

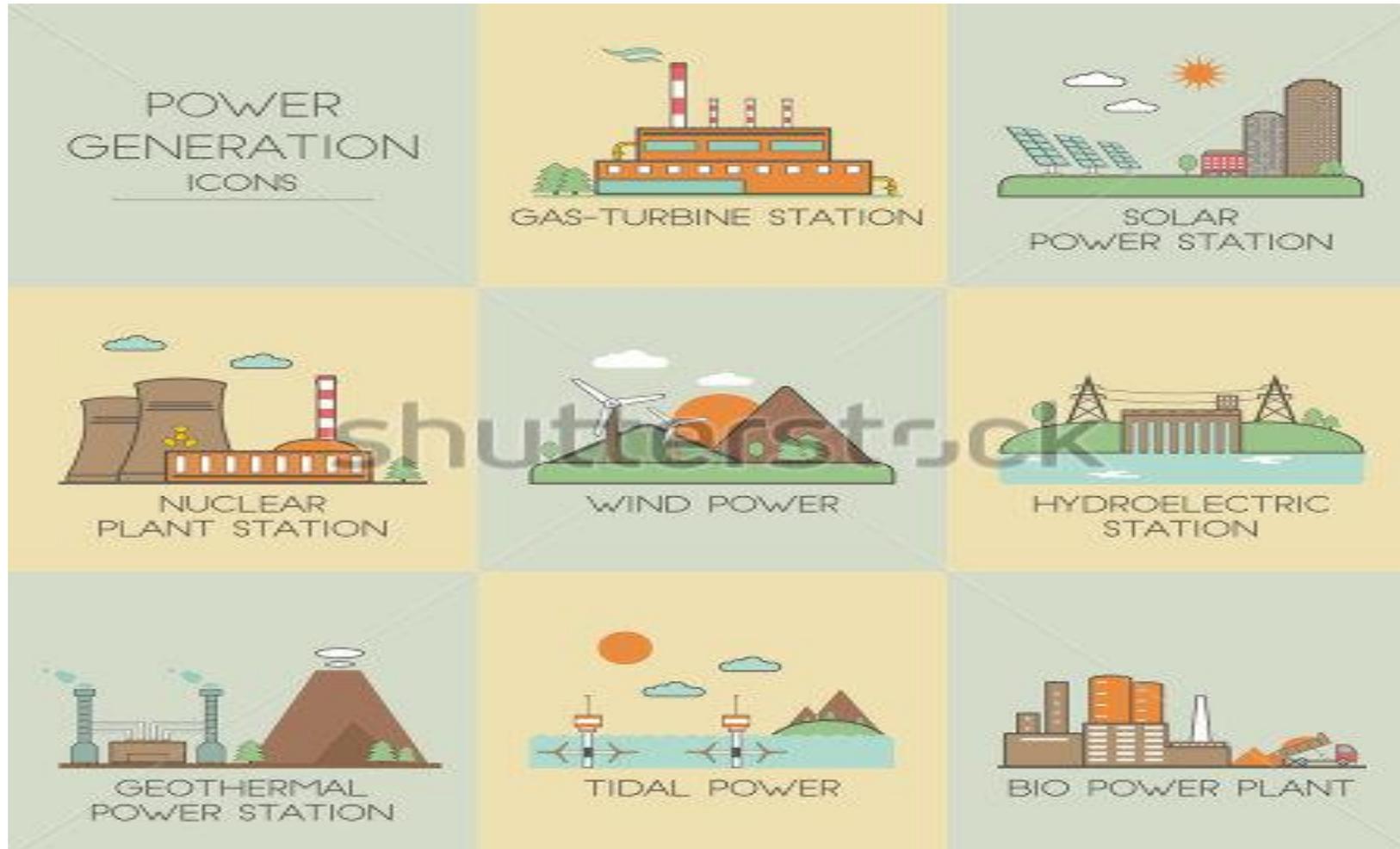
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA IDC E PDU.

Energia Elétrica

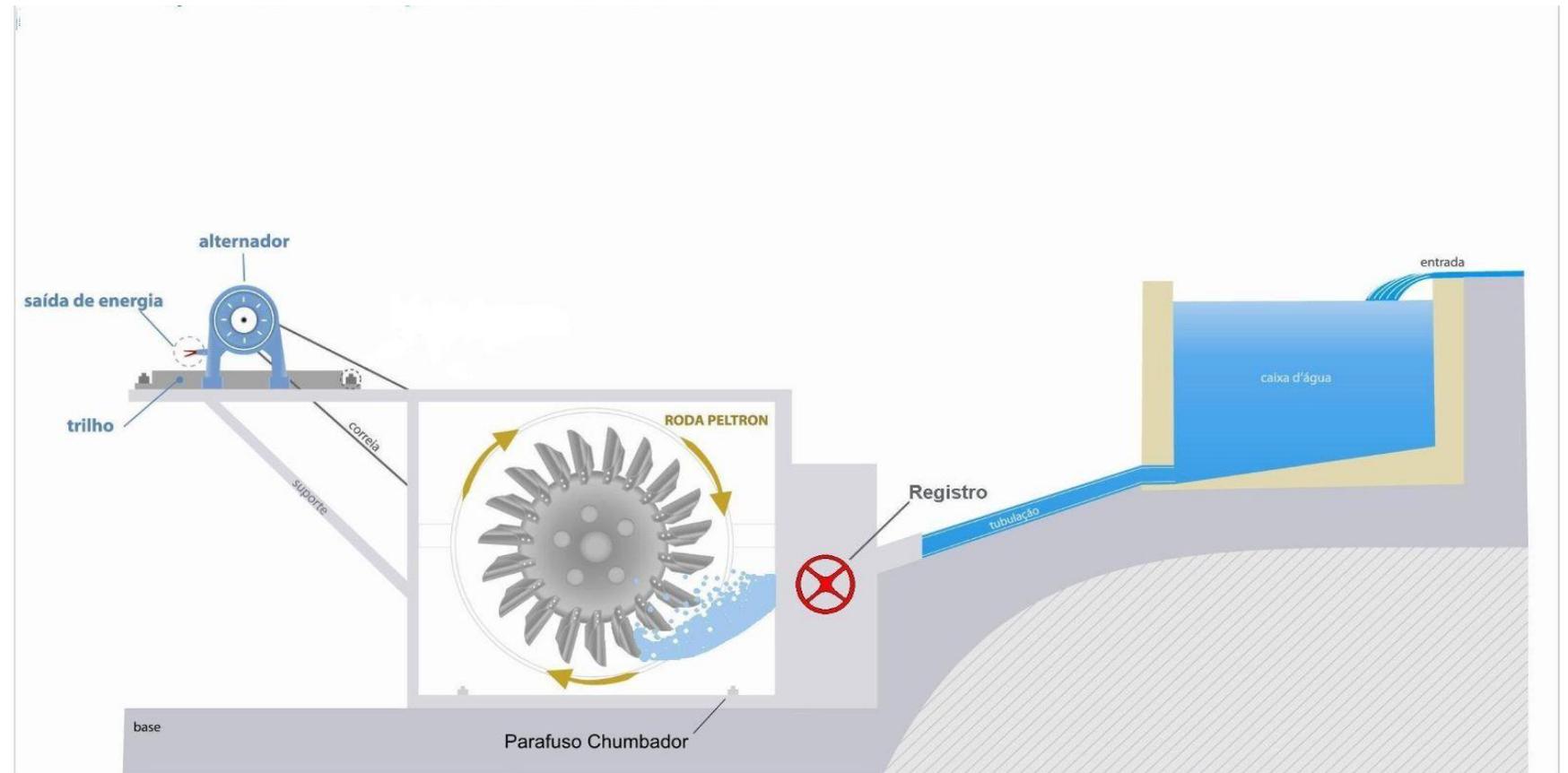
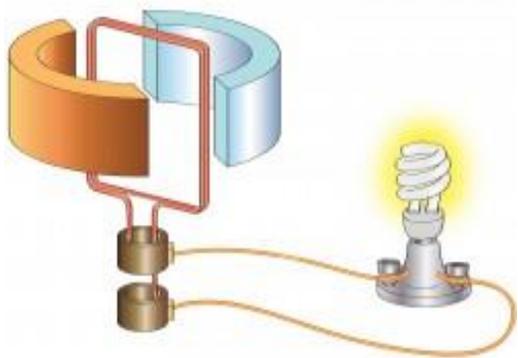
A energia elétrica passa por 3 principais etapas:

