

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
5410

Segunda edição
30/09/2004

Válida a partir de

AULA GRATUITA:

ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO FUNCIONAIS



Palavra-chave: Instalação elétrica em edificação
Descriptor: Electrical installation of building

ICS 91.140.90

ISBN 978-95-07-99562-9



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TECNICAS

Número de referência
ABNT NBR 5410:2004
209 páginas

© ABNT 2004

A NBR 5410 traz inúmeros requisitos sobre aterramento e equipotencialização de proteção das instalações elétricas de baixa tensão, que têm por objetivo, de modo geral, garantir a segurança das pessoas contra choques elétricos, dos equipamentos contra queimas e do patrimônio contra incêndios. Além dessa questão, a NBR 5410 trata do chamado **aterramento e equipotencialização funcionais, que são destinados a garantir o funcionamento adequado dos circuitos de sinal e a compatibilidade eletromagnética.**

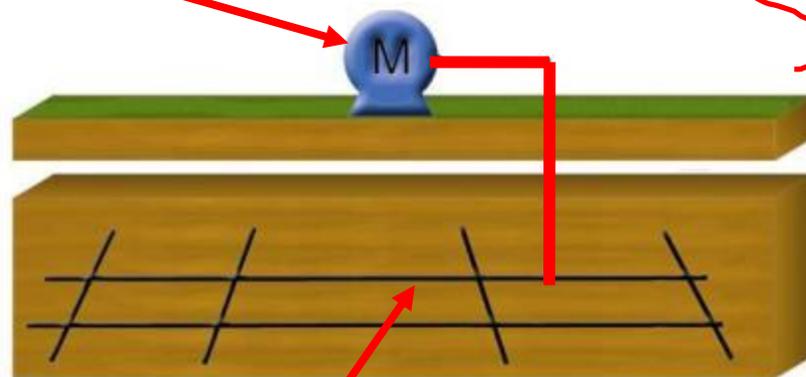
Nessa Live serão apresentadas as prescrições da Norma sobre este tema, que incluem: Características construtivas do BEP para utilização com finalidade de aterramento funcional; Elementos da edificação a serem ligados ao BEP funcional; Condutores de equipotencialização funcional; Aterramento funcional e os circuitos PELV; Condutores para aterramento combinado (funcional e de proteção); e Aterramento funcional de equipamentos de tecnologia da informação

Introdução ao aterramento e à equipotencialização

6.4.1 Aterramento

Aterramento

A massa M é colocada intencionalmente no “**mesmo potencial**” do eletrodo de aterramento



$\Delta U \sim 0 \text{ V}$
em baixas frequências
(NBR 5410 até 400 Hz)

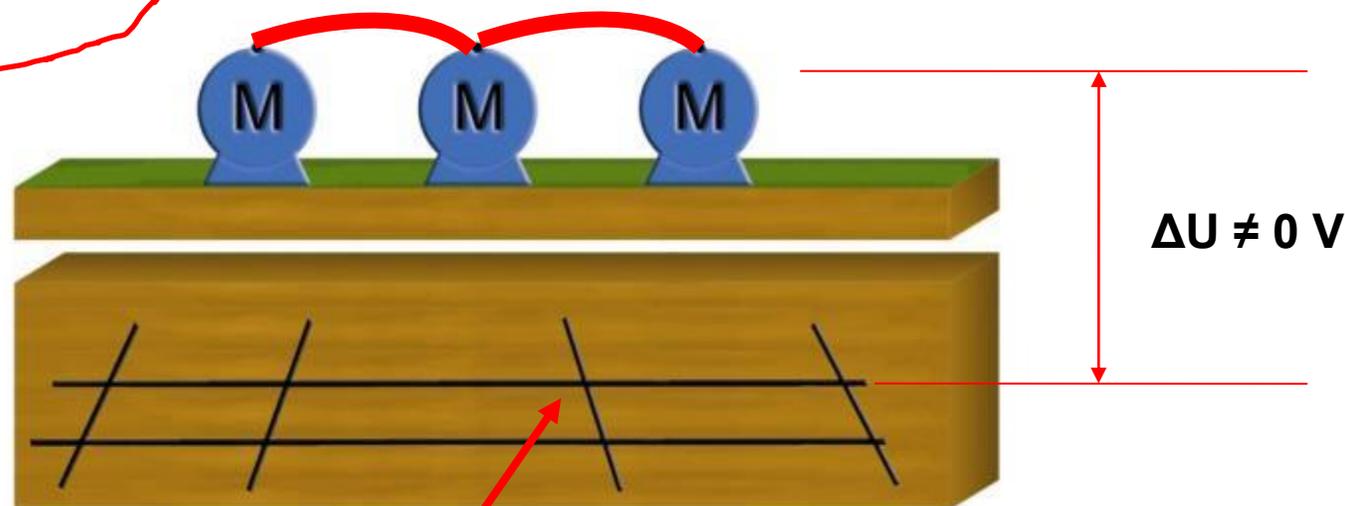
eletrodo de aterramento

6.4.2 Equipotencialização

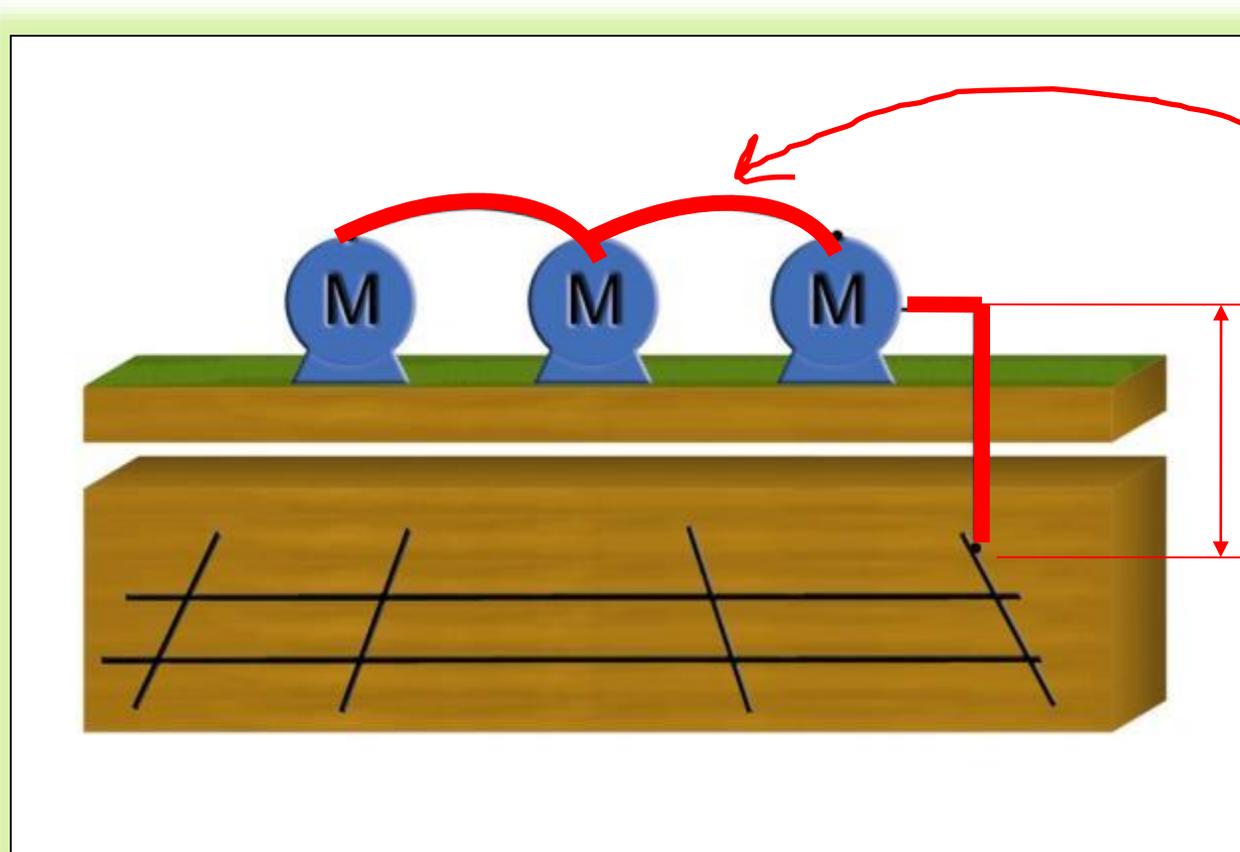
Equipotencialização

As massas M são colocadas no **mesmo potencial entre si**, mas podem estar em um potencial diferente em relação ao eletrodo de aterramento

$\Delta U \sim 0 \text{ V}$
em baixas frequências
(NBR 5410 até 400 Hz)



eletrodo de aterramento



$\Delta U \sim 0 \text{ V}$
em baixas frequências
(NBR 5410 até 400 Hz)

6.4.1 Aterramento

6.4.1.1 Eletrodos de aterramento

6.4.1.1.2 A infraestrutura de aterramento prevista em 6.4.1.1.1 deve ser concebida de modo que:

- a) seja confiável e satisfaça os requisitos de segurança das pessoas;
- b) possa conduzir correntes de falta à terra sem risco de danos térmicos, termomecânicos e eletromecânicos, ou de choques elétricos causados por essas correntes;

c) quando aplicável, atenda também aos requisitos funcionais da instalação.

