



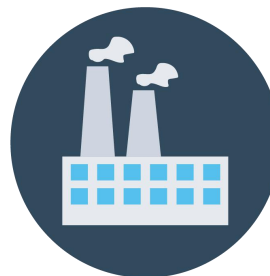
Geração



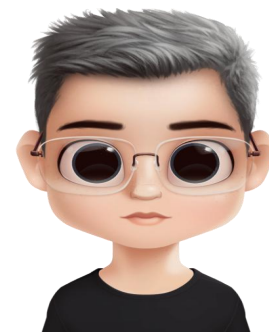
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Eletricidade Básica

Aula: 05

versão: 1.2

01/09/2020

Robson Vaamonde

<http://www.vaamonde.com.br> - <https://www.youtube.com/boraparapratica>



Geração



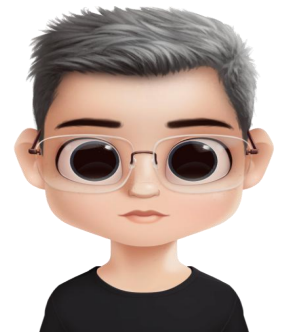
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



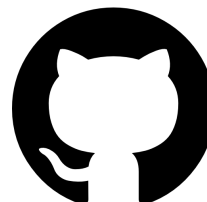
<https://www.facebook.com/ProcedimentosEmTi/>



<http://youtube.com/boraprapratica>



<https://www.linkedin.com/in/robson-vaamonde-0b029028/>



<https://github.com/vaamonde>



<https://www.instagram.com/procedimentoem/>



Geração



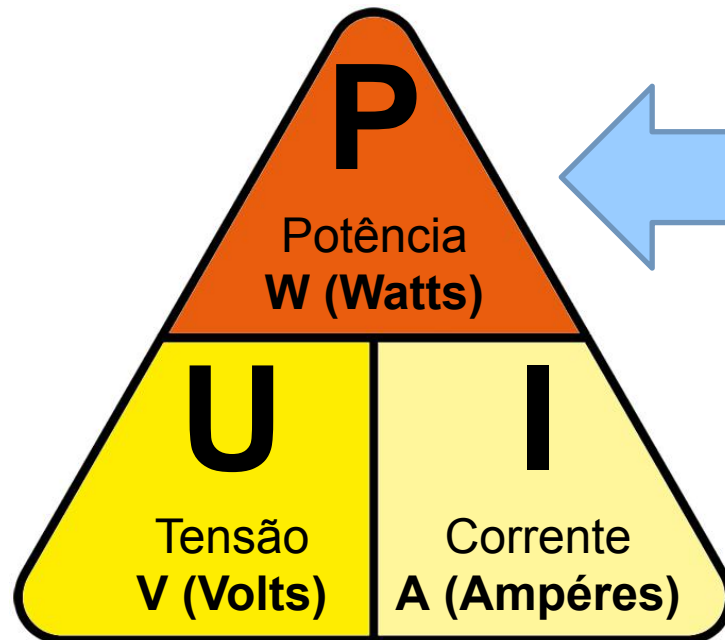
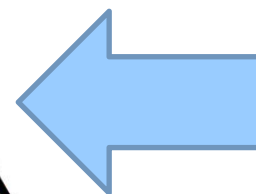
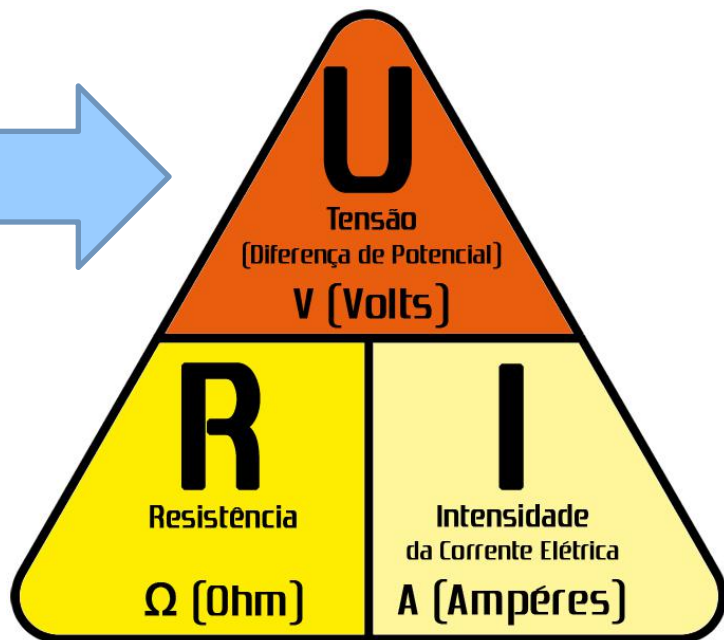
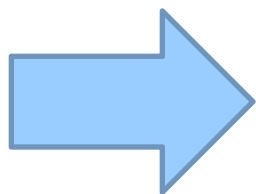
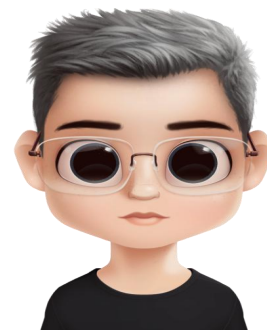
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Triângulo Mágico da Lei de Ohm também pode ser utilizado para Cálculo da Potência Ativa, nesse caso alterando a posição dos valores no triângulo

DICA IMPORTANTE: QUALQUER CÁLCULO MATEMÁTICO É NECESSÁRIO NO MÍNIMO POSSUIR DOIS VALORES (PRODUTOS).



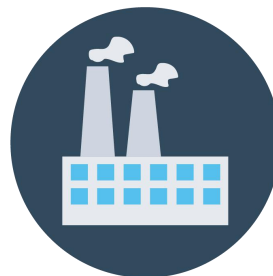
Geração



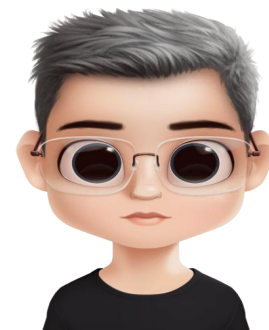
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Até 12000W

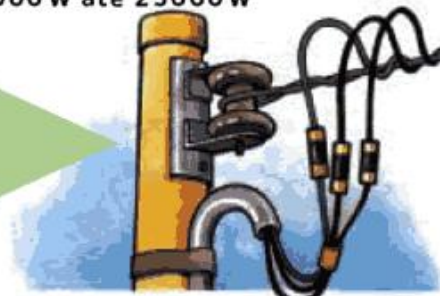
Fornecimento monofásico

- feito a dois fios: uma fase e um neutro
- tensão de 127 V

Acima de 12000 W até 25000W

Fornecimento bifásico

- feito a três fios: duas fases e um neutro
- tensões de 127V e 220V



Acima de 25000W até 75000W



Fornecimento trifásico

- feito a quatro fios: três fases e um neutro
- tensões de 127V e 220V

Monofásico: **dois** condutores elétricos, sendo **um** condutor de **Fase** e **um Neutro**, tensões elétricas fornecidas de **127V** ou **220V**.

Bifásico: **três** condutores elétricos, sendo **dois** condutores de **Fase** e **um Neutro**, tensões elétricas fornecidas de **127V**, **220V** ou **380V**.

Trifásico: **quatro** condutores elétricos, sendo **três** condutores de **Fase** (RST) e **um Neutro**, tensões elétricas fornecidas de **127V**, **220V** ou **380V**.



Geração



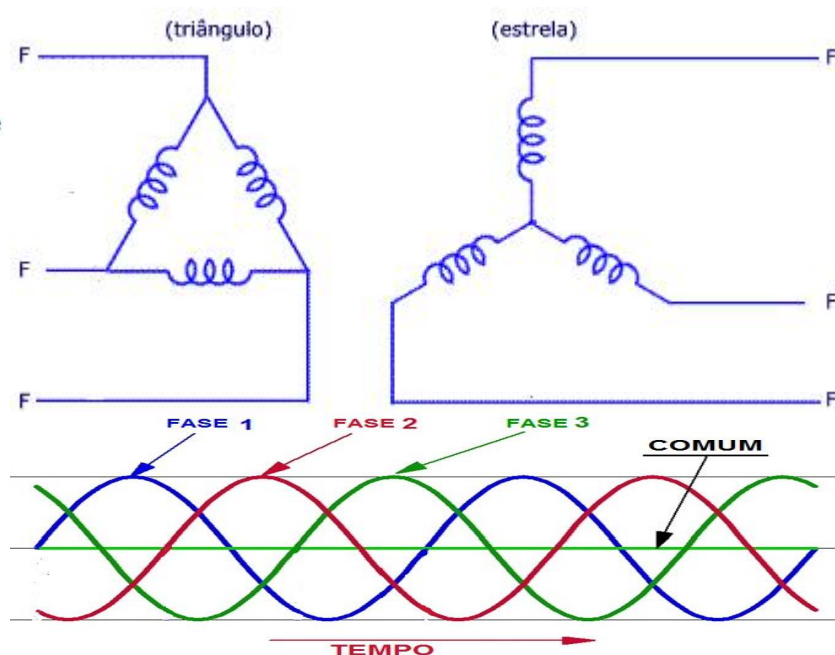
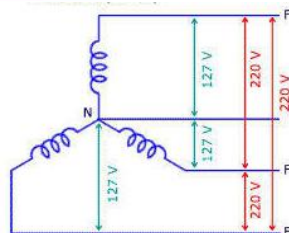
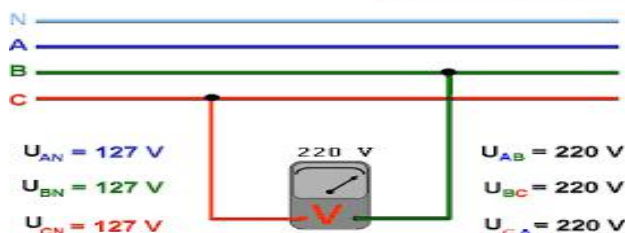
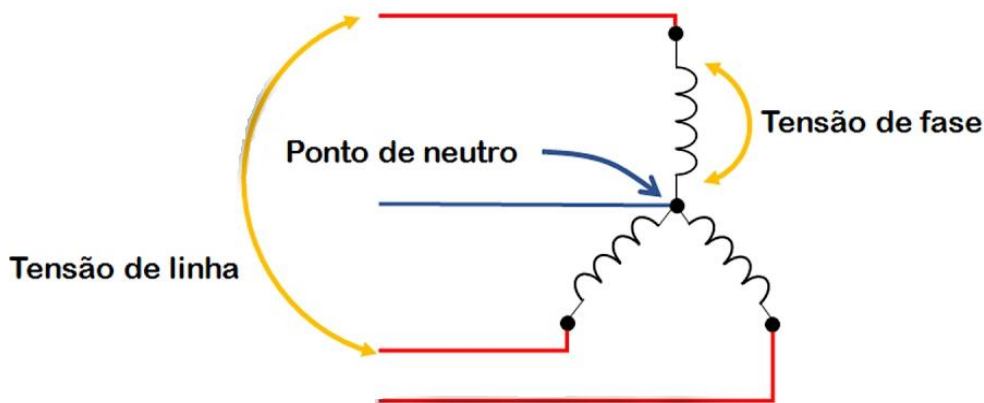
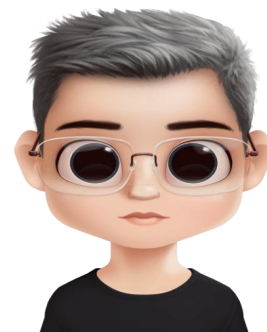
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Tensão de Linha: é a medição da tensão de **Uma Fase** com relação a tensão de **Outra Fase**, ou seja, a tensão de linha é a diferença de potencial **DDP** entre **Duas Fases (Exemplo: 220V)**.

