

BATERIAS E RETIFICADORES EM SUBESTAÇÕES: AUTONOMIA, DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÃO

Entenda baterias e retificadores em subestações: autonomia, perfil de descarga, dimensionamento, tecnologias, redundância, supervisão e comissionamento.

SUMÁRIO

1. O QUE SÃO O BANCO DE BATERIAS E OS RETIFICADORES DA SUBESTAÇÃO	4
2. POR QUE O SISTEMA CC É CRÍTICO PARA A SUBESTAÇÃO	4
3. DIFERENÇA ENTRE BANCO DE BATERIAS, RETIFICADOR E UPS	5
3.1. BANCO DE BATERIAS	5
3.2. RETIFICADOR	5
3.3. UPS OU NOBREAK	5
4. ARQUITETURA TÍPICA DO SISTEMA DE CORRENTE CONTÍNUA	5
4.1. ARQUITETURAS COM UM BANCO	6
4.2. ARQUITETURAS COM DOIS BANCOS	6
4.3. RETIFICADORES MODULARES EM N+1	6
5. TENSÕES UTILIZADAS NO SISTEMA CC	6
6. TECNOLOGIAS DE BATERIAS APLICÁVEIS	6
6.1. CHUMBO-ÁCIDO VENTILADA	6
6.2. CHUMBO-ÁCIDO REGULADA POR VÁLVULA	7
6.3. NÍQUEL-CÁDMIO	7
6.4. ÍONS DE LÍTIO	7
7. COMO LEVANTAR AS CARGAS DO BANCO DE BATERIAS	7
7.1. CARGAS CONTÍNUAS	7
7.2. CARGAS MOMENTÂNEAS	8
7.3. CARGAS INTERMITENTES	8
7.4. CARGAS DE EMERGÊNCIA	8
8. PERFIL DE DESCARGA OU DUTY CYCLE	8
9. COMO DEFINIR O TEMPO DE AUTONOMIA	8
10. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAR O BANCO DE BATERIAS	9
10.1. TENSÃO MÍNIMA NO CONSUMIDOR	9
10.2. TEMPERATURA	9
10.3. ENVELHECIMENTO	9
10.4. MARGEM DE PROJETO	9
11. NÚMERO DE CÉLULAS E FAIXA DE TENSÃO	10
12. DIMENSIONAMENTO DOS RETIFICADORES	10
12.1. TEMPO DE RECARGA	10
12.2. COMPARTILHAMENTO DE CORRENTE	10
12.3. CAPACIDADE DE SOBRECARGA	10
13. REGIMES DE FLUTUAÇÃO, CARGA E EQUALIZAÇÃO	11

13.1. FLUTUAÇÃO	11
13.2. RECARGA	11
13.3. EQUALIZAÇÃO	11
14. RIPPLE E QUALIDADE DA TENSÃO CONTÍNUA	11
15. REDUNDÂNCIA DOS RETIFICADORES	11
16. PROTEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA	12
17. ATERRAMENTO DO SISTEMA CC E SUPERVISÃO DE ISOLAMENTO	12
18. SALA DE BATERIAS, VENTILAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS	12
19. CABOS, CONEXÕES E BARRAMENTOS	12
20. MONITORAMENTO DO BANCO E DOS RETIFICADORES	13
21. INTEGRAÇÃO COM SCADA E TELEASSISTÊNCIA	13
22. ENSAIOS DE RECEBIMENTO E COMISSIONAMENTO	13
23. MANUTENÇÃO E DIAGNÓSTICO	13
24. CRITÉRIOS PARA SUBSTITUIÇÃO E MODERNIZAÇÃO	14
25. DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA	14
26. EXEMPLO CONCEITUAL DE DIMENSIONAMENTO	14
27. ERROS COMUNS	14
27.1. DIMENSIONAR APENAS POR AMPÈRE-HORA	14
27.2. USAR APENAS A CORRENTE MÉDIA	15
27.3. IGNORAR A QUEDA DE TENSÃO	15
27.4. NÃO APLICAR ENVELHECIMENTO E TEMPERATURA	15
27.5. DIMENSIONAR O RETIFICADOR APENAS PARA A CARGA CONTÍNUA	15
27.6. CONSIDERAR N+1 SEM ANALISAR FALHAS COMUNS	15
27.7. TRATAR VRLA COMO LIVRE DE INSPEÇÃO	15
27.8. SUBSTITUIR A TECNOLOGIA SEM REVISAR O SISTEMA	15
27.9. NÃO INTEGRAR OS ALARMES AO SCADA	15
27.10. NÃO ATUALIZAR A MEMÓRIA DE CÁLCULO APÓS EXPANSÕES	16
28. APLICABILIDADE NORMATIVA	16
29. CONCLUSÃO	16

