

# 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.

## Definições:

- **Descarga Atmosférica:** Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloampères.
- **Raio:** Um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.

# Raio, Relâmpago e trovoada

- **Raio:** é uma gigantesca faísca elétrica, dissipada rapidamente sobre a terra, causando efeitos danosos.
- **Relâmpago:** é a luz gerada pelo arco elétrico do raio.
- **Trovoada:** é ao ruído ( estrondo) produzido pelo deslocamento do ar devido ao súbito aquecimento causado pela descarga do raio.

# 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.

## Sistema de captadores.

- Tem a função de receber os raios , reduzindo ao Máximo a probabilidade da estrutura ser atingida diretamente por eles e deve ter a capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto, bem como os esforços eletromecânicos resultantes. A corrosão pelos agentes atmosféricos também deve ser levada em conta no seu dimensionamento, de acordo com o nível de poluição e o tipo de poluente da região.

## Sistema de descidas.

- Tem a função de conduzir a corrente do raio recebida pelos captadores até o aterramento, reduzindo ao mínimo a probabilidade de descargas laterais e de campos eletromagnéticos perigosos no interior da estrutura; deve ter ainda capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente, resistência mecânica para suportar os esforços eletromecânicos e boa suportabilidade a corrosão.



## Sistema de aterramento.

- Tem a função de dispersar no solo a corrente recebida dos condutores de descida, reduzindo ao mínimo a probabilidade de tensões de toque e de passo perigosas; deve ter capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente e , principalmente, devem resistir a corrosão pelos agentes agressivos encontrados nos diversos tipos de solos.

# Métodos de proteção (EXTERNO)

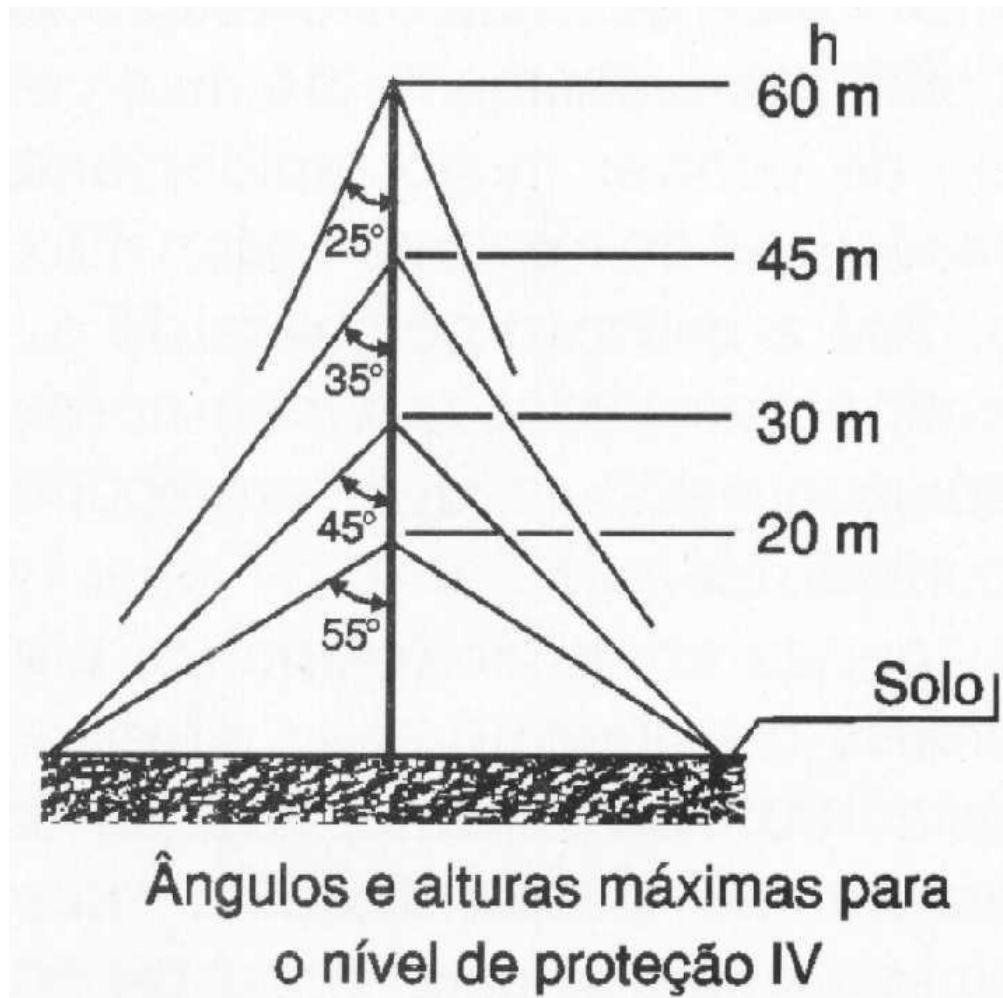
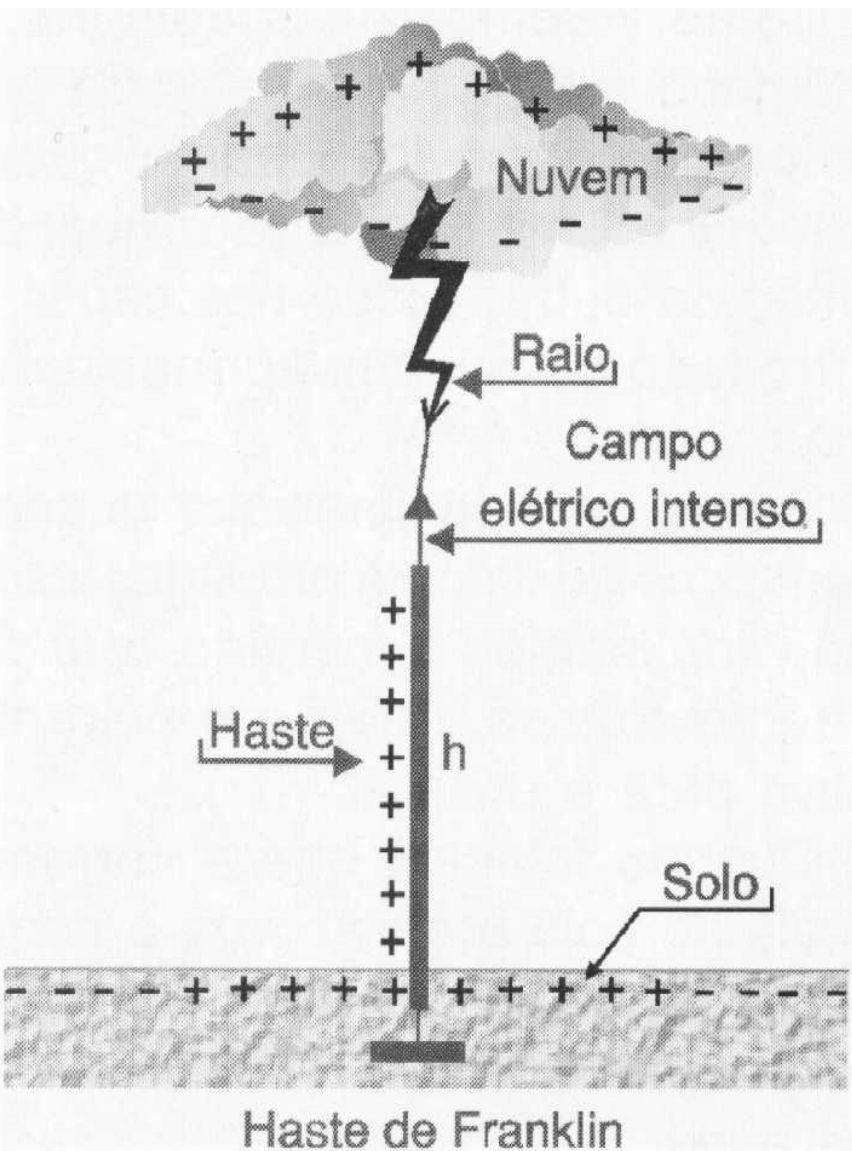
- Modelo eletrogeométrico.
- Método Franklin.
- Método da Gaiola de Faraday.

