

DT-01

ATENDIMENTO ÀS CARGAS DE MISSÃO CRÍTICA EM DATACENTERS E O CONCEITO DE COMPLIANCE APLICADOS AO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELETRICA.

As atividades relacionadas ao suprimento de energia às cargas de “tecnologia de informação –TI” também chamadas de “missão crítica” nos centro de processamento de dados ou “data centers” como são também (ou mais) conhecidos são desenvolvidas em ambientes onde são experimentados todos os cuidados necessários nas etapas de planejamento, projeto, especificação, implantação e manutenção destas instalações, todas com elaborados estudos que envolvem complexos conceitos de confiabilidade, redundância e contingência, treinamento constante das equipes de operação e finalmente acompanhamento da performance da instalação no atendimento ao suprimento destas cargas.

As razões para estes cuidados são evidentes uma vez que importantes processos são absolutamente dependentes deste suprimento de energia que deve ser extremamente confiável. Não por acaso, os setores financeiros, comerciais, bancários, farmacêuticos e indústrias de precisão têm investido fortemente no aumento de confiabilidade de suas instalações.

Os custos de interrupções e paradas pesquisados apresentam valores significativos. No Brasil podem-se estimar perdas globais anuais da ordem de R\$ 30 Bilhões (por proporcionalidade às perdas declaradas pelo departamento de estado americano de US\$ 80 Bilhões [13] ao ano naquele país), por conta de baixa qualidade de energia; uma única empresa (conforme dados do EPRI) pode perder valores da ordem de R\$ 150.000,00 por conta de um único evento de qualidade de energia, dependendo do seu setor de atividade [12][13].

Um fato interessante e até curioso é a mudança das razões em se implantar e agregar equipamentos nas instalações elétricas que atendem cargas de missão crítica. Inicialmente tais equipamentos se justificavam pelos elevados custos das cargas de tecnologia de informação, portanto, a instalação de UPS (sigla de “*uninterruptible power supply*” ou fonte de energia ininterrupta), estabilizador, ou outro equipamento de condicionamento de energia era considerado uma importante proteção física aos equipamentos de processamento.

Atualmente, a principal razão em se instalar estes equipamentos de condicionamento de energia citados que garantem condições ideais de suprimento de energia as cargas TI, está na preocupação com a confiabilidade do processo em que tais equipamentos TI fazem parte.

O acesso de qualquer correntista ou investidor às suas contas pela internet a qualquer hora é um dos exemplos destas operações.

Se algo de irregular ocorre com a operação das cargas TI, o suprimento de energia é o primeiro suspeito. Senão a falta de alimentação elétrica propriamente dita, são elencadas as outras variáveis associadas, como possível aterramento inadequado, harmônicas que afetariam a operação normal das cargas, tensão terra e neutro fora de determinados "padrões", e outras citações às vezes quase que "*mediúnicas e esotéricas*".

Grandes instituições possuem estruturas de negócios e processos que também dependem da correta e precisa operação dos sistemas de TI, esta constatação não é somente relativa às instituições financeiras, mas também hospitais, terminais de carga e logística, indústrias e outras que na condução, aferição e auditagem de seus processos, aplicam a técnica de "Compliance".

O termo que poderia ser traduzido por "conformidade" *tem origem, conforme a Wikipédia, no verbo em inglês to comply, que significa "agir de acordo com uma regra, um comando ou um pedido"*. No âmbito institucional e corporativo, Compliance é o conjunto de disciplinas para fazer cumprir as normas legais e regulamentares, as políticas e as diretrizes estabelecidas para o negócio e para as atividades da instituição ou empresa, bem como evitar, detectar e tratar qualquer desvio ou inconformidade que possa ocorrer".

1 - AS QUESTÕES

Todo este preâmbulo serve apenas como provocação para questões associadas aos procedimentos aplicáveis em instalações elétricas como:

A - Qual a garantia que a equipe de operação possui se "de fato" a tensão entregue às cargas TI estão de acordo com as especificações da mesma. O que fazer se algumas cargas apresentam falha de operação, associada a alimentação elétrica, e a instalação continua a operar normalmente?

