

1º Encontro Técnico dos 6 metros

*Botucatu – SP, 9 e 10 de março de
2024*

Aterramento e Proteção para Estações de Radioamador (cuidados com estação remota/desatendida)

*João Saad Júnior -
PY1DPU
py1dpu.blogspot.com*

OBJETIVO

Apresentar aspectos básicos ao tema, citando, de forma genérica, cuidados a serem tomados.

É só uma introdução,

Cada caso (estação) é distinto

O projeto de aterramento e proteção deve atender às normas NBR 5410 e NBR 5419!

Procure pessoa qualificada que conheça e adote estas normas;

Preze pela segurança!

Objetivos do aterramento:

1. Proteção pessoal contra choques elétricos, e das instalações físicas contra danos, incêndio etc no caso de falhas:
 - na instalação elétrica (p.ex. fugas e curto-circuitos), e
 - no caso de descargas atmosféricas;
2. Aterramento de RF para a dessensibilização contra induções e retornos de RF na transmissão **(ou queda de raios);**

já visto em artigos e vídeos (vide py1dpu.blogspot.com e referências)

*Para estações atendidas → recomendação básica de, **na possibilidade de raios, desconectar cabos externos e colocá-los para fora da estação** por segurança pessoal e patrimonial, devido às limitações das soluções caseiras, amadoras;*

Importante: quando puser os cabos pra fora, não coloque o vizinho em risco!!

Para estações desatendidas não é possível a desconexão:

→ requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

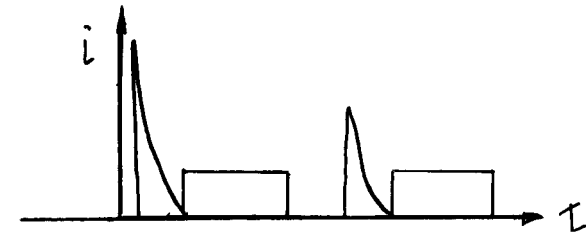
- O RAIOS TEM UMA POTÊNCIA DESTRUIDORA e *impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!*

*Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em circuitos lógicos na estação (PCs etc) , imagine a corrente de um raio próximo! **Pode haver danos irreversíveis ou instabilidades operativas,***

- **Tem altas correntes com variações extremamente íngremes no tempo (kA/μs)**

Correntes íngremes → o que funciona bem em 60 Hz não funciona bem com essas correntes por causa das indutâncias dos cabos!

Exemplo de forma de corrente de raio:



- Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, MAS requer CONHECIMENTO profissional e ALTO INVESTIMENTO;
- A proteção envolve VÁRIOS aspectos. Vamos mencionar alguns deles;
- A falha de apenas um aspecto importante pode comprometer toda a proteção;

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O risco de incidência direta em um captor (p. ex. torre)

depende:

a. Da atividade atmosférica da região:

i. Mapa de distribuição N_g - ANEXO F da NBR5419-2 (2015) -

Mapa de distribuição N_g
(Densidade de descargas para a terra por Km², por ano)
ANEXO F da NBR5419-2 (2015)

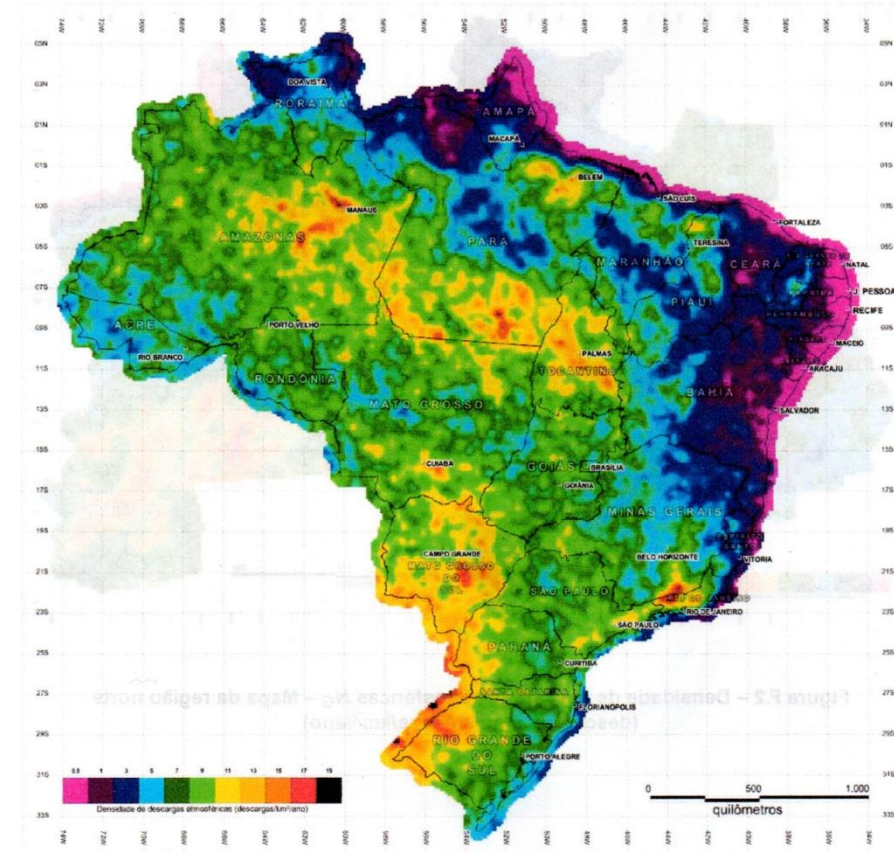


Figura F.1 – Densidade de descargas atmosféricas N_G – Mapa do Brasil
(descargas atmosféricas/km²/ano)

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O risco de incidência direta em um captor (p. ex. torre)

depende:

- a. Da atividade atmosférica da região:
 - i. Mapa de distribuição Ng - ANEXO F da NBR5419-2 (2015) -
 - ii. (<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>)
- b. Da altura do captor em relação ao solo: quanto mais alto o captor (e mais longa a antena!), maior o risco de incidência direta (sobe com o quadrado da altura!)
- c. Da existência e a altura de captores próximos (prédios, árvores etc **versus** terrenos descampados ou cumes de morros)

O cálculo do Risco está na NBR5419 - Proteção contra descargas atmosféricas

Parte 2: Gerenciamento de risco (105 páginas!)

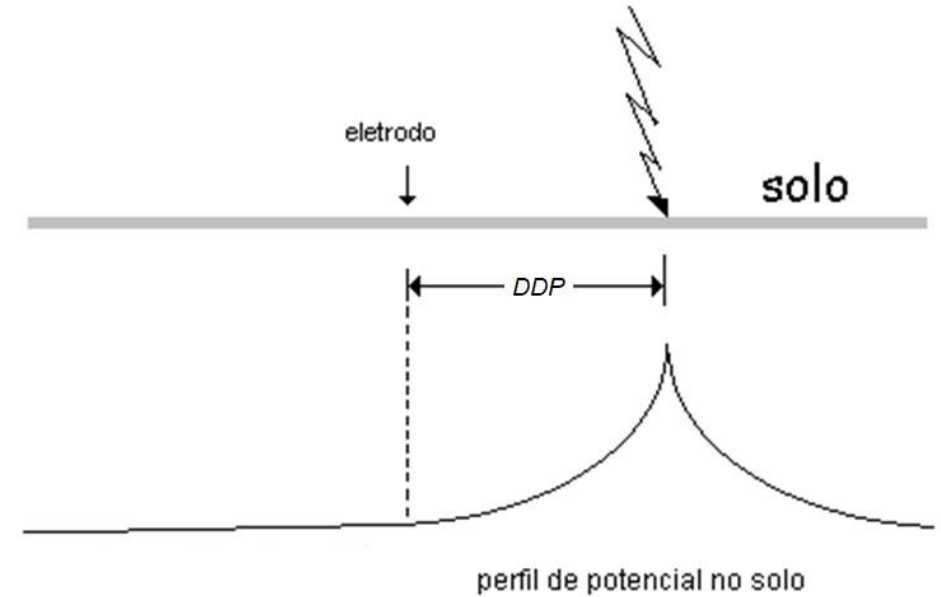
The screenshot displays the ELAT website interface. At the top, the logo for 'Grupo de Eletricidade Atmosférica' is visible, along with the text 'referência MUNDIAL nas pesquisas sobre RAIOS'. The navigation menu includes 'HOME', 'ELAT', 'CONCEITOS', 'INFORMAÇÕES', 'CURIOSIDADES', 'PROTEÇÃO', and 'FALE CONOSCO'. The main content area features a 'Mapa de raios em tempo real' (Real-time lightning map) of South America. The map shows lightning activity with a color scale from blue (Baixa) to red (Alta). A search bar on the right allows for a 'Busca Geral no Site' and a specific search for 'Concentração de raios nas cidades do Brasil'. The search results for 'Petrópolis - RJ' show a density of 4,091484969285 per km²/ano, with a national ranking of 2528 and a state ranking of 43. A note mentions 'Veja a cartilha de proteção contra raios desenvolvida pelo ELAT.' and a section for 'Mortes por Raios' with a note 'Veja o perfil das fatalidades no período de 2000 a 2019.'

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com *frentes íngremes, favorecendo induções*;

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

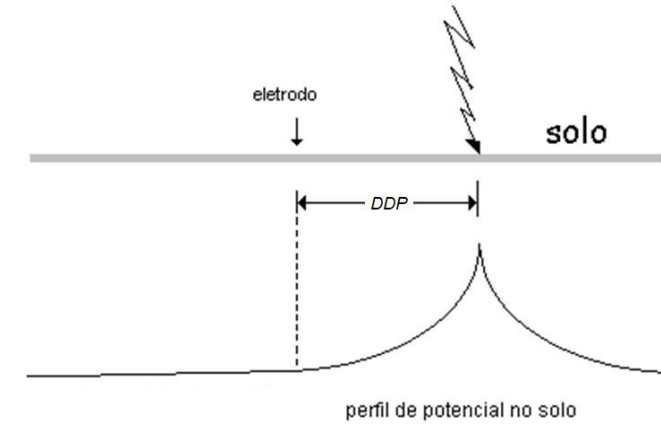
- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com *frentes íngremes, favorecendo induções*;
- A corrente do raio **eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento** (e conseqüentemente da estação);



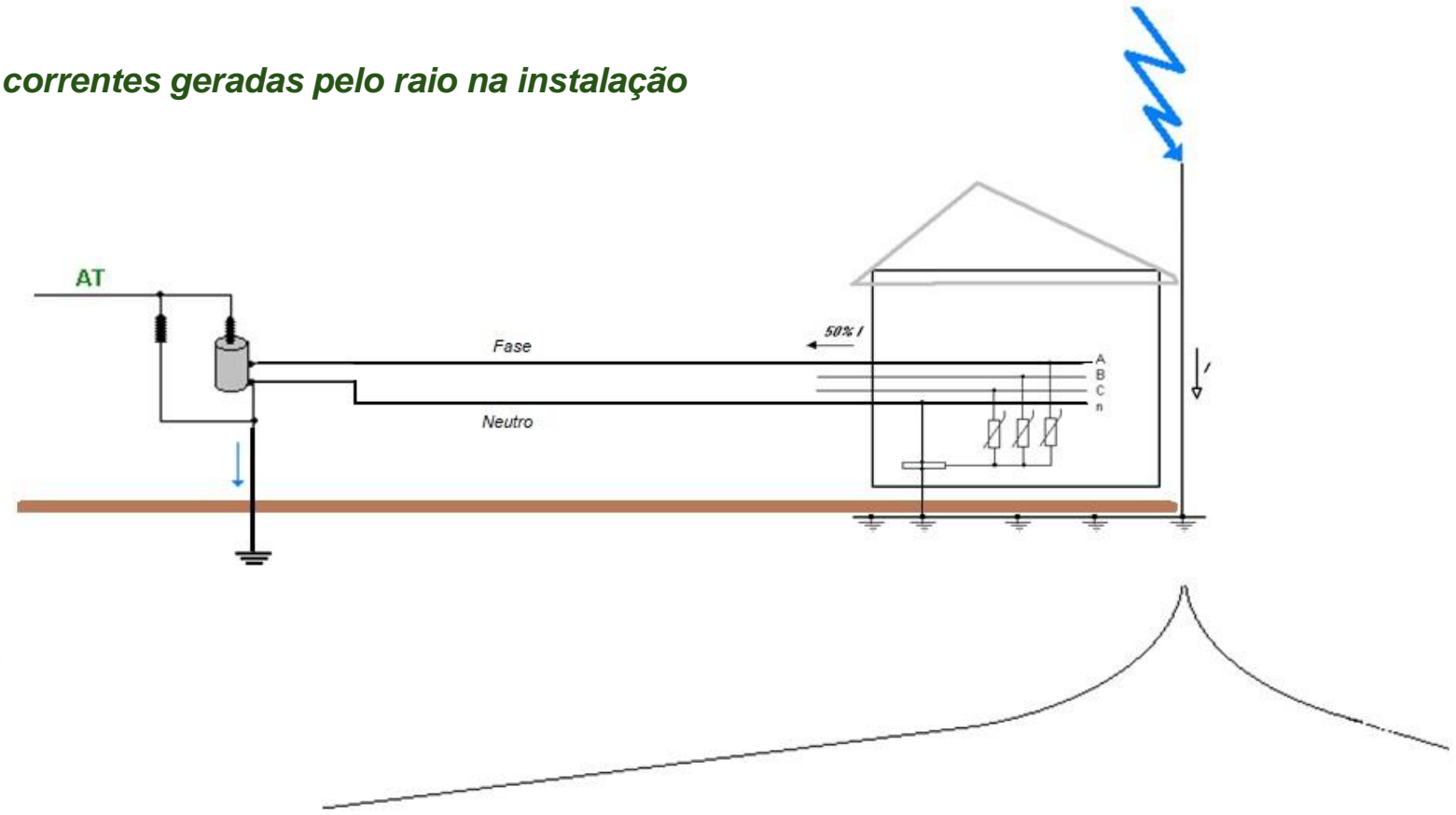
Se o raio for de 100kA e a resistência de aterramento for 10Ω → a DDP = 1.000.000 V!

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com *frentes íngremes, favorecendo induções*;
- A corrente do raio *eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento* (e conseqüentemente da estação);



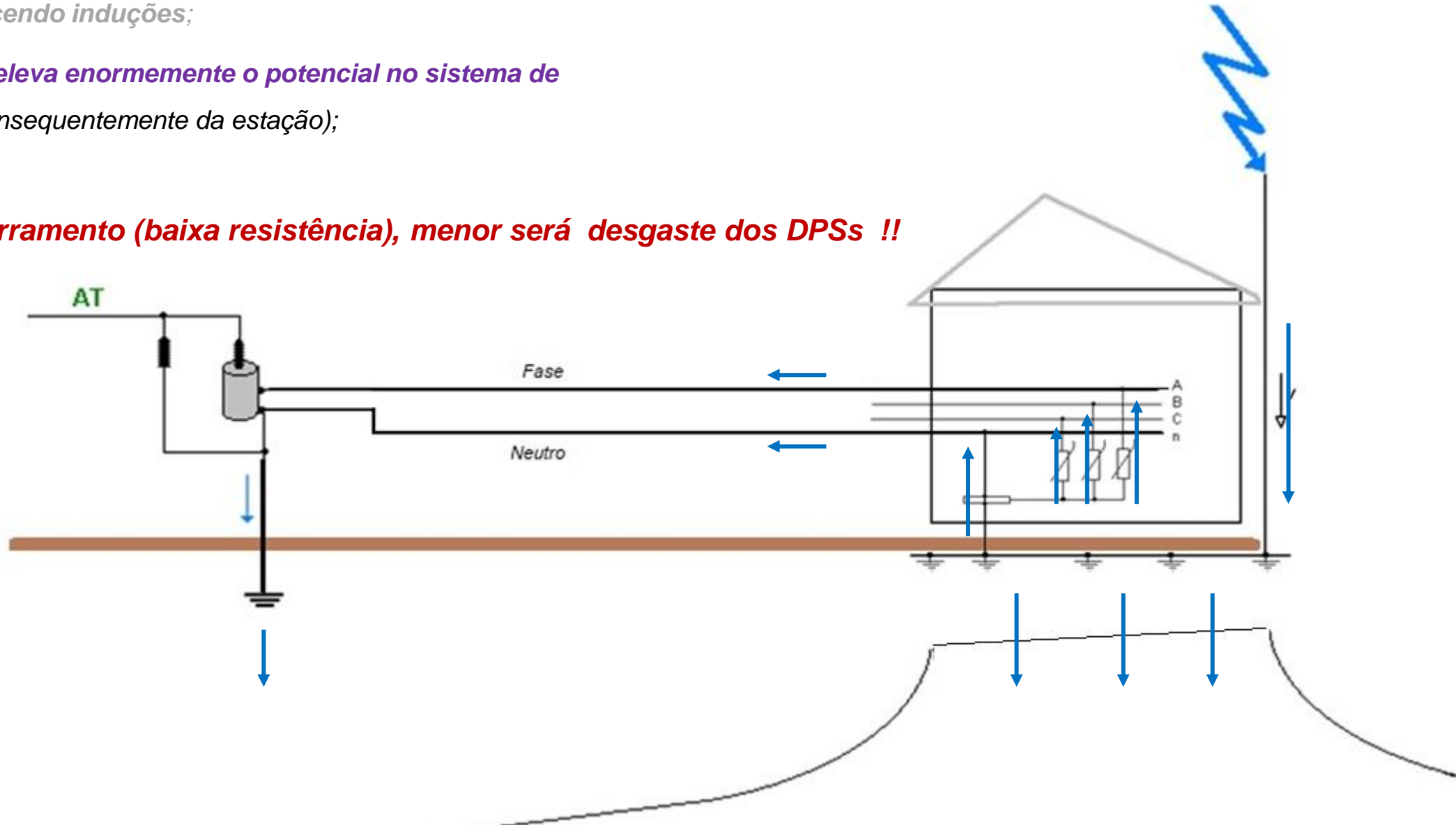
Exemplo das correntes geradas pelo raio na instalação



Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

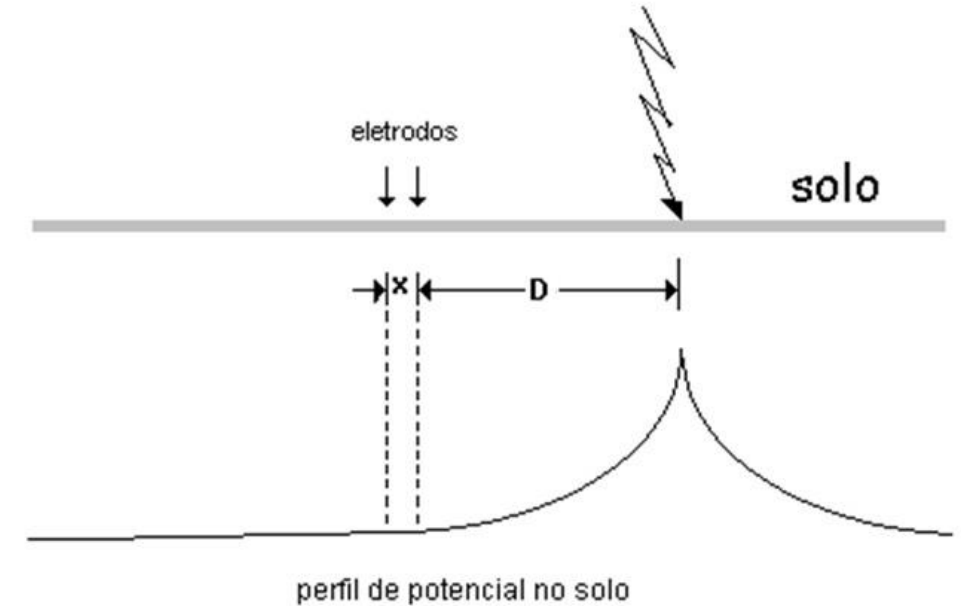
- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com frentes íngremes, favorecendo induções;
- A corrente do raio **eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento** (e conseqüentemente da estação);

Quanto melhor o aterramento (baixa resistência), menor será desgaste dos DPSs !!



Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com frentes íngremes, favorecendo induções;
- A corrente do raio *eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento* (e conseqüentemente da estação);
- **O potencial no solo se distribui desigualmente → Gera diferença de potencial (DDP) entre eletrodos independentes!**



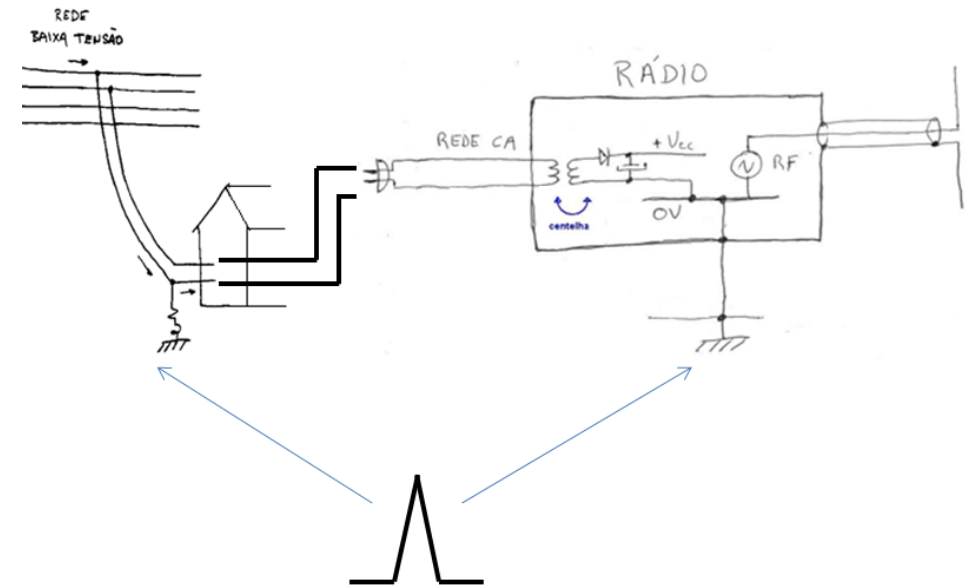
Simulação numérica de diferença de potencial de terra a partir de uma descarga de 100kA
(Resistividade do solo: 1000 ohm.metro):

D em metros	Distância axial X em metros				
	10	20	30	50	70
10	796 k	1.06 M	1.19M	1.33M	1.39M
15	424k	606k	707k	816k	874k
20	265k	398k	477k	568k	619k
30	133k	212k	265k	332k	371k
40	79.6k	133k	171k	221k	253k
50	53.1k	91.9k	119k	159k	189k
70	28.4k	50.5k	68.2k	94.7k	114k
100	10.5k	26.5k	36.7k	53.1k	65.5k
150	6.6k	12.5k	17.7k	26.5k	33.8k

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com *frentes íngremes, favorecendo induções*;
- A corrente do raio *eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento* (e conseqüentemente da estação);
- **O potencial no solo se distribui desigualmente → DDPs em eletrodos independentes;**

Exemplo de queima devido a aterramentos independentes, mesmo quando o surto vem pela rede:

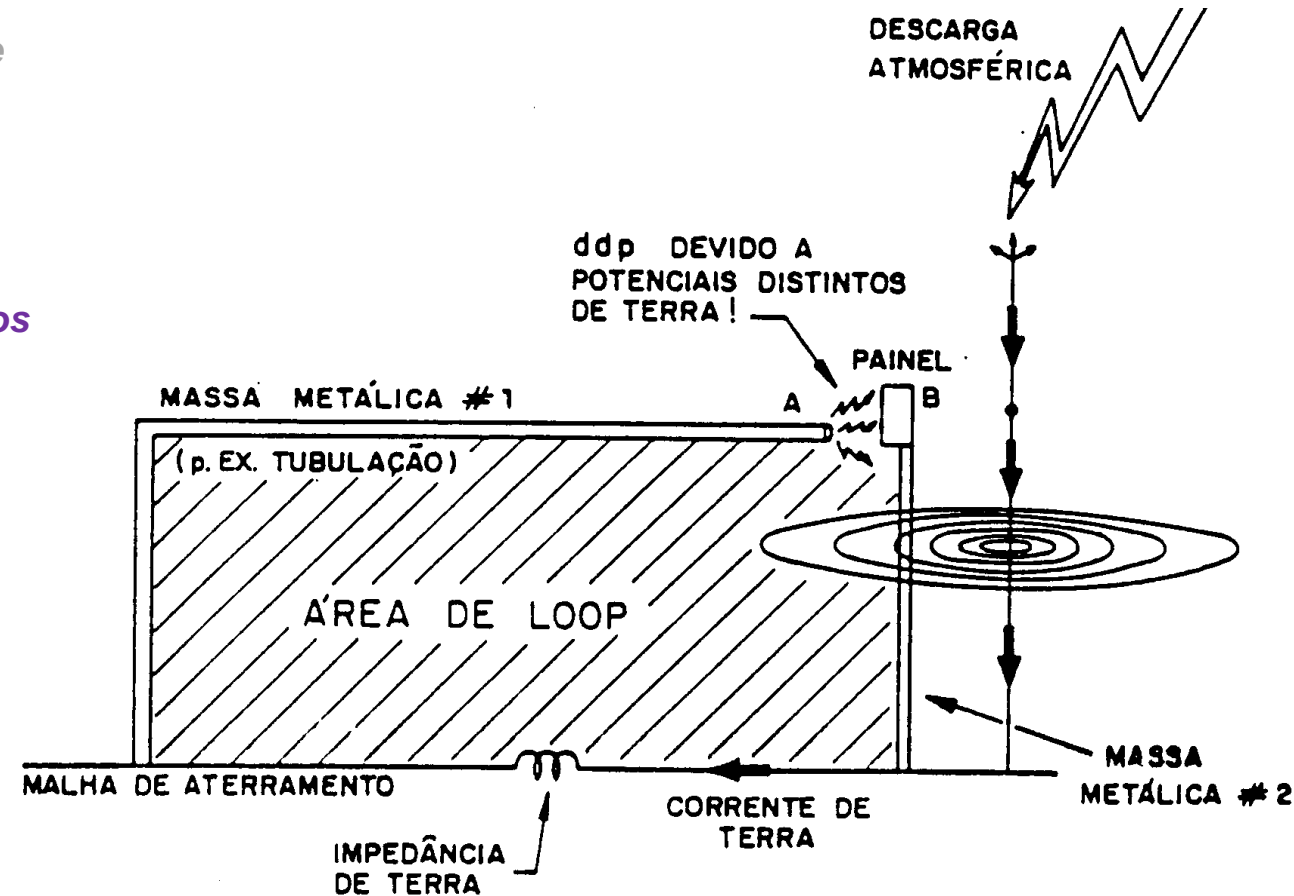


Simulação numérica de diferença de potencial de terra a partir de uma descarga de 100kA
(Resistividade do solo: 1000 ohm.metro):

D em metros	Distância axial X em metros				
	10	20	30	50	70
10	796 k	1.06 M	1.19M	1.33M	1.39M
15	424k	606k	707k	816k	874k
20	265k	398k	477k	568k	619k
30	133k	212k	265k	332k	371k
40	79.6k	133k	171k	221k	253k
50	53.1k	91.9k	119k	159k	189k
70	28.4k	50.5k	68.2k	94.7k	114k
100	10.5k	26.5k	36.7k	53.1k	65.5k
150	6.6k	12.5k	17.7k	26.5k	33.8k

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

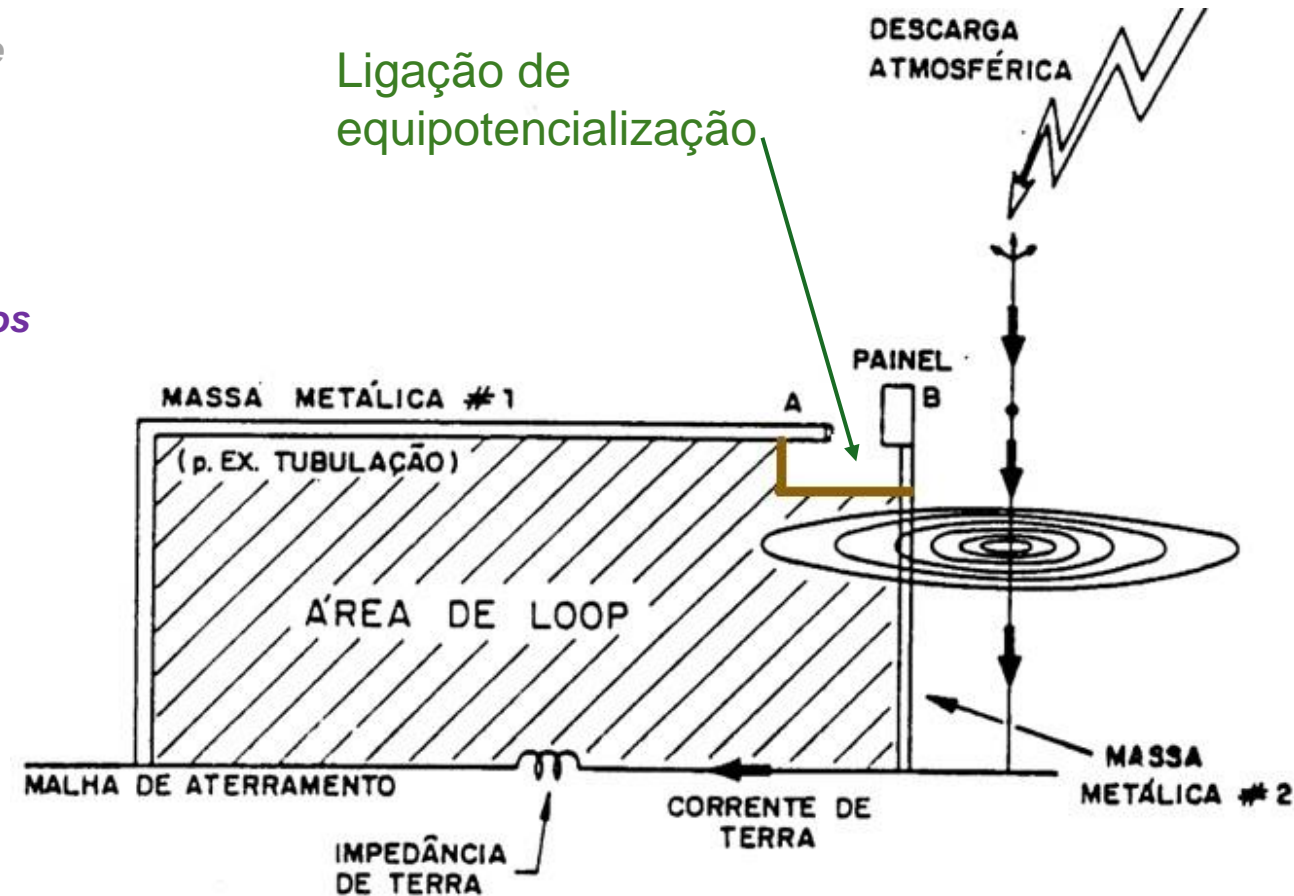
- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com frentes íngremes, favorecendo induções;
- A corrente do raio *eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento* (e conseqüentemente da estação);
- O potencial no solo se distribui desigualmente → DDPs em eletrodos independentes;
- A *existência de loops em cabos de interligação e dutos metálicos* na estação que captam os campos *pode gerar tensões perigosas de modo comum*;



Exemplo do efeito de massas metálicas aterradas mas não interligadas entre os pontos A e B e o desenvolvimento de ddp por indução de campo e/ou correntes de terra.

Problemas gerados pelos raios: danos à estação e *instabilidades em circuitos lógicos*. Qual a razão?

- Os raios geram *correntes e campos fortíssimos*, com frentes íngremes, favorecendo induções;
- A corrente do raio *eleva enormemente o potencial no sistema de aterramento* (e conseqüentemente da estação);
- O potencial no solo se distribui desigualmente → DDPs em eletrodos independentes;
- A *existência de loops em cabos de interligação e dutos metálicos* na estação que captam os campos *pode gerar tensões perigosas de modo comum*;



Exemplo do efeito de massas metálicas aterradas mas não interligadas entre os pontos A e B e o desenvolvimento de ddp por indução de campo e/ou correntes de terra.

ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA):

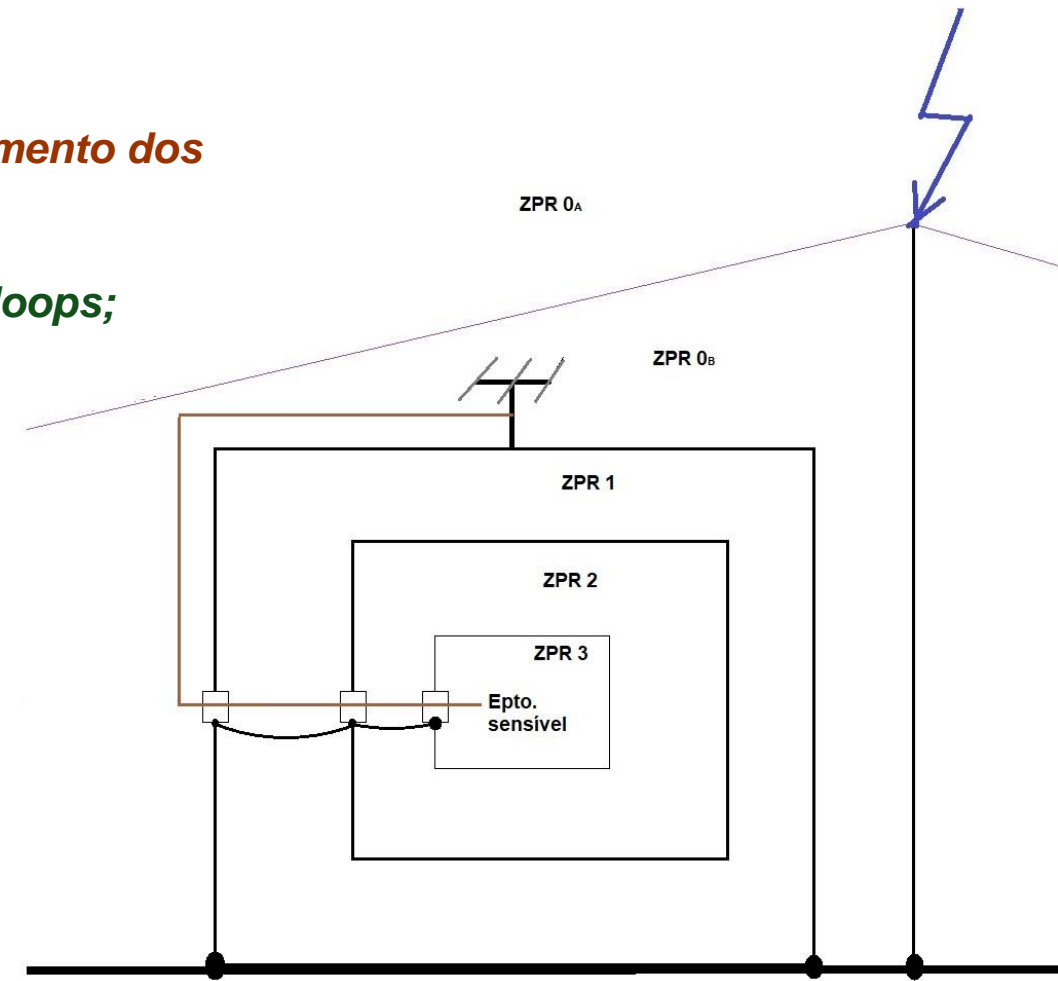
DEFINIR ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS (ZPR) para:

-Proteger a sua antena → ZPR 0_b (mas HF é bem difícil!)

-Reduzir as induções através das ZPR_n:

- ✓ **Blindagens magnéticas** (*Gaiola de Faraday* e/ou via **bandejamento dos cabos**)
- ✓ **Roteamento adequado da fiação da estação** → **redução de loops**;
- ✓ **Equipotencialização**;
- ✓ **Perseguir uma baixa resistência de aterramento**;
- ✓ **Utilização de protetores e/ou isoladores nos circuitos**;

- **Todas essas medidas são complementares!**
- **Uma falha grave em algumas destas medidas pode comprometer toda a proteção**



A NBR 5419 define **4 possíveis níveis** para o projeto de todo o **sistema de proteção**
(em nível decrescente de suportabilidade e rigor no projeto).

Exemplo de diferenças entre os níveis e o projeto da proteção:

Nível de proteção 1:

- *Prevê descargas atmosféricas de até 200 kA em 99% dos casos;*
- *Requer aterramento mais extenso,*
- *Volumes de proteção menores para os mesmos captosres,
etc*

Nível de proteção 2:

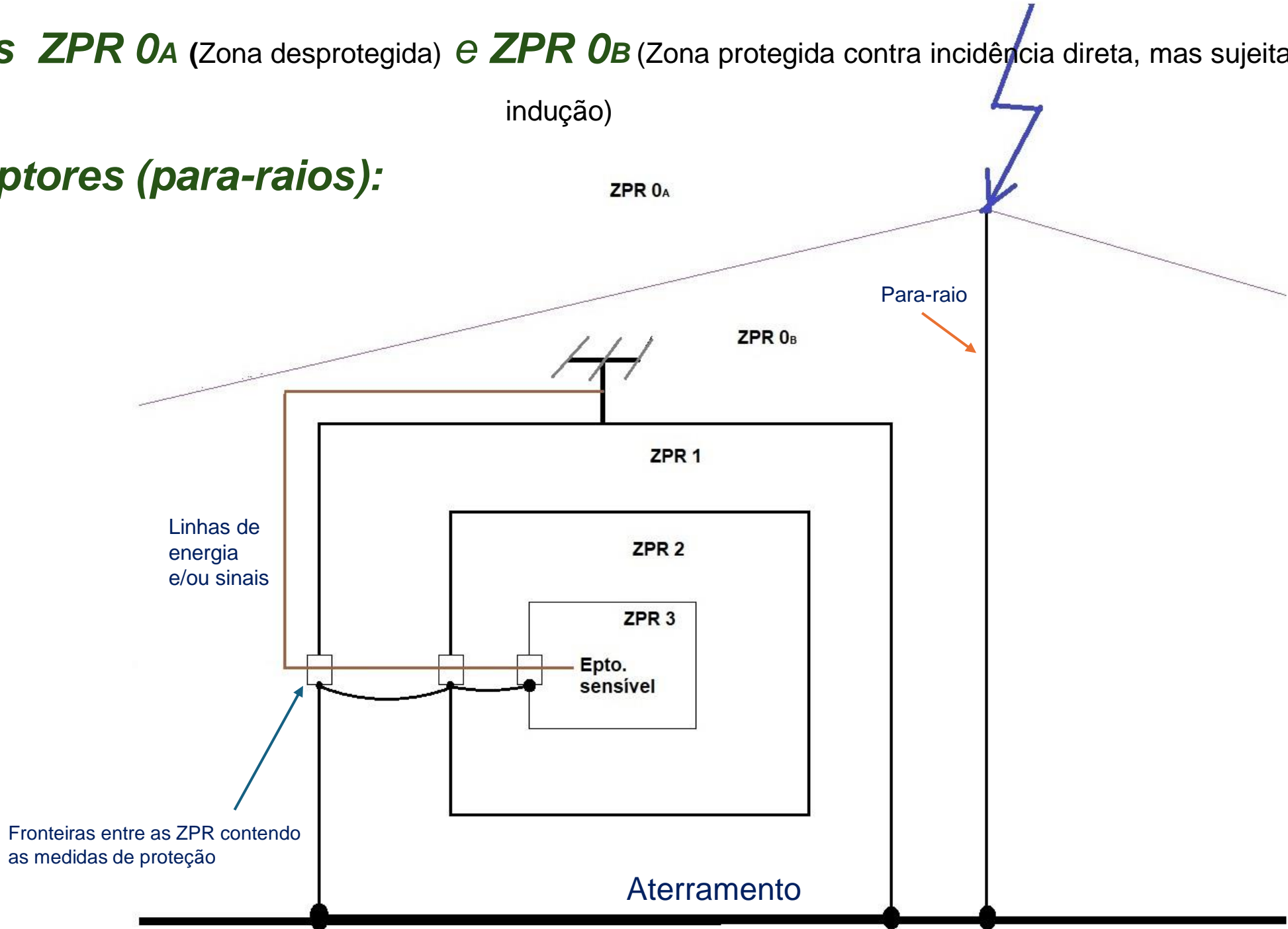
- *Prevê descargas atmosféricas de até 150 kA em 98%*
-
-

Níveis de proteção 3 e 4:

- *Prevê descargas atmosféricas de até 100 kA em 95%*

Definição das ZPR 0A (Zona desprotegida) e ZPR 0B (Zona protegida contra incidência direta, mas sujeita a forte indução)

através de captores (para-raios):



Definição das ZPR 0A (Zona desprotegida) e **ZPR 0B** (Zona protegida contra incidência direta, mas sujeita a forte indução)

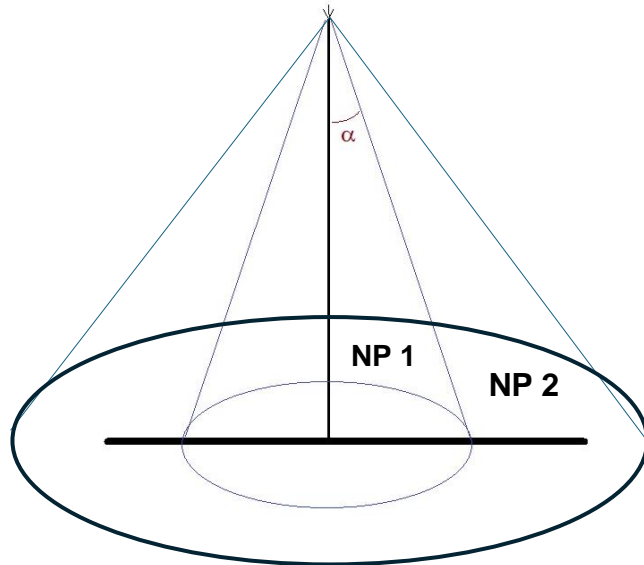
através de capttores (para-raios):

Proteção das antenas contra incidências diretas dos raios → **nem sempre possível para as antenas de HF !!**

- Há vários modos de se definir o volume de proteção: (via capttores Franklin, condutores suspensos e/ou malha de capttores)

(NBR5419-Parte 3 – "Danos físicos a estruturas e perigos à vida")

1. Volume de proteção gerado pelo capttor Franklin:



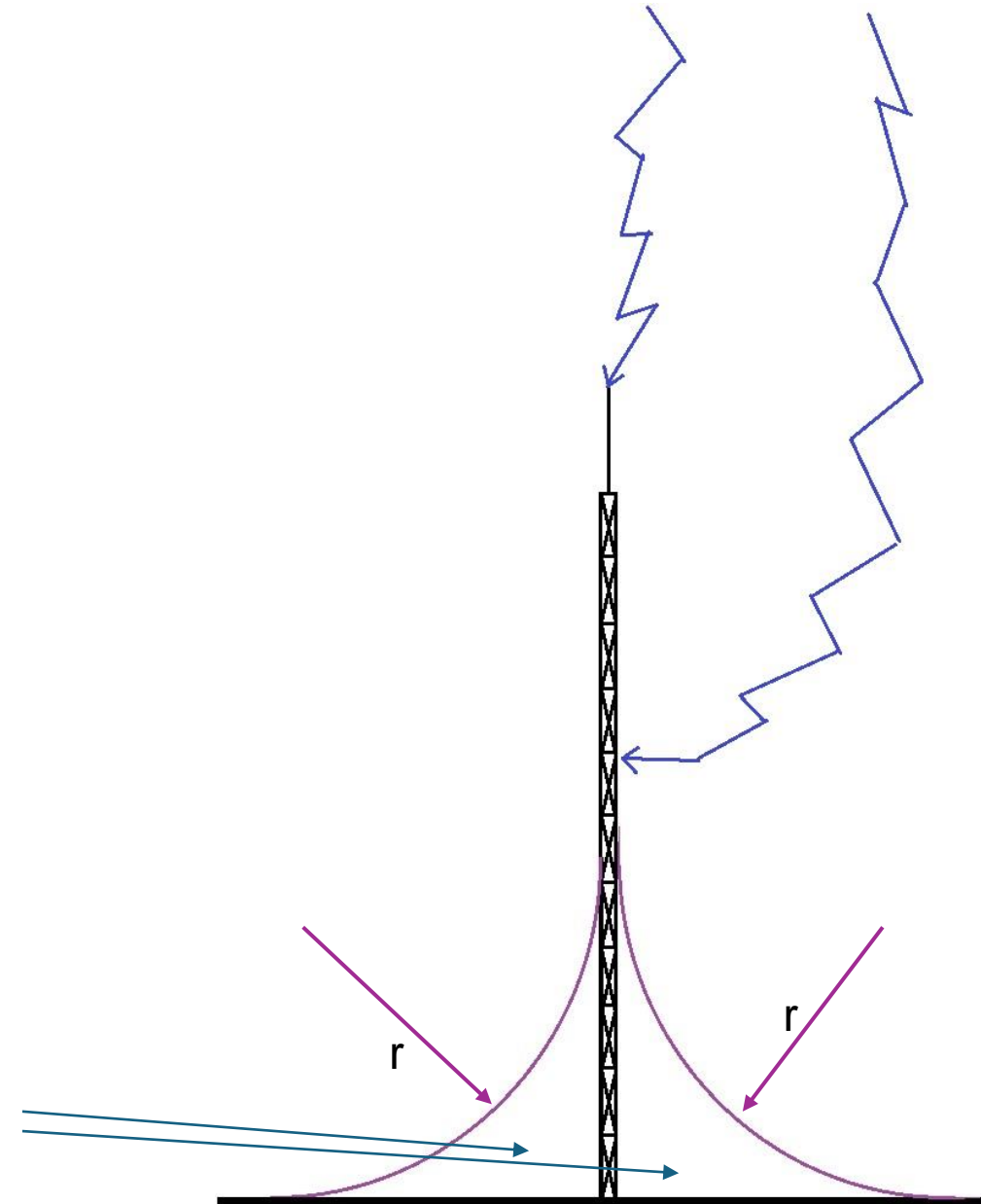
- Quanto maior o nível de proteção, menor é o ângulo

2. Para torres altas, o volume de proteção tem que ser gerado pelo modelo eletrogeométrico (método das esferas rolantes-> mais preciso!

