



Proteção Contra Choques
Elétricos

Terminologia

- ❑ Corrente de Fuga (de uma instalação ou de parte de uma instalação)
- ❑ É a corrente que, na ausência de falta, flui para terra ou para elementos condutores estranhos à instalação



Terminologia

- Massa
- É qualquer corpo condutor de eletricidade que não tenha necessariamente função elétrica ou eletrônica no circuito, sendo normalmente conectado ao terra por motivos de segurança



Correntes de Fuga

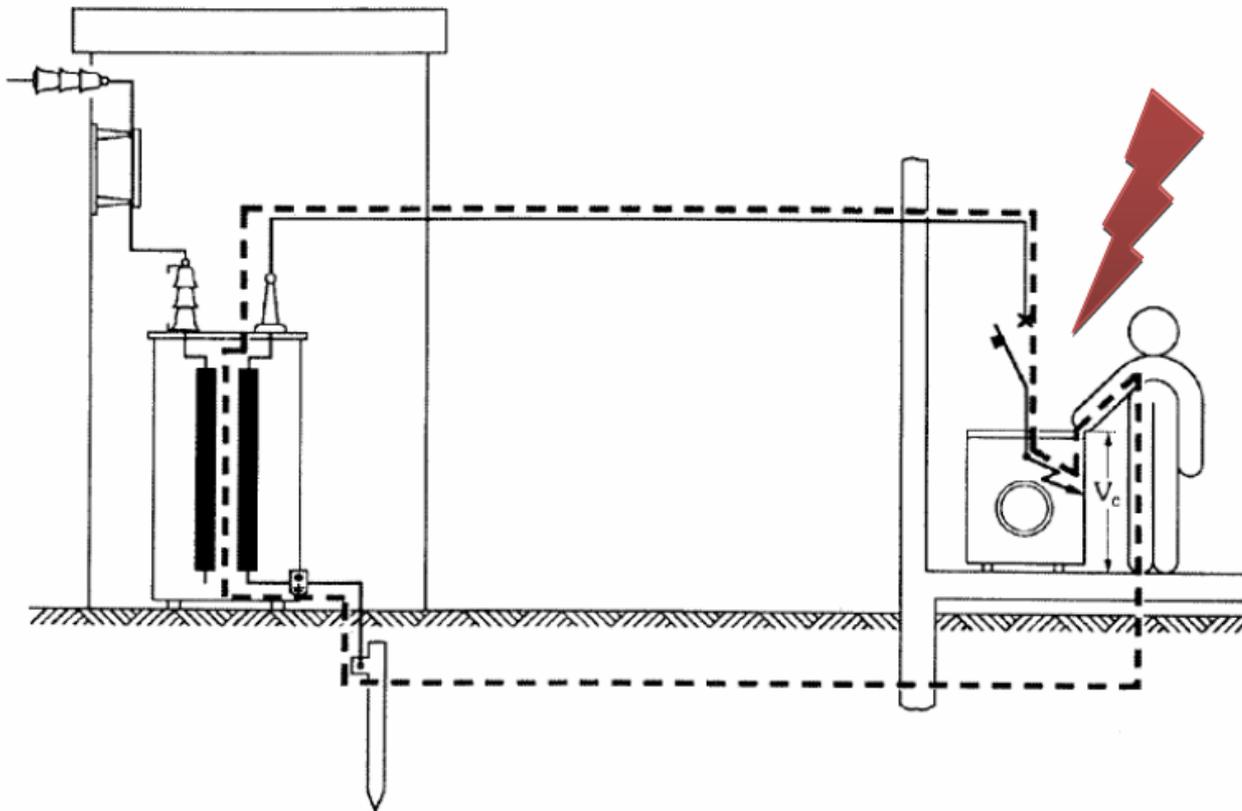
- Os Disjuntores Diferenciais (DR's) exercem múltiplas funções, pois além de realizarem proteção dos condutores contra sobrecorrentes, garantem a proteção das pessoas contra choques elétricos e a proteção dos locais contra incêndios, nas condições descritas pela NBR 5410

Correntes de Fuga



Correntes de Fuga

- Em caso de defeito na isolação, as correntes de fuga passam à fonte de tensão (como visto nos esquemas mostrados a seguir)



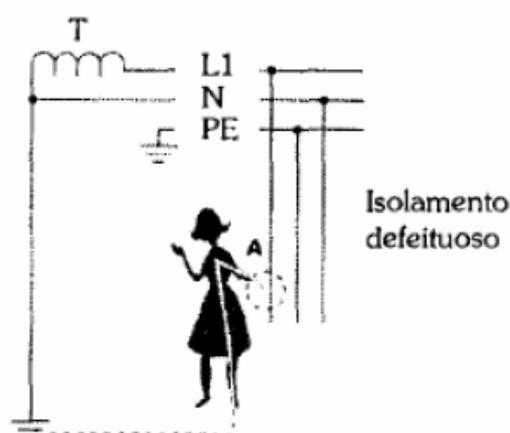
Correntes de Fuga

- ❑ Os disjuntores ou interruptores diferenciais percebem ou captam a corrente de fuga e se desligam, quando ultrapassam a corrente nominal de fuga
- ❑ Porém, em caso de defeito nas isolações, não somente pode aparecer uma tensão de contato excessivamente elevada, como pode ser provocada por um incêndio através de um arco voltaico, originado pela corrente do circuito à terra

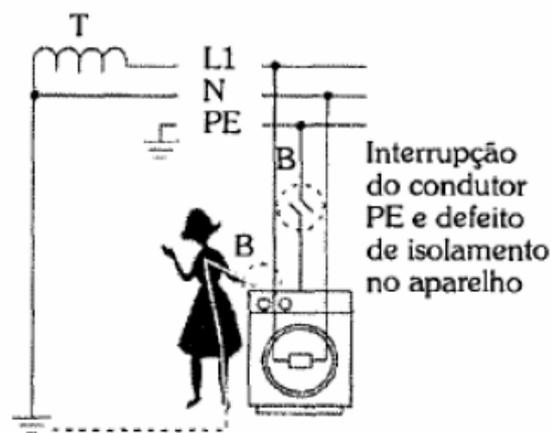


Correntes de Fuga

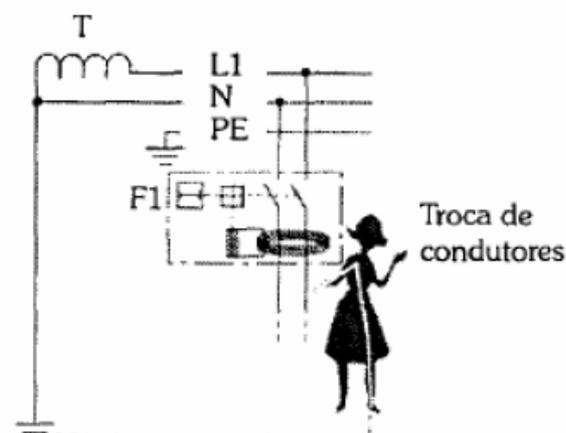
- A interrupção da corrente de fuga baseia-se em princípio vigiar os circuitos contra essas correntes indesejáveis e altamente prejudiciais às instalações elétricas, ao patrimônio e principalmente aos usuários



T - Transformador da rede.
A - Contato direto (falha da
isolação da parte ativa).



T - Transformador da rede.
B - Contato direto (interrupção
ou inexistência do condutor de
proteção e falha de isolação).



T - Transformador da rede.
F1 - Dispositivo DR
protegendo a pessoa
(desligamento instantâneo).