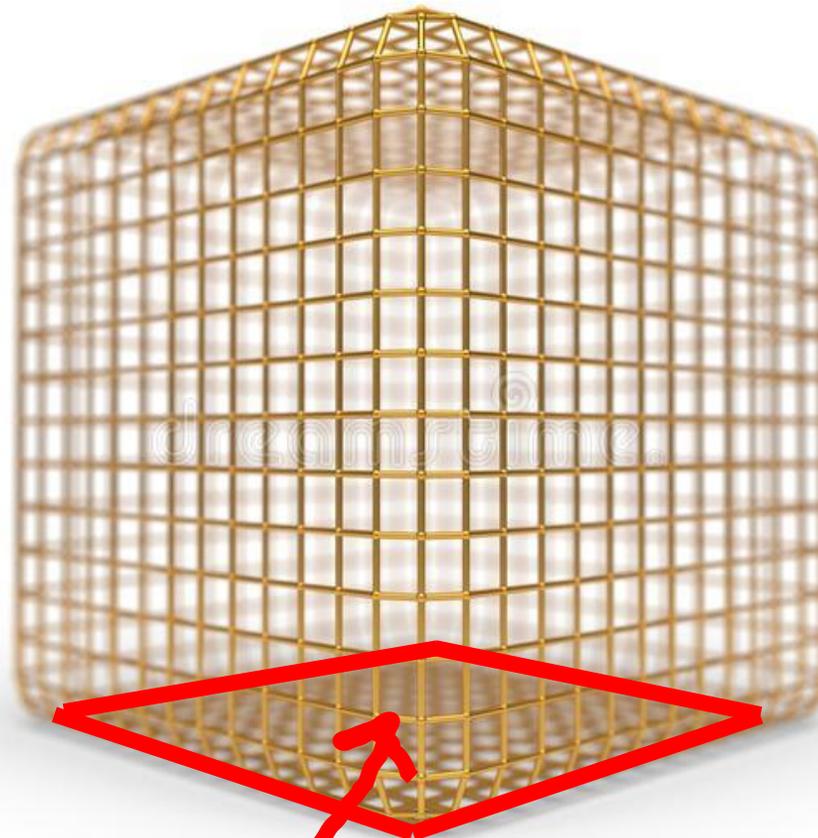
6.4.1.1 Eletrodos de aterramento

6.4.1.1.1 Toda edificação deve dispor de uma infraestrutura de aterramento, denominada eletrodo de aterramento, sendo admitidas as seguintes opções:

- a) **armaduras** do concreto das fundações; ou
- b) **uso de fitas, barras ou cabos** metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto das fundações; ou
- c) **uso de malhas metálicas** enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação; ou
- d) no mínimo, uso de **anel** metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação.

NOTA **Outras soluções** de aterramento são admitidas em

- Independentemente do esquema de aterramento, **complementar** o sistema de equipotencialização da instalação, provendo a **base da gaiola de Faraday da edificação**
- Contribuir para a **redução de interferências eletromagnéticas** irradiadas no interior da edificação, provocadas por fontes externas



3.3.1 equipotencialização: Procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, visando obter a equipotencialidade necessária para os fins desejados.

NOTA A equipotencialização é um recurso usado na proteção contra choques elétricos e na proteção contra sobretensões e **perturbações eletromagnéticas**. Uma determinada equipotencialização pode ser satisfatória para a proteção contra choques elétricos, mas insuficiente sob o ponto de vista da proteção contra perturbações eletromagnéticas.

Compatibilidade Eletromagnética é a capacidade de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema para **funcionar** no seu ambiente eletromagnético de modo satisfatório e sem ele próprio gerar **interferências eletromagnéticas** intoleráveis para tudo o que se encontre nesse ambiente
<Roberto Menna Barreto>

A perturbação entre dispositivos ocorre de duas formas:
1. propagação de perturbação pelo ar denominada emissão radiada;
2. propagação de perturbação via conexões elétricas, denominada emissão conduzida.

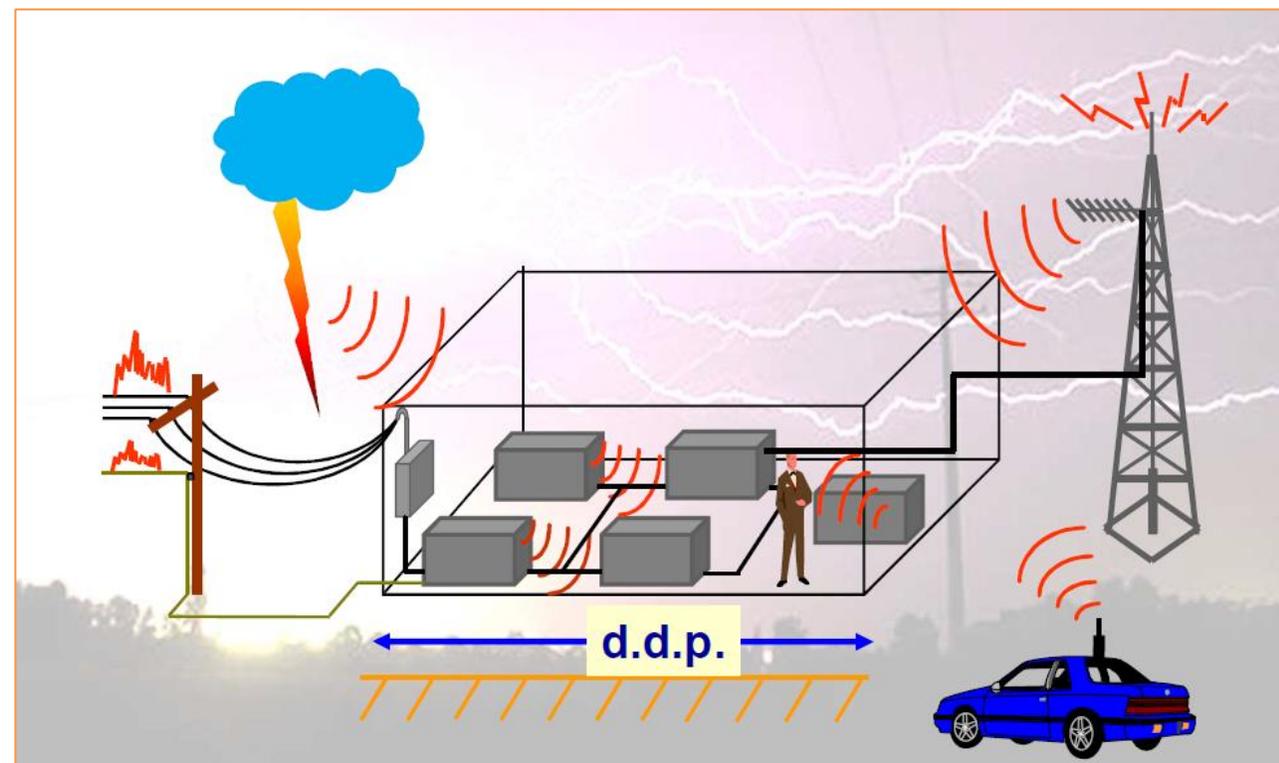


Imagem de Roberto Menna Barreto – www.tkps.eu

6.4.5

Equipotencialização funcional

6.4.5 Equipotencialização funcional

NOTA O termo “**funcional**” é aqui utilizado com o sentido de caracterizar o aterramento e a equipotencialização destinados a garantir o bom funcionamento dos **circuitos de sinal e a compatibilidade eletromagnética**.

