

SUBESTAÇÃO DIGITAL E IEC 61850: ARQUITETURA, IEDS, GOOSE E SAMPLED VALUES

Entenda subestações digitais e IEC 61850: IEDs, MMS, GOOSE, Sampled Values, barramentos, SCL, sincronismo, redundância e ensaios.

SUMÁRIO

1. O QUE É UMA SUBESTAÇÃO DIGITAL	4
2. SUBESTAÇÃO AUTOMATIZADA E SUBESTAÇÃO DIGITAL SÃO A MESMA COISA?	4
3. O QUE É A IEC 61850	5
4. IEC 61850 NÃO É APENAS UM PROTOCOLO	5
5. NÍVEIS DE UMA SUBESTAÇÃO DIGITAL	5
5.1. NÍVEL DE PROCESSO	6
5.2. NÍVEL DE BAY	6
5.3. NÍVEL DE ESTAÇÃO	6
6. IEDS NA SUBESTAÇÃO DIGITAL	6
7. MERGING UNITS E DIGITALIZAÇÃO DO PROCESSO	6
8. MODELAGEM DE DADOS E NÓS LÓGICOS	7
9. O QUE SÃO MMS, GOOSE E SAMPLED VALUES	7
9.1. MMS	7
9.2. GOOSE	7
9.3. SAMPLED VALUES	8
10. BARRAMENTO DE ESTAÇÃO	8
11. BARRAMENTO DE PROCESSO	8
12. REDE ETHERNET INDUSTRIAL	8
13. VLAN, PRIORIDADE E MULTICAST	9
14. REDUNDÂNCIA COM PRP, HSR E RSTP	9
14.1. RSTP	9
14.2. PRP	9
14.3. HSR	9
15. SINCRONISMO DE TEMPO	10
16. ARQUIVOS SCL	10
16.1. ICD	10
16.2. SSD	10
16.3. SCD	10
16.4. CID	11
16.5. IID	11
16.6. SED	11
17. PROCESSO DE ENGENHARIA IEC 61850	11
18. INTEROPERABILIDADE NÃO SIGNIFICA INTERCAMBIABILIDADE	12
19. ENSAIOS DE CONFORMIDADE	12

20. FAT, SAT E TESTES PONTA A PONTA	12
21. CIBERSEGURANÇA	12
22. INTEGRAÇÃO COM SCADA E CENTROS DE OPERAÇÃO	13
23. TELECOMUNICAÇÕES DA SUBESTAÇÃO DIGITAL	13
24. SERVIÇOS AUXILIARES E ALIMENTAÇÃO	13
25. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E INFRAESTRUTURA FÍSICA	13
26. MODERNIZAÇÃO DE SUBESTAÇÕES EXISTENTES	14
27. DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO	14
28. GESTÃO DE CONFIGURAÇÃO E MUDANÇAS	14
29. EXEMPLO CONCEITUAL DE ARQUITETURA	14
30. ERROS COMUNS EM PROJETOS DE SUBESTAÇÃO DIGITAL	15
30.1. TRATAR A IEC 61850 COMO PROTOCOLO ÚNICO	15
30.2. CONFUNDIR AUTOMAÇÃO DIGITAL COM BARRAMENTO DE PROCESSO	15
30.3. SUBSTITUIR CABEAMENTO POR GOOSE SEM REVISAR A FUNÇÃO	15
30.4. NÃO DEFINIR O RESPONSÁVEL PELO ARQUIVO SCD	15
30.5. CONFIAR APENAS NO CERTIFICADO DE CONFORMIDADE	15
30.6. IGNORAR A REDE NOS ESTUDOS DE CONFIABILIDADE	15
30.7. NÃO TESTAR CONTINGÊNCIAS	15
30.8. MISTURAR REDES OPERACIONAIS E CORPORATIVAS	16
30.9. NÃO CONTROLAR VERSÕES DE FIRMWARE E FERRAMENTAS	16
30.10. ENTREGAR SOMENTE ARQUIVOS PDF	16
31. APLICABILIDADE NORMATIVA	16
32. CONCLUSÃO	16

A **subestação digital** utiliza comunicação padronizada, dispositivos eletrônicos inteligentes e dados estruturados para integrar proteção, controle, medição, supervisão e registro de eventos. Em vez de depender exclusivamente de circuitos paralelos ponto a ponto, parte das informações passa a ser trocada por redes industriais determinísticas, com requisitos específicos de desempenho, disponibilidade, sincronismo e interoperabilidade.