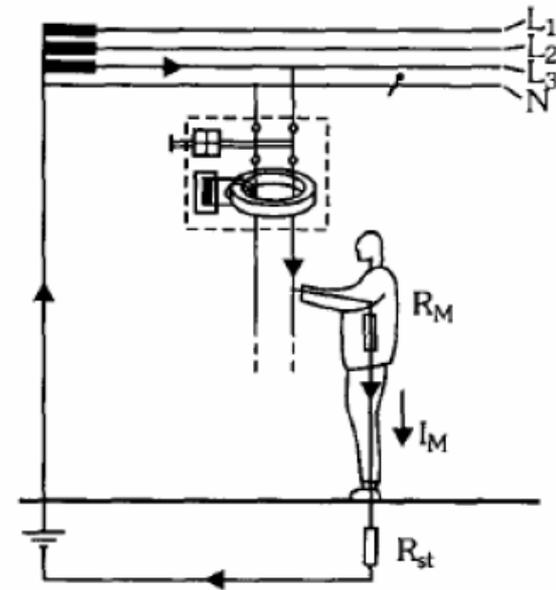
(Exemplos de contatos diretos com partes ativas da instalação)

Correntes de Fuga

□ Correntes de Falta

□ Caso uma pessoa toque as partes ativas de uma instalação, duas resistências são fundamentais para a determinação da corrente de falta à terra:

1. A resistência interna das pessoas (R_M)
2. A resistência da ligação à terra (R_{st})



Correntes de Fuga

- ❑ Dois valores podem ser considerados: a resistência entre as mãos ou entre a mão e o pé
- ❑ O valor médio é de 1000 ohms
- ❑ Para uma tensão de falha de 220V (CA), a corrente que circula pelo corpo humano é de aproximadamente 220mA (127mA em 127V)



Correntes de Fuga

- ❑ Fatores que influenciam na gravidade um choque elétrico:
 - ❑ Tipo de contato
 - ❑ Tempo de contato
 - ❑ Corrente/tensão



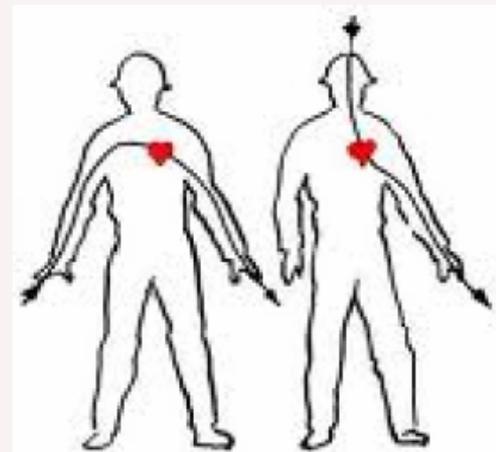
Correntes de Fuga

- ❑ Corrente de choque elétrico: por onde passa?
- ❑ Percurso 1: quando o choque fica limitado, a por exemplo dois dedos de uma mesma mão, não há risco de morte, mas a vítima pode sofrer queimaduras ou perder os dedos



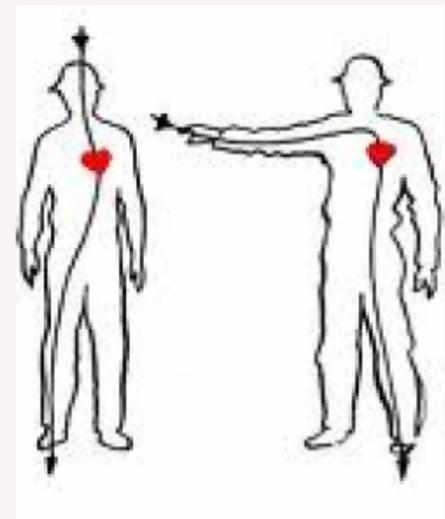
Correntes de Fuga

- ❑ Corrente de choque elétrico: por onde passa?
- ❑ Percurso 2: a corrente entra por uma das mãos e sai pela outra, percorrendo o tórax
- ❑ É um dos percursos mais perigosos. Dependendo da intensidade de corrente, pode ocasionar parada cardíaca



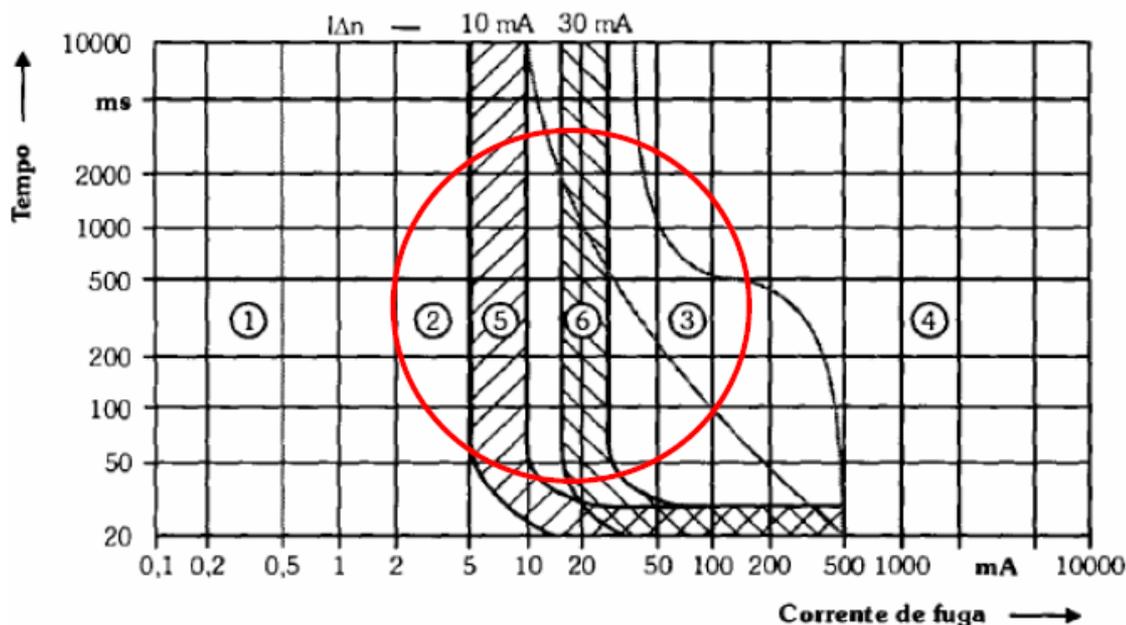
Correntes de Fuga

- ❑ Corrente de choque elétrico: por onde passa?
- ❑ Percurso 3: a corrente entra por uma das mãos e sai por um dos pés. Percorre parte do tórax, centros nervosos, diafragma, etc.
- ❑ Dependendo da intensidade da corrente produzirá asfixia e fibrilação ventricular e, conseqüentemente, parada cardíaca



Correntes de Fuga

- A curva de disparo dos dispositivos DR também pode ser vista na figura
- Analisando a figura, observa-se que o dispositivo DR dispara em torno de 30ms (valor menor do que determinado pela NBR 5410)



Zona 1 - Nenhum efeito perceptível.

Zona 2 - Efeitos fisiológicos geralmente não-danosos.

Zona 3 - Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares).

Zona 4 - Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (fibrilação cardíaca, parada respiratória).

Zonas 5 e 6* - Faixas de atuação dos dispositivos DR ou disjuntores DR.

Correntes de Fuga

- ❑ Tomar cuidado adicional com tomadas (proteger)
- ❑ Desligar os disjuntores ao se trocar lâmpadas e tomadas
- ❑ Desligar disjuntores ao trocar resistências de chuveiros (cuidado extra, usar medidores de tensão)
- ❑ Retirar equipamentos da tomada, ou desligar disjuntores, após queda de energia provocadas por falhas no sistema elétrico ou descargas atmosféricas
- ❑ Tomar cuidado extra com extensões, fios e cabos
- ❑ Nunca tocar, de primeiro momento, numa superfície metálica com a palma da mão (grades, cercas, postes, barras, corrimão, telas, ...)



