

Recomendações para SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas)

Recomendações baseadas na Norma ITU-T K.56 (Protection of radio base stations against lightning discharges).

ÁREA EXTERNA

SISTEMA PARA-RAIOS

Recomendação	ITU-T K.56
O para-raios deve ser fixado diretamente na estrutura metálica da torre (não é preciso de condutores de descida).	6.1.1
A seção transversal da estrutura torre (ou antena usada de suporte para o para-raios) deve ser de pelo menos 125 mm ² .	6.1.1
O sistema de aterramento da edificação deve estar conectado ao da Estação de Transmissão – figura 1.	6.1.3

CONEXÃO DO CABO DE TRANSMISSÃO COM A TORRE

Recomendação	ITU-T K.56
Os cabos de transmissão devem ser ligados à torre no ponto mais próximo da antena e no ponto mais próximo da calha (no ponto de saída para a edificação) – figura 1.	6.2.1
O conector do cabo com a torre (e com a calha) deve ser à prova d'água e a conexão com a estrutura deve ser protegida para evitar a exposição à umidade (revestimento de impermeabilização) – figura 2.	6.2.1
A distância entre as conexões do cabo de transmissão e a torre (ou calha) deve ser de até 10 metros (LPL nível I).	6.2.1
Os cabos de transmissão devem ser ligados sempre no barramento terra da janela de entrada na edificação.	6.2.1

ILUMINAÇÃO DE BALIZAMENTO

Recomendação	ITU-T K.56
Se a alimentação elétrica da iluminação de balizamento for provida por um equipamento (ex. conversor AC/DC), um DPS deve ser instalado próximo ao equipamento.	6.2.2
Duto metálico – No caso de alimentação por meio de cabos não-blindados, devem seguir no interior de duto metálico eletricamente contínuo, de aço galvanizado e área de seção transversal de pelo menos 16 mm ² .	6.2.2.1
Duto metálico – O duto deve ser conectado à torre pelo menos na sua extremidade superior e deve ser ligado ao barramento terra da janela de entrada da edificação.	6.2.2.1
Duto metálico – O comprimento dos cabos no exterior do duto deve ser o menor possível, saindo do duto e ligando-se diretamente ao equipamento de iluminação.	6.2.2.1
Duto metálico – as aberturas no duto devem ser impermeabilizadas para evitar o ingresso de umidade.	6.2.2.1

Cabo blindado – No caso de alimentação por meio de cabo blindado, este deve ser instalado diretamente ao longo da torre (não precisa de duto metálico). A blindagem deve ser eletricamente contínua por todo o seu comprimento.	6.2.2.2
Cabo blindado – O cabo deve ser conectado à torre pelo menos na sua extremidade superior e deve ser ligado ao barramento terra da janela de entrada da edificação.	6.2.2.2
Cabo blindado – A blindagem do cabo deve terminar o mais próximo possível do equipamento de iluminação.	6.2.2.2

CALHA DE SUPORTE

Recomendação	ITU-T K.56
A estrutura de suporte deve se manter contínua eletricamente na sua trajetória da edificação à torre e ao longo da torre (preferivelmente utilizando-se uma seção curva na entrada da torre – figura 3).	6.2.3
A calha deve ser ligada à torre e ao barramento terra da janela de entrada da edificação. (objetivo de prover um caminho paralelo aos cabos de transmissão, reduzindo a corrente carregada por eles).	6.2.3
A conexão de aterramento deve ser feita pelo menos nos dois lados da calha, como mostrado na figura 4, por meio de parafusos, grampos ou soldagem (torre) ou condutores de aterramento (edificação).	6.2.3

ATERRAMENTO

CONFIGURAÇÃO DE ATERRAMENTO

Recomendação	ITU-T K.56
Um condutor deve formar um anel de em volta da edificação e outro condutor deve formar outro anel em volta da torre – figura 5.	6.3.1
Múltiplos condutores de aterramento devem ligar os dois anéis.	6.3.1
A distância do condutor enterrado da estrutura associada deve ser de aproximadamente 1 metro.	6.3.1
A profundidade do condutor enterrado deve ser de pelo menos 50 centímetros.	6.3.1
Hastes verticais de aterramento devem ser instaladas ao longo do anel de aterramento (figuras 1 e 5).	6.3.1
As hastes de aterramento devem ser ligadas ao eletrodo terra por meio de conectores apropriados.	6.3.1
As bases (pernas) da torre devem ser ligadas ao anel de aterramento por meio de condutores curtos.	6.3.1
A armação de aço da fundação da torre, se for o caso, também deve ser ligada ao anel de aterramento.	6.3.1
A armação de aço da fundação da estrutura da edificação deve ser ligado ao anel de aterramento pelo menos nos seus 4 cantos.	6.3.1
Se a estrutura da edificação for metálica, suas bases devem ser ligadas ao anel de aterramento.	6.3.1
O anel de aterramento da edificação deve ser conectado ao barramento principal de aterramento localizado no interior da edificação, preferencialmente na parede de frente para a torre. O condutor deve ser o mais curto possível.	6.3.1
Todos os condutores em contato com o terra devem ser feitos de cobre ou de aço coberto com cobre de seção transversal mínima de 50 mm ² . Condutores de aço galvanizado também podem ser usados, mas com seção transversal mínima de 90 mm ² .	6.3.1

Qualquer objeto grande metálico na vizinhança do sistema de aterramento (cerca 3 metros dos eletrodos) deve ser ligado ao mesmo (ex.: tanques de combustível, sistemas de refrigeração, tubos, reforços de aço, etc.). A ligação deve ser feita ao eletrodo terra mais próximo por meio de conector de cobre (alternativamente aço coberto com cobre ou aço galvanizado).	6.3.1
---	-------

ATERRAMENTO – SUPERFÍCIE DE COBERTURA

Recomendação	ITU-T K.56
É recomendável que a área em volta da Estação de Transmissão seja coberta com uma camada de brita de espessura de pelo menos 0,08 m. A área de cobertura deve ser a maior possível e deve se estender pelo menos 1 metro além dos eletrodos terra. Isso aumenta significativamente a resistência da superfície e reduz o risco do gradiente de tensão do solo, além de contribuir para reter a umidade do solo mantendo sua condutividade na seca.	6.3.2

ATERRAMENTO – CERCAS

Recomendação	ITU-T K.56
No caso de cercas metálicas, um anel de aterramento deve ser instalado ao longo da cerca, que deve ser ligada ao eletrodo em intervalos regulares.	6.3.3
Se houver portão metálico, ele também deve ser ligado ao eletrodo por um condutor flexível.	6.3.3
O anel de aterramento da cerca deve ser ligado ao sistema de aterramento da Estação de Transmissão em intervalos regulares – Figura 5.	6.3.3
Todos os eletrodos em contato com o terra devem ser feitos de cobre ou de aço coberto com cobre de seção transversal mínima de 50 mm ² . Condutores de aço galvanizado também podem ser usados, mas com seção transversal mínima de 90 mm ² .	6.3.3
A camada de brita descrita anteriormente deve ser estendida até a cerca, e, caso haja risco de tensão de toque maior que o tolerável, a camada deve ser estendida em pelo menos 1 metro após a cerca.	6.3.3