O **banco de baterias da subestação** e os retificadores formam a principal fonte de energia em corrente contínua para proteção, comando, automação, supervisão e telecomunicações. A função do sistema não é apenas manter equipamentos eletrônicos ligados: ele deve preservar a capacidade de detectar faltas, abrir disjuntores, registrar eventos e comunicar a condição da instalação mesmo durante a perda da alimentação em corrente alternada.

O dimensionamento exige mais do que somar as potências nominais das cargas. É necessário construir o perfil de descarga, separar cargas contínuas e momentâneas, definir o tempo de autonomia, verificar a tensão mínima admissível nos consumidores, aplicar fatores de temperatura e envelhecimento, dimensionar os retificadores e avaliar os cenários de contingência.

Este artigo aprofunda os elementos que foram apresentados no conteúdo sobre **serviços auxiliares em subestações**, concentrando-se no sistema de corrente contínua, no banco de baterias e nos retificadores.

1. O QUE SÃO O BANCO DE BATERIAS E OS RETIFICADORES DA SUBESTAÇÃO

O banco de baterias é um conjunto de células ou monoblocos interligados para fornecer a tensão e a capacidade necessárias ao sistema de corrente contínua. Durante a operação normal, ele permanece associado ao barramento CC e aos retificadores. Quando a fonte em corrente alternada é perdida ou o retificador fica indisponível, o banco assume a alimentação das cargas previstas no projeto.

O retificador converte energia em corrente alternada para corrente contínua. Em uma arquitetura típica, ele executa simultaneamente três funções:

A expressão **carregador de baterias** é frequentemente utilizada como sinônimo de retificador, mas a especificação deve esclarecer as funções exigidas. Um equipamento destinado apenas à recarga pode não possuir a mesma arquitetura, supervisão, filtragem, redundância e capacidade de alimentar continuamente cargas críticas.

2. POR QUE O SISTEMA CC É CRÍTICO PARA A SUBESTAÇÃO

Muitas funções essenciais precisam continuar disponíveis justamente quando o sistema elétrico está em condição anormal. Entre elas estão:

Uma falha no sistema CC pode deixar os equipamentos primários eletricamente disponíveis, mas sem proteção, comando ou comunicação confiáveis. Por isso, baterias e retificadores devem ser tratados como parte da cadeia de segurança e disponibilidade da

subestação.

3. DIFERENÇA ENTRE BANCO DE BATERIAS, RETIFICADOR E UPS

Os três elementos podem coexistir, mas não possuem a mesma função.

3.1. BANCO DE BATERIAS

Armazena energia em forma eletroquímica e alimenta o barramento CC quando a fonte normal não está disponível. Também estabiliza o barramento e fornece correntes momentâneas elevadas para comandos e mecanismos.

3.2. RETIFICADOR

Converte CA em CC, alimenta as cargas contínuas, mantém a bateria em flutuação e executa a recarga. Pode ser composto por módulos paralelos, com redundância e compartilhamento de corrente.