Aplicações: data centers; hospitais; indústrias e outros locais com automação (comunicação entre dispositivos)

6.4.5.1 O **barramento de equipotencialização principal (BEP)** da edificação pode ser utilizado para fins de aterramento funcional e, para tanto, ele pode ser prolongado, por meio de um condutor de baixa impedância.

A

No caso de edificações com uso extensivo de equipamentos de tecnologia da informação (ETI), esse barramento de equipotencialização funcional deve constituir preferencialmente um anel fechado, internamente ao perímetro da edificação.

B

NOTA A prescrição refere-se, mais exatamente, à possibilidade de utilização direta do BEP para fins de aterramento funcional. Portanto, ela não significa, em absoluto, que se admite aterramento funcional separado, independente.

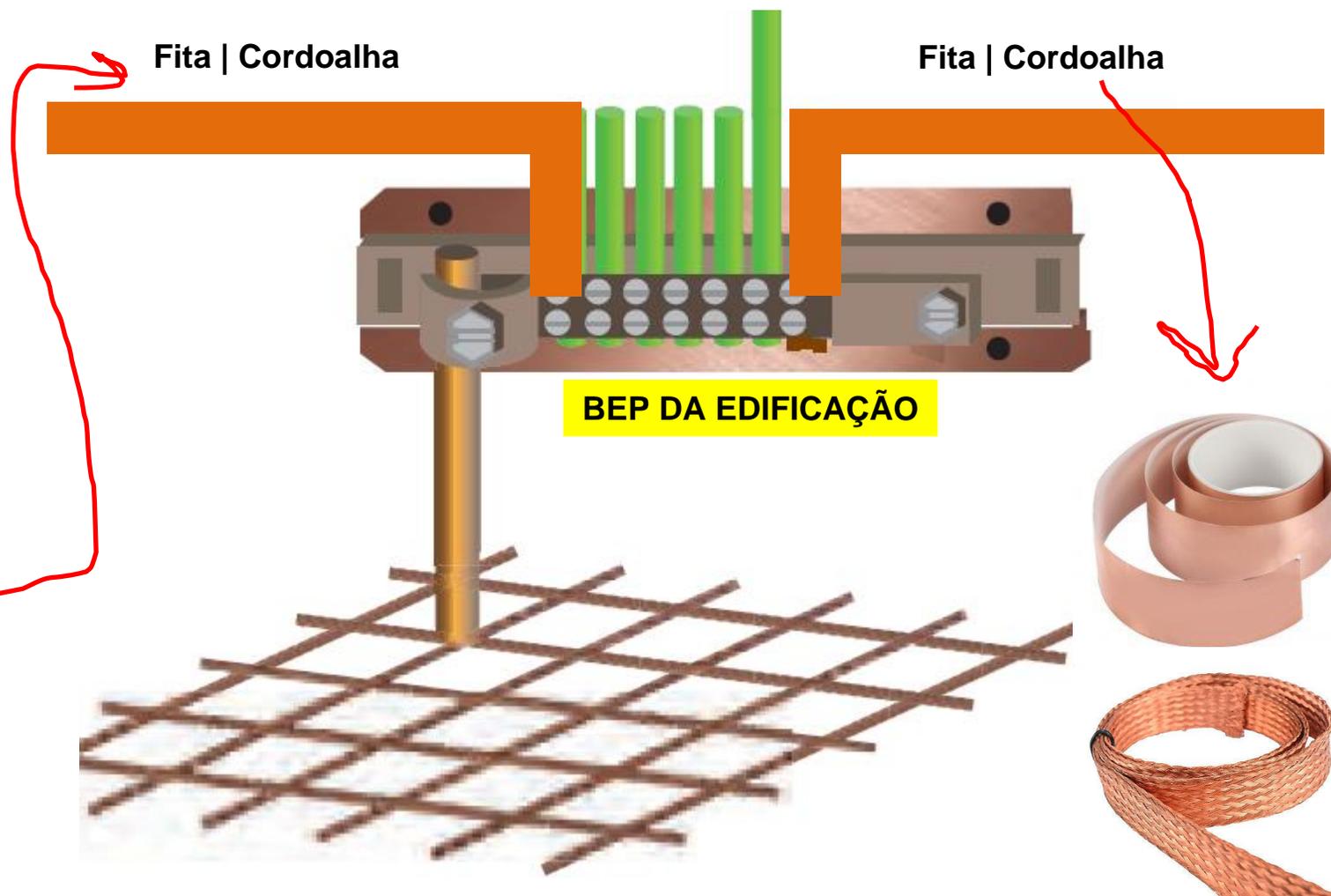
C

Qualquer elemento que vier a servir de via comum para aterramento ou equipotencialização funcional deve ser interligado, direta ou indiretamente, ao BEP.

A

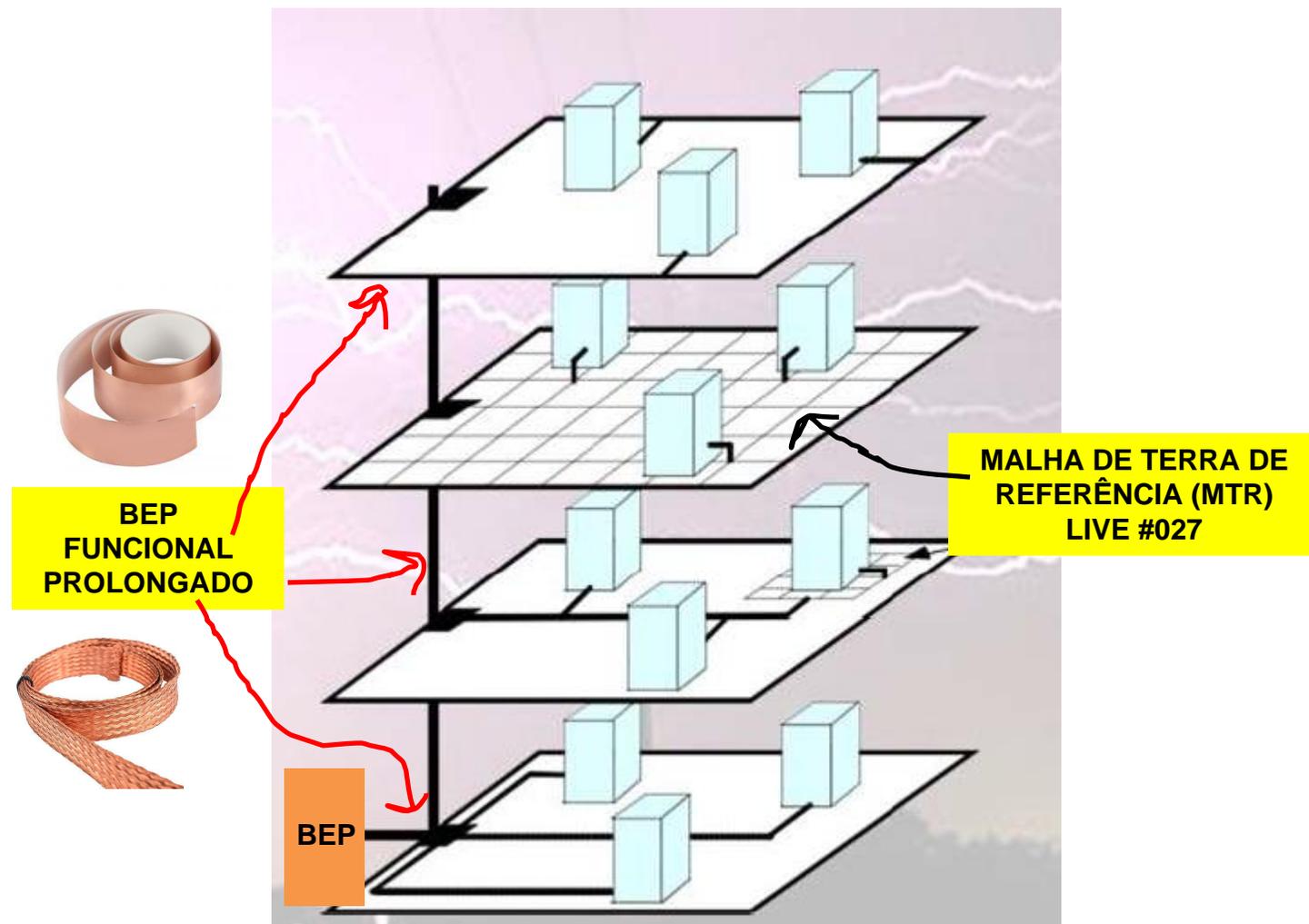
6.4.5.1 O barramento de equipotencialização principal (BEP) da edificação **pode ser utilizado para fins de aterramento funcional** e, para tanto, ele pode ser prolongado, por meio de um condutor de baixa impedância