ATERRAMENTO – QUADRO DE MEDIÇÃO DE ENERGIA

Recomendação	ITU-T K.56
O barramento de aterramento do quadro de medição de energia deve ser ligada ao sistema de aterramento da Estação de Transmissão.	6.4
O condutor deve ligar o quadro de medição ao ponto mais próximo do sistema de aterramento da Estação de Transmissão e, quando aplicável, deve estar em contato com o solo.	6.4
Devem ser instalados DPSs no lado da Estação de Transmissão do quadro de medição de energia (após os disjuntores).	6.4

EQUIPAMENTOS DA EDIFICAÇÃO

BARRAMENTO TERRA DA JANELA DE ENTRADA DA EDIFICAÇÃO

Recomendação	ITU-T K.56
Guias de onda e condutores externos de cabos coaxiais devem ser diretamente ligados ao barramento de aterramento localizado próximo à janela de entrada da edificação. Essas ligações devem curtas e usar conectores à prova d'água nos cabos de transmissão – Figura 6.	7.1.1

O barramento de aterramento da janela de entrada da edificação deve ser conectado ao sistema de aterramento por meio de conexões de baixa impedância (pode-se instalar condutores paralelos para reduzir a impedância).	7.1.1
O duto metálico ou a blindagem da alimentação da iluminação de balizamento devem ser ligados ao barramento terra da janela de entrada da edificação por meio de condutores curtos (menor possível).	7.1.1

USO DE DPSs

Recomendação	ITU-T K.56
Os DPSs instalados nos cabos de transmissão não podem interferir com o sinal de radiofrequência dos equipamentos.	7.1.2
Na instalação interna à edificação, quando a blindagem ou capa metálica de uma linha de sinal for conectada a uma equipotencialização local ou a terminal vinculado à massa de um equipamento e essa conexão puder suscitar ruído ou corrosão eletrolítica, ela pode ser efetuada com a interposição de DPS do tipo curto-circuitante (A conexão através de DPS deve se restringir a uma das extremidades da linha de sinal).	Itens 5.4.3.2 e 5.4.3.3 da norma NBR 5410.

QUADRO ELÉTRICO

Recomendação	ITU-T K.56
Os condutores de energia devem entrar na Estação de Transmissão próximo ao quadro elétrico.	7.2.1
O quadro elétrico deve conter disjuntores, DPSs e um barramento de aterramento (de equipotencialização) – Figura 7.	7.2.1
O barramento de aterramento do quadro elétrico deve ser conectado ao eletrodo do anel de aterramento da edificação por meio de um condutor de aterramento curto de seção transversal mínima de 50 mm ² .	7.2.1
Os DPSs e a carcaça do quadro devem ser conectados ao barramento de aterramento.	7.2.1
Para sistemas de aterramento do tipo TN-C (Terra e neutro combinados em único condutor), o condutor Neutro também deve ser ligado ao barramento terra.	7.2.1
Se o cabo de energia for blindado, essa blindagem deve ser ligada ao barramento terra.	7.2.1
Os condutores de energia devem deixar o quadro elétrico preferencialmente no interior de dutos metálicos ou sobre calhas que devem ser eletricamente ligadas à carcaça do quadro. A utilização de dutos de plástico pode requerer a instalação de outro conjunto de DPSs próximo à fonte AC do equipamento (tratado na cláusula 8 da norma).	7.2.1
A seleção dos disjuntores primários deve levar em conta que os mesmos não devem disparar devido a corrente de pico gerada pela operação dos DPSs. (os disjuntores devem ser compatíveis com os respectivos DPSs).	7.2.1
Os condutores de energia para a iluminação da torre devem derivar de um disjuntor secundário exclusivo e, preferencialmente, correr no interior de um duto (ou calha) exclusivo para ele.	7.2.1
O barramento de aterramento do quadro elétrico deve ser conectado ao barramento de aterramento principal através de um condutor de menor comprimento possível, com seção transversal mínima de 16 mm ² .	7.2.1
O comprimento das ligações entre Condutor <-> DPS e entre DPS <-> barramento de aterramento devem ser os menores possíveis.	7.2.2
Para circuitos TN-C, devem ser ligados DPSs a cada uma das fases, e uma ligação direta entre o Neutro e o barramento de aterramento do quadro elétrico.	7.2.2
Para circuitos TN-S, TT ou IT, devem ser ligados DPSs a cada uma das fases e um DPS ao neutro, além de uma ligação direta entre o Terra e o barramento de aterramento do quadro	7.2.2

elétrico. A ligação do DPS ao Neutro pode ser realizada de duas formas: com o DPS ligado em série aos DPSs das fases, ou em paralelo ligado diretamente ao barramento de aterramento conforme ilustrado na figura 9.

CONDUTORES DE TELECOMUNICAÇÕES

Recomendação	ITU-T K.56
Os cabos de telecomunicações (telefone, interfone, internet, etc) devem entrar na Estação de Transmissão próximos ao quadro de distribuição.	7.3.1
O quadro de distribuição deve possuir um barramento de aterramento – Figura 10.	7.3.1
O barramento de aterramento do quadro de distribuição deve ser conectado ao eletrodo do anel de aterramento da edificação por meio de um condutor de aterramento curto de seção transversal mínima de 50 mm ² .	7.3.1
O barramento de aterramento do quadro de distribuição deve ser conectado ao barramento de aterramento principal através de um condutor de menor comprimento possível, com uma seção transversal mínima de 16 mm ² .	7.3.1
Os seguintes componentes devem estar ligados ao barramento de aterramento: - revestimento metálico do cabo de telecomunicações; - elemento metálico de sustentação do cabo de telecomunicações (se houver); - DPSs conectados aos pares metálicos; - carcaça metálica do quadro de distribuição.	7.3.1
O cabeamento interno que sai do quadro de distribuição deve preferencialmente ser suportado por dutos ou calhas metálicas.	7.3.1
Os cabos que deixam o quadro de distribuição e vão para os equipamentos devem seguir, preferencialmente, por dutos metálicos ou calhas.	7.3.1
O duto ou calha metálica devem estar conectados ao barramento de aterramento e à carcaça do quadro.	7.3.1
Caso o cabeamento interno seja blindado, a blindagem deve ser contínua e conectada em ambas as extremidades i.e. ao quadro de distribuição e ao quadro do equipamento.	7.3.1
Os DPSs utilizados no quadro de distribuição de telecomunicações deve ser de três terminais, sendo dois deles conectados ao cabo telefônico, e o outro terminal conectado ao barramento de aterramento, conforme Figura 11.	7.3.2

ELEMENTOS METÁLICOS DENTRO DA ESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO

Recomendação	ITU-T K.56
Um condutor de equipotencialização deve ser instalado dentro ou fora das calhas e conectado à carcaça dos equipamentos e ao barramento principal de aterramento da Estação de Transmissão – Figura 12.	7.4
Alternativamente à recomendação anterior, o condutor de equipotencialização pode ser instalado na forma de anel ao redor da sala, próximo ao teto ou ao chão, e conectado à carcaça dos equipamentos e às calhas através de ligações curtas – Figura 13.	7.4
A blindagem metálica de cabos blindados devem estar conectados às carcaças metálicas dos equipamentos em ambas as extremidades.	7.4
O condutor externo dos cabos de alimentação deve estar conectado à carcaça dos equipamentos.	7.4
As calhas ou dutos metálicos de cabeamento devem ser conectados à carcaça ou estrutura metálica dos equipamentos em ambas as extremidades – Figura 14.	7.4
As calhas ou dutos metálicos devem ser eletricamente contínuos em toda a sua extensão. Nas juntas, a continuidade deve ser obtida através de pelo menos dois pontos simetricamente espaçados, e.g. através do uso de grampos de conexão nas laterais da calha – Figura 15.	7.4

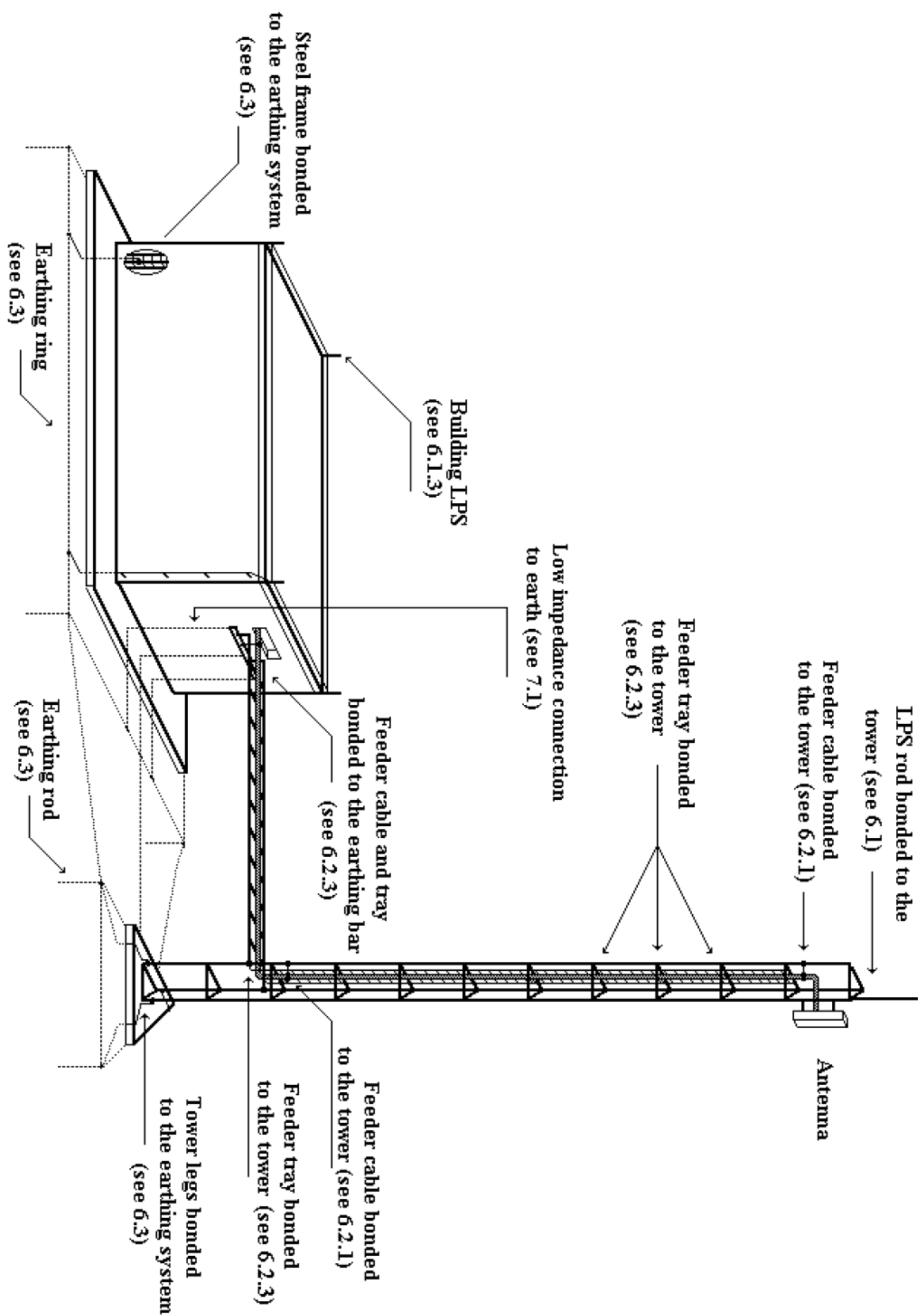


Figura 1 – Visão geral dos procedimentos de aterramento e conexão na área externa (Fonte: ITU-T K.56)

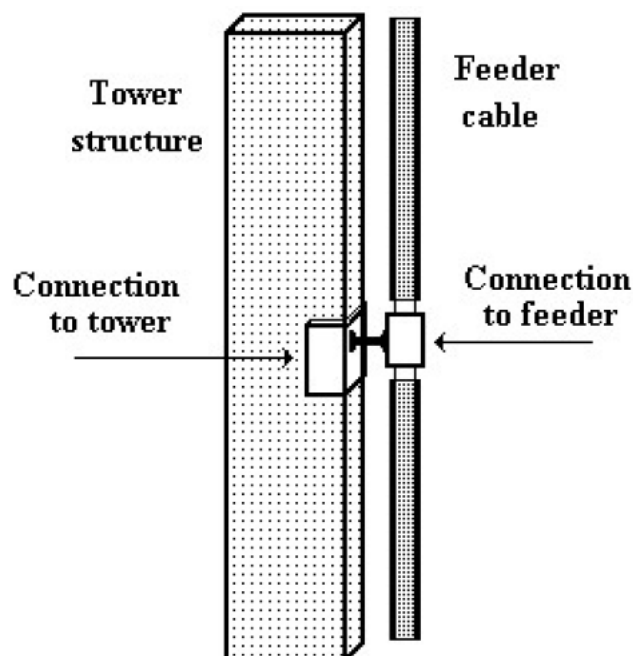


Figura 2 – Exemplo de instalação do kit de aterramento no cabo de transmissão (revestimento de impermeabilização não mostrado) (Fonte: ITU-T K.56)

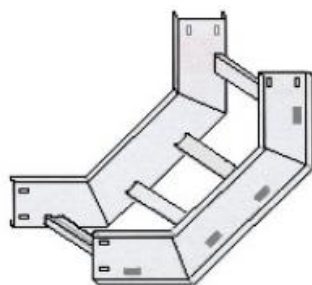


Figura 3 – Seção curva usada para manter a continuidade da calha de suporte (Fonte: ITU-T K.56)