B - Quais seriam as especificações das cargas TI (limites máximos e mínimos de tensão e frequência de alimentação, de distorção de tensão, tolerância a afundamentos, transitórios e outros).

C - Será que a instrumentação existente nos quadros e painéis de alimentação destas cargas está adequada para registrar, memorizar e por fim servir como prova do comportamento do suprimento de energia a carga TI foi adequado durante o tempo todo?

D - A tão propagada TI verde, ou "Green IT" associada as causas ambientalistas estaria saindo do papel? Como estariam sendo medidos e avaliados os indicadores para avaliação da eficiência energética dos Data Centers como o PUE ("Power Usage Effectiveness").

2- A FORMULAÇÃO DA SOLUÇÃO

A elucidação de alguns dos fatos questionados é na sequência tratada com o auxílio da figura 1, que apresenta um diagrama de blocos de com fontes e cargas de uma instalação elétrica típica de atendimento a "datacenters"

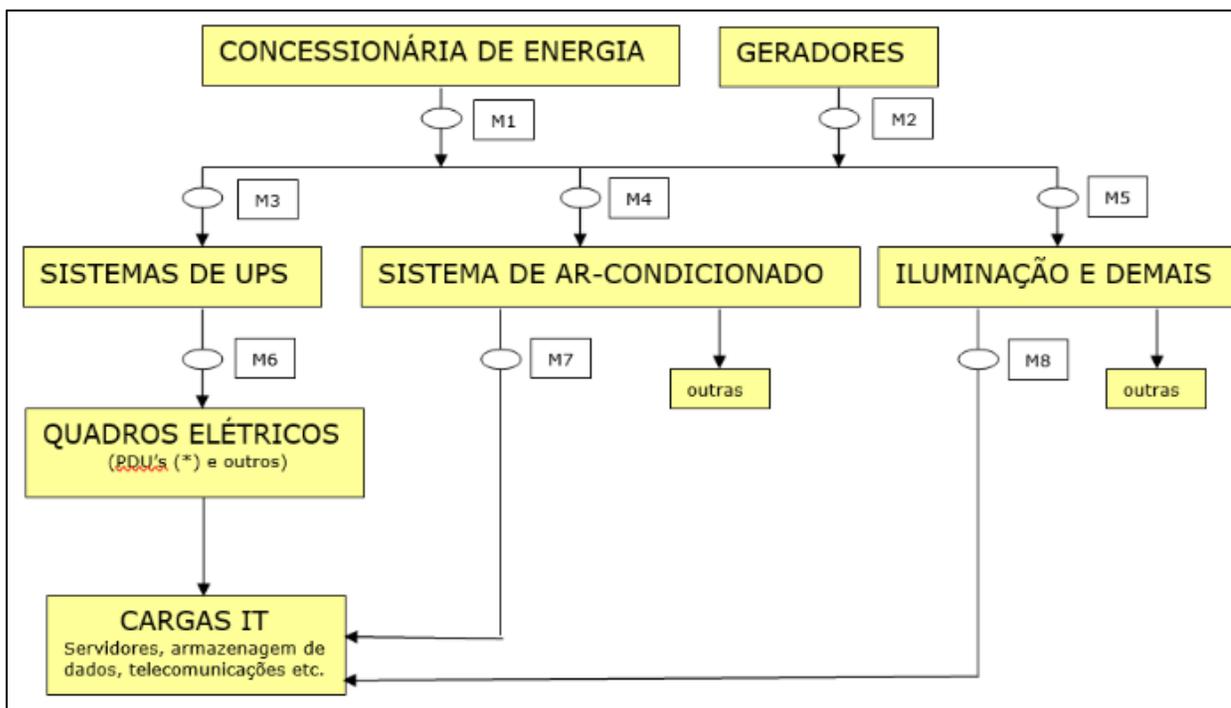


Figura 1 – Diagrama de blocos de fontes e cargas de um datacenter típico

(*) sigla de “*power distribution unit*” que pode ser traduzido como “painéis unitários de distribuição de energia” com forte aplicação nos datacenters.

