

Avaliação da qualidade de energia elétrica de um centro cirúrgico

Por João Cesar Okumoto

Estudo analisou as harmônicas e os problemas de interferência eletromagnética das instalações elétricas do centro cirúrgico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.



Há anos, o centro cirúrgico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul atende à população regional, além de servir como local para as atividades dos cursos de graduação. Sua infraestrutura passou por diversas modificações para a melhoria do atendimento e para fornecer condições de trabalho adequadas aos funcionários.

Devido à impossibilidade de parar as atividades essenciais, a maioria das reformas realizadas em suas instalações foi feita sem o cumprimento de normas técnicas. Além disso, a evolução de novas tecnologias tem sido acompanhada por distúrbios de qualidade de energia, como harmônicas, que podem interferir no funcionamento dos equipamentos. O objetivo deste trabalho foi a elaboração de um diagnóstico identificando deficiências nas instalações elétricas e de equipamentos ligados a ela, que possam comprometer as atividades e a segurança de pacientes e funcionários. A metodologia do trabalho fundamentou-se em levantamentos de informações em campo e medições de harmônicas.

Foram propostas algumas medidas de mitigação, prevenção e correção de alguns problemas e salientou-se a necessidade de profissionais habilitados em engenharia clínica para atender ao hospital.

A qualidade da energia elétrica é um tema que vem promovendo diversas discussões por parte dos profissionais na área de engenharia elétrica, concessionárias de energia, fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos e consumidores finais. Neste segmento, podem-se englobar as indústrias, as residências, as estações de telecomunicações e EASs. O assunto está ligado a um conjunto de alterações que tem ocorrido, devido a inúmeros fatores, no fornecimento de energia aos consumidores.

Os seguintes motivos justificam as preocupações decorrentes:

- Os equipamentos recentemente utilizados são mais sensíveis às variações na qualidade do suprimento elétrico do que aqueles usados antigamente;

- A utilização cada vez maior da eletrônica de potência na fabricação de equipamentos;
- O interesse pela conservação e melhor aproveitamento da energia elétrica.

Energia elétrica de boa qualidade é aquela que garante o funcionamento contínuo, seguro e adequado dos equipamentos elétricos e processos associados, sem afetar o meio ambiente e o bem-estar das pessoas.

Instalações elétricas alimentadas com tensões senoidais e equilibradas, com frequência e amplitudes constantes e de certa forma permanente, estarão operando com energia elétrica com uma qualidade ideal conforme Figura 1.

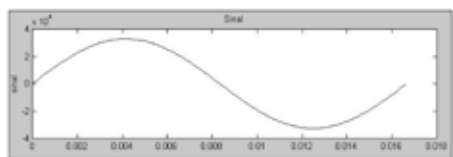


Figura 1 – Sinal senoidal (60 Hz).

O objetivo do estudo da qualidade de energia elétrica é detectar e analisar, tanto quantitativamente quanto qualitativamente, os distúrbios existentes em seus sinais de corrente e tensão e, a partir daí, propor medidas de prevenção, correção ou mitigação para que se torne seguro e adequado o funcionamento de equipamentos eletroeletrônicos e as atividades associadas.

Podemos relacionar alguns distúrbios relacionados à qualidade de energia elétrica que interferem diretamente no funcionamento de equipamentos eletroeletrônicos, tais como: variações transitórias de tensão, surtos de tensão, recortes na tensão (notching), subtensões momentâneas (sags), sobretensões momentâneas (swells), variações de tensão de longa duração, flutuações de tensão, efeito flicker (cintilação), desequilíbrios de tensões, ruídos, variações de frequências e harmônicas.

Os tipos de distúrbios analisados nesta pesquisa serão as harmônicas nas instalações elétricas do centro cirúrgico do hospital.

Harmônicas

Com o avanço tecnológico utilizado na fabricação de equipamentos eletrônicos, a ocorrência de um tipo de distúrbio tem acompanhado esse advento. Esse tipo de problema é a presença de harmônicas nas formas de onda de tensão e corrente.