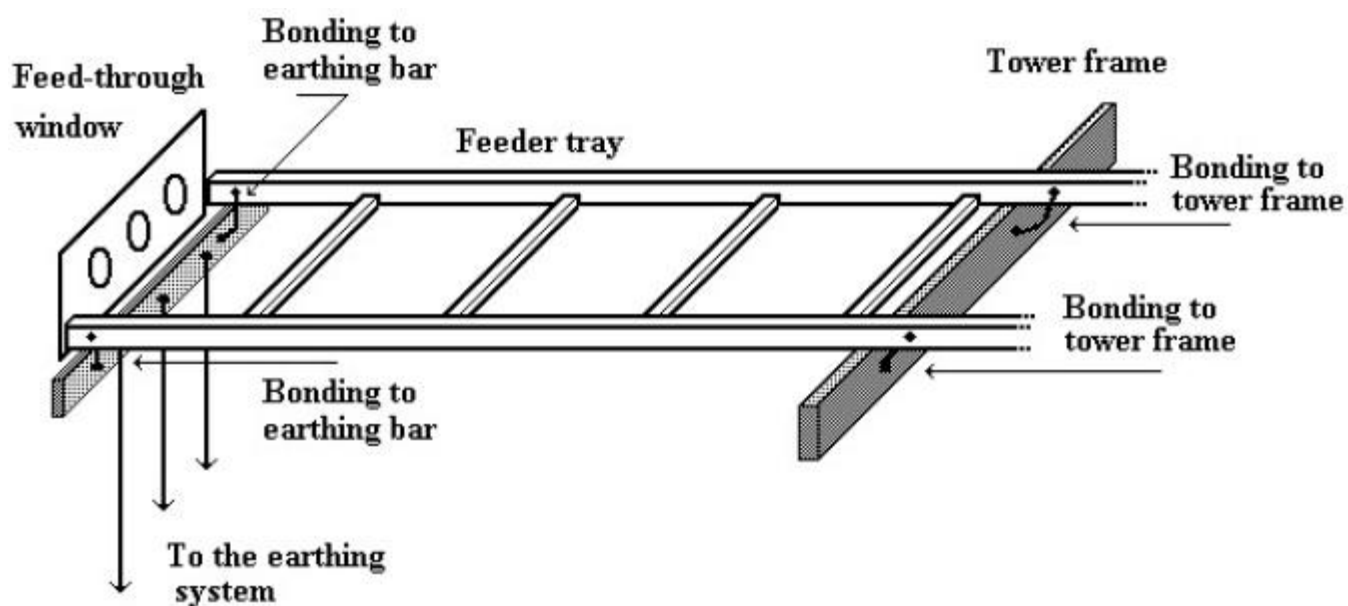


Figura 4 – Calha de suporte ligada nas duas extremidades (Fonte: ITU-T K.56)

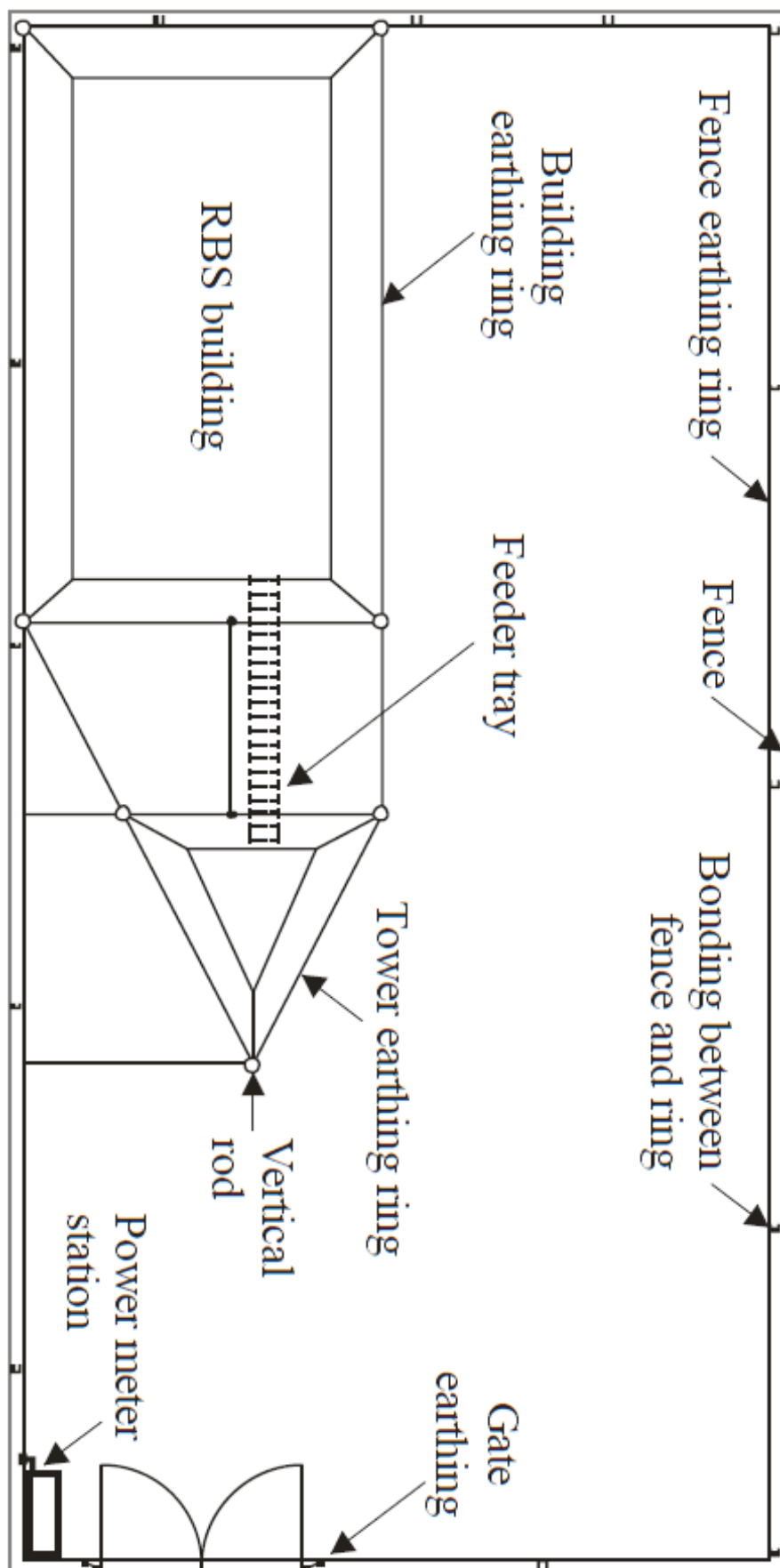


Figura 5 – Sistema de aterramento da ERB (Fonte: ITU-T K.56)