## Modelo Eletrogeométrico.

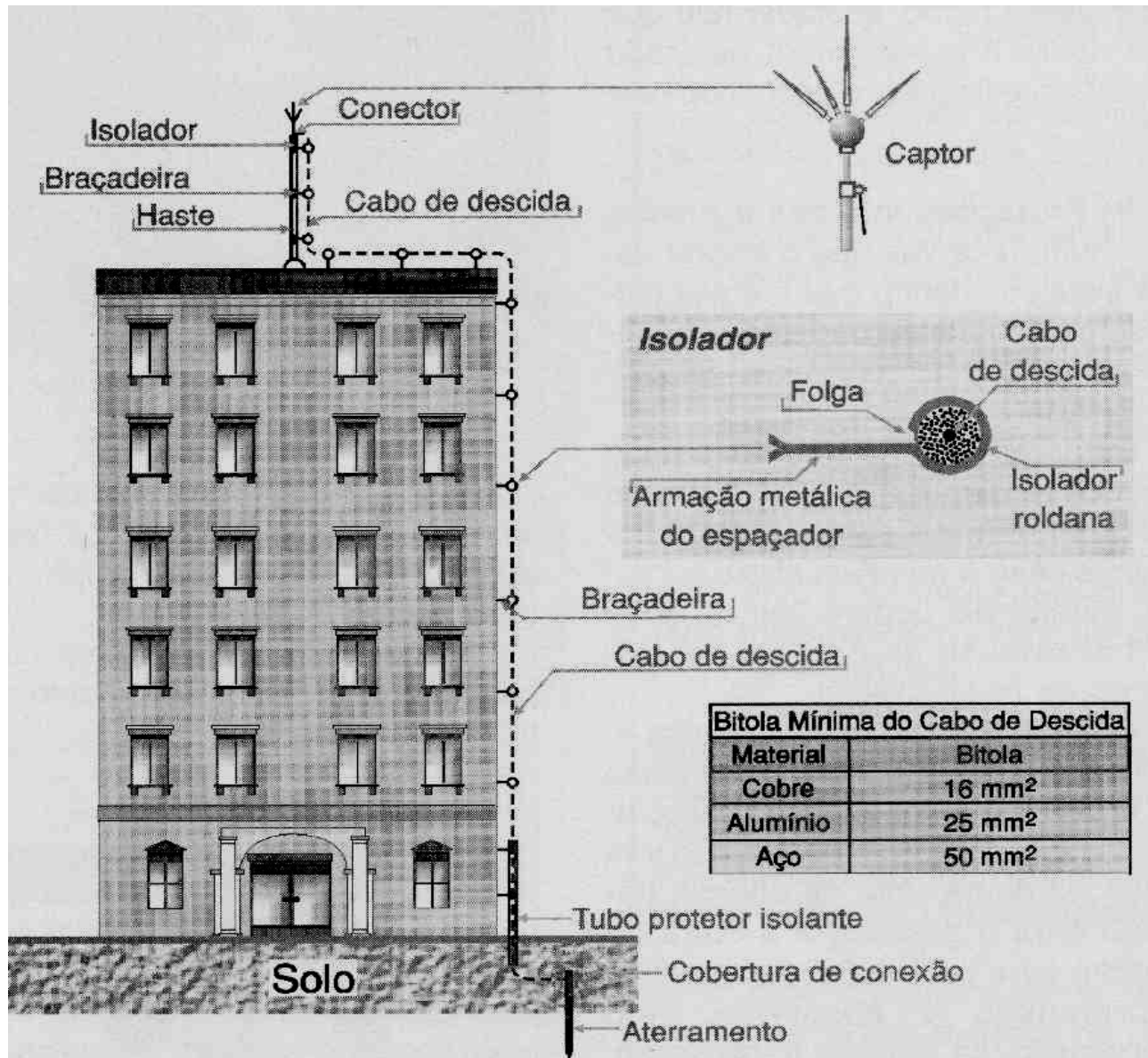
- É a mais moderna ferramenta com que contam os projetistas dos SPDA para estruturas. É baseado em estudos feitos a partir de registros fotográficos, da medição dos parâmetros dos raios, dos ensaios em laboratórios de alta tensão, do emprego das técnicas de simulação e modelagem matemática.