Pelo método eletrogeométrico, torres altas não geram um volume maior, pois o raio pode atingi-lo pelo lado!!

A medida do raio (r) de circunferência que define o volume de proteção dependerá da classe de proteção

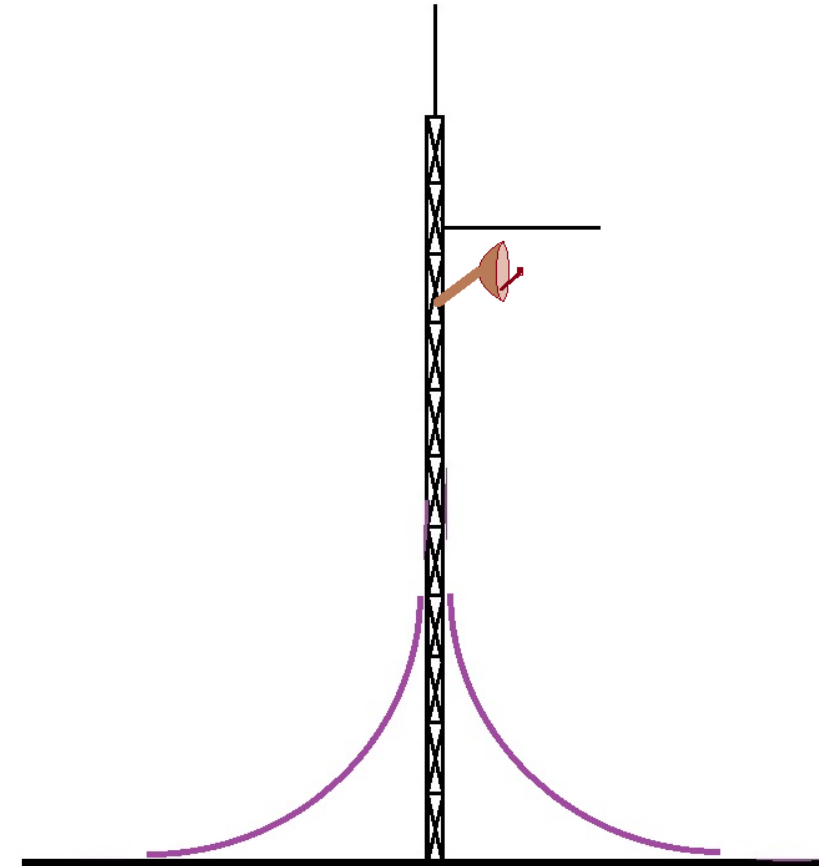
Volume protegido



2. Para torres altas, o volume de proteção tem que ser gerado pelo modelo eletrogeométrico (método das esferas rolantes-> mais preciso!

Pelo método eletrogeométrico, torres altas não geram um volume maior, pois o raio pode atingi-lo pelo lado!!

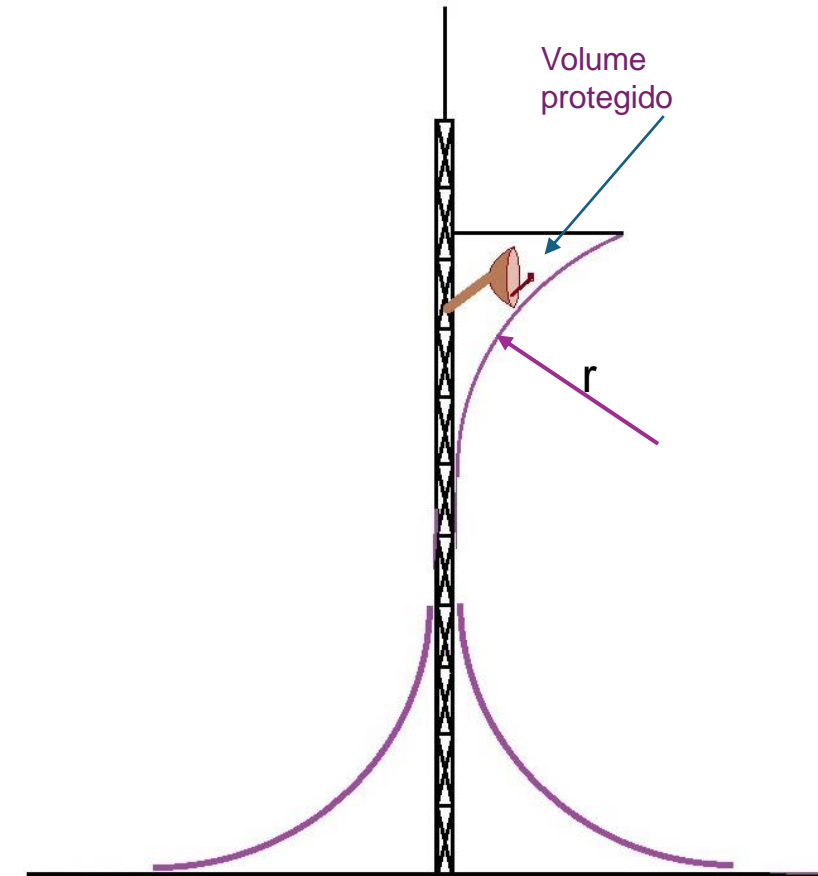
A medida do raio (r) de circunferência dependerá da classe de proteção



2. Para torres altas, o volume de proteção tem que ser gerado pelo modelo eletrogeométrico (método das esferas rolantes-> mais preciso!

Pelo método eletrogeométrico, torres altas não geram um volume maior, pois o raio pode atingi-lo pelo lado!!

A medida do raio (r) de circunferência dependerá da classe de proteção

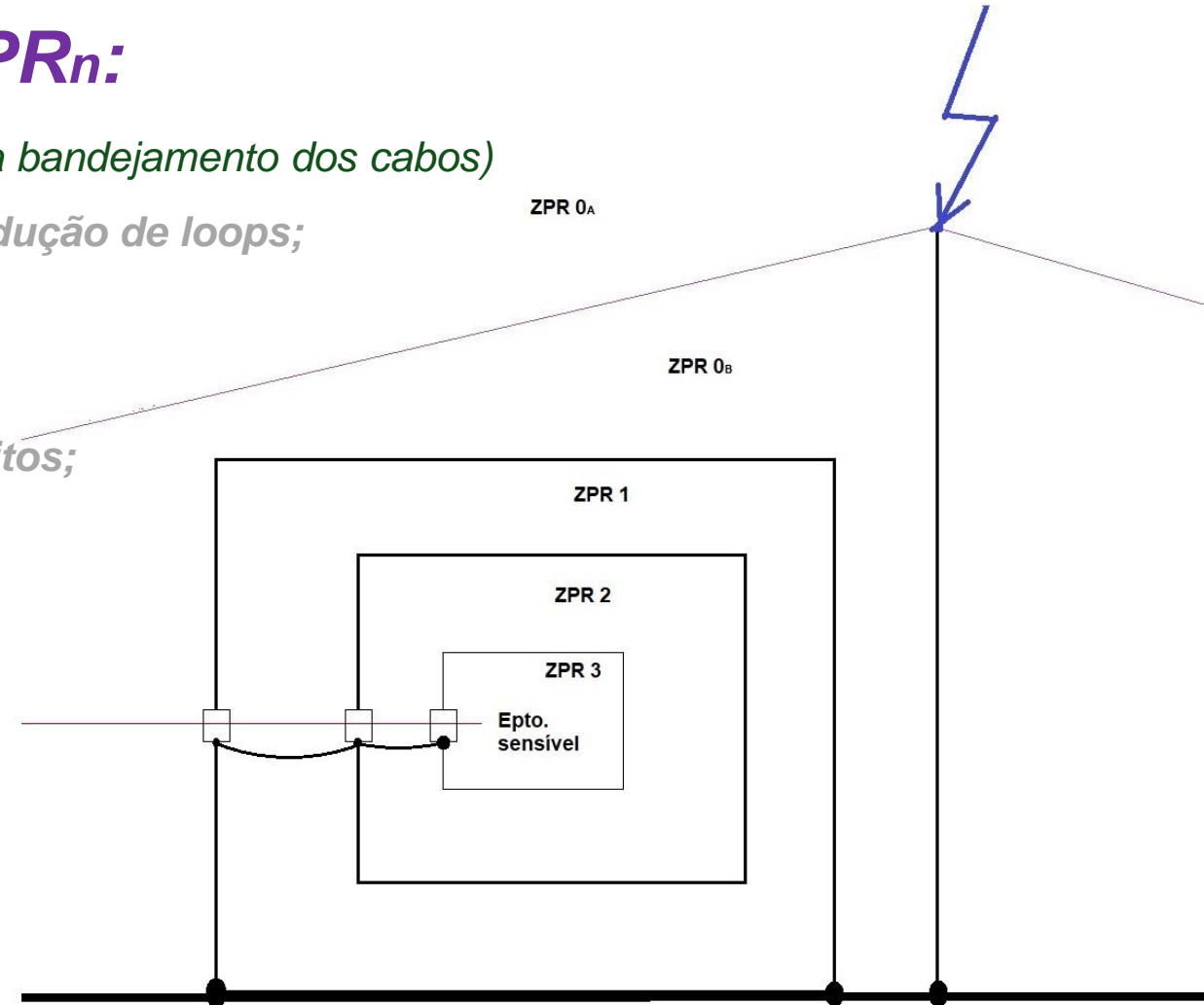


ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA): DEFINIR ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS (ZPR) para:

-Proteger a sua antena → ZPR 0_b (mas HF é bem difícil!)

-Reduzir as induções através das ZPR_n:

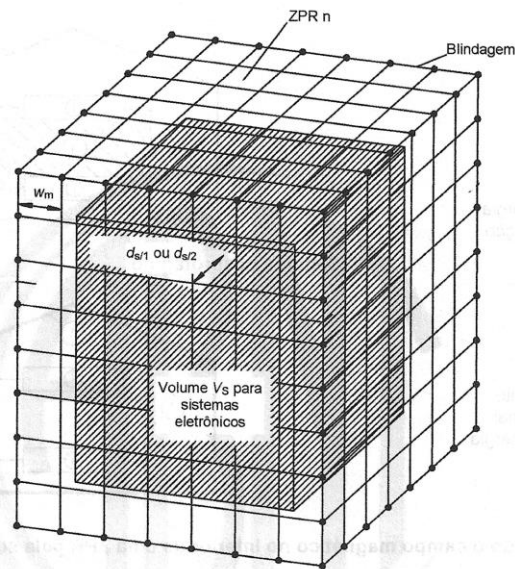
- ✓ **Blindagens magnéticas** (Gaiola de Faraday e/ou via bandejamento dos cabos)
- ✓ Roteamento adequado da fiação da estação → redução de loops;
- ✓ Equipotencialização;
- ✓ Perseguir uma baixa resistência de aterramento;
- ✓ Utilização de protetores e/ou isoladores nos circuitos;



Emprego de blindagem estrutural (Gaiola de Faraday)

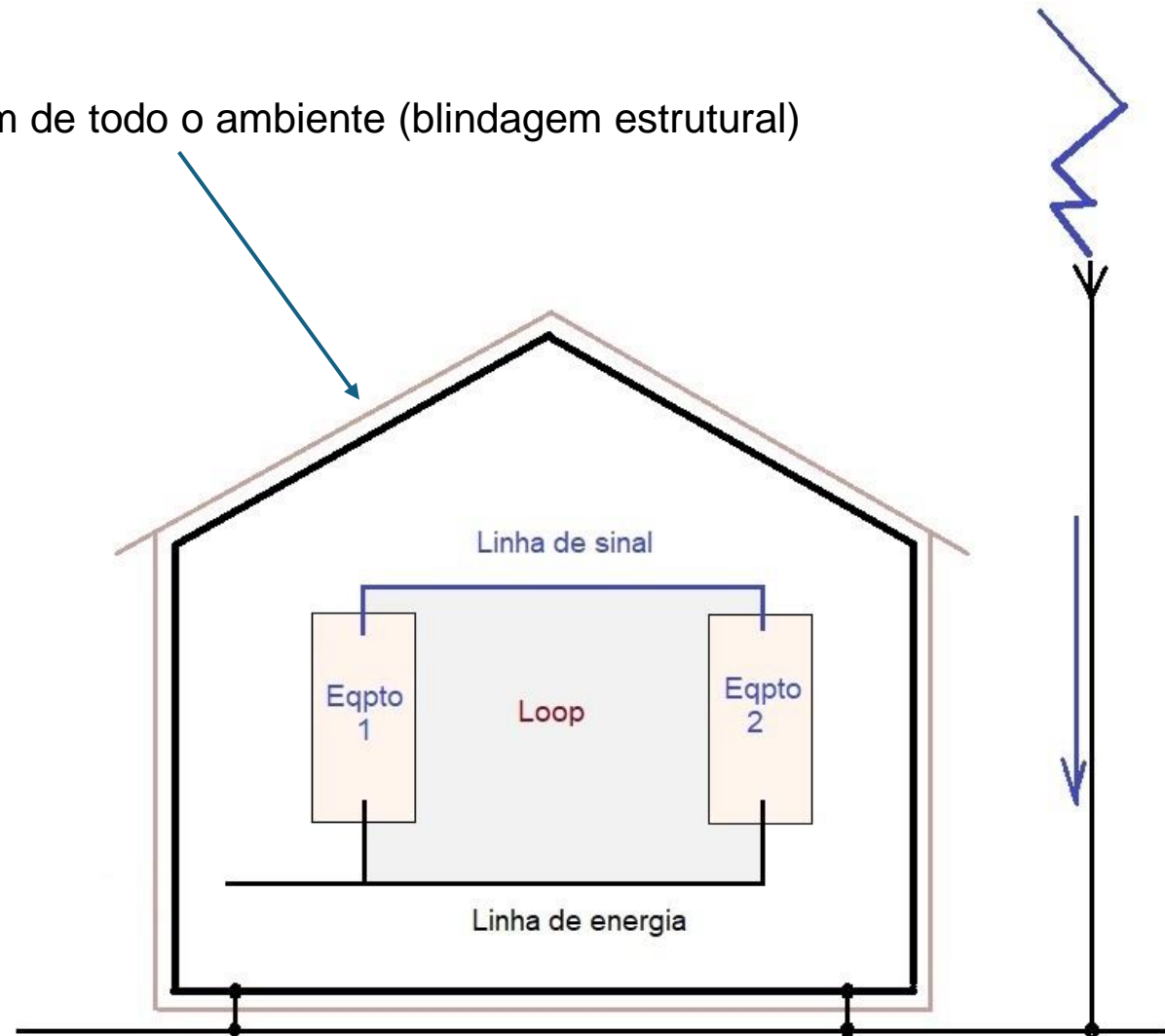
altamente recomendada para estações desatendidas!!!

Exemplo de blindagem a partir elementos estruturais ou telas acrescentadas na alvenaria:



A eficiência desta blindagem dependerá da relação entre dimensão da malha e comprimento de onda (λ): quanto mais a malha for fechada em relação ao λ , melhor a blindagem;

Blindagem de todo o ambiente (blindagem estrutural)

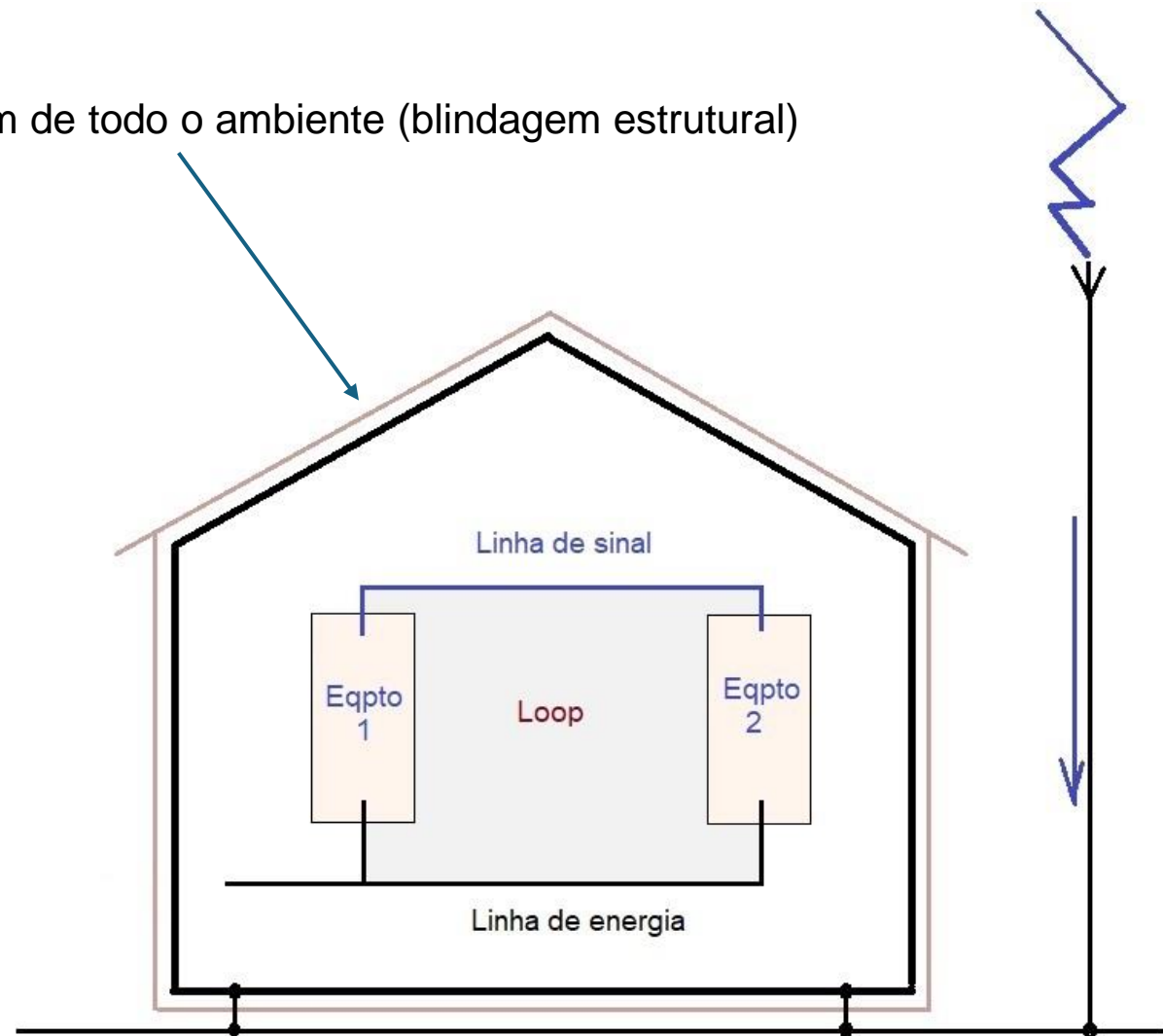


Emprego de blindagem estrutural *altamente recomendada para estações desatendidas!!!*

Blindagem tipo gaiola de Faraday feita com contêiner para uso externo:



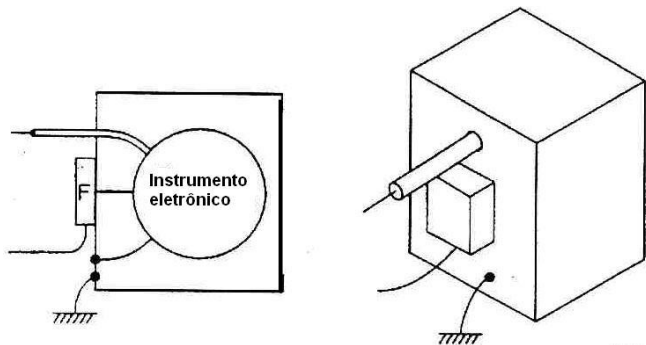
Blindagem de todo o ambiente (blindagem estrutural)



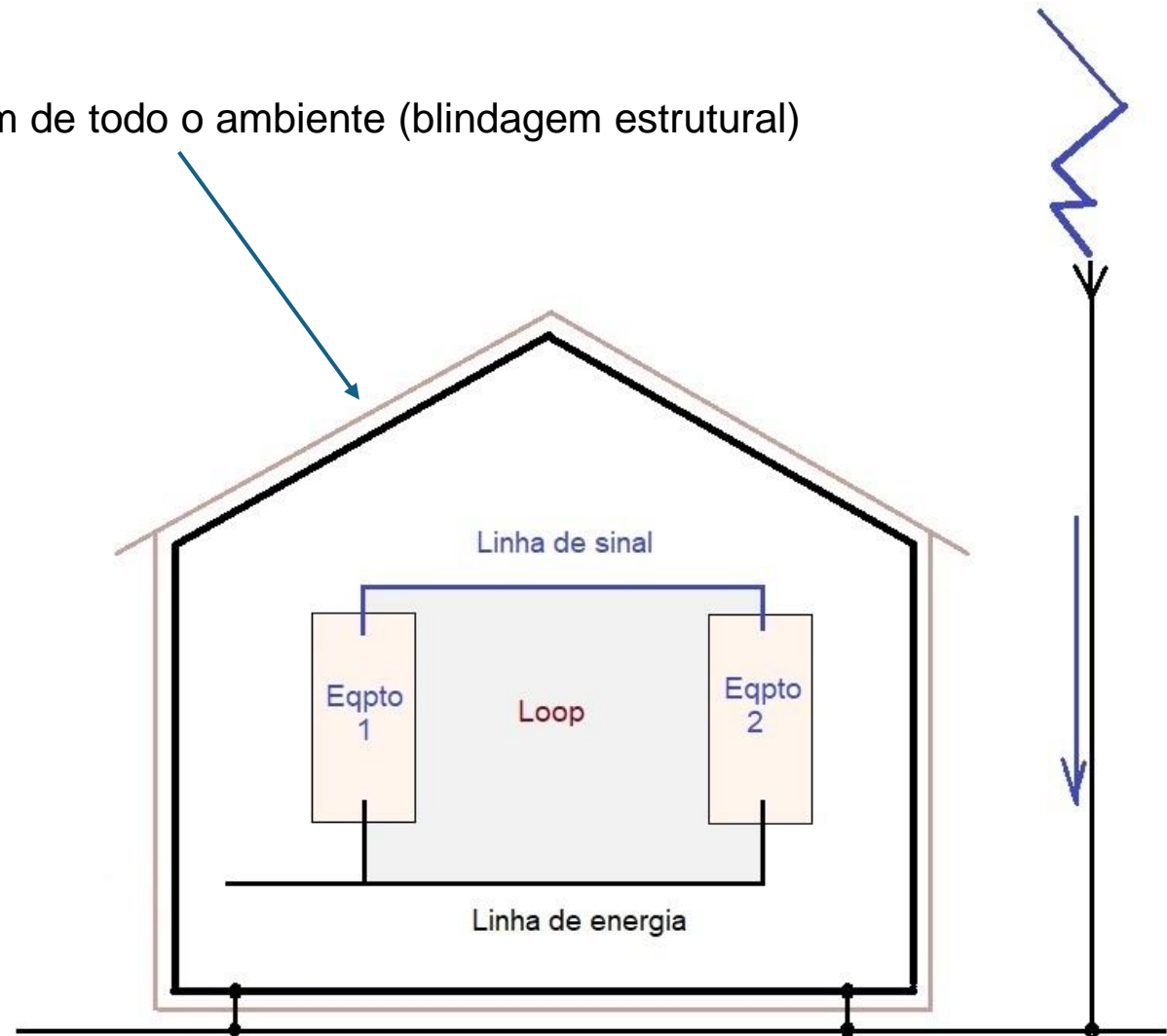
Emprego de blindagem estrutural

altamente recomendada para estações desatendidas!!!

