



A3A®
Engenharia
de Sistemas

Projeto de Subestação de Média Tensão e Cabine Primária

Service Overview

2026

www.a3aengenharia.com.br

O **projeto de subestação de média tensão e cabine primária** define como a instalação receberá, protegerá, transformará, medirá e distribuirá energia elétrica entre o ponto de entrega da concessionária e os sistemas de baixa tensão do empreendimento.

Essa definição envolve muito mais do que selecionar um transformador e representar os equipamentos em um diagrama unifilar. O projeto precisa coordenar demanda, expansão, tensão de fornecimento, curto-circuito, proteção, seletividade, aterramento, arranjo físico, distâncias de segurança, ventilação, contenção, acesso, cabos, obras civis, medição, automação, comissionamento e requisitos da concessionária.

A ABNT NBR 14039 estabelece requisitos para o projeto e a execução de instalações elétricas de média tensão entre 1,0 kV e 36,2 kV, com foco em segurança e continuidade de serviço. O atendimento à norma precisa ser integrado aos padrões da distribuidora, às características do empreendimento e às normas específicas dos equipamentos utilizados.

A A3A Engenharia desenvolve projetos para novas subestações, ampliações, reformas, substituição de transformadores, adequações de cabines existentes e integração de fontes próprias, estruturando os documentos necessários para contratação, aprovação, execução, ensaios e operação.

OBJETIVOS

O objetivo do projeto é estabelecer uma solução técnica segura, verificável e compatível com a carga, a operação e a expansão previstas. A arquitetura deve permitir que os equipamentos sejam corretamente especificados, que as proteções eliminem as faltas nos tempos adequados e que a instalação possa ser operada e mantida sem depender de improvisações posteriores.

O projeto também deve reduzir interfaces mal definidas entre concessionária, fabricante, instaladora, obra civil e operação. Cada responsabilidade precisa estar refletida em desenhos, memoriais, especificações e critérios de aceite, evitando lacunas entre o ponto de entrega, a subestação, os transformadores, os painéis de baixa tensão e os sistemas auxiliares.

Em instalações existentes, o objetivo inclui identificar limitações de capacidade, proteção, segurança, documentação e manutenção, estabelecendo uma sequência de adequações que preserve, quando possível, a continuidade operacional.

ESCOPO DE ATUAÇÃO

LEVANTAMENTO DE CARGAS, DEMANDA E EXPANSÃO

A concepção começa pela determinação da potência necessária. São avaliadas cargas instaladas, demanda, simultaneidade, fatores de utilização, correntes de partida, cargas críticas, qualidade da energia, continuidade requerida e crescimento previsto.

A potência de transformação não deve ser definida apenas pelo consumo atual. Uma reserva excessiva aumenta investimento, perdas e corrente de curto-circuito; uma reserva insuficiente limita a expansão e pode levar o transformador a operar continuamente próximo de seus limites térmicos.

Quando há mais de um transformador, o projeto deve definir se eles operarão isoladamente, em paralelo ou com acoplamento no lado de baixa tensão. Essa decisão altera proteção, curto-circuito, barramentos, seletividade, continuidade e procedimentos de operação.

INTERFACE COM A CONCESSIONÁRIA E PONTO DE ENTREGA

A entrada de energia precisa atender aos padrões técnicos da distribuidora responsável pelo fornecimento. Tensão, ponto de entrega, medição, proteção geral, acesso, compartimentos, lacres, transformadores de instrumentos, documentação e condições de aprovação podem variar conforme a concessionária e a categoria de atendimento.

O projeto deve separar claramente o trecho sob responsabilidade da distribuidora e a origem da instalação do consumidor. Dados como corrente de curto-circuito disponível, relação X/R, características da proteção a montante e critérios de coordenação precisam ser solicitados ou confirmados antes da especificação definitiva.

A aprovação junto à concessionária é uma etapa técnica e administrativa. O projeto deve ser preparado de acordo com o formato exigido, mas a análise e a liberação dependem da própria distribuidora e das condições da rede no ponto solicitado.

CONCEPÇÃO DA SUBESTAÇÃO E DEFINIÇÃO DO ARRANJO

A subestação pode ser abrigada, ao tempo, compacta, pré-fabricada, subterrânea ou integrada à edificação. O arranjo depende da tensão, potência, espaço, ambiente, manutenção, acesso, expansão, criticidade das cargas e exigências da concessionária.