3.3. UPS OU NOBREAK

Fornece energia alternada ininterrupta para cargas que exigem alimentação CA, como servidores, estações de operação, equipamentos de telecomunicações ou sistemas específicos. A UPS pode utilizar banco próprio ou ser alimentada pelo sistema CC, conforme o projeto.

Uma UPS não substitui automaticamente o sistema CC de proteção e comando. Bobinas, relés e circuitos de abertura podem exigir alimentação direta em corrente contínua, sem tempo de transferência e com características próprias de tensão e curto-circuito.

4. ARQUITETURA TÍPICA DO SISTEMA DE CORRENTE CONTÍNUA

Uma arquitetura básica pode incluir:

O banco e os retificadores normalmente permanecem conectados ao mesmo barramento. Em regime normal, os retificadores alimentam as cargas e mantêm a bateria carregada. Em falta de CA, a bateria assume a carga sem uma operação de transferência convencional.

4.1. ARQUITETURAS COM UM BANCO

São mais simples, mas concentram a disponibilidade em um único conjunto de células, barramento e cadeia de distribuição. Devem ser avaliadas conforme a criticidade, a possibilidade de manutenção e os requisitos do proprietário.

4.2. ARQUITETURAS COM DOIS BANCOS

Podem aumentar a disponibilidade e permitir segregação entre sistemas ou barras. Entretanto, a duplicação só é efetiva quando elimina pontos comuns de falha. Dois bancos que dependem do mesmo quadro, da mesma alimentação ou do mesmo ambiente podem não fornecer a independência esperada.

4.3. RETIFICADORES MODULARES EM N+1

Na configuração N+1, a quantidade de módulos instalada permite atender a carga mesmo com a indisponibilidade de um módulo. O critério deve considerar simultaneamente a alimentação das cargas e a necessidade de recarga do banco.

5. TENSÕES UTILIZADAS NO SISTEMA CC

Subestações podem utilizar 24, 48, 110, 125, 220 ou 250 Vcc, entre outros valores definidos pelo proprietário. A escolha influencia:

Tensões mais elevadas reduzem a corrente para uma mesma potência, mas aumentam o número de células em série e as exigências de isolamento. A tensão nominal não pode ser analisada isoladamente: é necessário verificar a faixa máxima e mínima que aparece no barramento durante carga, flutuação e descarga.

6. TECNOLOGIAS DE BATERIAS APLICÁVEIS

A tecnologia deve ser escolhida conforme vida esperada, ambiente, manutenção, ventilação, comportamento em descarga, custo do ciclo de vida e padronização.

6.1. CHUMBO-ÁCIDO VENTILADA

A bateria ventilada possui eletrólito líquido e libera gases durante determinados regimes de carga. Entre suas características estão ampla experiência de aplicação, possibilidade de inspeção de elementos e necessidade de controle de eletrólito, ventilação, limpeza e manutenção.

O ambiente deve considerar contenção, ventilação, corrosão e acesso seguro. A existência de tampas e pontos de inspeção não elimina a necessidade de procedimentos específicos do fabricante.

6.2. CHUMBO-ÁCIDO REGULADA POR VÁLVULA

As baterias VRLA utilizam construção selada com válvula de segurança. Podem empregar tecnologias AGM ou gel. Elas reduzem algumas atividades de manutenção, mas continuam sensíveis a temperatura, sobrecarga, ventilação inadequada e secagem do eletrólito.

A expressão “livre de manutenção” não significa ausência de inspeção, monitoramento ou necessidade de substituição planejada.

6.3. NÍQUEL-CÁDMIO

Baterias de níquel-cádmio apresentam robustez, ampla faixa de temperatura e tolerância a descargas profundas em determinadas aplicações. Em contrapartida, possuem custo elevado e exigências ambientais e de destinação relacionadas ao cádmio.