# Método Franklin

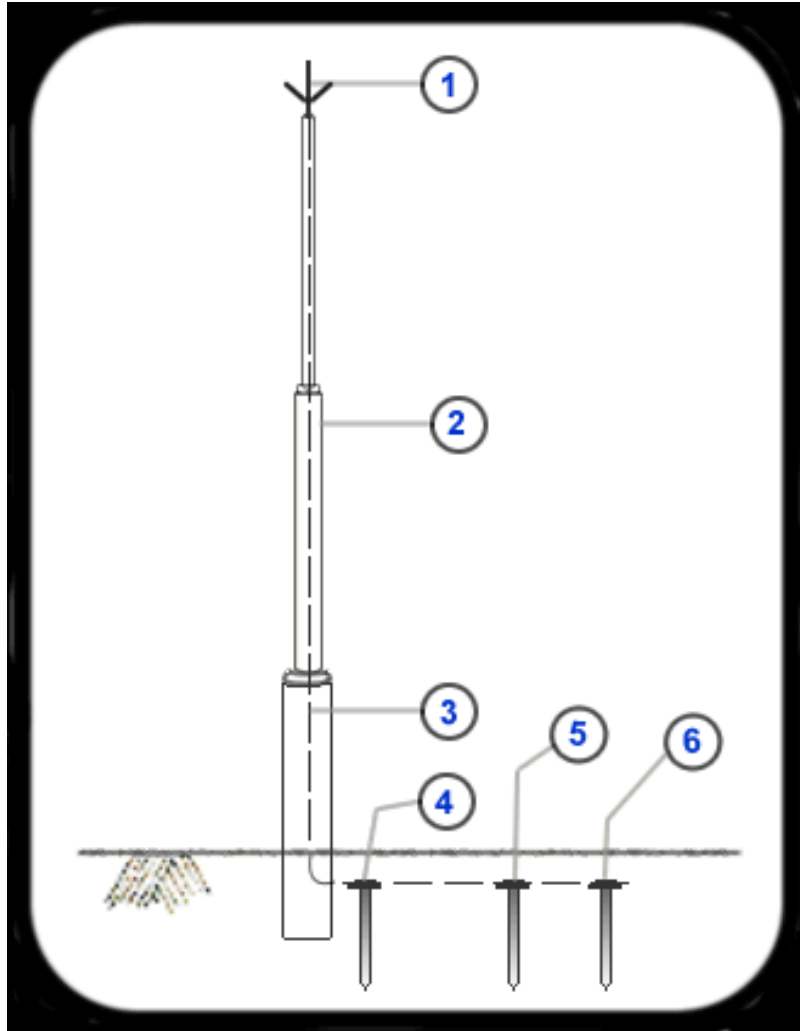
- Este método é baseado na proposta inicial feita por Benjamim Franklin e tem por base uma haste elevada. Esta haste na forma de ponta , produz , sob a nuvem carregada, uma alta concentração de cargas elétricas, juntamente com um campo elétrico intenso. Isto produz a ionização do ar , diminuindo a altura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

