

Capítulo VIII

Aspectos dos projetos elétricos na alimentação de cargas de missão crítica por UPS

Por Luis Tossi e José Starosta

No capítulo anterior, foram apresentadas as premissas relativas aos indicadores de confiabilidade dos sistemas elétricos e as possíveis configurações relativas entre os UPS de uma instalação, uma vez que a configuração dos UPSs (e sistemas de UPSs) está intimamente relacionada ao grau de confiabilidade que se deseja atribuir ou conferir a um determinado sistema elétrico de alimentação de cargas de missão crítica.

Estes conceitos devem ser complementados na presença de outras fontes, como as concessionárias distribuidoras de energia e mesmo os sistemas de geração própria local que podem operar como fontes alternativas e redundantes ou mesmo principal em conceito de geração distribuída. Pelo lado das cargas, a existência de duas ou até três fontes redundantes (neste caso, nos referimos às fontes de energia dos equipamentos de tecnologia de informação – TI) é uma premissa que vem sendo cumprida praticamente em todas as instalações e projetos recentes, que buscam a melhoria nos indicadores de confiabilidade. Caso a carga TI não possua redundância de fontes, o uso de chaves estáticas com condições de transferência adequadas pode ser uma solução paliativa. Esta aplicação de chaves estáticas como elemento de manobra instantânea de fontes contingentes foi explorada no Capítulo VII deste fascículo.

Uma vez definidas as arquiteturas das fontes, as suas interligações e os modelos operacionais, assim como a relação com as cargas a serem alimentadas, falta definir como o projeto tratará desta compatibilização, isto é, como as cargas serão alimentadas e interligadas

às fontes e quais cuidados especiais e adicionais os componentes elétricos das instalações merecerão.

Tensões de operação

As tensões de operação das fontes e aquelas em que as cargas serão alimentadas possuem uma grande importância na concepção e sua definição dependerá:

- dos aspectos das correntes e das perdas elétricas, uma vez que as correntes elétricas são inversamente proporcionais às tensões de operação dos circuitos e quanto menor forem as correntes menores serão as perdas elétricas na razão quadrática da redução das correntes.
- da certificação LEED, que tem como premissa uma operação com quedas de tensão menores que aquelas toleradas por normas.
- da tensão de operação das baterias em corrente contínua, que varia em função da tensão de entrada do UPS e também do projeto do fabricante.
- do uso de transformadores para adequação das tensões de entrada e saída, que pode ser outra fonte de perdas elétricas, além de redução da confiabilidade.
- das cargas alimentadas entre fases e neutro (em geral sistema estrela, 208/120 V ou 380/220 V, ou ainda 220/127 V), que requerem cuidados adicionais com as harmônicas de sequência zero no neutro e superam as correntes das fases e tensões entre terra e neutro.

Limitações de potência de equipamentos e linhas elétricas

Além dos aspectos referentes à tensão de operação,

outra discussão sempre presente trata da limitação de equipamentos elétricos, isto é, os transformadores poderão ser aplicados até qual potência? Poderemos operar em paralelo? Quais as limitações para aplicação de disjuntores? Poderemos aplicar fusíveis?

Estas questões definem a estrutura do projeto elétrico de alimentação tanto das cargas TI como dos sistemas auxiliares, como ar-condicionado, que pode atingir a mesma ordem de grandeza da potencia elétrica das cargas TI. Assim deverão ser estabelecidos os níveis máximos, não só de potências de transformadores como de correntes de dispositivos de manobra e proteção e, por consequência, os níveis de curto-circuito a que os equipamentos deverão suportar e estar dimensionados.

Outro ponto que sempre gera discussões são os aspectos de concepção das linhas elétricas, montadas com circuitos clássicos formados por cabos ou por linhas pré-fabricadas (busways). Além dos custos de aquisição, outros aspectos de comparação podem ser aplicáveis, como os espaços disponíveis para estas linhas, a queda de tensão, os aspectos de manutenção e confiabilidade, entre outros.

Aterramento e cuidados com as harmônicas

As normas de instalação e aquelas voltadas especificamente para alimentação de cargas TI apresentam os modelos possíveis e recomendáveis que devem ser respeitados. As cargas TI possuem filtros que necessitam de aterramento para correta operação, além da necessidade de equipotencialização entre os equipamentos e fontes.



