

DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTAÇÃO: COMO LER SÍMBOLOS, BAYS E PROTEÇÕES

Aprenda a ler um diagrama unifilar de subestação: barramentos, bays, transformadores, disjuntores, seccionadoras, TCs, TPs e proteções.

SUMÁRIO

1. O QUE É UM DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTAÇÃO	3
2. POR ONDE COMEÇAR A LEITURA	3
2.1. IDENTIFICAÇÃO DA FOLHA E DA REVISÃO	3
2.2. NÍVEIS DE TENSÃO	4
2.3. FONTES E SENTIDO FUNCIONAL DA ENERGIA	4
3. COMO IDENTIFICAR BARRAMENTOS E BAYS	4
3.1. BARRAMENTO	4
3.2. BAY DE LINHA	5
3.3. BAY DE TRANSFORMADOR	5
3.4. BAY DE ALIMENTADOR	5
3.5. BAY DE ACOPLAMENTO	5
3.6. BAY DE TRANSFERÊNCIA	5
4. SÍMBOLOS MAIS IMPORTANTES	5
5. COMO SEGUIR O FLUXO ELÉTRICO	6
6. COMO INTERPRETAR DISJUNTORES, SECCIONADORAS E CHAVES DE ATERRAMENTO	6
7. TCS, TPS E ZONAS DE PROTEÇÃO	7
7.1. TRANSFORMADORES DE CORRENTE	7
7.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	7
7.3. ZONAS DE PROTEÇÃO	7
8. FUNÇÕES DE PROTEÇÃO NO DIAGRAMA	7
9. POSIÇÃO NORMAL E ESTADOS OPERATIVOS	8
10. DIFERENÇA ENTRE UNIFILAR, TRIFILAR, FUNCIONAL E LÓGICO	8
11. EXEMPLO SIMPLIFICADO DE LEITURA	8
12. COMO VERIFICAR SE O DIAGRAMA REPRESENTA A INSTALAÇÃO REAL	9
13. O QUE DEVE CONSTAR EM UM BOM DIAGRAMA	9
14. APLICABILIDADE DOS PROCEDIMENTOS DE REDE DO ONS	9
15. ERROS COMUNS DE INTERPRETAÇÃO	10
16. CONCLUSÃO	10
16.1. SOLUÇÕES	11
16.2. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	11
16.3. MATERIAIS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	11
16.4. CONTEÚDOS CORRELATOS	11

Um **diagrama unifilar de subestação** representa, de forma simplificada, como linhas, barramentos, transformadores, disjuntores, seccionadoras, transformadores de corrente, transformadores de potencial e demais equipamentos se conectam eletricamente.

A leitura correta não consiste apenas em reconhecer símbolos. É necessário entender o fluxo da energia, os níveis de tensão, a função de cada bay, as zonas de proteção, as posições normais dos equipamentos e as relações entre o unifilar, os diagramas funcionais e a instalação real.

Este artigo trata especificamente da interpretação de diagramas de subestações. Para os conceitos gerais de representação elétrica em instalações prediais e industriais, consulte o artigo [Diagrama Unifilar Elétrico: o que é, como fazer e interpretar](#).

1. O QUE É UM DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTAÇÃO

O diagrama unifilar é a representação da arquitetura elétrica por uma única linha para cada circuito ou conexão funcional. Ele não significa que exista apenas um condutor físico. Em um sistema trifásico, a linha pode representar as três fases e, conforme a aplicação, neutro, blindagens, condutores de proteção ou conexões auxiliares são indicados por símbolos e anotações.

Em uma subestação, o unifilar permite visualizar:

A ABNT NBR 14039:2021 estabelece que instalações de média tensão sejam executadas a partir de projeto específico contendo plantas, esquemas unifilares e outros esquemas necessários. Após a execução, essa documentação deve ser revisada para corresponder ao que foi construído.

2. POR ONDE COMEÇAR A LEITURA

A interpretação deve seguir uma sequência. Começar por um símbolo isolado pode levar a conclusões incorretas sobre a função do circuito.

2.1. IDENTIFICAÇÃO DA FOLHA E DA REVISÃO

Antes de analisar a topologia, verifique:

Um diagrama tecnicamente correto, mas desatualizado, pode ser perigoso para operação, manutenção e planejamento de intervenções.

2.2. NÍVEIS DE TENSÃO

Identifique todos os níveis de tensão antes de seguir o fluxo. Uma subestação pode possuir barras de alta, média e baixa tensão, além de circuitos auxiliares em corrente alternada e contínua.

A tensão deve aparecer junto aos barramentos, transformadores, linhas ou grupos de circuitos. Em sistemas com várias tensões, a separação visual e a identificação precisam impedir ambiguidades.