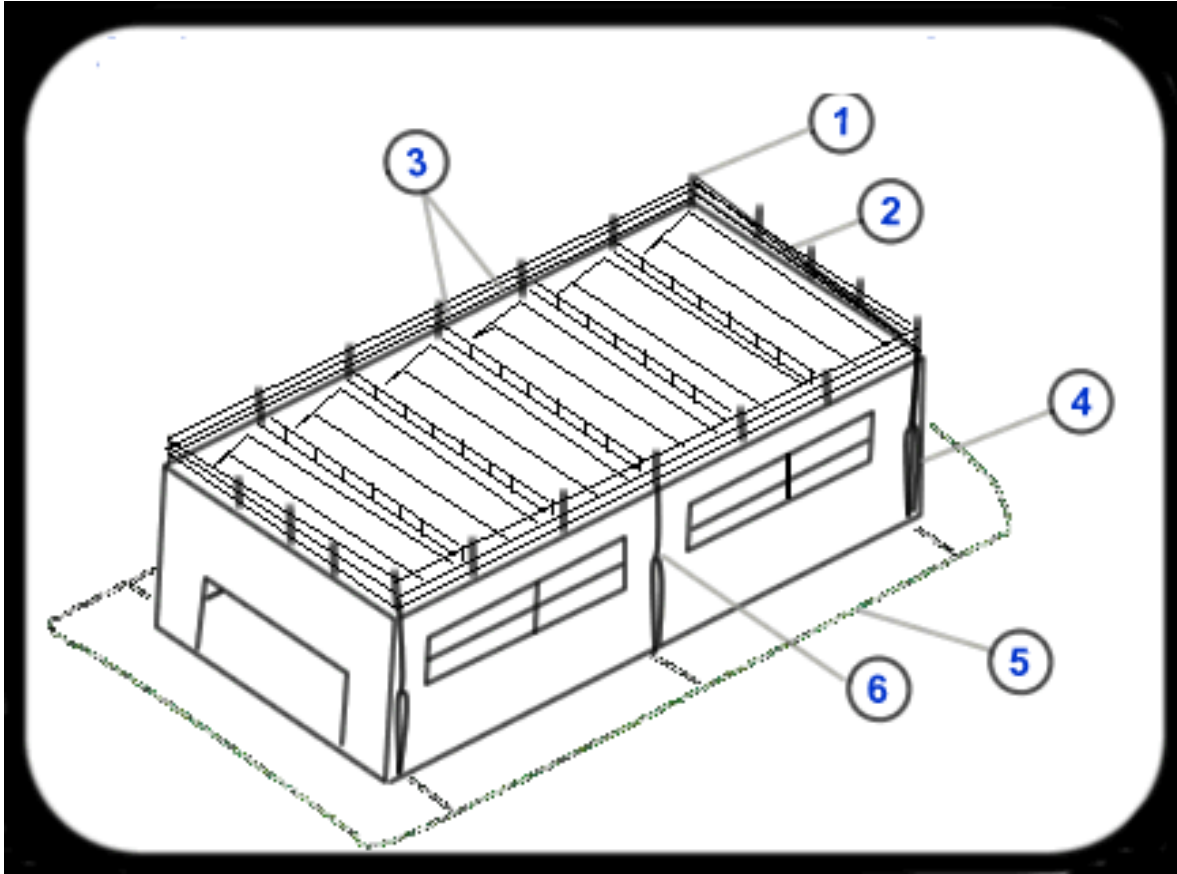
- O método Faraday é também conhecido como método da utilização dos condutores em malha ou gaiola.
- Captadores em malha consistem em uma rede de condutores dispostos no plano horizontal ou inclinado sobre o volume a proteger. As gaiolas de Faraday são formadas por uma rede de condutores envolvendo todos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