6.4. ÍONS DE LÍTIO

Soluções de lítio podem oferecer alta densidade de energia e monitoramento por sistema de gerenciamento. Sua aplicação em subestações exige análise de segurança, compatibilidade com o carregador, comportamento térmico, proteção de células, certificações e resposta a falhas.

A substituição direta de chumbo-ácido por lítio sem revisar retificador, proteções, ventilação e filosofia de supervisão não é recomendável.

7. COMO LEVANTAR AS CARGAS DO BANCO DE BATERIAS

O dimensionamento começa por uma lista de cargas rastreável. Cada consumidor deve ser identificado por circuito, tensão, corrente, regime de operação e prioridade.

7.1. CARGAS CONTÍNUAS

Permanecem alimentadas durante todo o período de autonomia. Exemplos incluem relés, IEDs, controladores, UTR, conversores, telecomunicações e supervisão.

7.2. CARGAS MOMENTÂNEAS

Operam por intervalos curtos, mas podem exigir correntes elevadas. Bobinas de abertura e fechamento e motores de mecanismos são exemplos típicos.

7.3. CARGAS INTERMITENTES

Entram em operação periodicamente, como aquecimentos, sinalizações, bombas ou equipamentos com ciclos definidos.

7.4. CARGAS DE EMERGÊNCIA

Devem permanecer disponíveis durante a contingência considerada, como iluminação de emergência, comunicação e determinadas funções de segurança.

A lista deve distinguir a corrente em regime, a corrente de partida ou pico, a duração e a quantidade de operações simultâneas ou sequenciais.

8. PERFIL DE DESCARGA OU DUTY CYCLE

O perfil de descarga representa a corrente exigida ao longo do tempo. Ele não é necessariamente constante. Um cenário pode conter:

1. carga contínua desde o início da perda de CA; 2. operações de abertura logo após a falta; 3. período prolongado apenas com cargas permanentes; 4. comandos de fechamento ou novas aberturas ao final da autonomia; 5. margem para eventos adicionais definidos pelo proprietário.

O perfil precisa refletir a filosofia operativa. Dimensionar apenas pela corrente média pode ignorar a necessidade de fornecer corrente elevada quando a tensão da bateria já está reduzida.

9. COMO DEFINIR O TEMPO DE AUTONOMIA

O tempo de autonomia é o período durante o qual o banco deve alimentar as cargas sem a fonte normal. Ele depende de:

Não existe um valor universal para todas as subestações. O período deve ser documentado como premissa de projeto e validado junto à operação.

10. CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAR O BANCO DE BATERIAS

O dimensionamento deve considerar, de forma integrada:

A capacidade em ampère-hora não deve ser obtida apenas multiplicando corrente média por tempo. As curvas de descarga do fabricante relacionam corrente, duração, temperatura e tensão final.

Projeto integrado de energia crítica e ininterrupta

O dimensionamento do banco, dos retificadores, da UPS, das fontes redundantes e da distribuição deve partir das cargas, da autonomia, dos cenários de contingência e dos requisitos de disponibilidade.

[Conhecer o serviço de Projeto de Sistemas de Energia Crítica e Ininterrupta](#)

10.1. TENSÃO MÍNIMA NO CONSUMIDOR

A bateria pode manter tensão aceitável em seus terminais enquanto a bobina mais distante recebe valor inferior ao necessário por causa da queda nos cabos. A verificação deve incluir o circuito completo.

10.2. TEMPERATURA

A capacidade disponível diminui em baixas temperaturas. Temperaturas elevadas podem melhorar temporariamente a capacidade, mas aceleram o envelhecimento. O projeto deve usar a temperatura de referência e os fatores recomendados pelo fabricante ou pela norma adotada.

10.3. ENVELHECIMENTO

A bateria precisa atender ao perfil de descarga próximo ao fim da vida prevista, não apenas quando nova. O fator de envelhecimento compensa a perda gradual de capacidade.

