

# EMC e proteção contra raios

*Roberto Menna Barreto*

*A proteção de sistemas de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos (raios) é normalmente considerada fora da área EMC (EMC – Electromagnetic Compatibility) uma vez que na área EMC objetivamos evitar **interferências** enquanto que na proteção contra raios objetivamos evitar **avarias** de circuitos. Entretanto, técnicas EMC são necessárias à proteção contra raios e as medidas de proteção contra raios têm necessariamente que estar integradas com as demais técnicas EMC usadas para a instalação do sistema de telecomunicações. Sob esta perspectiva torna-se evidente a importância do sistema de aterramento na proteção de instalações de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos*

*Lightning protection is many times considered to be out of the EMC dominion as EMC deals with interference and lightning protection deals with damage of circuits. However, EMC techniques are necessary for lightning protection and the protective measures used for lightning protection must be integrated in all the EMC techniques used for the telecommunication systems. Under this perspective it is quite clear that the grounding system plays a major role in protecting a telecommunication facility against lightning and its effects.*

## 1 Proteção contra descargas atmosféricas e seus efeitos

Dentre as diferentes fontes de perturbação eletromagnética (EM) que podem afetar a operação de sistemas de telecomunicações, as descargas atmosféricas (raios) certamente se constituem na mais importante delas. Isto deve-se ao fato de que as características das instalações de telecomunicações, muitas vezes localizadas em áreas remotas e espalhadas por toda uma grande área geográfica, fazem com que os sistemas de telecomunicações se tornem bastante vulneráveis a qualquer raio que ocorra na região.

Para a proteção de sistemas de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos deverão ser consideradas todas as possíveis entradas de energia EM [1], incluindo:

**Proteção das estruturas contra descargas diretas** – onde deve ser implementado um SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) tendo em consideração as diferentes estruturas (torres de antenas, prédios, etc.) instaladas num determinado local (resistividade do solo, índice cerâmico, etc.). A eficiência do SPDA implementado deve estar de acordo com a análise de risco a ser desenvolvida (ref.: NBR 5419 Fev 2001).

**Proteção contra pulsos EM** – a proteção contra pulsos EM (LEMP - Lightning Electromagnetic Pulse) também deve ser objetivada pelo projeto do SPDA, muito embora uma maior parte das medidas de proteção possam ser realizadas pela própria topologia do sistema.

**Perturbações EM nos cabos de comunicação** – onde deve ser estimado o *risco de avarias* levando-se em consideração as características do cabo (aéreo ou enterrado, blindado ou não, comprimento, tipo de isolamento, etc.) e o ambiente em que está instalado (resistividade do solo, área rural ou não, etc.). Uma vez identificados o cabo e sua instalação, é possível se calcular a necessidade de medidas de proteção, que podem incluir o uso de DPS's (Dispositivo de Proteção contra Surtos) ou outras

alternativas, por forma a garantir que o cabo e os equipamentos interligados se apresentem dentro dos limites para o *risco de avarias tolerado*, a ser definido pelo operador do sistema. Surtos de tensão e corrente induzidos por descargas indiretas (aquelas que não atingem diretamente as estruturas do sistema de telecomunicações mas que, por acoplamento resistivo ou indutivo, ocasionam o aparecimento de tensões/correntes no sistema) é a principal causa de avarias em equipamentos de telecomunicações.

**Sistema de aterramento** – onde devem ser levados em consideração os requisitos indicados pelo projeto do SPDA como também as necessidades (EMC) para operação dos vários equipamentos de telecomunicações instalados. A esse respeito deve-se observar que a idéia de uma baixa resistência de terra não significa proteção contra descargas atmosféricas - é muito mais importante uma configuração apropriada para “dissolver” homogeneamente as correntes oriundas de descargas atmosféricas, evitando a ocorrência de potenciais de risco, que um baixo valor de resistência para a terra, muito embora um baixo valor deve ser objetivado sempre que for técnico-economicamente viável.

O sistema de aterramento é também o principal mecanismo de proteção contra os campos EM originados pelas correntes das descargas atmosféricas.

**Sistema de energia** – onde a rede pública de distribuição de energia AC deve ser considerada como uma ligação do sistema de telecomunicações a várias fontes de perturbação EM além da própria fonte de energia. Devem ser levados em conta neste aspecto tanto as variações de tensão (sobretensão, “flickers”, harmônicos, etc.) como os surtos de tensão/corrente (gerados por descargas atmosféricas ou chaveamento de cargas indutivas).

## 2 EMC e proteção contra raios

Compatibilidade Eletromagnética (**EMC** – Electromagnetic Compatibility) pode ser definida como a capacidade de um dispositivo, unidade de equipamento ou sistema, para funcionar satisfatoriamente no seu ambiente eletromagnético sem introduzir, ele próprio, perturbações eletromagnéticas intoleráveis naquele ambiente.

