

## MODERNIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA SUBESTAÇÃO DO SIFÃO 22

### RESUMO

Este trabalho tem o intuito de apresentar a modernização tecnológica realizada nos equipamentos instalados na subestação EEA Sifão 22, responsável pela alimentação elétrica do Sistema Rio Claro que, por sua vez, é responsável pelo abastecimento de cerca de 1.000.000 de pessoas da zona leste da região metropolitana de São Paulo. Apresentaremos todas as melhorias, atualizações e modernizações realizadas como: substituição dos para-raios de linha (138 kV); revisão geral dos disjuntores de alta tensão (138 kV); substituição de um transformador (5,5 MVA); *retrofit* em 10 disjuntores de média tensão (13,8 kV); substituição dos comandos elétricos e mecânicos das chaves seccionadoras de alta tensão (barramento de 138 kV); substituição do banco de baterias e instalação de um novo painel retificador (carregador de baterias); substituição de toda a mesa de comando (painel sinóptico) da subestação por um SDSC (Sistema Digital de Supervisão e Controle), que monitora todos os sinais de campo, compilando estes dados e fazendo a supervisão, com disponibilidade de monitoramento e supervisão à distância; substituição de chaves seccionadoras motorizadas para duas linhas de média tensão (34,5 kV) denominadas de Linha A e Linha B; e, substituição dos relés de proteção eletromecânicos por relés microprocessados de última geração.

**Palavras-chave:** modernização, confiabilidade, proteção.

### INTRODUÇÃO

A Sabesp atende cerca de 19.900.000 habitantes na Região Metropolitana de São Paulo – RMSPP, com vazão média de 65 m<sup>3</sup>/s, aduzida através de 1.270 km de adutoras com diâmetros entre 300 e 2.500 mm.

O crescimento constante da região leste da cidade de São Paulo somada à necessidade de atendimento da demanda de consumo do setor habitacional faz com que o abastecimento desta região metropolitana, através do Sistema Produtor Leste (Rio Claro e Alto Tietê), tenha de ser cada vez mais eficiente e confiável.

O Sistema Produtor Alto Tietê é de construção recente. O início das operações foi em 1991, compostos de equipamentos modernos e estações elevatórias e *boosters* com equipamentos de última geração.

Iremos dar ênfase apenas ao Sistema Produtor Rio Claro neste trabalho, que é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 1.000.000 de habitantes.

A produção do Sistema é de 3,9 m<sup>3</sup> por segundo em total disponibilidade. O Sistema Produtor Rio Claro é composto pela ETA Casa Grande, localizada no município de Salesópolis, construída no início da década de 30, um Sistema Adutor com 80 km de extensão e 3 elevatórias construídas em meados dos anos 70. No seu percurso estão instaladas as Estações Elevatórias de Água EEA Sifão 22, EEA Sifão 20 e EEA Sifão 16, respectivamente.

Todo este Sistema Produtor é alimentado eletricamente pela subestação do Sifão 22, localizada em Mogi das Cruzes, (foco deste trabalho).

Esta subestação foi construída em 1981, portanto, passa dos 35 anos de operação. Era uma subestação com equipamentos obsoletos para os dias atuais.

Visando a modernização dos equipamentos instalados nesta subestação e, em consequência, proporcionando uma maior confiabilidade de todo o Sistema Produtor Rio Claro, apresentaremos todas as melhorias, atualizações e modernizações realizadas até o momento nesta planta.

### OBJETIVO

Modernizar a subestação do Sifão 22 utilizando equipamentos de última tecnologia no mercado, contribuindo assim para a confiabilidade do Sistema Adutor Rio Claro.



**Figura 2: Instalação dos novos para-raios**



**Figura 3: Para-raios de linha já instalados**



Com a conclusão das atividades, conforme indicado na figura 3, ficou assegurada a proteção contra surtos de linha para os equipamentos da subestação do Sifão 22, sempre visando à eficiência da manutenção, responsabilidade quanto ao fornecimento de energia de qualidade para nossos clientes internos e comprometimento com o abastecimento de água para a população.