Vídeos Interessantes Sobre Choque Elétrico e o IDR

- https://www.youtube.com/watch?v=jAXYI1z152I&t=628s&ab_channel=ELETRICITY-OCANALDAEL%C3%89TRICA
- https://www.youtube.com/watch?v=DVtpr_pGH1g&ab_channel=ELETRICITY-OCANALDAEL%C3%89TRICA
- https://www.youtube.com/watch?v=lgjl4Uzr3gU&t=412s&ab_channel=MundodaEl%C3%A9trica
- https://www.youtube.com/watch?v=QLIQq1xcogY&ab_channel=El%C3%A9tricadeA%C3%A0Z



Proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)





Proteção contra choques elétricos e efeitos térmicos

A proteção das instalações elétricas deve ser analisada de acordo com os seguintes aspectos:



Os dispositivos de proteção diferencial-residual (DR) exercem importância fundamental...

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA

- Sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DIRETAS

- Uma primeira descarga desce pelo canal ionizado seguida por outras descargas mais rápidas



Incidem diretamente:
sobre edificações,
linhas de transmissão
instalações e pessoas expostas

O Brasil é o país com a maior incidência de raios no mundo.



Efeito dos Raios

- Forma Direta: atingem estruturas de edificações, o sistema de pára-raios, as fiações elétricas, redes de energia elétrica, etc.
- Forma Indireta: Formação de radiação eletromagnética induzindo sobretensões (SURTOS) nas estruturas, linhas, cabos subterrâneos, cabos de comunicação e transmissão de dados.

O que é SURTO

- Um surto de energia, ou **transitório de tensão**, é um aumento significativo na tensão da rede elétrica, que em condições normais fornece **127 ou 220 volts** (Brasil) para a maioria das residências e escritórios. Se a tensão se elevar acima de 127 ou 220 volts, há um problema na rede elétrica .

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA

- **Sistema externo de proteção:** sistema que consiste em subsistema de captores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento.
- **Sistema interno de proteção:** conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger (DPS – dispositivo de proteção contra surtos).

Prioridade de proteção



Embasamento Normativo:

- ABNT NBR 5410/04
- ABNT NBR 5419/05: - **Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas**
- IEC 61643-1
- IEC 61312-1

O SPDA (Para-Raios) é composto por basicamente 03 subsistemas:

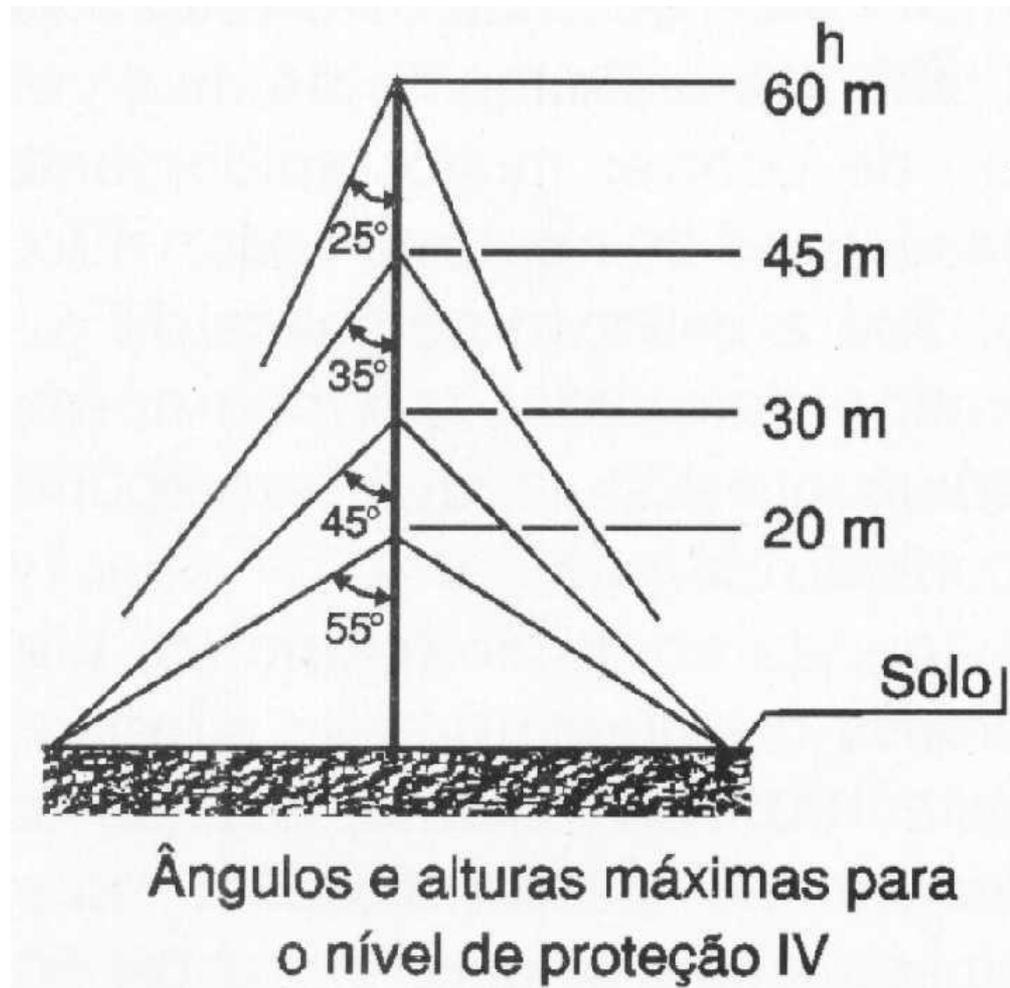
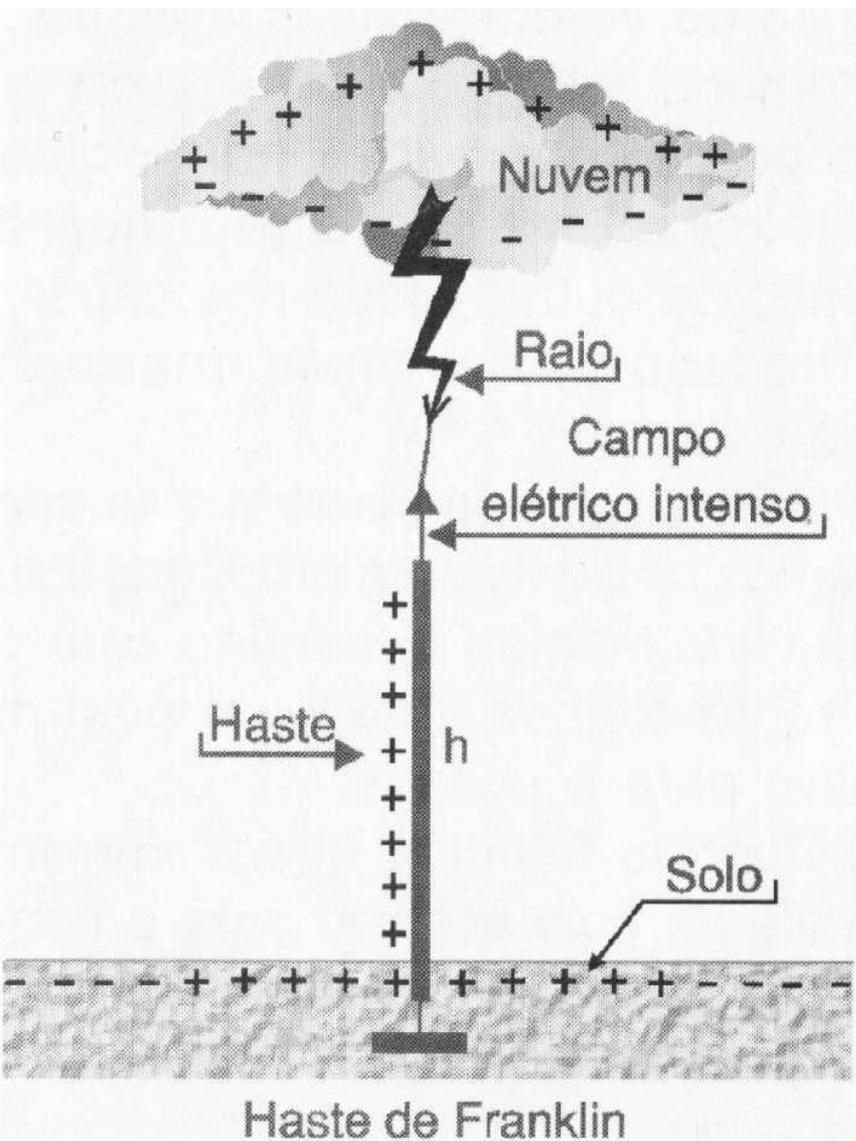
- **a) Sistema de captação.**
- **b) Sistema de descidas.**
- **c) Sistema de aterramento.**