- Geração
- Transmissão
- Distribuição

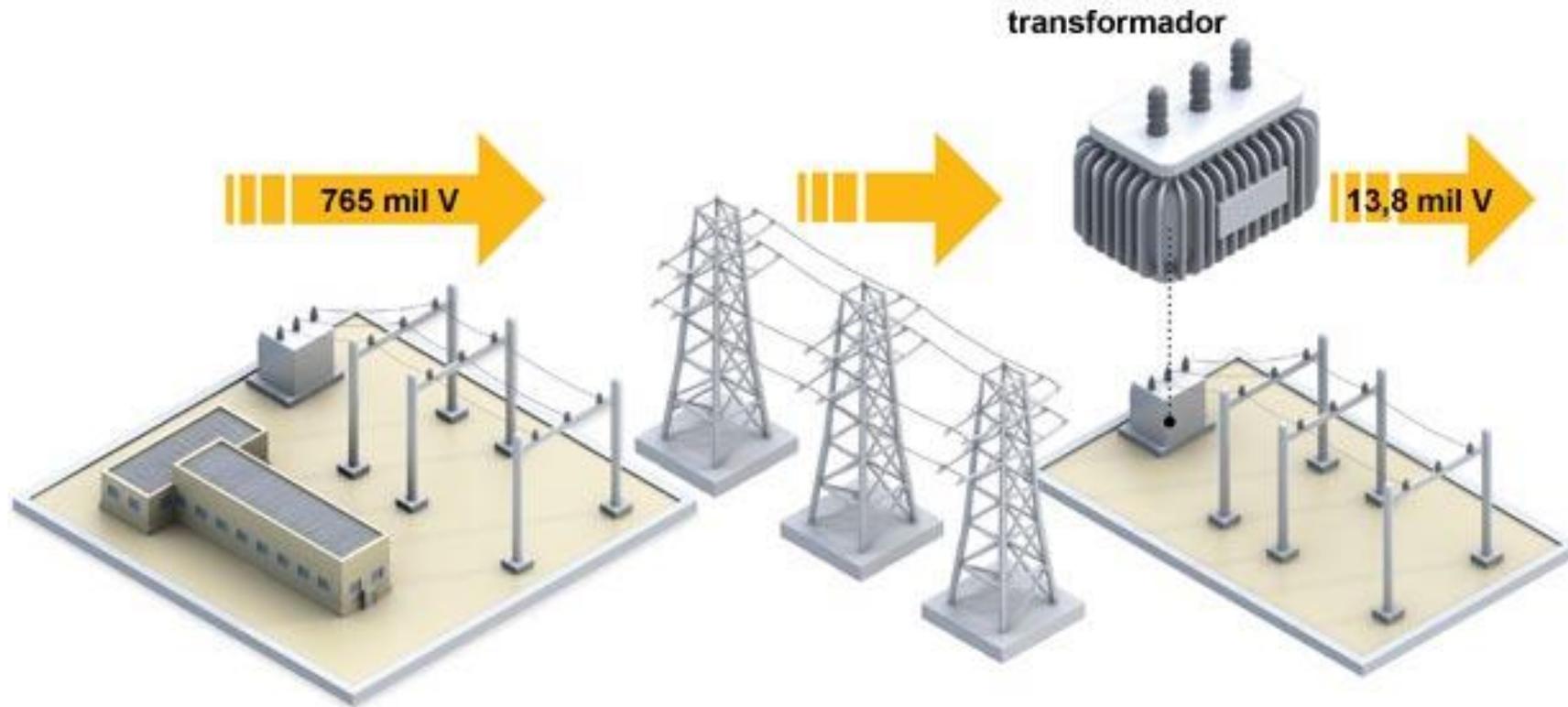
Geração de energia elétrica:



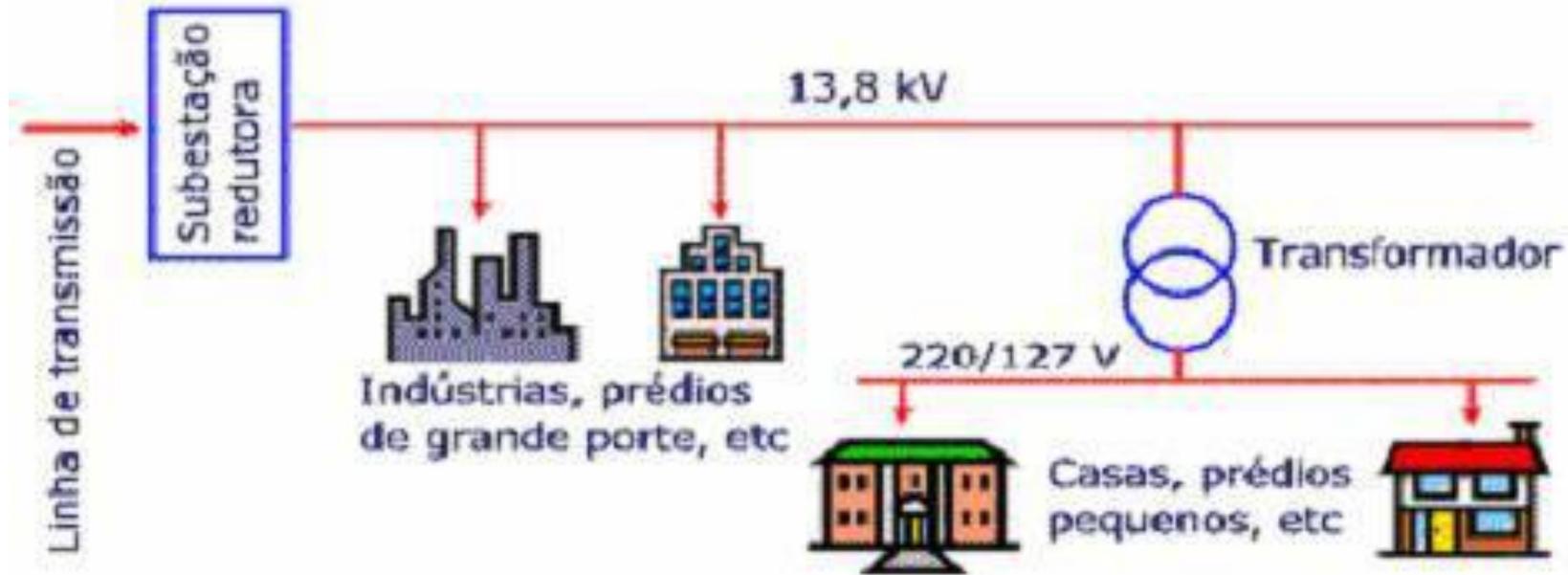
A energia elétrica é produzida a partir da energia mecânica de rotação de um eixo de uma turbina que movimenta um gerador.



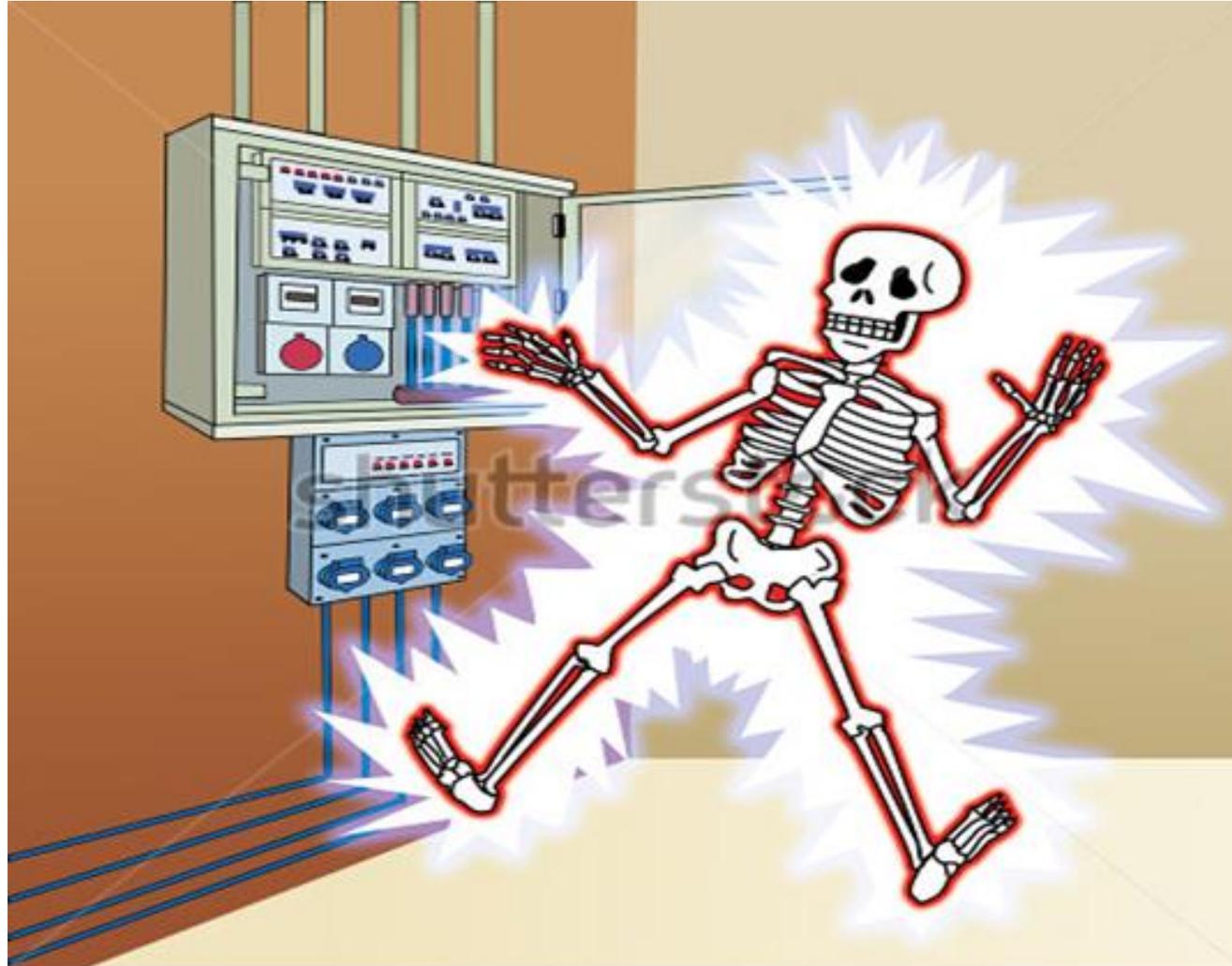
Transmissão de energia



Distribuição de energia



Choque eléctrico:



Choque Elétrico

Efeitos:

0,5 mA a 1 mA = Sensação perceptível;

1 mA a 16 mA = Parada Respiratória, queimaduras;

20 mA a 100 mA = Ataque Cardíaco, queimaduras;

100 mA a 2 A = Parada Cardíaca, mortal

3 A = Mortal.

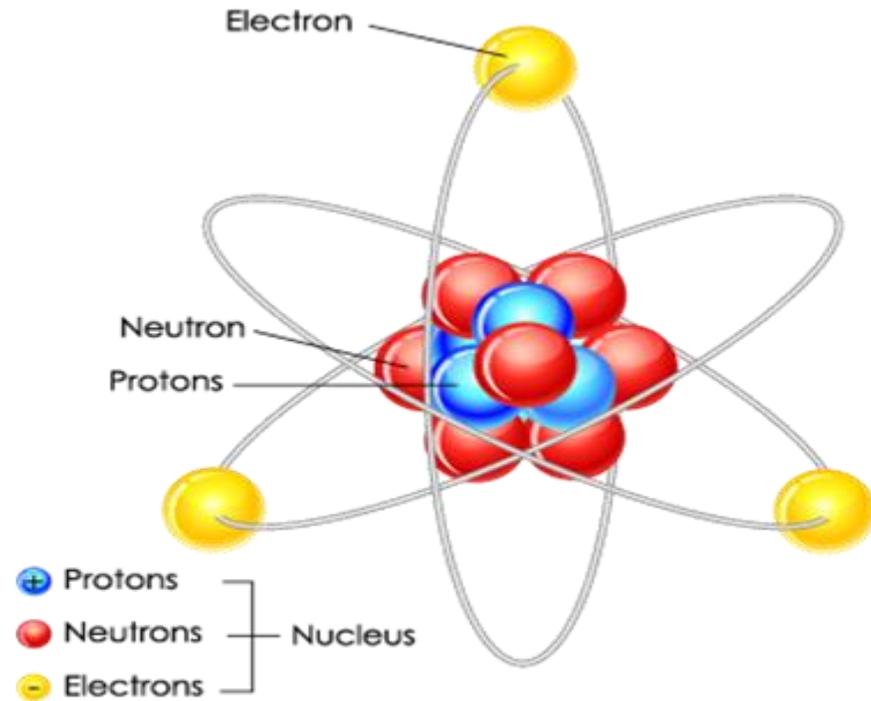
Choque Elétrico

- Causas mais frequentes:
- Contato com condutores energizados;
- Fontes de equipamentos eletrônicos;
- Equipamentos sem aterramento ou aterramento deficiente;
- Cargas estáticas acumuladas por atrito
- Etc.

Choque Elétrico

- Prevenção:
- Conhecimento da Norma Regulamentadora de Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade – NR10 (Ministério do Trabalho);
- Manter área de trabalho sempre limpa e seca;
- Não trabalhar próximos de circuitos elétricos em ambientes úmidos;
- Verificar todos os fios de para ver se não estão danificados, rachados, cortados ou quebrados;
- Não sobrecarregar tomadas com adaptadores elétricos;
- Evitar manutenção de equipamentos eletroeletrônicos enquanto estes estiverem alimentados por energia elétrica;

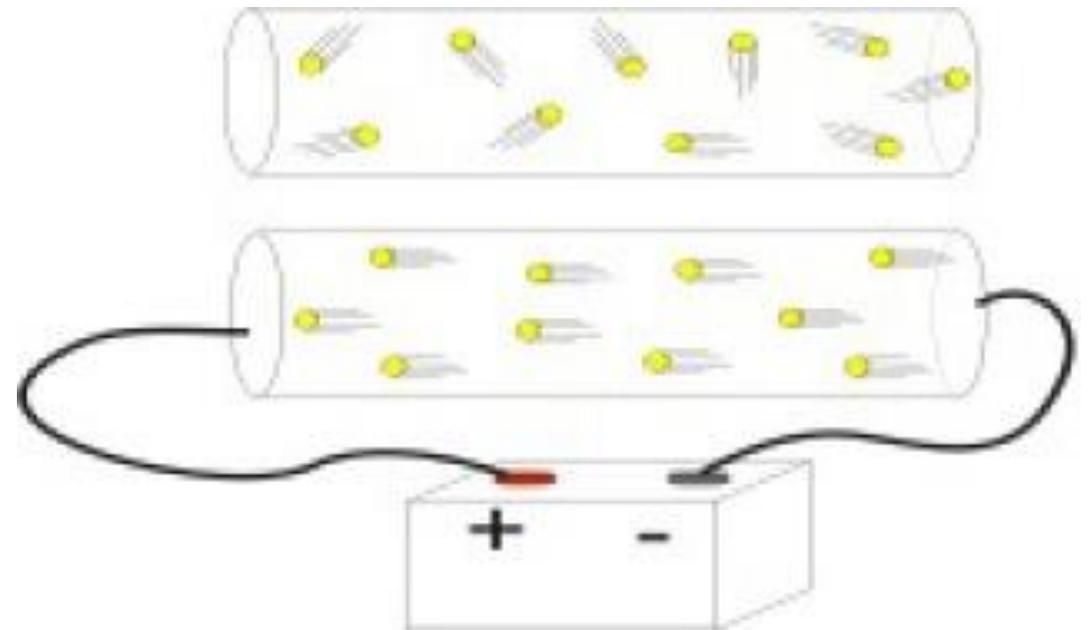
Eletricidade Básica



Os elétrons existentes em um condutor de eletricidade estão em constante movimento desordenado.

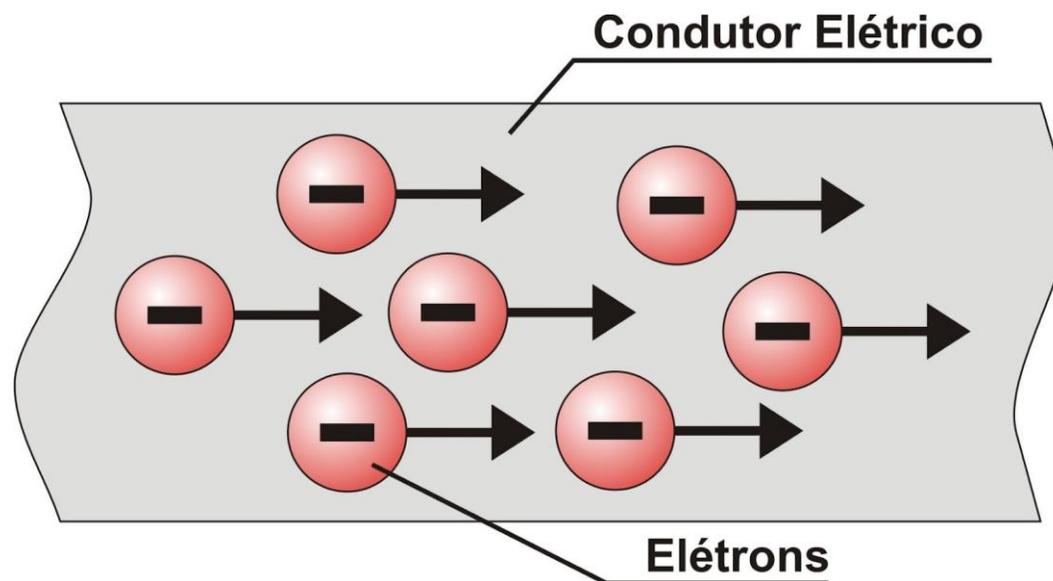
Tensão Elétrica (U).

- Para que estes elétrons se movimentem de forma ordenada nos fios, é necessário ter uma força que os empurre.
- Essa força é chamada de **Tensão Elétrica (U)**.
- Sua unidade de medida é o **Volt**.
- O símbolo desta unidade é **V**.



Corrente Elétrica (I)

- O movimento ordenado de elétrons, provocado pela tensão elétrica, forma uma corrente de elétrons.
- Essa corrente de elétrons é chamada de **Corrente Elétrica (I)**.
- Sua unidade de medida é o **Ampère**.
- O símbolo desta unidade é **A**.