Figura 1 – Distribuição de energia em data center com proteção por fusíveis.

Em particular, a ABNT NBR 5410 recomenda o uso de esquema de aterramento TNS. Este assunto, que foi bastante explorado nos últimos anos devido aos problemas iniciais de concepção de alguns modelos equivocados, apresenta atualmente um consenso com a adoção de sistemas radiais de distribuição e topologia de aterramento.

As correntes harmônicas presentes nas cargas TI devido às fontes chaveadas, bem como aquelas presentes nas correntes de entrada dos UPSs, devem ser consideradas em projeto, nas diversas possibilidades de manobra e operação. Vale lembrar que a operação por chaves estáticas ou by-pass pode mudar totalmente

o comportamento das harmônicas em determinados pontos ou barramentos da instalação.

Aspectos da norma TIA (“Telecommunications Industry Association”) 942 e reflexos na eficiência energética e TI verde (“green IT”)

A norma TIA 942 apresenta critérios de classificação (Tiers I a IV) baseados na classificação definida pelo “up-time institute”. A Tabela 1, que é uma tradução livre de parte da Tabela 10 da 942, apresenta as prescrições para a classificação. O que se nota é que quanto maior a classificação (Tier III e IV, por exemplo), devido à maior quantidade de equipamentos redundantes, maiores serão também as perdas elétricas.

Os aspectos de eficiência energética podem ser avaliados pelo indicador PUE (“Power usage effectiveness”) também definido pelo up-time institute. De uma forma geral, o PUE deve medir a relação entre a energia total consumida pelo site (equipamentos TI, cargas de ar-condicionado, iluminação, perdas elétricas e outras) e o consumo exclusivo das cargas TI. Portanto, quanto mais o PUE se aproxima de 1 tanto mais eficiente será o uso de energia do site.

Com o uso do Tier IV, devido ao volume de equipamentos em regime de contingência, o PUE será aumentado em uma clara relação de compromisso que deve ser estabelecida na fase de planejamento da topologia de distribuição elétrica.

O “UP-TIME institute” no “White Paper”, de autoria de Pitt Turner e outros, apresenta os esquemas a seguir reproduzidos nas Figuras 1 a 4 para a interpretação da classificação Tier:

Painéis elétricos e PDUs

A norma NBR IEC 60439-1 de 2003 trouxe a normalização necessária aos painéis elétricos e seu adequado atendimento com a consequente especificação dos painéis elétricos, que prover ao site a possibilidade de evitar acidentes por operação inadequada ou, ainda, a contenção de defeitos, sem que outros componentes da instalação sejam atingidos.

Os transformadores que compõem os PDUs devem ser especificados com o fator k adequado, blindagem adequado e, naturalmente, com baixas perdas e controle de corrente de “in-rush”.

Este controle da corrente de “in-rush” necessário está relacionado à manutenção da alimentação do próprio trafo pelo