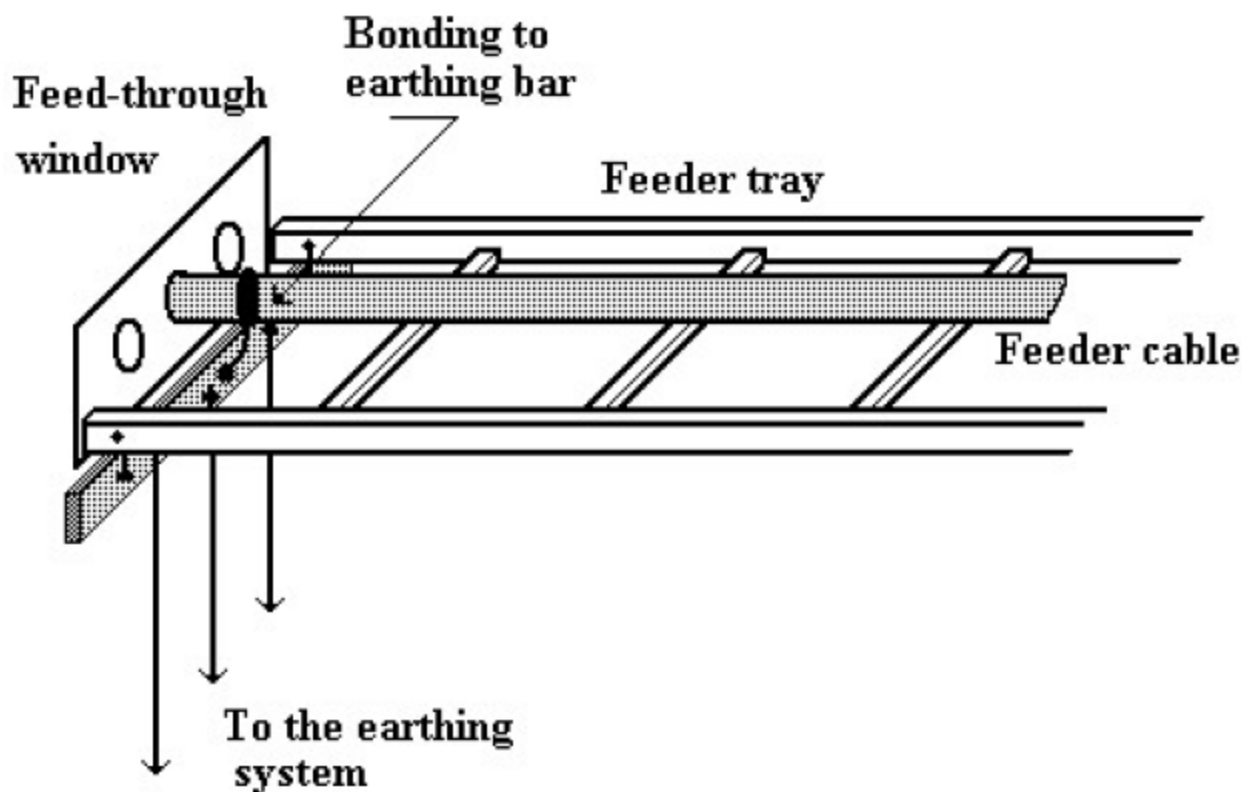


Figura 6 – Exemplo de aterramento do cabo de transmissão no barramento de aterramento da janela de entrada do abrigo (Fonte: ITU-T K.56)

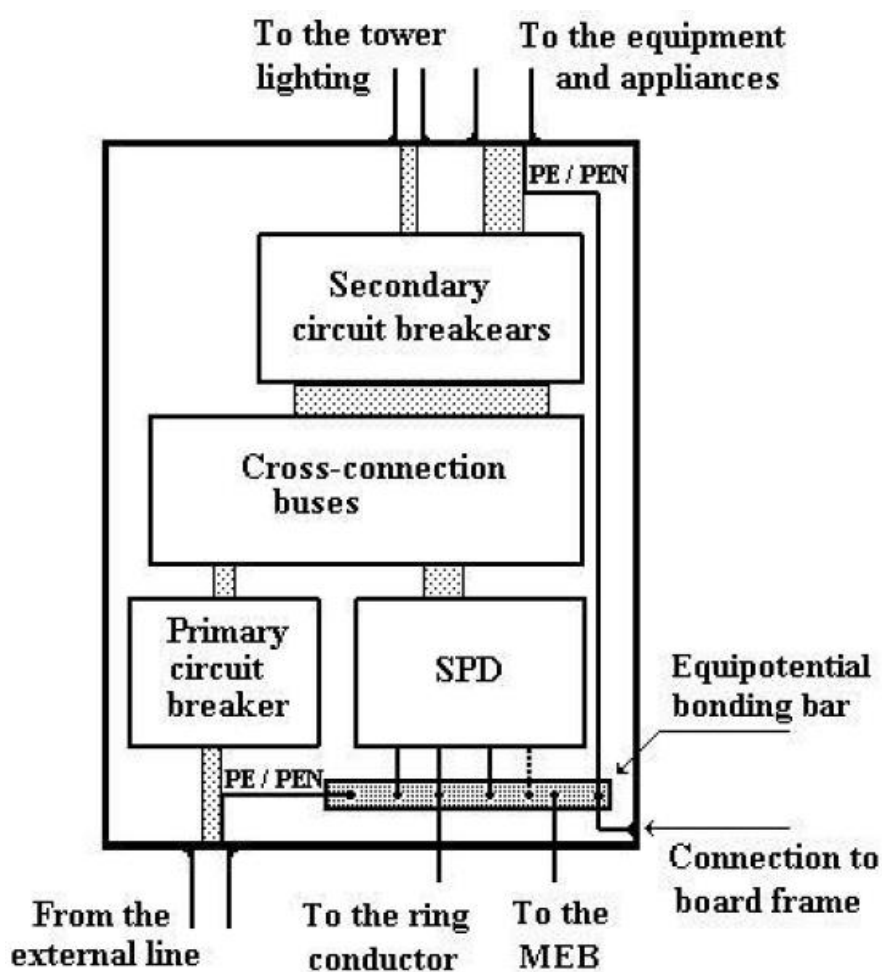


Figura 7 – Diagrama do quadro elétrico (Fonte: ITU-T K.56)

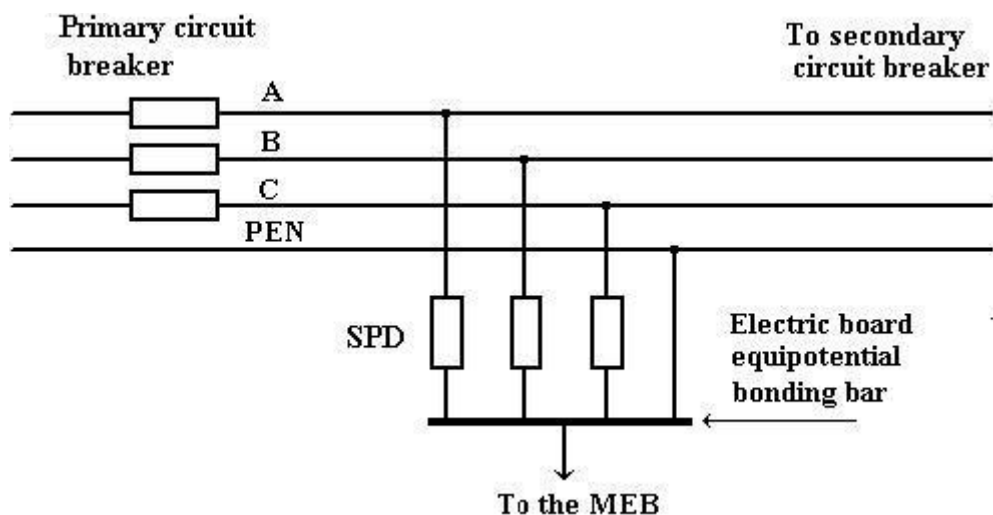


Figura 8 – Esquema elétrico para a instalação de DPS em sistemas TN-C (Fonte: ITU-T K.56)

