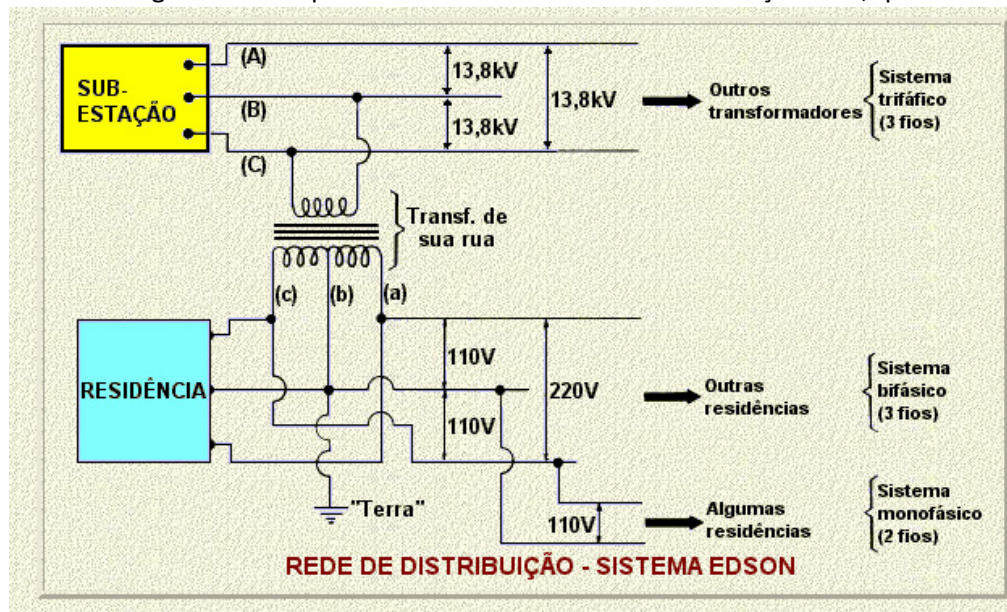
- Utiliza 2 ou 3 fios.
- Caso seja de 3 fios, possuirá duas fases e um neutro
- Bifásico
 - Utiliza 3 condutores

- É simétrico
- Trifásico
 - Utiliza 3 ou 4 fios.

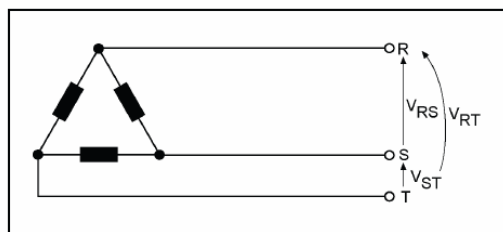
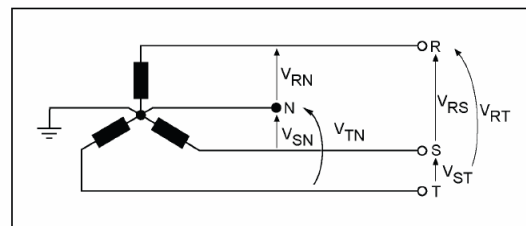
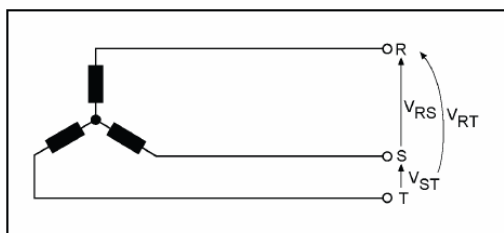
Podem ser fechados em estrela ou triângulo.



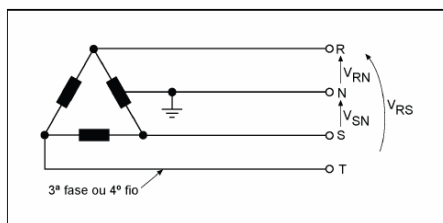
A energia elétrica é entregue em pontos próximos aos consumidores denominados sub-estações. Nestes locais, por meio de transformadores a tensão elétrica será tratada e rebaixada a valores que podem ser transmitidos até os consumidores finais. A figura abaixo apresenta o Sistema Edson de Distribuição final, que é o mais adotado no Brasil.



As três fases do sistema de distribuição são denominadas R, S e T. Nestas três linhas teremos disponível a tensão necessária para alimentar todos os equipamentos e utilidades do estabelecimento industrial.



$$V_{RS} = V_{RT} = V_{ST}$$



$$V_{FN} = \frac{V_{FF}}{2} = V_{RN} = V_{SN}$$