A IEC 61850 é a principal referência internacional para essa arquitetura. Ela não é apenas um protocolo de comunicação: a série organiza modelos de dados, serviços de comunicação, linguagem de configuração, requisitos de desempenho, ensaios de conformidade e processos de engenharia aplicados à automação de sistemas de potência.

Uma subestação não se torna digital apenas porque possui relés microprocessados ou um sistema SCADA. A digitalização exige coerência entre funções elétricas, IEDs, redes, arquivos de configuração, sincronismo de tempo, cibersegurança, documentação, testes e gestão do ciclo de vida.

1. O QUE É UMA SUBESTAÇÃO DIGITAL

Subestação digital é uma instalação em que as funções de proteção, controle, supervisão, medição e automação são integradas por dispositivos inteligentes e redes de comunicação padronizadas. A arquitetura pode abranger desde a troca de mensagens entre IEDs no nível de estação até a digitalização de grandezas de corrente e tensão no nível de processo.

O grau de digitalização varia. Existem instalações com barramento de estação e sinais convencionais de processo, arquiteturas híbridas com alguns bays digitais e soluções com barramento de processo, merging units e instrumentos eletrônicos.

O termo deve ser usado com precisão. Nem toda subestação automatizada é uma subestação digital completa, e nem toda implantação IEC 61850 utiliza Sampled Values ou equipamentos de processo digitalizados.

2. SUBESTAÇÃO AUTOMATIZADA E SUBESTAÇÃO DIGITAL SÃO A MESMA COISA?

Não necessariamente. Uma subestação automatizada pode utilizar relés digitais, UTR, CLP, SCADA e redes Ethernet sem adotar integralmente os modelos e os processos de engenharia da IEC 61850.

Na subestação digital, a comunicação e a modelagem de dados passam a fazer parte da arquitetura funcional. O projeto precisa definir como cada função será representada, quais IEDs publicarão ou receberão informações, quais mensagens serão usadas, como os arquivos SCL serão controlados e como o desempenho será validado.

Uma instalação pode estar em diferentes estágios:

3. O QUE É A IEC 61850

A IEC 61850 é uma série de normas para redes e sistemas de comunicação aplicados à automação de sistemas de potência. Ela foi concebida para permitir que funções elétricas sejam descritas de maneira padronizada e que equipamentos de diferentes fornecedores troquem informações de forma interoperável.

A série abrange, entre outros temas:

A base institucional disponível contém a **ABNT NBR IEC 61850-10:2018**, dedicada a ensaios de conformidade. Ela não representa toda a série. Para projetar uma arquitetura completa, é necessário consultar as partes pertinentes e suas edições vigentes.

4. IEC 61850 NÃO É APENAS UM PROTOCOLO

Tratar a IEC 61850 como sinônimo de protocolo Ethernet reduz excessivamente seu alcance. A série estabelece uma abordagem de engenharia baseada em três pilares:

1. **modelagem funcional**: representação padronizada de funções, dados e atributos; 2. **serviços de comunicação**: mecanismos para supervisão, comando, eventos rápidos e valores amostrados; 3. **engenharia de configuração**: descrição formal do sistema, dos IEDs e dos fluxos de informação por arquivos SCL.

Essa separação permite que a função elétrica seja descrita independentemente do fabricante e que diferentes mapeamentos de comunicação sejam utilizados conforme o serviço.

5. NÍVEIS DE UMA SUBESTAÇÃO DIGITAL

A arquitetura é frequentemente organizada em três níveis: processo, bay e estação. Essa divisão é funcional e pode variar conforme o empreendimento.

5.1. NÍVEL DE PROCESSO

O nível de processo está próximo aos equipamentos primários. Nele podem estar:

Em arquiteturas com barramento de processo, grandezas de corrente e tensão podem ser convertidas em dados digitais próximos ao equipamento e transmitidas por Sampled Values.

5.2. NÍVEL DE BAY

O nível de bay concentra funções associadas a uma conexão elétrica específica, como linha, transformador, alimentador ou acoplamento. Normalmente inclui:

O artigo sobre **bay de subestação** explica a unidade funcional elétrica. Nesta página, o foco é como essa unidade se integra à arquitetura digital.