Harmônicas podem ser caracterizadas por meio de suas taxas de distorção. Este termo tem

sido usado tanto para os sinais de tensão como de corrente para quantificar o nível de distorção da forma de onda com relação à forma de onda senoidal, à frequência fundamental.

Uma tensão ou corrente harmônica pode ser definida como um sinal senoidal, cuja frequência é um múltiplo inteiro da frequência fundamental do sinal de alimentação.

A forma de onda de tensão ou de corrente em um dado ponto de uma instalação pode ter o aspecto do sinal que está mostrado na Figura 2. Observando essa situação, vemos que a onda deformada T é a soma ponto a ponto dos sinais I e 5 formados por senóides de amplitudes e frequências diferentes, chamadas de harmônicas.

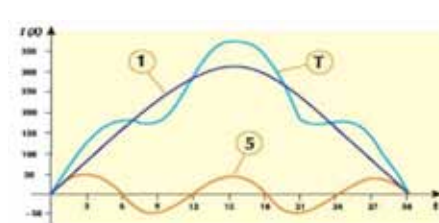


Figura 2 – Onda deformada e suas componentes harmônicas.

Dessa forma, podemos dizer que um sinal periódico contém harmônicas quando a forma de onda desse sinal não é senoidal ou, dito de outro modo, um sinal contém harmônicas quando ele é deformado em relação a um sinal senoidal.

Ordem, frequência e sequência das harmônicas

Os sinais harmônicos são classificados quanto à sua ordem, frequência e sequência, conforme indicado na Tabela 1:

TABELA 1 – ORDEM, FREQUÊNCIA E SEQUÊNCIA DAS HARMÔNICAS

Ordem	Frequência (Hz)	Sequência
1	60	+
2	120	-
3	180	0
4	240	+
5	300	-
6	360	0
n	N*60	-

Em uma situação ideal, em que somente exista um sinal de frequência 60 Hz, apenas existiria a harmônica de ordem 1, chamada de fundamental. Há dois tipos de harmônicas: ímpares e pares. Em uma instalação elétrica em que haja a presença predominante de sinais em corrente alternada, o espectro apresenta harmônicas de ordem ímpar, enquanto as harmônicas de ordem par são encontradas nas instalações com sinais deformados em corrente contínua.

ESPECTRO HARMÔNICO

O chamado “espectro harmônico”, registrado pelo analisador de energia, apresentado na Figura 3, permite decompor um sinal também registrado pelo mesmo equipamento, apresentado na Figura 4, em suas componentes harmônicas e representá-lo na forma de um gráfico de barras.

Este processo parte da premissa de que qualquer onda periódica contínua, em geral, pode ser representada pela soma de certa quantidade de ondas senoidais de diversas frequências. Para expressar as diferentes ondas senoidais de frequências variadas, é usual empregar a série trigonométrica de Fourier.

Se a medição de uma corrente em um circuito elétrico apresentar na tela de um analisador de energia uma onda não senoidal, pode-se, pela série de Fourier, decompor a onda analisada em uma somatória de ondas senoidais, com frequência e módulos definidos, sendo que cada parcela do somatório representa uma corrente harmônica correspondente.

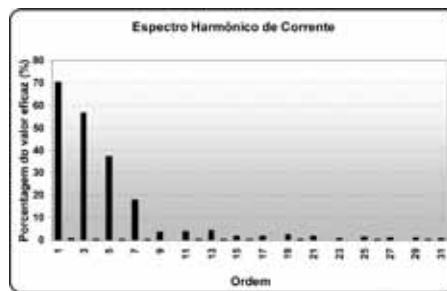


Figura 3 – Espectro harmônico de corrente.

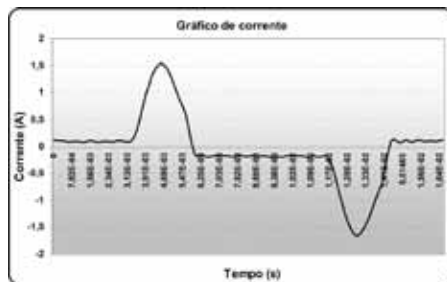


Figura 4 – Gráfico de corrente.