Blindagem tipo gaiola de Faraday feita com gabinete metálico:



Blindagem de todo o ambiente (blindagem estrutural)



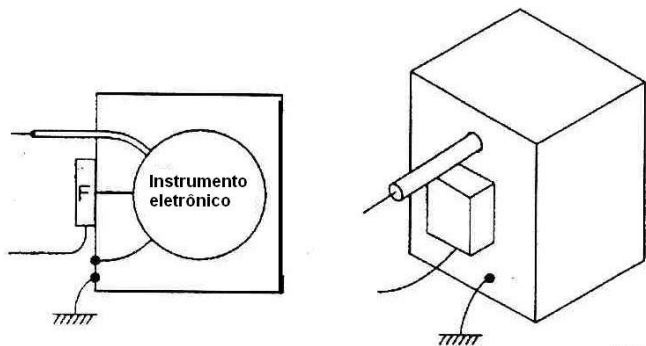
Emprego de blindagem estrutural

altamente recomendada para estações desatendidas!!!

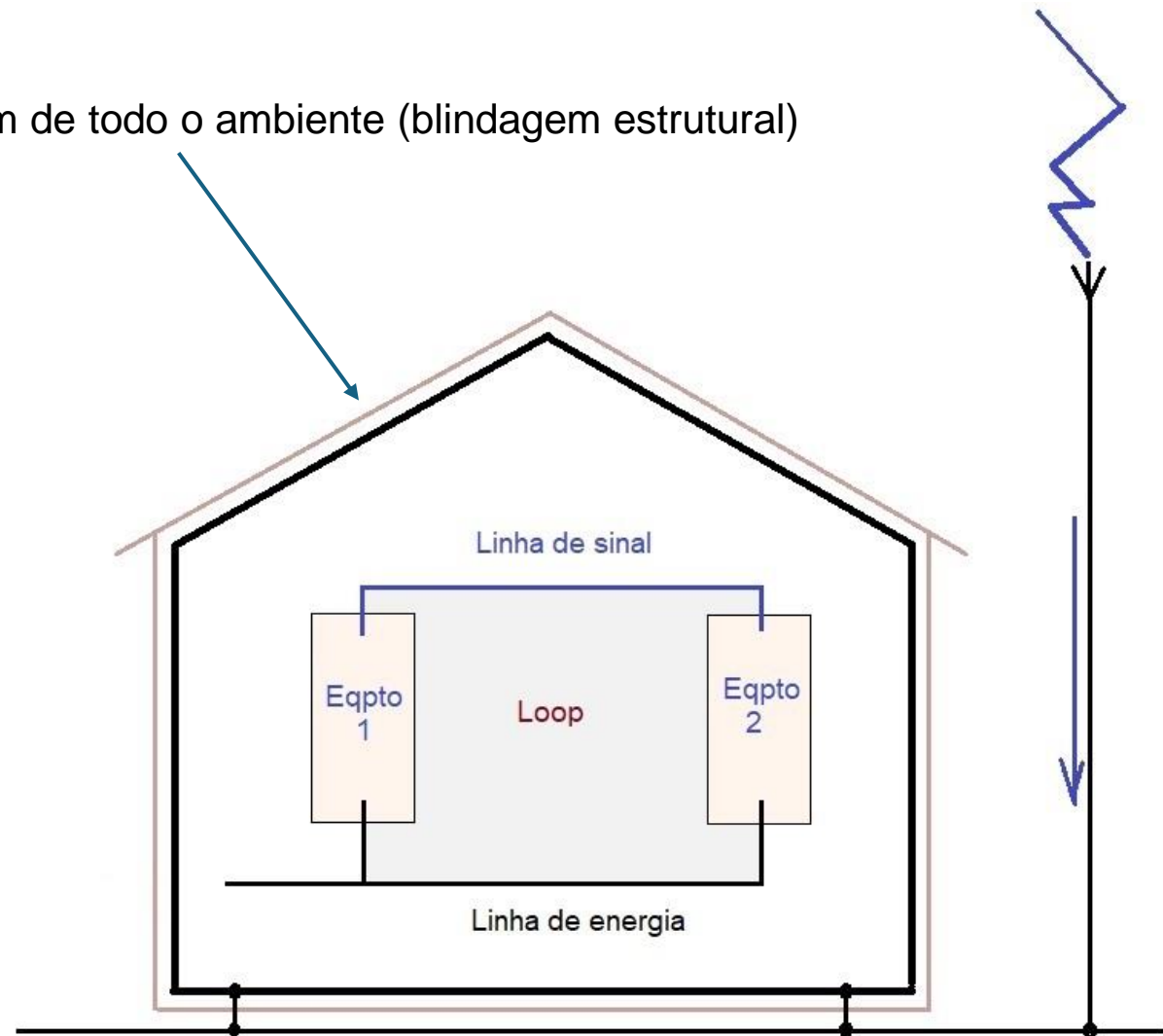
Mas, ATENÇÃO!!!

A melhor Gaiola de Faraday pode ser ineficiente se não houver cuidado com a entrada de cabos!

Blindagem tipo gaiola de Faraday feita com gabinete metálico:



Blindagem de todo o ambiente (blindagem estrutural)

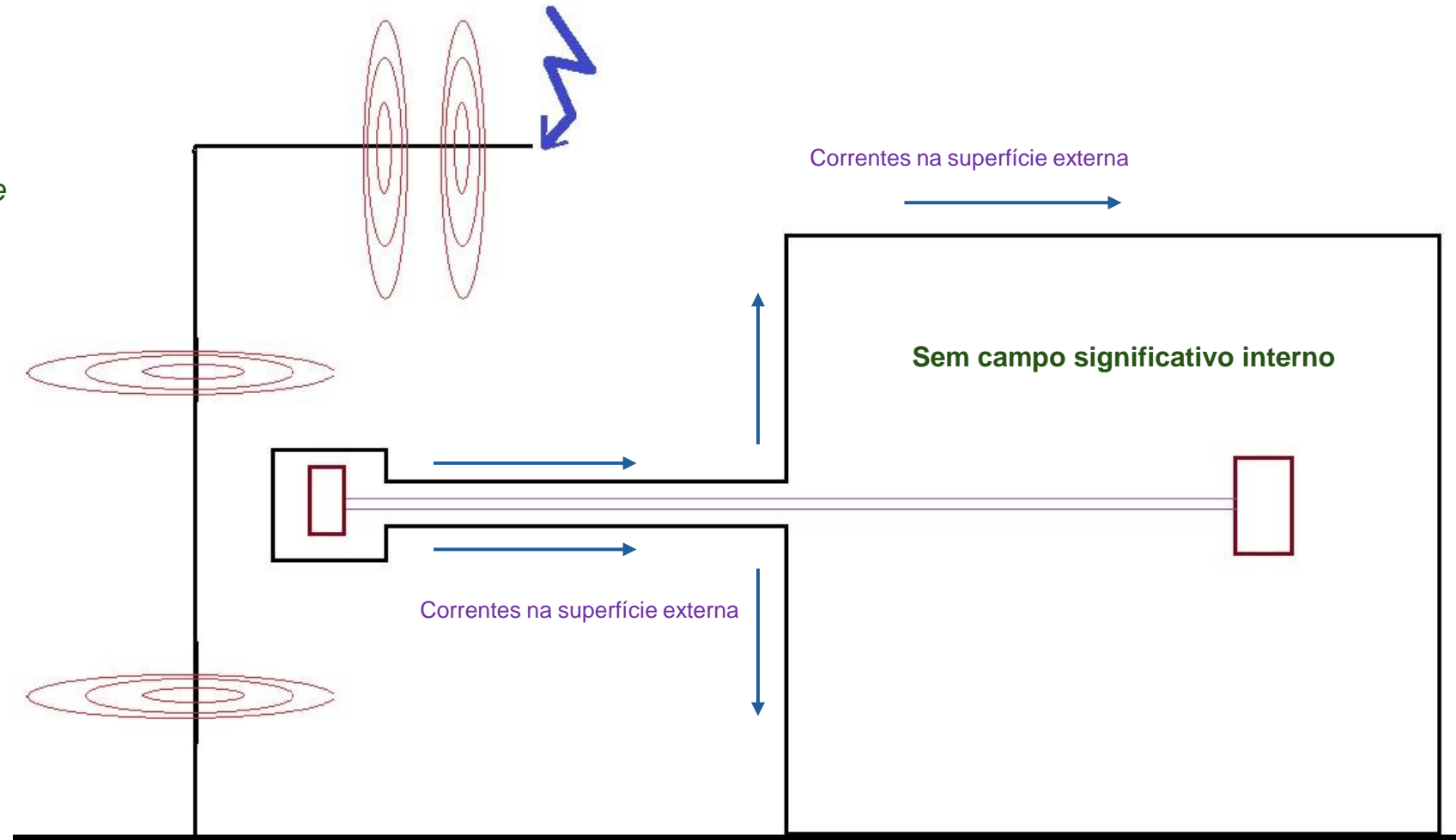
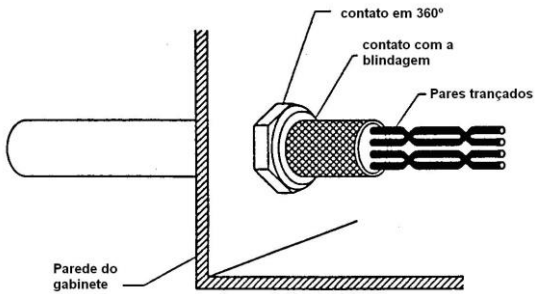


DETALHE DAS CONEXÕES ENTRE BLINDAGENS DOS CABOS EXTERNOS E A GAIOLA DE FARADAY PARA NÃO HAVER VAZAMENTO DE CAMPO PARA DENTRO

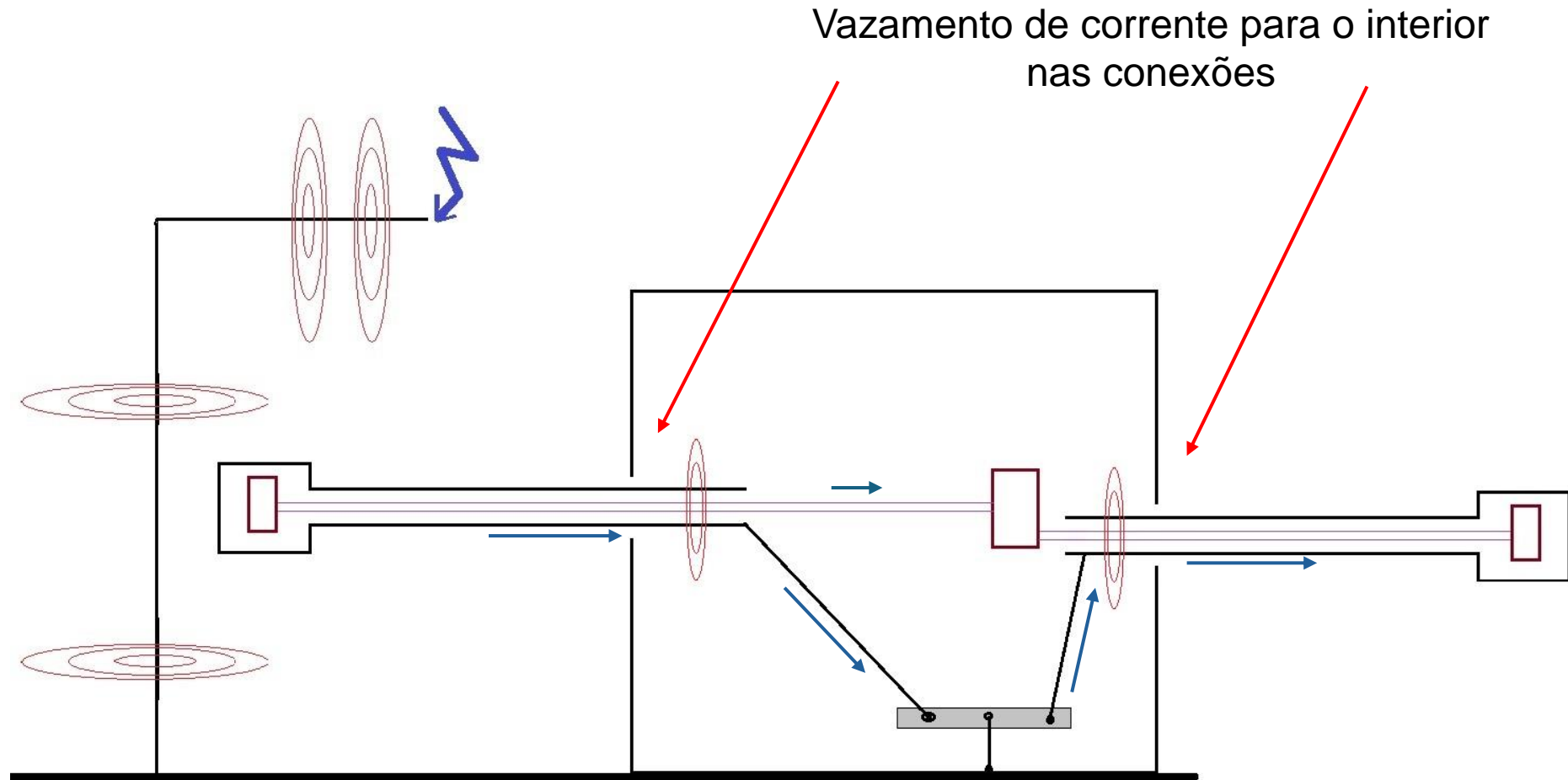
As correntes induzidas na blindagem externamente se mantêm pelo lado de fora da gaiola de Faraday, não gerando campo e indução interna

A continuidade elétrica entre a blindagem do cabo e a parede da gaiola deve ser ao longo de 360°:

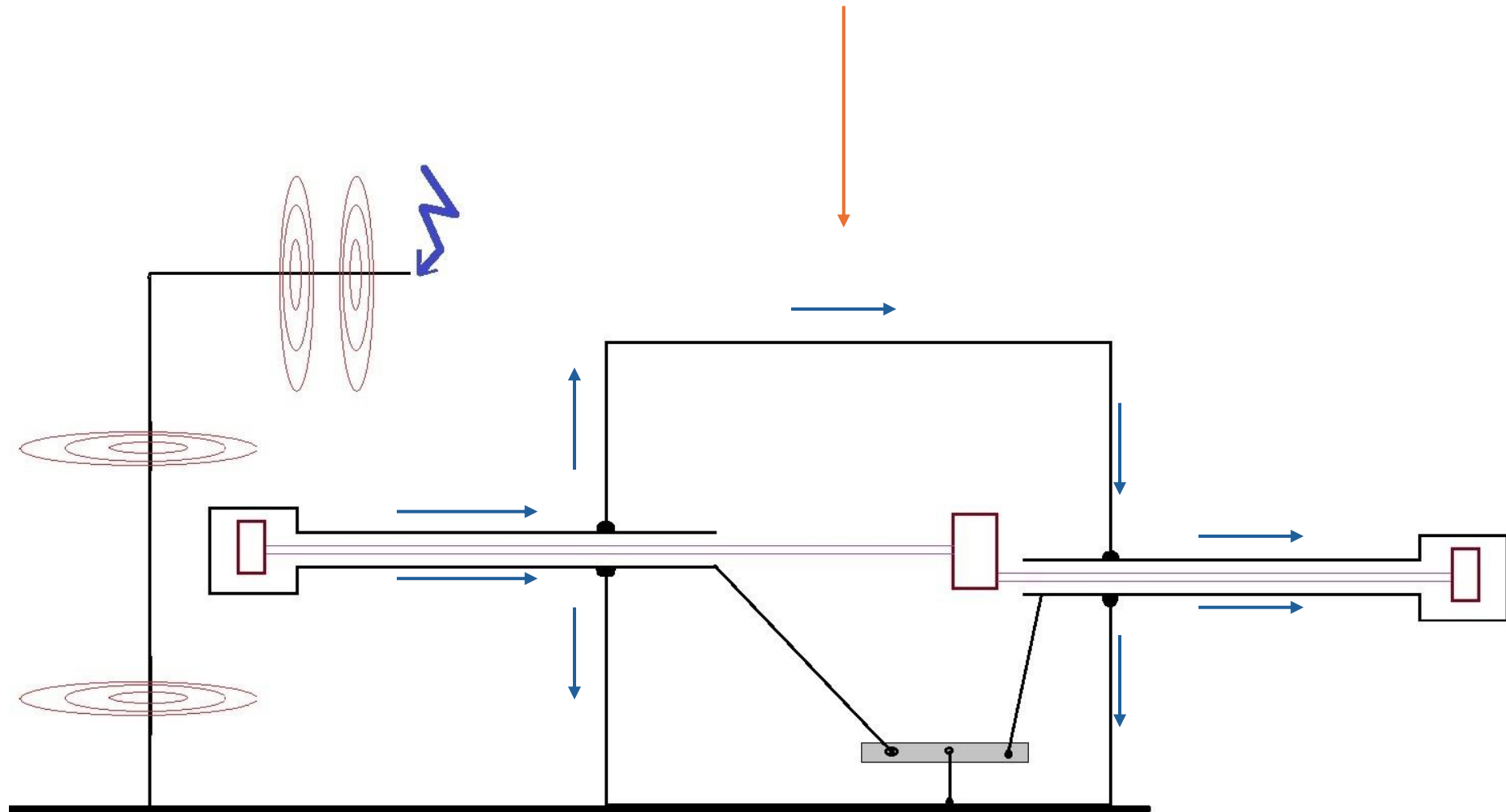
Ou seja, é importante um **prolongamento** da blindagem do cabo ao gabinete



EXEMPLO DE *DEGRADAÇÃO* DA GAIOLA DE FARADAY DEVIDO À *ENTRADA DE CORRENTES* EXTERNAS INDUZINDO CAMPOS INTERNAMENTE:



*Correntes mantidas externamente pela conexão certa
entre blindagem dos cabos externos e a Gaiola de Faraday*

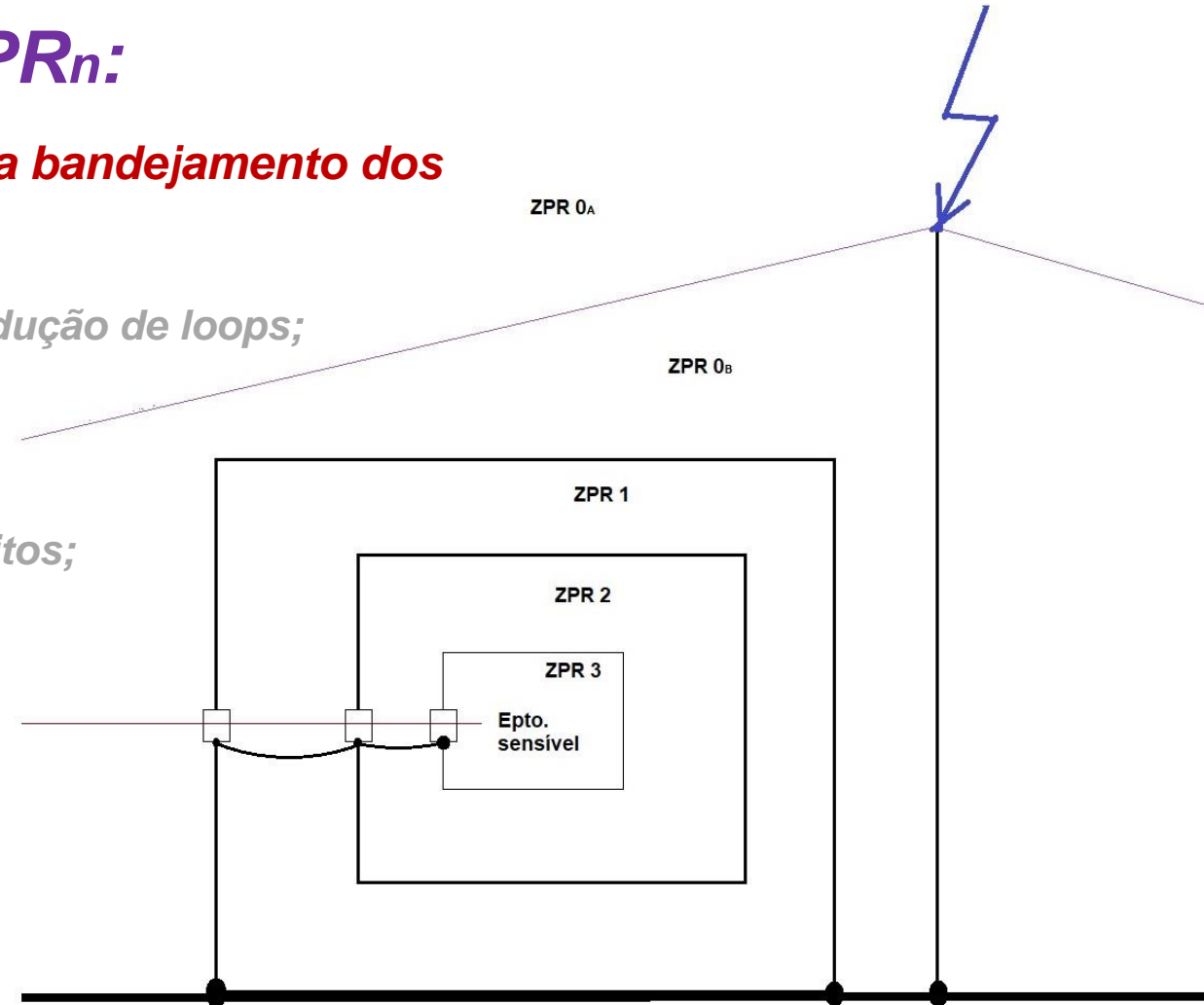


ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA): DEFINIR ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS (ZPR) para:

-Proteger a sua antena → ZPR 0_b (mas HF é bem difícil!)