Métodos de proteção (EXTERNO)

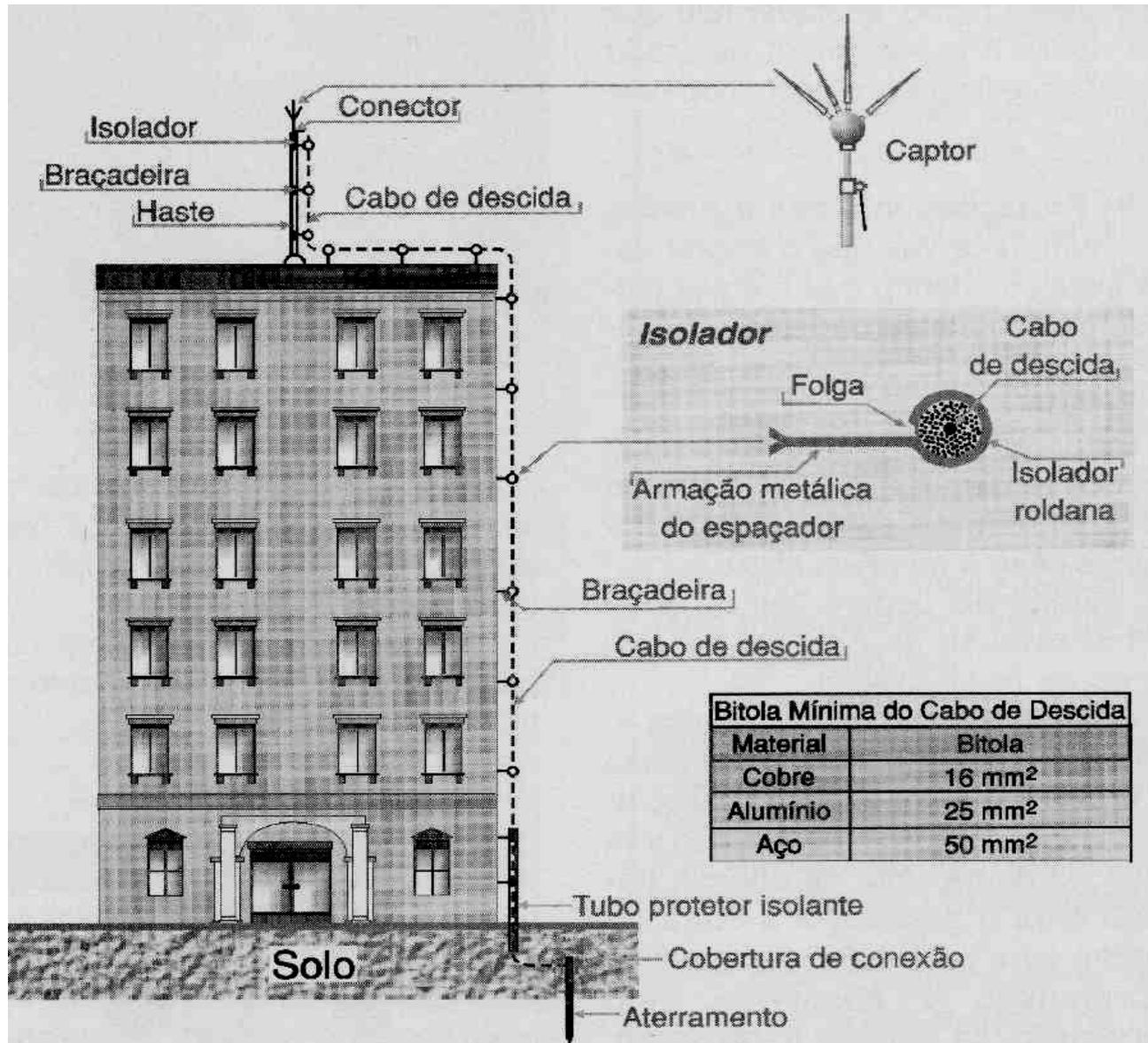
- Modelo eletrogeométrico.
- Método Franklin.
- Método da Gaiola de Faraday.

Método Franklin

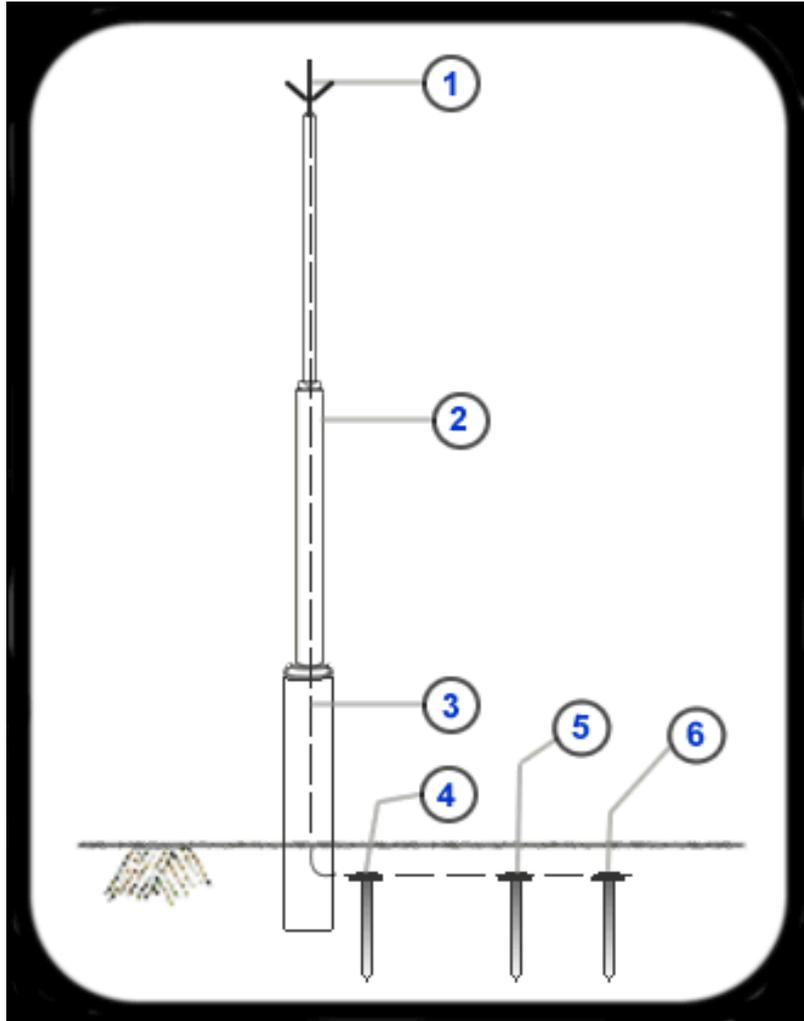
- Este método é baseado na proposta inicial feita por Benjamim Franklin e tem por base uma haste elevada. Esta haste na forma de ponta , produz , sob a nuvem carregada, uma alta concentração de cargas elétricas, juntamente com um campo elétrico intenso. Isto produz a ionização do ar , diminuindo a altura efetiva da nuvem carregada, o que propicia o raio através do rompimento da rigidez dielétrica do ar.