TABELA 1 – PARTE DAS RECOMENDAÇÕES DA TABELA 10 DA NORMA TIA 942

| | TIER I | TIER II | TIER III | TIER IV |
|--|---|---|---|--|
| NÚMERO DE DELIVERY PATHS | 1 | 1 | 1 ATIVO E 1 PASSIVO | 2 ATIVOS |
| ENTRADA DA CONCESSIONÁRIA LOCAL DE ALIMENTAÇÃO | ALIMENTADOR ÚNICO | ALIMENTADOR ÚNICO | DUPLO CIRCUITO COM TENSÃO SUPERIOR A 600 V | DUPLO CIRCUITO COM TENSÃO SUPERIOR A 600 V DE DIFERENTES CONCESSIONÁRIAS |
| SISTEMA PERMITE MANUTENÇÃO SEM PARADA | NÃO | NÃO | SIM | SIM |
| PONTOS DE FALHA INDIVIDUAL | UM OU MAIS PONTOS DE FALHA POR SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO | UM OU MAIS PONTOS DE FALHA POR SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO | NÃO HÁ PONTO DE FALHA POR SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO | NÃO HÁ PONTO DE FALHA POR SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO |
| SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA CRÍTICA | CHAVE ESTÁTICA COM BY-PASS DE MANUTENÇÃO | | | |
| CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DE DISJUNTORES | NENHUMA | NENHUMA | DISJUNTORES EM MONTAGEM FIXA. QUALQUER PAINEL DE DISTRIBUIÇÃO PODE SER DESLIGADO PARA MANUTENÇÃO SEM PREJUÍZO PARA AS CARGAS CRÍTICAS | DISJUNTORES EM MONTAGEM EXTRAÍVEL. QUALQUER PAINEL DE DISTRIBUIÇÃO PODE SER DESLIGADO PARA MANUTENÇÃO SEM PREJUÍZO PARA AS CARGAS CRÍTICAS |
| AUTONOMIA DOS GERADORES E PLENA CARGA EM HORAS | 8 HORAS (GERADOR NÃO É NECESSÁRIO SE O UPS POSSUI 8 MINUTOS DE AUTONOMIA) | 24 HORAS | 72 HORAS | 96 HORAS |
| REDUNDÂNCIA DO UPS | N | N+1 | N+1 | 2N |
| TOPOLOGIA DO UPS | SINGELO OU PARALELO NÃO REDUNDANTE | MÓDULOS PARALELOS REDUNDANTES OU MÓDULOS REDUNDANTES DISTRIBUÍDOS | MÓDULOS PARALELOS REDUNDANTES, MÓDULOS REDUNDANTES DISTRIBUÍDOS OU SISTEMAS DE BLOCOS REDUNDANTES | MÓDULOS PARALELOS REDUNDANTES, MÓDULOS REDUNDANTES DISTRIBUÍDOS OU SISTEMAS DE BLOCOS REDUNDANTES |
| MANUTENÇÃO DO UPS E CONDIÇÃO DE BY-PASS | ALIMENTAÇÃO DO BY-PASS DESDE A MESMA FONTE DO UPS E CONCESSIONÁRIA | | | BY-PASS OBTIDO DE UM UPS RESERVA QUE É ALIMENTADO DE UM BARRAMENTO DIFERENTE QUE O PRINCIPAL |
| TENSÃO DE DISTRIBUIÇÃO DO UPS | TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO 120 V/208 V ATÉ CARGAS DE 1440 kVA E 480V PARA CARGAS SUPERIORES A 1440 kVA | | | |
| PDUs ALIMENTAM TODAS AS CARGAS (COMPUTADORES E TELECOMUNICAÇÃO) | NÃO | | SIM | |
| LOAD BUS SYNCHRONIZATION (LBS) | NÃO | | SIM | |
| REDUNDÂNCIA (UPS) | UPS ESTÁTICO | UPS ESTÁTICO OU ROTATIVO | UPS ESTÁTICO OU ROTATIVO | UPS ESTÁTICO, ROTATIVO OU HÍBRIDO |
| ALIMENTAÇÃO SEPARADA PARA OS EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA E DE TELECOMUNICAÇÕES | NÃO | SIM | SIM | SIM |

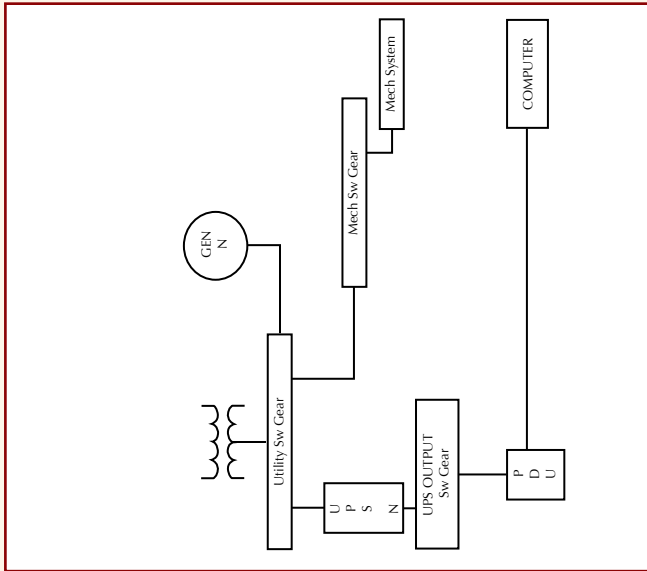


Figura 2 – Esquemático para classificação Tier I.