Tensão de Fase: é a medição da tensão de **Uma Fase** com relação a tensão do **Neutro**, ou seja, a tensão de fase é a diferença de potencial **DDP** entre a **Fase** e o **Neutro**.



Geração



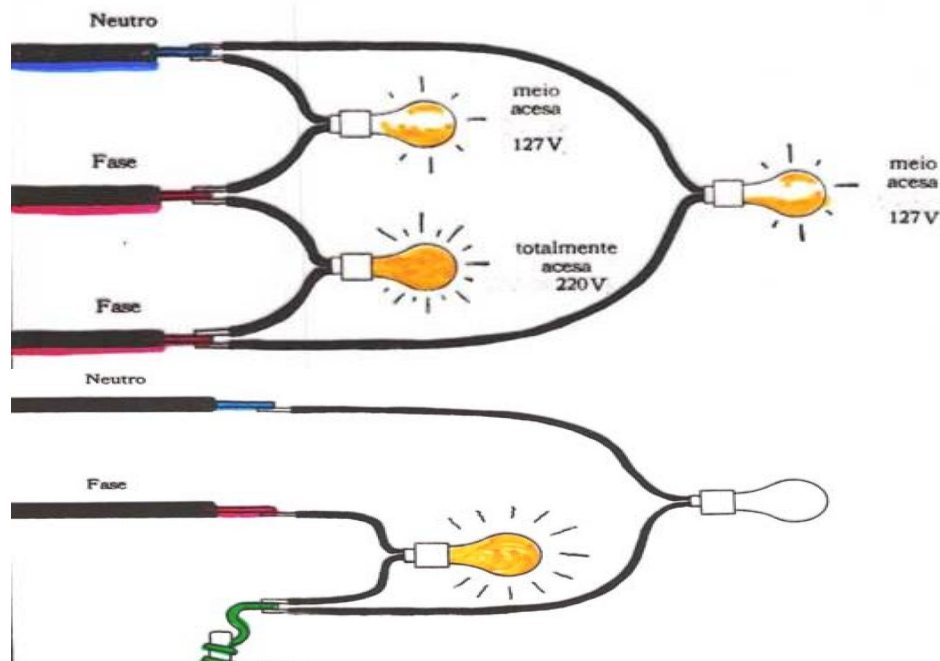
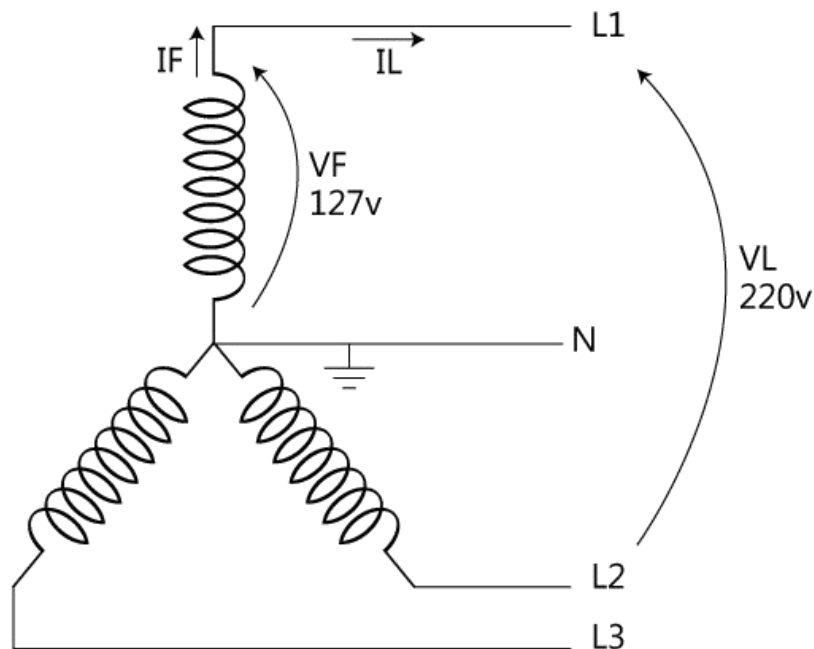
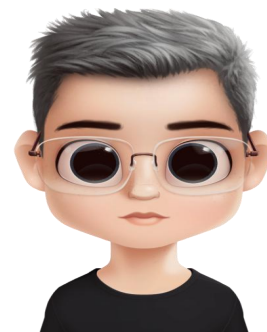
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Neutro: é um elemento do **Circuito** ou **Sistema Elétrico** que apresenta em regime **Permanente** a corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico **DPP Nulos**. O Neutro é sempre **0 (Zero) Volts**, se tiver Voltagem no Neutro significa **Desequilíbrio entre as Fases (A impedância do Neutro não é 100% Nula, podendo chegar até 5V)**. O neutro tem sua origem do **Sistema Trifásico** de um **Transformador**.



Geração



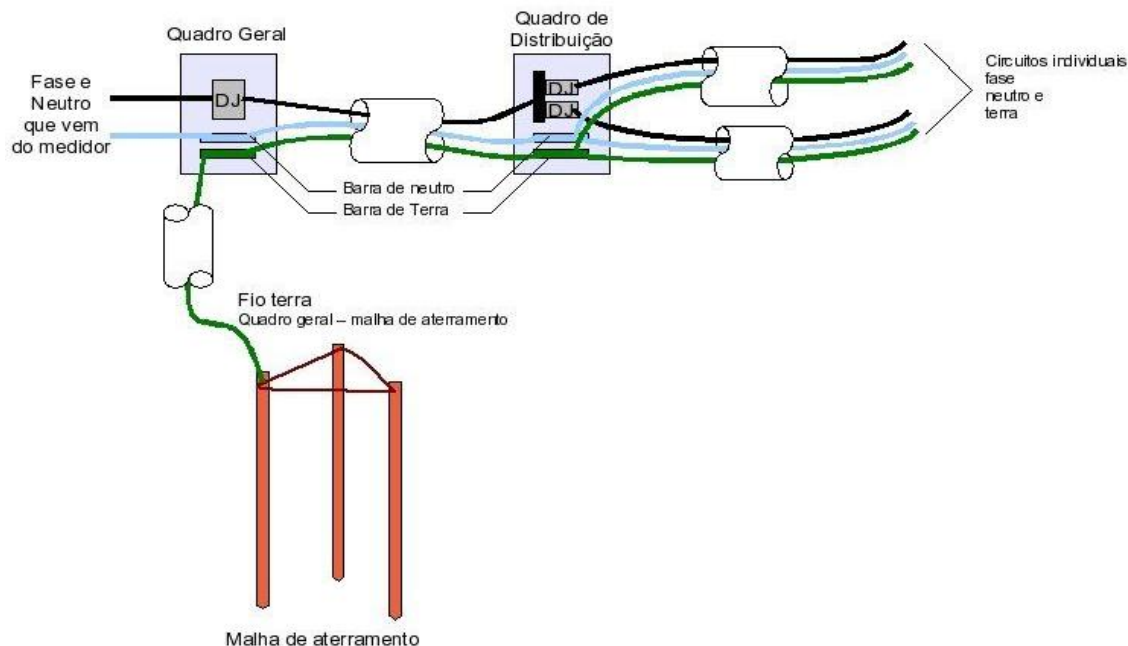
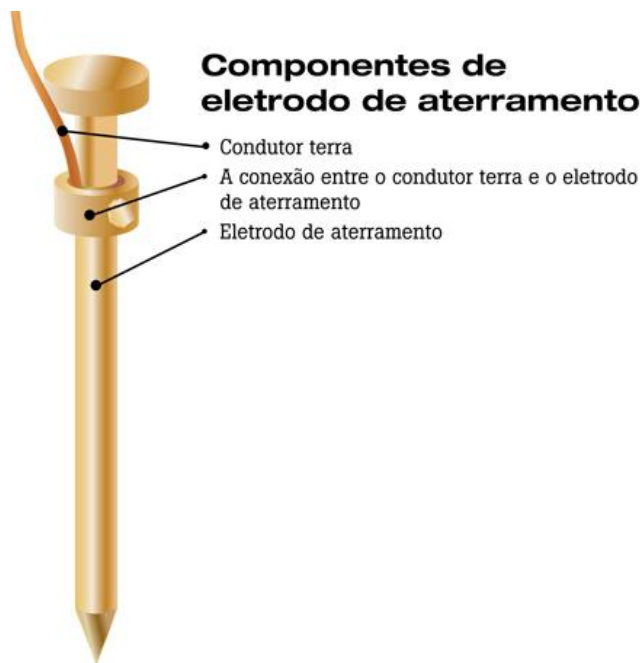
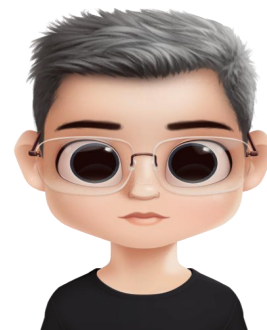
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Aterramento (Fio Terra - Ground - GND): O aterramento elétrico é uma das formas **Mais Seguras** de **Interferência na Corrente Elétrica** para proteger e garantir o bom funcionamento da instalação elétrica, além de atender as **Exigências** das normas para instalações elétricas. O aterramento coloca as instalações elétricas no **Mesmo Potencial** de modo que o **DDP** entre o **Terra** e o **Equipamento** seja o menor possível (**mais próximo ou igual a 0V**).



