

Manutenção, Diagnóstico e Modernização de Subestações de Média

A **manutenção de subestação** precisa preservar a segurança, a disponibilidade e a capacidade de proteção da instalação. Em cabines primárias e sistemas de média tensão, falhas em transformadores, cubículos, disjuntores, relés, cabos, terminações, aterramento ou serviços auxiliares podem interromper processos inteiros e expor pessoas e equipamentos a riscos elevados.

O serviço não deve se limitar à limpeza, ao reaperto ou à substituição de componentes por periodicidade fixa. A intervenção precisa considerar a tecnologia instalada, a criticidade das cargas, o histórico de ocorrências, as condições ambientais, os dados de ensaio, as recomendações dos fabricantes e as alterações realizadas desde o projeto original.

A A3A Engenharia estrutura programas e campanhas de manutenção para subestações de média tensão e cabines primárias, integrando inspeção, diagnóstico, análise de proteção, aterramento, planejamento de desligamento, modernização, acompanhamento técnico e atualização documental.

A atuação pode abranger engenharia, levantamento, inspeção, especificação de ensaios, análise dos resultados, coordenação de empresas especializadas, fiscalização, acompanhamento da parada e validação do retorno à operação. A execução direta de manutenção, intervenções em equipamentos e ensaios especializados é definida conforme o escopo contratado, a equipe habilitada, a tecnologia instalada, os requisitos do fabricante e as condições de segurança.

A ABNT NBR 14039 fornece requisitos para instalações de média tensão entre 1,0 kV e 36,2 kV. A manutenção também deve considerar a NR-10, os padrões da distribuidora, as normas específicas dos equipamentos, as instruções dos fabricantes e, no sistema de aterramento de subestações, os critérios da ABNT NBR 15751.

OBJETIVOS

O primeiro objetivo é identificar degradações antes que elas produzam falha funcional, perda de proteção ou indisponibilidade não planejada. O diagnóstico deve diferenciar anomalias que exigem intervenção imediata, condições que podem ser monitoradas e oportunidades de modernização.

Outro objetivo é verificar se a instalação continua compatível com sua condição de operação. Expansões de carga, substituição de transformadores, novos geradores, alterações em painéis de baixa tensão e mudanças de ajustes podem tornar estudos, equipamentos e procedimentos anteriores incompatíveis com o sistema atual.

O serviço também busca aumentar a previsibilidade das intervenções. Equipamentos, ensaios, peças, responsáveis, janelas de desligamento, condições de segurança e critérios de retorno à operação devem ser definidos antes da parada.

Por fim, a manutenção deve produzir histórico técnico utilizável. Resultados, anomalias, ajustes, substituições e recomendações precisam ser registrados para que a próxima decisão não dependa apenas da memória da equipe ou de informações dispersas.

ESCOPO DE ATUAÇÃO

PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA CRITICIDADE

O planejamento começa pela identificação dos equipamentos, funções, cargas atendidas, redundâncias, consequências de falha e possibilidades de contingência. A mesma periodicidade não deve ser aplicada automaticamente a todos os ativos.

Transformadores, cubículos, disjuntores, relés, cabos, baterias, carregadores, medição e aterramento são classificados conforme criticidade, histórico, idade, tecnologia, ambiente, disponibilidade de peças e impacto operacional.

O plano deve distinguir inspeções em operação, atividades com desenergização, ensaios específicos, intervenções corretivas e ações de modernização. A janela de desligamento precisa ser compatível com o escopo e com as condições de retorno seguro à operação.

LEVANTAMENTO DOCUMENTAL E CONDIÇÃO INSTALADA

Diagramas unifilares, folhas de ajuste, relatórios anteriores, manuais, listas de equipamentos, registros de falhas, projetos de aterramento e procedimentos são confrontados com a instalação encontrada.

Divergências entre documentos e campo podem envolver relações de TC e TP, ajustes de relés, potência de transformadores, identificação de cabos, intertravamentos, aterramento, posição de chaves e alterações de circuitos.

A manutenção não deve consolidar uma condição incorreta apenas porque ela já existe. Alterações encontradas precisam ser avaliadas quanto à segurança, capacidade, proteção, seletividade e conformidade antes de serem incorporadas ao as built.