Os instrumentos de medições de variáveis elétricas diferem entre si em uma série de variáveis, e não poderia ser diferente, pois as boas práticas de engenharia recomendam que os investimentos sejam feitos de forma adequada, ponderada e com equilíbrio das tão discutidas relações de custo-benefício.

Um ponto importante a essa tomada de decisões de qual instrumento aplicar a uma medição é relacionado à decisão das intervenções corretivas que devem ser feitas nas instalações elétricas, cujas premissas são obtidas destas medições. Torna-se evidente que se corre o risco em efetuar investimentos inadequados na correção de possíveis problemas com base em suposições decorrentes de resultados inadequadas de medições incorretas.

Entre as normas disponíveis, destacamos a IEC 61000-4-30 que apresenta uma clara preocupação de que “instrumentos de mesma especificação devam efetuar medidas idênticas quando medindo as mesmas variáveis, em um mesmo comportamento”, parece simples, mas nem sempre o é!

Em aplicações práticas nas instalações elétricas, além da clássica medição de energia consumida, propomos atenção nos pontos que se seguem. É fundamental que se conheça a limitação de cada sistema de medição presente nas instalações, sob pena de se cometer erros, e investimentos em ações corretivas, conforme acima comentado.

Seguem algumas características de instrumentos disponíveis no mercado e que podem ainda possuir construção fixa ou portátil.

a) Domínio da medição:

Medições de grandezas elétricas são definidas em dois domínios, o domínio do tempo (onde são lidas as formas de onda de tensão e corrente) e o domínio da frequência, onde são lidas as grandezas integradas em valores eficazes.

b) Medição de valor eficaz verdadeiro (true rms) ou limitação de medições na frequência fundamental (60 Hz):

Com a forte presença de cargas distorcidas nas instalações elétricas, o uso de instrumentos que não possuam a característica "rms verdadeiro" é fortemente não recomendado.

Neste caso, as leituras de correntes elétricas em corrente alternada devem ser feitas com sensores (alicates amperímetros) que possibilitem leituras em faixa mais ampla de frequência.

Normalmente instrumentos portáteis que fazem capturas de forma de onda, mesmo que em curtos períodos, possuem a característica "true rms" para as medições de grandezas em valor eficaz.

c) Instrumento de leitura instantânea ou de perfil de carga:

Instrumentos aplicáveis em leituras instantâneas, mesmo que do tipo "true" e ainda aqueles que até meçam o espectro harmônico de correntes e tensões e ainda formas de onda, são bastante úteis para avaliações pontuais, em cargas que não apresentem rápidas variações como elevadoras em prédios comerciais e cargas industriais como prensas, injetoras, sistemas de solda e outras.

Os instrumentos que possuem capacidade de registrar perfis de carga, com memória própria ou mesmo transmitindo a informação para que outro dispositivo armazene as informações, são úteis para avaliação do comportamento temporal destas variáveis elétricas, como o comportamento da carga (potência ativa ou aparente) de uma indústria durante as 24 horas do dia e 7 dias da semana. Neste caso as variáveis medidas são geralmente integradas e o instrumento armazena uma informação relativa a cada período (de 15 minutos ou 1 hora) dependendo da programação, podendo-se então estabelecer o perfil de carga. Notar que esta aplicação é útil na determinação de valores médios, como demanda, fator de potência e até distorções harmônicas de corrente e tensão.

d) Análise da Qualidade de energia – Qualidade da Tensão:

O termo qualidade de energia, sob os aspectos de medição elétrica em instalações pode ser interpretado como a avaliação do comportamento da tensão nos barramentos; ou mais que isso, o instrumento deve possuir recurso para sobretudo auxiliar as equipes de operação e manutenção, sendo possível se investigar por quais razões haveria ocorrido alguma perturbação na tensão avaliada.