O espectro harmônico é uma representação de forma de onda no domínio da frequência. Teoricamente, o espectro harmônico de um sinal deformado qualquer chegaria ao infinito. Na prática, geralmente limita-se o número de harmônicas a serem medidas e analisadas por volta da ordem número 50, uma vez que os sinais acima dessa ordem não são significativos a ponto de poderem perturbar o funcionamento de uma instalação.

TAXA DE DISTORÇÃO \ HARMÔNICA TOTAL (DHT)

Distorção Harmônica Total (DHT) é um importante conceito utilizado para quantificar o nível de harmônicas nas formas de onda de tensão e corrente. Duas diferentes definições para DHT podem ser encontradas na literatura. Na primeira definição, o conteúdo harmônico da forma de onda é comparado ao seu valor fundamental. Na segunda definição, o conteúdo harmônico da forma de onda é comparado ao seu valor eficaz, como mostram as Equações 1 e 2.

$$DHTI_F = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \times 100\% \quad (1)$$

$$DHTI_R = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} I_n^2}} \times 100\% \quad (2)$$

Em que:

$DHTI_F$ – Distorção Harmônica Total de Corrente comparada à sua fundamental (%).

$DHTI_R$ - Distorção Harmônica Total de Corrente comparada ao seu valor eficaz (%).

I_1 - Valor eficaz da corrente fundamental (A).

I_n - Valores eficazes das correntes harmônicas (A).

n – Ordem harmônica.

As equações 1 e 2 também podem ser utilizadas para mostrar a Distorção Harmônica Total de Tensão (DHTV) substituindo os valores de corrente por valores de tensão nas expressões. DHT_F é uma medição mais eficaz de conteúdo harmônico.

A distorção de corrente é provocada pela carga, ao passo que a distorção de tensão é produzida pela fonte geradora como consequência da circulação de correntes distorcidas pela instalação. Portanto, se a tensão é deformada, as correntes nas cargas também se deformam e, se as correntes se deformam, as tensões se deformam mais ainda e assim por diante.

Outras definições estão relacionadas ao fator de potência. Fator de potência convencional é agora chamado de fator de potência deslocamento para relacionar o defasamento entre a corrente fundamental e a tensão fundamental do sistema. O fator de potência de distorção leva em consideração as correntes harmônicas que não contribuem com o trabalho produzido pela carga. O fator de potência total é então

a combinação dos fatores de potência de deslocamento e o de distorção.

EFEITOS DAS HARMÔNICAS

Como principais fontes de distorção harmônica nas instalações estão as cargas não lineares que são cargas compostas por dispositivos eletrônicos. Essa não linearidade tende a causar sérios efeitos indesejáveis, como:

- Aquecimentos excessivos em condutores de redes elétricas e em enrolamentos dos transformadores: devido à variação do valor eficaz da corrente poderá ocorrer o sobreaquecimento de condutores.
- Operações indesejáveis ou desligamentos repentinos de diversos equipamentos e dispositivos de proteção: os sinais harmônicos podem apresentar correntes com valores eficazes pequenos, porém com elevados valores de pico, o que pode fazer alguns dispositivos de proteção termomagnéticos e diferenciais dispararem. Isso ocorre porque as correntes harmônicas provocam um aquecimento ou um campo eletromagnético acima daquele que haveria sem a sua presença.
- Vibrações e acoplamentos: as altas frequências das harmônicas podem provocar interferências eletromagnéticas irradiadas ou conduzidas que, por sua vez, provocam vibrações em quadros elétricos, em transformadores e/ou acoplamentos em redes de comunicações, prejudicando a qualidade da conversação ou da troca de dados e sinais em geral.
- Aumento da queda de tensão e redução do fator de potência.
- Tensão elevada entre neutro e terra: a circulação de correntes harmônicas pelo condutor neutro provoca uma queda de tensão entre esse condutor e a terra, uma vez que a impedância do cabo não é zero. Em alguns equipamentos eletrônicos, a presença de certa tensão entre neutro e terra pode prejudicar a sua correta operação.