2.3. FONTES E SENTIDO FUNCIONAL DA ENERGIA

Localize as fontes: linhas de transmissão, alimentadores da distribuidora, geradores, transformadores, barramentos de outra instalação ou fontes auxiliares.

O desenho pode ser lido da fonte para as cargas, mas o fluxo real de potência pode mudar em instalações com geração, interligações, paralelismo ou transferência entre barras. Por isso, a posição gráfica não deve ser confundida com uma regra absoluta de fluxo.

3. COMO IDENTIFICAR BARRAMENTOS E BAYS

Barramentos e bays organizam a arquitetura da subestação. Compreender esses dois elementos facilita a leitura do restante do desenho.

O unifilar deve representar uma arquitetura tecnicamente definida.

A posição de barramentos, equipamentos e bays precisa resultar dos estudos, da filosofia operacional e dos requisitos do empreendimento. O desenho não deve ser tratado como uma composição gráfica isolada.

[Conheça o serviço de Projeto de Subestação.](#)

3.1. BARRAMENTO

O barramento é o nó comum que conecta circuitos de um mesmo nível de tensão. Pode aparecer como uma linha horizontal ou vertical mais destacada, mas a convenção gráfica varia conforme o padrão do proprietário.

O unifilar pode representar:

A escolha do arranjo altera as possibilidades de manutenção, contingência e transferência. O artigo [Arranjos e Topologias de Subestações](#) aprofunda esses critérios.

3.2. BAY DE LINHA

O bay de linha conecta uma linha ao barramento. Pode reunir para-raios, TP ou TPC, seccionadora de linha, chave de aterramento, TC, disjuntor, seccionadora de barra, proteção e medição.

A ordem dos equipamentos varia conforme o arranjo, o padrão da instalação e a tecnologia. Não se deve presumir uma sequência universal apenas pela aparência do símbolo.

3.3. BAY DE TRANSFORMADOR

Conecta o transformador ao barramento. O desenho pode mostrar equipamentos nos lados de alta, média e baixa tensão, além do grupo vetorial, potência, impedância, comutação e aterramento do neutro.

Em transformadores com vários enrolamentos, cada conexão deve ser seguida separadamente.

3.4. BAY DE ALIMENTADOR

É comum em subestações de distribuição e instalações industriais. Normalmente inclui disjuntor, TCs, relé, medição, seccionamento e conexão por cabo ou barramento.

3.5. BAY DE ACOPLAMENTO

Interliga duas seções de barra ou dois barramentos. Sua posição normal, lógica de fechamento e condições de paralelismo são essenciais para compreender a operação.

3.6. BAY DE TRANSFERÊNCIA

Permite que um circuito utilize uma barra ou um disjuntor de transferência. A leitura deve identificar quais seccionadoras estabelecem o caminho alternativo e quais intertravamentos evitam manobras indevidas.

4. SÍMBOLOS MAIS IMPORTANTES

A simbologia deve ser confirmada pela legenda do próprio projeto. Padrões gráficos podem variar, e um mesmo símbolo pode receber complementos conforme a biblioteca utilizada.

Elemento Função principal no unifilar O que conferir Disjuntor Abrir e fechar em carga e interromper faltas capacidade, posição, comando e proteção associada Seccionadora Isolar trechos ou selecionar barramentos posição normal, intertravamento e capacidade de manobra Chave de aterramento Aterrar trecho isolado e desenergizar relação com seccionadoras e disjuntores Transformador de potência Alterar o nível de tensão potência, relação, impedância, grupo e neutro TCFornecer sinais de corrente relação, núcleos, classes e posição no circuito TP ou TV Fornecer sinais de tensão relação, ligação, proteção e aplicação TPC Medição de tensão e aplicações em alta tensão resposta, conexão e função associada Para-raios Limitar sobre tensões posição, nível de tensão e ligação à terra Fusível Interromper sobre correntes dentro de sua capacidade classe, corrente e coordenação Reator Controlar potência reativa ou limitar corrente ligação, potência e dispositivo de manobra Banco de capacitores Fornecer compensação reativa etapas, manobra, proteção e descarga

O símbolo sozinho raramente contém todos os dados necessários. Relações, classes, ajustes, níveis de curto-circuito e características nominais costumam aparecer em notas, listas de equipamentos ou documentos complementares.

5. COMO SEGUIR O FLUXO ELÉTRICO

Uma leitura prática pode seguir esta ordem:

1. localizar a fonte; 2. identificar o primeiro dispositivo de seccionamento; 3. localizar os dispositivos de medição e proteção; 4. identificar o disjuntor principal; 5. seguir a conexão até o barramento; 6. separar cada bay conectado à barra; 7. identificar transformadores, alimentadores e cargas; 8. verificar acoplamentos e caminhos alternativos; 9. conferir os pontos de aterramento; 10. localizar os limites entre instalações ou agentes.