A arquitetura precisa definir entrada, medição, seccionamento, proteção, transformação, barramentos, serviços auxiliares e saída para a baixa tensão. Em instalações críticas, podem ser previstos dois alimentadores, dois transformadores, acoplamento, transferência, redundância ou possibilidade de manutenção por seção.

Escolher um arranjo mais complexo aumenta custo, espaço e quantidade de equipamentos, mas pode reduzir indisponibilidade e facilitar manutenção. A decisão deve estar fundamentada em requisitos operacionais, e não apenas em uma preferência construtiva.

CURTO-CIRCUITO, PROTEÇÃO E SELETIVIDADE

A corrente de curto-circuito presumida precisa ser determinada nos pontos relevantes da instalação. O estudo deve considerar rede da concessionária, transformadores, geradores, motores, cabos, barramentos e todos os modos de operação permitidos.

Os equipamentos devem suportar os efeitos térmicos e mecânicos da falta. Disjuntores, chaves, fusíveis, transformadores de corrente, painéis e cabos precisam possuir características compatíveis com a corrente máxima. A corrente mínima também deve ser verificada para confirmar que a proteção reconhece e elimina faltas no ponto mais desfavorável.

A coordenação entre a proteção da concessionária, a proteção geral de média tensão, os transformadores e os dispositivos de baixa tensão deve limitar o desligamento à parte afetada sempre que tecnicamente possível. Ajustes temporizados, funções de sobrecorrente de fase e neutro, proteção de terra, subtensão, sobretensão e outras funções são definidos conforme a arquitetura e os requisitos do sistema.

O diagrama unifilar só se torna um projeto quando as capacidades e os ajustes são demonstrados pelos estudos elétricos.

Sem cálculo de curto-circuito e coordenação, não é possível confirmar se os equipamentos interrompem a falta, se os condutores suportam a energia térmica ou se uma ocorrência localizada provocará o desligamento de toda a instalação.

[Consultar a integração entre curto-circuito, seletividade e projeto](#)

ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

O projeto define as características elétricas, construtivas e funcionais de painéis, cubículos, disjuntores, seccionadores, fusíveis, transformadores de potência,

transformadores de corrente e potencial, para-raios, relés, medidores e sistemas auxiliares.

A tensão nominal do equipamento deve ser compatível com a tensão da instalação e com o nível de isolamento requerido. Corrente nominal, capacidade de interrupção, corrente suportável de curta duração, nível de impulso, classificação de arco interno quando aplicável, grau de proteção, acessibilidade e intertravamentos precisam ser definidos no documento de especificação.

Transformadores são selecionados considerando potência, tensões, ligação, impedância, perdas, aquecimento, classe de isolamento, refrigeração, nível de ruído, tipo de fluido, instalação interna ou externa, proteção, acessórios e condições de carregamento. A escolha entre transformador a seco e imerso em líquido depende do ambiente, do risco de incêndio, da manutenção, do espaço e do desempenho esperado.

ATERRAMENTO, EQUIPOTENCIALIZAÇÃO E POTENCIAIS DE PASSO E TOQUE

O sistema de aterramento deve ser projetado para conduzir as correntes de falta, limitar tensões perigosas e integrar massas, estruturas, cercas, equipamentos, neutros, SPDA e sistemas auxiliares conforme a arquitetura definida.

Em subestações, a resistência de aterramento isoladamente não demonstra segurança. A ABNT NBR 15751 exige a avaliação da corrente de malha, do tempo de eliminação, da resistividade do solo, da geometria dos eletrodos e das tensões de passo e toque dentro e fora da área da subestação.

O projeto pode exigir medição de resistividade pelo método de Wenner, modelagem do solo, dimensionamento térmico e mecânico dos condutores, análise de potenciais transferidos e definição de camada superficial. A localização de cercas, portões, estruturas metálicas, tubulações e cabos externos precisa ser considerada para evitar transferência de potencial.

CABOS, LINHAS ELÉTRICAS E INFRAESTRUTURA DE ENCAMINHAMENTO

Cabos de média tensão são dimensionados por corrente, curto-circuito, queda de tensão, método de instalação, temperatura, agrupamento, profundidade, resistividade térmica do solo e condições de emergência. Blindagens, capas metálicas, terminações e emendas precisam ser coordenadas com o aterramento e o percurso.

O projeto define eletrodutos, canaletas, galerias, bandejas, leitos, poços, raios de curvatura, esforços de puxamento, segregação e proteção mecânica. Em linhas

enterradas, devem ser tratados profundidade, drenagem, sinalização, cruzamentos e interferências com telecomunicações e outras utilidades.