Geração



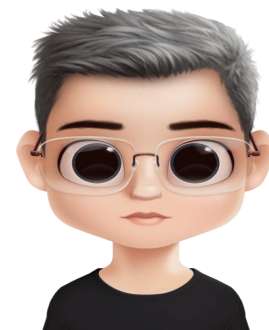
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final

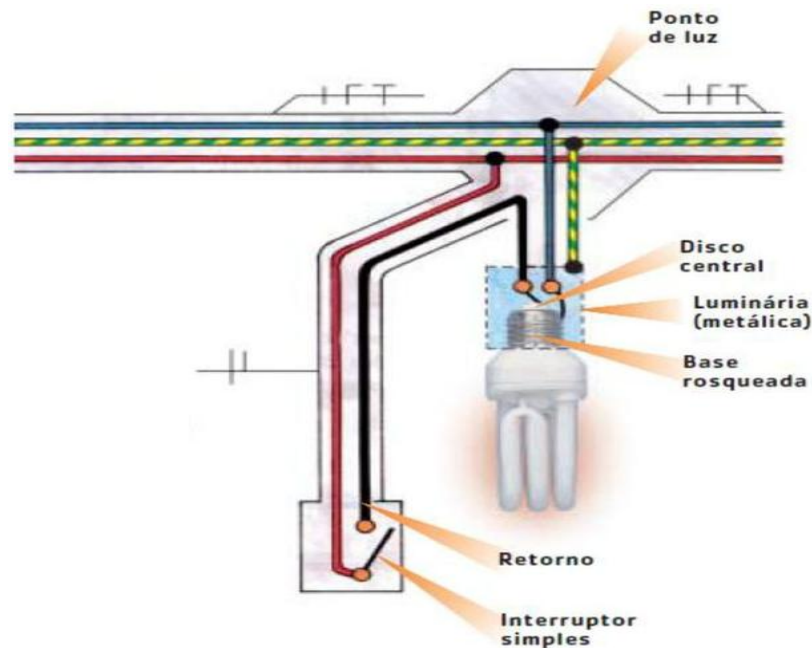
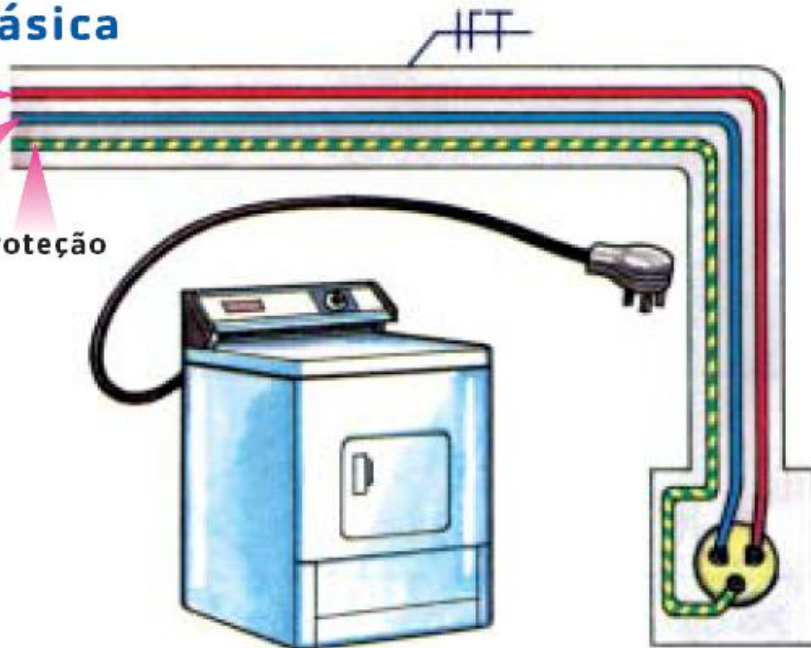


Monofásica

Fase

Neutro

Proteção



O que é Aterrar: se refere a **Terra** devido à utilização desta como **Ponto de Referência 0 (Zero)**, quando falamos que algum equipamento está **Aterrado**, significa que sua **Massa** está intencionalmente **Ligada à Terra**. Aterrar significa colocar instalações elétricas ou equipamentos eletroeletrônicos no **Mesmo Potencial da Terra (que é sempre Nula 0)**. Seu objetivo é de obter um **DDP** mais próximo de **0 (Zero)** entre o **Condutores** e as **Massas Condutoras**.



Geração



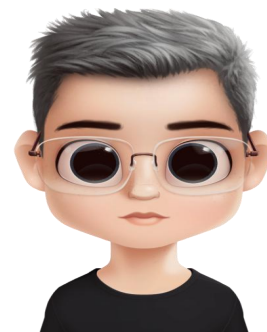
Transmissão



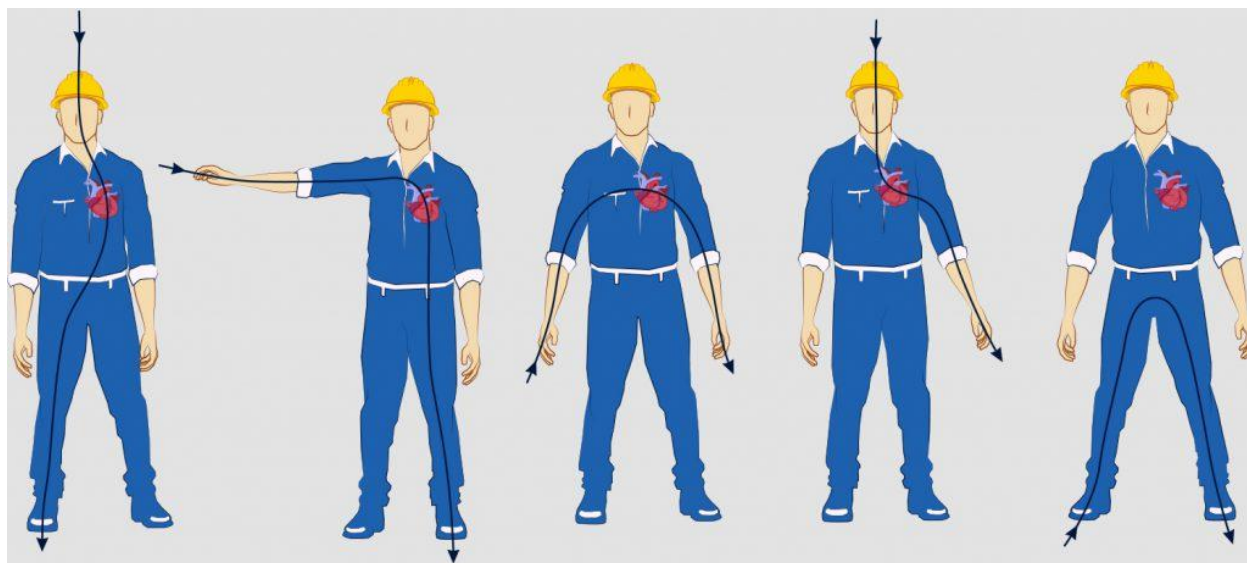
Distribuição



Consumidor Final



Caminho da Corrente Elétrica no Corpo Humano NR-10



Por que Aterrar: o contato **Acidental** de um componente energizado de equipamento elétrico com sua massa pode colocar em **Risco a Vida das Pessoas** que o manuseiam. Ao tocar em sua **Massa Energizada** não aterrada, a pessoa pode se tornar um **Condutor de Corrente Elétrica**. A passagem da corrente elétrica pelo **Corpo Humano** provoca uma perturbação física denominada **Choque Elétrico**.



Geração



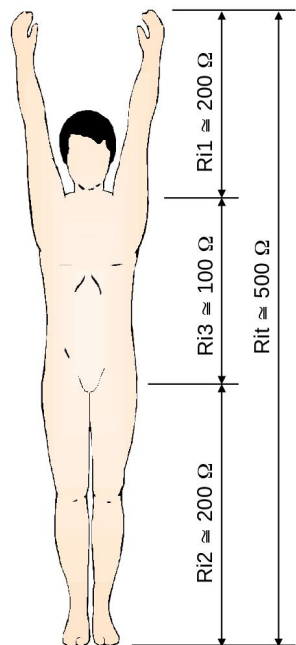
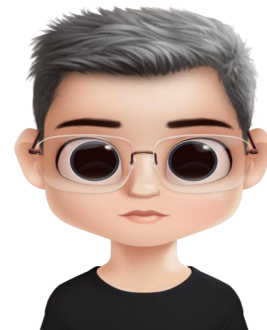
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



INTERNA

$\approx 500 \Omega$

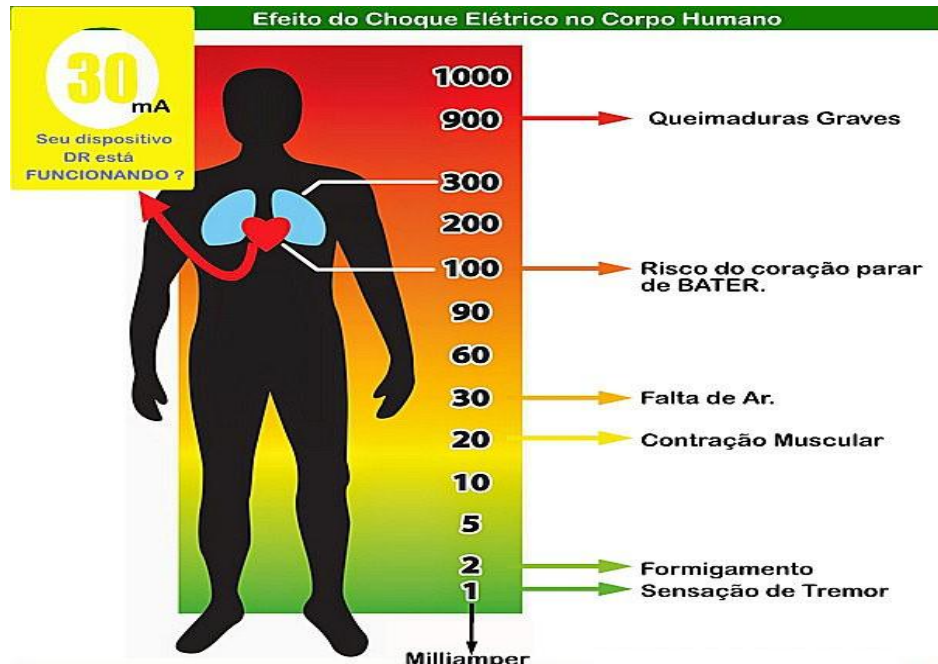
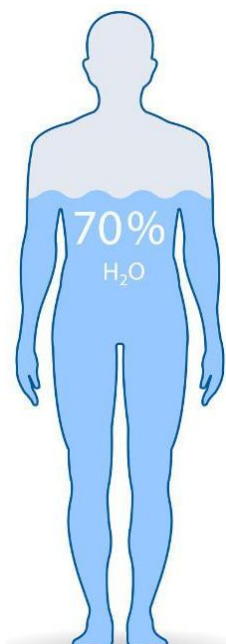
EXTERNA

pele úmida

$\approx 0 \Omega$

pele seca

\approx de 1000 a 2000 Ω



Aterramento e o Choque Elétrico no Corpo Humano: o aterramento oferece, para a corrente elétrica, um **Caminho Mais Eficiente** para a Terra, por possuir uma **Resistência Elétrica Baixa** (abaixo de 10Ω), quando o **Circuito** ou **Massa** está **Aterrado**, a corrente elétrica é **Desviada** para a Terra, acionando os **Dispositivos de Proteção Elétrica** sensíveis a **Corrente de Curto-Circuito**, como os **Disjuntos (DR, IDR, etc)**.