Para se eliminar problemas de interferência eletromagnética (EMI – Electromagnetic Interference), e obter uma configuração EMC, temos inicialmente que identificar a *fonte de perturbação eletromagnética* (o que está gerando as perturbações eletromagnéticas, que tanto pode ser interna como externa ao sistema), o mecanismo de *acoplamento* (como que as perturbações eletromagnéticas geradas são acopladas ao circuito) e o *receptor* (o circuito que está sendo afetado). Então é possível solucionar o problema trabalhando-se num ou mais destes componentes para se reduzir o ruído acoplado.

Uma configuração EMC é assegurada com certa facilidade numa instalação de telecomunicações exigindo-se que cada unidade de equipamento cumpra com normas EMC, as quais abordam tanto o aspecto de *emissão* (o equipamento se constituindo numa fonte de perturbação EM) como de *imunidade* (o equipamento não sendo afetado por perturbações EM no ambiente). Estas normas EMC (ref.: resolução da ANATEL n° 237 de 9 de Novembro de 2000 – Regulamento para certificação de equipamentos de telecomunicações quanto aos aspectos de compatibilidade eletromagnética) permitem assim uma certa liberdade na instalação dos vários equipamentos, evitando a ocorrência de problemas de EMI causados por fontes internas (unidades de equipamento) e mesmo para a maior parte das fontes externas.

Entretanto, quando as descargas atmosféricas são consideradas como fonte de perturbação EM para uma análise EMI, existem inúmeras possibilidades para o acoplamento de perturbações eletromagnéticas de grande intensidade nos circuitos eletrônicos, as quais podem causar não somente EMI como também avarias numa dada instalação de telecomunicações. E o cenário irá se modificar de acordo com as características da instalação e dos parâmetros da descarga.

Por estas razões a proteção contra raios é normalmente colocada fora do domínio EMC, muito embora as mesmas técnicas se apliquem para resolver o problema!

Para a proteção de sistemas de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos são usadas técnicas EMC numa base probabilística, onde o principal trabalho a ser desenvolvido reside no mecanismo de *acoplamento*, uma vez que normalmente não estamos aptos para modificar a fonte (as próprias descargas) nem o receptor (uma unidade de equipamento).

### 3 A importância do sistema de aterramento

Perturbações EM são acopladas em circuitos eletrônicos através de três mecanismos básicos: acoplamento capacitivo (campos elétricos), acoplamento indutivo (campos magnéticos) e acoplamento por impedância comum (de aterramento).

Praticamente todas as técnicas que se aplicam para a eliminação destes mecanismos de acoplamento, assim como filtragem, blindagem, balanceamento, etc., são relacionadas com o sistema de aterramento. Por exemplo, para se evitar o acoplamento de campos magnéticos em cabos de sinal, a técnica básica é a eliminação da área do "loop" definida pelo fluxo de corrente – uma blindagem pode ser usada neste sentido mas seu uso é orientado para a redução da área do "loop", isto é, como a blindagem é "aterrada".

Desta forma, o sistema de aterramento assume o principal papel na proteção de uma instalação de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos, e deve ser projetado para:

1. Evitar que perturbações EM de grande intensidade sejam acopladas nos circuitos;
2. Evitar que as perturbações EM acopladas nos circuitos possam ocasionar surtos de tensão e corrente perigosos para os circuitos.

Embora pareçam existir diferentes sistemas de aterramento numa dada instalação de telecomunicações (tais como: sistema de terra da distribuição de energia AC; sistema de terra da distribuição de energia DC; sistema de terra de radiofrequência; sistema de terra de sinal; sistema de terra do pára-raios; etc.) e diferentes "pontos de terra" para serem "aterrados" nestes "sistemas de terra" (tais como: terra lógico; terra da carcaça dos equipamentos; terra da blindagem dos cabos; terra de sinal; etc.), deve existir somente um único sistema de aterramento para realizar todas estas diferentes *funções*.

### 4 Uma metodologia para o sistema de aterramento

Por forma a responder aos objetivos apresentados acima na proteção de uma instalação de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos, é conveniente a aplicação do conceito de *zonas de proteção*. Nesta abordagem, ambientes eletromagnéticos (onde os equipamentos irão operar) são sucessivamente aprimorados controlando-se a propagação das perturbações EM geradas por raios de uma zona para outra, através de blindagem eletromagnética. O efeito de blindagem é obtido em cada zona de proteção através de uma configuração apropriada do sistema de aterramento.