Em altas frequências



B

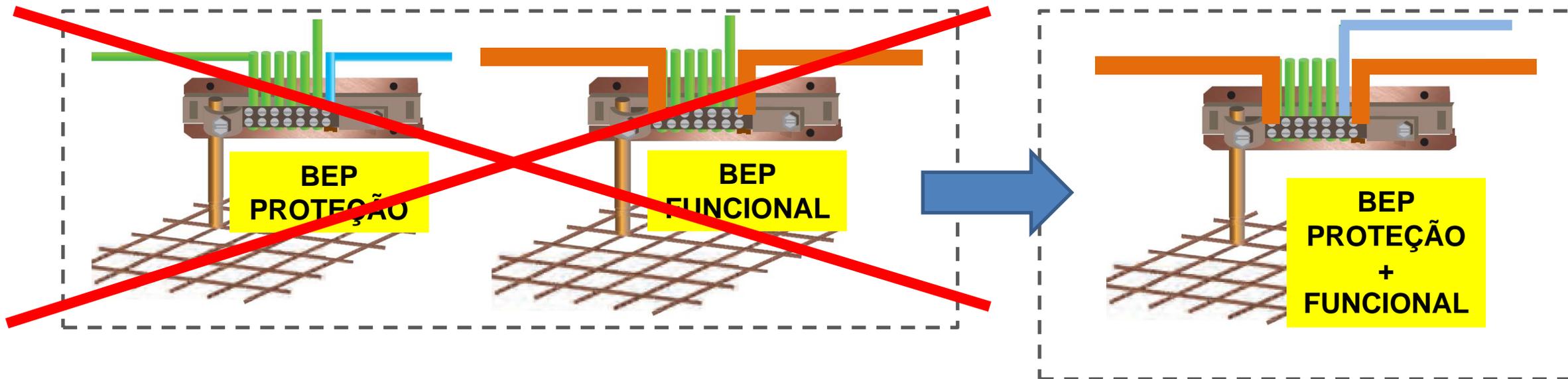
6.4.5.1No caso de edificações com uso extensivo de equipamentos de tecnologia da informação (ETI), esse barramento de equipotencialização funcional deve constituir preferencialmente um **anel fechado**, internamente ao perímetro da edificação.



BEP funcional

6.4.5.1 ... NOTA A prescrição refere-se, mais exatamente, à possibilidade de utilização direta do BEP para fins de aterramento funcional. Portanto, **ela não significa, em absoluto, que se admite aterramento funcional separado, independente.**

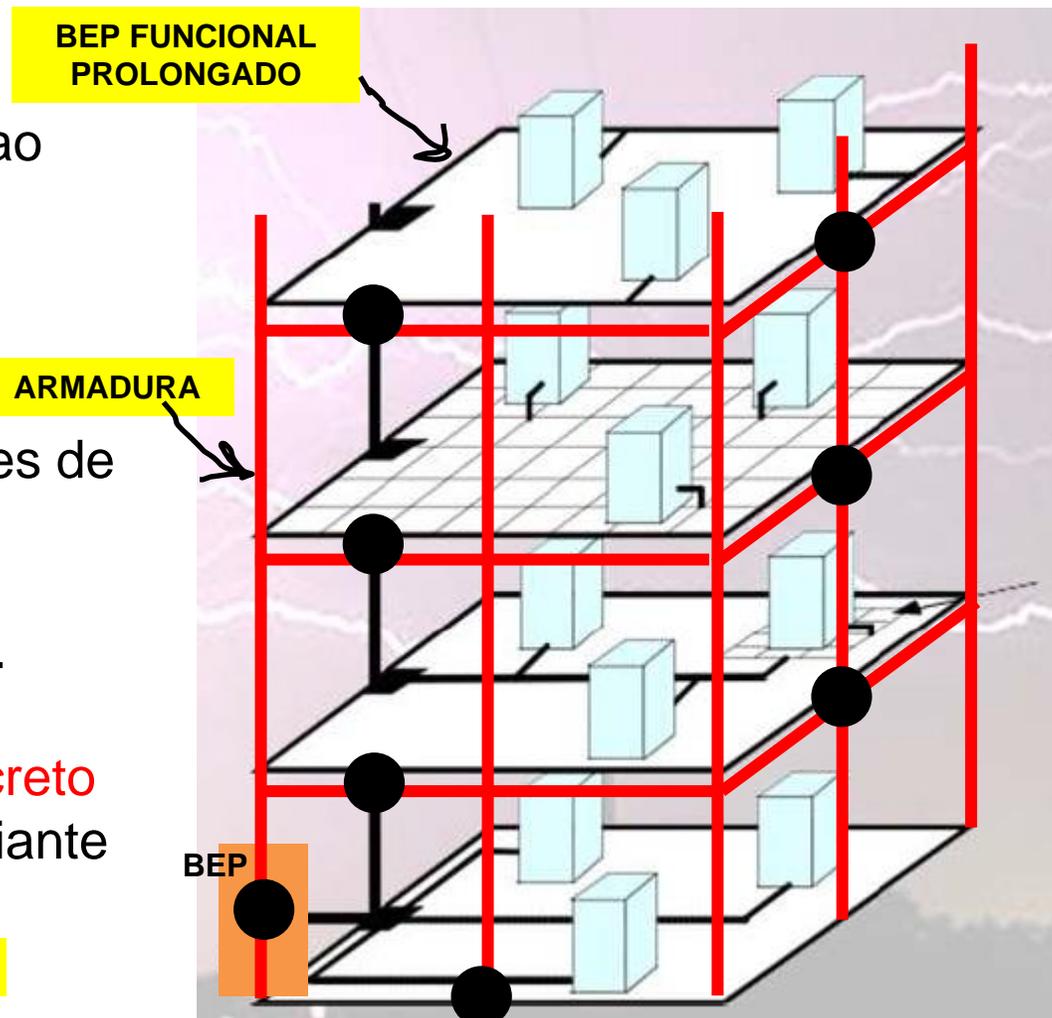
c



6.4.5.2 Ao **BEP funcional** podem ser ligados:

- a) quaisquer dos elementos que devam ser ligados ao BEP da edificação (ver 6.4.2.1);
- b) condutores de aterramento de dispositivos DPS;
- c) condutores de aterramento de antenas de radiocomunicação;
- d) condutor de aterramento do polo aterrado de fontes de corrente contínua para os ETI;
- e) condutores de aterramento funcional;
- f) condutores de equipotencialização suplementares.

NOTA É recomendável incluir as **armaduras do concreto** da edificação **na equipotencialização funcional**, mediante solda elétrica ou conectores de pressão adequados.



6.4.5.3 O BEP funcional, de preferência em cobre, pode ser nu ou isolado e deve ser acessível em toda a sua extensão, por exemplo, sobre superfícies ou em eletrocalha ou canaleta. Condutores nus devem ser isolados nos suportes e na travessia de paredes, para evitar corrosão.



**Corrosão eletroquímica →
circuitos em corrente contínua**

6.4.5.4 A **seção do BEP funcional** deve ser dimensionada como um condutor de equipotencialização principal, de acordo com 6.4.4.1.1.