Em cada trecho, pergunte qual equipamento pode interromper a corrente, qual apenas isola, qual mede, qual protege e qual cria uma condição segura de manutenção.

6. COMO INTERPRETAR DISJUNTORES, SECCIONADORAS E CHAVES DE ATERRAMENTO

Esses equipamentos possuem funções distintas.

O **disjuntor** interrompe correntes de carga e de curto-circuito dentro de sua capacidade. A **seccionadora** cria isolamento visível ou funcional, mas não deve ser tratada como substituta do disjuntor para interrupção de faltas. A **chave de aterramento** conecta o trecho isolado à terra conforme a filosofia da instalação.

A leitura deve conferir:

A ABNT NBR 14039:2021 exige identificação clara dos dispositivos e indicação das posições aberta e fechada para equipamentos de manobra com contatos não visíveis. Também exige que o esquema geral da instalação permaneça disponível no interior da subestação.

7. TCS, TPS E ZONAS DE PROTEÇÃO

Transformadores de corrente e potencial não são apenas instrumentos de medição. Sua posição define quais grandezas chegam aos relés e pode delimitar as zonas protegidas.

7.1. TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Um TC pode possuir vários núcleos, destinados a proteção, medição, faturamento ou funções específicas. O unifilar pode indicar apenas a presença do equipamento, enquanto relações, classes e destinos aparecem em tabelas ou diagramas trifilares.

Ao interpretar os TCs, verifique:

7.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

TPs, TVs ou TPCs fornecem sinais para medição, proteção, sincronismo e controle. A leitura deve identificar se a medição é de barra, linha, transformador ou alimentador e como os secundários são protegidos.

7.3. ZONAS DE PROTEÇÃO

Em proteções diferenciais, a posição dos TCs ajuda a definir o limite da zona. Em um transformador, por exemplo, TCs nos lados de alta e baixa tensão delimitam a região supervisionada pela função diferencial.

O diagrama unifilar apresenta a arquitetura, mas a confirmação da lógica exige consultar diagramas funcionais, listas de sinais, folhas de ajuste e estudos de proteção.

8. FUNÇÕES DE PROTEÇÃO NO DIAGRAMA

As funções podem aparecer por descrição ou por números ANSI. Entre as mais frequentes estão:

Esses números não substituem a filosofia de proteção. A função 87, por exemplo, pode ser aplicada a transformador, barra, linha ou outro equipamento, e sua interpretação

depende da identificação completa.

9. POSIÇÃO NORMAL E ESTADOS OPERATIVOS

O diagrama deve indicar ou permitir determinar a posição normal de disjuntores, seccionadoras e acoplamentos. Essa informação é indispensável para compreender a configuração de referência.

Contudo, a posição normal não representa necessariamente o estado instantâneo da instalação. Para operação em tempo real, devem ser usados o sistema supervisório, os procedimentos e as confirmações de campo aplicáveis.

Estados gráficos comuns incluem:

A representação deve evitar ambiguidade entre posição mecânica, indicação elétrica e estado recebido pelo SCADA.

10. DIFERENÇA ENTRE UNIFILAR, TRIFILAR, FUNCIONAL E LÓGICO

O diagrama unifilar apresenta a arquitetura elétrica. Outros documentos complementam a informação:

Documento	Informação principal
Unifilar	conexões, equipamentos, níveis de tensão e topologia
Trifilar	representação individual das fases e circuitos de medição ou proteção
Funcional	sequência de funcionamento, comandos, permissivos e intertravamentos
Lógico	relações booleanas, automação e condições de atuação
Fiação	bornes, cabos, condutores e ligações físicas
Lista de sinais	pontos de supervisão, comando, alarmes e estados
Planta ou arranjo físico	posição real dos equipamentos e rotas

Nenhum desses documentos deve ser usado isoladamente quando a decisão depende da cadeia completa.

11. EXEMPLO SIMPLIFICADO DE LEITURA

Considere uma subestação industrial com entrada em 13,8 kV, dois transformadores e barra de média tensão seccionada.

A alimentação da distribuidora chega ao conjunto de entrada. TCs e TPs atendem medição e proteção. O disjuntor geral conecta a entrada à primeira seção de barra. Um acoplamento permite interligar as duas seções. Cada seção alimenta um bay de transformador, e cada transformador reduz a tensão para o QGBT correspondente.

Para interpretar o arranjo, deve-se verificar:

O exemplo mostra que a leitura não termina na identificação dos símbolos. É necessário relacionar topologia, capacidade, proteção e filosofia operacional.