Geração



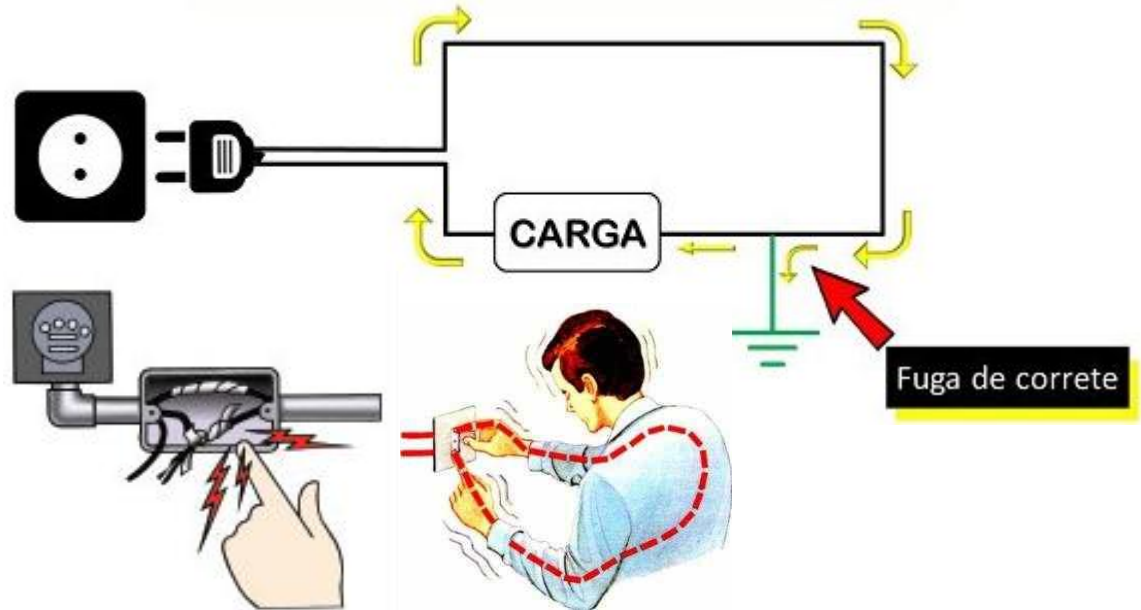
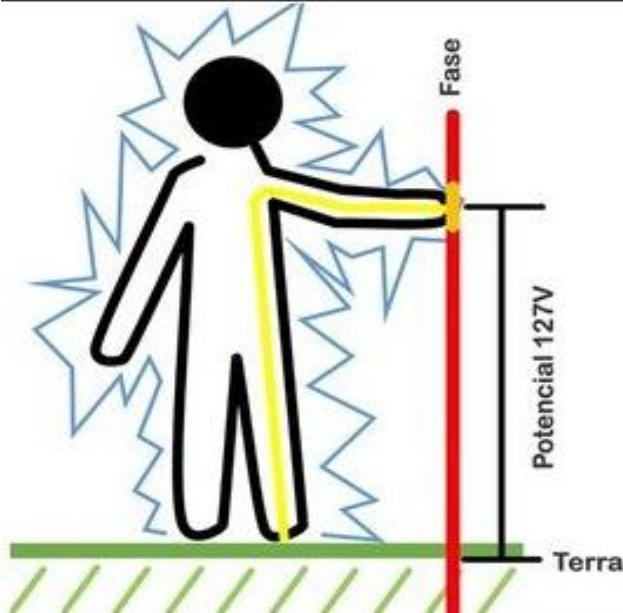
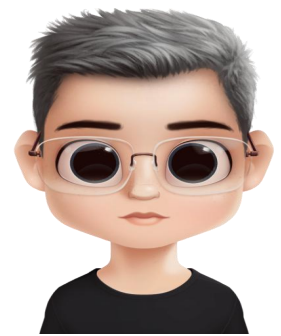
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Proteção contra Corrente de Falta (Curto-Circuito): é a passagem de corrente elétrica por caminhos além das **Fases e Neutros** caracterizando uma situação de **“Defeito”**.

Proteção contra Corrente de Fuga (Choque Elétrico): são provenientes de circuitos ou equipamentos com **“Isolação Deficiente”**, ficando essa corrente na superfície dos equipamentos.



Geração



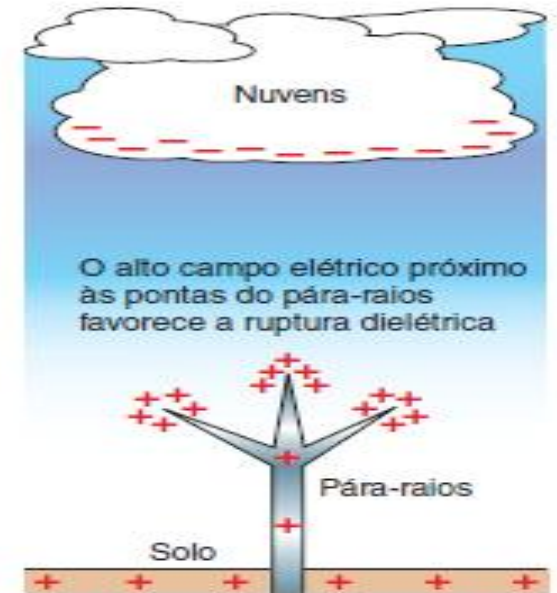
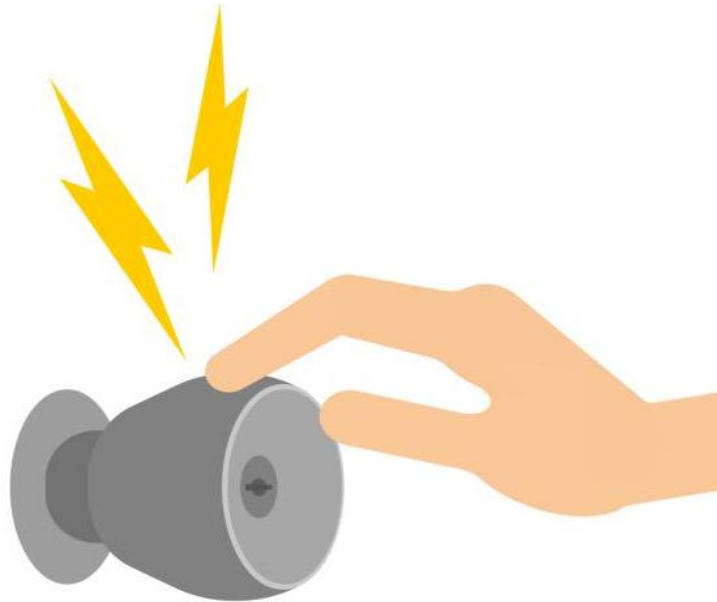
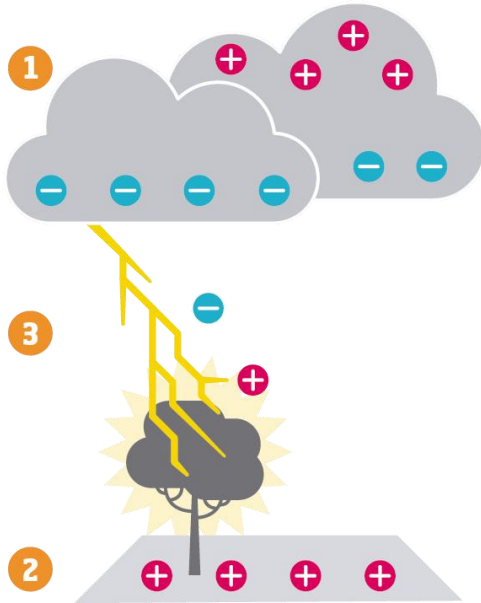
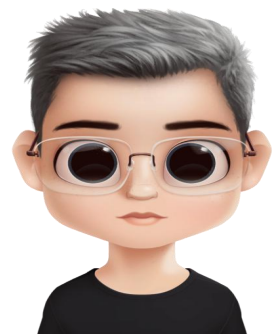
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Proteção contra Descargas Atmosféricas (Raios): são descargas elétricas provenientes da diferença de potencial **DDP** entre uma **Nuvem** eletricamente carregada e a **Terra**.

Proteção contra Eletricidade Estática (Eletrostática-ESD): fenômeno físico resultante do **Acúmulo** de cargas elétricas por um **Corpo em Repouso**.



Geração



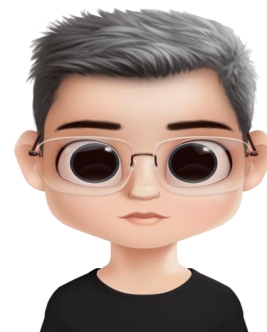
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



O que deve ser aterrado: todo equipamento com **Carcça Metálica e Componentes Sensíveis a **Eletroestática** deve ser aterrado (iluminação, motores, computadores, eletrônicos, eletroeletrônicos, tubulações, estruturas metálicas, tomadas, etc).**



Geração



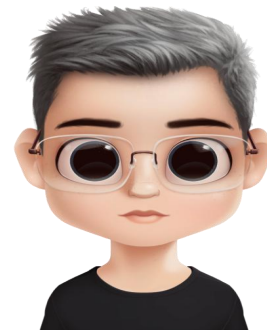
Transmissão



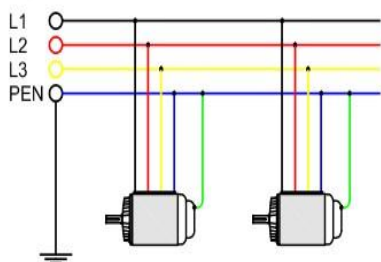
Distribuição



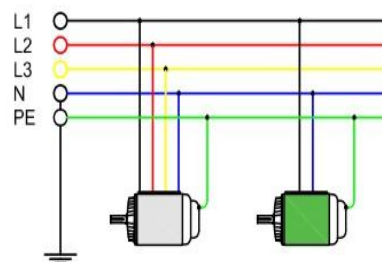
Consumidor Final



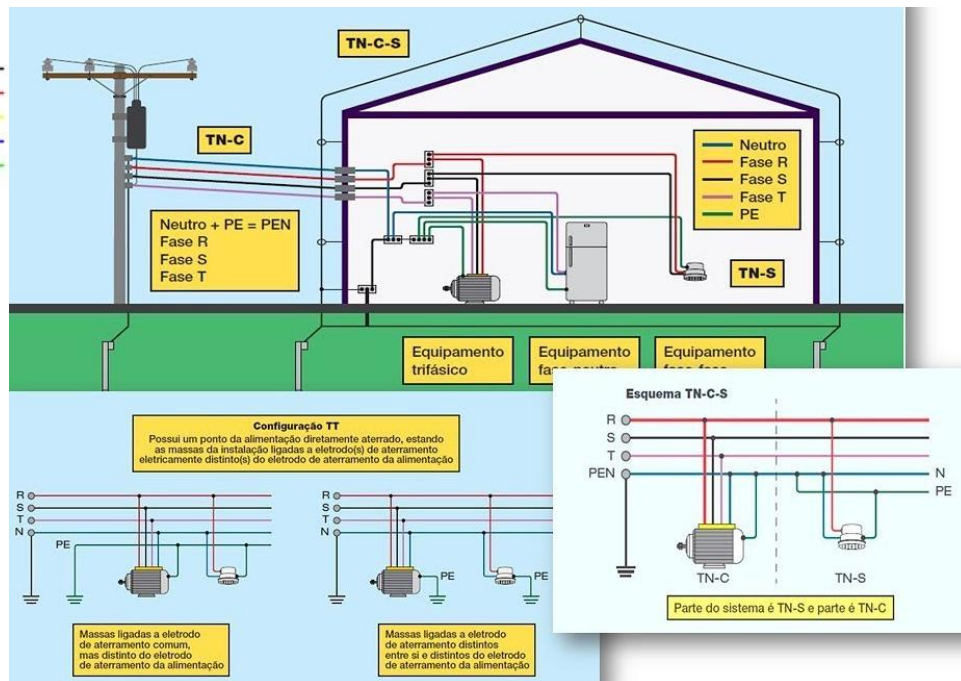
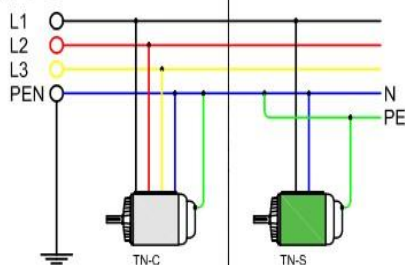
TN-C



TN-S



TN-C-S



Tipos de Aterramento: basicamente existe **6 (seis)** esquemas de aterramento cada um com uma configuração e função diferente (TN, TN-S, TN-C-S, TN-C, TT e IT).