SISTEMA DE PROTEÇÃO APLICANDO CAPTOR TIPO FRANKLIN



SISTEMA DE PROTEÇÃO PARA ÁREAS DIVERSAS



1) CAPTOR TIPO FRANKLIN

2) POSTE METÁLICO AUTO SUPORTADO

3) CABO DE COBRE NU

4) CAIXA DE INSPEÇÃO

5) HASTE TIPO COOPERWELD

6) CONECTOR CABO HASTE

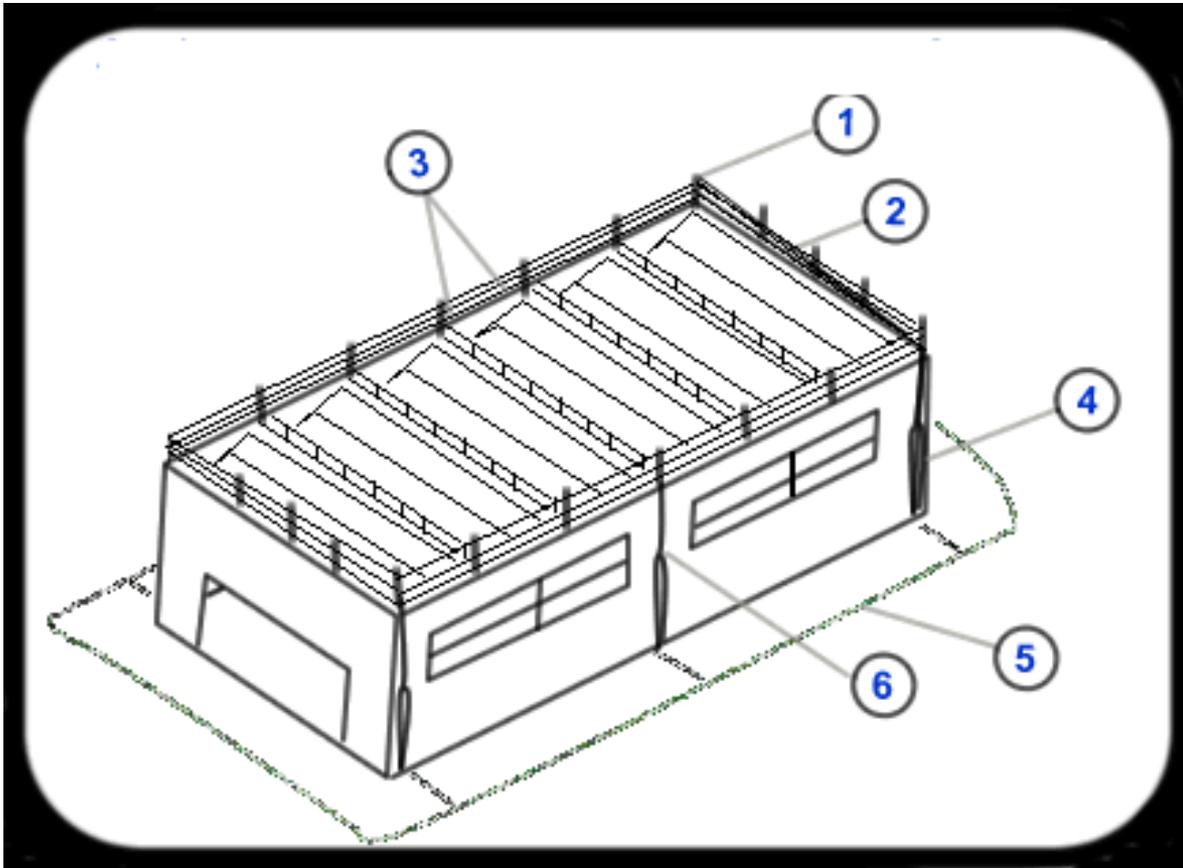
Método da Gaiola de Faraday.

- O método Faraday é também conhecido como método da utilização dos condutores em malha ou gaiola.
- Captadores em malha consistem em uma rede de condutores dispostos no plano horizontal ou inclinado sobre o volume a proteger. As gaiolas de Faraday são formadas por uma rede de condutores envolvendo todos os lados do volume a proteger.
- Quanto menor forem as distâncias dos condutores das malhas, maior será o nível de proteção.

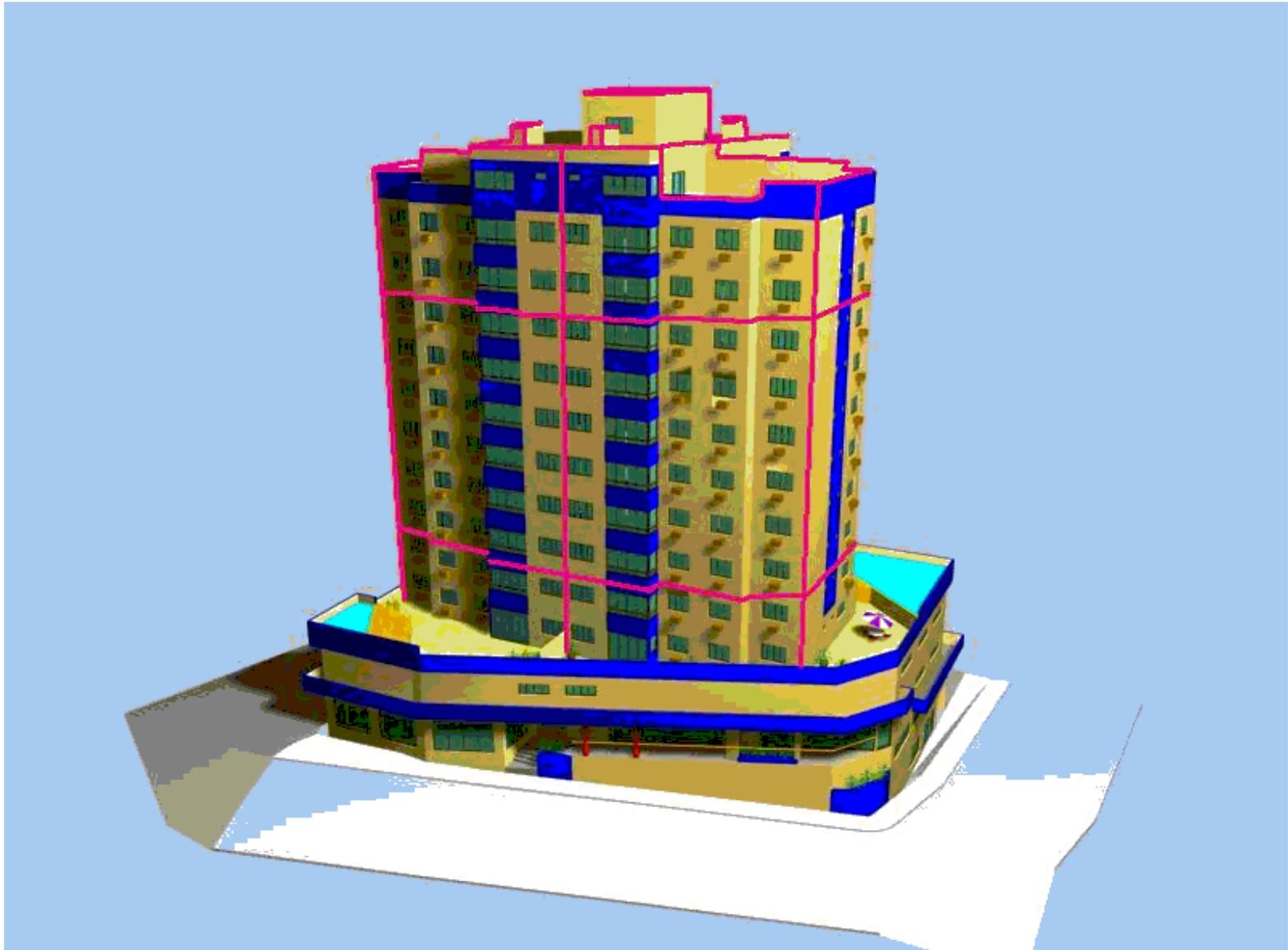
Ainda sobre a Gaiola de Faraday

- Este método é o mais utilizado em varias partes do mundo.
- Ele foi especificado em norma a partir de 1993.
- É o mais recomendado para edifícios com grades áreas especialmente em grandes alturas, sendo o mesmo obrigatório para prédios com mais de 60 metros de altura.
- Para um prédio residencial ou comercial comum o mesh ou modulo da malha devera ser de 10 x 20 m.