12. COMO VERIFICAR SE O DIAGRAMA REPRESENTA A INSTALAÇÃO REAL

A verificação deve confrontar documento e campo. Entre os pontos críticos estão:

Divergências devem ser avaliadas antes de simplesmente atualizar o desenho. A condição encontrada pode estar incorreta, insegura ou incompatível com estudos existentes.

O as-built deve registrar a instalação validada, não apenas reproduzir o que foi observado sem análise de engenharia.

As-built confiável exige levantamento e validação.

Atualizar o diagrama sem conferir equipamentos, relações, ajustes, intertravamentos e condições de campo pode apenas formalizar uma divergência existente.

[Veja o serviço de Comissionamento e Aceite Técnico.](#)

13. O QUE DEVE CONSTAR EM UM BOM DIAGRAMA

A abrangência depende da instalação, mas um documento tecnicamente útil deve apresentar:

Informações muito detalhadas podem ser deslocadas para tabelas, listas de equipamentos e diagramas complementares, desde que a rastreabilidade seja preservada.

14. APLICABILIDADE DOS PROCEDIMENTOS DE REDE DO ONS

Os Procedimentos de Rede do ONS são relevantes quando a instalação ou o agente está enquadrado nas condições estabelecidas para a Rede Básica, instalações de transmissão, conexões e demais situações previstas.

O Submódulo 2.6 estabelece requisitos mínimos para subestações e equipamentos de transmissão, incluindo arranjos de barramento, corrente permanente, curto-circuito, coordenação de isolamento e equipamentos primários.

Esses requisitos não devem ser generalizados para qualquer cabine primária ou subestação industrial. O enquadramento do empreendimento, a classe de tensão, o

agente responsável e os documentos contratuais precisam ser verificados.

15. ERROS COMUNS DE INTERPRETAÇÃO

Entre os erros mais frequentes estão:

16. CONCLUSÃO

Ler um diagrama unifilar de subestação exige compreender a arquitetura elétrica e a função dos equipamentos. O processo começa pela identificação da folha, dos níveis de tensão e das fontes; passa pelos barramentos e bays; e avança para manobra, medição, proteção, aterramento e operação.

O unifilar é a principal visão geral da instalação, mas não substitui estudos, diagramas funcionais, listas de sinais, folhas de ajuste, plantas e procedimentos. Sua maior utilidade está em conectar esses documentos e permitir que projeto, operação, manutenção e comissionamento trabalhem sobre a mesma arquitetura.

Quando há divergências, expansões ou modernizações, a atualização deve ser acompanhada por análise técnica e validação da instalação real.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14039:2021 — Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

[2] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Submódulo 2.6 — Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos. Revisão 2022.08.

[3] IEEE. C37.2 — Standard for Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms, and Contact Designations.

O que é um diagrama unifilar de subestação? É a representação simplificada da arquitetura elétrica da subestação, mostrando fontes, barramentos, bays, transformadores, equipamentos de manobra, medição, proteção e conexões principais. **Como começar a ler um diagrama unifilar de subestação?** Comece pela identificação da folha, revisão, legenda e níveis de tensão. Depois localize as fontes, siga o fluxo até os barramentos e separe os bays conectados a cada barra. **O que é um bay no diagrama unifilar?** É a unidade funcional que conecta uma linha, transformador, alimentador ou outro circuito ao barramento, reunindo os equipamentos de manobra, medição e proteção necessários. **Qual é a diferença entre disjuntor e seccionadora?** O disjuntor pode interromper correntes de carga e de curto-circuito dentro de sua capacidade. A seccionadora é usada principalmente para isolamento e seleção de

caminhos, não para substituir o disjuntor na interrupção de faltas. **Como identificar uma zona de proteção?** A posição dos TCs e os circuitos associados aos relés ajudam a definir os limites da zona. A confirmação exige consultar diagramas funcionais, trifilares e folhas de ajuste. **O unifilar mostra todos os detalhes da instalação?** Não. Ele mostra a arquitetura geral. Ligações físicas, comandos, intertravamentos, bornes, cabos e lógicas são detalhados em outros documentos. **O diagrama unifilar deve ser atualizado após a obra?** Sim. A documentação deve ser revisada para refletir a instalação executada, formando o projeto como construído ou as-built. **Os requisitos do ONS valem para toda subestação?** Não. A aplicabilidade depende do enquadramento da instalação, do agente, da conexão e dos requisitos específicos do empreendimento.

16.1. SOLUÇÕES

16.2. SERVIÇOS DE ENGENHARIA

16.3. MATERIAIS TÉCNICOS COMPLEMENTARES

16.4. 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.