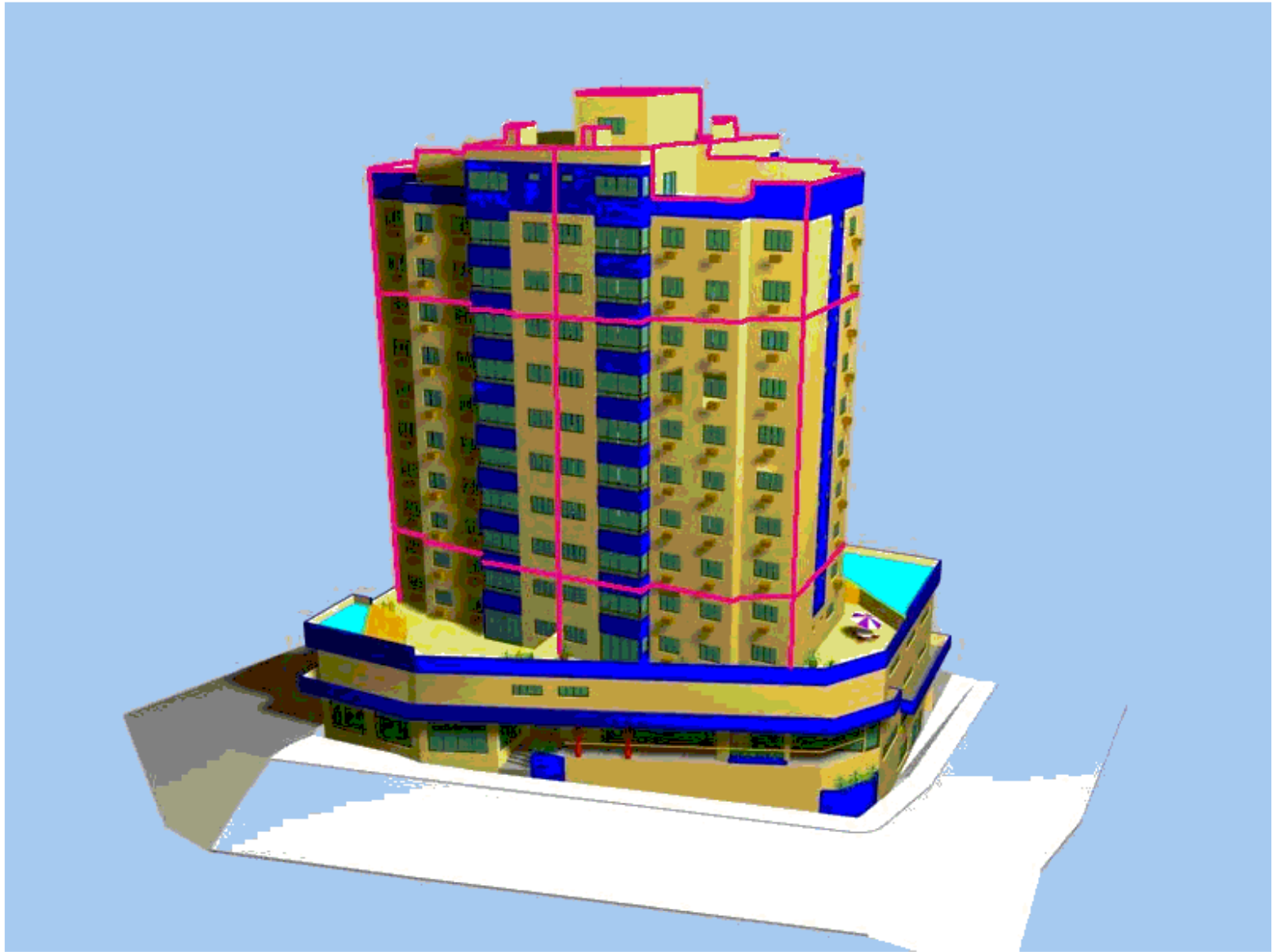
## Ainda sobre a Gaiola de Faraday

- 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.

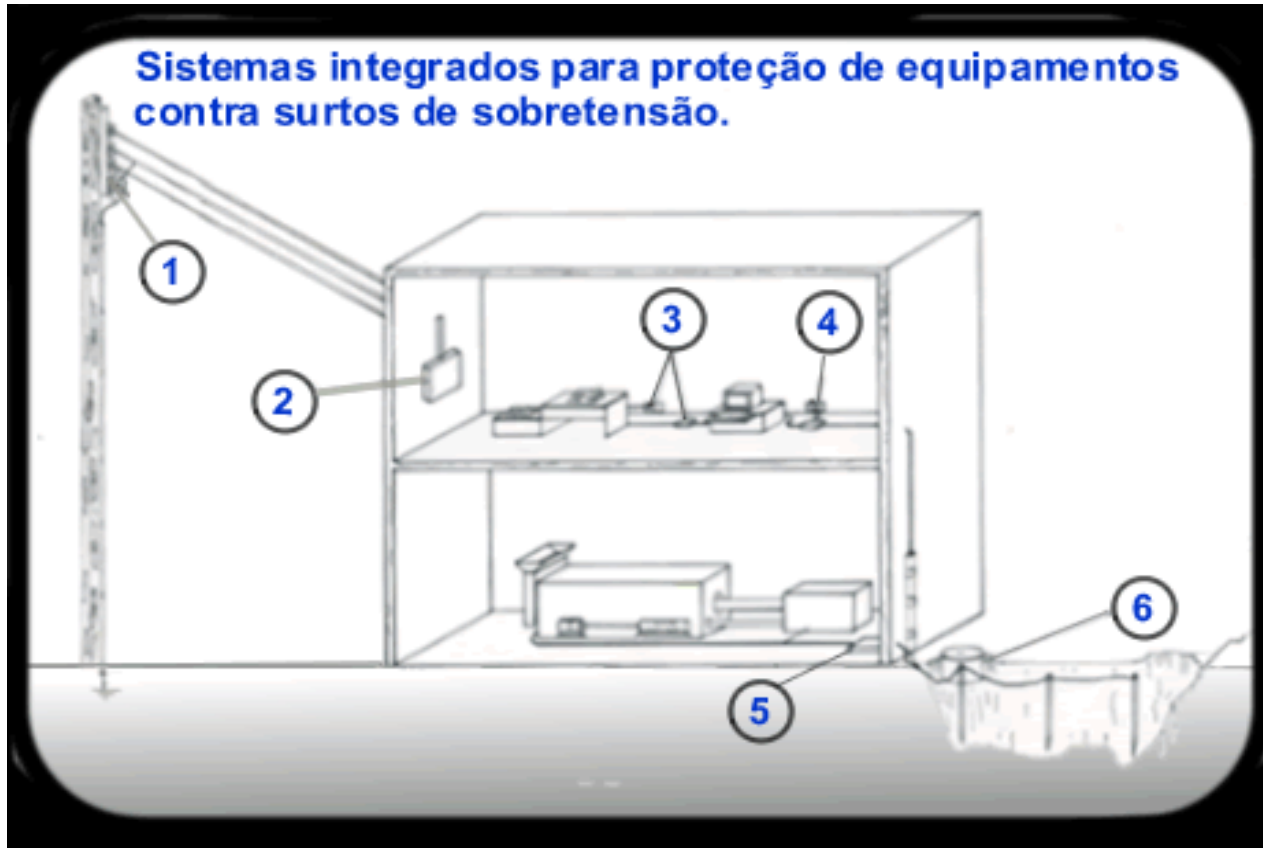
# SISTEMA DE PROTEÇÃO TIPO GAIOLA DE FARADAY OU DE MALHAS



- 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.