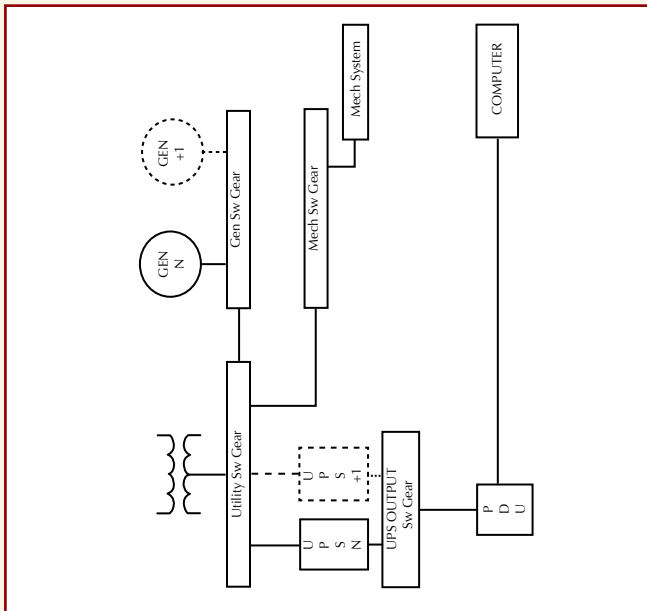


Figura 3 – Esquemático para classificação Tier II.

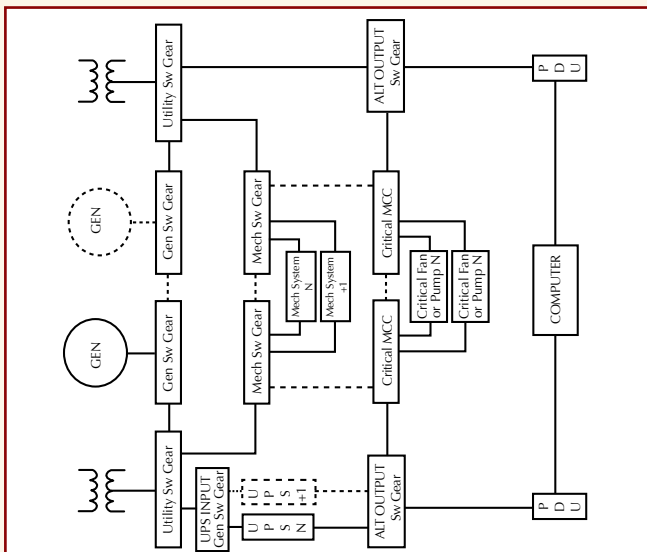


Figura 4 – Esquemático para classificação Tier III.

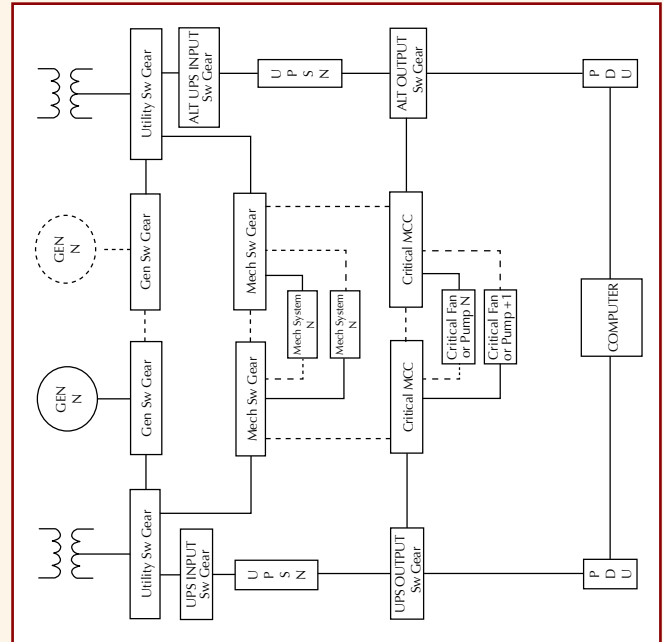


Figura 5 – Esquemático para classificação Tier IV.

ramo do inversor, impedindo que a alimentação seja transferida para o ramo da chave estática. Por conta disso, o projeto e a construção destes transformadores devem considerar premissas e cuidados complementares que, naturalmente, o diferenciarão do ponto de vista operacional daqueles construídos para operações clássicas. Transformadores com estas características especiais possuirão custos mais elevados, uma vez que também requerem quantidades maiores de materiais, além de projeto especial em sua construção.

