

Noções de Interferência em Cabeamento Estruturado

Para começar

O objetivo deste capítulo é discutir os mecanismos de interferência entre circuitos aplicada ao cabeamento estruturado.

Vamos aprender como a interferência eletromagnética é gerada e o conceito de compatibilidade eletromagnética, que garante que equipamentos e sistemas elétricos convivam no mesmo ambiente sem que a operação de um cause falhas na operação do outro.

Vamos estudar os principais métodos empregados em sistemas de cabeamento estruturado para minimizar os efeitos da interferência eletromagnética que incluem, basicamente, blindagem e aterramento.

7.1 Interferência entre circuitos

Os mecanismos de interferência entre circuitos elétricos quaisquer também se aplicam a interferência entre cabos. Quando um cabo é exposto a campos elétricos e magnéticos, correntes e tensões são induzidas em seus condutores e podem causar falhas na transmissão dos sinais que se propagam por eles devido à introdução de ruído. O ruído acoplado ao canal em um sistema de cabeamento estruturado pode ter potência suficiente para degradar a qualidade de uma comunicação de voz ou para gerar erros em transmissões de dados.

A maior preocupação em sistemas de cabeamento estruturado é o acoplamento entre cabos elétricos e os cabos balanceados que pode acontecer devido ao acoplamento condutivo, capacitivo, indutivo ou combinações entre eles.

De forma bem simples, podemos entender o acoplamento condutivo como aquele que conecta dois circuitos (ou canais) por um condutor comum a ambos, o condutor terra, por exemplo. Nestes casos, um ruído pode passar de um circuito (ou canal) a outro pela terra. A Figura 7.1 mostra este tipo de acoplamento de ruído.

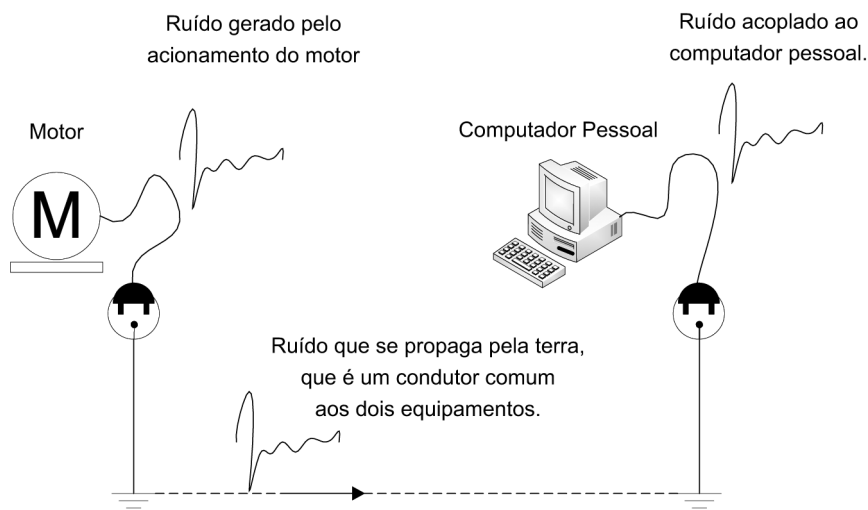


Figura 7.1 - Exemplo de acoplamento condutivo entre circuitos.

Um exemplo prático deste tipo de acoplamento que pode ser notado em casa é quando estamos assistindo a televisão e um liquidificador ou aspirador de pó é utilizado e provoca um “chuvisco” na imagem da TV. Como em uma transmissão balanceada a terra não é um condutor, esse tipo de interferência é menos comum em cabeamento estruturado.

Os acoplamentos indutivo e capacitivo representam a interferência eletromagnética de fato. Estes acoplamentos acontecem por causa dos campos magnético (H) e elétrico (E). O acoplamento indutivo ocorre devido ao campo magnético e o capacitivo, ao campo elétrico. Não vamos entrar em detalhes na discussão de como eles ocorrem, mas o importante é que o técnico entenda que estes mecanismos podem induzir ruído em cabos e outros circuitos, conforme mostrado na Figura 7.2.