INSPEÇÃO EM OPERAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS

Inspeções com a instalação em serviço podem identificar aquecimento, ruído anormal, vibração, odor, descargas aparentes, contaminação, umidade, corrosão, falhas de ventilação, sinalizações incorretas e condições inadequadas de acesso.

A termografia pode apoiar a localização de conexões aquecidas, desequilíbrios e pontos de resistência elevada quando realizada em condição de carga representativa. O resultado deve considerar emissividade, acesso, carga, histórico e limitações da inspeção.

Anomalias identificadas durante a operação orientam a parada programada, mas não substituem ensaios elétricos, inspeção interna ou análise das causas.

A manutenção deve partir da condição real da subestação e da criticidade dos equipamentos.

Periodicidades genéricas não substituem histórico, inspeções, ensaios, dados operacionais e análise de engenharia.

CTA técnico: [Conheça a solução de instalações elétricas de média tensão.](#)

PLANEJAMENTO DO DESLIGAMENTO E SEGURANÇA ELÉTRICA

A parada deve definir fontes, limites, sequência, responsáveis, condições de seccionamento, impedimento de reenergização, verificação de ausência de tensão, aterramento temporário, sinalização e liberação para trabalho.

Atividades em média tensão exigem profissionais autorizados, procedimentos, análise de riscos e medidas de controle compatíveis com a NR-10. A existência de intertravamentos não elimina a necessidade de confirmar a condição segura da instalação.

Quando há duas fontes, geradores, transformadores em paralelo, acoplamento de barras ou alimentações provisórias, todas as possibilidades de energização precisam ser tratadas no planejamento.

CUBÍCULOS, DISJUNTORES, SECCIONADORES E BARRAMENTOS

A avaliação pode abranger limpeza técnica, conservação, isolamento, conexões, barramentos, contatos, mecanismos, acionamentos, intertravamentos, aquecedores, ventilação, compartimentos, sinalizações e dispositivos de extração.

Disjuntores precisam ser avaliados conforme sua tecnologia, quantidade de operações, histórico de interrupção, estado do mecanismo, tempos de operação, resistência de contatos e recomendações do fabricante. Equipamentos a óleo, vácuo ou gás possuem rotinas e limitações diferentes.

Resultados fora dos critérios não devem ser tratados apenas por reaperto ou lubrificação. A causa pode envolver desgaste, desalinhamento, envelhecimento do isolamento, falha do mecanismo ou incompatibilidade com a corrente de curto-circuito atual.

TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Transformadores a seco e imersos em líquido exigem estratégias diferentes. Inspeções podem considerar temperatura, ventilação, ruído, vibração, conexões, buchas,

comutadores, vazamentos, nível do fluido, sílica gel, aterramento, acessórios e dispositivos de proteção.

Conforme a tecnologia e o diagnóstico, podem ser especificados ensaios de isolamento, relação de transformação, resistência de enrolamentos, fator de potência ou dissipação, análise do fluido isolante e demais verificações recomendadas pelo fabricante e pelas normas aplicáveis.

Um resultado isolado deve ser comparado com limites, histórico, temperatura, método e condição do equipamento. Tendências ao longo do tempo podem ser mais relevantes que uma única leitura.

CABOS, TERMINAÇÕES E EMENDAS

Cabos de média tensão podem apresentar degradação por aquecimento, umidade, esforços mecânicos, envelhecimento do isolamento, falhas de instalação e problemas nas terminações ou emendas.

A inspeção considera rotas, fixação, raios de curvatura, aterramento das blindagens, estado das terminações, contaminação e evidências de descarga. Ensaios devem ser selecionados conforme tipo, idade, tecnologia e criticidade, evitando aplicar métodos incompatíveis com o cabo ou com os acessórios instalados.

Quando há substituição de cabos, emendas ou terminações, o escopo deve incluir especificação, qualificação da montagem, inspeção e critérios de aceite.

RELÉS DE PROTEÇÃO, TC, TP E CIRCUITOS DE COMANDO

Relés digitais, eletromecânicos ou estáticos precisam ser verificados quanto a alimentação auxiliar, entradas, saídas, registros, sincronismo, alarmes, lógicas, comunicação e valores configurados.