10.4. MARGEM DE PROJETO

A margem deve ser justificada. Margens excessivas podem elevar custo, espaço, corrente de curto-circuito e tempo de recarga. Margens insuficientes reduzem a autonomia real.

11. NÚMERO DE CÉLULAS E FAIXA DE TENSÃO

O número de células em série determina a tensão nominal do banco. Entretanto, a tensão do barramento varia entre:

Todos os consumidores devem suportar a tensão máxima e continuar funcionando na tensão mínima. Essa verificação inclui relés, bobinas, controladores, conversores, equipamentos de telecomunicações e dispositivos de proteção.

Reduzir o número de células para limitar a tensão máxima pode prejudicar a tensão disponível ao final da descarga. A decisão deve resultar da compatibilização entre bateria, retificador e cargas.

12. DIMENSIONAMENTO DOS RETIFICADORES

A capacidade dos retificadores deve atender simultaneamente:

Um retificador dimensionado apenas pela carga permanente pode levar tempo excessivo para recompor o banco após uma descarga. Por outro lado, correntes de recarga elevadas podem ultrapassar os limites da bateria ou aumentar a geração de gases e o aquecimento.

12.1. TEMPO DE RECARGA

O tempo de recarga deve ser definido conforme a disponibilidade exigida. Após uma descarga, o sistema pode estar operando com reserva reduzida. O projeto deve verificar quanto tempo é necessário para recuperar a capacidade e como o equipamento limita a corrente.

12.2. COMPARTILHAMENTO DE CORRENTE

Em retificadores modulares, os módulos devem compartilhar a carga de forma estável. Desequilíbrios persistentes podem sobrecarregar um módulo e reduzir a efetividade da redundância.

12.3. CAPACIDADE DE SOBRECARGA

Algumas cargas momentâneas podem ser atendidas pelo banco, enquanto os retificadores fornecem a parcela contínua. A filosofia deve estar clara para não exigir do retificador uma resposta incompatível com sua capacidade dinâmica.

13. REGIMES DE FLUTUAÇÃO, CARGA E EQUALIZAÇÃO

13.1. FLUTUAÇÃO

Mantém a bateria carregada e compensa a autodescarga enquanto o retificador alimenta as cargas. A tensão deve seguir a tecnologia, a temperatura e as recomendações do fabricante.

13.2. RECARGA

Após uma descarga, o retificador eleva a corrente dentro do limite permitido para recompor a capacidade. O controle precisa evitar sobrecarga e respeitar a tensão máxima dos consumidores.

13.3. EQUALIZAÇÃO

Pode ser utilizada em determinadas tecnologias para corrigir diferenças entre células. Não é um procedimento universal e deve seguir a recomendação do fabricante. Alguns equipamentos conectados ao barramento podem não suportar a tensão de equalização, exigindo análise específica.

14. RIPPLE E QUALIDADE DA TENSÃO CONTÍNUA

O ripple é a componente alternada residual presente na saída do retificador. Valores excessivos podem:

A especificação deve definir limites de ripple com e sem bateria conectada, conforme a aplicação. Filtros, aterramento, cabos e cargas influenciam o desempenho real.

15. REDUNDÂNCIA DOS RETIFICADORES

Uma arquitetura redundante pode usar dois equipamentos completos ou módulos paralelos. A análise deve verificar:

A indicação “N+1” não garante disponibilidade se todos os módulos dependem de um único controlador, disjuntor, barramento ou alimentação.

16. PROTEÇÃO E DISTRIBUIÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

Circuitos CC apresentam comportamento diferente dos circuitos CA. O arco não possui passagem natural por zero a cada semiciclo, e dispositivos inadequados podem não interromper a corrente com segurança.

O projeto deve especificar dispositivos com capacidade declarada para:

Fusíveis e disjuntores precisam ser coordenados com a bateria, os retificadores, os cabos e as cargas. A corrente de curto-circuito do banco pode ser elevada, especialmente próxima aos terminais.