5.3. NÍVEL DE ESTAÇÃO

O nível de estação reúne funções de supervisão e coordenação da instalação, como:

A arquitetura deve separar claramente o que pertence à automação local, o que é transferido ao centro de operação e quais funções dependem de comunicação externa.

6. IEDS NA SUBESTAÇÃO DIGITAL

IED é a sigla para *Intelligent Electronic Device*. O termo abrange dispositivos eletrônicos capazes de processar dados, executar funções e comunicar-se com outros equipamentos.

Exemplos incluem:

Um IED pode executar várias funções ao mesmo tempo. Por isso, o projeto não deve associar automaticamente um dispositivo a uma única função física. É necessário mapear as funções, os nós lógicos, os sinais, os conjuntos de dados e as dependências de comunicação.

7. MERGING UNITS E DIGITALIZAÇÃO DO PROCESSO

A merging unit recebe grandezas analógicas ou digitais provenientes de transformadores para instrumentos e as disponibiliza em formato padronizado para os IEDs consumidores.

Em uma arquitetura com Sampled Values, ela publica amostras de corrente e tensão na rede. Relés e medidores assinam os fluxos necessários para executar suas funções.

A utilização de merging units pode reduzir a quantidade de cabos de cobre entre pátio e sala de controle, mas introduz novas dependências:

A redução de cabeamento não deve ser analisada isoladamente. O projeto precisa comparar confiabilidade, manutenção, disponibilidade, segurança, custo do ciclo de vida e capacidade técnica da equipe de operação.

8. MODELAGEM DE DADOS E NÓS LÓGICOS

A IEC 61850 representa funções por meio de modelos padronizados. Os **nós lógicos** agrupam dados associados a uma função ou parte de uma função.

Exemplos usuais incluem:

O nome do nó lógico, seus objetos de dados e atributos permitem que sistemas diferentes interpretem a informação de maneira consistente.

A padronização não elimina a necessidade de engenharia. O projetista precisa definir instâncias, prefixos, descrições, qualidade, origem, destino e relação com a função elétrica real.

9. O QUE SÃO MMS, GOOSE E SAMPLED VALUES

Os três serviços aparecem com frequência em projetos IEC 61850, mas cumprem funções diferentes.

9.1. MMS

MMS é utilizado em comunicação cliente-servidor. Em subestações, pode suportar:

O MMS normalmente está associado ao barramento de estação e a comunicações que toleram tempos maiores que as funções rápidas de proteção.

9.2. GOOSE

GOOSE é utilizado para troca rápida de eventos entre IEDs. Aplicações comuns incluem:

As mensagens são publicadas em multicast e repetidas com intervalos variáveis para aumentar a confiabilidade da entrega. O projeto precisa definir conjuntos de dados, prioridades, VLANs, assinantes, tempos de desempenho e comportamento em falhas.

GOOSE não deve ser implantado apenas para substituir um fio por uma mensagem. A função completa precisa ser analisada, incluindo segurança positiva, diagnóstico,

comportamento quando a comunicação falha e testes de ponta a ponta.

9.3. SAMPLED VALUES

Sampled Values transportam valores amostrados de corrente e tensão. São especialmente relevantes no barramento de processo.

A aplicação exige controle rigoroso de:

GOOSE e Sampled Values utilizam a rede de forma diferente do MMS. Misturar os requisitos pode levar a dimensionamento incorreto e critérios de teste insuficientes.

10. BARRAMENTO DE ESTAÇÃO

O barramento de estação conecta IEDs, servidores, gateways, estações de operação e sistemas de engenharia. Ele pode transportar MMS, GOOSE, sincronismo, gerenciamento e outros serviços definidos pelo projeto.

A topologia precisa considerar:

O barramento de estação não é equivalente à rede corporativa. Seus requisitos derivam das funções de proteção e controle, e não apenas da conectividade entre equipamentos.

11. BARRAMENTO DE PROCESSO

O barramento de processo conecta dispositivos próximos aos equipamentos primários aos IEDs de proteção, medição e controle. Pode transportar Sampled Values, GOOSE e mensagens de supervisão.