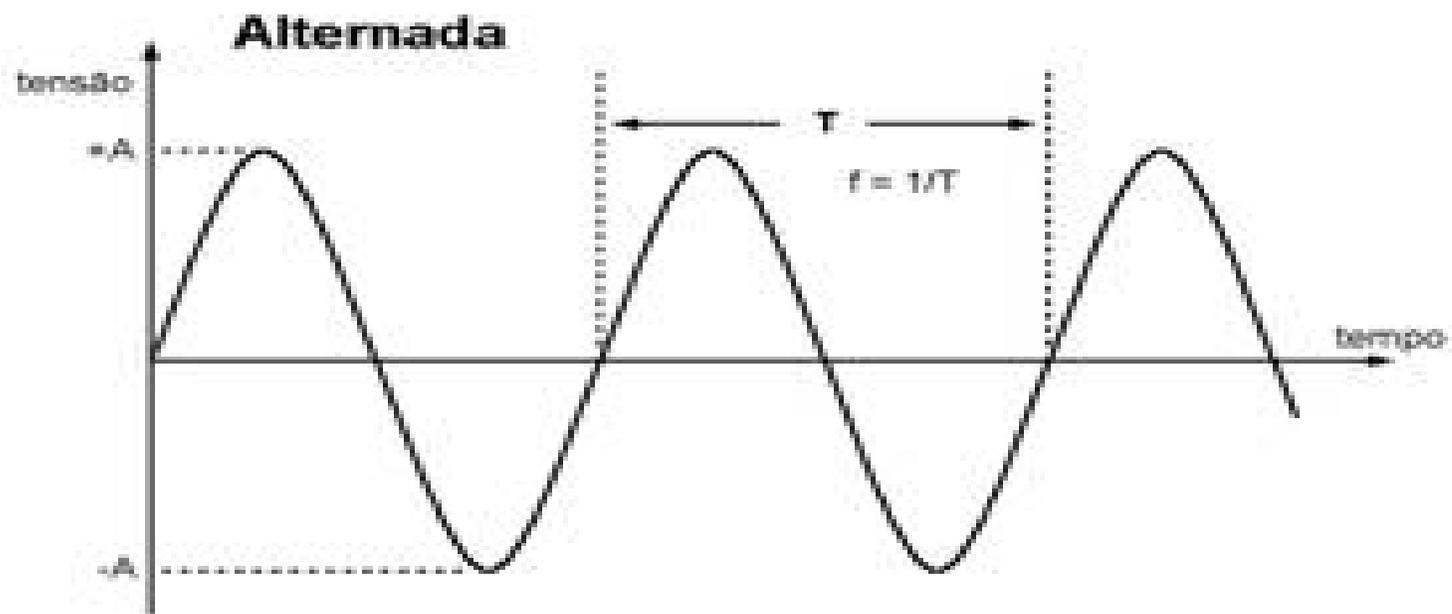
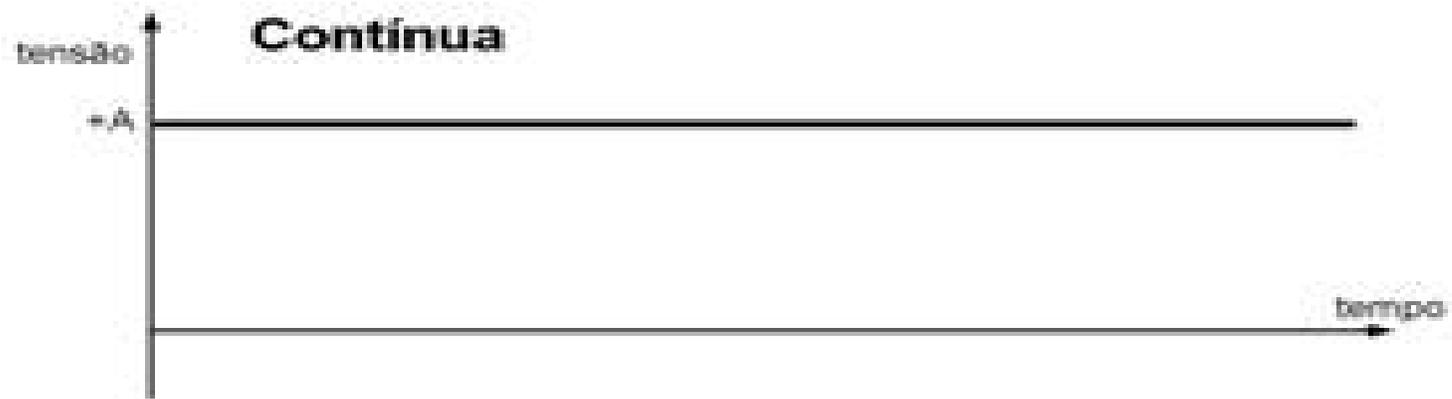
Resistência Elétrica (R)

- É chamada de Resistência Elétrica (R) a oposição que o circuito oferece à circulação da corrente elétrica.
- A unidade da Resistência Elétrica é o **Ohm**
- E o seu símbolo é o **Ω** .



Corrente Contínua (CC) e Corrente Alternada (CA)

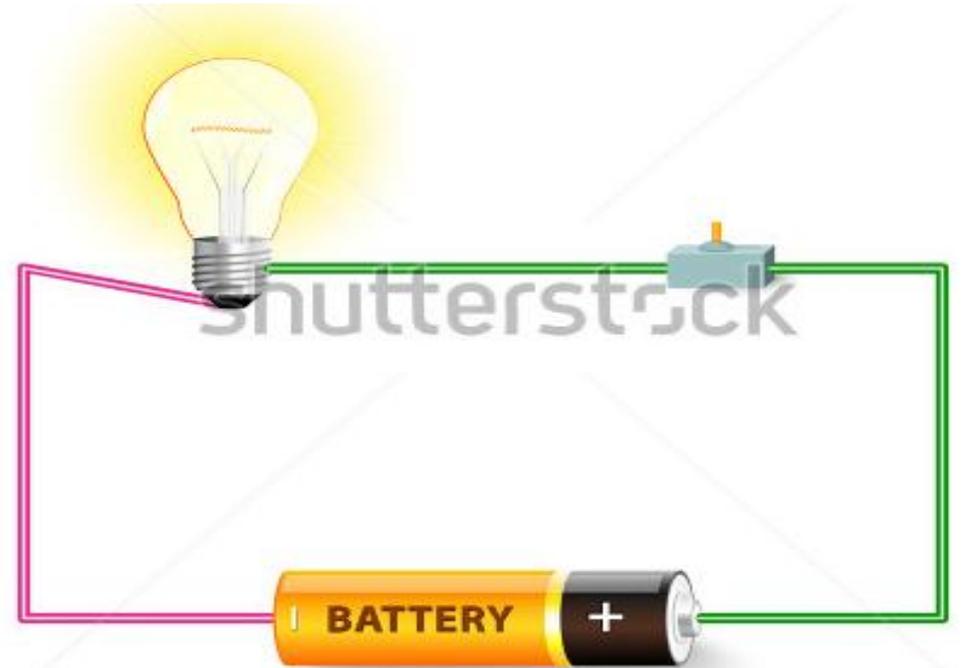
- A energia elétrica é transportada sob a forma de corrente elétrica e pode apresentar-se sob duas formas:
- Corrente Contínua (CC)
- Corrente Alternada (CA)
- **A Corrente Contínua (CC)** é aquela que mantém sempre a mesma polaridade, fornecendo uma tensão elétrica (ou corrente elétrica) com uma forma de onda constante (sem oscilações), como é o caso da energia fornecida pelas pilhas e baterias. Tem-se um polo positivo e outro negativo.
- **A Corrente Alternada (CA)** tem a sua polaridade invertida certo número de vezes por segundo, isto é, a forma de onda oscila diversas vezes em cada segundo.
- O número de oscilações (ou variações) que a tensão elétrica (ou corrente elétrica) faz por segundo é denominado de **Frequência**.
- A sua unidade é **Hertz** e o seu símbolo é **Hz**. Um Hertz corresponde a um ciclo completo de variação da tensão elétrica durante um segundo. No caso da energia elétrica fornecida no Brasil, a frequência é de 60 Hz.



Circuito Elétrico

Um circuito elétrico é formado basicamente por 4 partes:

- Uma fonte de tensão;
- Condutores (fios que conduzem corrente);
- Carga (equipamento que utilizará energia elétrica);
- Instrumento de controle (interruptores, disjuntores, etc.).



1ª Lei de Ohm

A primeira Lei de Ohm define a relação entre tensão, corrente e resistência:

$$R = \frac{V}{I}$$

2ª Lei de Ohm

- A segunda Lei de Ohm estabelece que a resistência elétrica de um condutor é diretamente proporcional ao produto da resistividade específica (ρ) pelo seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de seção transversal.

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

- Onde:
- R = resistência (Ω);
- L = comprimento do condutor (m);
- S = área da seção transversal (mm^2);
- ρ = resistividade elétrica ($\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$).

2ª Lei de Ohm

- A expressão da segunda Lei de Ohm mostra que a resistência de um condutor aumenta proporcionalmente com o aumento de seu comprimento e diminui proporcionalmente com o aumento da sua área da seção transversal.
- A resistividade elétrica (ρ) depende do material. Ohm verificou que utilizando materiais diferentes as resistências variam sem nenhuma relação entre os materiais.
- Resistividade elétrica: é a resistência elétrica específica de certo condutor com 1 metro de comprimento, 1mm^2 de área de seção transversal, medida em temperatura constante de 20°C .