6.4.4.1.1 Condutores de equipotencialização principal

A seção dos condutores da equipotencialização principal não deve ser (1) inferior à metade da seção do condutor de proteção de maior seção da instalação, (2) com um mínimo de 6 mm² em cobre, 16 mm² em alumínio ou 50 mm² em aço. Todavia, (3) a seção pode ser limitada a 25 mm², se o condutor for de cobre, ou a seção equivalente, se for de outro metal.

Exemplo:

S maior PE da instalação = 70 mm²

(1) S = 35 mm²

(2) S = 6 mm²

(3) S = 25 mm²

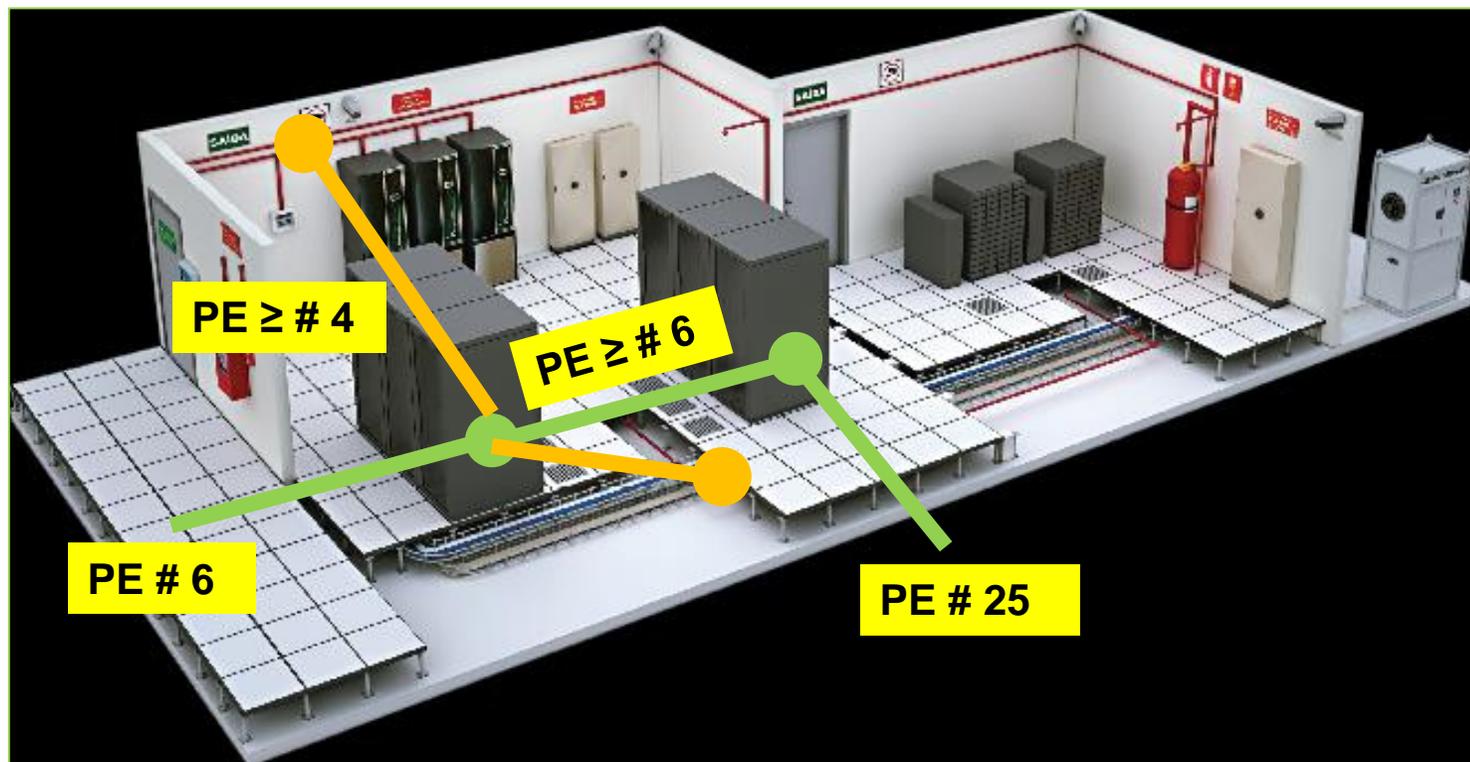
Seção do BEP funcional = 25 mm²

6.4.5.5 Os condutores de equipotencialização funcional devem ser conforme 6.4.4.1.2.

6.4.4.1.2 Condutores de equipotencialização suplementar

Nas equipotencializações suplementares, a seção mínima do condutor utilizado para essa finalidade deve ser como segue:

- o condutor destinado a equipotencializar **duas massas** da instalação elétrica deve possuir uma condutância igual ou superior à do condutor PE de menor seção ligado a essas massas;
- o condutor destinado a equipotencializar **uma massa da instalação elétrica e um elemento condutivo** não pertencente à instalação elétrica deve possuir uma condutância igual ou superior à metade da do condutor de proteção ligado a essa massa



6.4.6

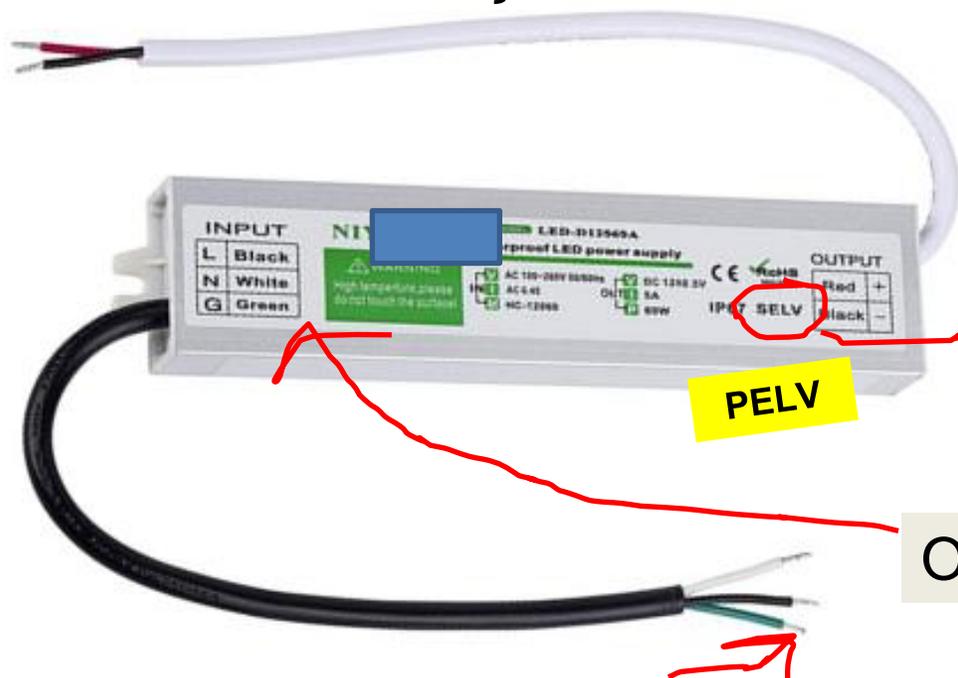
Aterramento funcional

6.4.6 Aterramento funcional

6.4.6.1 Os circuitos PELV e massas de equipamentos classe II e classe III que forem aterrados por razões funcionais, devem estar vinculado (interligados) ao BEP da instalação.

PELV: Sistema de extrabaixa tensão que **não é eletricamente separado da terra**, no qual, na ocorrência de uma única falta, não resulta em risco de choque elétrico.

A tensão nominal do sistema PELV não pode exceder 50 VCA ou 120 VCC.