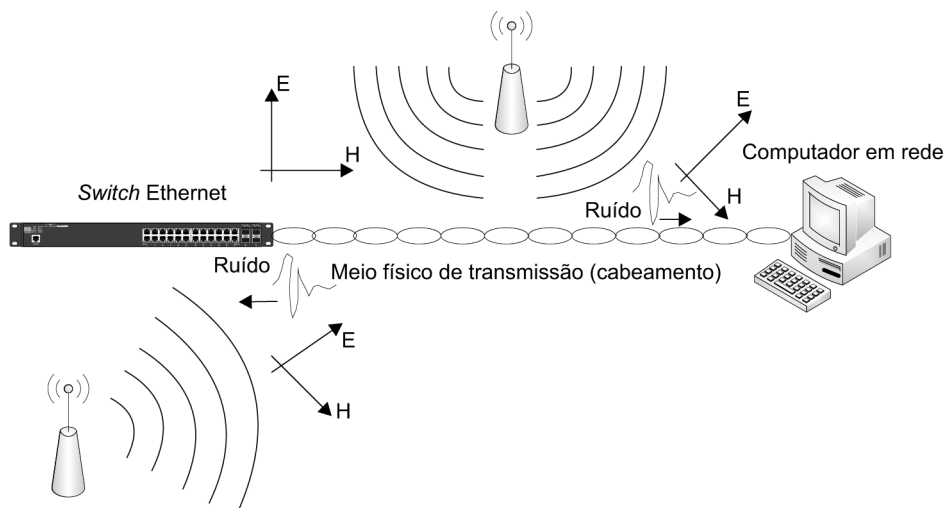


Figura 7.2 - Interferência por campos magnético e elétrico.

O cenário apresentado na Figura 7.2 é um bom exemplo de interferência eletromagnética causada pela presença de antenas, bem como outras fontes que emitem campos elétrico e magnético. Os cabos balanceados sem blindagem não apresentam proteção contra este tipo de interferência.

Como mencionado antes, não é nosso objetivo nesse capítulo detalhar os mecanismos de interferência eletromagnética e sim alertar o técnico que a interferência existe e pode afetar a transmissão de sinais no cabeamento estruturado.

Na verdade, todos os equipamentos, cabos e circuitos emitem e sofrem os efeitos da emissão de ruídos em suas proximidades. O que ocorre é que nem sempre estes ruídos causam danos a eles. Isso é devido à compatibilidade eletromagnética (EMC), que pode ser entendida como a habilidade de um equipamento eletroeletrônico ou sistema operar de forma adequada junto com outros equipamentos de mesmo tipo ou natureza em um mesmo ambiente, dentro de níveis de eficiência definidos em projetos.

A EMC pode ser definida como a habilidade de um componente ou sistema estar apto a suportar ou não ser afetado por dispositivos que geram interferência eletromagnética (EMI) presentes em suas proximidades. A compatibilidade eletromagnética está relacionada à imunidade à interferência eletromagnética dentro de certos limites.

A compatibilidade eletromagnética (EMC) leva em conta dois elementos fundamentais: dois ou mais sistemas que causam e sofrem interferência eletromagnética e que operam em um mesmo ambiente, porém sem que suas operações sejam afetadas de forma negativa, conforme mostra a Figura 7.3.