Testes de injeção e verificação funcional devem confirmar a cadeia completa de proteção: TC ou TP, relé, circuito de disparo, bobina, disjuntor, sinalização e registro do evento. Testar apenas o relé não comprova o funcionamento de toda a função.

Os ajustes precisam ser confrontados com o [serviço de estudo de curto-circuito e seletividade](#) ou com o estudo vigente. Mudanças de carga, transformadores, geradores ou topologia podem exigir revisão das curvas e funções.

ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

Conexões da malha, barramentos, massas, estruturas, cercas, portões, neutros, blindagens e SPDA devem ser inspecionados conforme a arquitetura da subestação.

A medição de resistência de aterramento não demonstra, isoladamente, que as tensões de passo e toque permanecem seguras. Alterações na corrente de falta, no tempo de proteção, na malha, no solo ou nas estruturas podem exigir nova avaliação conforme a ABNT NBR 15751.

Corrosão, rompimento de conexões, ampliações e obras civis podem modificar o desempenho da malha. O artigo sobre [aterramento de subestações, passo e toque](#) detalha esses critérios.

BATERIAS, CARREGADORES, MEDIÇÃO E SISTEMAS AUXILIARES

Proteção, comando, sinalização e comunicação dependem de serviços auxiliares confiáveis. Bancos de baterias, carregadores, quadros de corrente contínua, fontes, iluminação, ventilação e aquecedores precisam ser incluídos no plano.

A perda da alimentação auxiliar pode impedir o disparo do disjuntor, a atuação de alarmes ou o registro de eventos. Autonomia, estado das baterias, supervisão, proteção e distribuição devem ser verificados conforme a função requerida.

DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS ANOMALIAS

Os resultados devem ser classificados por criticidade, causa provável, consequência e prazo recomendado. Uma anomalia pode exigir correção imediata, investigação complementar, monitoramento ou inclusão em projeto de modernização.

O diagnóstico deve separar sintoma e causa. Aquecimento pode resultar de conexão inadequada, sobrecarga, desequilíbrio, contato degradado ou ventilação insuficiente. Uma atuação de relé pode decorrer de falta real, ajuste incorreto, circuito de medição ou falha de comando.

Substituir o componente sem tratar a origem pode produzir recorrência. As recomendações precisam indicar a evidência utilizada, as limitações e o critério para confirmar a correção.

MODERNIZAÇÃO E RETROFIT

Equipamentos obsoletos, ausência de peças, relés sem registro de eventos, painéis sem compartimentação adequada e limitações de expansão podem justificar modernização.

O retrofit pode incluir substituição de relés, atualização de comandos, retrofit de disjuntores, novos cubículos, automação, medição, proteção contra arco, adequação de aterramento, troca de transformadores e revisão dos serviços auxiliares.

A modernização precisa ser precedida por engenharia. Correntes de curto-circuito, TC e TP, esquemas de comando, seletividade, dimensões, intertravamentos, comunicação e condições de instalação devem ser verificados antes da aquisição.

Quando a intervenção altera a arquitetura, o [serviço de projeto de subestação de média tensão](#) deve desenvolver os documentos e critérios necessários à implantação.

ENSAIOS FINAIS E RETORNO À OPERAÇÃO

Após a intervenção, os equipamentos e funções afetados devem ser verificados antes da energização. O escopo pode incluir isolamento, continuidade, comandos, intertravamentos, sinalizações, ajustes, disparos, medição, comunicação e condição dos serviços auxiliares.

O retorno à operação deve ocorrer com pendências classificadas, ajustes registrados, diagramas atualizados e responsáveis informados. A energização não deve ser utilizada como teste inicial de uma função que poderia ter sido verificada de forma controlada.

A manutenção termina quando a condição operacional foi verificada e documentada.

Limpeza e substituição de componentes não comprovam, sozinhas, o funcionamento da proteção, dos intertravamentos e dos circuitos de comando.

CTA técnico: [Conheça o serviço de comissionamento e aceite técnico de instalações elétricas](#).

DOCUMENTAÇÃO, HISTÓRICO E PLANO DE AÇÃO

O relatório deve registrar equipamentos avaliados, condição encontrada, métodos, instrumentos, resultados, anomalias, correções, limitações e recomendações.