Muitas cargas não lineares podem ser consideradas como fontes de harmônicas em instalações médicas. Focos cirúrgicos, equipamentos de monitoramento de pacientes, equipamentos de raios x portáteis

e unidades eletrocirúrgicas (bisturis elétricos) são encontradas nas salas de cirurgia de um centro cirúrgico, além das cargas dos setores administrativos, como luminárias fluorescentes, microcomputadores e impressoras.

MEDIDAS TÍPICAS PARA MITIGAÇÃO DE HARMÔNICAS

Existem algumas medidas que podem ser tomadas a fim de se mitigar ou eliminar a presença de harmônicas em instalações elétricas. Deve ser estudado cada tipo de situação para se evitar investimentos



financeiros desnecessários. Podem-se citar as seguintes soluções:

Utilização de filtros harmônicos (GAMA, 2001): são elementos incorporados ao sistema para redução dos harmônicos ou aumento do fator de potência. Muitas vezes apresentam como consequência dessas duas ações outras secundárias, como redução da corrente de neutro em sistemas trifásicos; minimização do impacto sobre os transformadores de distribuição; eliminação de possíveis ressonâncias em banco de capacitores utilizados para a correção do fator de potência; mitigação de interferência em sistemas de comunicação; e aumento indireto da eficiência de motores.

• Dimensionamento de condutores neutro considerando as distorções harmônicas nas instalações: a norma ABNT NBR 5410, de instalações elétricas em baixa tensão, apresenta a metodologia para o cálculo da seção de condutores em instalações com carga não lineares.

• Utilização de equipamentos não geradores de distúrbios: optar pela utilização de equipamentos que gerem menos distorções e que sejam fabricados conforme normas técnicas consolidadas.

NORMALIZAÇÃO PARA HARMÔNICAS

No contexto nacional não existem normas específicas consolidadas relativas a limites de harmônicas para Equipamentos Eletromédicos (EEM). São adotadas como referência normas internacionais como a IEC 61000-3-2 (IEC, 2005) que se refere às limitações das harmônicas de corrente injetadas por equipamentos na rede pública de alimentação. São aplicadas a equipamentos elétricos e eletrônicos que tenham uma corrente de entrada de até 16 A por fase, conectados a uma rede pública de baixa tensão alternada, de 50 Hz ou 60 Hz, com tensão fase-neutro entre 220 V e 240 V. Para tensões inferiores, os limites não foram ainda estabelecidos. Para equipamentos com correntes de entrada acima de 16 A, é recomendada a IEC 61000-3-4.

Interferência Eletromagnética (IEM)

Em faixas de frequências mais elevadas, acima de 100 kHz, pode-se destacar a Interferência Eletromagnética (IEM) como principal distúrbio que prejudica o funcionamento de EEMs. Trata-se de todo efeito não desejado de uma fonte de energia eletromagnética, natural ou não, em um outro dispositivo ou sistema, causado pela transmissão de sinais elétricos, magnéticos ou sinais irradiados (eletromagnéticos).

É necessário salientar que o problema de IEM não se refere única e exclusivamente ao sistema perturbado, devendo considerar também a fonte de emissão de ruídos. Isso

ocorre porque dado sistema ou dispositivo elétrico pode tanto receber sinais de interferência quanto emití-los. Tal fato implica a necessidade de se verificar a potencialidade que um sistema ou dispositivo possui para emitir sinais eletromagnéticos capazes de causar interferência, além de se determinar a predisposição do sistema ou dispositivo em questão a comportar-se de maneira inadequada na presença de interferências oriundas de outras fontes.

Compatibilidade Eletromagnética (CEM) é a aptidão de um dispositivo, de um aparelho ou de um sistema, de funcionar em seu ambiente eletromagnético de modo satisfatório e sem produzir ele próprio perturbações eletromagnéticas que possam criar problemas graves no funcionamento dos aparelhos ou dos sistemas situados em seu ambiente.

As questões de IEM tornam-se mais complicadas à medida que os circuitos dos equipamentos tornam-se cada vez mais miniaturizados, operando com sinais de baixíssimos níveis e frequências cada dia mais elevadas.

A preocupação com a questão da CEM deve iniciar durante o projeto das instalações de utilidade, tais como as instalações elétricas, de comunicação de voz e dados.

