



AMPLIAÇÃO DE ETE UTILIZANDO CABINE PRIMÁRIA INTELIGENTE

Fernando Pettinati Ayello⁽¹⁾

Engenheiro eletricitista, formado pela Universidade Municipal de Taubaté em 1981. Mestre em Ciências de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá em 1985. Experiência em sistemas elétricos de potência, proteção, automação e qualidade de energia. Mais de 40 anos de experiência no setor elétrico, tendo atuado em concessionária de energia elétrica e 3 multinacionais fabricantes de equipamentos elétricos. Atualmente é sócio-proprietário da PROTCOM Ltda, que presta serviços de consultoria técnico-comercial.

Uriel Horta⁽²⁾

Diretor comercial da Pextron Controles Eletrônicos Ltda, formação em engenharia elétrica e administração de empresas pela Universidade Mackenzie. Mais de 40 anos de atuação no mercado de energia, no seguimento de relés de proteção para o sistema elétrico de potência.

Carlos Augusto Albernaz Nepomuceno⁽³⁾

Engenheiro eletricitista, formado pela Universidade Municipal de Taubaté em 1981, pós-graduado em proteção de sistemas elétricos de potência pela Universidade Federal de Itajubá em 2005, sócio-proprietário da empresa C_NEPO, direcionada para serviços de engenharia e consultoria de sistemas elétricos para indústrias e empresas de infraestrutura em geral.

Endereço⁽¹⁾: Av. Eng Luiz Antônio Laloni, 321 - Tijuco das Telhas - Campinas - SP - CEP: 13086-906 - Brasil
- Tel: +55 (19) 991566182 - e-mail: fernando.ayello@protcom.net

RESUMO

A ampliação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em uma cidade litorânea incorporou uma cabine primária inteligente como solução estratégica para enfrentar os desafios de fornecimento instável da energia elétrica e restrições logísticas, especialmente durante a alta temporada. A região, marcada por frequentes quedas de energia, oscilações de tensão e tráfego intenso, dificultava a atuação rápida da equipe de manutenção após falhas no sistema. A modernização da cabine primária com relés digitais dotados de funções como rearme automático por tensão (ANSI 79V), oscilografia (ANSI 98) e outras funcionalidades, viabilizou a retomada automática e segura da operação elétrica, minimizando riscos de paralisações prolongadas e transbordamento de esgoto. A aplicação de tecnologias robustas e inteligentes contribuiu para elevar o padrão técnico do saneamento local, promovendo maior segurança operacional, eficiência energética e sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Cabine primária de média tensão, cabine primária inteligente, relé de proteção

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um dos maiores desafios da infraestrutura urbana no Brasil, especialmente em regiões com população sazonal, como é o caso das cidades litorâneas. Durante feriados prolongados e na alta temporada de verão, essas localidades experimentam um crescimento populacional abrupto, que pode chegar a triplicar a população residente. Essa variação impacta diretamente o consumo de água, a geração de esgoto e, consequentemente, a demanda por operação eficiente e ininterrupta dos sistemas de abastecimento e tratamento.

Além do aumento exponencial do consumo, o calor intenso agrava o cenário, exigindo ainda mais robustez dos sistemas hidráulicos e elétricos envolvidos. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de soluções técnicas que ofereçam confiabilidade, automação e resiliência ao sistema de saneamento, como é o caso da modernização das cabines primárias de média tensão com relés de proteção inteligentes. O tráfego sobrecarregado de veículos também agrava o cenário, pois dificulta o atendimento técnico e aumenta o risco de paralisações prolongadas em sistemas críticos.

Neste contexto, um projeto para ampliação da Estação de Tratamento de Esgoto de uma cidade litorânea surge como uma solução estruturante, integrando tecnologias elétricas modernas, automação e gestão operacional

para assegurar continuidade e confiabilidade ao processo de tratamento. A figura 1 abaixo ilustra uma visão geral da ETE.

Figura 1 - ETE- Estação de Tratamento de Esgoto



DESAFIOS DE SANEAMENTO EM CIDADES COSTEIRAS

A cidade estudada, localizada no litoral paulista, apresenta uma realidade comum a muitos municípios da costa brasileira: infraestrutura deficiente frente à alta demanda sazonal. Atualmente, a cidade conta com apenas uma Estação de Tratamento de Água (ETA) e uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) localizadas na área central do município, ambas operando com capacidade limitada, cerca de 60% da necessidade total do município. Essa ETE atende a região central e parte dos bairros e praias adjacentes e constatou-se uma necessidade de ampliação para resolver essa limitação e também equilibrar a carga hidráulica sobre o sistema de esgoto. Sua vazão de efluente tratado será duplicada e terá uma vazão final de 350 litros/segundos, com despejo em dois rios distintos, com vazões definidas e acordadas com os órgãos ambientais.