Geração



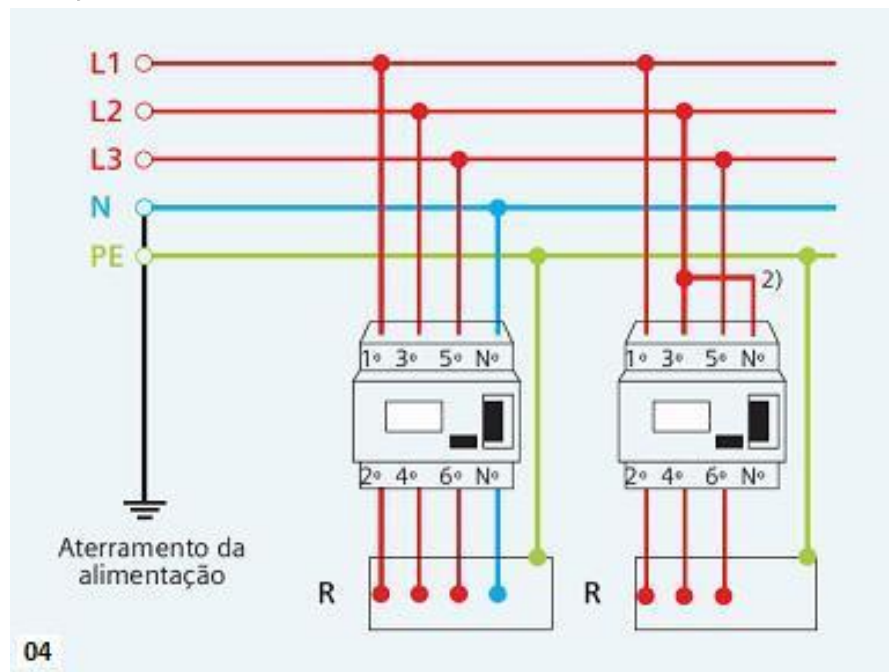
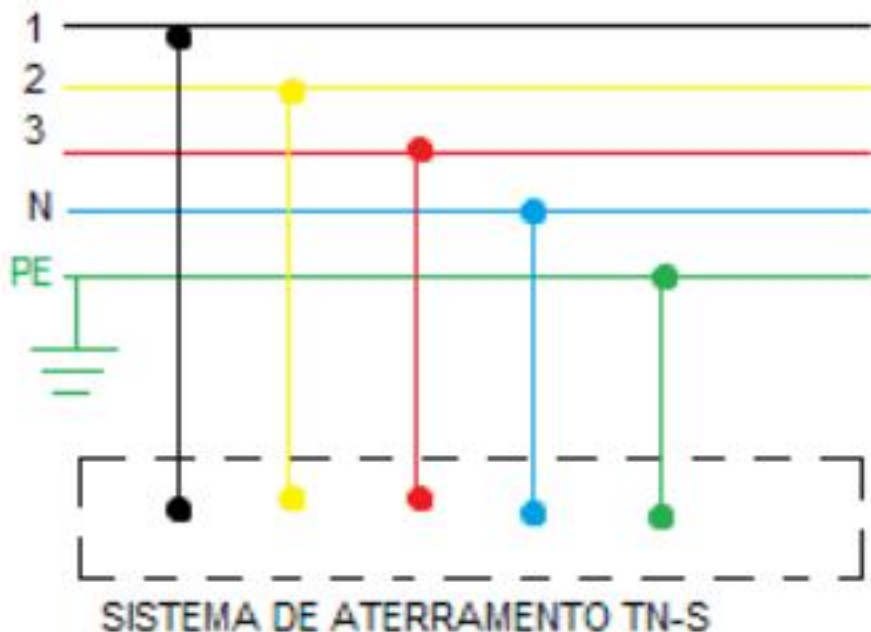
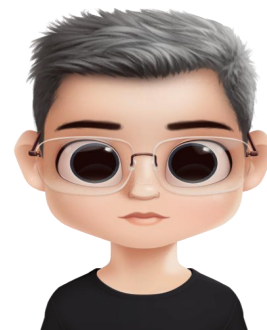
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Qual o melhor tipo de Aterramento: isso depende do tipo de instalação e utilização dos equipamentos, o aterramento mais simples é o **Esquema TN** (T=Massas diretamente aterradas | N=Massas ligadas ao ponto de alimentação aterrado) possui um ponto diretamente aterrado na configuração **TN-S** (S=Funções de Neutro e Terra separados) o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos.



Geração



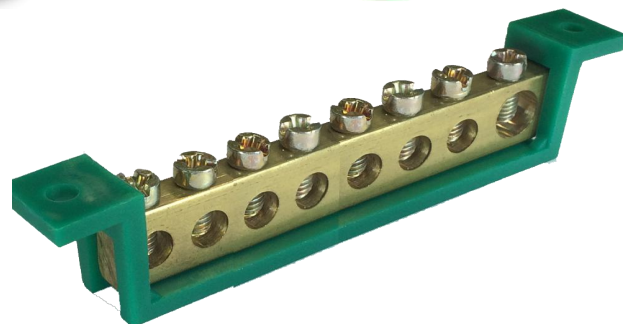
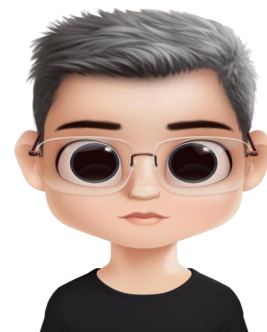
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Componentes do Aterramento: os componentes principais do aterramento são: **Caixa de Inspeção de Aterramento** (300 x 250mm), **Brita**, **Carvão Mineral Aditivado***, **Sal Grosso***, **Haste de Aterramento** (1,00 até 4,00m, padrão 2,5m - 5/8 15mm), **Grampo Haste de Aterramento**, **Cabo Terra** (2,5 até 4mm²) e **Barramento Terra**.



Geração



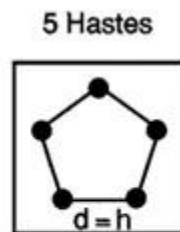
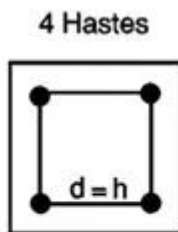
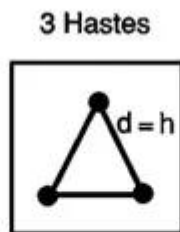
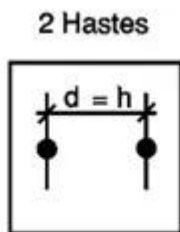
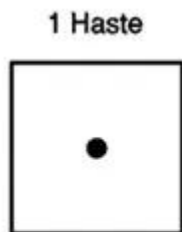
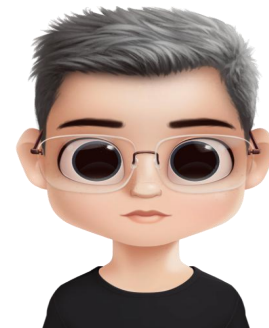
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



d = distância entre hastes
 h = comprimento da hastes

Fig. 5 - Agrupamento de barras em paralelo.



Instalação do Aterramento: utilização de 1, 2, 3, 4 ou 5 Hastes de Aterramento (dependendo da Resistividade do Solo) interligadas a uma **distância do tamanho da haste utilizada** (Exemplo: haste de 2,5m distância entre hastes 2,5m). **OBSERVAÇÃO:** uma Haste de Aterramento de **2,5m** suporta em média **5 computadores ligados**.