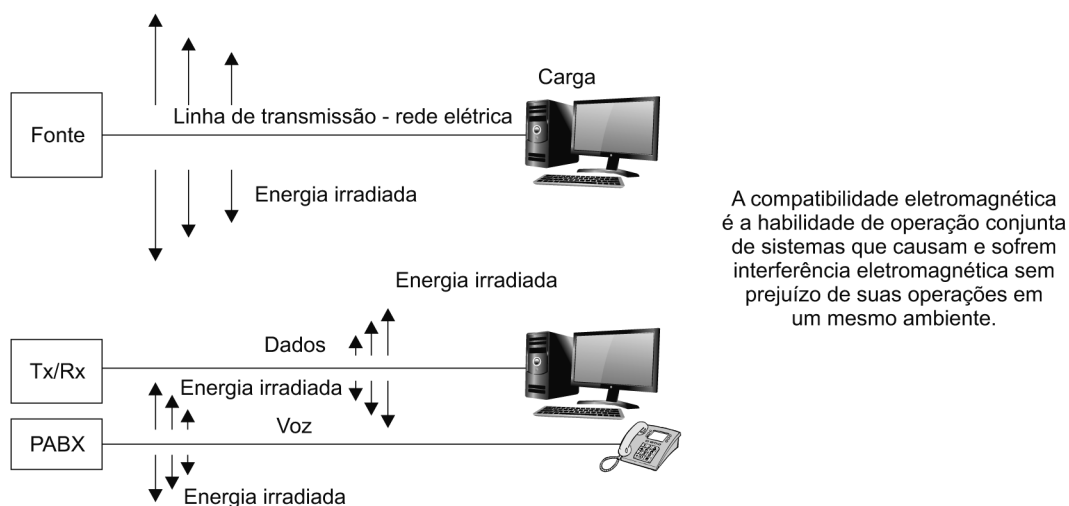


Figura 7.3 - Elementos da compatibilidade eletromagnética.

Para que sejam realmente compatíveis, os elementos ou componentes de um sistema não podem ser afetados e não podem afetar outros dispositivos do sistema. Caso isso ocorra, a operação de quaisquer dos sistemas não pode ser prejudicada ou inviabilizada devido à interferência eletromagnética gerada. Pode parecer simples, porém atingir esse objetivo pode ser relativamente difícil ou complicado.

Todos os dispositivos operados eletricamente ou eletronicamente que propagam corrente elétrica produzem campos elétrico e magnético, ou seja, todos aqueles existentes em quaisquer ambientes (doméstico, comercial e industrial). A interferência eletromagnética é composta pelo campo elétrico que existe quando a tensão elétrica está presente e o campo magnético que existe quando há circulação de corrente elétrica em um circuito.

Ambos os campos elétrico e magnético, determinam o nível e o tipo de interferência eletromagnética presentes em um sistema.

As formas mais simples e básicas para lidar com os campos elétrico e magnético indesejáveis são mostradas na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 - Campos elétrico e magnético e seus efeitos característicos

Elemento	Efeitos característicos
Campo elétrico	O campo elétrico faz com que as correntes fluam pela superfície dos sistemas ou circuitos interferidos. Essas correntes podem ser imediatamente bloqueadas ou conduzidas para a terra por materiais apropriados, bem como por meio de blindagem elétrica.
Campo magnético	É responsável pelo fluxo de correntes através da superfície dos sistemas ou circuitos interferidos. Esses campos magnéticos são normalmente gerados por fontes de baixas frequências e atenuados por materiais ferromagnéticos usados como barreiras em torno dos condutores que propagam as correntes interferentes.
A intensidade de campo de ambos os campos elétrico e magnético diminui à medida que a distância da fonte aumenta. Assim, a separação de circuito interferente e circuito interferido serve para diminuir os efeitos de ambos os campos.	

7.2 Blindagem e aterramento

Os sistemas de cabeamento estruturado, como sabemos, foram desenvolvidos com o propósito de unificar a infraestrutura de cabeamento para os diversos sistemas e serviços de telecomunicações e redes em edifícios comerciais. O meio físico padrão escolhido para a realização dessa técnica desde o princípio é o cabo de pares trançados (cabos balanceados) sem blindagem, de quatro pares.

Assim, tem sido comum encontrarmos cabos U/UTP em praticamente 100% das instalações de cabeamento estruturado. Algumas poucas instalações têm sido feitas com cabos blindados, porém os sistemas sem blindagem predominam.