IEC 61140

Classe II – equipamento isolamento dupla (reforçada)

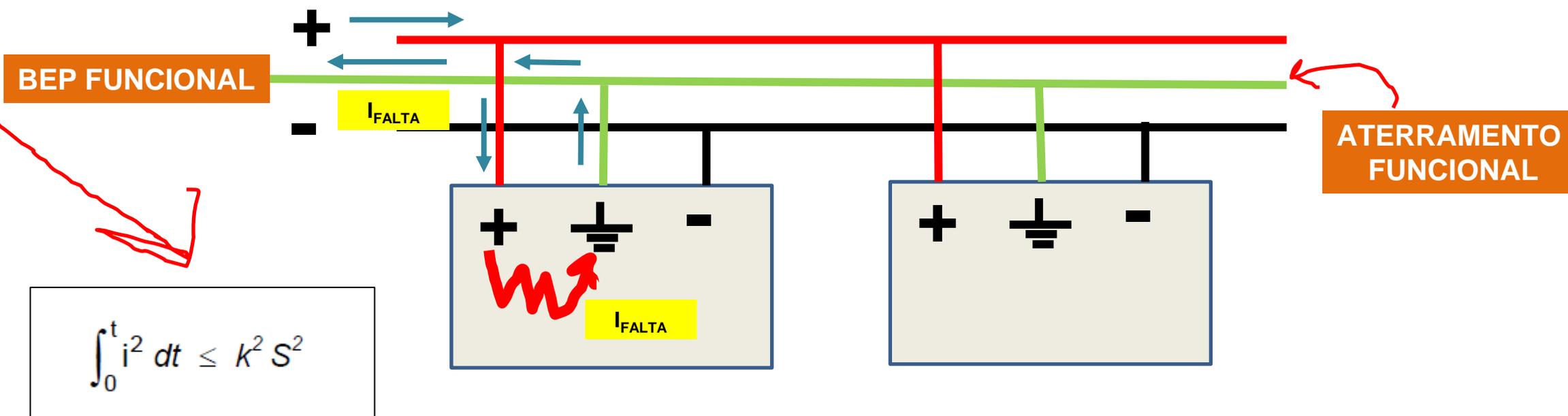
Classe III – equipamento alimentado por extrabaixa tensão

O fabricante determina se é preciso aterramento funcional

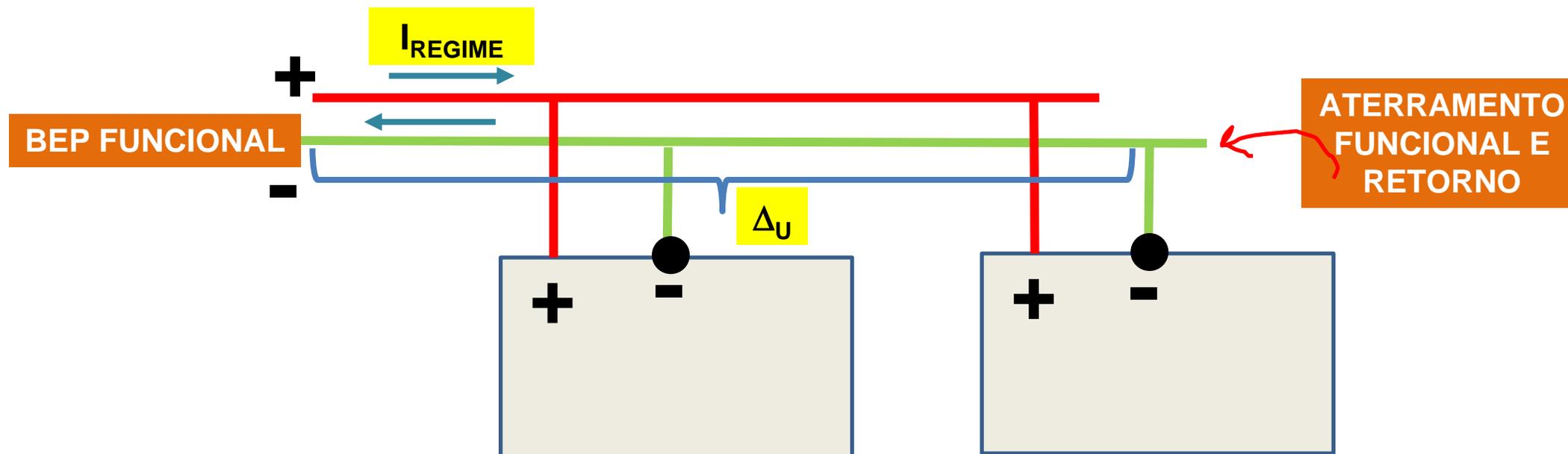
6.4.6.2 Quando condutores de aterramento funcional **conduzirem corrente contínua**, devem ser tomadas **precauções** para impedir corrosão eletrolítica nos condutores e nas partes metálicas próximas (ver também 6.4.7.3)

Condutor de aterramento funcional

6.4.6.3 No dimensionamento da seção dos condutores de aterramento funcional, devem ser consideradas possíveis correntes de falta e, quando o condutor de aterramento funcional for também utilizado como condutor de retorno, a corrente de funcionamento em regime normal e a queda de tensão. Se os dados pertinentes não estiverem disponíveis, deve ser consultado o fabricante do equipamento.



6.4.6.3 No dimensionamento da seção dos condutores de aterramento funcional, devem ser consideradas possíveis correntes de falta e, quando o condutor de aterramento funcional for também utilizado como condutor de retorno, a corrente de funcionamento em regime normal e a queda de tensão. Se os dados pertinentes não estiverem disponíveis, deve ser consultado o fabricante do equipamento.



6.4.7

Aterramento combinado Proteção + Funcional

6.4.7.1 Condutores destinados a servir **simultaneamente como condutor de proteção e condutor de aterramento funcional** devem, no mínimo, satisfazer as prescrições relativas a condutor de proteção em toda a sua extensão (ver 6.4.3), bem como o disposto em 6.4.6.3.

6.4.3

6.4.3.1 Seção mínima do PE: fórmula ou tabela 58

6.4.3.2 Tipos de condutores de proteção

6.4.3.3 Continuidade elétrica dos condutores de proteção

6.4.3.4 Condutores PEN

6.4.3.5 Disposição dos condutores de proteção

Slides 27 e 28

6.4.6.3 No dimensionamento da seção dos condutores de aterramento funcional, devem ser consideradas possíveis correntes de falta e, quando o condutor de aterramento funcional for também utilizado como condutor de retorno, a corrente de funcionamento em regime normal e a queda de tensão. Se os dados pertinentes não estiverem disponíveis, deve ser consultado o fabricante do equipamento.

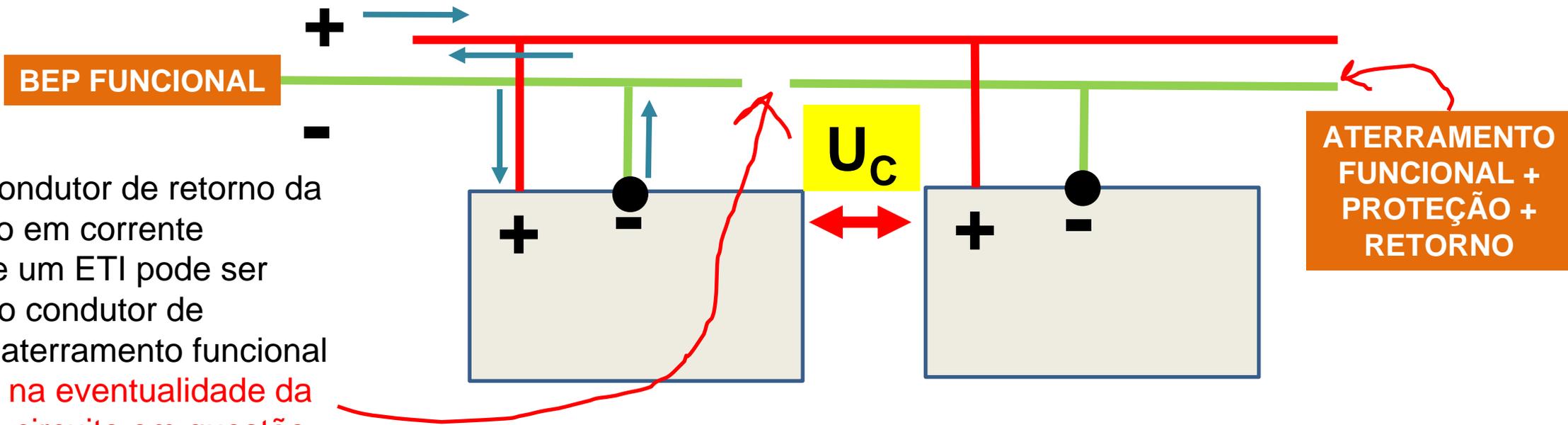
6.4.7.4 Os tipos de condutores que podem ser usados como **condutores de proteção e aterramento funcional** são aqueles indicados em 6.4.3.2.