Sua adoção altera profundamente o projeto:

Uma arquitetura híbrida pode utilizar barramento de estação digital e sinais convencionais no processo. Essa solução pode ser adequada em modernizações onde a substituição integral do equipamento primário não é justificável.

12. REDE ETHERNET INDUSTRIAL

A rede é parte funcional do sistema de proteção e controle. Switches, fibras, transceptores, relógios e fontes auxiliares precisam ser especificados conforme o ambiente da subestação.

Entre os critérios estão:

A seleção não deve ser baseada apenas em número de portas e velocidade nominal.

13. VLAN, PRIORIDADE E MULTICAST

VLANs ajudam a separar domínios de tráfego e limitar a propagação de mensagens. Prioridades permitem que frames críticos sejam tratados antes de tráfego menos urgente. A filtragem multicast evita que publicações GOOSE e Sampled Values sejam encaminhadas indiscriminadamente.

O plano de rede deve documentar:

Uma VLAN não substitui controles de cibersegurança. Ela é um mecanismo de organização e segmentação que precisa ser combinado com hardening, controle de acesso, gestão de configuração e monitoramento.

14. REDUNDÂNCIA COM PRP, HSR E RSTP

A redundância da rede deve ser escolhida conforme a função e o tempo máximo admissível de recuperação.

14.1. RSTP

RSTP utiliza caminhos alternativos e reconvergência após uma falha. Pode ser adequado para determinadas funções, mas possui tempo de recuperação que precisa ser comparado com os requisitos da aplicação.

14.2. PRP

PRP transmite frames por duas redes independentes. O dispositivo receptor aceita a primeira cópia válida e descarta a duplicada. Em condições previstas, uma falha em uma rede pode ocorrer sem tempo de recuperação perceptível para a aplicação.

14.3. HSR

HSR utiliza topologia em anel e envia cópias dos frames em sentidos opostos. Também busca continuidade sem interrupção para uma falha simples prevista.

A presença de PRP ou HSR não garante disponibilidade por si só. Fontes, switches, fibras, caminhos físicos, relógios e configurações precisam evitar falhas de causa comum.

15. SINCRONISMO DE TEMPO

O sincronismo é necessário para sequência de eventos, oscilografia, correlação de registros, medições e aplicações de processo.

Tecnologias que podem aparecer incluem:

Sampled Values e aplicações de alta precisão podem exigir PTP e equipamentos capazes de atuar como grandmaster, boundary clock ou transparent clock.

O projeto deve definir:

O Submódulo 2.12 do ONS estabelece requisitos de sincronismo e qualidade temporal para recursos de supervisão e controle em seu campo de aplicação. Esses requisitos devem ser analisados conforme o enquadramento da instalação.

16. ARQUIVOS SCL

SCL é a linguagem de descrição da configuração do sistema. Os arquivos permitem representar capacidades dos IEDs, estrutura elétrica, comunicação e fluxos de dados.

Os tipos mais conhecidos incluem:

16.1. ICD

O arquivo ICD descreve as capacidades IEC 61850 disponibilizadas pelo fabricante de um IED para integração ao sistema.

16.2. SSD

O arquivo SSD descreve a especificação do sistema, incluindo a estrutura funcional e a subestação, sem necessariamente conter a configuração final dos IEDs.

16.3. SCD

O arquivo SCD representa a configuração integrada do sistema. Ele reúne estrutura da subestação, IEDs, comunicação, conjuntos de dados e associações de publicação e assinatura.

16.4. CID

O arquivo CID contém a configuração destinada a uma instância de IED. Ele é derivado do processo de engenharia do sistema.

16.5. IID

O arquivo IID pode ser usado para intercâmbio de uma configuração instanciada de IED entre ferramentas.

16.6. SED

O arquivo SED apoia a troca de informações entre projetos ou sistemas distintos, como interfaces entre subestações ou organizações.

A nomenclatura dos arquivos não substitui a governança. É necessário controlar revisão, autoria, compatibilidade, aprovação, distribuição e rastreabilidade.