Geração



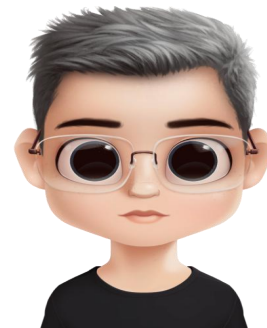
Transmissão



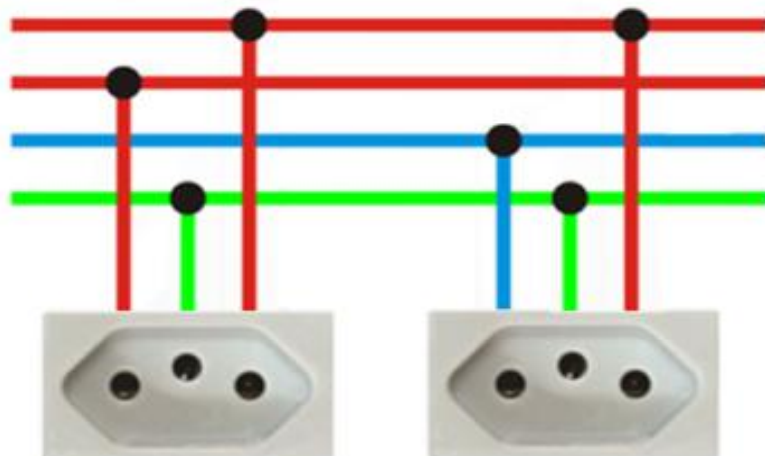
Distribuição



Consumidor Final

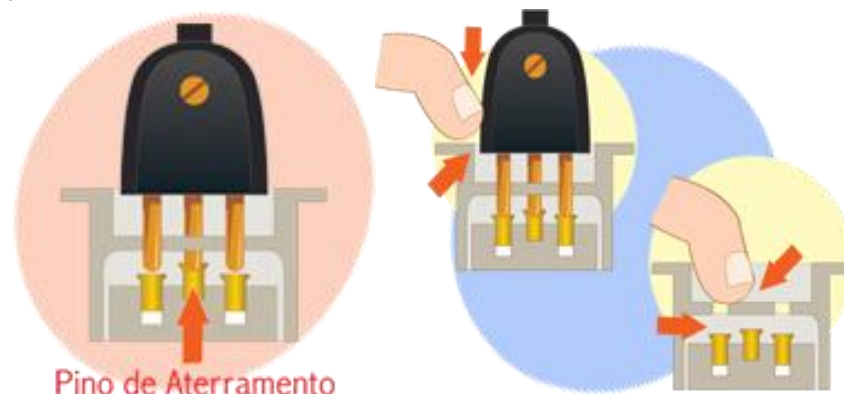


Fase
Fase
Neutro
Terra

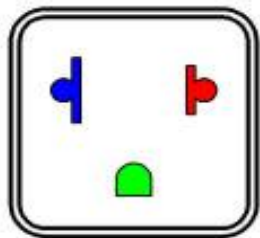


220V

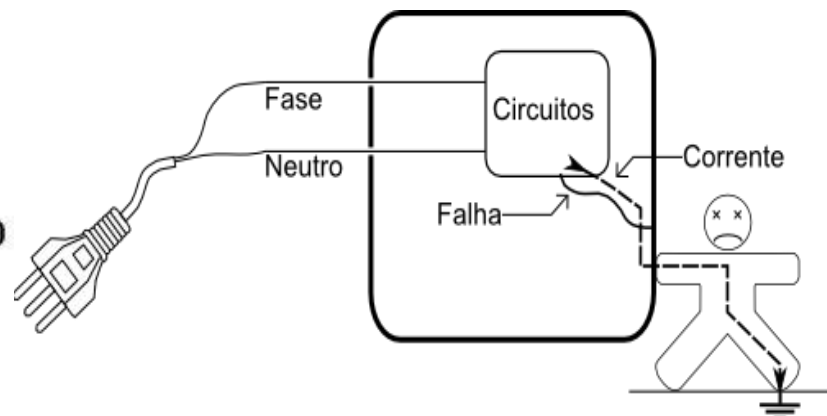
110V



Pino de Aterramento



● Neutro
● Fase
● Terra



Instalação na Tomada Elétrica: o pino Terra se encontra no **Centro da Tomada Elétrica**, o fio terra jamais deve ser utilizado como **Neutro** da tomada elétrica, também, não deve ser utilizado nos conectores de **Fase**.



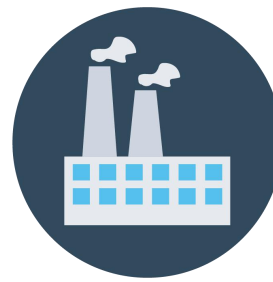
Geração



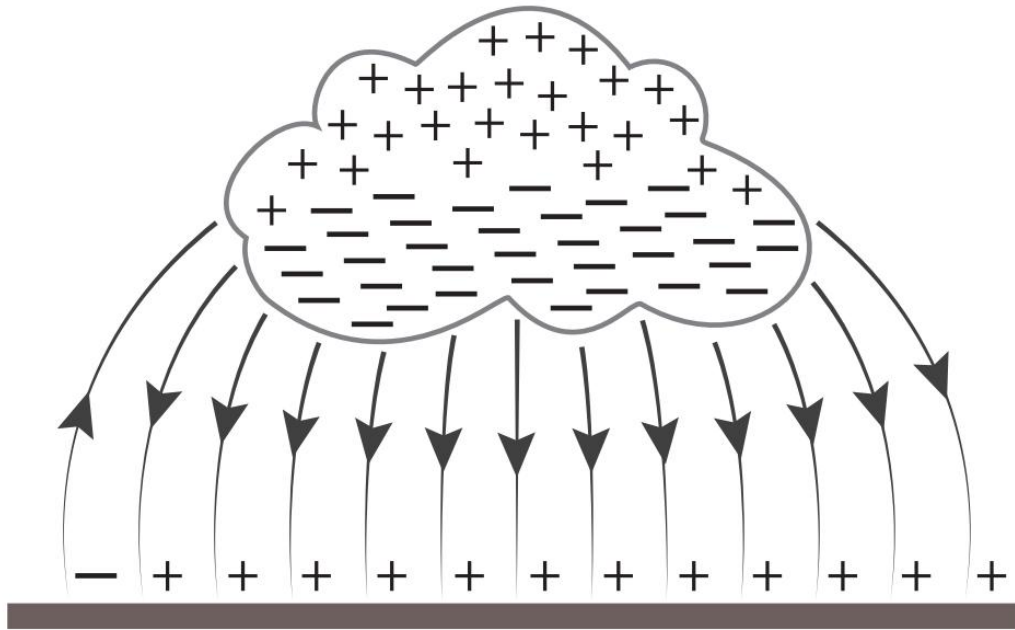
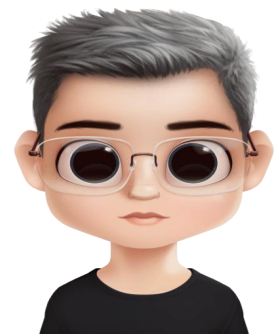
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Origem dos Raios: Os raios são **Descargas Elétricas** que ocorrem durante as tempestades. Dentro das nuvens acontece o acúmulo de **Cargas Negativas** em sua **Região Inferior**. A formação das cargas nas extremidades da nuvem ocorre através do **Atrito** entre partículas de **Gelo e Água** colocadas em movimento pelas **Correntes de Ar Quente Ascendente** dentro da nuvem.



Geração



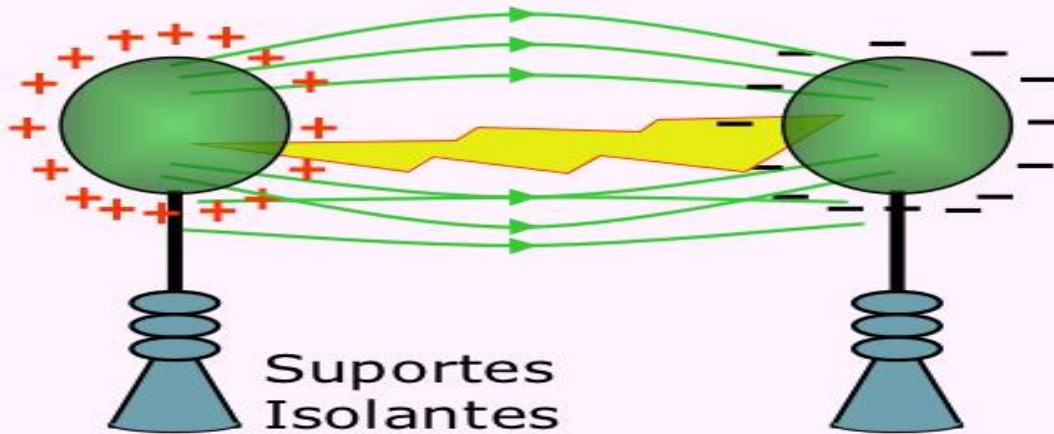
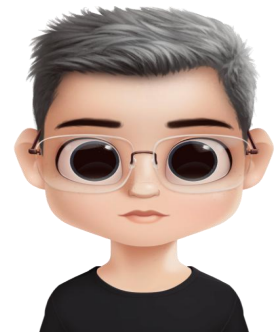
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



$$\vec{E} \geq 3 \times 10^6 \text{ N/C}$$



Rompeu-se a Rigidez Dielétrica do ar



O ar se ioniza e torna-se condutor colocando os corpos carregados em contato.



Elétrons passam de um corpo para outro até que se neutralizem. Isso produz uma faísca

A descarga do Raio: A descarga ocorre quando a **Intensidade do Campo Elétrico** ultrapassa o valor da **Resistência Dielétrica do Ar**, que, no caso do **ar limpo e seco**, corresponde a **30 kV/cm**. Durante uma tempestade, devido à **umidade e às partículas de poeira** presentes, a resistência dielétrica do ar **cai** para poucos **kV/cm**, facilitando, assim, a descarga do raio.



Geração



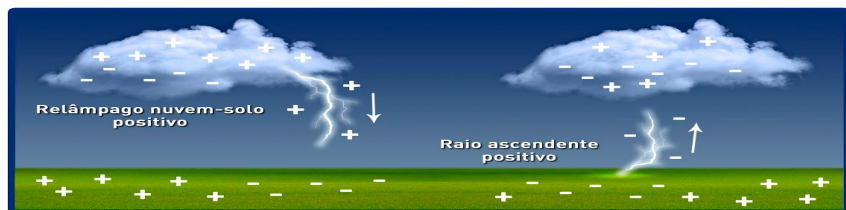
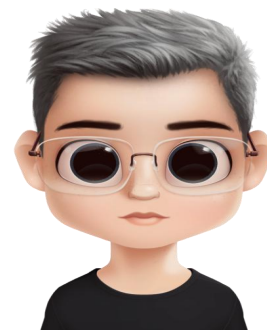
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Tempo: 1ms
Descargas líderes saem do solo



1,2 ms
Descarga líder negativa descendente sai da nuvem



19,00 ms



20,00 ms
Descargas se encontram e formam o canal do relâmpago



20,10 ms
Ocorre a descarga de retorno: cargas do canal se movem e ocorre um clarão



20,20 ms



60,00 ms



61,00 ms



62,05 ms
Um relâmpago pode ser constituído por uma ou várias descargas de retorno

Tipos de Raios: temos basicamente 3 tipos de raios: **Raios entre Nuvens:** quando a descarga ocorre entre duas nuvens vizinhas, **Raios Intranuvem:** quando a descarga ocorre dentro da mesma nuvem e **Raios entre Nuvem e a Terra:** quando a descarga ocorre entre a nuvem e o solo, independentemente da origem.