Interessante observar que o comportamento das leituras em um determinado ponto ou barramento de uma instalação, não espelha o comportamento de outro a montante ou a jusante. As definições clássicas de qualidade de energia citam a análise dos fenômenos relativos às avaliações de grandezas em um determinado ponto, em determinado instante em determinado sistema elétrico.

Esta avaliação do comportamento da tensão nos barramentos requer algumas importantes considerações:

- Os afundamentos de tensão, uma das principais causas de má operação nas instalações, ocorrem em alguns ciclos (dezenas ou centenas de milissegundos). Cargas IT deixam simplesmente de operar e se desligam, caso a tensão de alimentação não atenda aos requisitos do conhecido envoltório definido pela curva ITIC (figura 6). Outro fator de má operação de cargas TI são os transientes de tensão que ocorrem em frações de ciclos, devidos, por exemplo, às manobras de bancos de capacitores.

- A avaliação destes fenômenos requer além de análise no domínio do tempo (forma de onda) que o instrumento esteja adequado a capturar as informações em períodos também adequados. Assim um instrumento que faça e que apresente as leituras de formas de onda na razão de, por exemplo, 128 amostras por ciclo será capaz de avaliar fenômenos com a resolução de 130 microssegundos. Para outras taxas de amostragem a tabela 2 apresenta estes períodos mínimos. Ou seja, um fenômeno que tenha um período previsível de ocorrência de 40 a 50 microssegundos, somente poderá ser lido com instrumento com taxa de amostragem de pelo menos 512 amostras por ciclo em 60 Hz.

Amostras por ciclo	Resolução microssegundos
64	259
128	130
256	65
512	32
1024	16

Tabela 1 – Resolução de instrumentos e taxa de amostragem

A figura 2 apresenta a medição do comportamento de leituras de tensão em domínio do tempo, efetuadas com 2 instrumentos com resoluções diferentes. Enquanto a primeira leitura simplesmente “não enxerga” o transiente, o instrumento de medição da segunda leitura o registra.

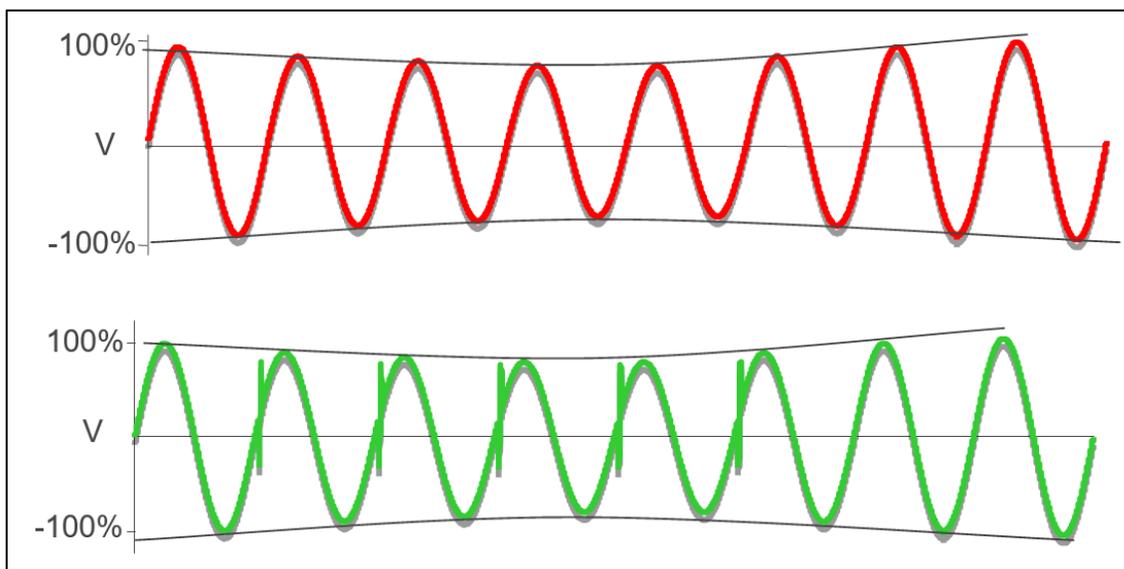


Figura 2 – Medição de forma de onda com instrumentos de resoluções diferentes [8].