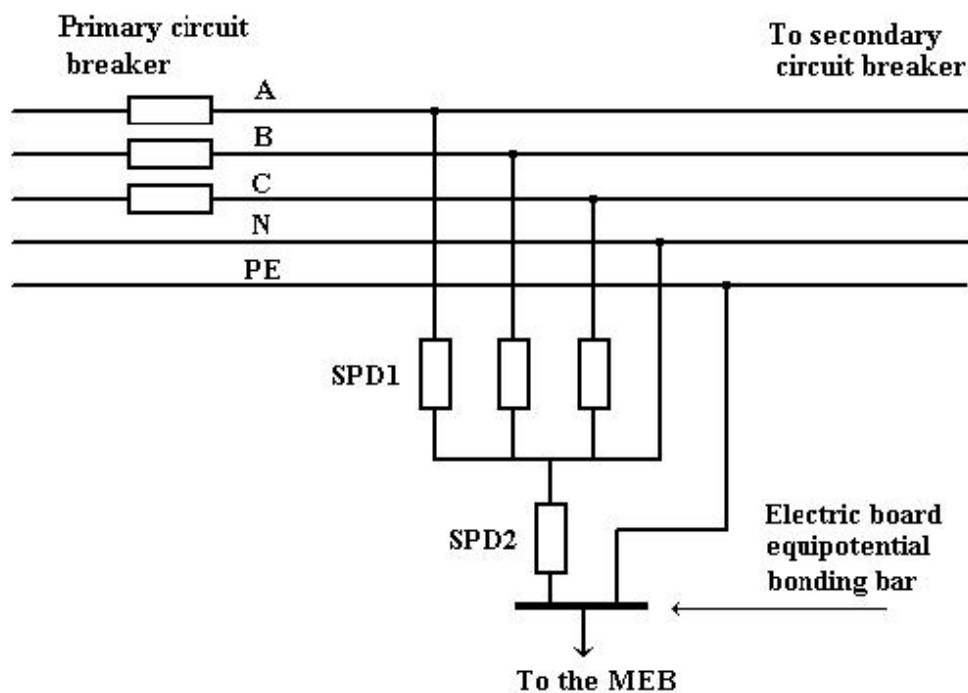
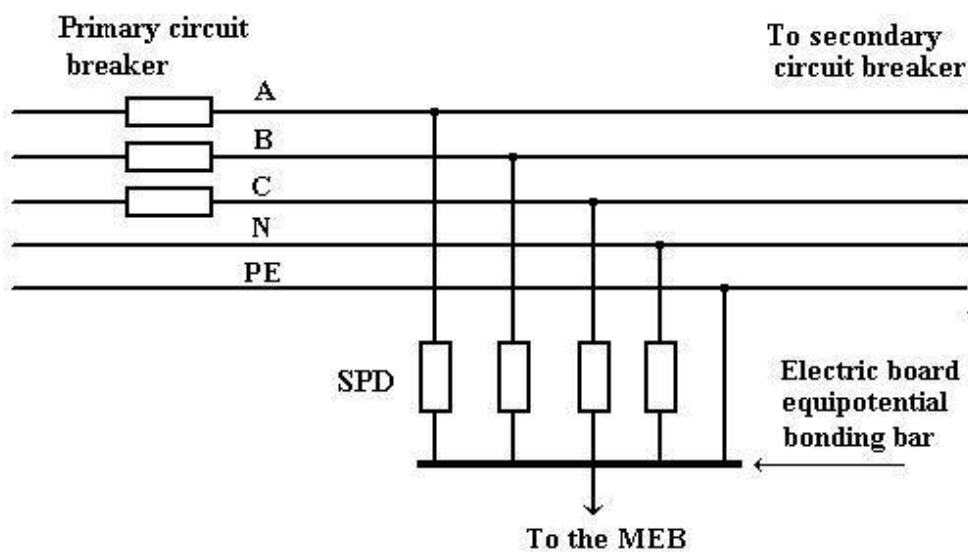


Figura 9 – Esquemas elétricos para a instalação de DPSs em sistemas TN-S, TT ou IT (Fonte: ITU-T K.56)

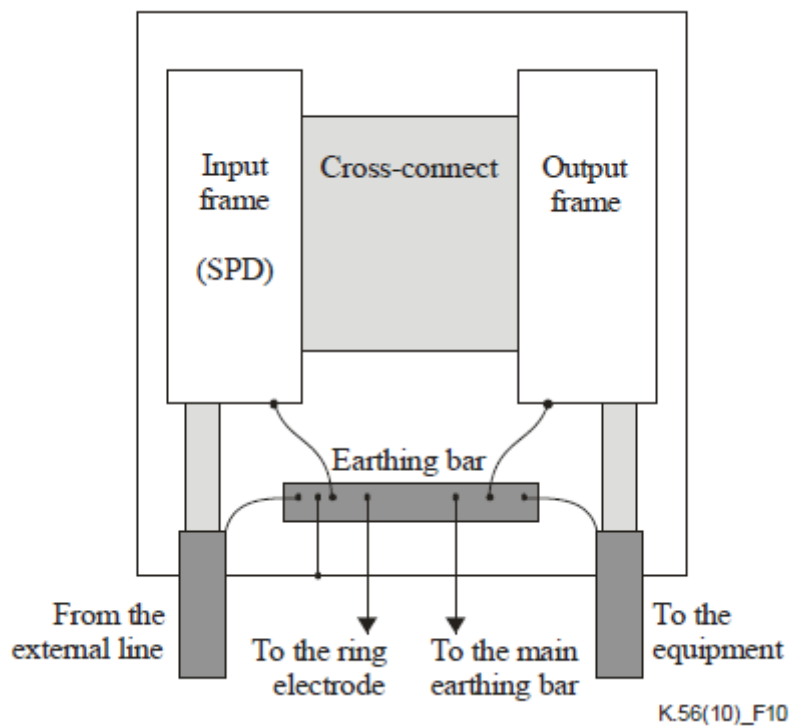


Figura 10 – Diagrama do quadro de distribuição de telecomunicações (Fonte: ITU-T K.56)