17. ATERRAMENTO DO SISTEMA CC E SUPERVISÃO DE ISOLAMENTO

Muitos sistemas CC de subestações operam isolados da terra, com supervisão permanente de isolamento. Nesse arranjo, uma primeira falta à terra pode não interromper imediatamente a alimentação, mas precisa gerar alarme e ser localizada.

Uma segunda falta em outro polo pode criar caminho de curto-circuito ou provocar comandos indevidos. Por isso, a supervisão deve ser sensível, seletiva quando necessário e integrada ao plano de manutenção.

Outros esquemas podem ser adotados conforme a padronização. A escolha deve considerar segurança, continuidade, compatibilidade eletromagnética e detecção de falhas.

18. SALA DE BATERIAS, VENTILAÇÃO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

A instalação física influencia a segurança e a vida útil. Devem ser avaliados:

A ventilação deve ser dimensionada com base na tecnologia, no regime de carga, na quantidade de células e nos critérios normativos. A simples existência de uma abertura não comprova ventilação adequada.

19. CABOS, CONEXÕES E BARRAMENTOS

Quedas de tensão e aquecimento podem ocorrer em cabos, interligações, pontes e conexões. O projeto deve considerar:

Conexões com resistência elevada podem produzir aquecimento localizado e desequilíbrio entre elementos. A documentação deve registrar a configuração e os pontos de inspeção.

20. MONITORAMENTO DO BANCO E DOS RETIFICADORES

A supervisão pode incluir:

O monitoramento não substitui ensaios e inspeções. Tendências devem ser interpretadas considerando tecnologia, temperatura, regime de carga e histórico.

21. INTEGRAÇÃO COM SCADA E TELEASSISTÊNCIA

Alarmes do sistema CC devem chegar ao centro de operação com prioridade coerente. Entre os eventos relevantes estão:

A teleassistência depende dessa infraestrutura. Câmeras, switches, conversores ópticos, servidores, roteadores e sensores podem exigir alimentação ininterrupta. A autonomia deve considerar toda a cadeia, e não apenas o equipamento de campo.

Energia auxiliar para teleassistência e monitoramento operativo

A disponibilidade de câmeras, telecomunicações, sensores e SCADA depende da integração entre banco de baterias, UPS, retificadores, redes e contingência.

[Conhecer a solução de Teleassistência e Monitoramento Operativo em Subestações](#)

22. ENSAIOS DE RECEBIMENTO E COMISSIONAMENTO

O comissionamento deve verificar a coerência entre projeto, equipamentos e instalação. Conforme o escopo e a tecnologia, podem ser avaliados:

Ensaio de descarga e intervenções em bancos de baterias devem seguir procedimentos do fabricante, análise de risco e equipe qualificada. Este artigo não substitui procedimento de campo.

23. MANUTENÇÃO E DIAGNÓSTICO

Um plano de manutenção pode incluir:

Medições isoladas não devem ser usadas como único critério de substituição. A análise deve combinar histórico, tecnologia, idade, temperatura, capacidade e recomendações do fabricante.

24. CRITÉRIOS PARA SUBSTITUIÇÃO E MODERNIZAÇÃO

A modernização pode ser necessária quando existem:

Substituir apenas o banco sem revisar o perfil de carga pode repetir o problema. A modernização deve reavaliar cargas, autonomia, cabos, proteção, retificadores, supervisão, sala e interfaces com SCADA.

25. DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA

O dossiê técnico deve incluir, conforme o empreendimento:

26. EXEMPLO CONCEITUAL DE DIMENSIONAMENTO

Considere uma subestação com cargas contínuas de proteção, automação e telecomunicações, além de correntes momentâneas para abertura e fechamento de disjuntores.

Primeiro, a equipe define o cenário de perda da alimentação CA e o tempo de autonomia. Depois, organiza as cargas em uma sequência temporal: consumo contínuo durante todo o período, abertura inicial de equipamentos e novas operações previstas no final da autonomia.