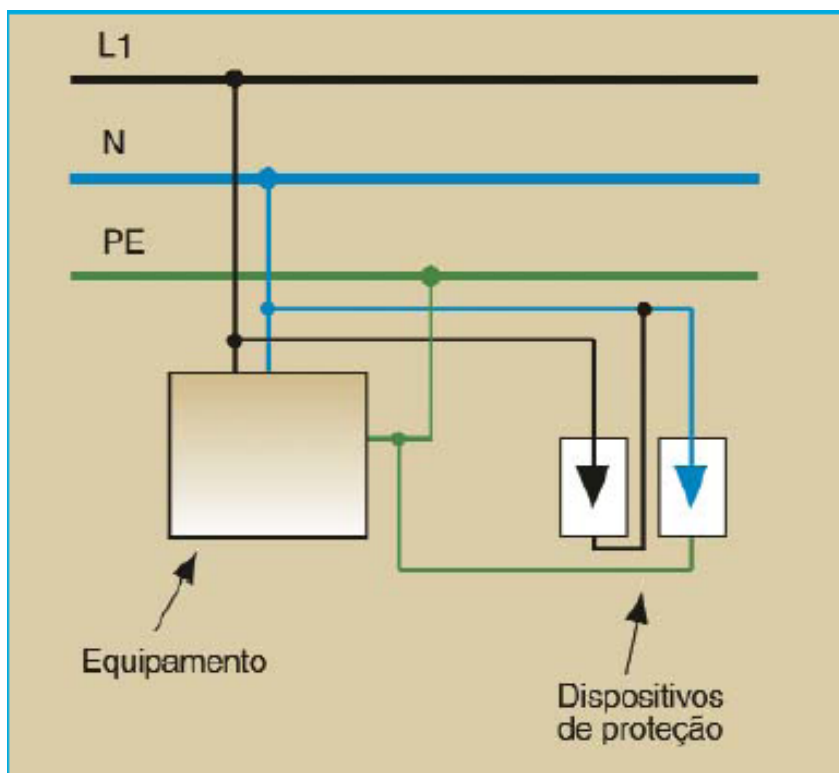


DPS MTM. Cortesia MTM.

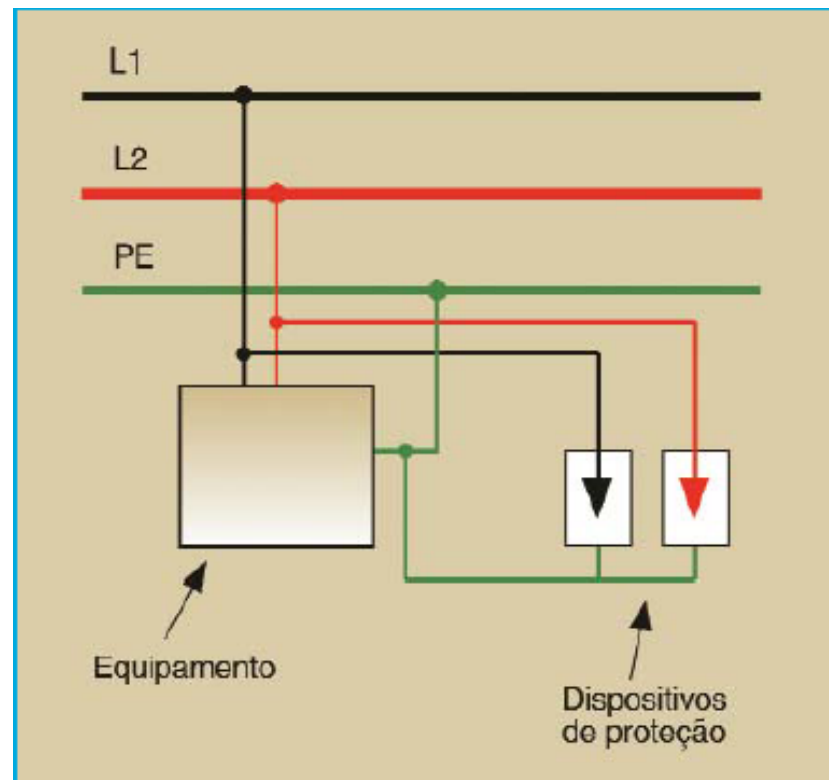


Vários tipos de DPS. Cortesia ABB.