Assim sendo, a intensidade dos efeitos de uma IEM depende basicamente de três fatores:

- a) Intensidade do sinal de interferência gerado pela fonte (por exemplo: sinais de rádio e emissão eletromagnética das redes de energia elétrica).
- b) Tipo de acoplamento (meio de condução) existente entre a fonte de IEM e o sistema perturbado (por exemplo: ar, condutores de energia elétrica e condutores do circuito de transferência de dados).
- c) Susceptibilidade do dispositivo (sistema perturbado) à IEM emitida pela fonte (por exemplo: monitores de computadores e eletrocardiógrafos).

Portanto, o estudo de problema de IEM pode ser realizado a partir do sistema representado na Figura 5:



Figura 5 – Caracterização de um sistema perturbado por IEM (modelo fundamental).

As concessionárias de energia de alguns países já vêm adotando, no projeto dos seus sistemas elétricos de transmissão e distribuição, critérios de CEM de forma a não afetar os clientes que residem nas proximidades de suas redes e subestações de potência.

Quando um componente de um sistema elétrico – seja linha de transmissão, de distribuição ou subestação transformadora – está em operação nas proximidades de outras instalações, como centrais de telecomunicação e centros de informática, podem ocorrer interferências eletromagnéticas por meio de quatro diferentes tipos de acoplamento:

I. ACOPLAMENTO INDUTIVO OU MAGNÉTICO

Entende-se por acoplamento indutivo o campo magnético produzido por um sistema emissor, que induz tensões numa instalação, denominada sistema receptor, localizado na sua vizinhança. É diretamente proporcional à taxa de variação da corrente e a indutância mútua entre circuitos. Esse acoplamento pode proporcionar:

- Correntes elétricas circulando pelo equipamento receptor e a terra;
- Diferenças de potencial entre o equipamento receptor e a terra devido às tensões induzidas.

As forças eletromotrizes induzidas são resultados da variação do campo magnético no tempo, ou conforme Equação 3.

$$e = L \times di/dt \tag{3}$$

Em que:

e – Força eletromotriz (Volt)

L – Indutância (Henry)

di/dt – Variação da corrente (Ampère/segundo)

Tanto os circuitos aéreos como os subterrâneos são fontes potenciais de campos eletromagnéticos. Quando condutores de energia elétrica estão próximos a instalações subterrâneas ou aéreas, como tubulações de gás, ferrovia, ou condutores de telecomunicações, pode induzir neles forças eletromotrizes capazes de produzir diferenças de potenciais elevados e, conseqüentemente, a possibilidade de rompimento da rigidez dielétrica do meio.

Os campos magnéticos podem afetar também equipamentos sensíveis instalados em suas proximidades. O campo magnético pode induzir tensões diretamente nos circuitos impressos das placas eletrônicas ou nos circuitos das instalações elétricas desses equipamentos, quando posicionamos em paralelo e próximo à rede aérea existente.

O valor das forças eletromotrizes induzidas é função de algumas condições a que ficam submetidas, tanto da instalação indutora como da instalação afetada:

- a) Afastamento entre o sistema emissor e o receptor;
- b) Comprimento do paralelismo;
- c) Correntes de defeito;
- d) Correntes de desequilíbrios;
- e) Blindagem da instalação receptora;

2. ACOPLAMENTO CAPACITIVO OU ELETROSTÁTICO

Entende-se por acoplamento capacitivo a transferência de energia da instalação emissora para uma instalação localizada na sua vizinhança através das suas capacitâncias próprias e mútuas. É diretamente proporcional à taxa de variação da tensão e à impedância entre o circuito responsável pela perturbação e o circuito agredido. Esse acoplamento pode proporcionar:

- Uma corrente elétrica fluindo pela conexão à terra do sistema receptor aterrado.
- Uma diferença de potencial induzida entre o sistema receptor e a terra, se o receptor não estiver aterrado.

O valor do campo elétrico ao qual fica submetido o sistema receptor é função de algumas condições físicas e operacionais do sistema emissor e receptor, ou seja:

- a) Nível de tensão na fonte;
- b) Comprimento da exposição;
- c) Proximidade;
- d) Tensões de desequilíbrio.