Material	ρ ($\Omega.\text{mm}^2/\text{m}$)
Alumínio	0,0278
Cobre	0,0173
Ouro	0,024
Prata	0,0158

Exemplo 1ª Lei de Ohm

- Sabendo-se a tensão de um circuito é 220V, sua corrente é 10A, podemos calcular sua resistência:

Resposta

- Resposta: $R = \frac{220}{10} = 22 \Omega$

Exemplo 2ª Lei de Ohm

- Calcular a resistência de um condutor de alumínio de 50 metros de comprimento e área da seção transversal de $2,5 \text{ mm}^2$. ($\rho = 0,028 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$):

Resposta

- $R = \frac{0,028 \times 50}{2,5} = 0,56 \Omega$
- $(0,028 \times 50) / 2,5 = 0,56 \Omega$

Potência

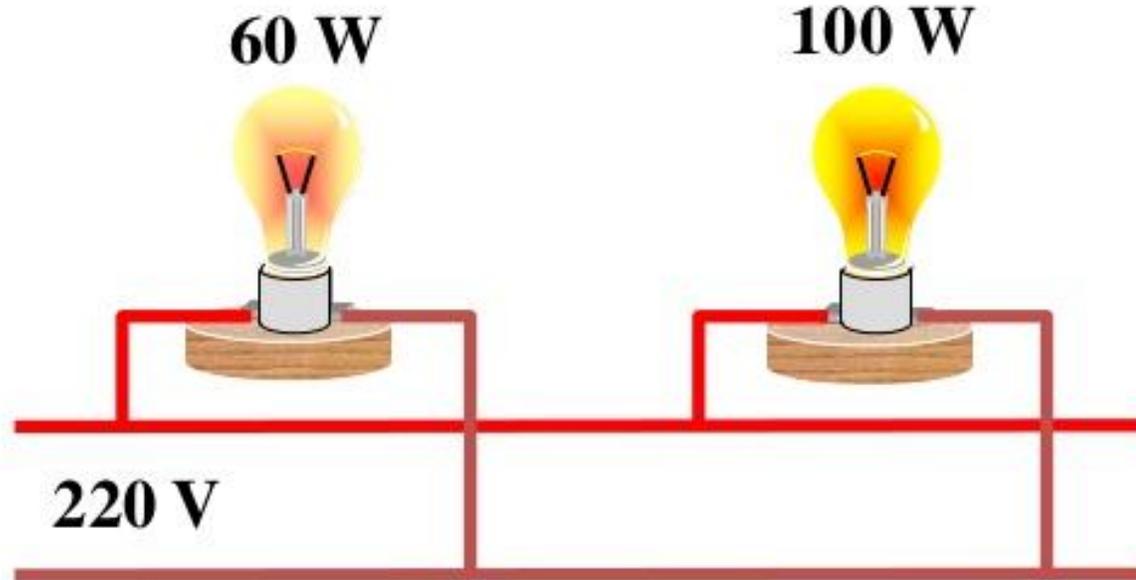
- **Potência** é uma grandeza física que mede a energia que está sendo transformada na unidade de tempo, ou seja, mede o trabalho realizado por uma determinada máquina na unidade de tempo.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

- Unidade: watt
- $E = P \times t$ (kWh)
- $P = V \times I$ (W)

POTÊNCIA ELÉTRICA

Observe o brilho das Lâmpadas



Exemplo de cálculo de energia:

- Um usuário utiliza um computador, cuja potência é de 300W, 8 horas por dia. Responda:
 - Quanto ele consome de energia por dia?
 - E em 20 dias?
 - Se o custo do kWh for R\$ 0,39, quanto esse usuário pagará em 20 dias de consumo?

Resolução:

- Quanto ele consome de energia por dia?
- $C = P \times t$ ($300 \times 8 = 2,4\text{KWh}$)
- E em 20 dias?
- $C = 2,4 \times 20 = 48\text{KWh}$
- Se o custo do kWh for R\$ 0,39, quanto esse usuário pagará em 20 dias de consumo?
- o custo será de R\$ 18,72 ($48\text{KWh} \times \text{R\$ } 0.39 = 18,72$)

Exemplo de cálculo de Potência

- Quantos kW de potência são liberados a um circuito por um gerador de 240V que fornece 20A ao circuito?
- Resposta: $P = V \times I = 240 \times 20 = 4800W = 4,8 \text{ kW}$

Fator de Potência

- É um índice que mostra a forma como a energia elétrica recebida está sendo utilizada, ou seja, ele indica quanto da energia solicitada da rede concessionária (potencia aparente) está sendo usada de forma útil (potencia ativa).

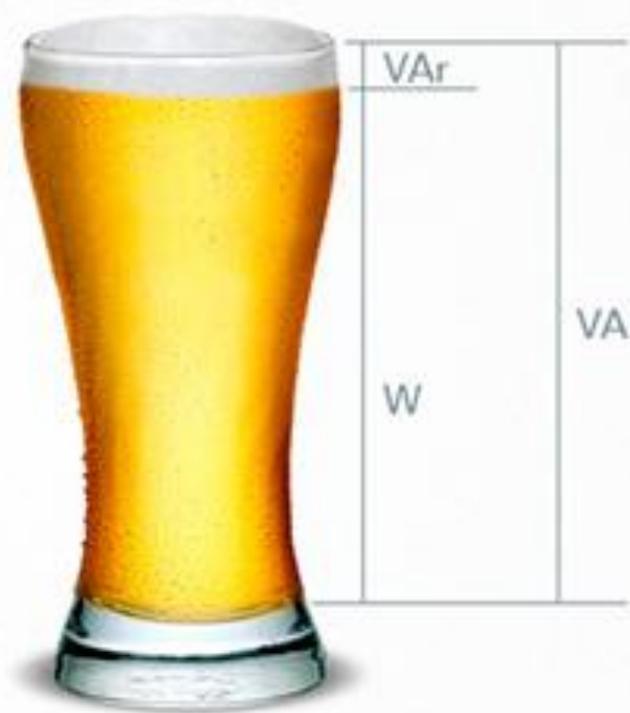
Fator de Potência

- Os motores, os transformadores e outros equipamentos de unidades consumidoras têm como força a energia elétrica, que é utilizada de duas formas distintas: a energia reativa e a energia ativa.
- A primeira delas, a energia reativa, medida em kVArh, não realiza trabalho efetivo, mas é necessária e consumida na geração do campo eletromagnético responsável pelo funcionamento de motores, transformadores e geradores.
- A composição destas duas formas de energia resulta na energia aparente ou total.

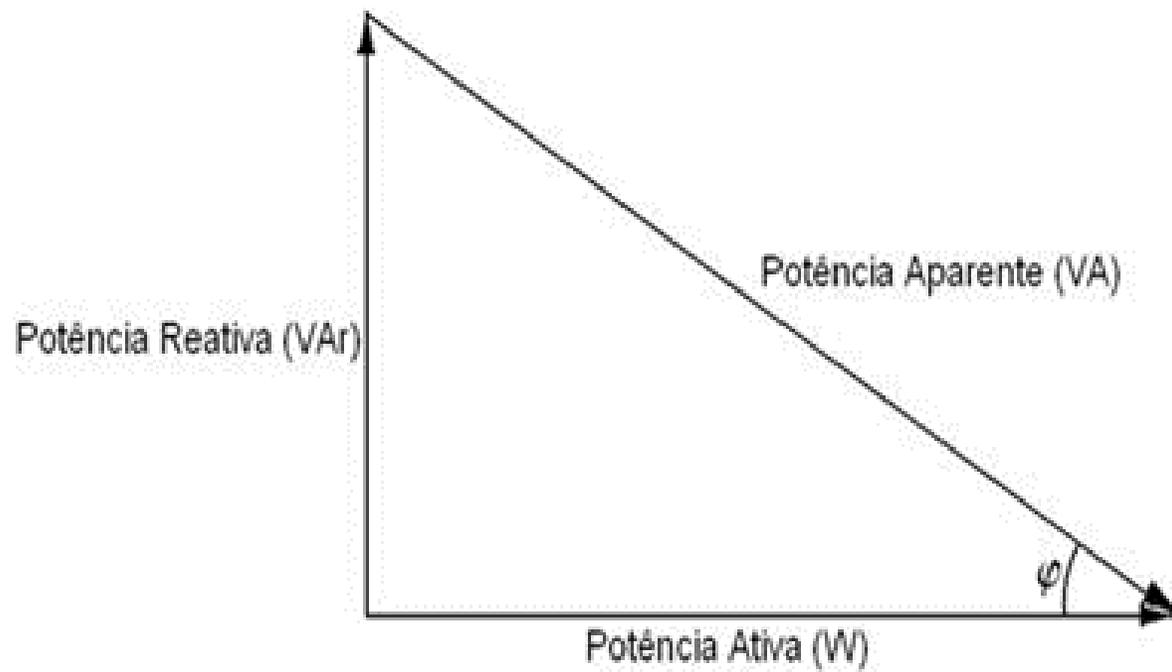
Baixo FP (0,55)



Alto FP (0,92)



- Potência Aparente (S): unidade: kVA (quilo volt ampere). É fornecida pela concessionária.
- Potência Ativa (P): unidade: W. Potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc.
- Potência Reativa (Q): unidade kVAr (quilo volt ampere reativo). Potência usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas. É a potência trocada entre o gerador e carga sem ser consumida



$$S = V.I$$

$$P = V.I \cos\theta$$

$$Q = V.I \text{ sen}\theta$$

Fator de Potência

- É a relação entre a potência ativa e a potencia aparente.
- $\cos\varphi = \frac{P (W)}{S (VA)}$ ou $FP = \frac{P (W)}{S (VA)}$
- O fator de potência é na realidade o cosseno do ângulo formado entre potencia ativa e aparente.
- Quanto menor for esse ângulo, menor será a componente reativa do sistema, e tanto mais o fator de potência irá se aproximar do valor unitário. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta e inversamente, um fator de potência baixo indica baixa eficiência energética.