Há alguns motivos para isso; talvez o primeiro deles seja por não ser necessário o uso de cabos blindados na maioria das instalações e para a maioria das aplicações, o custo (sistemas blindados têm um custo significativamente mais alto que os sistemas não blindados) e os fatores culturais, pois simplesmente não nos preocupamos com problemas relativos à interferência eletromagnética até nos depararmos com seus efeitos em uma dada situação.

De qualquer forma, este é o cenário que se observa na grande maioria das instalações de cabeamento estruturado em todo o mundo. Nos Estados Unidos e em toda a América Latina, os sistemas não blindados predominam. Há vários países da Europa que seguem esse mesmo modelo. Na verdade, são poucos os países que adotam sistemas blindados no cabeamento estruturado de edifícios comerciais.

A preferência por cabos sem blindagem em sistemas de cabeamento estruturado não chega a ser um problema. O problema está em utilizá-lo como meio físico padrão para qualquer situação e em qualquer ambiente sem uma análise prévia de potenciais riscos devido à interferência eletromagnética. Nos Estados Unidos, por exemplo, os sistemas de distribuição de alimentação elétrica dentro dos edifícios são feitos com cabos blindados, o que permite uma menor preocupação com a blindagem dos cabos usados no cabeamento estruturado. Por isso, quase todos os sistemas de cabeamento nos Estados Unidos são feitos com cabos U/UTP.

Com o avanço tecnológico das aplicações de altas velocidades em redes locais, os sistemas blindados passam a ser não somente mais seguros para a implementação de certas aplicações, como necessários. Este é o caso da aplicação 10 GBASE-T (Ethernet a 10 Gb/s), que apresenta melhor desempenho quando implementada em sistemas Categoria 6A/Classe E_A com cabos F/UTP (blindados).

Quais são as formas de redução dos efeitos da interferência em cabeamento estruturado?

Os efeitos da interferência eletromagnética em sistemas de cabeamento metálico podem ser reduzidos pelo uso de balanceamento, filtragem (de ruídos), blindagem e aterramento. O balanceamento é feito pelo trançamento dos pares (conforme estudamos no Capítulo 2) e a filtragem consiste no uso de filtros específicos para eliminar o ruído (os filtros são construídos na eletrônica dos equipamentos ativos). Portanto, não são técnicas de instalação e sim de construção dos cabos e equipamentos ativos, respectivamente.

A blindagem e o aterramento são técnicas relacionadas à instalação. O uso de cabos blindados e aterrados de forma correta contribui de forma eficiente para a redução dos efeitos da interferência eletromagnética em cabeamento estruturado.

A blindagem é uma técnica eficiente tanto para reduzir ou prevenir o acoplamento de ruído em um dado sistema que desejamos proteger, quanto minimizar o nível de emissão de um sistema em seu ambiente de operação.

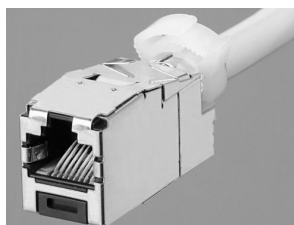
Quando utilizamos cabos blindados no cabeamento estruturado, todos os seus componentes devem ser blindados, tais como *patch panels*, tomadas RJ45 e *patch cords*. A Figura 7.4 mostra exemplos de *patch panels* blindados.



Figura 7.4 - Exemplos de *patch panel* blindado (a) e painel modular blindado (b).

O *patch panel* mostrado na Figura 7.4a é um *patch panel* convencional com portas RJ45, porém blindadas. O componente mostrado na Figura 7.4b é um *patch panel* modular para tomadas RJ45 blindadas, ou seja, é uma placa metálica com as mesmas dimensões de um *patch panel* para instalação em *racks* que recebe tomadas blindadas individuais. A Figura 7.5 mostra um exemplo de tomada RJ45 blindada modular para uso em *patch panels* modulares e nas áreas de trabalho.