Esta característica é muito importante em avaliação de fenômenos como transferência de carga de inversor para chave estática, por exemplo, ou mesmo correntes de *inrush*.

Outro exemplo semelhante, desta vez com medição no domínio da frequência é apresentado na figura 3, sendo uma das leituras com integração de leituras a cada um minuto, e a segunda leitura a cada dez minutos. Da mesma forma se observa nas leituras tomadas com integração ciclo a ciclo em comparação àquelas integradas a cada segundo (que a princípio poderia ser interpretada como suficiente).

Nas avaliações de cargas com comportamento rápido como elevadores ou cargas de refrigeração em situação de mudança de regime a análise ciclo a ciclo no domínio da frequência assume especial importância.

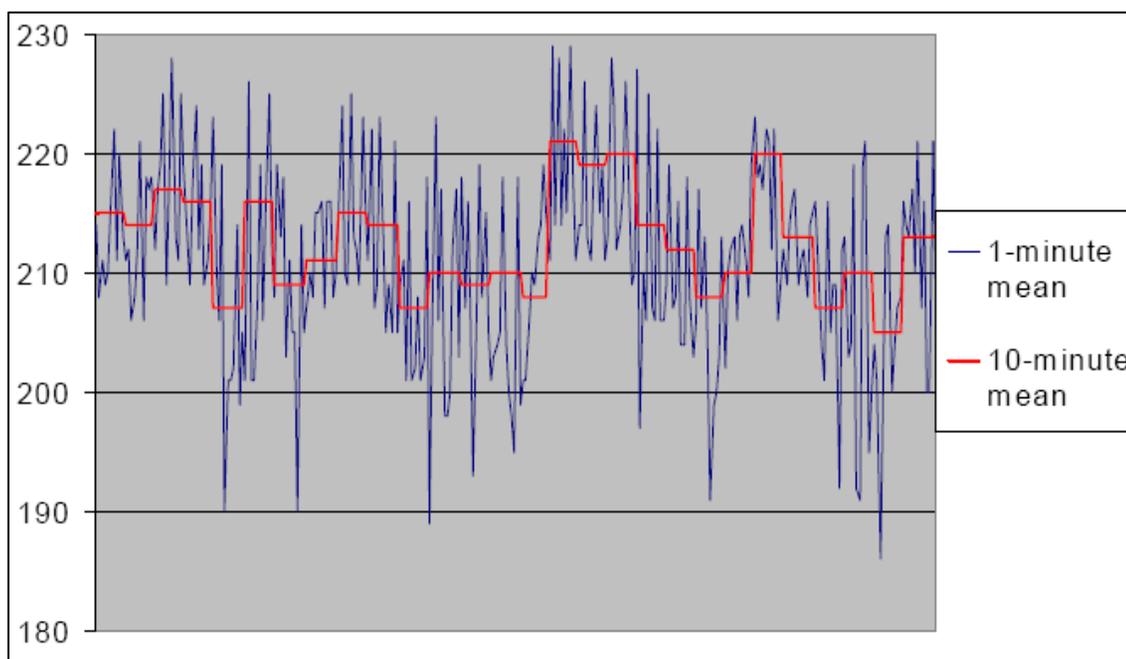


Figura 3 - Comparação de medições com integração de 1 minuto e 10 minutos

A figura 4 representa medição de tensões e correntes em valores eficazes e ciclos correspondentes ao mesmo intervalo. É possível se analisar o comportamento de tensões e correntes em intervalos de integração de um ciclo (rms) e comportamento de forma de onda, onde verdadeiramente se pode avaliar o comportamento da qualidade da energia, avaliando se o afundamento verificado foi provocado por razões internas (da própria instalação) ou por razões externas (do suprimento e fontes).