- O valor do fator de potência fica entre 0 e 1.
- A concessionária protege-se contra a ocorrência de reativos elevados em suas linhas impondo ao consumidor um fator de potência mínimo (0,92).
- Em informática, para um cálculo rápido, consideramos $FP = 0,8$

DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL

	Quantidade	Preço (R\$)	Valor (R\$)
Consumo Ativo(kWh)	175,0000000	0,49951546	87,41
Consumo Reativo Excedente(kVARh)	421,3000000	0,21329628	89,86
Contribuição Iluminação Pública			9,49

HISTÓRICO DO CONSUMO

Mês	Consumo (kWh)
JUL 12	175
JUN 12	161
MAY 12	161
ABR 12	126
MAR 12	145
FEV 12	145
JAN 12	145
DEZ 11	131
NOV 11	102
OUT 11	131
SET 11	101
AGO 11	174
JUL 11	141

CONSUMO
CAT = 175,00 kWh
E_{RE} = 421,30 kVarh

R\$ 89,86

PREÇO(R\$)
CAT(kWh) = 0,49951546
CRT(kVARh) = 0,21329628

TARIFAS APLICADAS
 Consumo Ativo(kWh) 0,35 051000
 Consumo Reativo Excedente(kVARh) 0,14 067000

TOTAL DA FATURA

186,76

PRINCIPAIS CAUSAS DO BAIXO VALOR DE POTÊNCIA:

- Transformadores operando a vazio ou subcarregados durante longos períodos de tempo
- Motores operando em regime de baixo carregamento
- Utilização de grande número de motores de pequena potência
- Ou seja, tudo que envolve campo eletromagnético (indutores)

Efeitos:

- Um baixo fator de potência indica que a energia está sendo mal aproveitada pela empresa.
- As perdas de energia elétrica ocorrem em forma de calor provocando o aumento do aquecimento de condutores e equipamentos.
- Aumento das perdas elétricas internas da instalação
- Queda de tensão na instalação (podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia elétrica e a sobrecarga em certos elementos da rede.)

Correção de Fator de Potência

- Dimensionamento correto de motores e equipamentos
- A seleção, utilização e operação correta de motores e equipamentos elétricos em geral
- A utilização permanente de reatores de alto Fator de Potência
- A instalação de capacitores ou banco de capacitores onde for necessário (de preferência próximo da carga)







Exemplo de cálculo de fator de potência:

- Um motor com a especificação 240V, 8A consome 1536W com carga máxima. Qual seu fator de potência?

$$FP = \frac{P (W)}{S (VA)} = \frac{P (W)}{V \times I} = \frac{1536}{240 \times 8} = \frac{1536}{1920} = 0,8 \text{ (ou 80\%)}$$

- Os computadores do laboratório de informática consomem 3 kW de potência. O FP da carga toda é de 0,8. Calcule o número de kVA da potência liberada para a carga.

- $S(\text{VA}) = \frac{P}{FP} = \frac{3k}{0,8} = 3,75 \text{ kVA}.$

Exercício

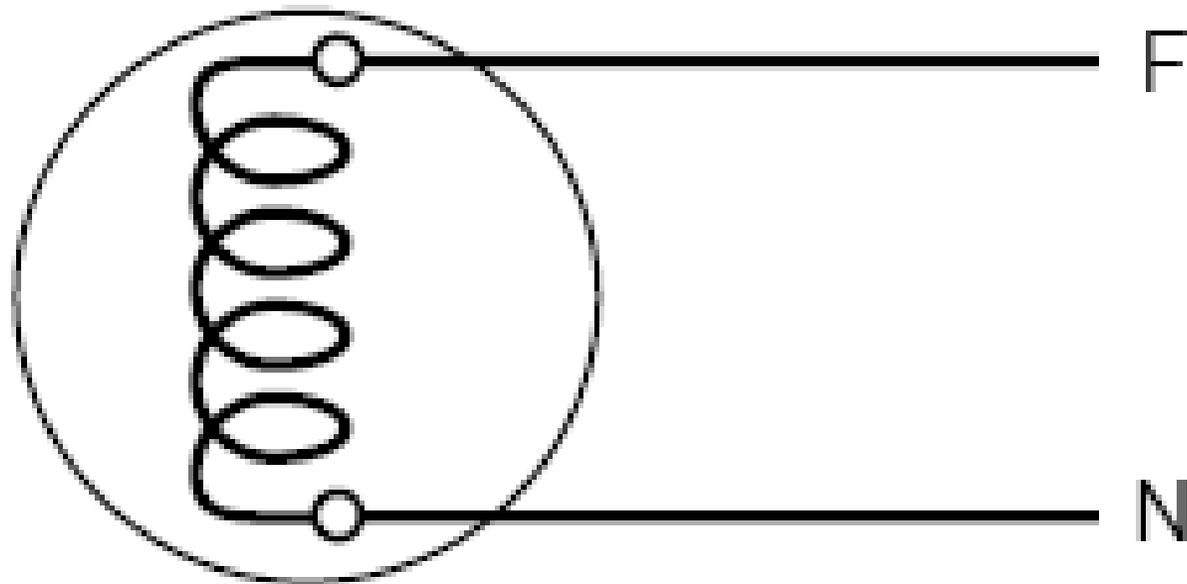
- Uma instalação tem consumo médio de energia igual a 21.560 kW e fator de potência (FP) de 0,81:
 - a) Calcule a potência aparente da instalação.
 - b) Foi feita a correção de fator de potência desta instalação com banco de capacitores. O novo FP alcançou 0,92. Calcule a nova potência aparente da instalação.

Resolução

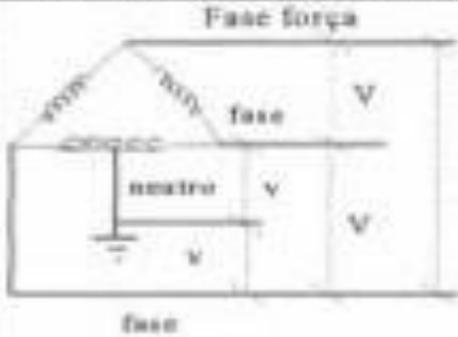
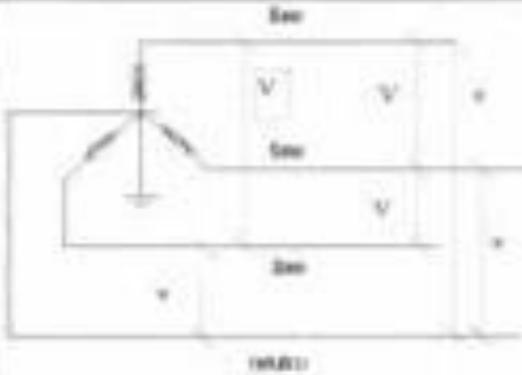
- $FP = \frac{P (W)}{S (VA)}$ ou $S = \frac{P}{FP} = \frac{21.560 \text{ k}}{0,81} = 26617,28 \text{ kVA}$

- $S = \frac{P}{FP} = \frac{21.560 \text{ k}}{0,92} = 23434,78 \text{ kVA}$

Circuito Monofásico



Circuito Trifásico

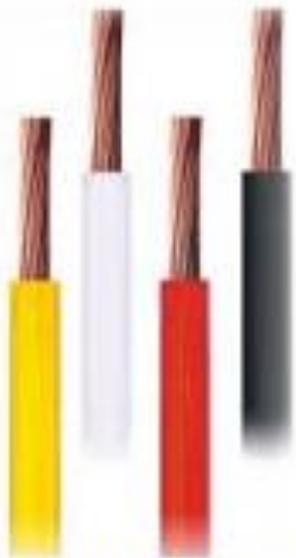
Sistema e Tensões Nominais de Fornecimento		
Delta com Neutro		v / V 115/230V
Estrela com Neutro		120/208 V 127/220 V 220/380 V

Classes de tensões, segundo a NBR 5410:

- Extrabaixa Tensão (EBT): Em corrente alternada (CA) até 50V.
- Baixa Tensão (BT): Em corrente alternada (CA) até 1.000V.
- Média Tensão (MT): Em corrente alternada (CA) até 72.500 V.
- Alta Tensão (AT): Em corrente alternada (CA) até 242.000 V.
- Extra Alta Tensão (EAT): Em corrente alternada (CA) acima de 242.000 V

Classificação dos condutores:

- Fase: Condutor mantido a um potencial elétrico diferente da terra.
- Neutro: É mantido ao potencial de terra.
- PE (*Protection Earth* ou Terra): manter a carcaça metálica de equipamentos ao potencial de terra.