Geração



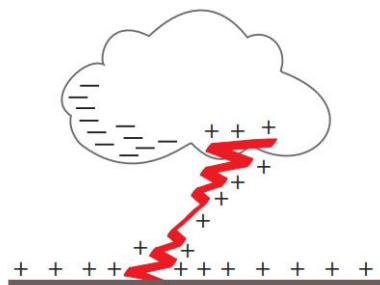
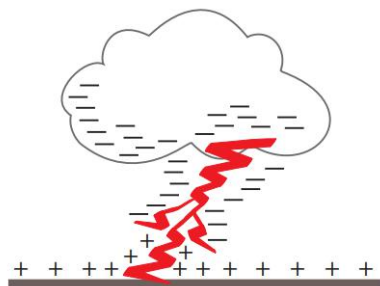
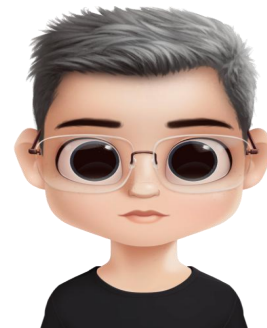
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Como se forma um raio

A maior parte dos raios resultam da movimentação inicial das cargas negativas presentes nas nuvens de tempestade

1 QUANDO O AR NÃO MAIS CONSEGUE ISOLÁ-LAS, AS **CARGAS NEGATIVAS** SE ACUMULAM E TENDEM A IR EM DIREÇÃO AO SOLO, ATRAÍDAS PELAS CARGAS POSITIVAS

2 A CARGA NEGATIVA FORMA UMA ESPÉCIE DE CANAL DE AR IONIZADO QUE **SAI DA NUVEM ATÉ O SOLO**

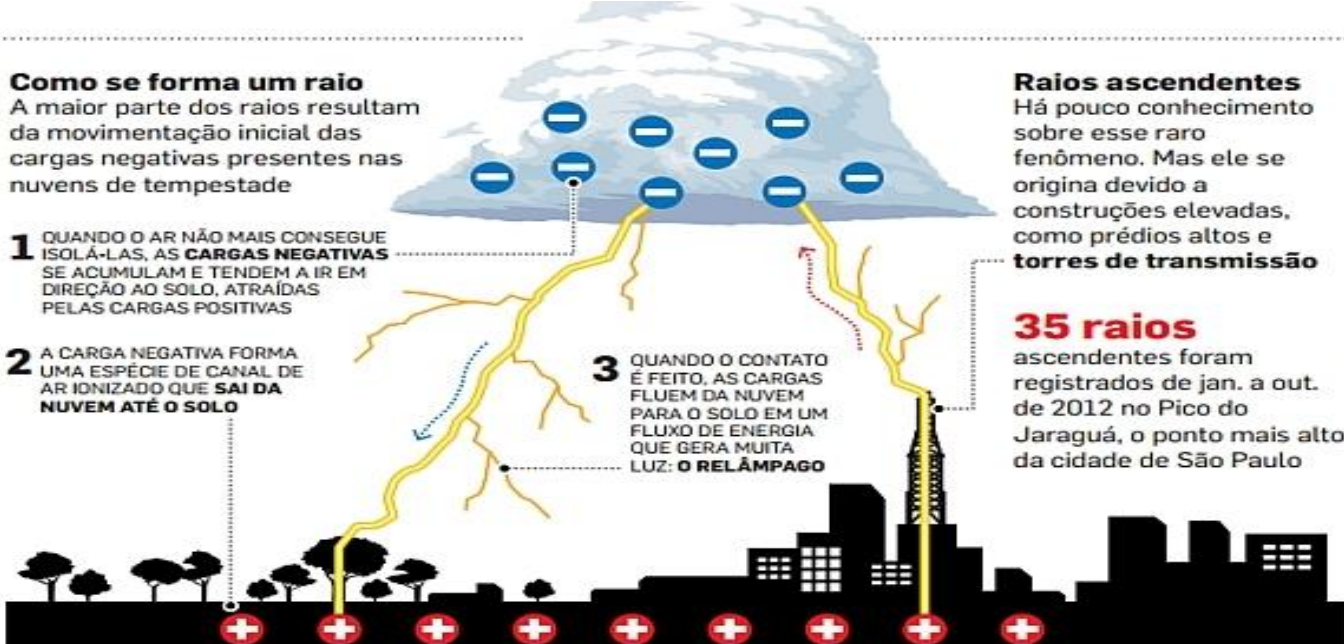
3 QUANDO O CONTATO É FEITO, AS CARGAS FLUEM DA NUVEM PARA O SOLO EM UM FLUXO DE ENERGIA QUE GERA MUITA LUZ: O **RELÂMPAGO**

Raios ascendentes

Há pouco conhecimento sobre esse raro fenômeno. Mas ele se origina devido a construções elevadas, como prédios altos e torres de transmissão

35 raios

ascendentes foram registrados de jan. a out. de 2012 no Pico do Jaraguá, o ponto mais alto da cidade de São Paulo



Raio Descendente Negativo (mais frequente): as cargas elétricas se acumulam numa área da nuvem, o campo elétrico local cresce até ultrapassar a resistência dielétrica do ar. **Raio Descendente Positivo:** os raios positivos se originam das cargas positivas localizadas no **topo da nuvem**, os **cumulonimbus** são caracterizados por alturas elevadas e **Raios Ascendentes (raros):** o canal do raio ascendente se **origina e se propaga para cima**, seguindo o mesmo padrão válido para os raios descendentes.



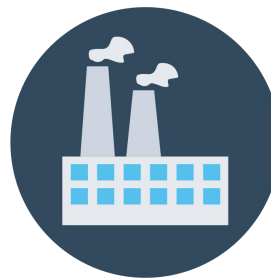
Geração



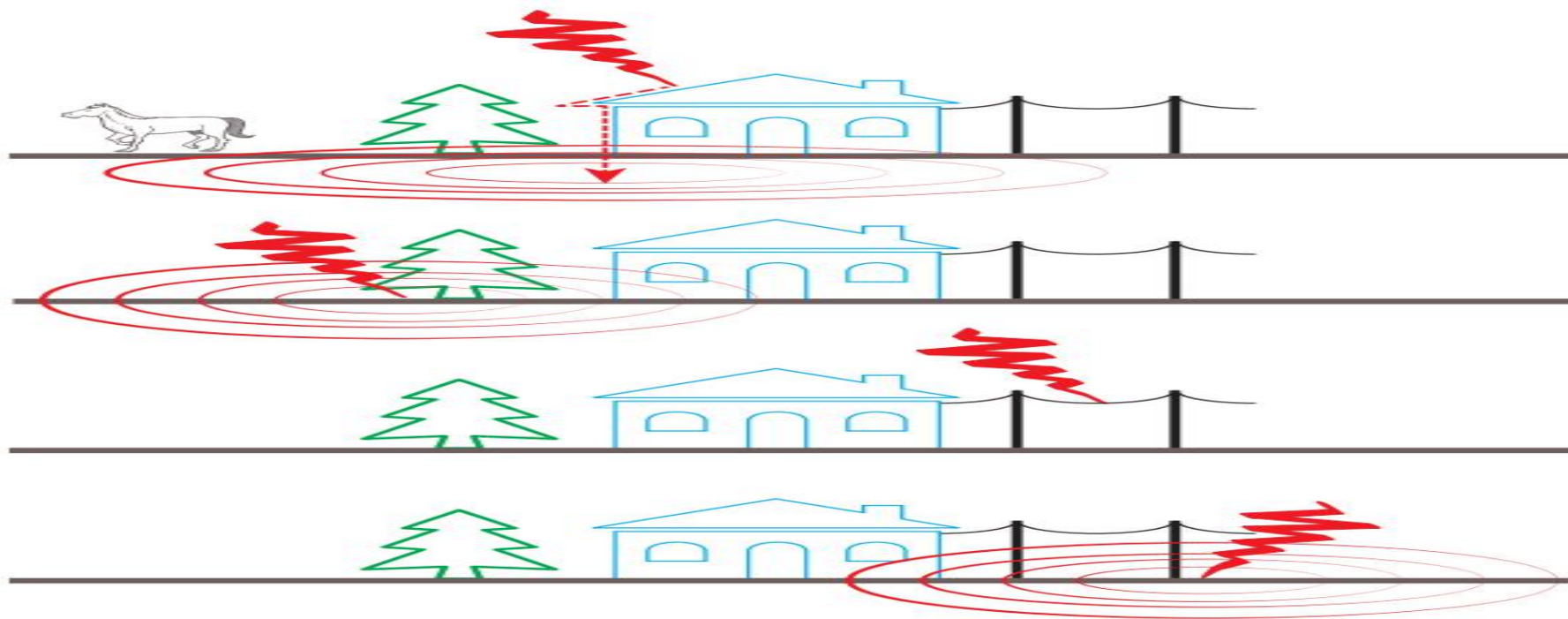
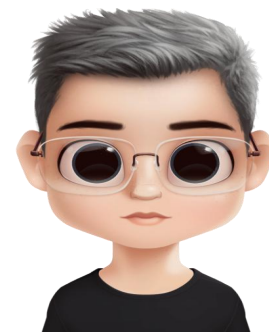
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Tipos de Incidência de Raios e Descargas Atmosféricas: Os tipos de incidência de descargas atmosféricas podem ser enquadrados nos 4 (quatro) casos: **Impacto Direto sobre um Edifício, Impacto Indireto sobre um Edifício, Impacto Direto sobre uma Linha e Impacto Indireto sobre uma Linha (todos podem causar Surtos de 3 até 5kV).**



Geração



Transmissão



Distribuição



Consumidor Final

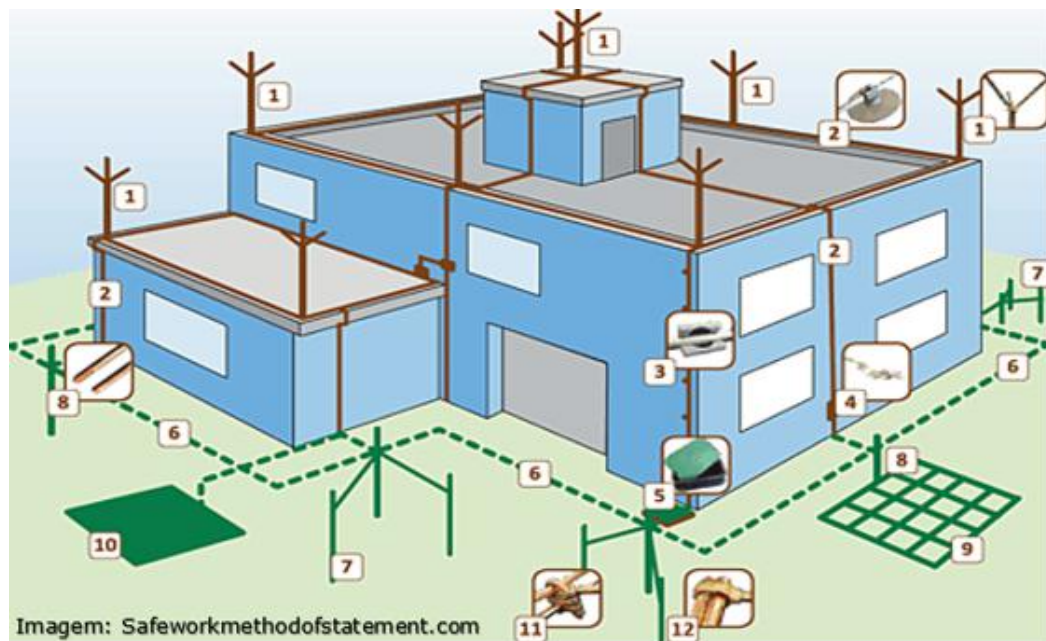
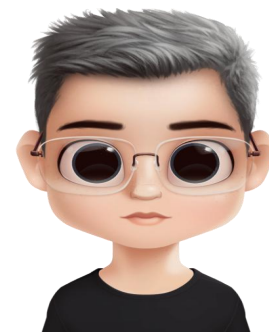
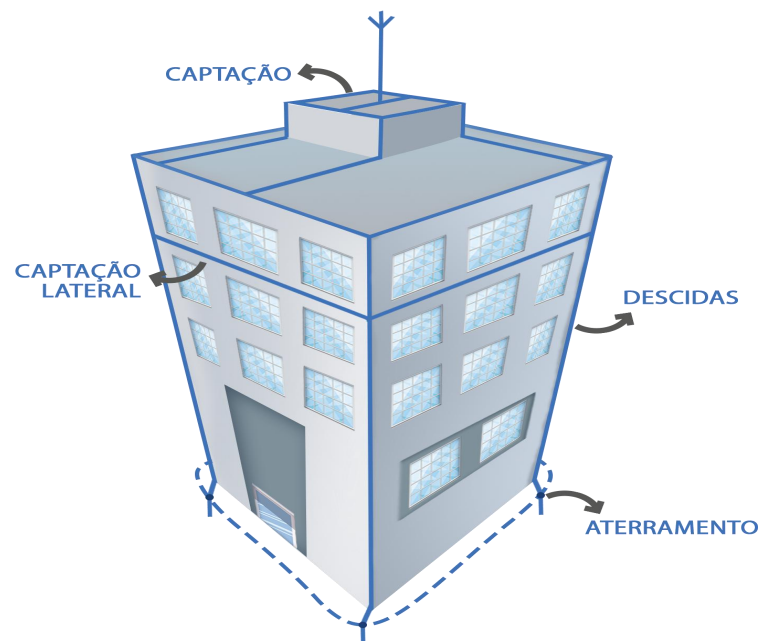


Imagem: Safeworkmethodofstatement.com



Para-Raio (SPDA): esses sistemas servem para proteção de **Prédios, Antenas, Instalações Industriais, Tanques, Tubulações e Pessoas** contra as **Descargas Atmosféricas** e seus efeitos.