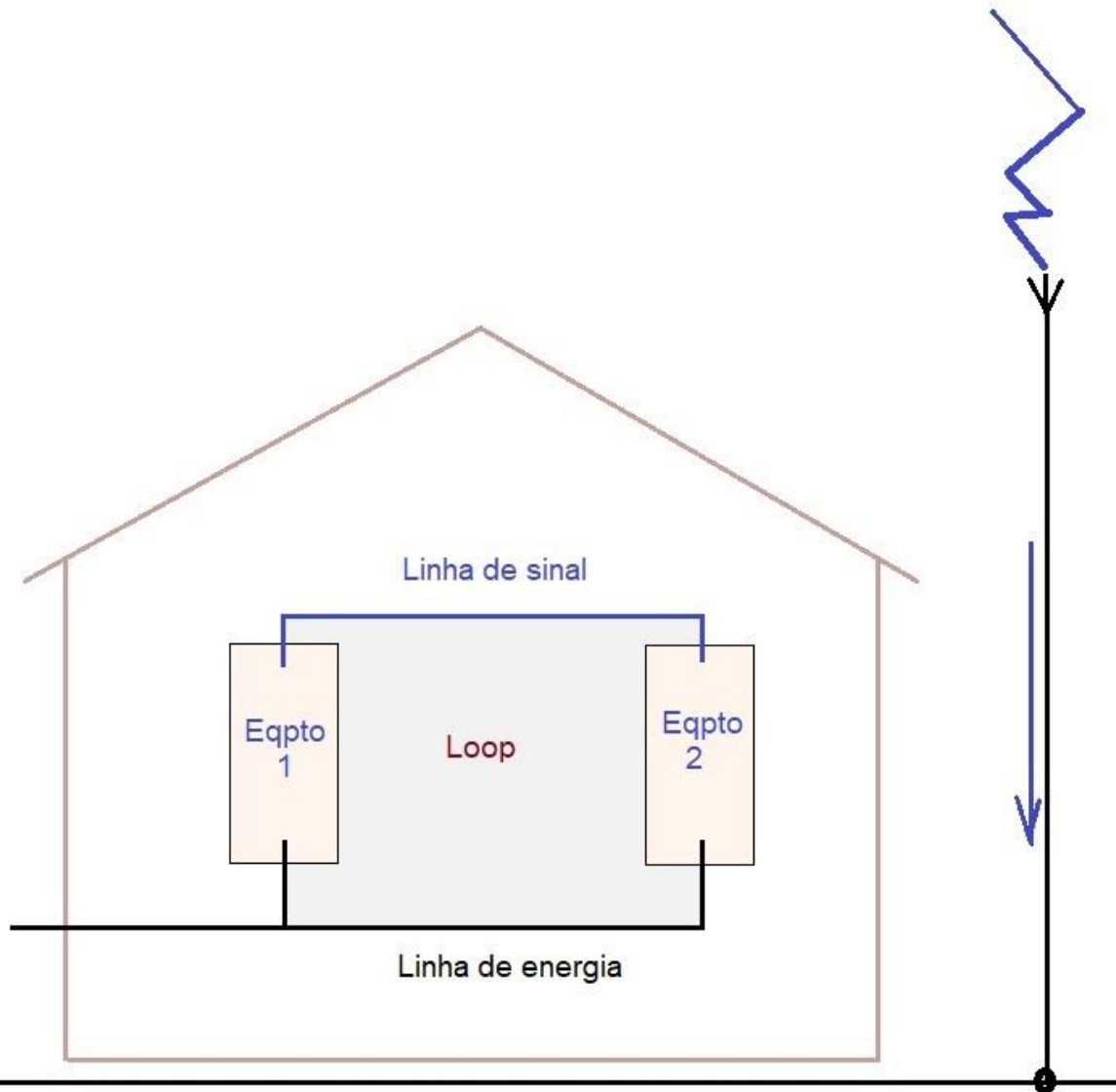
-Reduzir as induções através das ZPR_n:

- ✓ **Blindagens magnéticas** (Gaiola de Faraday e/ou **via bandejamento dos cabos**)
- ✓ Roteamento adequado da fiação da estação → redução de loops;
- ✓ Equipotencialização;
- ✓ Perseguir uma baixa resistência de aterramento;
- ✓ Utilização de protetores e/ou isoladores nos circuitos;



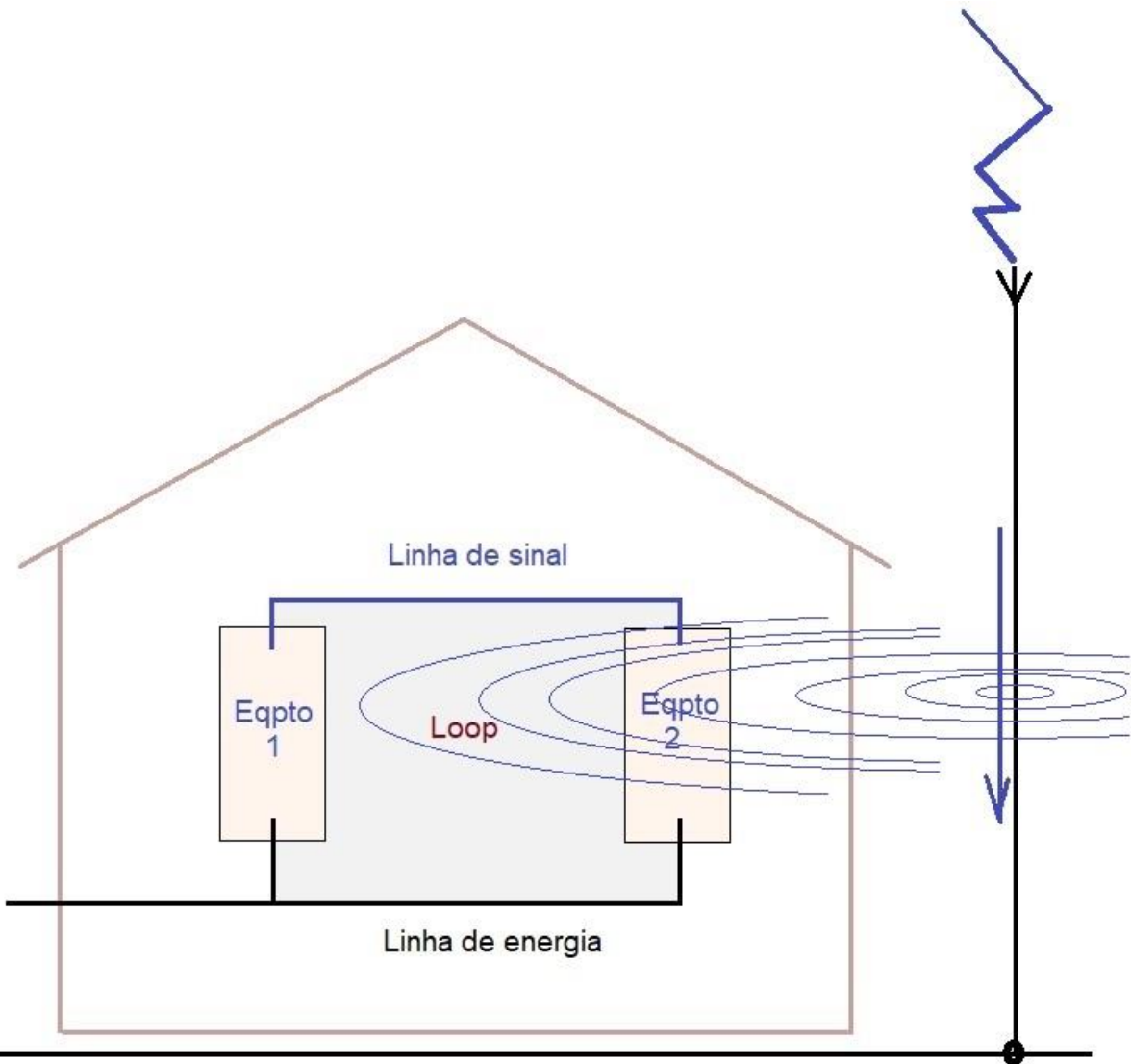
BLINDAGEM via bandejamento de cabos

Exemplo de loops perigosos e alternativas de mitigação através de blindagens:



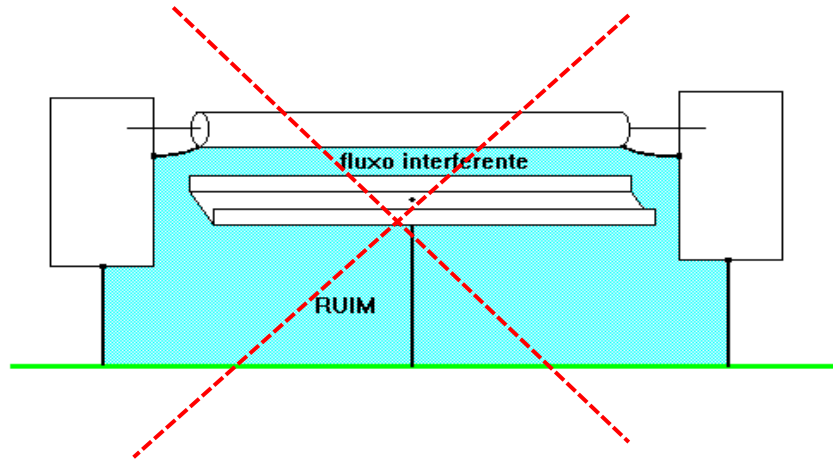
BLINDAGEM via bandejamento de cabos

Exemplo de loops perigosos e alternativas de mitigação através de blindagens:

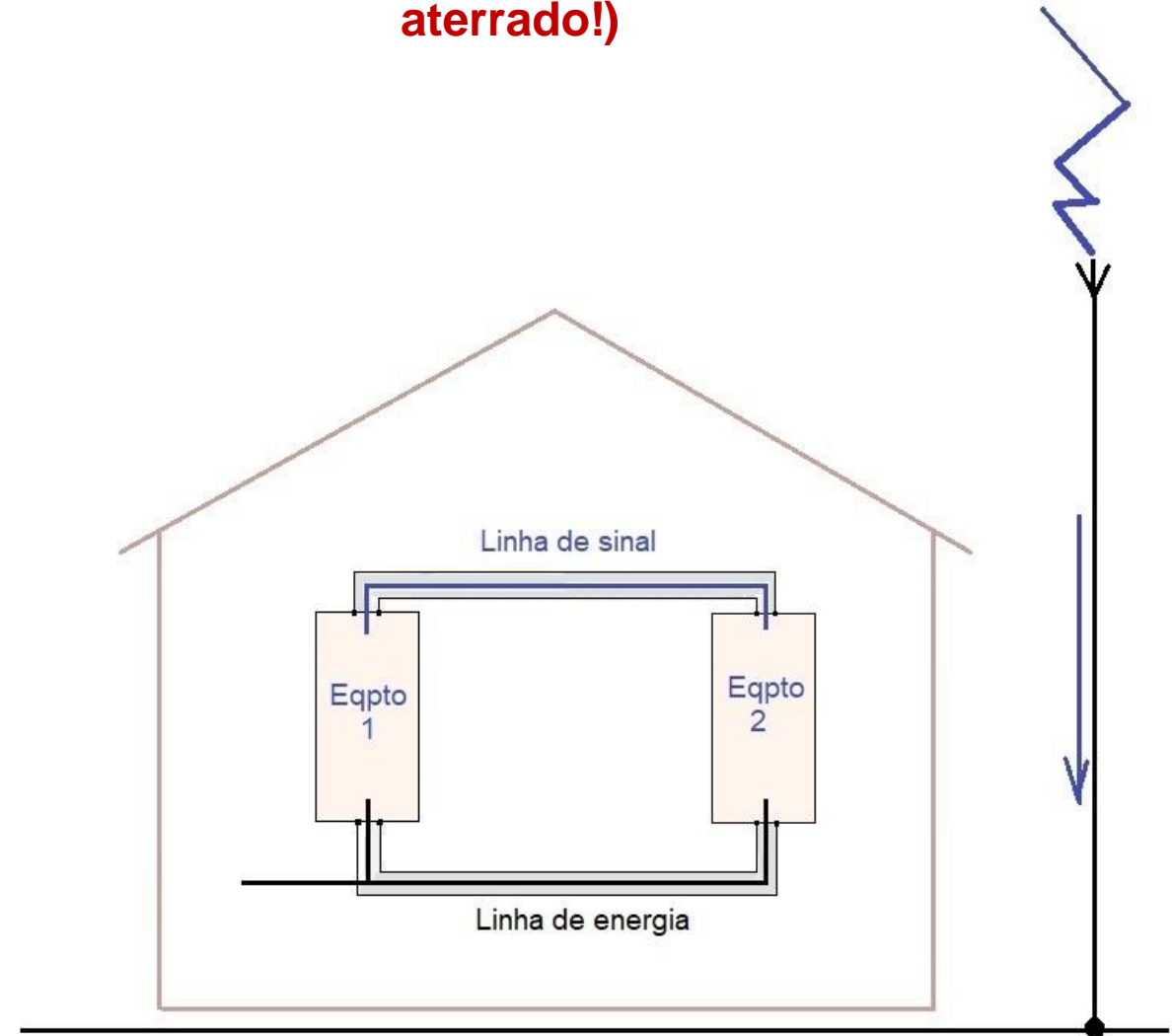
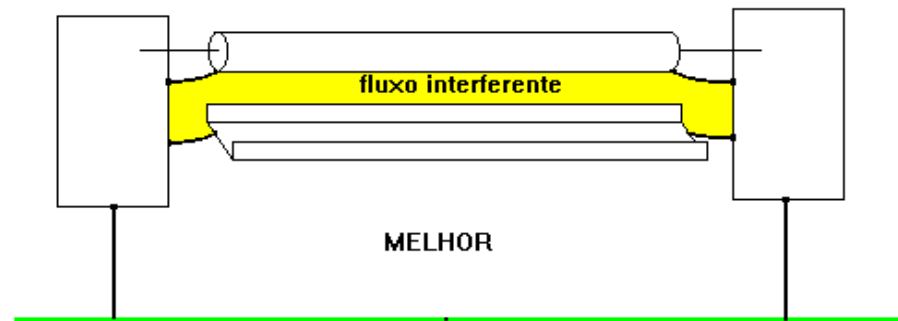


A corrente induzida circulará pela linha de sinal (e interior dos equipamentos!) ou gerará uma tensão em algum isolador rompendo-o!

BLINDAGEM via bandejamento de cabos



Mas é muito importante garantir a continuidade elétrica entre bandejas e gabinetes (e tudo evidentemente aterrado!)



QUAL A ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA)?

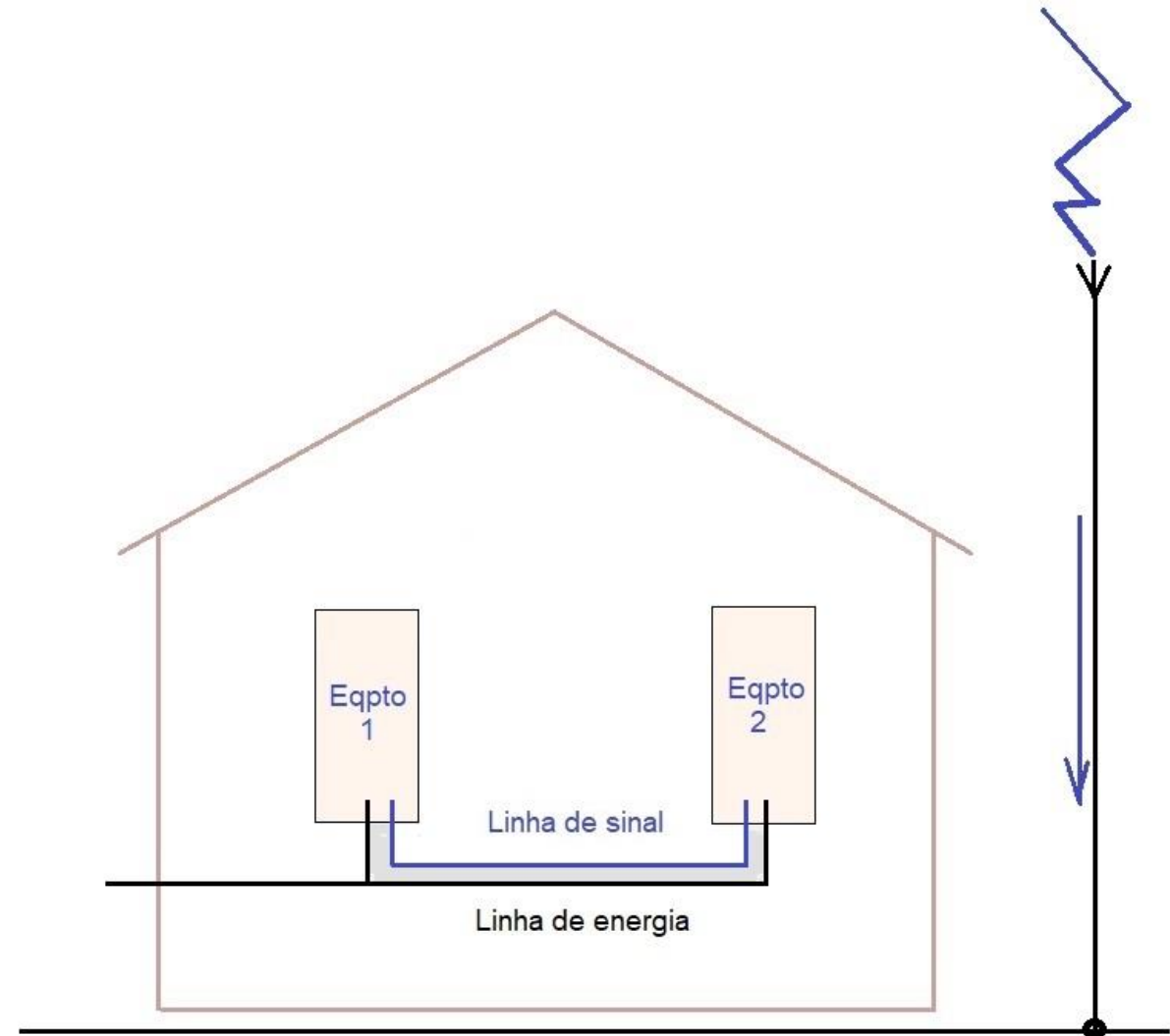
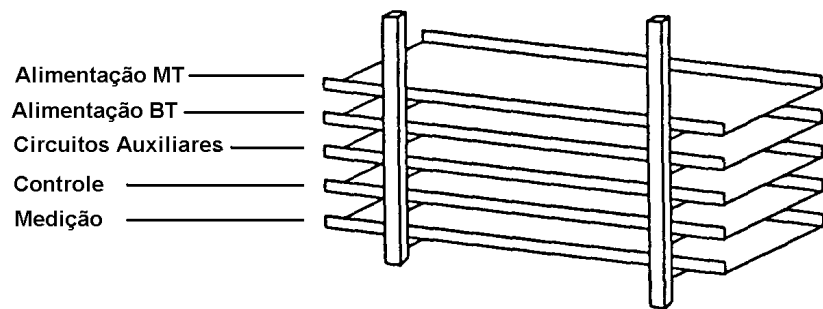
-Proteger a sua antena → ZPR 0_b (mas HF é bem difícil!)

-Reduzir as induções através das ZPR_n:

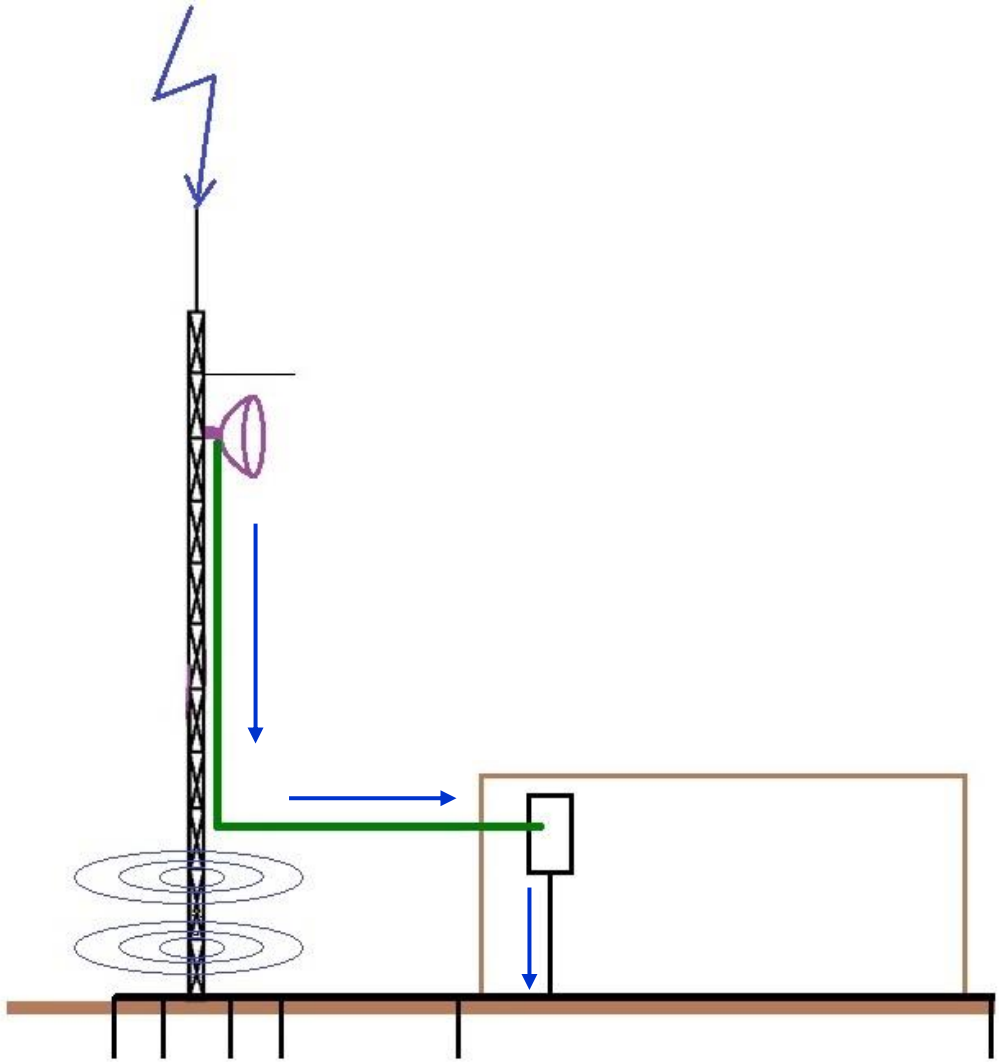
- ✓ *Blindagens magnéticas (Gaiola de Faraday e/ou via bandejamento dos cabos)*
- ✓ ***Roteamento adequado da fiação da estação → redução de loops;***
- ✓ *Equipotencialização;*
- ✓ *Perseguir uma baixa resistência de aterramento;*
- ✓ *Utilização de protetores e/ou isoladores nos circuitos;*

✓ **Roteamento adequado da fiação da estação → redução de loops;**
loops;