#### 4.1 A contribuição da cablagem para o sistema de aterramento

No que se refere aos cabos internos a uma instalação de telecomunicações, a maior dificuldade reside em lidar com as correntes em modo comum, uma vez que o fluxo de corrente não é tão fácil de ser identificado já que depende de um grande número de variáveis assim como frequência, disposição física dos componentes, campos eletromagnéticos, etc. [2]. A implementação de diferentes caminhos alternativos para a circulação de correntes é uma das medidas que poderão ser adotadas uma vez que as correntes irão sempre seguir os caminhos nos quais o fluxo abrangido é mínimo. Para o controle do acoplamento de correntes no modo comum (como aquelas normalmente induzidas por raios) é então

bastante conveniente o roteamento dos cabos de energia e sinal próximos a um condutor “aterrado”. Este “condutor de terra em paralelo”, por exemplo uma bandeja para a passagem de cabos aterrada em ambos os extremos, irá desviar correntes em modo comum dos circuitos em modo diferencial, cabos ou sua blindagem.

No que se refere aos cabos externos, DPS’s são normalmente usados em todos os cabos que entram nas instalações de telecomunicações, tais como cabos de energia, linhas de telefone, cabos de antenas, etc., com o objetivo de garantir que o nível dos surtos de tensão e corrente seja menor que o nível de suportabilidade dos equipamentos.

Torna-se assim conveniente que, para uma melhor proteção de instalações de telecomunicações contra raios, todos os cabos dentro de uma zona de proteção corram junto ao “sistema de aterramento”, o qual deve ser expandido por toda a área da zona de proteção (para evitar a criação de grandes áreas de “loops” de corrente), e que todos os cabos entrem em cada zona de proteção por um único ponto, onde estarão instalados os DPS’s (para evitar diferenças de potencial).

## 4.2 A contribuição de DPS’s para o sistema de aterramento

O uso de DPS’s (Dispositivo de Proteção contra Surtos) é na verdade um último recurso de aterramento para se evitar avarias nos circuitos quando, devido às características da instalação, é possível a ocorrência de sobretensões superiores ao nível de suportabilidade (resistibilidade) dos cabos e equipamentos interligados (um DPS é, essencialmente, uma conexão transitória ao sistema de aterramento).

DPS’s são normalmente instalados próximos aos equipamentos a serem protegidos, mas isto não é necessariamente o caso para todas as situações. Muitas vezes DPS’s são instalados ao longo do cabo de comunicação para dividir o comprimento do cabo por forma a reduzir a amplitude dos surtos de tensão e corrente acoplados.

Quando pretende-se a utilização de DPS’s (para limitar as sobretensões transitórias e desviar as correntes de surto para fora dos equipamentos protegidos) é fundamental um maior cuidado nas suas instalações. Deve-se lembrar que as correntes de surto desviadas sempre vão para algum lugar no circuito. Elas simplesmente não desaparecem! O sistema de aterramento é o destino destas correntes.

Por exemplo, as correntes induzidas por descargas atmosféricas em cabos de comunicação metálicos, que são conectados a uma instalação de telecomunicações, podem ser *desviadas para terra* através do uso de DPS’s, normalmente instalados na entrada da estação (DG, Repartidor, MDF), por forma a proteger os equipamentos instalados. Porém, o *percurso de circulação destas correntes* que foram desviadas pelos DPS’s pode favorecer o aparecimento de tensões perigosas para os equipamentos instalados, através de radiação ou impedância comum de aterramento, de acordo com as características físicas do percurso de descarga.

Torna-se assim conveniente que as correntes desviadas pelos DPS’s fluam para a mesma referência do circuito protegido (não necessariamente para o sistema de eletrodos de terra) e que o caminho de descarga seja o mais direto possível (menor indutância) para evitar a criação de diferenças de potencial.

## 5 Conclusão

A proteção de sistemas de telecomunicações contra raios é, basicamente, um sinônimo para EMC, e EMC é, essencialmente, um sistema de aterramento adequado.

Atualmente ainda não existe disponível uma metodologia geral, que possa suportar o projeto de sistemas de aterramento por forma a garantir uma configuração EMC, devido às muitas variáveis envolvidas.

A aplicação das diretrizes apresentadas neste trabalho poderá nortear a implementação de sistemas de aterramento apropriados à proteção de sistemas de telecomunicações contra descargas atmosféricas e seus efeitos.

## Referências Bibliográficas

- [1] R. Menna Barreto, "The protection of telecommunication systems", *Proceedings of the 5th<sup>h</sup> International Symposium on Lightning Protection*, pp. 73-76, São Paulo, Brazil, Maio 1999.
- [2] R. Menna Barreto, "EMC for telecommunication system earthing", *Proceedings of the International Conference on Grounding and Earthing*, pp. 149-152, Belo Horizonte, Brasil, Janeiro 2000.
- [3] R. Menna Barreto, "Grounding for telecommunications systems", ITEM 2001 *The International Journal of EMC*, pp. 126-131, USA, Janeiro 2001.