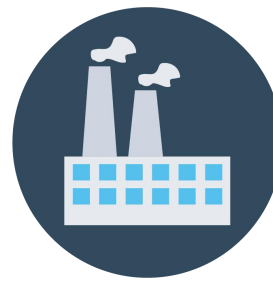
Geração



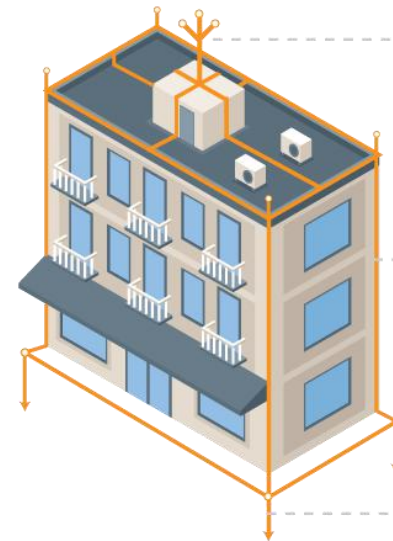
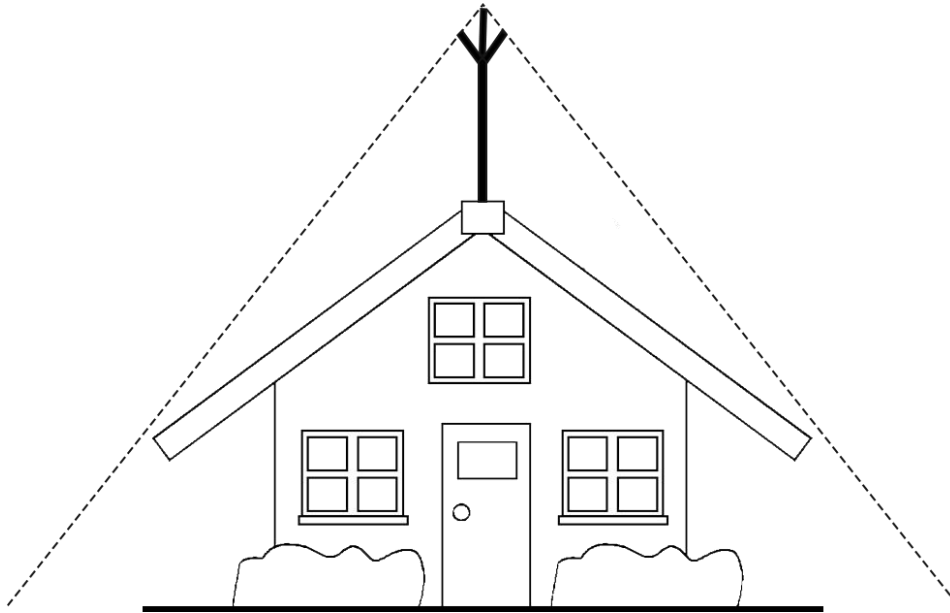
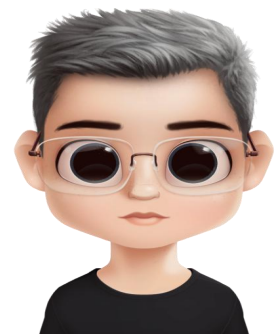
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



1 Sistema de Captação

2 Sistema de Descida

3 Sistema de Aterramento

Os SPDA são compostos por **dispositivos instalados nos pontos mais altos das instalações e estruturas**, elas proporcionam um **caminho para terra** oferecendo a **menor resistência elétrica possível**, para desta forma, oferecer um **caminho para corrente criada pela descarga atmosférica** fluir em direção a terra, sem **danificar equipamentos ou estruturas**, além de **proteger as pessoas** dentro da instalação.



Geração



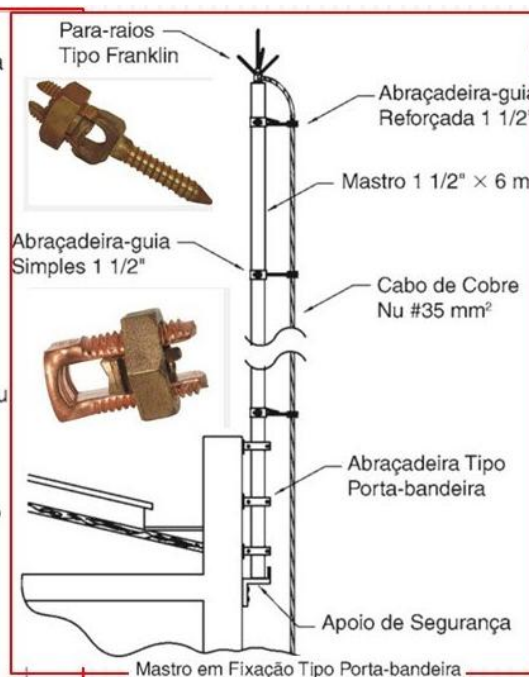
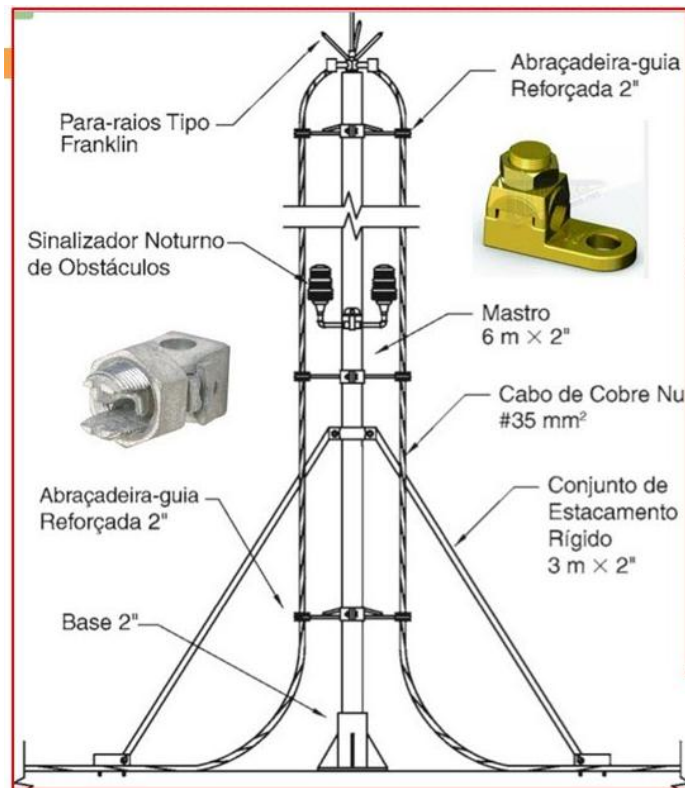
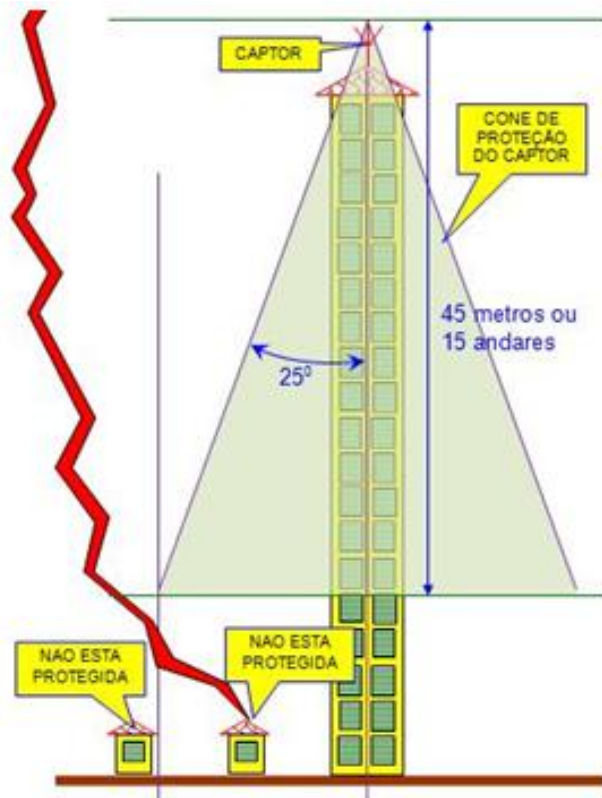
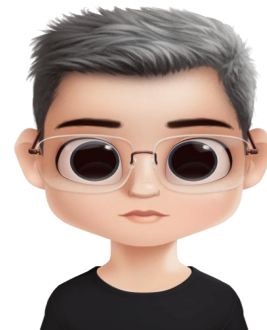
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Componentes do Para-Raio (Tipo Franklin, mais comum): Captor, Abraçadeira-Guia Reforçada, Sinalizador Noturno, Mastro, Cabo de Cobre Nu, Conjunto de Estacamento Rígido, Base, Sistema de Atarramento, Tubulação e Conexões.



Geração



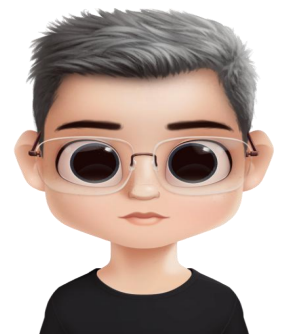
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Pesquisar:

**Tipos de Aterramento;
Tipos de Para-Raio;
O que é IDR e DPS.**



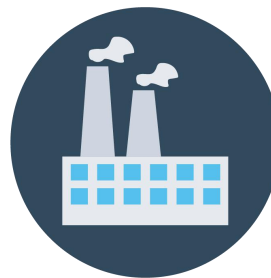
Geração



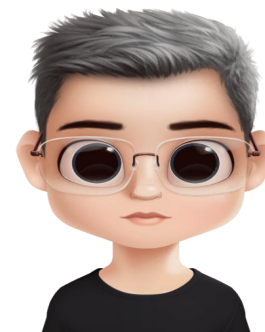
Transmissão



Distribuição



Consumidor Final



Dúvidas???