17. PROCESSO DE ENGENHARIA IEC 61850

Um processo consistente pode incluir:

1. definição das funções elétricas e operacionais; 2. modelagem da estrutura da subestação; 3. definição dos requisitos de comunicação; 4. seleção dos IEDs e das capacidades necessárias; 5. importação dos arquivos de capacidade dos fabricantes; 6. configuração dos nós lógicos e dos dados; 7. definição de datasets, reports, GOOSE e Sampled Values; 8. projeto da rede e do sincronismo; 9. geração do arquivo integrado do sistema; 10. exportação das configurações para os IEDs; 11. FAT, ensaios de desempenho e integração; 12. SAT e testes ponta a ponta; 13. entrega da configuração como construída; 14. controle de alterações durante operação e manutenção.

O processo real depende das ferramentas, responsabilidades contratuais e limites de fornecimento. É essencial definir quem é responsável pela engenharia do sistema e quem controla o arquivo SCD mestre.

Sistemas Digitais de Supervisão e Controle para subestações

A arquitetura deve integrar IEDs, SCADA, gateways, redes, sincronismo, arquivos SCL, alarmes e critérios de ensaio em um sistema coerente e rastreável.

[Conhecer a solução de Sistemas Digitais de Supervisão e Controle](#)

18. INTEROPERABILIDADE NÃO SIGNIFICA INTERCAMBIABILIDADE

Interoperabilidade é a capacidade de equipamentos trocarem informações e utilizarem essas informações corretamente em conjunto. Intercambiabilidade significaria substituir um equipamento por outro sem mudanças relevantes no projeto ou na configuração.

Um certificado de conformidade de um IED não garante que ele possa substituir qualquer equipamento equivalente. Diferenças podem existir em:

A integração precisa ser validada no contexto do sistema real.

19. ENSAIOS DE CONFORMIDADE

A ABNT NBR IEC 61850-10:2018 estabelece técnicas para avaliar a conformidade de implementações e medir parâmetros de desempenho. Ela trata de dispositivos cliente e servidor, GOOSE, valores amostrados e ferramentas de configuração.

Entre os elementos documentais associados aos ensaios estão:

O ensaio de conformidade verifica a implementação em relação à norma. Ele não substitui o FAT do sistema, o SAT, os testes de aplicação nem os ensaios ponta a ponta.

20. FAT, SAT E TESTES PONTA A PONTA

O FAT deve verificar a integração antes do envio ou da implantação em campo. Pode incluir:

O SAT confirma a instalação final, a configuração, os enlaces, o sincronismo, os fluxos de dados e a integração com o ambiente operativo.

Testes ponta a ponta precisam validar a função elétrica completa. Uma mensagem GOOSE pode estar tecnicamente presente na rede e ainda estar associada ao sinal incorreto, a uma lógica inadequada ou a um destino não previsto.

21. CIBERSEGURANÇA

A digitalização amplia a superfície de exposição e transforma a rede em parte crítica da função elétrica. O projeto deve considerar:

O aprofundamento desses temas pertence ao artigo **Segurança em Redes de Automação de Sistemas de Potência**, evitando duplicação de intenção nesta página.

22. INTEGRAÇÃO COM SCADA E CENTROS DE OPERAÇÃO

A arquitetura IEC 61850 pode integrar IEDs ao sistema local de supervisão, gateways e centros de operação. Essa integração precisa distinguir:

O Submódulo 2.12 do ONS estabelece requisitos para supervisão e controle das instalações enquadradas, incluindo qualidade de dados, sequenciamento de eventos, sincronismo e interligações. Ele não determina que toda comunicação interna de uma subestação seja IEC 61850.

23. TELECOMUNICAÇÕES DA SUBESTAÇÃO DIGITAL

A rede local IEC 61850 é apenas uma parte da infraestrutura de telecomunicações. O projeto pode precisar integrar:

O projeto de telecomunicações deve separar tráfego operacional, tráfego de engenharia, segurança eletrônica e redes corporativas conforme os requisitos de disponibilidade e segurança.

Projeto de Telecomunicações para subestações digitais

Redes ópticas, switches industriais, redundância, sincronismo e enlaces precisam ser dimensionados conforme as funções elétricas e operacionais.

[Conhecer o serviço de Projeto de Telecomunicações](#)

24. SERVIÇOS AUXILIARES E ALIMENTAÇÃO

IEDs, switches, servidores, relógios, gateways e dispositivos de processo dependem de alimentação confiável. A digitalização pode reduzir cabos de sinal, mas aumenta a quantidade de equipamentos eletrônicos distribuídos.