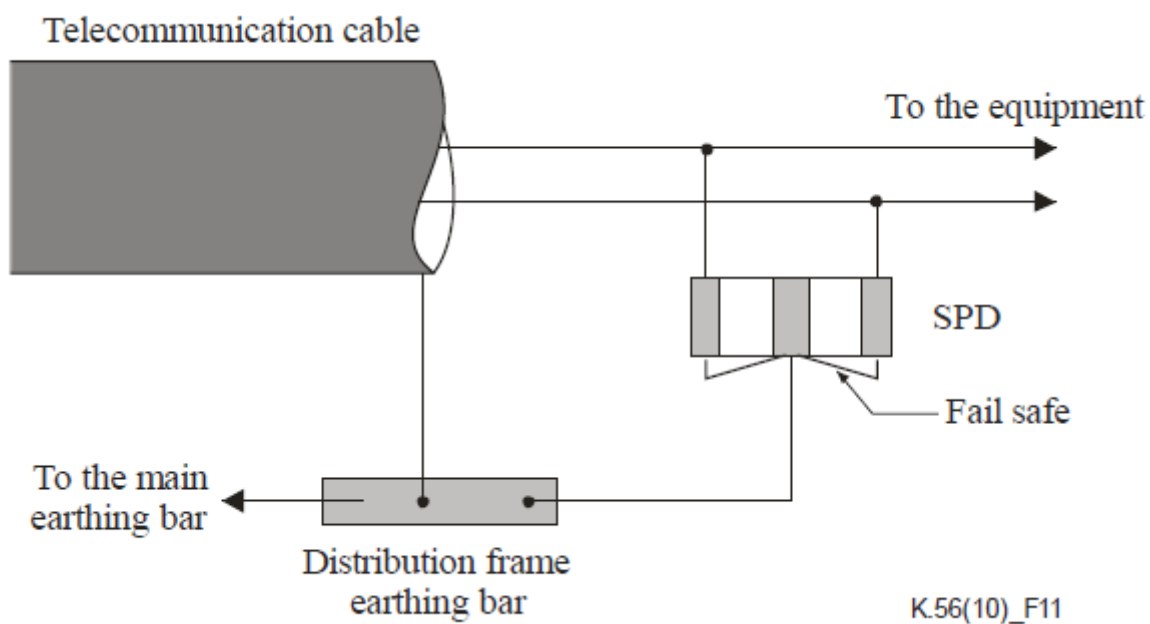


Figura 11 – Instalação do DPS no quadro de distribuição de telecomunicações (Fonte: ITU-T K.56)

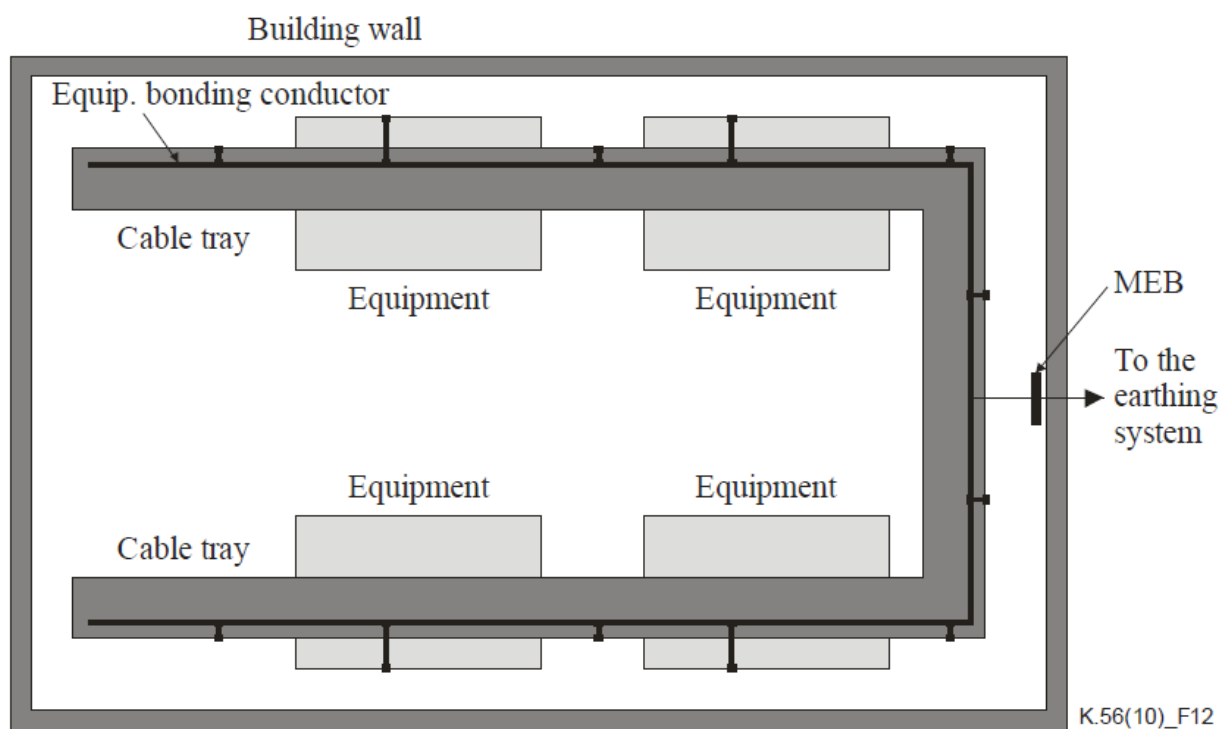


Figura 12 – Condutor de equipotencialização nas calhas de cabeamento (Fonte: ITU-T K.56)