Conforme mencionado antes e especificado pelas normas, os *patch cords* utilizados em cabeamento blindado devem ser também blindados. A Figura 7.6 mostra um detalhe de um *patch cord* blindado.



Tomada RJ45 blindada. A blindagem do cabo deve ser terminada na blindagem do conector para garantir sua eficiência.



Detalhe que mostra um plugue blindado usado em *patch cords* blindados.

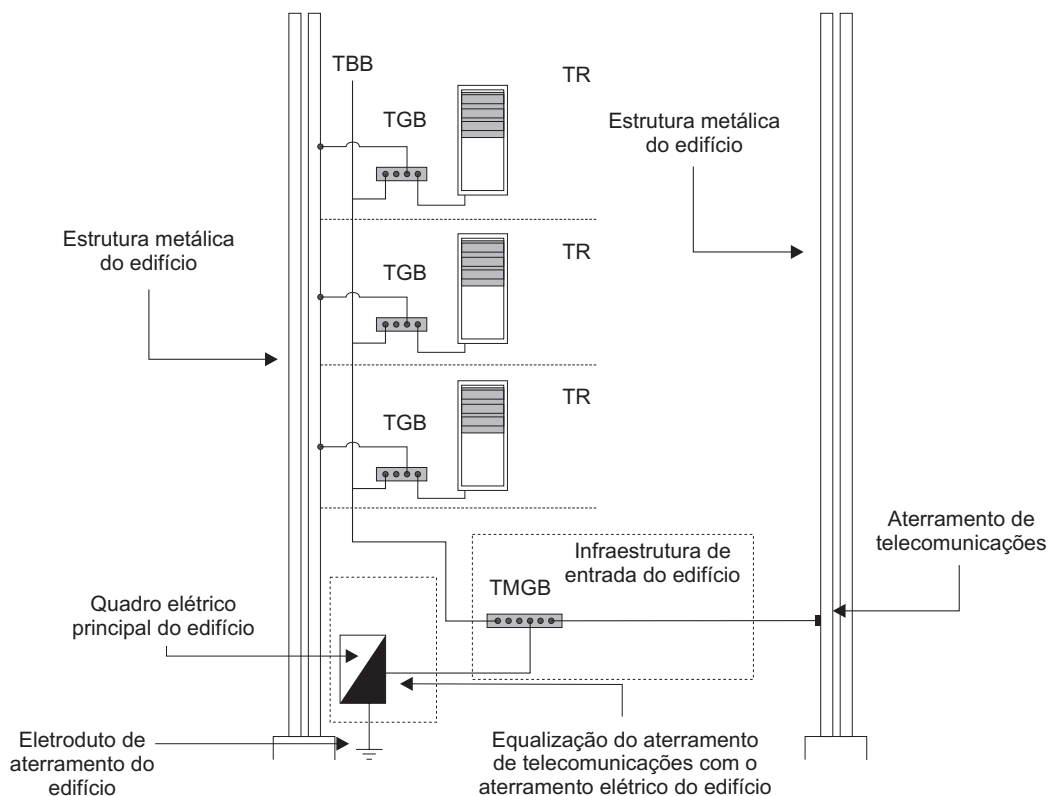
Figura 7.5 - Exemplo de uma tomada RJ45 blindada.

Figura 7.6 - Detalhe de um *patch cord* blindado.

O cabeamento blindado também deve ser certificado. Os parâmetros de testes são os mesmos do cabeamento balanceado sem blindagem, porém no caso de sistemas blindados, a continuidade da blindagem deve ser medida. A continuidade da blindagem indica que ela está terminada em ambas as extremidades do cabeamento instalado, o que é uma especificação de normas.

Agora que sabemos como instalar um cabeamento blindado e que a blindagem do cabo deve ser aterrada, vamos estudar os critérios que se aplicam ao aterramento.