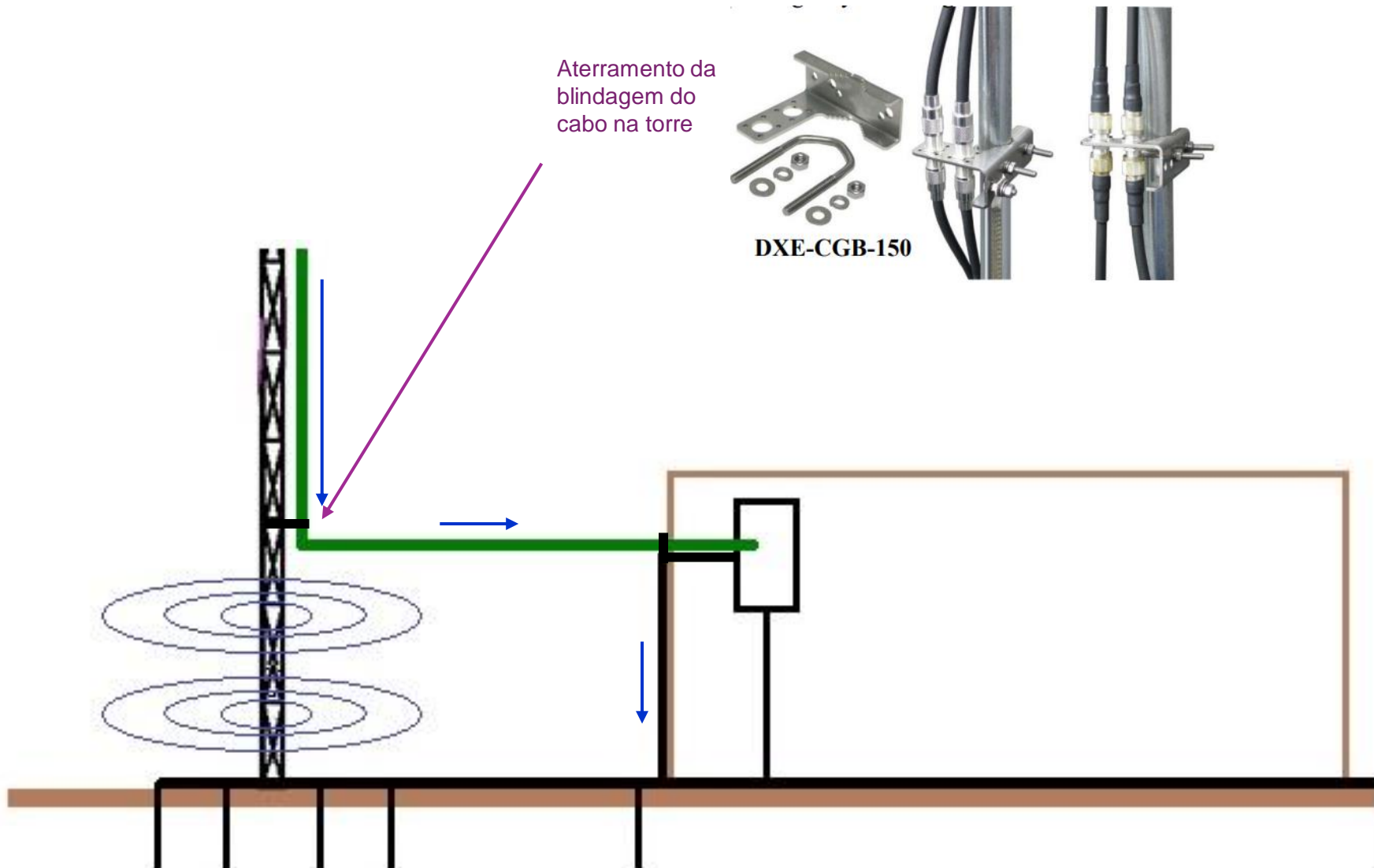
Exemplo de bandejamento para blindagem magnética, redução de loops e segregação de cabos por nível de sensibilidade



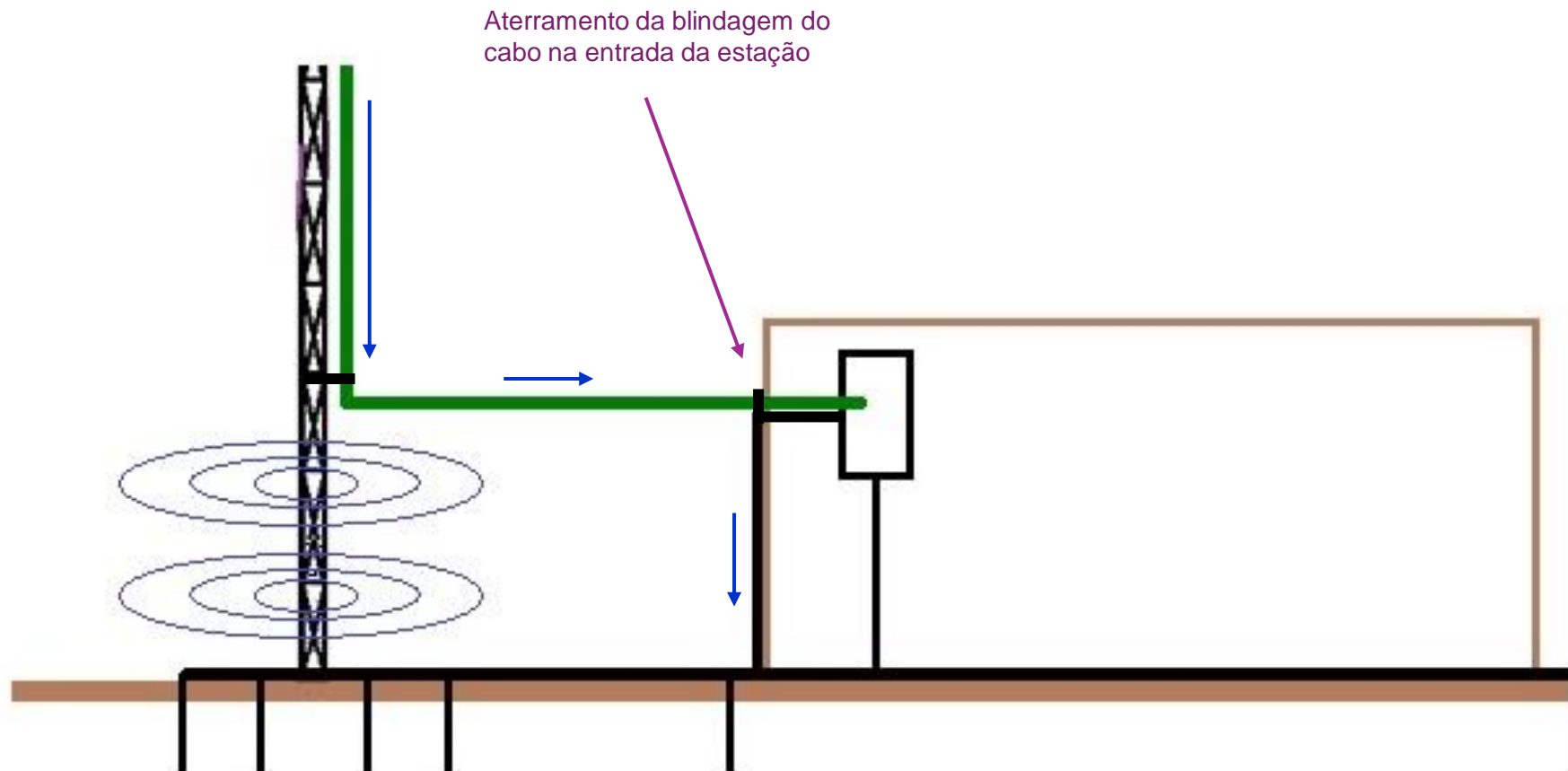
Outro caso de acoplamento direto de corrente incluindo indução em loop:



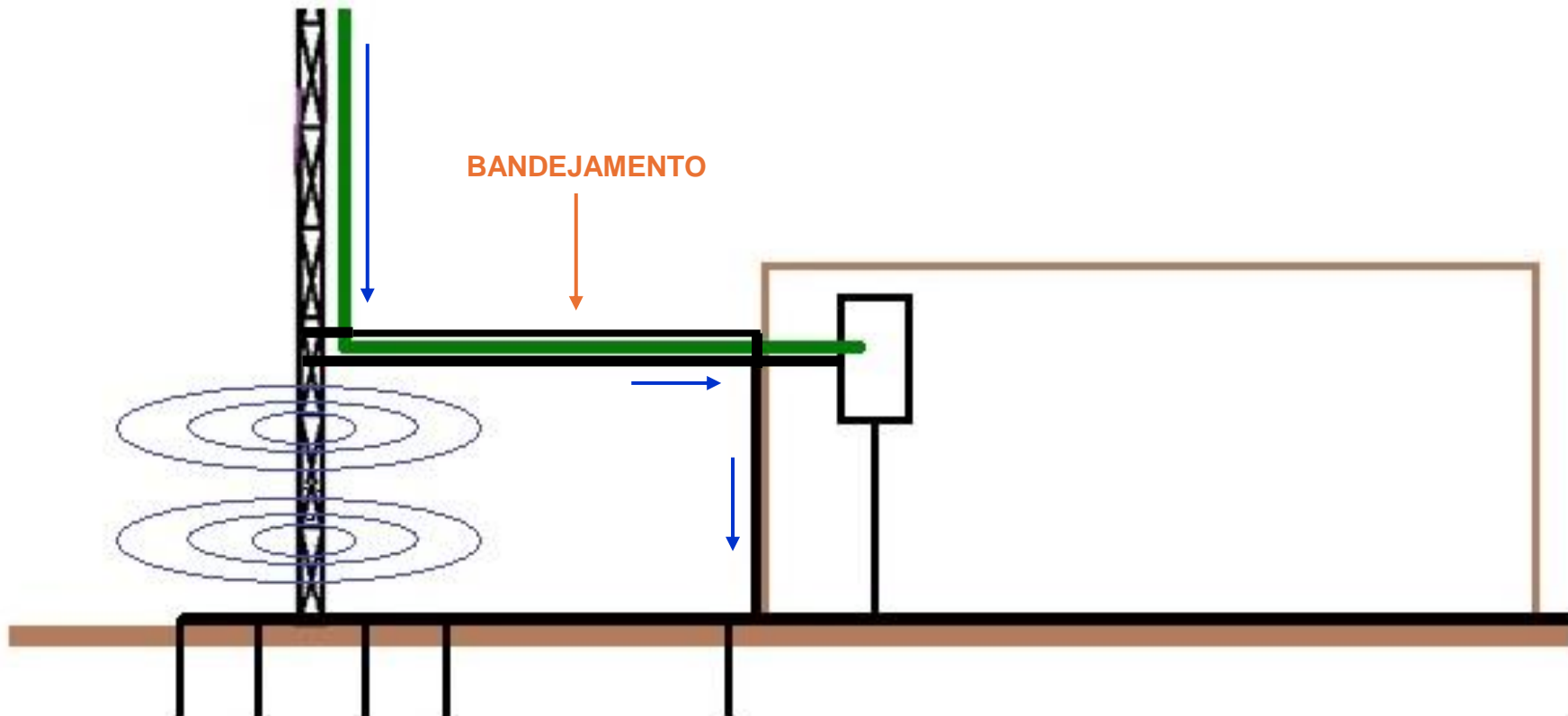
Mitigação: *aterramento do cabo e blindagem com bandejamento*



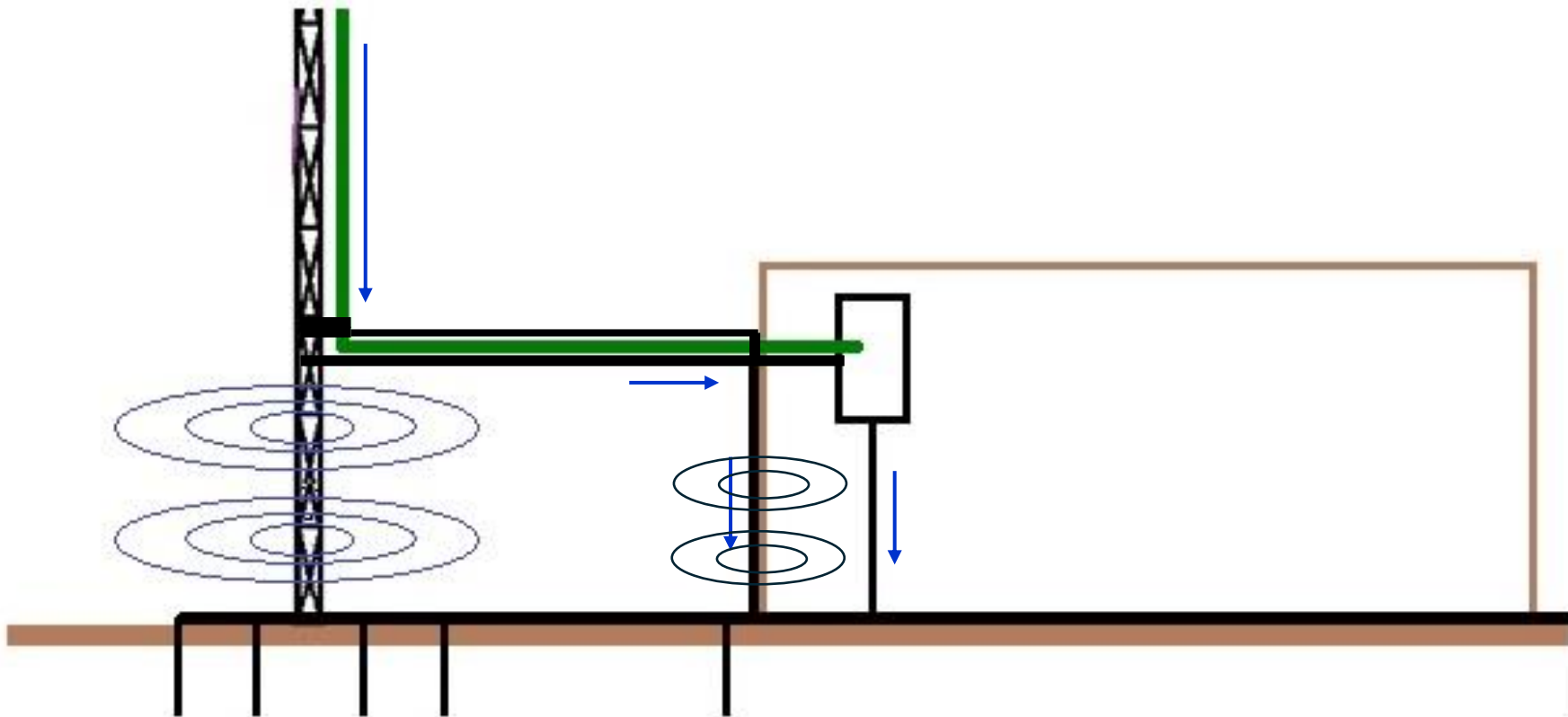
Mitigação: *aterramento do cabo e blindagem com bandejamento*



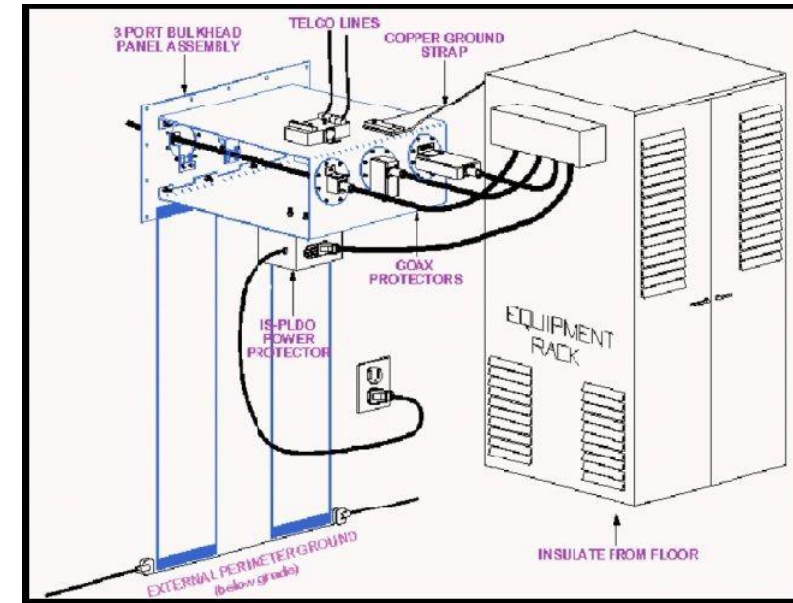
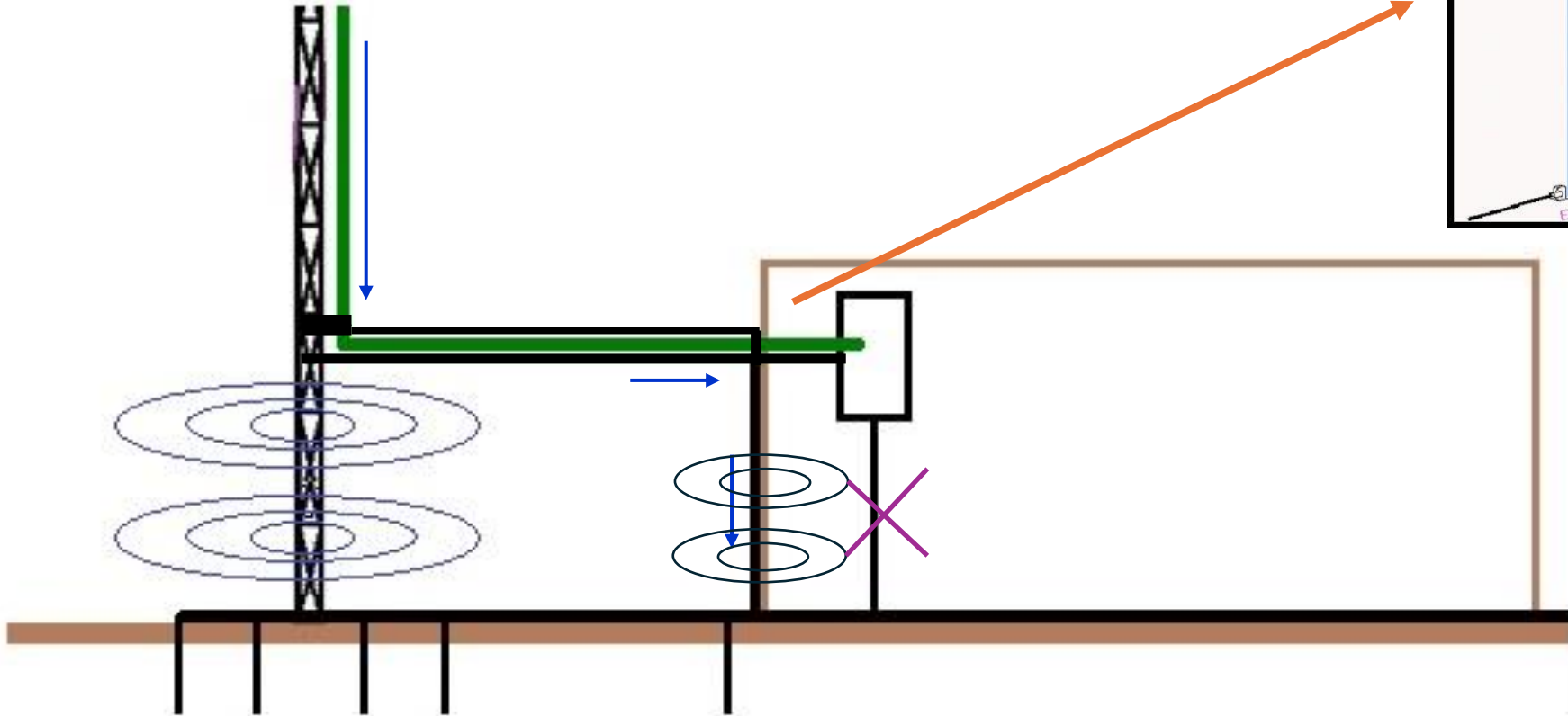
Mitigação: aterramento do cabo e blindagem com bandejamento



Mitigação: aterramento do cabo e blindagem com bandejamento



Mitigação: aterramento do cabo e blindagem com bandejamento

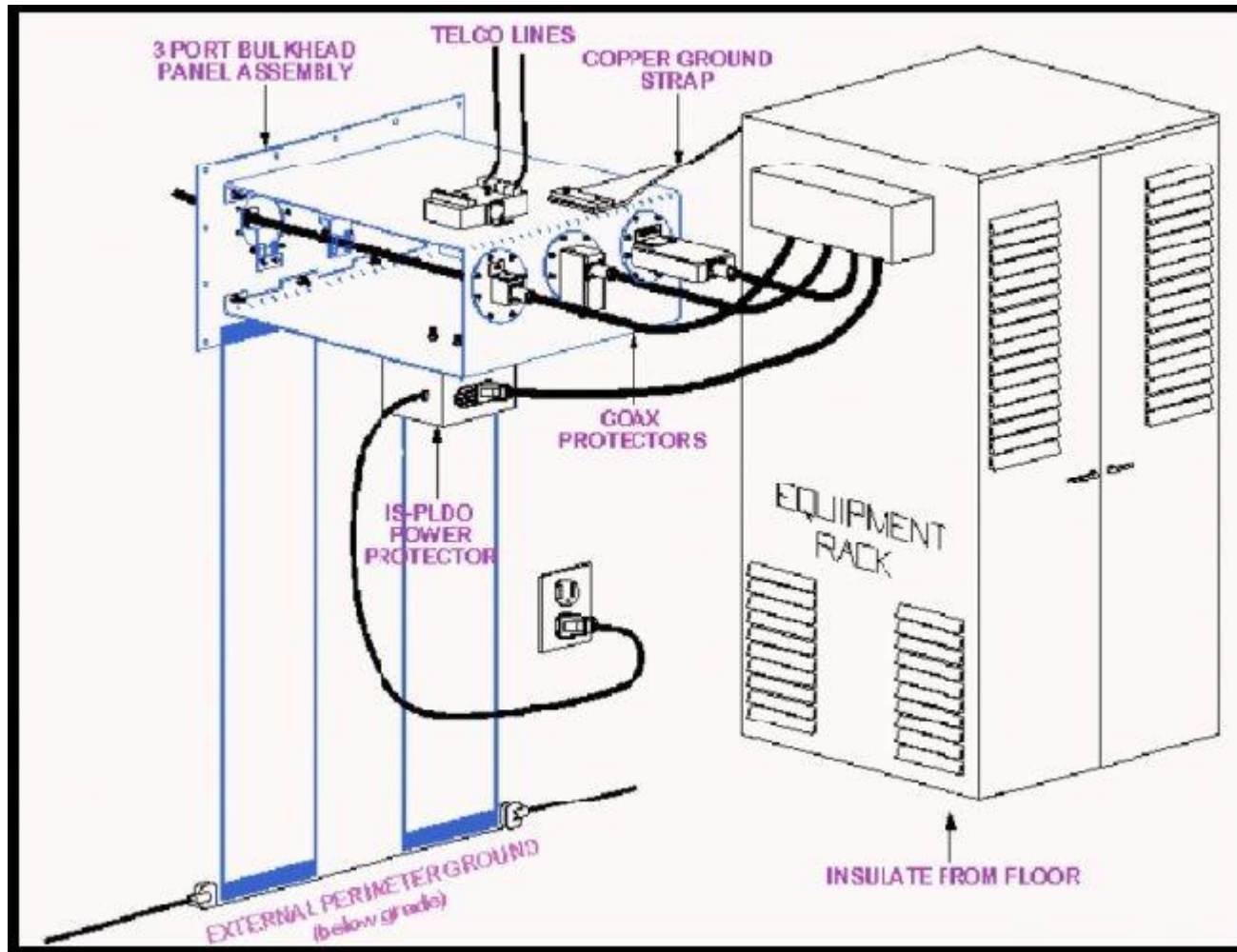


Exemplo de solução com vários recursos:

SE A BLINDAGEM ESTRUTURAL NÃO FOR BOA (via CONTEINER)

retirado do *Technical Note "Lightning Protection Location"*,
Smiths Power/Polyphaser

<http://www.smithspower.com/SiteMedia/SiteResources/WhitePapersandTechnicalNotes/1485-019.pdf?ext=.pdf>

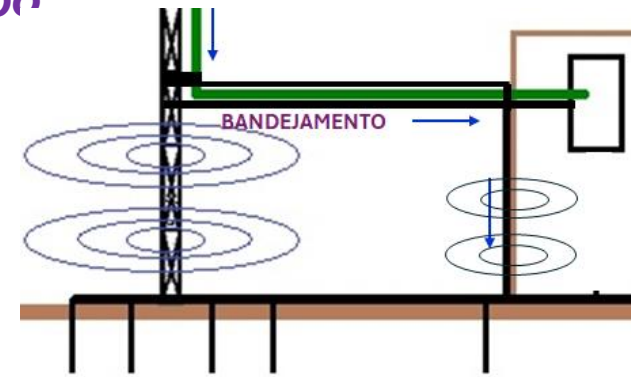
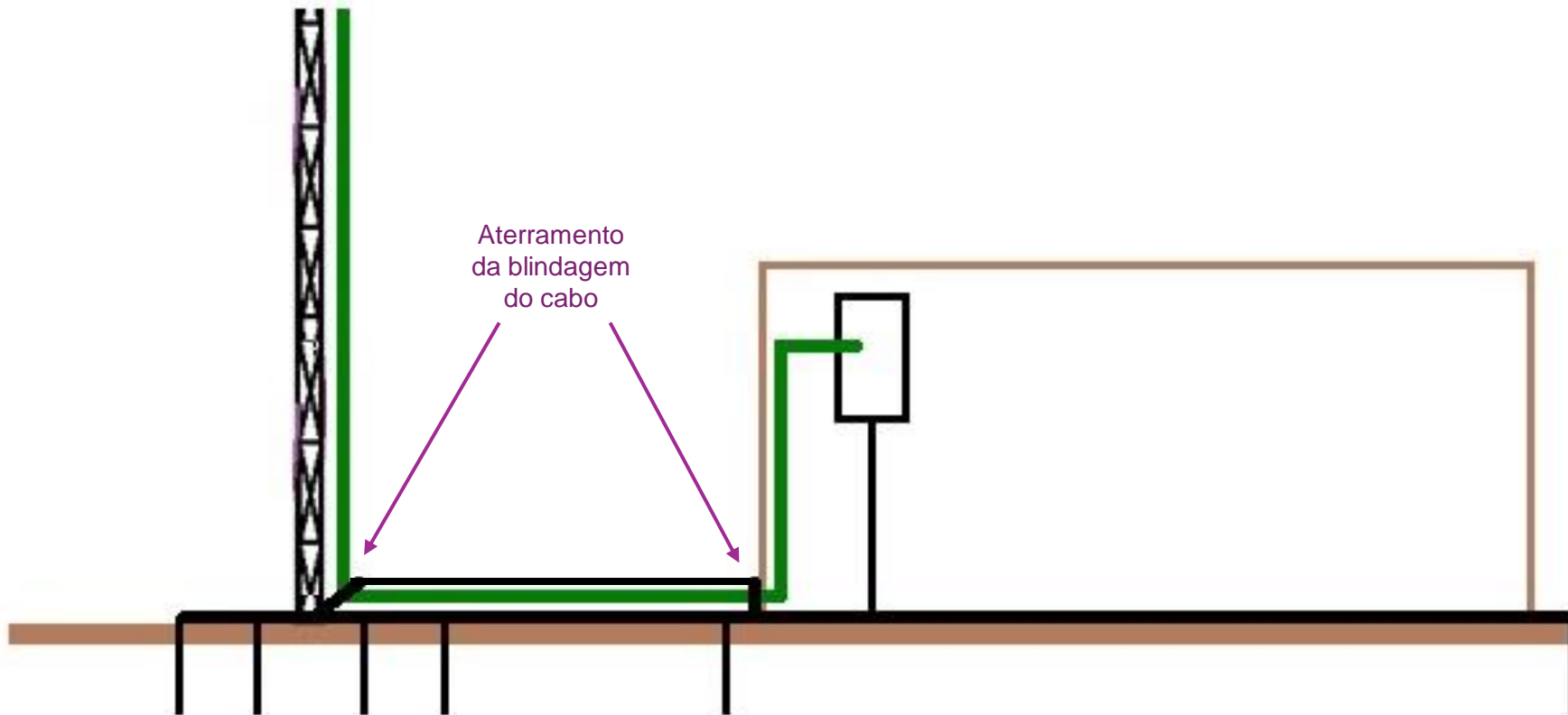


Recursos empregados nesta solução:

- Aterramento centralizado de todos os circuitos (sinais e alimentação);**
- Emprego de DPSs para os sinais e alimentação;**
- Quebra de loop por isolamento do gabinete ao chão (aterramento centralizado);**
- Aterramento via lâminas de baixa impedância**
- Baixo acoplamento da corrente de aterramento aos circuitos que chegam e os circuitos internos;**

Opção recomendada:

- ✓ **Correr o cabo até a base da torre, aterrando neste ponto e na entrada do shack (elimina-se dois loops!).**
- ✓ **Preferencialmente use *bandeja (ou duto metálico)* na parte horizontal do cabo (e aterrada nas extremidades!);**



QUAL A ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA)?

❖ *Proteger a sua antena (quando possível!)*

❖ **Reduzir as induções através de:**

- ✓ *Emprego de blindagem estrutural (Gaiola de Faraday);*
- ✓ *Redução de loops nos cabos da estação e bandejamento dos cabos;*
- ✓ **Perseguir uma baixa resistência de aterramento;**
- ✓ *Equipotencialização;*
- ✓ *Utilização de protetores nos circuitos contra os surtos induzidos;*

Quanto melhor for o aterramento, melhor será a absorção das correntes do raio

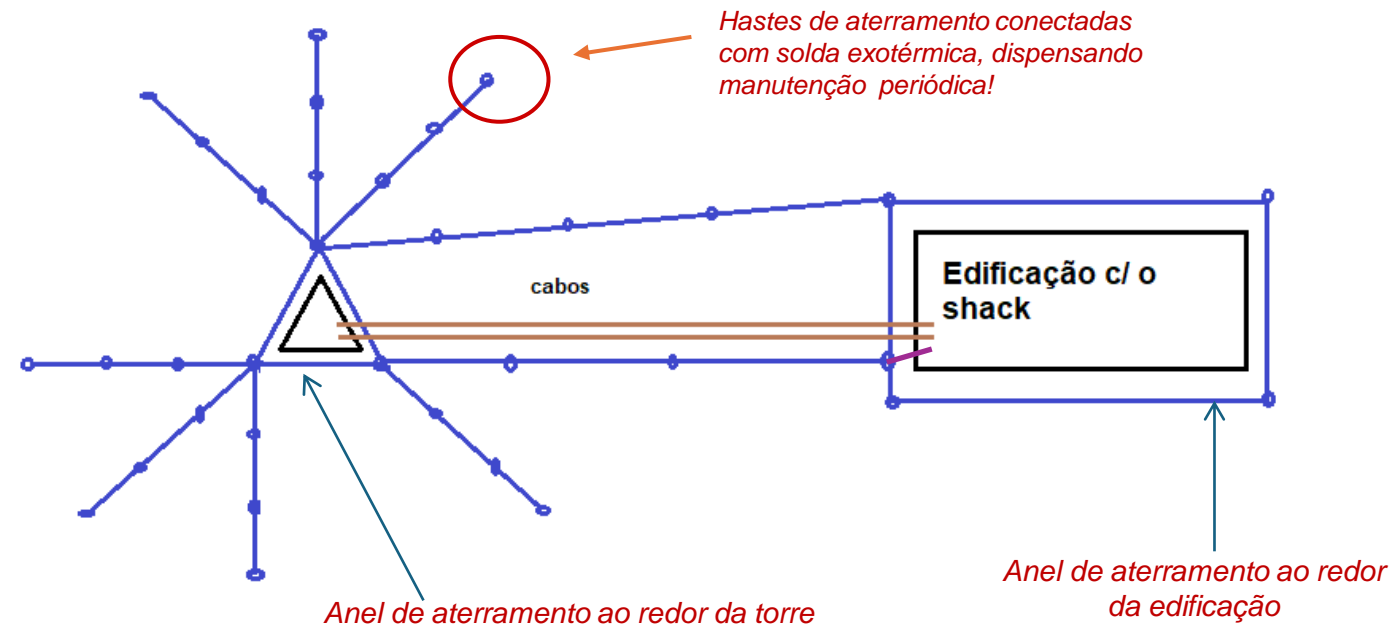
-> **segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs;**

Referências para valor de resistência de aterramento:

- A NBR 5419 não define valor, mas dimensões de eletrodos conforme a categoria do SPDA e resistividade do solo ;
- Manual R-56 da Motorola cita valores que variam com a categoria da estação;

A resistência de aterramento não é o único parâmetro de importância! A distribuição dos eletrodos de aterramentos é muito importante para a eficiência do sistema de aterramento e para a segurança das pessoas!!

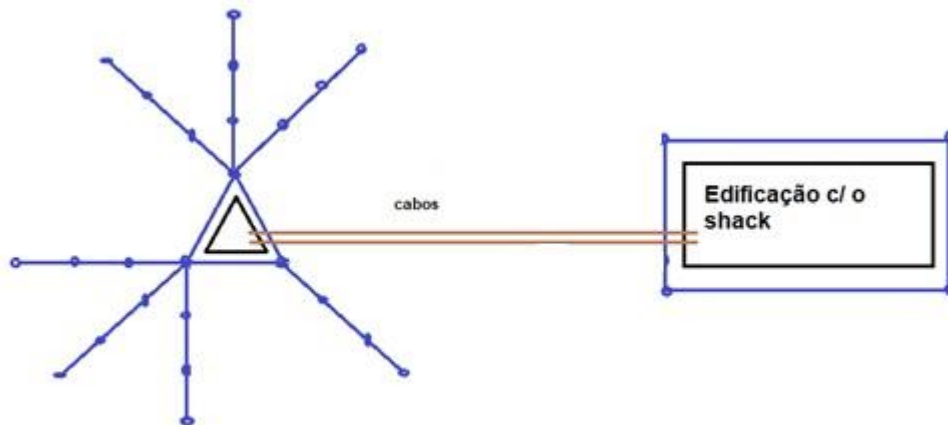
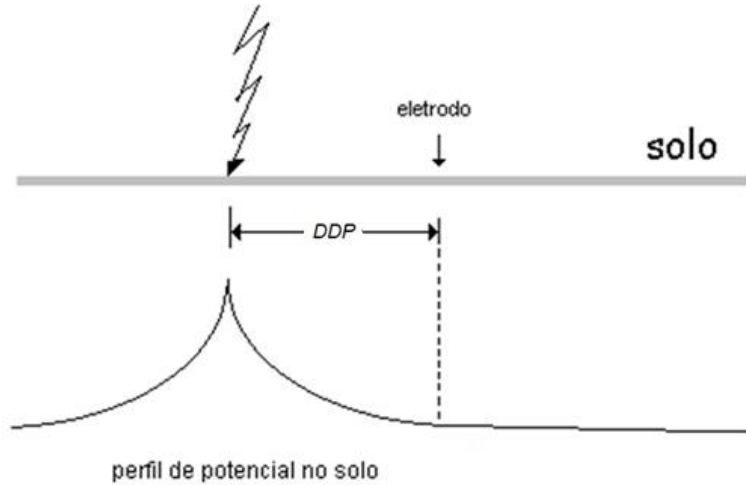
Exemplo (qualitativo) de um bom aterramento



QUAL A ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA)?

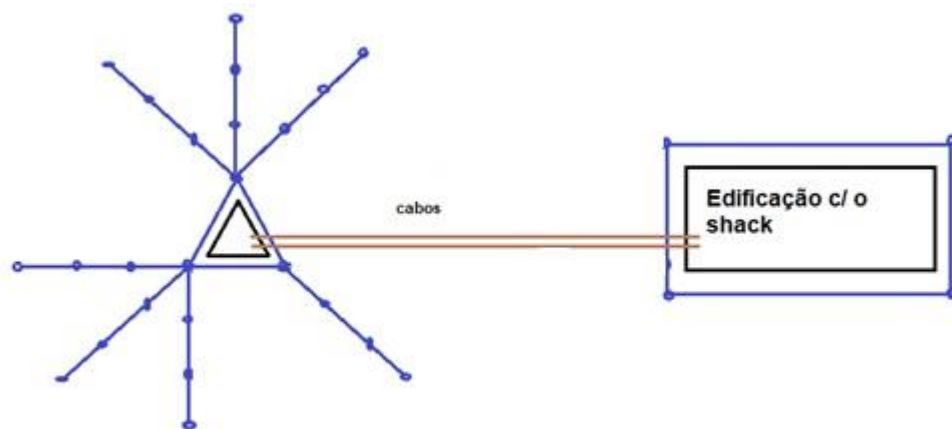
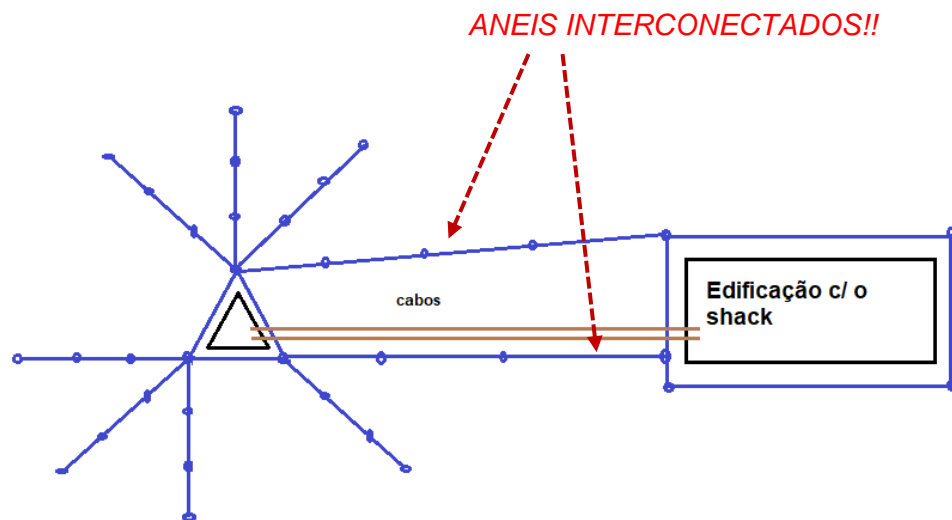
- ❖ *Proteger a sua antena (quando possível!)*
- ❖ **Reduzir as induções através de:**
 - ✓ *Emprego de blindagem estrutural (Gaiola de Faraday);*
 - ✓ *Redução de loops nos cabos da estação e bandejamento dos cabos;*
 - ✓ *Perseguir uma baixa resistência de aterramento;*
 - ✓ **Equipotencialização;**
 - ✓ *Utilização de protetores nos circuitos contra os surtos induzidos;*

A importância da equipotencialização

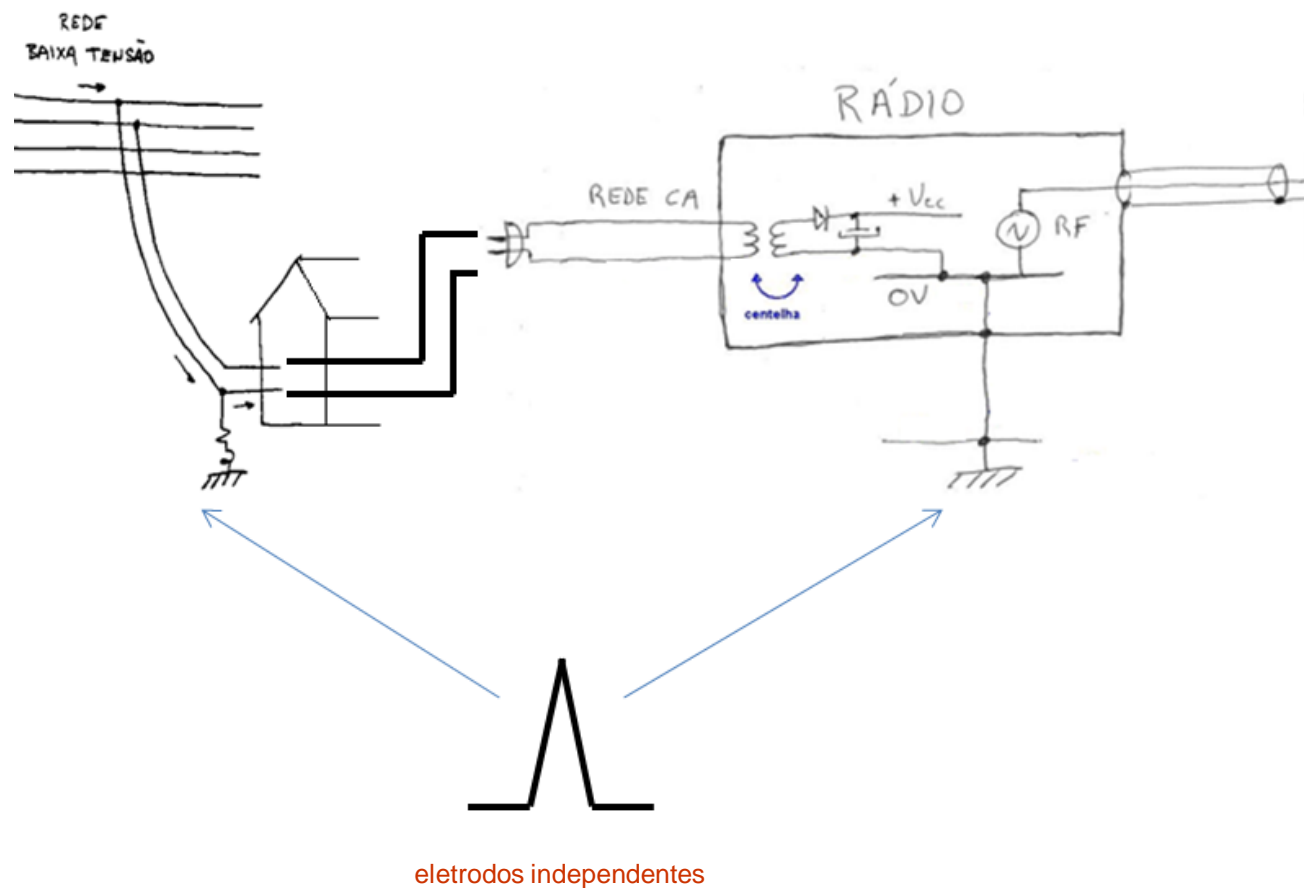


Exemplo de **brutal** diferença de potencial entre os aterramentos da torre e da estação, **provocando enorme corrente sobre as blindagens dos cabos;**

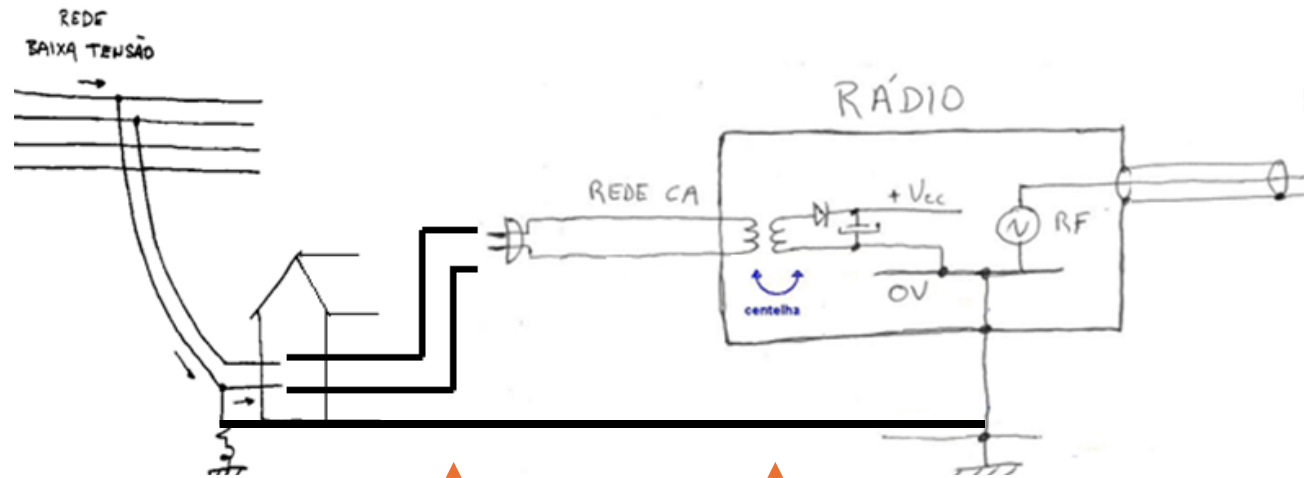
A importância da equipotencialização



A importância da equipotencialização



A importância da equipotencialização



Interligação via Terra de Proteção (PE) – no mínimo!

(Sistema TN-S -> NBR 5410)

QUAL A ESTRATÉGIA PARA SE PROTEGER A ESTAÇÃO (COM A SUA ANTENA)?