6.4.3.2 Tipos de condutores de proteção

6.4.3.2.1 Podem ser usados como condutores de proteção:

- a) veias de cabos multipolares;
- b) condutores isolados, cabos unipolares ou condutores nus em conduto comum com os condutores vivos;
- c) armações, coberturas metálicas ou blindagens de cabos;
- d) eletrodutos metálicos e outros condutos metálicos, desde que atendam às condições a) e b) de 6.4.3.2.2.

Condutor de retorno + proteção + funcional



6.4.7.2 O condutor de retorno da alimentação em corrente contínua de um ETI pode ser usado como condutor de proteção e aterramento funcional desde que, **na eventualidade da abertura do circuito em questão**, a tensão entre duas partes condutivas simultaneamente acessíveis não exceda o valor da tensão de contato limite (ver anexo C).

Tabela C.2 — Valores da tensão de contato limite UL (V)

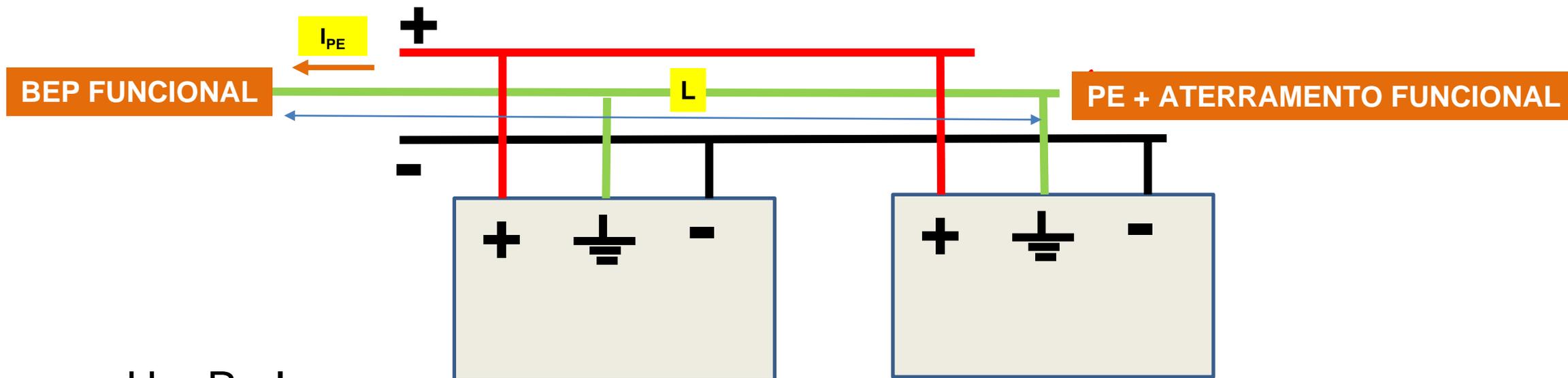
Natureza da corrente	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Alternada, 15 Hz – 1 000 Hz	50	25	12
Contínua sem ondulação ¹⁾	120	60	30

¹⁾ Uma tensão contínua "sem ondulação" é convencionalmente definida como apresentando uma taxa de ondulação não superior a 10% em valor eficaz; o valor de crista máximo não deve ultrapassar 140 V, para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 120 V nominais, ou 70 V para um sistema em corrente contínua sem ondulação com 60 V nominais.

6.4.7.3 Se as correntes da alimentação em corrente contínua e de sinal produzirem no **condutor de proteção e aterramento funcional** uma queda de tensão que possa resultar numa diferença de potencial permanente na instalação, a seção do condutor deve ser tal que a **queda de tensão seja limitada a 1 V**.

NOTAS

- 1 O principal objetivo desta prescrição é restringir a corrosão.
- 2 No cálculo da queda de tensão deve ser ignorado o efeito dos percursos paralelos.



$$U = R \cdot I_{PE}$$

$$U = (\rho \cdot L / S) \cdot I_{PE}$$

$$\rho_{Cu} \sim 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \text{ (20}^\circ\text{C)}$$

Para $U_{max} = 1 \text{ V}$ (6.4.7.3)

$$\rightarrow 1 = (0,017 \cdot L / S) \cdot I_{PE} \rightarrow I_{PEmax} = S / (0,017 \cdot L)$$

$$I_{PE} = [\text{A}] \quad | \quad S = [\text{mm}^2] \quad | \quad L = [\text{m}]$$

Limitar a corrente no PE
ao valor calculado

S	L	I _{PEmax}
1,5	10	8,8
2,5	10	14,7
4	10	23,5
6	10	35,3
10	10	58,8

6.4.7.5 Partes condutivas estruturais de ETI podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, **simultaneamente**, as seguintes condições:

- A** a) a continuidade elétrica do percurso seja garantida pelo tipo de construção ou pela utilização de técnicas de conexão que impeçam a degradação causada por efeitos mecânicos, químicos e eletroquímicos; essas técnicas compreendem, por exemplo, solda, compressão, rebitagem e fixação por parafusos autotravantes;
- B** b) a condutividade atenda às prescrições de 6.4.3.1;
- C** c) quando uma parte de um equipamento puder ser removida, a equipotencialização entre as partes restantes deste equipamento não deve ser interrompida, a menos que a alimentação elétrica dessas partes seja previamente seccionada;
- D** d) no caso de painel ou conjunto de painéis com 10 m ou mais de comprimento, os condutores de proteção e aterramento funcional devem ser conectados, em ambas as extremidades, à malha ou barramento de equipotencialização.

6.4.7.5 Partes condutivas estruturais de ETI podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:

a) a **continuidade elétrica do percurso** seja garantida pelo tipo de construção ou pela utilização de técnicas de conexão que impeçam a degradação causada por efeitos mecânicos, químicos e eletroquímicos; essas técnicas compreendem, por exemplo, solda, compressão, rebite e fixação por parafusos autotravantes;



6.4.7.5 Partes condutivas estruturais de ETI podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:

B b) a **condutividade** atenda às prescrições de 6.4.3.1;

6.4.3.1 Seções mínimas

6.4.3.1.1 A seção de qualquer condutor de proteção deve satisfazer as condições estabelecidas em 5.1.2.2 e ser capaz de suportar a corrente de falta presumida. A seção dos condutores de proteção deve ser calculada conforme 6.4.3.1.2, ou selecionada de acordo com 6.4.3.1.3. Em ambos os casos devem ser considerados os requisitos de 6.4.3.1.4.

5.1.2.2 Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Tabela 58 — Seção mínima do condutor de proteção