Recomenda-se ainda que os painéis sejam equipados com sistemas que possibilitem a avaliação da qualidade de energia de alimentação das cargas TI e sistemas de alimentação interligados e redundantes.

Outros pontos relacionados com a monitoração de variáveis elétricas são aplicáveis, como a monitoração de correntes elétricas em cada circuito, garantindo à equipe de operação que a alimentação da carga por cada circuito atenda às premissas de projeto e não haja risco de atuação de proteção de disjuntor por sobrecarga, uma vez que, dificilmente, ou quase nunca, o comportamento da corrente dos circuitos terminais está de acordo com as características nominais das cargas a estes circuitos ligados (devido a diversos fatores).

Sobre o aspecto de redundância, além das já citadas duplas, triplas ou quádruplas fontes que compõem as cargas TI, os PDUs podem ser concebidos em construção “espelhada”, ou seja, colunas de disjuntores alimentadas por fontes (UPSs) independentes e que alimentem fontes distintas de uma mesma carga.

Outras ferramentas interessantes são o uso de disjuntores de alimentação de circuitos terminais em construção extraível, reduzindo significativamente o tempo de reparo, bem como as chaves reversoras de operação manual, conhecidas como “make-before-break”, que permitem a operação de uma fonte para outra sem que o fornecimento de energia à carga seja interrompido.

A alimentação das cargas pode ser feita também com painéis

elétricos que não contemplem os referidos transformadores (a rigor, a instalação ou não de trafo é definição de projeto). Neste caso, o mercado adotou a terminologia “RTP” para identificar os painéis elétricos que geralmente são instalados com as fileiras dos racks, inclusive com configuração física semelhante. Eletricamente, a terminologia possui a mesma função e configuração dos PDUs.

Aspectos de distribuição de energia

Diversas são as topologias possíveis para a alimentação dos conjuntos de UPSs para atender ao nível de confiabilidade desejável (e Tier), necessários e especificados.

Sobre os aspectos de projeto elétrico de alimentação, a ABNT NBR 5410 é bastante aplicável, com alguns cuidados típicos deste tipo de sistema:

- A maioria das instalações elétricas opera em regime de baixa carga por boa parte do tempo, entretanto, podem ocorrer períodos atípicos, em que a contingência é utilizada e as instalações devem estar preparadas para tal.
- Os aspectos de dimensionamento dos circuitos devem considerar:
 - Que a capacidade nominal do UPS é relativa à carga a alimentar com fator de potência nominal definido pelo UPS.
 - Caso a carga a ser alimentada pelo UPS possua fator de potência diferente do especificado, a carga a ser alimentada em kVA será diferente.

- Do ponto de vista de alimentação do UPS, o dimensionamento deverá considerar o rendimento, o fator de potência de entrada e a carga adicional para o carregamento da bateria.

- Os circuitos de corrente contínua de alimentação das baterias devem estar de acordo com as tensões de operação (inclusive as mínimas), com as quedas de tensão e com os aspectos de segurança.

- VCircuitos de distribuição e mesmo os terminais poderão ser montados em formação clássica com cabos ou mesmo em barramentos blindados (linhas pré-fabricadas). Neste caso, existem modelos aplicáveis em que os racks de equipamentos são alimentados diretamente de cofres de derivação destas linhas pré-fabricadas, eliminando a figura dos PDUs ou RTPs.
- Aspectos de coordenação de proteção entre os dispositivos de proteção da instalação e aqueles “embarcados” nos equipamentos.

**LUIS TOSSI é engenheiro eletricista e diretor-geral da Chloride Brasil. Atua na área de condicionamento de energia e aplicações de missão crítica há 23 anos, com larga experiência em produtos, aplicações e tecnologias de ponta.*

**JOSÉ STAROSTA é diretor da Ação Engenharia e Instalações e presidente da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Abesco).*

Continua na próxima edição
 Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
 Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o
 e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br