Em seguida, determina a tensão mínima admissível nas cargas, calcula a queda nos cabos e seleciona uma tensão final por célula compatível. As curvas do fabricante são usadas para encontrar a capacidade que atende ao perfil, com correções de temperatura, envelhecimento e margem.

Por fim, os retificadores são dimensionados para alimentar a carga normal e recompor a bateria no tempo definido, mantendo a capacidade necessária mesmo com um módulo indisponível, quando o critério for N+1.

O exemplo demonstra a sequência metodológica. Valores finais dependem das cargas, da tecnologia, do fabricante, da temperatura e dos requisitos do proprietário.

27. ERROS COMUNS

27.1. DIMENSIONAR APENAS POR AMPÈRE-HORA

A capacidade nominal não informa sozinha o desempenho para uma taxa de descarga, temperatura e tensão final específicas.

27.2. USAR APENAS A CORRENTE MÉDIA

Correntes momentâneas podem ocorrer no final da autonomia e definir a quantidade de células ou a capacidade necessária.

27.3. IGNORAR A QUEDA DE TENSÃO

A tensão no banco pode ser aceitável enquanto a carga mais distante recebe valor insuficiente.

27.4. NÃO APLICAR ENVELHECIMENTO E TEMPERATURA

O banco precisa cumprir sua função próximo ao fim da vida e na temperatura mínima de projeto.

27.5. DIMENSIONAR O RETIFICADOR APENAS PARA A CARGA CONTÍNUA

Isso pode produzir tempo de recarga excessivo e manter a subestação com reserva reduzida por um período inadequado.

27.6. CONSIDERAR N+1 SEM ANALISAR FALHAS COMUNS

Controlador, barramento, alimentação CA ou quadro comum podem invalidar a redundância declarada.

27.7. TRATAR VRLA COMO LIVRE DE INSPEÇÃO

Temperatura, tensão, conexões, alarmes e capacidade continuam exigindo acompanhamento.

27.8. SUBSTITUIR A TECNOLOGIA SEM REVISAR O SISTEMA

Uma bateria diferente pode exigir outro regime de carga, proteção, ventilação, supervisão e resposta a falhas.

27.9. NÃO INTEGRAR OS ALARMES AO SCADA

Falhas no sistema CC precisam ser percebidas antes que uma nova contingência revele a perda da capacidade de proteção ou comando.

27.10. NÃO ATUALIZAR A MEMÓRIA DE CÁLCULO APÓS EXPANSÕES

Novos relés, telecomunicações, automação e sistemas de monitoramento alteram a carga e a autonomia.

28. APLICABILIDADE NORMATIVA

A **ABNT NBR 14039** fornece requisitos gerais para instalações elétricas de média tensão em seu campo de aplicação e deve ser coordenada com as normas específicas dos equipamentos auxiliares.

A **ABNT NBR 5419-4:2026** é relevante para a proteção dos sistemas elétricos e eletrônicos internos contra efeitos de descargas atmosféricas, incluindo medidas de proteção contra surtos e interfaces com alimentação, automação e telecomunicações.

A série **IEC 62485** trata de requisitos de segurança para baterias secundárias e instalações de baterias. A Parte 2 é direcionada a baterias estacionárias. Devem ser verificadas a edição vigente e a adoção brasileira disponível no Catálogo ABNT.

A **IEEE 485** apresenta prática recomendada para dimensionamento de baterias chumbo-ácido ventiladas em aplicações estacionárias. A **IEEE 946** aborda sistemas auxiliares de corrente contínua em estações de geração e subestações. A norma ou prática adotada deve ser declarada no projeto.

O **Submódulo 2.6 do ONS** contém requisitos para serviços auxiliares em instalações abrangidas por seu objetivo. Esses critérios não devem ser generalizados automaticamente para qualquer subestação industrial ou cabine primária.