- ❖ *Proteger a sua antena (quando possível!)*
- ❖ **Reduzir as induções através de:**
 - ✓ *Emprego de blindagem estrutural (Gaiola de Faraday);*
 - ✓ *Redução de loops nos cabos da estação e bandejamento dos cabos;*
 - ✓ *Perseguir uma baixa resistência de aterramento;*
 - ✓ *Equipotencialização;*
 - ✓ **Utilização de protetores nos circuitos contra os surtos induzidos;**

Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

DEPENDEM DO TIPO DE SINAL/ALIMENTAÇÃO E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ENERGIA:

Na escolha do DPS, atente para:

- **Linhas de transmissão:**
 - tipo de linha (coaxial ou paralela),
 - potência envolvida (tensão máxima)
 - frequência máxima
 - se tem DC junto para controle (alguns protetores não passam DC).
 - Cuidado com a estacionária (pode até duplicar a tensão na linha).
- **Controles** (rotor ou chave externa de antena): verificar a tensão máxima de operação
- **Comunicação**
 - Rede de dados
 - Par telefônico

Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

DEPENDEM DO TIPO DE SINAL/ALIMENTAÇÃO E CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ENERGIA:

➤ DPS para circuitos de alimentação:

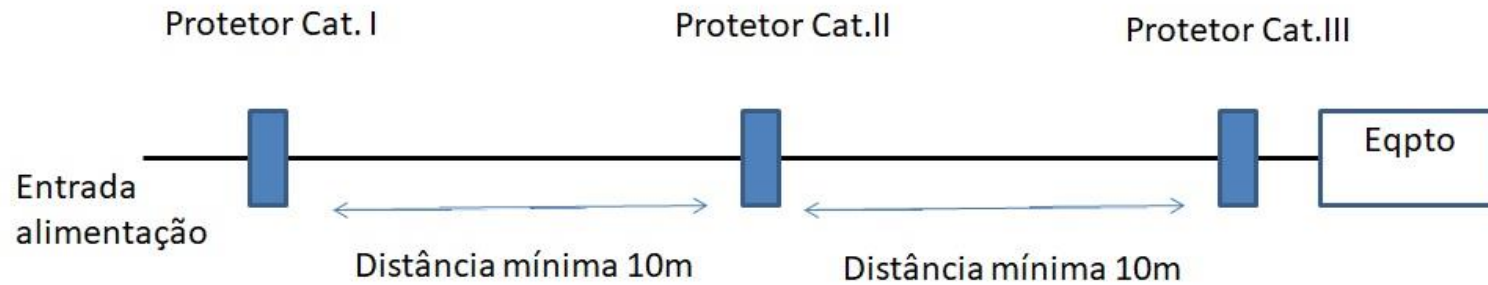
- Entrada de alimentação é sujeita a surtos frequentes (*muito maior do que a incidência direta na antena!*);
- Em bairros de casas os surtos têm mais energia do que nos apartamentos

Atente para:

- Tensão nominal, número de fases, potência envolvida;
- Posição relativa DPS/Filtro de linha (o DPS deve proteger o filtro!)
- Diferentes capacidades de absorção/níveis de proteção (tensão residual para a carga sensível).
 - Incidência direta: Protetores de Categoria I
 - Incidência indireta: Protetores de Categorias II e III
- Devem ser utilizados em cascata com níveis de proteção complementares.

PROTETORES DE ALIMENTAÇÃO

Os protetores de categorias distintas devem ser posicionados em cascata com níveis de proteção complementares.

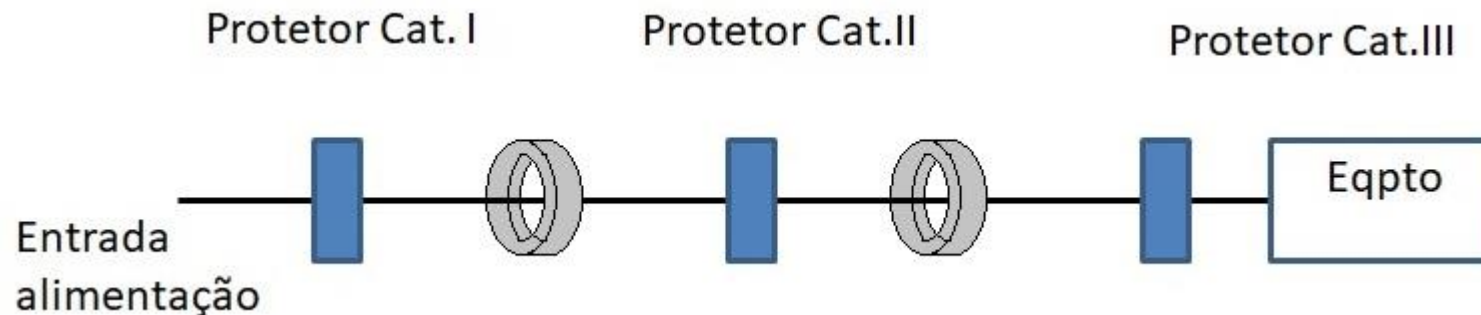


As impedâncias dos cabos com as distâncias mínimas protegem os protetores mais rápidos mas de menor capacidade (categorias mais altas)

PROTETORES DE ALIMENTAÇÃO

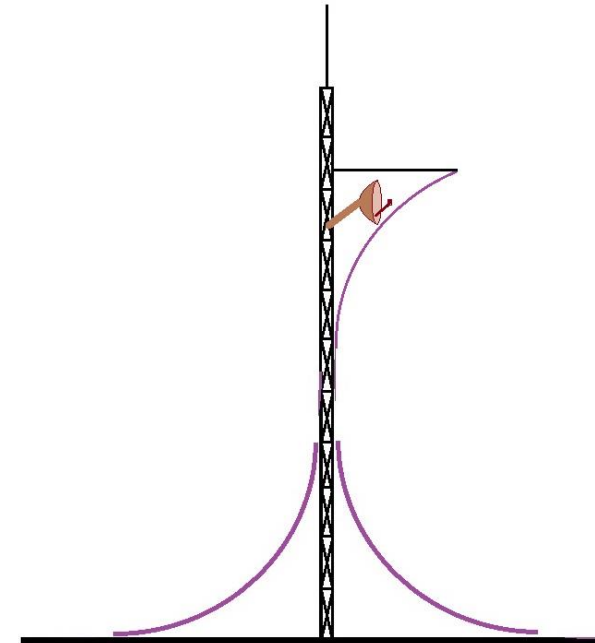
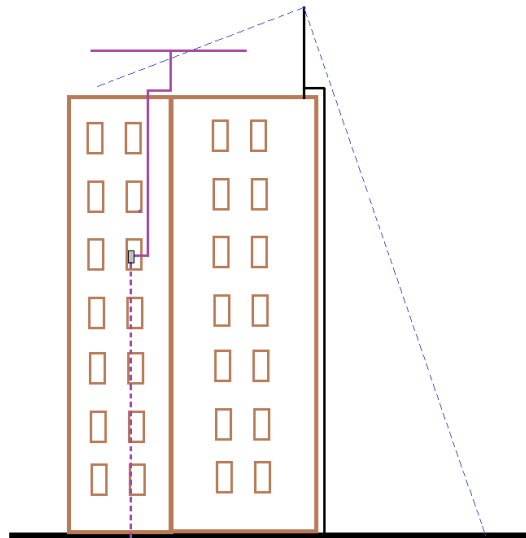
Os protetores de categorias distintas devem ser posicionados em cascata com níveis de proteção complementares.

As distâncias mínimas podem ser substituídas por indutâncias (“chokes” para os surtos)



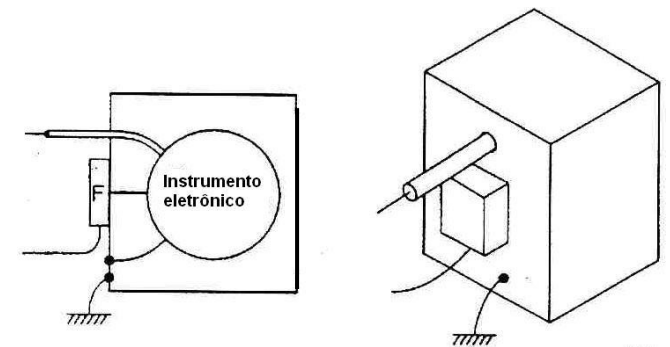
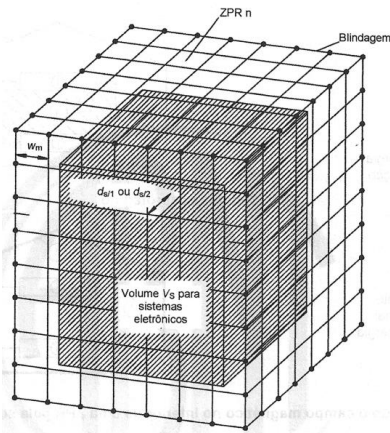
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. **O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , **imagine a corrente de um raio próximo!**
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captores contra incidências diretas dos raios** → *nem sempre possível para as antenas de HF !!*



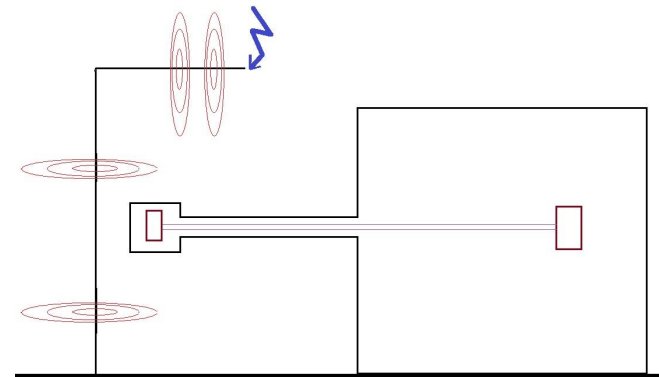
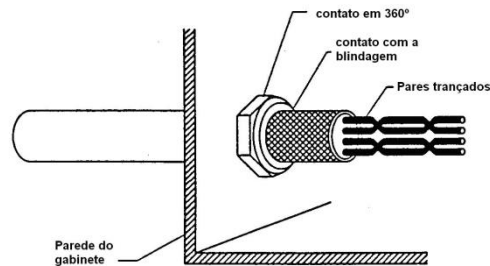
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. **O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , **imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!!**
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captores contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente (medida praticamente obrigatória!);**



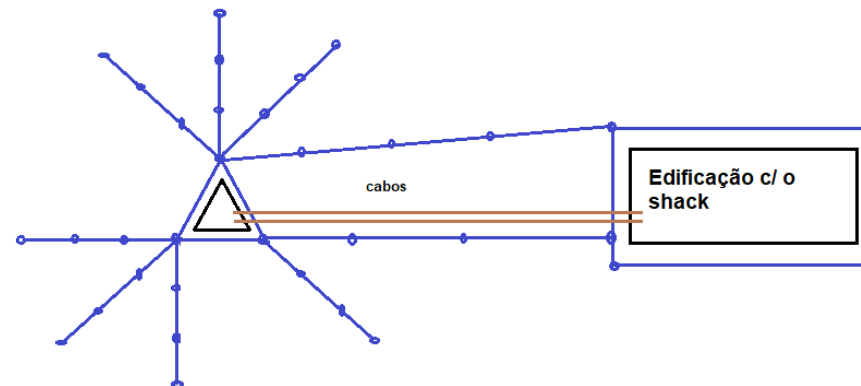
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. **O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , **imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!**
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captadores contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!! Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:**



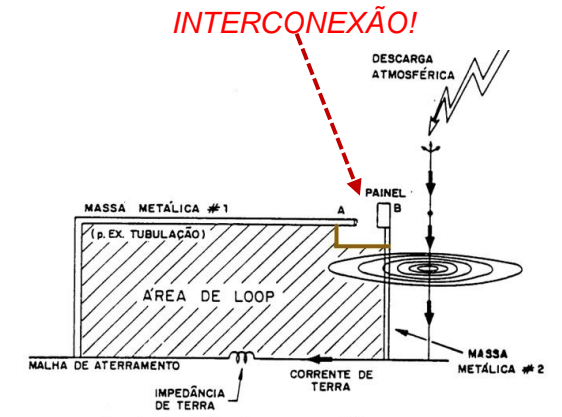
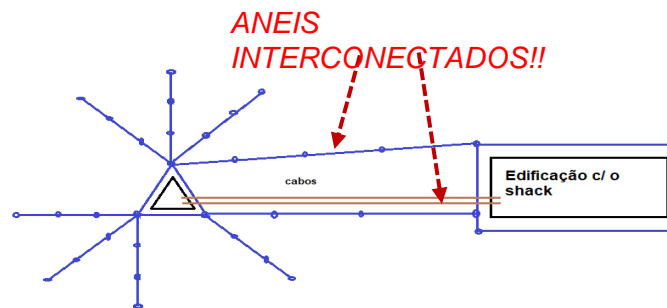
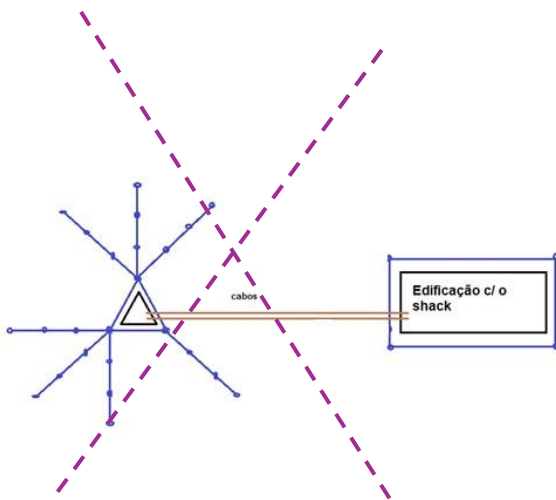
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. O raio **impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** *Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!*
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captores contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente** (*medida praticamente obrigatória!*);
6. **Mas, ATENÇÃO!!! Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:**
7. **O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);**



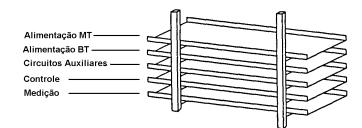
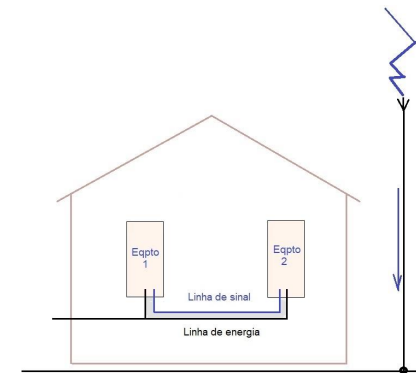
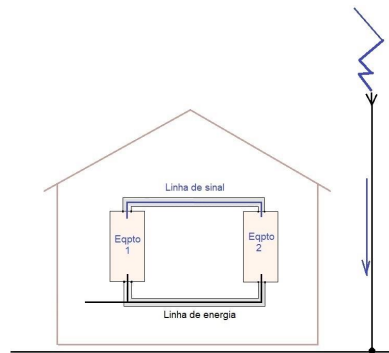
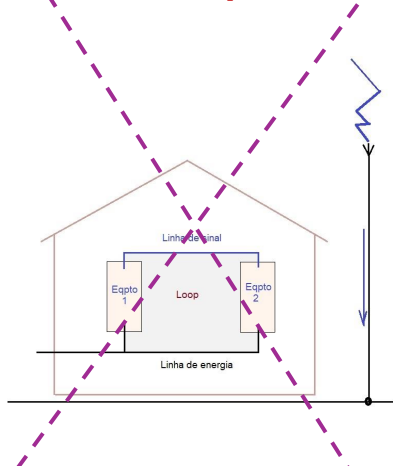
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. O raio *impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!* Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , *imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!*
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. *Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captosres contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!*
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!!** Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:
7. O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);
8. Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: **busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL** (segurança pessoal)



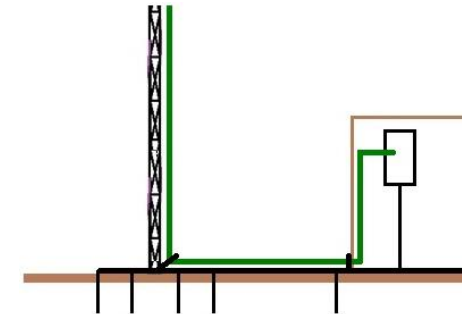
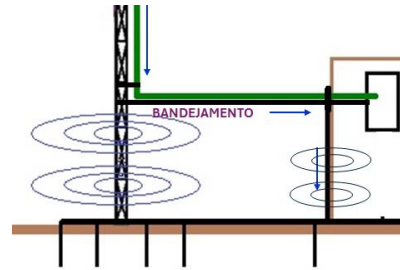
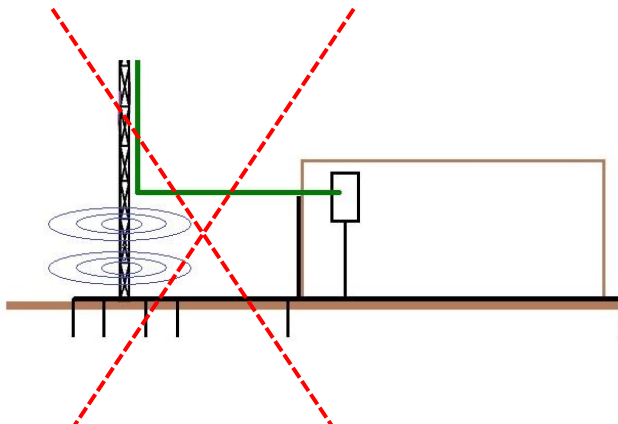
RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. O raio **impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** *Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!*
3. **Existe tecnologia** para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. Defina um **volume de proteção das antenas e edificação** através de captosres contra incidências diretas dos raios → *nem sempre possível para as antenas de HF !!*
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!!** Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:
7. O **bom aterramento** é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);
8. Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: **busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL**
9. **Reduza loops** em circuitos e **use cabos blindados ou bandejamento** com continuidade elétrica entre partes metálicas para blindá-los;



RESUMO:

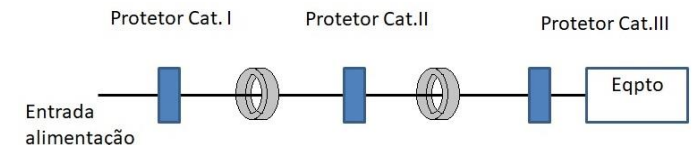
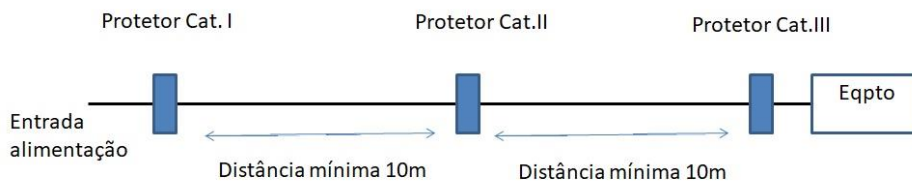
1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. O raio **impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** *Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!*
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer **CONHECIMENTO** profissional e **ALTO INVESTIMENTO**;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captosres contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente** (*medida praticamente obrigatória!*);
6. **Mas, ATENÇÃO!!! Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:**
7. **O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);**
8. **Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL**
9. **Reduza loops em circuitos e use cabos blindados ou bandejamento com continuidade elétrica entre partes metálicas para blindá-los;**



RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!! Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , *imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!*
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, *MAS* requer CONHECIMENTO profissional e ALTO INVESTIMENTO;
4. Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captosres contra incidências diretas dos raios → *nem sempre possível para as antenas de HF !!*
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!!** Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:
7. O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);
8. Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: **busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL**
9. Reduza loops em circuitos e use cabos blindados ou bandejamento com continuidade elétrica entre partes metálicas para blindá-los;
10. Use **dispositivos de proteção contra surtos (DPS)** em todos os circuitos que entram e saem da Zona Protegida; DPSs em cascata devem ser

corretamente sequenciados e posicionados (coordenação com impedâncias);



RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. **O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , **imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!**
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer CONHECIMENTO profissional e ALTO INVESTIMENTO;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captosres contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!! Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:**
7. **O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);**
8. **Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL**
9. **Reduza loops em circuitos e use cabos blindados ou bandejamento com continuidade elétrica entre partes metálicas para blindá-los;**
10. **Use dispositivos de proteção contra surtos (DPS) em todos os circuitos que entram e saem da Zona Protegida; DPSs em cascata devem ser corretamente sequenciados e posicionados (coordenação com impedâncias);**
11. **Use sempre que possível dispositivos sem fio ou comunicação ótica;**

RESUMO:

1. Em estações desatendidas não é possível a desconexão: → *requer medidas bem mais exigentes para a redução do risco e contenção de danos;*
2. **O raio impõe campos elétricos e magnéticos altíssimos!!!** Se o retorno de RF ou os campos próximos da antena com poucas centenas de watts podem interferir em equipamentos digitalizados na estação (PCs etc) , **imagine a corrente de um raio próximo!!!!!!**
3. Existe tecnologia para proteção contra incidência direta, **MAS** requer CONHECIMENTO profissional e ALTO INVESTIMENTO;
4. **Defina um volume de proteção das antenas e edificação através de captos contra incidências diretas dos raios → nem sempre possível para as antenas de HF !!**
5. Use **blindagens no ambiente** (medida praticamente obrigatória!);
6. **Mas, ATENÇÃO!!! Cuidado com a continuidade das superfícies de blindagens para não haver vazamentos de correntes para dentro da Zona Protegida:**
7. **O bom aterramento é importante para a máxima absorção das correntes do raio (segurança pessoal e redução do estresse dos DPSs etc);**
8. **Cuidado com as diferenças de potencial no aterramento e no solo: busque a EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL**
9. **Reduza loops em circuitos e use cabos blindados ou bandejamento com continuidade elétrica entre partes metálicas para blindá-los;**
10. **Use dispositivos de proteção contra surtos (DPS) em todos os circuitos que entram e saem da Zona Protegida; DPSs em cascata devem ser corretamente sequenciados e posicionados (coordenação com impedâncias);**
11. **Use sempre que possível dispositivos sem fio ou comunicação ótica;**
12. **Empregue recursos de monitoramento para atividade atmosférica, software/hardware auto-inicializável ou auto-recuperável, e/ou acesso remoto para monitoramento, reinicialização e desconexão/curto-circuito de entradas sensíveis etc;**

Siga as normas NBR 5410 e NBR 5419! Se não estiver seguro, procure orientação de pessoa habilitada.

Referência

S:

1. **NBR5410 : "Instalações Elétricas de Baixa Tensão",**
2. **NBR5419: "Proteção contra descarga atmosférica"**
3. **Livro da CLAMPER: Proteção de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos contra Surtos Elétricos em Instalações**
(Excelente: Completo e amigável!) (<https://www.clamper.com.br/multimedia/impressos/>)
4. **Lightning Protection for the Amateur Station (Parts 1, 2 & 3), Ron Block, KB2UYT, QST June 2002, pp56-59.**
(<http://www.arrl.org/files/file/Technology/tis/info/pdf/0206056.pdf>)
5. **Selecting and Installing Lightning Protection Devices, DX Engeneering** (<https://static.dxengineering.com/global/images/instructions/DXE-Lightning-Protect-Rev4.pdf>)
6. **Polyphaser, "Lightning Protection Location", Smiths Power/ Polyphaser;**
<http://www.smithspower.com/SiteMedia/SiteResources/WhitePapersandTechnicalNotes/1485-019.pdf?ext=.pdf>
7. **Vide também Artigos da ARRL:** (<http://www.arrl.org/lightning-protection>);
8. **Motorola Standards and Guidelines for Communications Site R-56**
9. **<http://www.w8ji.com/>**
10. <https://py1dpu.blogspot.com/> portal com palestras e artigos sobre Proteção e Aterramento de Estações de Radioamador, Ruídos etc

1º Encontro Técnico dos 6 metros

*Botucatu – SP , 9 e 10 de março de
2024*

Obrigado!!

Tempo para perguntas!

*João Saad Júnior -
PY1DPU
py1dpu.blogspot.com*