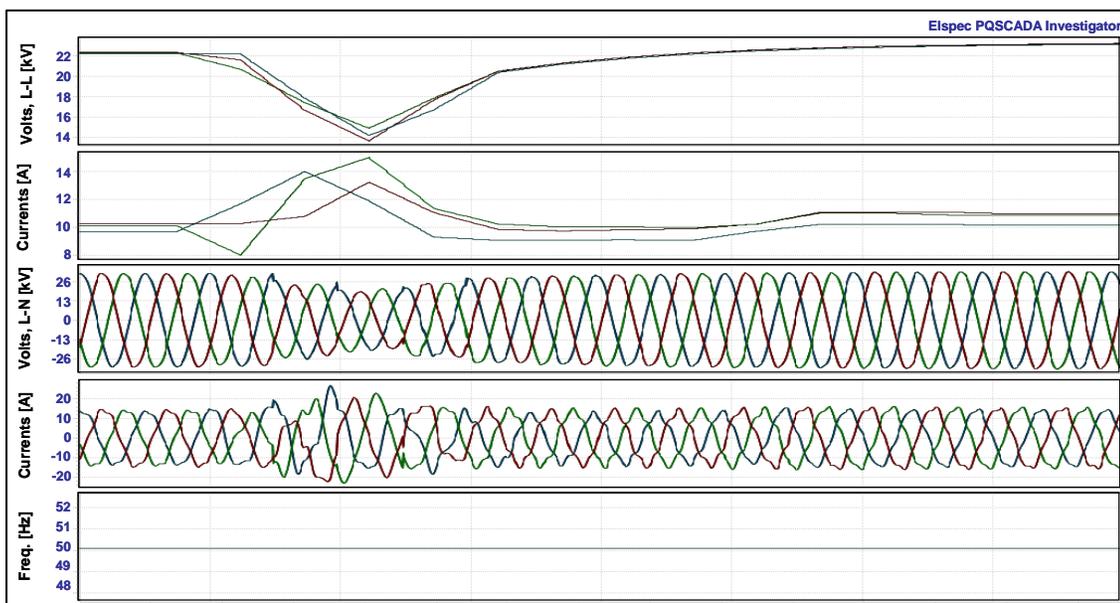


Figura 4 – Registro simultâneo de grandezas em valores eficazes e forma de onda

A figura 5 apresenta o comportamento do valor eficaz e forma de onda .