# Instalação dos DPS



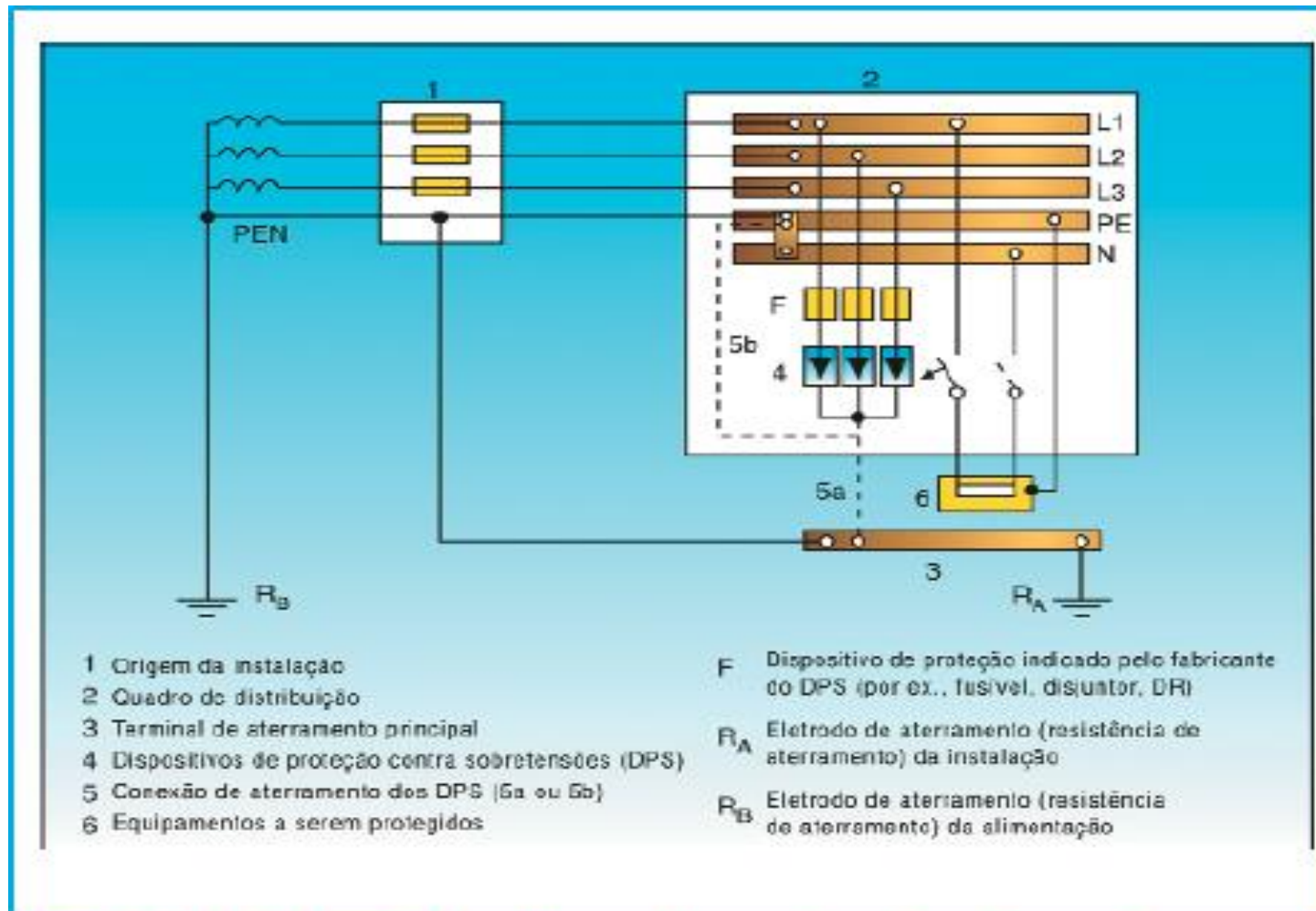
**Fig. 8 - Ligação de dispositivo contra sobretensões na proteção de equipamento de tecnologia da informação alimentado entre fase e neutro (6.3.5.10 da NBR 5410)**