29. CONCLUSÃO

Baterias e retificadores sustentam a proteção, o comando e a observabilidade da subestação quando a alimentação normal falha. O desempenho depende da integração entre perfil de carga, autonomia, tensão mínima, tecnologia, temperatura, envelhecimento, recarga, redundância, proteção e supervisão.

O banco não deve ser escolhido apenas pela capacidade nominal, e o retificador não deve ser dimensionado apenas pela carga permanente. A solução precisa ser validada nos cenários de contingência e permanecer rastreável na documentação de projeto, comissionamento e manutenção.

A análise deve permanecer conectada à arquitetura mais ampla dos **serviços auxiliares da subestação**, às telecomunicações, à teleassistência e aos critérios de disponibilidade

definidos para o empreendimento.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14039:2021 — Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Consultar a edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5419-4:2026 — Proteção contra descargas atmosféricas — Parte 4: sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Consultar a edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 62485 — Safety requirements for secondary batteries and battery installations. Consultar a Parte 2 e a edição aplicável; verificar adoção brasileira no [Catálogo ABNT](#).

[4] IEEE STANDARDS ASSOCIATION. IEEE 485 — Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications. Consultar edição vigente.

[5] IEEE STANDARDS ASSOCIATION. IEEE 946 — Recommended Practice for the Design of DC Auxiliary Power Systems for Generating Stations and Substations. Consultar edição vigente.

[6] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Submódulo 2.6 — Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos. Aplicar conforme o enquadramento do documento.

Qual é a função do banco de baterias em uma subestação? Alimentar proteção, comando, automação e telecomunicações durante a perda da fonte em corrente alternada ou a indisponibilidade dos retificadores. **Retificador e carregador de baterias são a mesma coisa?** Na prática de subestações os termos podem ser usados de forma próxima, mas a especificação deve confirmar se o equipamento alimenta continuamente as cargas, mantém flutuação, executa recarga, possui filtragem, redundância e supervisão. **Como dimensionar um banco de baterias de subestação?** O dimensionamento parte do perfil de descarga, autonomia, tensão mínima, queda nos cabos, curvas do fabricante, temperatura, envelhecimento, margem e quantidade de operações momentâneas. **Por que não basta multiplicar corrente por horas?** Porque a capacidade disponível depende da taxa de descarga, da tensão final, da temperatura, do envelhecimento e das curvas específicas da bateria. **Qual autonomia deve ser usada?** A autonomia depende da criticidade, do tempo de restabelecimento da fonte CA, do regime operativo, do deslocamento da manutenção e dos requisitos do proprietário ou agente. **O que significa redundância N+1 nos retificadores?** Significa que a quantidade de módulos permite atender a carga prevista mesmo com um módulo indisponível, desde que não existam outros pontos comuns de

falha que anulem a redundância. **Bateria VRLA é livre de manutenção?** Não. Ela reduz algumas atividades, mas continua exigindo controle de temperatura, tensão, conexões, alarmes, capacidade e substituição planejada. **Uma UPS substitui o banco de baterias da subestação?** Não necessariamente. A UPS atende cargas CA ininterruptas, enquanto o sistema CC alimenta diretamente relés, bobinas, comandos e outras cargas com requisitos próprios. **Quais alarmes do sistema CC devem chegar ao SCADA?** Perda de CA, falha de retificador, bateria em descarga, tensão alta ou baixa, falta à terra, temperatura elevada, ventilação indisponível e falhas de comunicação são exemplos relevantes. **Quando modernizar baterias e retificadores?** Quando a autonomia é insuficiente, existem células degradadas, retificadores obsoletos, falta de redundância, ripple elevado, ventilação inadequada, alarmes limitados ou aumento das cargas.

Soluções

Serviços de engenharia

Materiais técnicos complementares

Conteúdos correlatos

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.