3. ACOPLAMENTO POR IRRADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Acoplamento por irradiação eletromagnética ocorre quando as ondas de equipamento de telecomunicações se propagam pelo ar e interferem nos equipamentos eletrônicos sensíveis.

O acoplamento por radiação eletromagnética ocorre quando o equipamento sensível está a uma distância da fonte emissora superior a $1/6$ do comprimento da onda irradiada.

4. ACOPLAMENTO RESISTIVO OU POR IMPEDÂNCIA COMUM

Entende-se por acoplamento resistivo a transferência de potencial de um ponto qualquer do solo, onde é injetada uma corrente elétrica a um ponto remoto nas proximidades.

Em condições normais de operação, basicamente, nenhuma corrente significativa é injetada no solo, não havendo, portanto, nenhum acoplamento resistivo. No entanto, em determinadas situações, podem surgir fortes transferências de potenciais, ou seja:

- Descargas atmosféricas injetadas diretamente no solo por meio ou não de sistemas captadores.
- Correntes monopolares de curto-circuito.

Essas correntes propiciam tensões de passo e de contato elevadas e perigosas ao indivíduo, podendo parte dessas correntes ser transferida para as instalações receptoras, localizadas nas proximidades.

O acoplamento resistivo pode ser mais bem entendido com o exemplo de uma descarga atmosférica captada pelo sistema de proteção e transferida à malha de terra em que está conectado. A partir da malha de terra, a corrente elétrica é injetada no solo, atingindo as instalações subterrâneas nas suas proximidades. Os fatores que influenciam o acoplamento resistivo são:

- a) Proximidade;
- b) Resistividade do solo;
- c) Corrente injetada no solo.

Se um determinado sistema receptor estiver sob a ação de um acoplamento resistivo e uma pessoa fizer um contato físico com este, estará sujeito a uma corrente elétrica, cujas consequências dependem de algumas condições. O valor da corrente de choque é função das condições físicas em que se encontra a pessoa. O caminho da corrente influencia a severidade do acidente. A condição mais desfavorável é aquela em que a corrente elétrica entra pelo braço esquerdo e sai pela perna direita. Nesse trajeto, pode atingir mortalmente o coração.

Classificação de distúrbios em relação à frequência

De acordo com a sua faixa de frequência, os distúrbios podem ser classificados conforme a energia elétrica em distúrbios de baixa, média e alta frequência, apresentados na Figura 6:

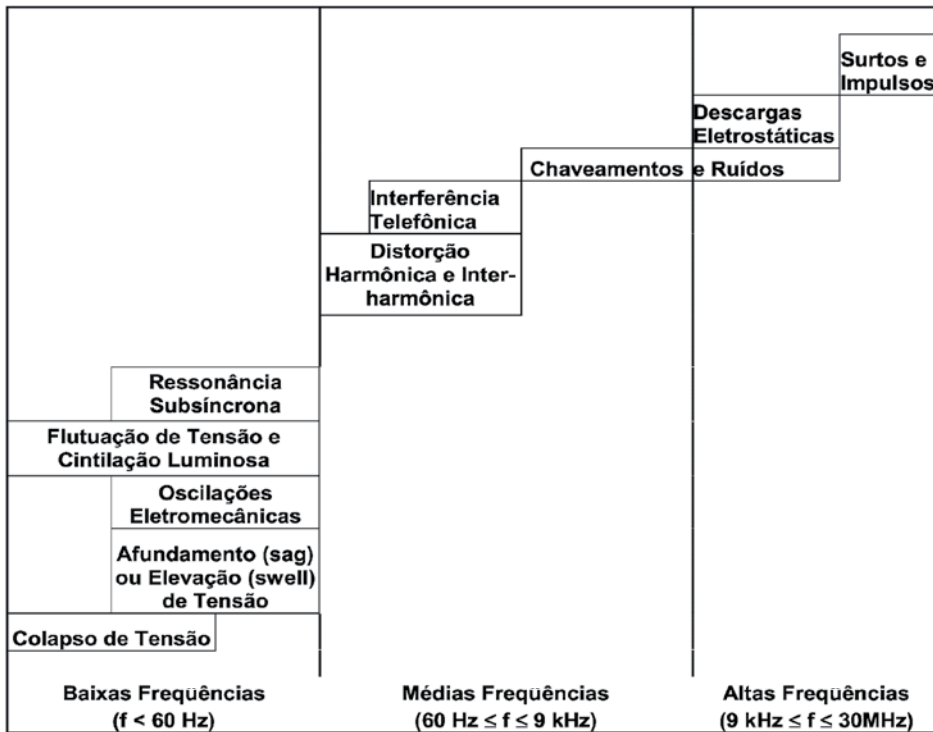


Figura 6 – Classificação de distúrbios de energia elétrica em faixas de frequência.

Sistemas de aterramento

Em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EASs) uma das principais preocupações, quando se utiliza a energia elétrica é a proteção contra choques elétricos em funcionários e pacientes e a garantia do correto funcionamento e proteção dos EEMs. Para tanto, um sistema de aterramento devidamente projetado, além de outros dispositivos, como Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS) e transformadores de isolamento são necessários.

Devido à crescente gama de EEMs que vem sendo utilizada em EASs, construídos principalmente com componentes eletrônicos, os quais necessitam de uma energia de melhor qualidade, livre de interferências, o papel dos sistemas de aterramento vem se tornando cada vez mais importante.

Entende-se por perfeito funcionamento de um EEM a correta captação, sem distorções, livre de interferências, dos diversos sinais elétricos representativos de atividades biológicas humanas.

- O condutor neutro é normalmente isolado e exerce a sua função básica de conduzir as correntes de retorno do sistema;
- O condutor de proteção exerce a sua função básica de conduzir à terra as correntes de

massa (partes metálicas não energizadas);

- O condutor de referência de sinal eletrônico deve exercer a sua função básica de referência de potencial do circuito eletrônico.

Alguns tipos de sistemas de aterramento geralmente utilizados podem ser citados:

- Sistema de aterramento de força: tanto as massas como a barra de referência de sinal eletrônico são aterradas na malha do sistema de força, na malha de terra da subestação, por exemplo. Estas malhas são projetadas para operarem com correntes de baixa frequência (60 Hz), porém, tratando-se de equipamentos eletrônicos, cuidados adicionais devem ser tomados, quando estão envolvidas correntes de frequência de dezenas de MHz, o que limita a eficácia desse tipo de aterramento. Os circuitos de corrente contínua presentes em um equipamento eletrônico que são ligados a barra de referência sinal poderão funcionar inadequadamente se houver alteração nesse potencial de referência.
- Sistema de aterramento independente: é caracterizado pelo aterramento, em malha de terra específica, de todas as barras de terra de sinal eletrônico. Enquanto o aterramento das carcaças dos equipamentos eletrônicos é feito utilizando a malha de terra do sistema de força.

• Sistema de malha de terra de referência de sinal: esse sistema se caracteriza pela construção de duas malhas de terra. A primeira deve ser projetada de maneira convencional e é destinada ao aterramento dos equipamentos de força. A segunda malha de terra, denominada malha de terra de referência de sinal, é destinada ao aterramento da barra de terra de referência de sinal dos equipamentos eletrônicos. O seu dimensionamento deve ser feito considerando a circulação de correntes de alta frequência. Devido às suas vantagens sobre as soluções anteriormente adotadas, a malha de terra de referência é hoje empregada como a melhor forma de prover os equipamentos eletrônicos de um aterramento que atenda tanto às condições de circulação de correntes de alta frequência, quanto à circulação de correntes de baixa frequência, além de equalizar os potenciais das duas malhas. Dessa forma, as perigosas correntes de descarga que circulam pela malha de terra não provocam distúrbios prejudiciais aos equipamentos eletrônicos.

Quanto às configurações das ligações dos condutores de alimentação de uma instalação elétrica em relação à terra e das massas em relação à terra, podem ser simbolizadas ainda por meio de letras conforme proposto pela ABNT (2004): sistema TN, sistema TN-S, sistema TN-C, sistema TN-C-S, sistema TT e sistema IT ou IT-Médico.