A infraestrutura civil precisa ser concebida antes da compra dos cabos. Percursos incompatíveis, curvas excessivas, poços insuficientes e ausência de drenagem podem inviabilizar a instalação ou reduzir a vida útil do sistema.

ARQUITETURA, OBRAS CIVIS, VENTILAÇÃO E SEGURANÇA FÍSICA

A subestação precisa possuir características construtivas permanentes, materiais adequados e condições seguras para operação e manutenção. O projeto deve definir dimensões, circulação, portas, acessos, distâncias, anteparos, iluminação, ventilação, drenagem, impermeabilização, bases, canaletas e áreas para retirada e substituição de equipamentos.

Transformadores e equipamentos que utilizam líquido isolante podem exigir contenção, coleta, drenagem e medidas contra incêndio. A ventilação deve remover o calor sem comprometer grau de proteção, segurança, ruído, entrada de água, poeira ou animais.

As interfaces entre engenharia elétrica, arquitetura, estrutura, prevenção contra incêndio e instalações mecânicas precisam ser compatibilizadas. A sala não deve ser tratada como um espaço residual definido depois da escolha dos equipamentos.

OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E REQUISITOS DA NR-10

O projeto deve permitir seccionamento, impedimento de reenergização, verificação de ausência de tensão, aterramento temporário, sinalização e delimitação da área. Intertravamentos e indicações precisam impedir manobras incompatíveis com a condição do sistema.

Acessos devem ser restritos às pessoas autorizadas e as áreas de manobra precisam permanecer desobstruídas. O projeto deve considerar a operação normal, a manutenção preventiva, a substituição de equipamentos, a retirada de transformadores e os cenários de emergência.

O risco de arco elétrico também precisa ser avaliado. Medidas como operação remota, painéis resistentes ao arco, redução dos tempos de atuação, compartimentação e aumento da distância podem ser incorporadas ainda na fase de projeto, quando possuem maior efetividade e menor custo de implantação.

MEDIÇÃO, SUPERVISÃO, AUTOMAÇÃO E TELEASSISTÊNCIA

Além da medição da concessionária, a instalação pode exigir medição operacional, qualidade de energia, registro de eventos, oscilografia, supervisão de relés, posição de chaves, temperatura, nível de óleo, alarmes e comunicação com sistemas de gestão.

A automação deve definir arquitetura de comunicação, protocolos, alimentação auxiliar, sincronismo, segurança cibernética, integração com o sistema supervisor e comportamento diante de falhas de comunicação. Sinais de proteção e intertravamento críticos não devem depender de uma rede sem critérios de disponibilidade e segurança.

Projetos de teleassistência permitem acompanhar estados, alarmes e condições operacionais a distância, mas não substituem a análise da instalação elétrica, os procedimentos de manobra nem as proteções locais.

VERIFICAÇÃO, ENSAIOS E CRITÉRIOS DE COMISSIONAMENTO

O projeto deve definir como a conformidade será demonstrada. Antes da energização, a instalação precisa passar por inspeção visual, verificação dos componentes, continuidade dos condutores de proteção, resistência de isolamento, tensão aplicada quando aplicável, ensaios de aterramento, testes recomendados pelos fabricantes e ensaios funcionais.

Relés, disjuntores, intertravamentos, comandos, sinalizações, transferência, medição e comunicação precisam ser testados conforme a filosofia operativa. Os valores aplicados em campo devem corresponder às folhas de ajuste e aos estudos aprovados.

Os critérios de aceite devem ser incorporados às especificações e aos contratos de fornecimento. Isso permite identificar no FAT e no comissionamento quais documentos, ensaios, instrumentos e evidências serão exigidos.

O comissionamento deve ser previsto no projeto, e não improvisado depois da montagem.

Quando os critérios de ensaio e aceite são definidos antecipadamente, fabricantes e instaladores conseguem preparar os registros necessários e as pendências são identificadas antes da energização.

[Ver critérios de comissionamento e aceite elétrico](#)

REFORMA E AMPLIAÇÃO DE SUBESTAÇÕES EXISTENTES

Projetos de reforma começam pelo levantamento da condição instalada. Diagramas, ajustes, cabos, painéis, transformadores, aterramento, obras civis e capacidade de expansão precisam ser verificados em campo.

A nova solução não pode reduzir as medidas de segurança existentes nem introduzir equipamentos incompatíveis com a corrente de curto-circuito. Ampliações também precisam considerar a capacidade da rede, dos transformadores, dos barramentos, da ventilação, dos cabos e da malha de aterramento.