Cores que poderão ser usadas nas Fases

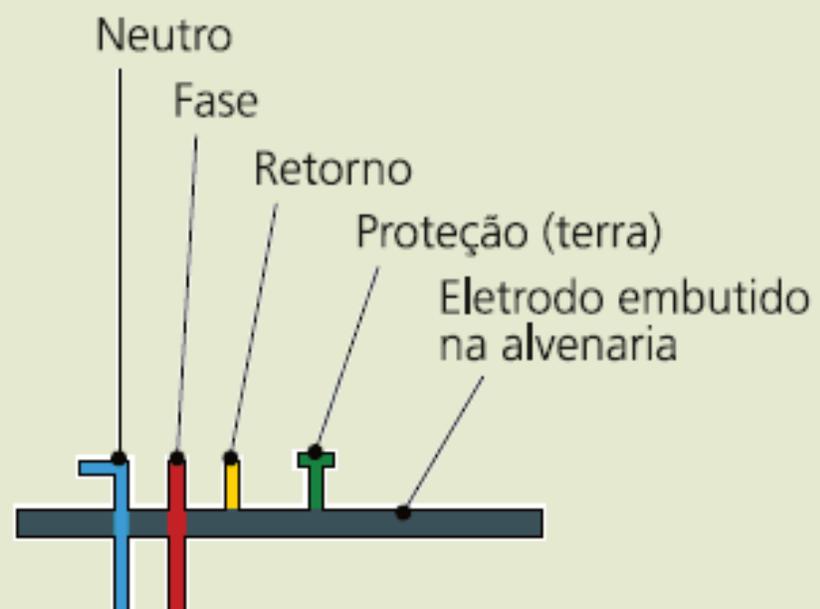


Condutor Neutro

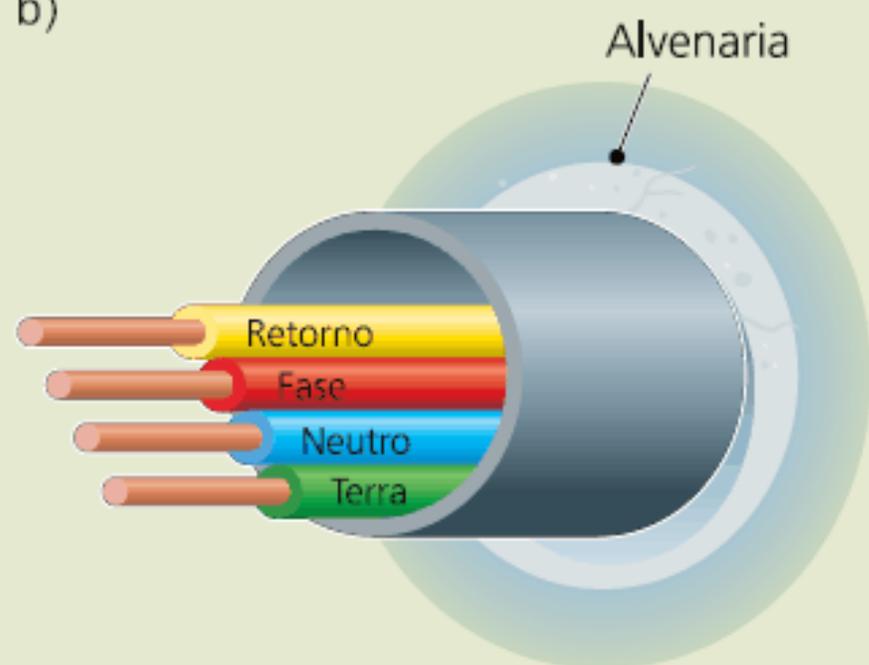


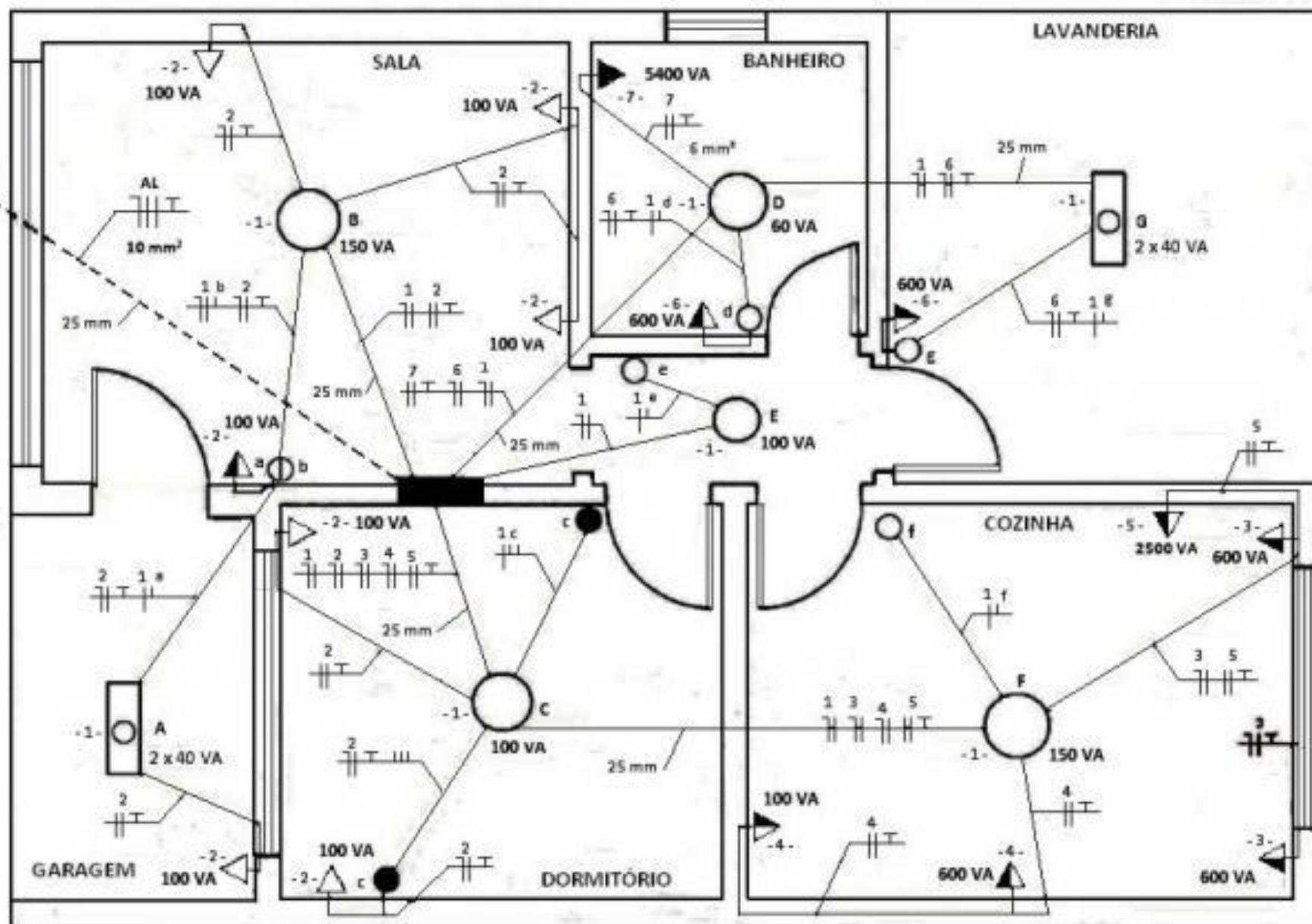
Condutor de proteção

a)



b)