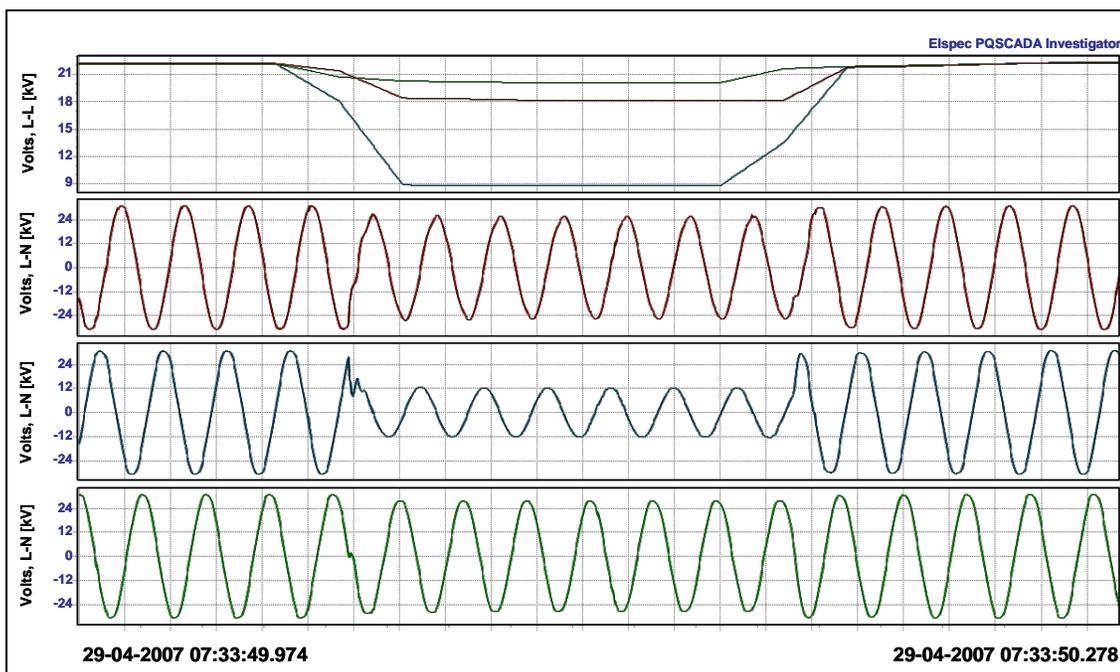


Figura 5 – Registro simultâneo de grandezas em valores eficazes e forma de onda [16]

3 - APLICAÇÃO DOS ASPECTOS DE COMPLIANCE:

Propomos que a aplicação do conceito de “Compliance” nas instalações elétricas de suprimento de energia aos “data centers”, considerarem como compromisso de atendimento, o atendimento às especificações da curva ITIC, com instrumentos que sobretudo possuam resolução suficiente e que também tenham memória suficiente para armazenar as informações da forma necessária a esta verificação, ou seja, com acesso a forma de onda da tensão de alimentação das cargas. A FIGURA 6 apresenta a curva ITIC



Figura 6 - Curva ITIC - [17] [16]

A questão se resume em se conhecer o comportamento da tensão de suprimento as cargas TI em seus requisitos. Havendo ocorrência de operação inadequada da carga, bastaria de comparar o comportamento da tensão fornecida durante o período de ocorrência da anomalia de operação às especificações da curva ITIC. A figura 6 apresenta alguns eventos (pontos) internos e externos a envoltória permitida; pontos “permitidos” e “não permitidos”. Contudo o que se nota é que:

- Nem sempre existe monitoração adequada nos PDUs e outros quadros de distribuição das instalações que alimentam as cargas de missão crítica.
- A existência de medidores que não cumpram os requisitos necessários podem ser úteis no máximo para uma leitura instantânea da tensão de alimentação ou mesmo para uma estimativa da carga. Nada relacionado a compromisso de requisito que considera a energia elétrica como insumo do processo.

- Os UPS podem até apresentar e possuir em seu hardware sistemas de "auto diagnose" com medições e até relatórios adequados, contudo em função da arquitetura do sistema de distribuição com contingências e redundâncias esta ferramenta pode não ser suficiente.

- Os investimentos nos equipamentos de "data centers" que garantem os necessários altos indicadores de confiabilidade e disponibilidade nem sempre consideram a necessidade de atitudes de "Compliance", conforme exposto.

- De acordo com o diagrama da figura 1, pelo menos os medidores M1, M2 e M6 deveriam possuir estas características de avaliação de qualidade de energia.

- São validos ainda os aspectos apresentados quanto à especificação de instrumentação dos equipamentos que possuem função de manobras automáticas e monitoração como as CTA's (chaves de transferências automáticas), chaves estáticas que transferem a carga TI para o Bypass dos UPS, ou mesmo as que transferem as cargas "singles" entre duas fontes independentes. A instrumentação auxiliar como TC's e TP's exercem também importantes funções.