Folhas de ajuste, diagramas, listas de equipamentos, registros de ensaio e histórico de intervenções precisam ser atualizados. Evidências devem permanecer vinculadas ao ativo correspondente e à data da atividade.

O plano de ação deve indicar criticidade, prazo, dependências, necessidade de projeto, janela de desligamento e critério de encerramento. Pendências não devem ser tratadas apenas como observações genéricas.

ENTREGÁVEIS

Os entregáveis são definidos conforme a instalação, os equipamentos e a abrangência contratada.

EntregávelConteúdo técnicoInventário técnicoEquipamentos, características, localização, estado documental e criticidade.Plano de manutençãoAtividades, periodicidades, condições de execução, recursos e critérios.Plano de desligamentoEscopo, fontes, sequência, contingências, responsáveis e condições de segurança.Registros de inspeçãoCondição visual, termografia, evidências, anomalias e limitações.Relatórios de ensaioMétodos, instrumentos, resultados, critérios e interpretação técnica.Relatório de proteçãoConfigurações, testes funcionais, circuitos de disparo e divergências encontradas.Relatório de aterramentoInspeções, medições aplicáveis, conexões, anomalias e necessidade de estudo.Plano de açãoCriticidade, correções, prazos, responsáveis e critérios de encerramento.Plano de modernizaçãoEquipamentos obsoletos, alternativas, interfaces, etapas e contingências.Documentação atualizadaDiagramas, ajustes, listas, registros e histórico da condição final.

A ART deve refletir as atividades e responsabilidades efetivamente contratadas. Inspeção, ensaio, diagnóstico, projeto, acompanhamento e comissionamento podem representar escopos técnicos distintos.

MODELO DE CONTRATAÇÃO

O serviço pode ser contratado como diagnóstico inicial, parada programada, campanha de ensaios, programa periódico de manutenção ou projeto de modernização.

Em uma instalação sem histórico confiável, recomenda-se iniciar pelo levantamento, inspeção e classificação das criticidades. A partir dessa base, são definidos os ensaios, a intervenção e o plano de manutenção.

O escopo pode incluir engenharia, coordenação de empresas especializadas, análise dos resultados, especificação de peças e equipamentos, fiscalização, acompanhamento da parada e validação do retorno à operação.

A contratação pode assumir três configurações principais: diagnóstico e engenharia sem execução; coordenação integrada com acompanhamento de empresas especializadas; ou execução de atividades específicas quando houver definição expressa de responsabilidade, equipe habilitada, tecnologia abrangida, condições de segurança, fornecimentos e critérios de aceite.

Ensaio em transformadores, cabos, relés, disjuntores e sistemas de aterramento devem ser vinculados ao equipamento, ao método, à norma aplicável e ao responsável técnico pela execução. A A3A pode especificar, acompanhar e interpretar esses ensaios mesmo quando a atividade de campo for realizada por empresa especializada.

Modernizações de maior porte podem ser contratadas por etapas: diagnóstico; estudo de alternativas; projeto; equalização técnica; planejamento da migração; acompanhamento; comissionamento; atualização documental.

APLICABILIDADE

O serviço é aplicável a indústrias, hospitais, data centers, laboratórios, centros logísticos, universidades, edifícios corporativos, instalações públicas, plantas de processo e empreendimentos atendidos por cabine primária ou subestação de média tensão.

Também atende instalações com transformadores, cubículos, disjuntores, relés, cabos de média tensão, grupos geradores, automação, teleassistência e cargas que não podem sofrer interrupções não planejadas.

QUANDO CONTRATAR

A contratação é indicada diante de aquecimento, disparos sem causa definida, ruídos anormais, infiltração, contaminação, dificuldade de manobra, falha de baterias, perda de comunicação, vazamentos, deterioração do isolamento ou ausência de registros confiáveis.

Também deve ser considerada antes do aumento de carga, substituição de transformadores, conexão de geração, paralelismo, retrofit de cubículos, troca de relés, ampliação da subestação ou revisão do sistema de aterramento.

Uma manutenção tecnicamente estruturada combina condição, criticidade, segurança, ensaios, engenharia e documentação. O objetivo não é apenas devolver energia à instalação, mas assegurar que proteção, manobra e equipamentos retornem à operação em condição conhecida e verificável.

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.