A planta é composta por dispositivos eletromecânicos essenciais, como oito tanques de decantação e aeração, duas peneiras rotativas, duas centrifugas de iodo, três bombas elevatórias para descarte de água clarificada, entre outros equipamentos. Toda a carga mecânica é acionada por motores de indução trifásicos em baixa tensão, controlados por oito Centros de Controle de Motores (CCMs), que por sua vez são alimentados por uma cabine primária de média tensão, que é o ponto de conexão com a concessionária de distribuição de energia da localidade.

INFRAESTRUTURA ELÉTRICA E AUTOMATISMO

Cabine primária é uma instalação elétrica responsável por receber a energia em média tensão diretamente da rede da concessionária. Realiza a medição e proteção do sistema, além de transformar a energia elétrica em baixa tensão, por meio de transformadores, para distribuição interna. Esse tipo de instalação é obrigatório em locais com grande demanda de energia elétrica, conforme os critérios estabelecidos pelas concessionárias locais.

A cabine primária da ETE em questão, é do tipo blindada, com nove compartimentos, alimentada em 13,8 kV pela concessionária. Possui 1.445 kVA de potência instalada (990 kW), dois transformadores a seco de 1.500 kVA cada e um transformador de serviços auxiliares de 150 kVA. O secundário dos transformadores alimenta um painel de interligação, que também recebe de um gerador de emergência de 750 kW com acionamento manual, sendo utilizado em situações de interrupção prolongada no fornecimento da concessionária. Este

painel de interligação distribui a energia para um Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), que por sua vez alimenta os oito CCMs da planta e, portanto, toda a malha de motores elétricos de processo.

Há dois compartimentos da cabine primária, o que recebe a alimentação da concessionária e o de saída para os transformadores a seco, nos quais estão instalados os respectivos disjuntores e relés de proteção. Esses relés exercem funções fundamentais, entre elas sobrecorrente de fases (ANSI 50/51), sobrecorrente de terra (51G), subtensão (27), sobretensão (59), sub/sobrefrequência (81) e sequência de fases (47). Como destaque desse projeto, cita-se a habilitação do esquema de rearme automático por tensão (79V), que se ressalta pela contribuição prática à continuidade do serviço. A figura 2 mostra a cabine primária blindada da ETE.

Figura 2 - Cabine Primária Blindada da ETE



REARME AUTOMÁTICO: EFICIÊNCIA EM SITUAÇÕES CRÍTICAS

Em regiões turísticas com rede elétrica instável e dificuldade de deslocamento da equipe técnica, o rearme automático torna-se uma ferramenta altamente estratégica. A função ANSI 79V, disponível nos relés utilizados, permite o restabelecimento automático da planta após retorno da tensão da rede da concessionária para condições seguras, evitando longas interrupções no tratamento de esgoto.

A decisão de habilitar essa funcionalidade se baseou na realidade local:

- Região composta por 4 municípios, com uma extensão “linear” de 160km de estrada entre praias e extensão litorânea;
- Deslocamentos de até seis horas em alta temporada devido ao tráfego intenso.

Com o rearme automático, os sistemas voltam a operar em poucos minutos - uma diferença que, na prática, evita o transbordamento de esgoto e prejuízos ambientais. A função foi habilitada em dois pontos estratégicos: na entrada da cabine (alimentação principal) e na saída para os transformadores e estão coordenadas entre si. Desde a entrada em operação, já foram registradas diversas atuações bem-sucedidas do esquema de rearme automático por subtensão, comprovando sua eficácia e reforçando a importância de automatismos nos sistemas de saneamento. A figura 3 mostra o frontal do painel da cabine primária com o relé de proteção.

“Com o rearme automático, a retomada das operações ocorre em questão de minutos, mitigando riscos ambientais e operacionais.”

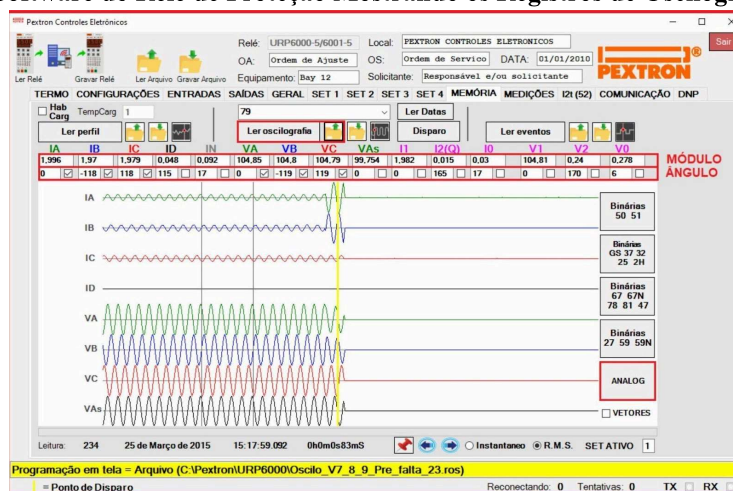
Figura 3 - Relé de Proteção - O Cérebro das Cabines Primárias Inteligentes



MONITORAMENTO, DIAGNÓSTICO, SEGURANÇA E COMUNICAÇÃO

A função ANSI 98 - Oscilografia, incorporada no relé de proteção, também foi habilitada e permite o registro detalhado de eventos elétricos, facilitando o diagnóstico por parte da equipe de manutenção. Essa funcionalidade contribui com diagnósticos precisos, otimizando o tempo de resposta e prevenindo reincidências. A figura 4 abaixo, mostra a tela dos registros de oscilografia no software aplicativo do relé.