- Avaliação do PUE

Sob os aspectos da avaliação do PUE, citado no item 1, a necessidade de requisitos de tecnologia no instrumento é bem menor, e o mesmo pode ser definido pela relação da energia total consumida na alimentação total do data center (inclui alimentação dos UPS, sistema de ar-condicionado, iluminação e outros) e a potência de alimentação das próprias cargas TI. Em uma abordagem mais prática e precisa, o "PUE" seria a relação entre a energia de fato consumida na alimentação de todo o "data center" (kWh), relacionada (dividido pela) a energia consumida somente pelas cargas TI durante um período definido. O que ocorre é que nem sempre as instalações atendem somente cargas relacionadas aos "data-centers", em caso de prédios de uso compartilhado.

Os blocos "M1 a M8" inseridos no diagrama representam sistemas de medição de variáveis elétricas que são propostos na instalação considerada, e sobre os quais passamos a discutir.

A primeira questão está na definição sobre o que se deseja medir (quais as variáveis elétricas) e qual o instrumento a ser especificado para tal. Os instrumentos de medição de variáveis elétricas em sistemas de corrente alternada possuem diversas características construtivas e de operação e delas dependem a correta interpretação dos resultados e na sequência a tomada de decisão com as ações corretivas.

O medidor ou sistema de medição a ser especificado para avaliação do citado "PUE" do "data center", por exemplo, não é o mesmo que aquele necessário para avaliar a qualidade de energia suprida às cargas TI.

A avaliação do indicador deste indicador ("PUE") pode ser feita satisfatoriamente com instrumentos de medição de energia (kWh) com integração da potência ativa medida em intervalos da ordem de minutos, instalados nos pontos convenientes.

No caso do diagrama em estudo, o PUE pode ser avaliado pela relação das medições de energia em determinado período (mensal, por exemplo) com as leituras:

$$PUE = (kWh_{M3} + kWh_{M7} + kWh_{M8}) / kWh_{M6}$$

onde kWh_{Mn} é o consumo de energia mensal registrado em cada um dos medidores "Mn". A interpretação da expressão nos leva a entender que quanto menor o consumo global (numerador), menor será o PUE e mais eficiente será o site.

A literatura consultada aponta o PUE em instalações típicas de "data centers" variando entre 1,6 e 2,2 dependendo da eficiência e do nível de contingência de cada site, uma vez que quanto maior for a disponibilidade e nível de contingência, maior será o PUE em função da operação em vazio de equipamentos, implicando, portanto, em menor eficiência.

Sobre o autor:

Diretor da Ação Engenharia e Instalações Ltda

Referências:

- [1] IEC 61000-4-30:2003, "Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods" 2003
- [2] EN 50160:1999, "Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems"
- [3] V. Ajodhia and B. Franken, "Regulation of Voltage Quality"
- [4] European Regulators' Group for Electricity and Gas (ERGEG). "Towards Voltage Regulation in Europe", December 2006
- [5] Norwegian Water Resources and Energy Directorate, "Regulations relating to the quality of supply in the Norwegian power system"
- [6] IEEE Std 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, New York, NY: IEEE
- [7] IEEE 1459- Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.
- [8] Blank, A - MONITORING POWER QUALITY BEYOND EN 50160 AND IEC 61000-4-30- VII CBQE – ENIE 2008
- [9] Starosta,J –Interpretação de resultados THDV e THDI - ENIE 2008
- [10] Starosta,J -QUALIDADE DA ENERGIA NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS E PRODUTIVIDADE-Revista Setor elétrico
- [11] Starosta,J - Medições em instalações elétricas: Quantidade X Qualidade – Revista Setor elétrico
- [12] SOTREQ CITANDO EPRI
- [13] EATON- CITANDO:DATA CENTER JOURNAL (2009) E DEPTO DE ENERGIA DO GOVERNO DOS EUA (2004)
- [14] UP TIME INSTITUTE
- [15] WIKIPEDIA
- [16] ELSPEC – instrumento G4430 – catálogo técnico e medições com instrumento
- [17] IEEE Recommended Practices for Power and Grounding: IEEE 1100 - 1999
- [18] Relatórios Técnicos – Ação Engenharia e Instalações Ltda