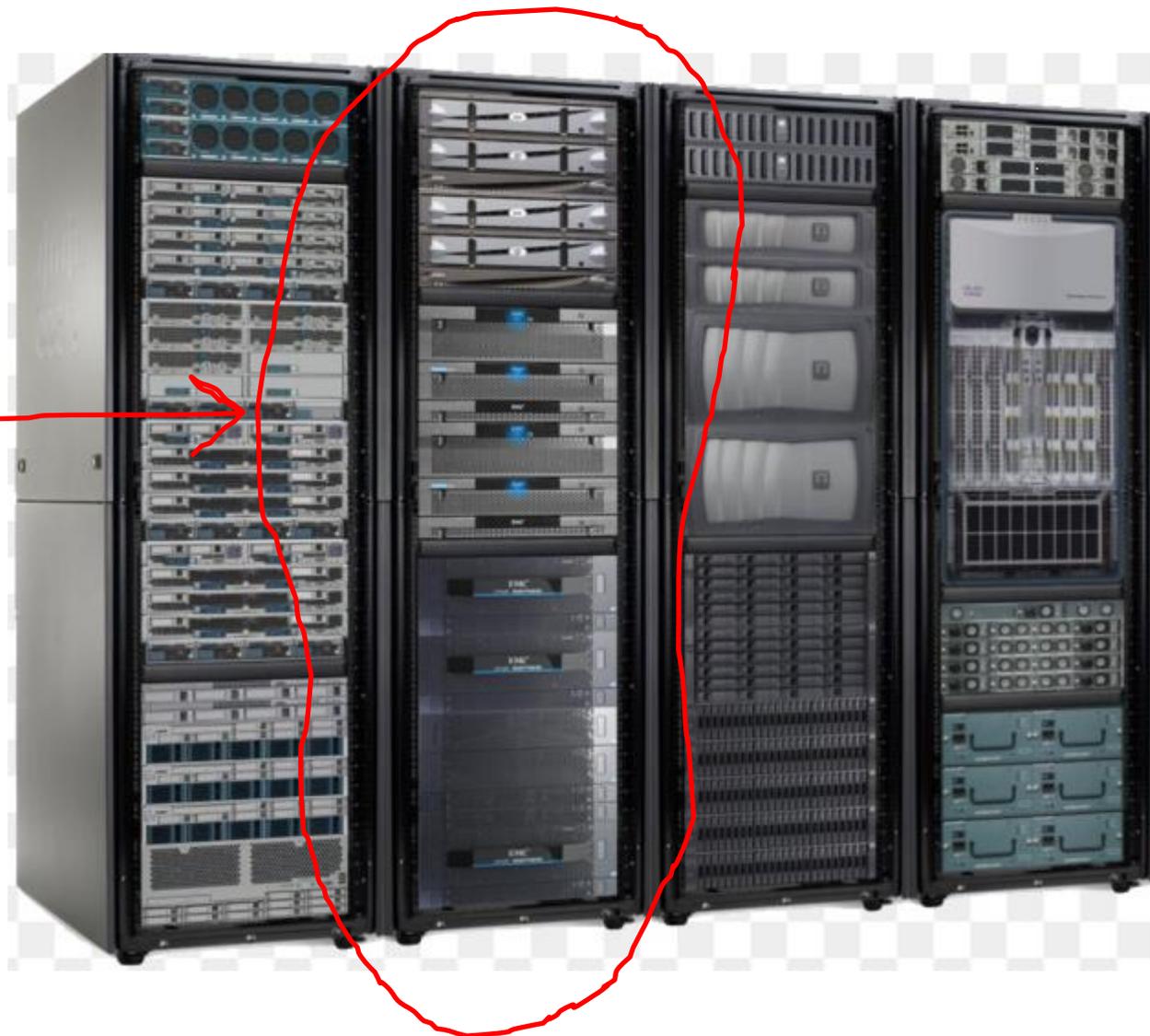
Seção dos condutores de fase S mm ²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm ²
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

6.4.3.1.4 A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou não esteja contido no mesmo conduto fechado que os condutores de fase não deve ser inferior a:

- 2,5 mm² em cobre, se for provida proteção contra danos mecânicos;
- 4 mm² em cobre, se não for provida proteção contra danos mecânicos.

6.4.7.5 Partes condutivas estruturais de ETI podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:

- c)** quando uma parte de um equipamento **puder ser removida**, a **equipotencialização não deve ser interrompida**, a menos que a alimentação elétrica dessas partes seja previamente seccionada;

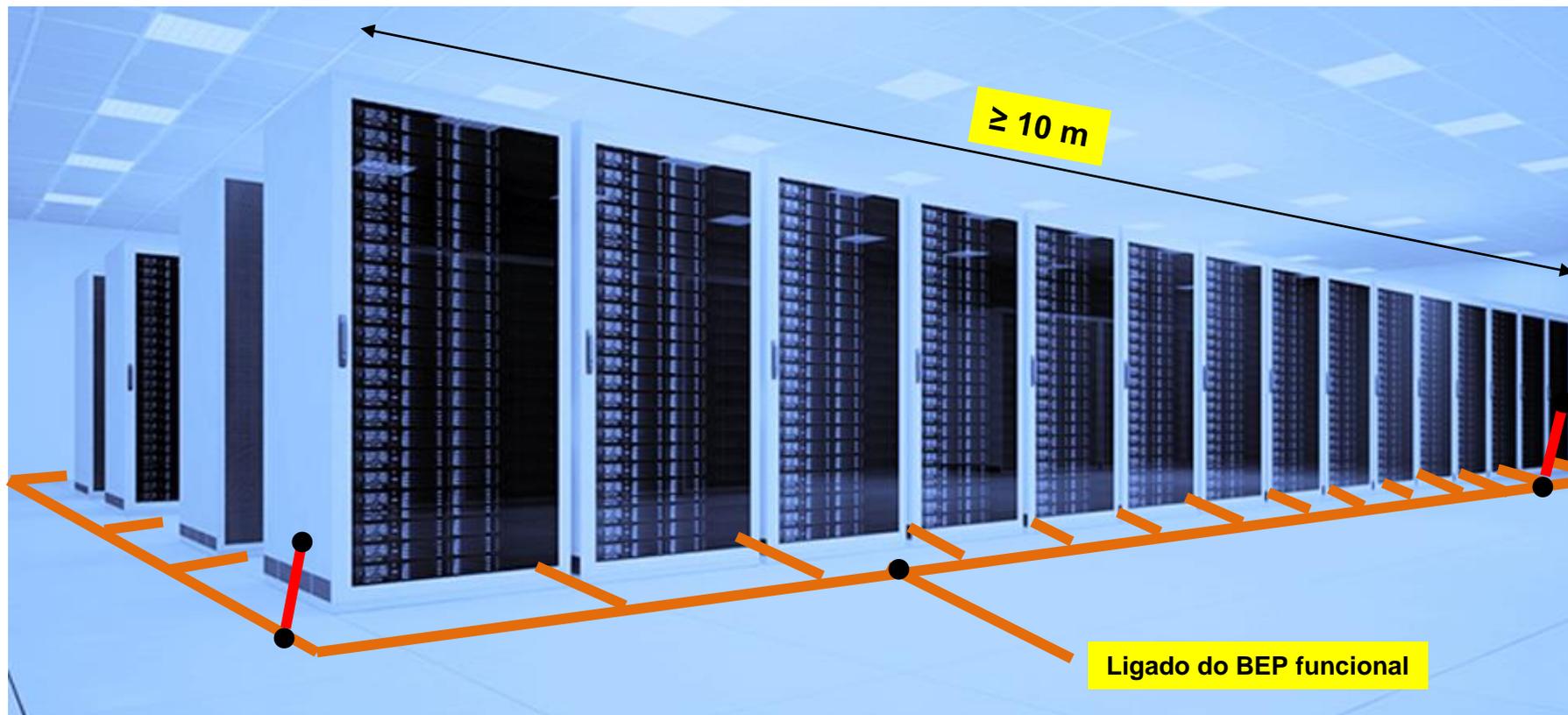


Partes condutivas estruturais

6.4.7.5 Partes condutivas estruturais de ETI podem ser usadas como condutores de proteção e aterramento funcional, desde que sejam atendidas, simultaneamente, as seguintes condições:

d) no caso de painel ou conjunto de painéis **com 10 m ou mais de comprimento**, os condutores de proteção e aterramento funcional devem ser conectados, em ambas as extremidades, à malha ou barramento de equipotencialização.

D





OBRIGADO!

HILTON MORENO



[TELEGRAM](#)



[FACEBOOK](#)



[INSTAGRAM](#)



[YOUTUBE](#)

WWW.POTENCIAEDUCACAO.COM.BR

CURSO ONLINE

ATERRAMENTO DA NBR 5410 SEM MISTÉRIOS

QUER
FINALMENTE
ENTENDER
E APLICAR
A NBR 5410 NO
ATERRAMENTO DAS
INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS?



PROF. HILTON MORENO

NESSE CURSO VOCÊ VAI
APRENDER DE FORMA CLARA
E OBJETIVA COMO APLICAR AS
PARTES DA NBR 5410 SOBRE
ATERRAMENTO EM TODAS AS
FASES DAS INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

<https://revistapotencia.com.br/aterramento-sem-misterios/>

QUERO ME MATRICULAR