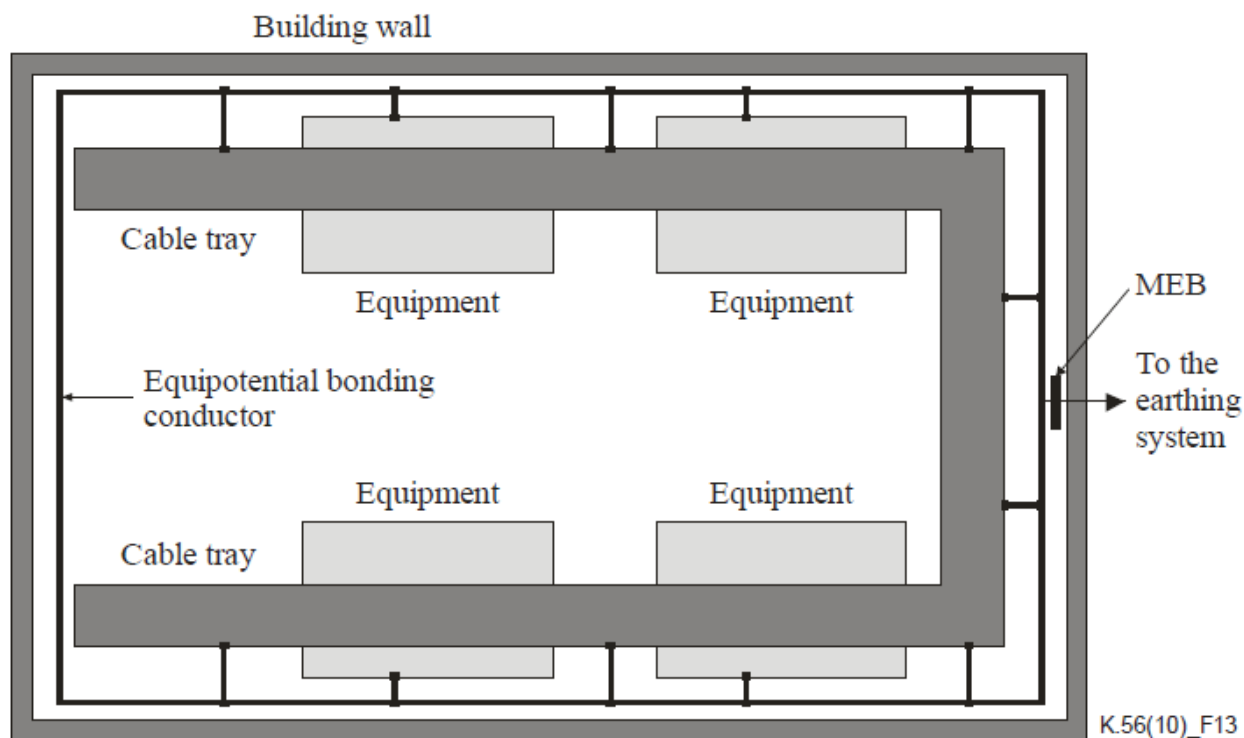


Figura 13 – Condutor de equipotencialização em forma de anel ao redor da sala (Fonte: ITU-T K.56)

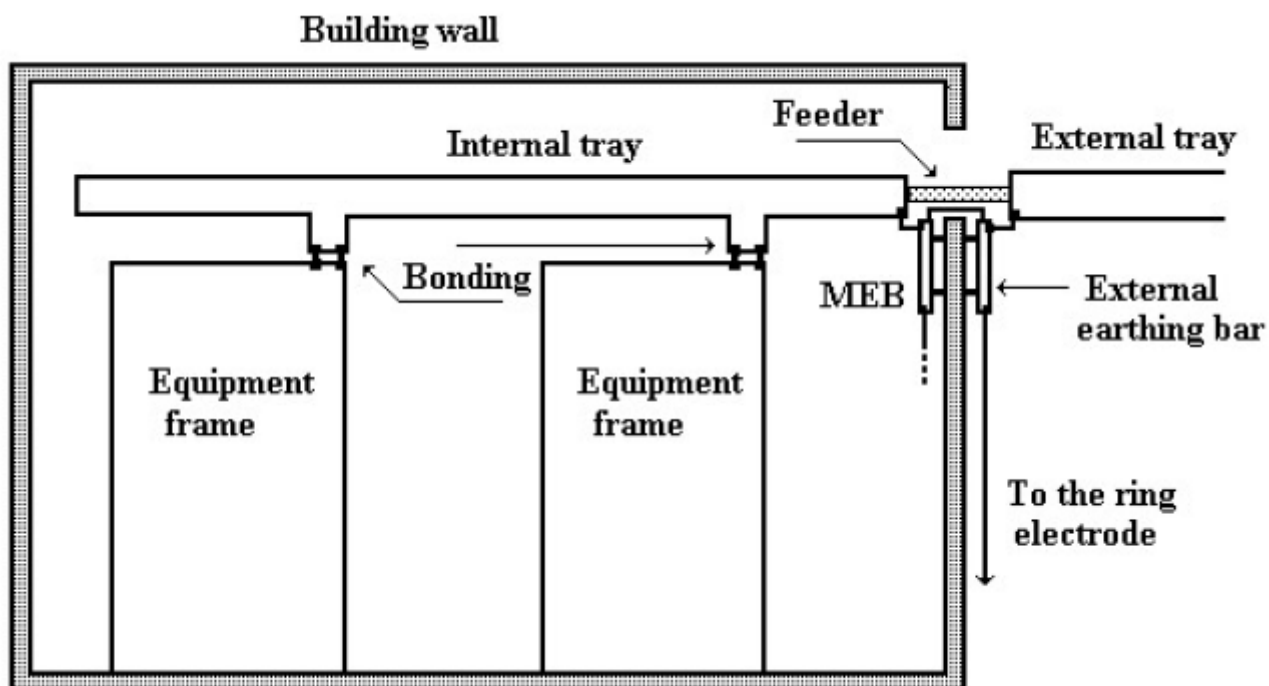


Figura 14 – Vista lateral da ERB mostrando a conexão entre a calha interna e as carcaças dos equipamentos (Fonte: ITU-T K.56)

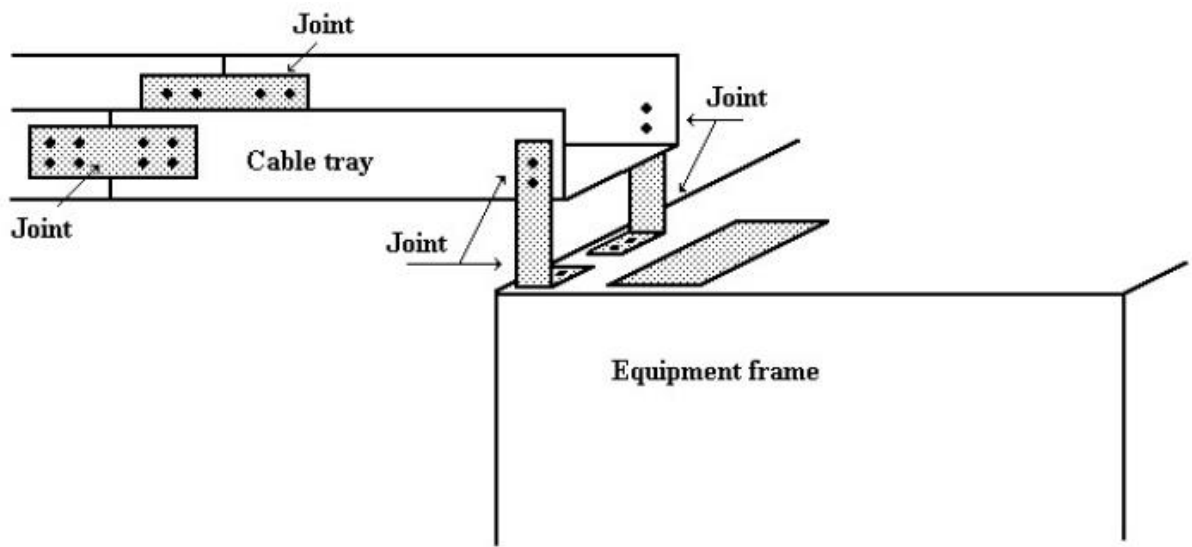


Figura 15 – Detalhe da continuidade elétrica em calhas e carcaça de equipamento (Fonte: ITU-T K.56)