O projeto deve coordenar:

Os artigos sobre **serviços auxiliares** e **baterias e retificadores** aprofundam essa interface.

25. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA E INFRAESTRUTURA FÍSICA

Subestações apresentam campos eletromagnéticos, surtos, diferenças de potencial de terra e transitórios associados a manobras e faltas.

A rede e os painéis devem considerar:

A disponibilidade da comunicação depende tanto da configuração lógica quanto da execução física.

26. MODERNIZAÇÃO DE SUBESTAÇÕES EXISTENTES

Em instalações existentes, a migração pode ser feita por etapas. Alternativas incluem:

O plano de migração deve preservar a operação e evitar dependências ocultas. É necessário mapear cabos, lógicas, intertravamentos, sinais para o SCADA, interfaces externas e versões dos equipamentos.

A convivência entre tecnologias é normal em projetos brownfield. O objetivo não deve ser digitalizar por princípio, mas atingir requisitos funcionais, operacionais e de manutenção com risco controlado.

27. DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO

A documentação pode incluir:

A documentação deve permitir reconstruir a relação entre a função elétrica, o modelo IEC 61850 e a configuração implementada.

28. GESTÃO DE CONFIGURAÇÃO E MUDANÇAS

Uma alteração pequena pode afetar vários elementos: arquivo SCD, configuração do IED, matriz GOOSE, VLAN, SCADA, documentação e testes.

Um processo de mudança deve prever:

A estação de engenharia não deve ser tratada como repositório único. Os arquivos precisam estar sob controle documental e com cópias verificadas.

29. EXEMPLO CONCEITUAL DE ARQUITETURA

Considere uma subestação com bays de linha, transformador e alimentadores.

No nível de processo, merging units publicam valores amostrados de corrente e tensão. Unidades de interface recebem estados e aplicam comandos nos equipamentos primários.

No nível de bay, IEDs de proteção assinam Sampled Values, executam funções de proteção e trocam GOOSE para intertravamentos e falha de disjuntor.

No nível de estação, servidores SCADA adquirem dados por MMS, registram eventos e encaminham informações ao gateway de operação. Dois relógios fornecem sincronismo e duas redes independentes suportam a redundância.

A arquitetura somente é aceitável quando cada fluxo, tempo, contingência, alimentação, arquivo de configuração e critério de teste estiver documentado.

30. ERROS COMUNS EM PROJETOS DE SUBESTAÇÃO DIGITAL

30.1. TRATAR A IEC 61850 COMO PROTOCOLO ÚNICO

A série envolve modelos, serviços, linguagem de configuração, desempenho e ensaios, não apenas comunicação Ethernet.

30.2. CONFUNDIR AUTOMAÇÃO DIGITAL COM BARRAMENTO DE PROCESSO

Uma instalação pode utilizar IEC 61850 no barramento de estação sem digitalizar corrente e tensão no processo.

30.3. SUBSTITUIR CABEAMENTO POR GOOSE SEM REVISAR A FUNÇÃO

A lógica, o comportamento em falhas, o diagnóstico e os testes precisam ser reavaliados.

30.4. NÃO DEFINIR O RESPONSÁVEL PELO ARQUIVO SCD

Sem responsabilidade clara, versões divergentes podem circular entre fabricante, integrador, projetista e operador.

30.5. CONFIAR APENAS NO CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

Conformidade do dispositivo não comprova integração correta da aplicação.

30.6. IGNORAR A REDE NOS ESTUDOS DE CONFIABILIDADE

Switches, fibras, fontes, relógios e configurações podem constituir pontos únicos de falha.

30.7. NÃO TESTAR CONTINGÊNCIAS

Falha de enlace, perda de sincronismo, reinicialização de switch e indisponibilidade de servidor precisam ser avaliadas conforme a arquitetura.

30.8. MISTURAR REDES OPERACIONAIS E CORPORATIVAS

A integração deve ocorrer por zonas, conduítes e regras controladas.

30.9. NÃO CONTROLAR VERSÕES DE FIRMWARE E FERRAMENTAS

Alterações de versão podem modificar modelos, arquivos, comportamento e compatibilidade.

30.10. ENTREGAR SOMENTE ARQUIVOS PDF

O as-built precisa incluir arquivos digitais editáveis, configurações e cópias validadas dos artefatos SCL.