A Figura 7.7 mostra a topologia de aterramento para cabeamento estruturado e telecomunicações.



TBB: Backbone de equalização de aterramento de telecomunicações
TGB: Barramento de aterramento de telecomunicações
TMGB: Barramento principal de aterramento de telecomunicações
TR: Sala de telecomunicações

Figura 7.7 - Topologia de aterramento de cabeamento estruturado e telecomunicações do edifício.

A topologia apresentada na Figura 7.7 é baseada nas especificações da norma ANSI/TIA-607-B, porém a topologia de aterramento especificada pela norma brasileira ABNT NBR 5410 é bastante similar a esta.

Pontos de conexão ao aterramento para os sistemas de cabeamento estruturado e telecomunicações devem estar presentes na infraestrutura de entrada do edifício, na sala de equipamentos e nas salas de telecomunicações (os espaços de telecomunicações e redes são tratados no Capítulo 4). Para a equipotencialização do aterramento (colocação de todo o aterramento do edifício a um mesmo potencial elétrico), os encaminhamentos metálicos usados para o lançamento dos cabos do cabeamento estruturado, as blindagens dos cabos, os condutores de aterramento, bem como os componentes de conexão, devem estar conectados entre si nos espaços de telecomunicações do edifício.

Podemos identificar os seguintes elementos do sistema de aterramento de cabeamento estruturado e telecomunicações:

- » **TMGB (Barramento principal de aterramento de telecomunicações):** Serve como extensão do eletrodo de aterramento do sistema de aterramento de telecomunicações do edifício. O TMGB é também o ponto central de conexão ao TBB (*Backbone* de equalização de aterramento de telecomunicações). Deve haver um único TMGB por edifício e localizado na infraestrutura de entrada de telecomunicações do edifício.
- » **TGB (Barramento de aterramento de telecomunicações):** Deve estar presente nos espaços de telecomunicações em todo o edifício para conexão do cabeamento estruturado ao seu sistema de aterramento. Deve haver um TGB em cada sala de telecomunicações e na sala de equipamentos. Os TGBs devem ser conectados ao TMGB por meio do TBB. Fisicamente, um TGB é semelhante a um TMGB, porém com dimensões diferentes. A Figura 7.8 mostra um exemplo de um TGB em uma sala de equipamentos.

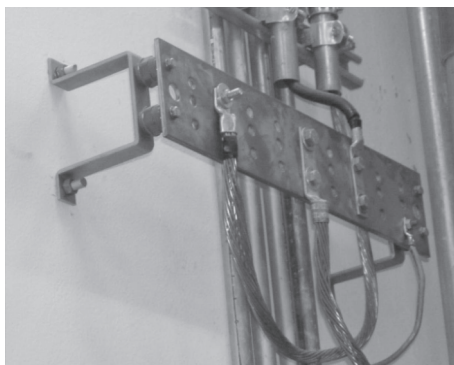


Figura 7.8 - Exemplo de um TGB em uma sala de equipamentos.

- » **TBB (*Backbone* de equalização de aterramento de telecomunicações):** É o barramento que interconecta todos os TGBs ao TMGB. Em termos mais simples, este é o segmento de cabo originado no barramento principal de aterramento de telecomunicações do edifício (posição onde são instalados os eletrodos de aterramento do edifício) e distribuído por todo o edifício. Cada barramento de aterramento de telecomunicações (TGB) deve

ser conectado ao TBB em cada espaço de telecomunicações do edifício (salas de telecomunicações e sala de equipamentos). A bitola do condutor do TBB do edifício deve ser dimensionada de acordo com o comprimento máximo do *backbone* de equalização de aterramento de telecomunicações (TBB). A Tabela 7.2 traz informações sobre o dimensionamento do condutor do TBB.