Para cada tipo de instalação elétrica é avaliada a necessidade de uma determinada configuração. Em um EAS não é permitida a utilização do sistema TN-C. O sistema IT-Médico é obrigatório em locais do Grupo 2, ambientes onde se utilizam EEMs essenciais à manutenção da vida ou cujas partes estejam aplicada ao coração, que é o caso de um centro cirúrgico.

O sistema IT-Médico é aquele em que o ponto de alimentação não está diretamente aterrado, conforme apresenta a Figura 7.



Figura 7 – Esquema IT médico.

No esquema IT todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado por meio de uma impedância de valor suficientemente elevado, sendo esta ligação feita ao ponto neutro da fonte. As massas são ligadas ao terra por meio de um ou mais eletrodos de aterramento próximo.

Neste sistema, a corrente resultante de uma única falta fase-massa não tem intensidade suficiente para provocar o surgimento de tensões perigosas, protegendo a vida do paciente e do corpo clínico, não sendo obrigatório o seccionamento da alimentação. No caso da ocorrência de uma segunda falta à massa ou à terra, simultaneamente à primeira, as correntes de defeito tornam-se extremamente elevadas, pois isso implica um curto-circuito entre duas fases.

Segundo a ABNT (1995), a proteção contra contatos indiretos, por seccionamento automático de alimentação do sistema IT-médico deve contar com Dispositivos Supervisores de Isolamento (DSI), transformadores de isolamento e sistemas de alarmes, de modo que a instalação possa ser permanentemente supervisionada.

Ainda se tratando de sistemas de aterramento, deve sempre ser mantida a equipotencialização de sistemas.

A equipotencialização é considerada a medida mais eficaz para diminuir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro de uma instalação elétrica. É obtida

através da utilização de condutores de ligação equipotencial, eventualmente incluindo DPS, interligando o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), a armadura metálica da estrutura, as instalações metálicas e as massas.

Em cada local de um EAS, deve haver uma ligação equipotencial, visando à equalização das diferenças de potencial entre os seguintes elementos:

- a) barra PE (barra dos condutores de proteção);
- b) elementos condutores estranhos à instalação;
- c) blindagens contra interferências;
- d) malha metálica de pisos condutivos;
- e) massas de equipamentos SELV (equipamentos que são alimentados com tensão que não excede um valor nominal de 25 V em corrente alternada ou 60 V em corrente contínua, isenta de ondulações, como luminárias cirúrgicas);
- f) barra de ligação equipotencial.

Destes elementos podem ficar excluídos de ligação equipotencial aqueles que se situam ou só são acessíveis acima de 2,5 m do piso. Mesas cirúrgicas fixas, não elétricas, devem ser ligadas à barra de ligação equipotencial.

No interior ou nas proximidades de cada quadro de distribuição, deve existir uma barra de ligação equipotencial, à qual os condutores de equipotencialidade possam ser ligados. As conexões devem ser claramente visíveis e

devem permitir a desconexão individual de cada uma delas. Embora todo condutor de equipotencialidade seja considerado também um condutor de proteção, costuma-se empregar um ou outro termo, dependendo do tipo de elemento que é ligado ao sistema de aterramento geral da instalação. Assim, o termo condutor de proteção na prática é geralmente reservado para o condutor que liga o contato PE das tomadas de corrente ou o terminal de aterramento (PE) dos equipamentos de utilização à barra PE do quadro de distribuição.

Enfim, o condutor de proteção é o que aterriza as massas. Já o condutor de equipotencialidade é o que liga os elementos condutores estranhos à instalação, como, por exemplo, as tubulações metálicas de água e de gás e esquadrias metálicas de janelas, à barra de ligação equipotencial do quadro. Ao nível de cada quadro, portanto, haveria duas barras: a barra PE e a barra de ligação equipotencial. Ambas devem ser interligadas.

Dissertação de mestrado submetida à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

JOÃO CESAR OKUMOTO é engenheiro eletricista e mestre em Engenharia Elétrica. Atua na Secretaria de Obras do Tribunal de Justiça de Mato Grosso do Sul e é professor dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da Universidade Católica Dom Bosco.