31. APLICABILIDADE NORMATIVA

A ABNT NBR IEC 61850-10:2018 trata de ensaios de conformidade de dispositivos, valores amostrados e ferramentas de engenharia. Ela fornece base para avaliar implementações, mas não substitui as demais partes da série necessárias ao projeto.

A ABNT NBR 16932 organiza critérios de engenharia para redes de comunicação em sistemas de potência, incluindo topologias, redundância, sincronismo, gerenciamento e ensaios. Sua edição vigente deve ser verificada no [Catálogo ABNT](#).

Os Procedimentos de Rede do ONS aplicam-se às instalações e aos agentes enquadrados em seus objetivos. O Submódulo 2.12 trata de supervisão e controle para a operação e o Submódulo 2.15 trata de telecomunicações. Esses documentos complementam, mas não substituem, a engenharia interna IEC 61850.

32. CONCLUSÃO

A subestação digital integra função elétrica, automação, telecomunicações e engenharia de dados. A IEC 61850 fornece uma estrutura poderosa para interoperabilidade, modelagem e comunicação, mas seu valor depende da qualidade do projeto e do processo de integração.

Uma arquitetura robusta precisa definir níveis de processo, bay e estação; IEDs; serviços MMS, GOOSE e Sampled Values; arquivos SCL; redundância; sincronismo; alimentação; cibersegurança; testes e gestão de configuração.

A digitalização deve ser orientada por requisitos de proteção, operação, disponibilidade e manutenção. O resultado esperado não é apenas uma rede moderna, mas um sistema

elétrico rastreável, testável e capaz de manter suas funções durante falhas e mudanças ao longo do ciclo de vida.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 61850-10:2018 – Redes e sistemas de comunicação para automação de sistemas de potência – Parte 10: Ensaio de conformidade. Consultar edição vigente no [Catálogo ABNT](#).

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16932 – Redes de comunicação para automação de sistemas de potência. Consultar título e edição vigentes no [Catálogo ABNT](#).

[3] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 61850 – Communication networks and systems for power utility automation. Consultar partes e edições aplicáveis.

[4] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Submódulo 2.12 – Requisitos mínimos de supervisão e controle para a operação.

[5] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Submódulo 2.15 – Requisitos mínimos para telecomunicações.

O que é uma subestação digital? É uma subestação que integra proteção, controle, medição e supervisão por IEDs, redes de comunicação e modelos de dados padronizados. O grau de digitalização pode variar do barramento de estação ao barramento de processo. **Toda subestação automatizada é digital?** Não. Uma instalação pode possuir SCADA e relés digitais sem utilizar a arquitetura, a modelagem e o processo de engenharia da IEC 61850. **O que é IEC 61850?** É uma série de normas para comunicação e automação de sistemas de potência. Ela inclui modelos de dados, serviços de comunicação, linguagem SCL, desempenho e ensaios de conformidade. **Qual a diferença entre MMS e GOOSE?** MMS é usado principalmente em comunicação cliente-servidor para supervisão, comandos e relatórios. GOOSE é empregado na troca rápida de eventos entre IEDs, como intertravamentos e sinais de proteção. **O que são Sampled Values?** São mensagens que transportam amostras digitalizadas de corrente e tensão, especialmente em arquiteturas com barramento de processo. **O que é uma merging unit?** É um dispositivo que adquire grandezas de corrente e tensão e as disponibiliza digitalmente para IEDs consumidores, frequentemente por Sampled Values. **O que é arquivo SCD?** É o arquivo SCL que representa a configuração integrada da subestação, incluindo estrutura elétrica, IEDs, comunicação e fluxos de publicação e assinatura. **Certificação IEC 61850 garante interoperabilidade completa?** Ela comprova aspectos de conformidade da implementação ensaiada, mas a integração da aplicação ainda precisa ser validada por FAT, SAT e testes ponta a ponta. **Qual a diferença entre barramento de estação e barramento de processo?** O

barramento de estação conecta IEDs, servidores e gateways. O barramento de processo conecta dispositivos próximos aos equipamentos primários aos sistemas de proteção e controle. **É possível modernizar uma subestação existente por etapas?** Sim. A migração pode combinar equipamentos legados, gateways, barramento de estação e digitalização gradual de bays, desde que as interfaces e os riscos sejam controlados.

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.