Tabela 7.2 - Dimensionamento do condutor do TBB

Comprimento linear do TBB (m)	Bitola do TBB (AWG)	Bitola do TBB (mm ²)
Inferior a 13	6	13
De 14 a 20	4	21
De 21 a 26	3	27
De 27 a 33	2	34
De 34 a 41	1	42
De 42 a 52	1/0	54
De 53 a 66	2/0	67
Superior a 66	3/0	85

O TBB deve ser conectado ao TMGB e tem como função reduzir ou equalizar as diferenças de potencial entre os sistemas de telecomunicações do edifício; ele não deve ser dimensionado para ser utilizado como condutor de equalização do sistema elétrico do edifício, ou seja, deve ser dedicado aos sistemas de telecomunicações e redes.

Os condutores do TBB devem ser protegidos contra danos físicos e mecânicos e não devem ter emendas, porém quando necessário, emendas devem ser feitas com solda exotérmica, conectores de compressão não reutilizáveis e estar localizadas nos espaços de telecomunicações devidamente protegidas, identificadas e acessíveis para manutenção.

Fique de olho!

No Brasil, já faz algum tempo que a bitola de condutores elétricos é dada em mm². As normas brasileiras para instalações elétricas, aterramento, proteção contra descargas elétricas atmosféricas, proteção contra sobretensões etc, especificam as bitolas dos condutores em mm². No entanto, mesmo no Brasil, os cabos para uso em telecomunicações, bem como sistemas relacionados a eles, têm suas especificações de bitola em AWG.

Para a conexão de *racks*, gabinetes, *patch panels*, bem como outros componentes ao sistema de aterramento de telecomunicações do edifício, kits de aterramento como aquele mostrado na Figura 7.9 são recomendados.



Cortesia: Panduit do Brasil

Figura 7.9 - Kit de aterramento para *racks* e componentes do cabeamento estruturado.

A Figura 7.10 mostra um exemplo de conexão de um *switch* Ethernet instalado em um *rack* em uma sala de equipamentos ao sistema de aterramento de telecomunicações.

Detalhe da conexão do *chassis* de um *switch* Ethernet ao sistema de aterramento de telecomunicações por meio de um rabicho de aterramento com terminal preso ao *chassis* do *switch* por parafusos.

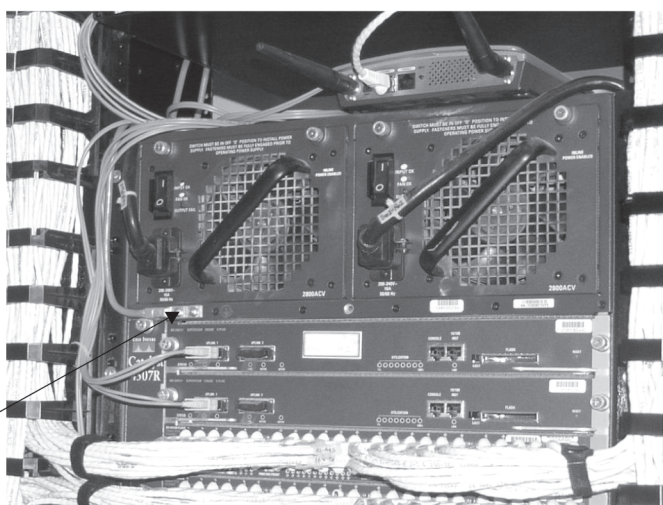


Figura 7.10 - Exemplo de uma instalação real que mostra a conexão do *chassis* de um *switch* Ethernet ao sistema de aterramento de telecomunicações.

Vamos recapitular?

Neste capítulo foram estudados os conceitos de interferência eletromagnética aplicada ao cabeamento estruturado. Estudamos as técnicas para minimizar os efeitos da interferência eletromagnética em cabos e vimos que a blindagem é a mais eficiente delas em cabeamento estruturado. Como a eficiência da blindagem depende de um bom sistema de aterramento, estudamos as especificações das normas para aterramento de sistemas de telecomunicações e redes em edifícios e sua topologia de implementação.