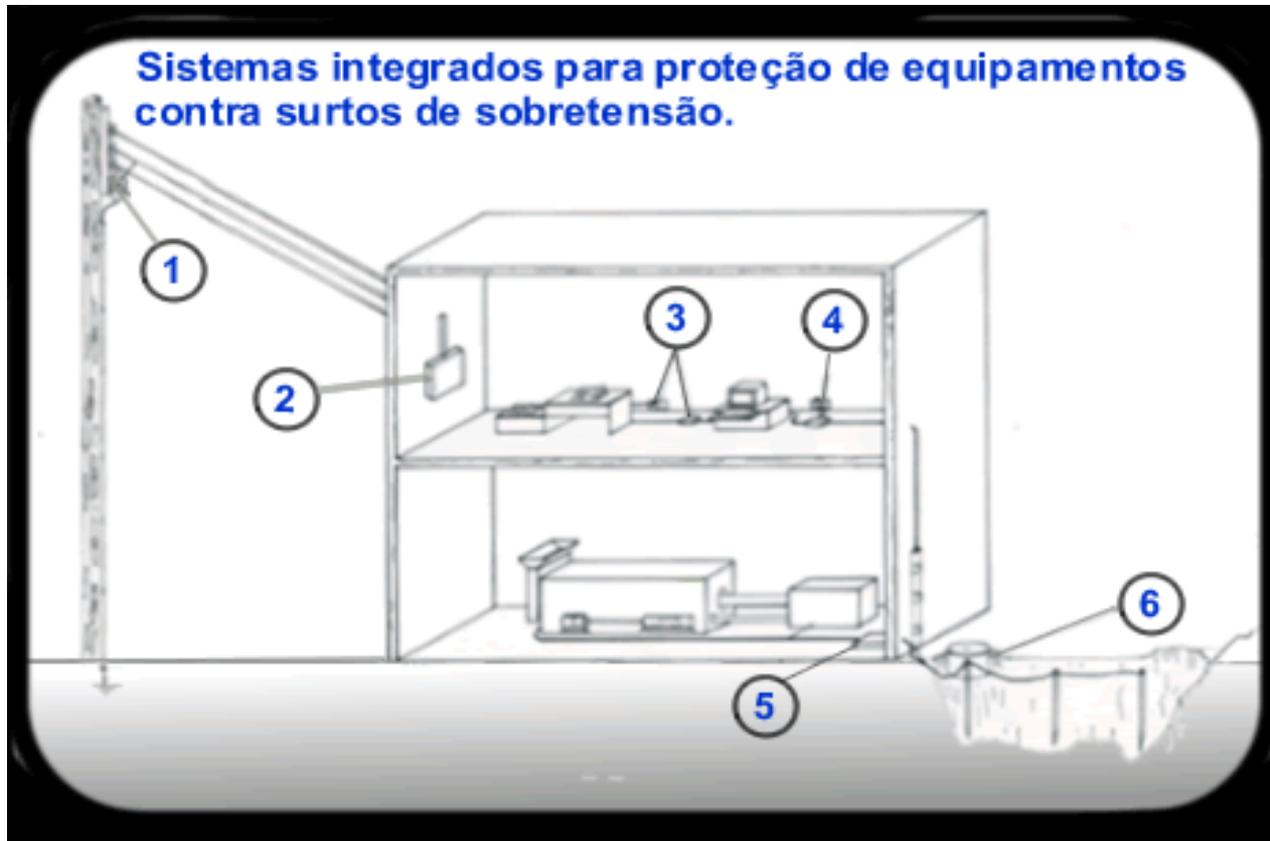
SISTEMA DE PROTEÇÃO TIPO GAIOLA DE FARADAY OU DE MALHAS



- 1) Captor Tipo Terminal
- 2) Cabo de Cobre
- 3) Suportes Isoladores
- 4) Tubo de Proteção
- 5) Malha de Aterramento
- 6) Conector de Medição



Proteção Interna



Dispositivo de Proteção contra Surtos – DPS

O que é?

É um dispositivo de proteção contra sobretensões transitórias (surtos de tensão) “anulando as descargas indiretas na rede elétrica causados por descargas atmosféricas”.

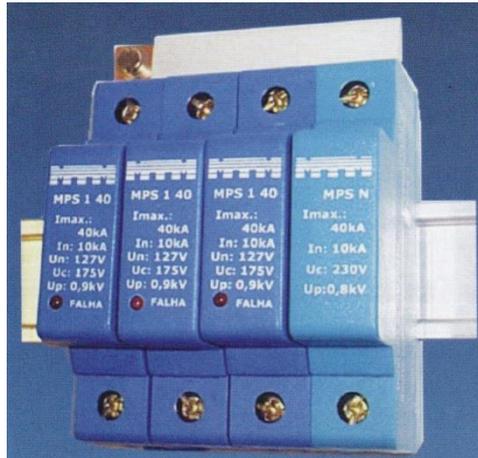
A **NBR 5410:2004, item 6.3.5**, estabelece as prescrições para o uso e localização dos DPS.

Dispositivo de Proteção contra Surtos – DPS

Modelos



DPS UNIC.
Cortesia PIAL-
Legrand.



DPS MTM. Cortesia MTM.



Vários tipos de DPS. Cortesia ABB.

Instalação dos DPS

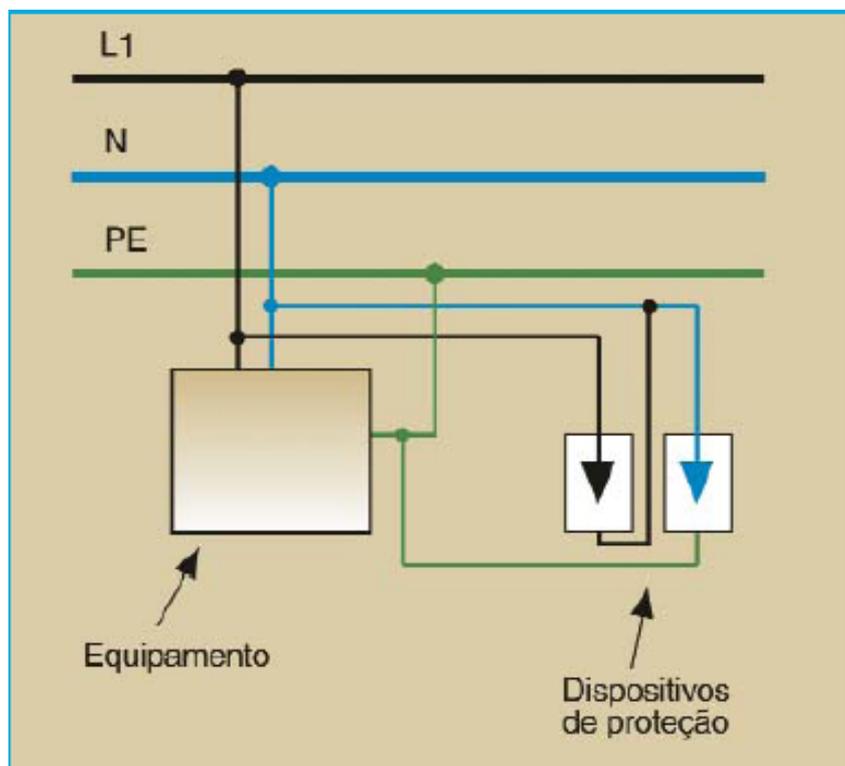


Fig. 8 - Ligação de dispositivo contra sobretensões na proteção de equipamento de tecnologia da informação alimentado entre fase e neutro (6.3.5.10 da NBR 5410)