Figura 4 - Tela do Software do Relé de Proteção Mostrando os Registros de Oscilografia



O relé de proteção utilizado possui também outras funções que ainda não foram implementadas na cabine, mas que geram grandes benefícios a operação, como por exemplo a função ANSI 74, que monitora o circuito de disparo e a bobina de abertura do disjuntor e fornece alarme em caso de problemas. A supervisão contínua desse circuito permite a identificação antecipada de falhas, antes que ocorra uma situação crítica, assegurando que o disjuntor abrirá quando for comandado. Típicos defeitos são: interrupções na fiação ou conexões soltas, bobina de abertura queimada ou com resistência elevada (circuito aberto).

Toda a planta é monitorada por um Centro de Operação remoto, que recebe grandezas elétricas (tensão, corrente, frequência, potência, status de disjuntores, sinal de trip, etc.) por meio dos relés de proteção. Os dados são transmitidos via protocolo Modbus, conectados a uma rede MPLS (Multiprotocol Label Switching) através de switches industriais. Paralelamente, grandezas hidráulicas e químicas como vazão, volume, teor de oxigênio dissolvido e dosagem de cloro são monitoradas por CLPs, transmitidas em tempo real e permitindo uma gestão integrada e inteligente de todo o sistema, por parte do Centro de Operação, que situa-se numa cidade próxima, cerca de 50Km de distância.

Dessa forma, a operação da planta se beneficia de obter uma visibilidade completa do processo, com acesso remoto às condições elétricas, químicas e hidráulicas, contribuindo para ações preventivas e corretivas mais ágeis.

SERVIÇOS ENVOLVIDOS NO PROJETO

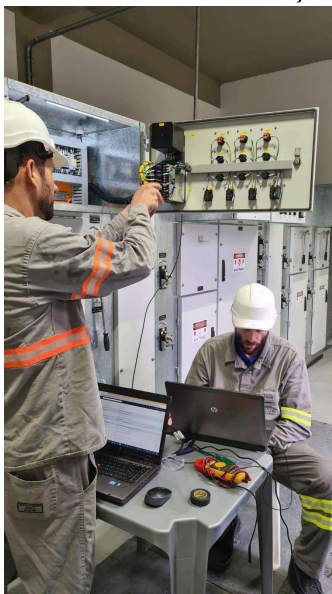
Importante destacar o importante papel da empresa de engenharia envolvida na execução do projeto, tendo sido contratada pela gerenciadora da obra, e envolvendo-se numa série de atividades estratégicas. Sua atuação foi decisiva para o sucesso da implantação elétrica da nova ETE, permitindo a integração eficiente entre sistemas legados e modernos, bem como da implementação do conceito de Cabine Primária Inteligente na ampliação da ETE.

Entre suas responsabilidades devemos destacar:

- Fiscalização técnica da obra elétrica, garantindo conformidade com o projeto executivo e normas vigentes;
- Interface ativa com a concessionária de energia, fornecedores, projetistas e a gerenciadora, assegurando alinhamento técnico e prazos;
- Coordenação da transição entre a estrutura elétrica existente e a nova configuração da planta, otimizando a logística e reduzindo riscos operacionais.

Outro destaque a ser salientado foi a atuação da empresa contratada pelo fornecedor da cabine primária para ser a responsável pela parametrização, testes e comissionamento dos relés de proteção. A figura 5 mostra a equipe da empresa realizando os serviços de parametrização de um dos relés em campo.

Figura 5 - Serviço de Parametrização de um dos Relés de Proteção da Cabine Primária Inteligente



CONCLUSÃO

O projeto de ampliação da ETE representa um avanço significativo em infraestrutura de saneamento, especialmente em uma região marcada por sazonalidade populacional e limitações logísticas. A adoção de tecnologias robustas, associadas a uma arquitetura elétrica bem estruturada, contribuem para a continuidade dos serviços, preservação ambiental e qualidade de vida da população.

A modernização de cabinas primárias com relés digitais avançados, transformando-as em cabines primárias inteligentes, representa um avanço importante para a operação do saneamento em cidades litorâneas. A adoção de funções como o rearme automático (ANSI 79V), oscilografia (ANSI 98), monitoramento de disjuntores

(ANSI 74) e outras, traz benefícios tangíveis, como a redução de paradas, proteção dos ativos e resposta rápida a distúrbios elétricos.

Um projeto de ampliação que realizou uma abordagem técnica, aliando engenharia elétrica, automação e sustentabilidade, sendo um passo fundamental para cidades mais resilientes e preparadas para os desafios do futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MANUAL DE OPERAÇÃO DO RELÉ DE PROTEÇÃO URP 1439 TU - PEXTRON CONTROLES ELETRÔNICOS LTDA. São Paulo, 29/10/2019.