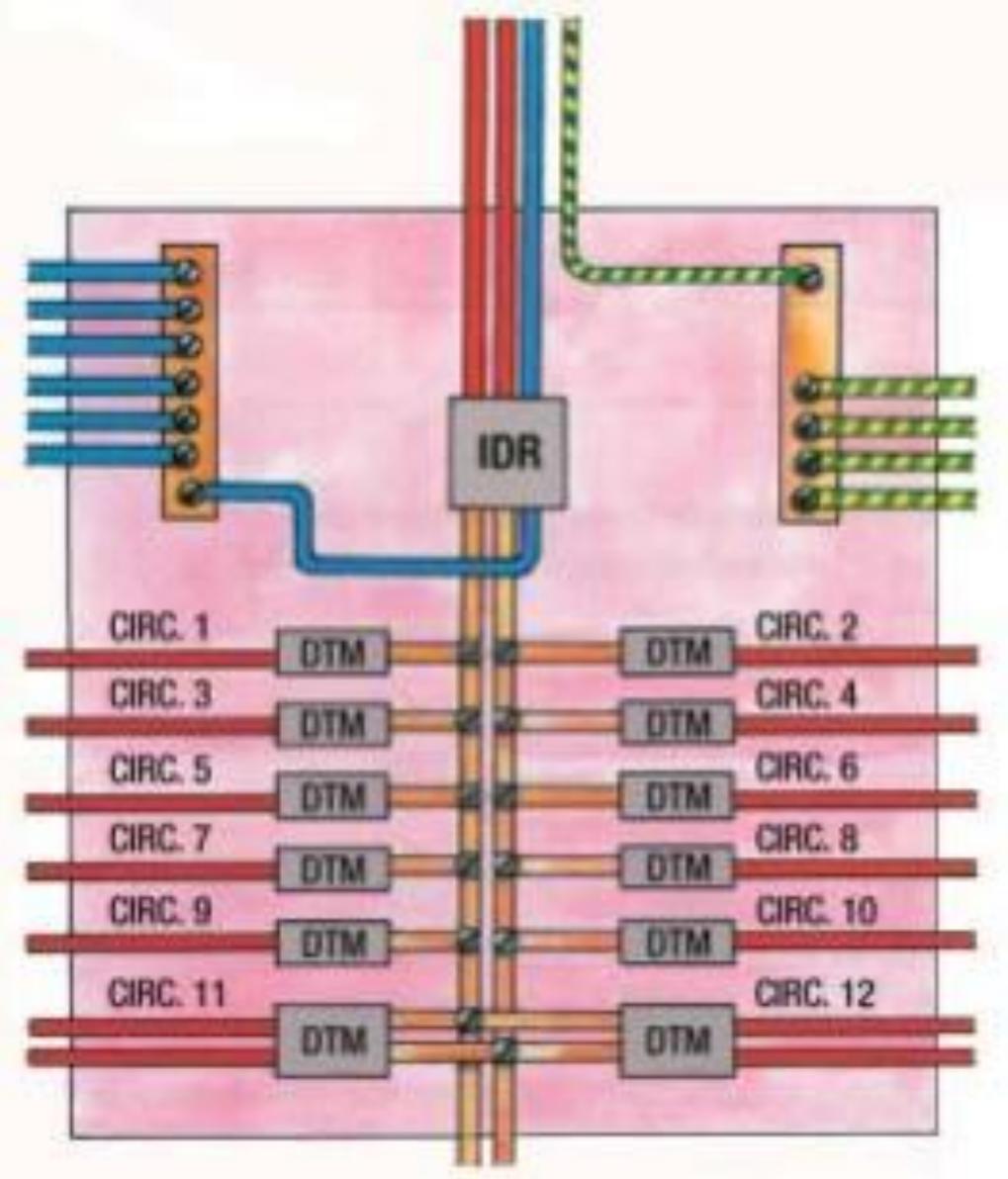


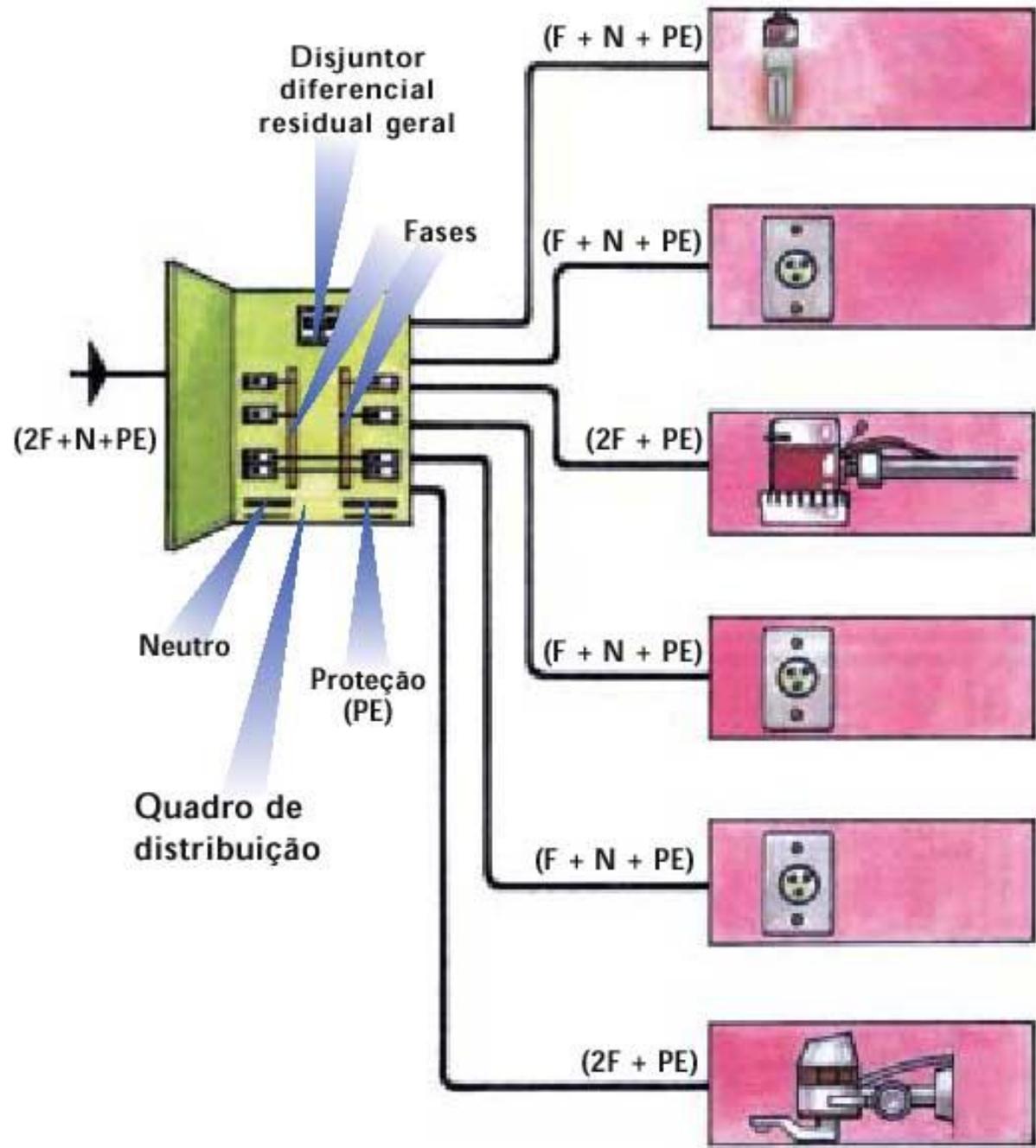
Previsão de Cargas conforme NBR 5410/2004

- O objetivo da Previsão de Cargas é determinar todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo ou cargas) que terão parte da instalação.
- A Norma NBR 5410/2004 estabelece as condições mínimas que devem ser tomadas com relação à determinação das potências.
- Circuito, em instalações elétricas, é um conjunto de cargas alimentadas pelos mesmos condutores, que são protegidos pelos mesmos dispositivos de proteção (disjuntor).

A instalação deve ser dividida em vários circuitos terminais, de modo a:

- Limitar as consequências de uma falha na instalação, de modo que a proteção mantenha sem energia apenas as cargas do circuito com defeito;
- Facilitar as verificações: ensaios e manutenções;
- Reduzir as interferências entre aparelhos;
- Equilibrar as cargas entre fases (num sistema bifásico ou trifásico);
- Dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção de menor seção e capacidade.





Critérios para a divisão da instalação em circuitos:

- Circuitos individuais para iluminação e tomadas;
- Circuitos para equipamentos de corrente nominal superior a 10 A.
- Limitar em 1270 VA em 127V e 2200 VA em 220V, a potência máxima nos circuitos (exceto os circuitos exclusivos de TUE).

Seção mínima dos condutores elétricos (fase):

- Circuito de iluminação: 1,5 mm² Cobre
-
- Circuito de força: 2,5 mm² Cobre
-
- Circuito de sinalização e circuito de controle: 0,5 mm² Cobre

PDU (*POWER DISTRIBUTION UNIT*)

- O termo PDU normalmente é utilizado para designar painéis, quadros e gabinetes montados dentro da *computer room* para alimentar os racks de equipamentos.
- O termo quadro elétrico é mais utilizado como referência ao quadro de distribuição principal, que alimenta os sistemas UPS (*uninterruptible power supply*) e PDUs.



As PDUs deverão ser completas incluindo:

- Transformador de isolamento (protege os circuitos eletrônicos de ruídos e descargas inesperadas), quando o mesmo não estiver contido no UPS;
- Supressor de surtos de tensão;
- Disjuntores;
- Monitoramento de energia.
- *Emergency Power Off* (EPO): controles de desligamento de emergência;
- Receptor de Eletrodutos: Na maioria dos Data Centers, cada rack é alimentado por, pelo menos, um circuito dedicado, e cada circuito é fornecido com um eletroduto dedicado separado. A maioria das PDUs não têm espaço físico para receber mais que 42 eletrodutos;

- Cada sala de informática, sala de entrada, acesso à sala de provedor, e sala do prestador de serviços, etc., deve ser marcada no identificador da PDU, constando o número do disjuntor designado.
- Informações adicionais sobre o projeto de distribuição de energia do computador para centros de dados está disponível em IEEE Padrão 1100.

Quadro de previsão de cargas de iluminação e tomadas

Tabela 1

Dependência	Dimensões		Potência Iluminação	TUGs		TUE	
	A (m)	P (m)		Qty	Potência	Tipo	Potência