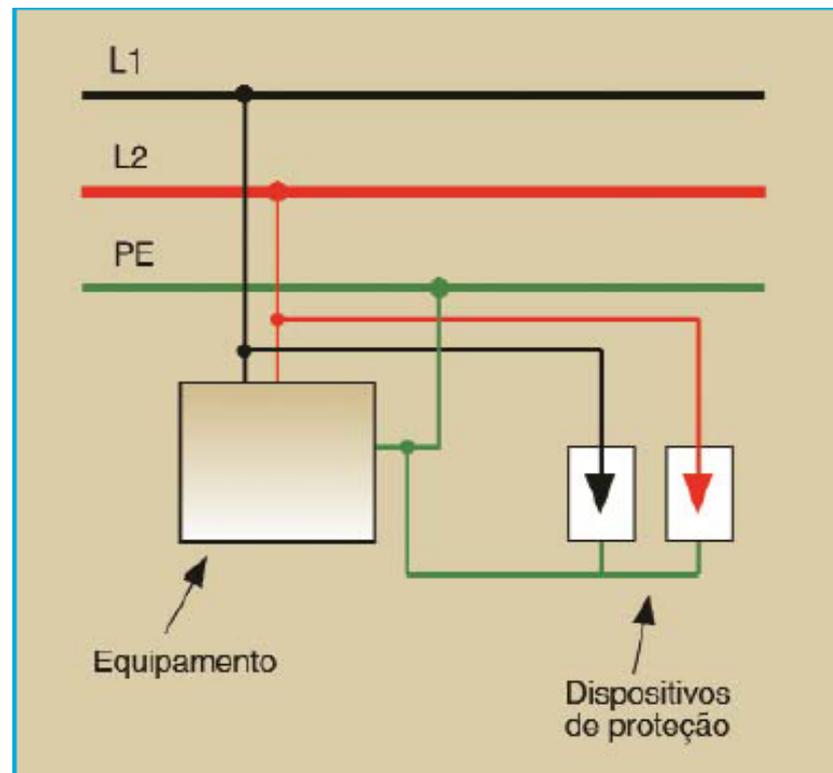


Fig. 7 - Ligação de dispositivo contra sobretensões na proteção de equipamento de tecnologia da informação alimentado entre fases (6.3.5.9 da NBR 5410)

Instalação dos DPS

Aterramento TN:

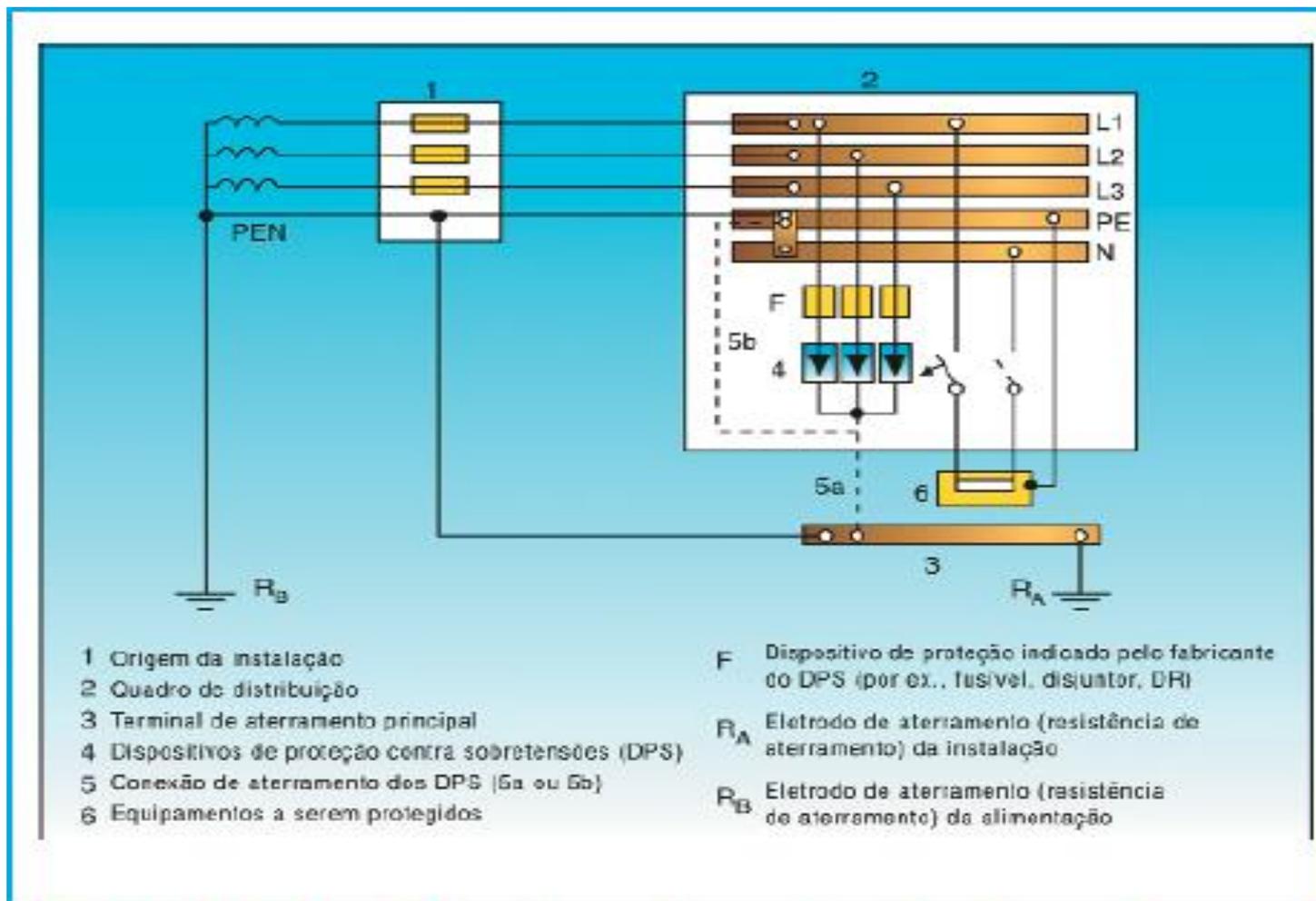
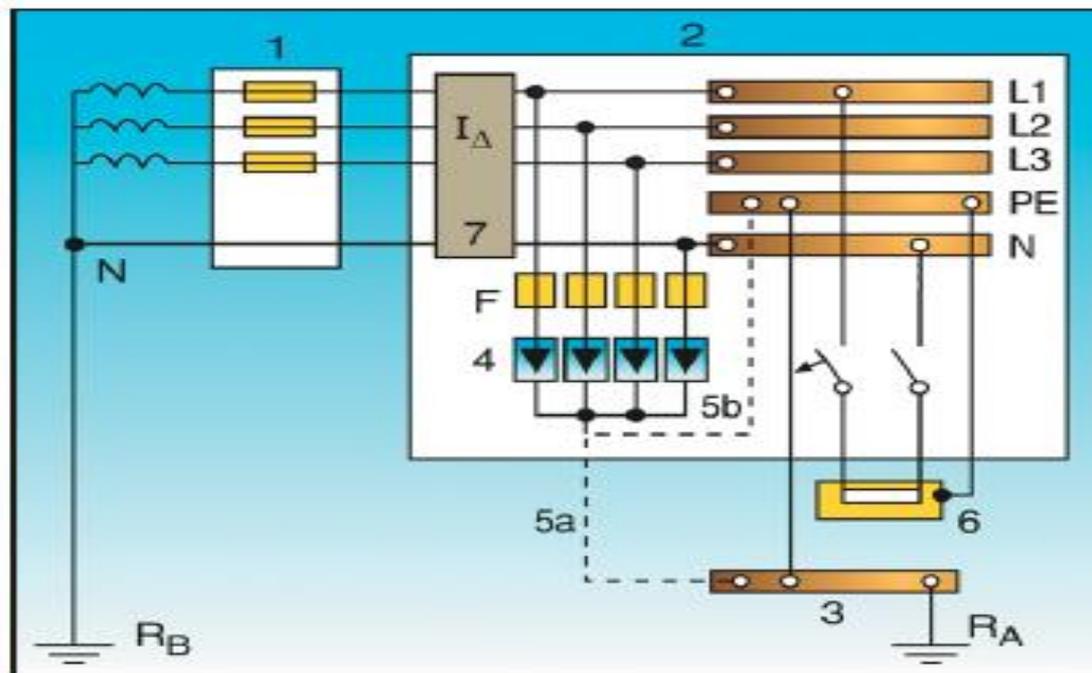