**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:

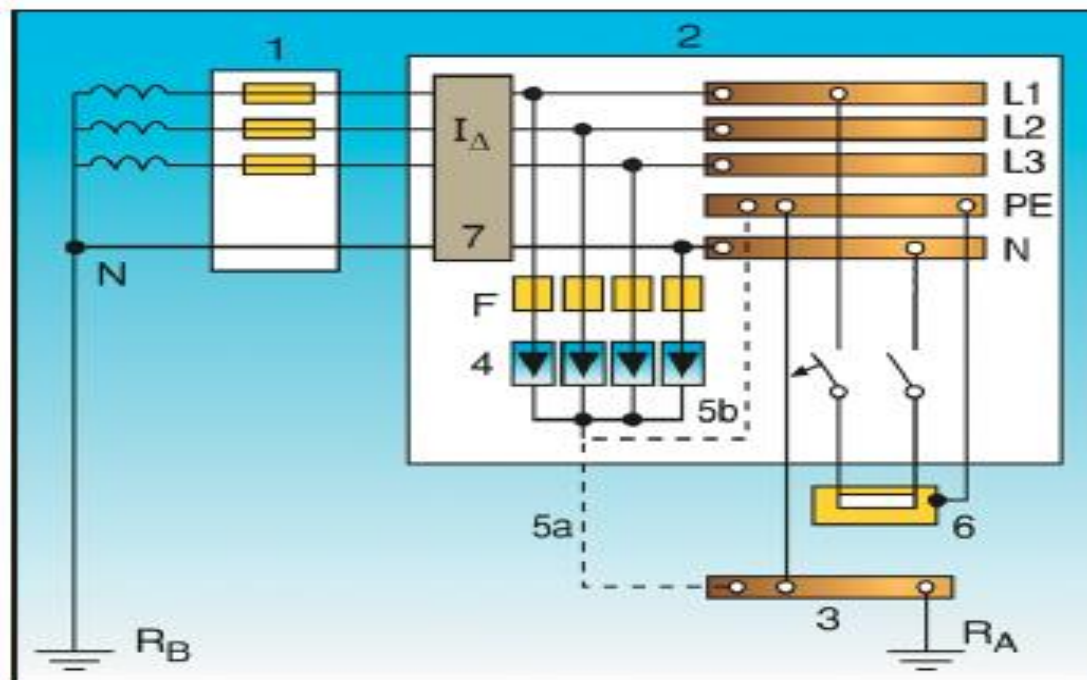


**Fig. 1 – Instalação dos dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS) em esquemas TN**



# Instalação dos DPS

## Aterramento TT:



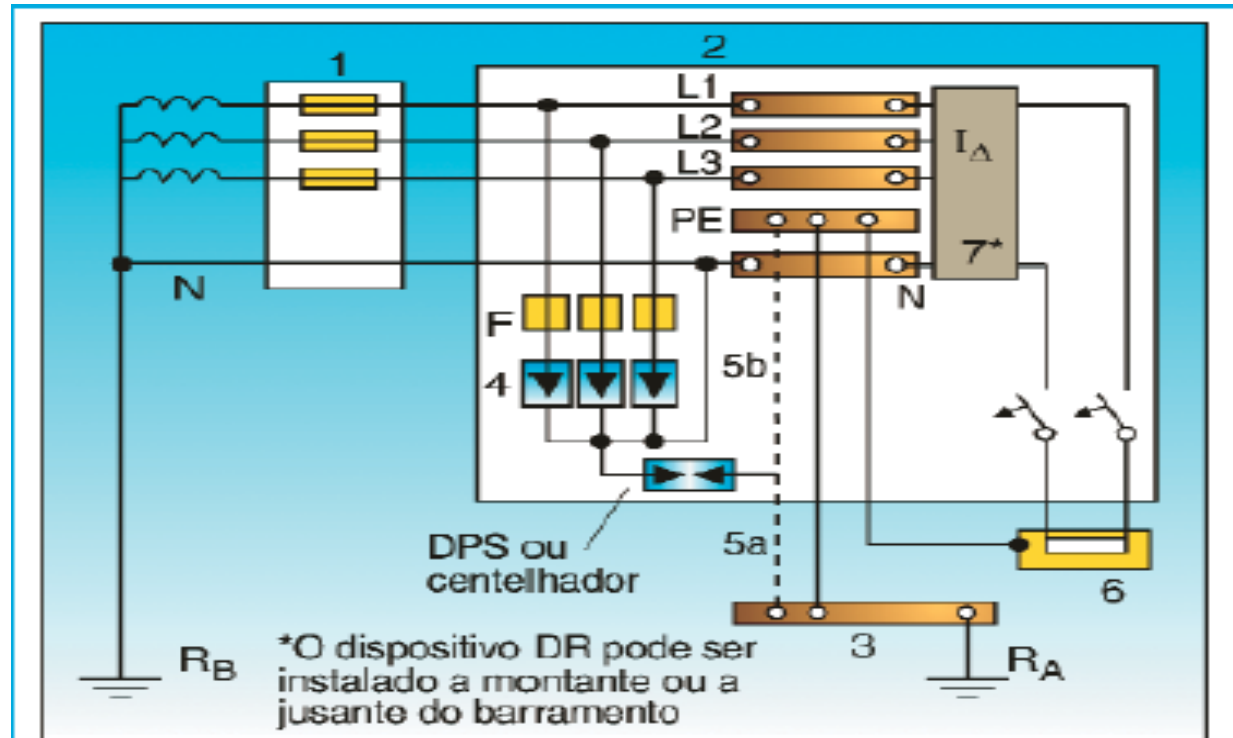
- 1 Origem da instalação
- 2 Quadro de distribuição
- 3 Terminal de aterramento principal
- 4 Dispositivos de proteção contra sobretensões (DPS)
- 5 Conexão de aterramento dos DPS (5a ou 5b)
- 6 Equipamentos a serem protegidos
- 7 Dispositivo diferencial-residual

- 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.**

<b>Local</b>	<b>Resistência (<math>\Omega</math>)</b>
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.



# ☐ Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Tipo	Proteção	
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)					Número de pólos	Corrente nominal
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400						
			Quarto	2	100	200						
			WC	1	100	100						
			Hall	1	100	100						
			Cozinha	1	100	100	900					
2	TUG's	127	Sala	4	100	400						
			Quarto	3	100	300	700					
3	TUG's	127	WC	1	600	600						
			Hall	1	100	100	700					
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200					
5	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600					
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400					
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000					
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500					
Total							14000					
Distribuição	Quadro de distribuição de medidor											

Circuitos

Potência [VA]

Continua ...

# □ Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Proteção		
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)				Tipo	Número de pólos	Corrente nominal
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400						
			Quarto	2	100	200						
			WC	1	100	100						
			Hall	1	100	100						
			Cozinha	1	100	100	900					
2	TUG's	127	Sala	4	100	400						
			Quarto	3	100	300	700					
3	TUG's	127	WC	1	600	600						
			Hall	1	100	100	700					
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200					
5	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600					
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400					
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000					
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500					
Total							14000					
Distribuição	Quadro de distribuição											
	Quadro de medidor											

Circuitos

Potência [VA]

Continua ...

# ☐ Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Número de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Proteção		
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)				Tipo	Número de pólos	Corrente nominal
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400	900	7,09		DTM	1	
			Quarto	2	100	200						
			WC	1	100	100						
			Hall	1	100	100						
			Cozinha	1	100	100						
2	TUG's	127	Sala	4	100	400	700	5,51		DTM	1	
			Quarto	3	100	300				+IDR	2	
3	TUG's	127	WC	1	600	600	700	5,51		DTM	1	
			Hall	1	100	100				+IDR	2	
4	TUG's	127	Cozinha	2	800	1200	1200	9,45		DTM	1	
										+IDR	2	
5	TUG's	127	Cozinha	1	800	800	800	4,72		DTM	1	
										+IDR	2	
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400	42,52		DTM	1	
										+IDR	2	
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000	23,62		DTM	1	
										+IDR	2	
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,81		DTM	1	
										+IDR	2	
Total	VA						14000					
Distribuição	Quadro de distribuição	127					14000	110,24		DTM	1	
	Quadro de medidor											

Circuitos

Potência ....

Corrente...

Disjuntores