Quando a instalação não pode ser totalmente desligada, o projeto deve prever etapas, contingências, alimentações provisórias, janelas de intervenção e sequência de migração. A construtibilidade e a continuidade operacional passam a ser parte central da engenharia.

ENTREGÁVEIS

Os entregáveis são definidos conforme a fase do empreendimento, a tensão, a potência, a concessionária e o modelo de contratação. O conjunto documental deve permitir aprovação, orçamento, fabricação, execução, inspeção, comissionamento e operação.

Entregável Conteúdo técnico Levantamento e premissas Cargas, demanda, fontes, expansão, dados da concessionária, condições do local e restrições. Estudo de concepção Alternativas de arranjo, potência, redundância, localização e interfaces. Diagramas elétricos Unifilar, funcional, comando, proteção, medição, intertravamentos e serviços auxiliares. Estudos elétricos Curto-circuito, seletividade, coordenação, ajustes, energia incidente e demais análises aplicáveis. Projeto de aterramento Resistividade, modelagem, malha, passo, toque, equipotencialização e detalhes construtivos. Plantas, cortes e detalhes Arranjo físico, distâncias, infraestrutura, bases, canaletas, acessos e instalação dos equipamentos. Especificações técnicas Transformadores, cubículos, disjuntores, relés, TC, TP, cabos, medição, automação e acessórios. Memorial descritivo e de cálculo Critérios, normas, dimensionamentos, proteção, operação, manutenção e segurança. Lista de materiais Equipamentos, componentes, cabos, terminações, infraestrutura e itens auxiliares. Documentação para concessionária Pranchas, memoriais, formulários e informações exigidas para análise do fornecimento. Critérios de inspeção e aceite FAT, ensaios, comissionamento, documentação, pendências e registros requeridos. Documentação as built Atualização dos documentos conforme a instalação efetivamente executada.

A emissão de ART deve corresponder às atividades de engenharia efetivamente contratadas. Estudos, projeto, inspeção, acompanhamento e comissionamento podem exigir registros específicos conforme o escopo e a responsabilidade assumida.

MODELO DE CONTRATAÇÃO

O projeto pode ser contratado desde a concepção, quando ainda são comparadas alternativas de alimentação, potência, localização e redundância. Também pode iniciar a partir de um estudo de viabilidade ou de uma consulta de acesso já realizada junto à concessionária.

Em um escopo executivo completo, a engenharia desenvolve estudos, desenhos, memoriais, especificações, listas e critérios de aceite. A contratação pode incluir apoio à equalização técnica de propostas, análise de documentos dos fabricantes, fiscalização, acompanhamento de FAT, comissionamento e recebimento.

Para reformas, pode ser adotado um modelo por etapas: levantamento e diagnóstico; estudo de alternativas; projeto executivo; apoio à contratação; acompanhamento da implantação; e atualização final. Essa estrutura reduz o risco de definir a solução antes de conhecer as limitações reais da instalação.

APLICABILIDADE

O serviço é aplicável a indústrias, hospitais, data centers, laboratórios, centros logísticos, universidades, edifícios corporativos, instalações públicas, sistemas de geração, plantas de processo e empreendimentos que recebam ou distribuam energia em média tensão.

Também se aplica à substituição de transformadores, aumento de carga, mudança da tensão de fornecimento, integração de geradores, implantação de geração distribuída, modernização de relés, retrofit de cubículos, adequação de aterramento, ampliação de barramentos e regularização de instalações existentes.

EXPERIÊNCIA EM AMBIENTES DE SUBESTAÇÃO

A atuação da A3A em ambientes de subestação também inclui projetos de monitoramento patrimonial, teleassistência e infraestrutura para operação remota. Esses casos demonstram experiência com restrições de acesso, disponibilidade, integração de sistemas e implantação em instalações críticas, embora possuam escopo distinto do projeto elétrico de média tensão.

A experiência setorial deve ser combinada com os estudos e documentos específicos de cada empreendimento. O projeto de subestação precisa partir das condições reais de fornecimento, carga, espaço, operação e manutenção, sem replicar automaticamente uma solução utilizada em outro local.

Uma subestação bem projetada estabelece, desde o início, como a energia será recebida, como as faltas serão eliminadas, como os equipamentos serão mantidos e como a instalação poderá crescer. Essa base reduz improvisações na implantação e cria condições mais seguras para toda a infraestrutura elétrica a jusante.

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.