Fig. 1 – Instalação dos dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS) em esquemas TN

Instalação dos DPS

Aterramento TT:



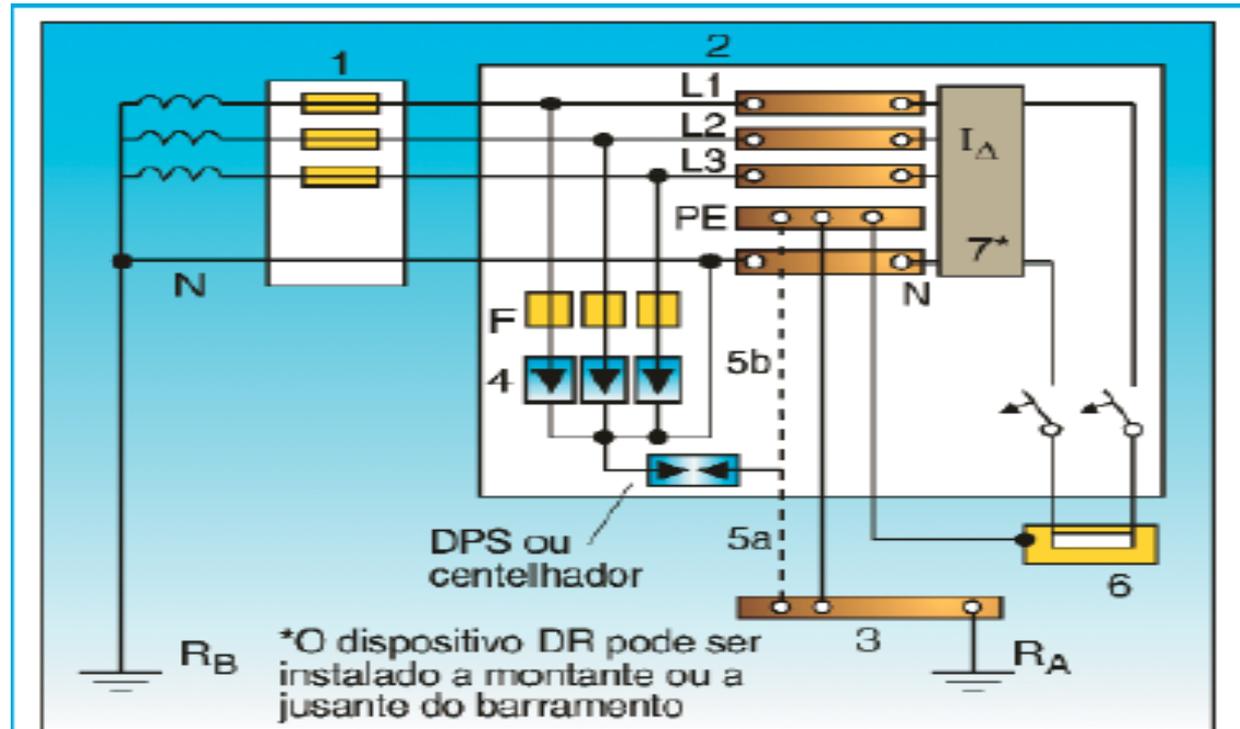
- 1 Origem da instalação
- 2 Quadro de distribuição
- 3 Terminal de aterramento principal
- 4 Dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS)
- 5 Conexão de aterramento dos DPS (5a ou 5b)
- 6 Equipamentos a serem protegidos
- 7 Dispositivo diferencial-residual

- F Dispositivo de proteção indicado pelo fabricante do DPS (por ex., fusível, disjuntor, DR)
- R_A Eletrodo de aterramento (resistência de aterramento) da instalação
- R_B Eletrodo de aterramento (resistência de aterramento) da alimentação

Fig. 2 – Instalação dos dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS) em esquemas TT, a jusante do dispositivo diferencial-residual

Instalação dos DPS

Aterramento TT:



- 1 Origem da instalação
- 2 Quadro de distribuição
- 3 Terminal de aterramento principal
- 4 Dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS)
- 5 Conexão de aterramento dos DPS (5a ou 5b)
- 6 Equipamentos a serem protegidos
- 7 Dispositivo diferencial-residual

- F Dispositivo de proteção indicado pelo fabricante do DPS (por ex., fusível, disjuntor, DR)
- R_A Eletrodo de aterramento (resistência de aterramento) da instalação
- R_B Eletrodo de aterramento (resistência de aterramento) da alimentação

Fig. 3 – Instalação dos dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS) em esquemas TT, a montante do dispositivo diferencial-residual

ATERRAMENTO ELÉTRICO

Funções Fundamentais

- **Proteger o usuário do equipamento das cargas atmosféricas;**
- **“Descarregar” cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra;**
- **Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc), através da corrente desviada para a terra.**

TERRA, NEUTRO E MASSA

TERRA

Conductor construído através de uma haste metálica e que, em situações normais, não deve possuir corrente circulante. O fio terra vem identificado pelas letras PE e deve ser de cor verde e amarela (ou apenas verde)

NEUTRO

“Conductor” fornecido pela concessionária de energia elétrica, pela qual há o retorno da corrente elétrica.

MASSA

A parte da carcaça de um equipamento que é ligada ao Terra é denominada MASSA .

OBSERVAÇÕES SOBRE TERRA, NEUTRO E MASSA

- Teoricamente, o terminal neutro da concessionária deve ter potencial 0 V, porém, devido ao desbalanceamento nas fases do transformador de distribuição, é comum esse terminal assumir potenciais diferentes de 0 V e assim o potencial “flutue”.
- O desbalanceamento de fases ocorre quando tem-se consumidores com necessidades de potenciais muito distintas, ligadas em um mesmo link;
- Para evitar que o potencial do terminal neutro flutue, liga-se o fio neutro a uma haste de terra e assim todo potencial que tender a aparecer será escoado para a terra.

Aterramento do Sistema Elétrico

Objetivos

1. escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças de equipamentos, aeronaves e caminhões com tanque de combustíveis;
2. Sistemas de pára-raios (SPDA), para proporcionar um caminho de escoamento para a terra de descargas atmosféricas;
3. Manter as correntes de falta dentro de limites de segurança de 30 mA, de modo a não causar fibrilações cardíacas, facilitar o funcionamento de dispositivos DR, disjuntores e relés por justamente estabelecer a referência ao potencial zero e, também, estabelecer uma blindagem eletromagnética.

Aterramento do Sistema Elétrico

Objetivos

4. Usar a terra como retorno de corrente do sistema;
5. Obter uma resistência de aterramento a mais baixa possível, para correntes de falta a terra. Ex.:

Tabela 11.1 – Valor da resistência em função do local.

Local	Resistência (Ω)
Residências ou sistemas sem pára-raios	25
Sistema com pára-raios	10
Sistemas de computação - CPD	1

Conclusão

- Concluí-se que a proteção contra sobretensões transitórias (surtos de tensão), bem como a proteção da instalação como um todo, visa sobretudo a simultaneidade de atuação de tal forma que os pulsos de tensão e corrente a ela conectados apresentem o máximo de eficiência possível e sejam suportáveis pelos componentes da instalação.
- Proteção = proteção contra sobrecarga e curto-circuito + Aterramento + Equipotencialização + Instalação do DPS.