#### MOTORIZAÇÃO DAS CHAVES SECCIONADORAS (barramento de 138 kV)

A subestação do Sifão 22 possui 6 (seis) chaves seccionadoras no circuito de alta tensão (138 kV) para execução de seccionamento e manobras entre circuitos de alimentação. Todas estas seccionadoras são acionadas através de comandos motorizados remotos e manuais, montados em caixas metálicas e instaladas ao tempo.

Por ficarem instalados ao tempo e sujeitos a intempéries há mais de 30 anos, estes acionamentos apresentavam constantes defeitos de funcionamento e penetração de água proveniente das chuvas nas partes energizadas, por conta de oxidação e furos nas caixas metálicas de proteção, causando assim desarmes indevidos da subestação.

Foram realizadas as substituições dos mecanismos motorizados tipo GM-2 *Spig/Brush* para os mecanismos motorizados tipo VL-17-22 nas chaves n°s 89-1/Q1-1; 89-2/Q1-2; 89-3/Q1-3; 89-4/Q1-4; 89-A/Q1-5 e 89-B/Q1-6, conforme indicado nas figuras 4 e 5 a seguir:

**Figura 4: Chave motorizada**



**Figura 5: Chave motorizada**



#### INSTALAÇÃO DE CHAVES SECCIONADORAS (34,5 kV)

São duas chaves seccionadoras com acionamento motorizado para seccionamento e manobra dos circuitos de distribuição das linhas de alta tensão "A" e "B" com tensão nominal de 34,5 kV e aproximadamente 20 km de extensão para fornecimento de energia elétrica para alimentação da Estação de Tratamento de Água Casa Grande.

Estas seccionadoras além de fazer o seccionamento do circuito, também fazem o aterramento temporário da linha durante os serviços de manutenção, proporcionando segurança aos profissionais que executam os trabalhos de manutenção por toda a extensão da linha. O intertravamento mecânico é realizado através de hastes metálicas, impedindo assim o seu acionamento indevido.

Indicaremos a seguir através das figuras 6 e 7 como eram estas chaves e como ficaram.

**Figura 6: Jogo de chaves (antigas)**



**Figura 7: Jogo de chaves (novas)**



#### DISJUNTORES DE ALTA TENSÃO (138 kV)

Estes disjuntores são responsáveis pela proteção no barramento de alta tensão de todos os equipamentos instalados na subestação do Sifão 22.

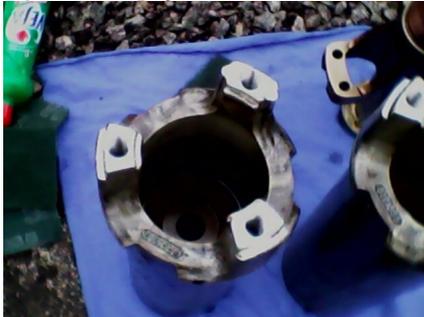
Estavam operando desde a inauguração da subestação do Sifão 22, há três décadas e meia. Estes equipamentos foram restaurados com ênfase de atuação nos polos elétricos dos contatos, análise do óleo isolante e substituição de peças danificadas pelo tempo.

Foram realizados trabalhos de suma significância para a máxima segurança de operação dos disjuntores, como exemplo, podemos citar:

- Resistência de isolamento dos disjuntores quando abertos;
- Resistência de isolamento dos disjuntores quando fechados;
- Resistência entre contatos;
- Tempo para abertura dos disjuntores;
- Tempo para fechamento dos disjuntores.

A seguir veremos algumas imagens deste equipamento, identificadas pelas figuras 8 e 9:

**Figura 8: Inspeção das molas do contato**



**Figura 9: Inspeção da câmara de extinção**



#### TRANSFORMADORES DE 5,5 MVA

Recentemente, substituímos um dos transformadores de 5,5 MVA da subestação do Sifão 22 devido à queima, ocasionada por surto de tensão.

As figuras 10 e 11 indicam respectivamente o transformador avariado e novo transformador instalado.

Figura 10: Transformador avariado



Figura 11: Novo transformador instalado



#### RETROFIT DE DISJUNTORES DE MÉDIA TENSÃO

Os disjuntores de média tensão instalados nos cubículos blindados da subestação protegem as duas linhas de transmissão de energia elétrica que alimentam as Estações Elevatórias de Água do Sifão 16 e 20, denominadas Linhas 1 e 2 de 13,8 kV, protegem ainda a linha de transmissão 3, que alimenta a EEA do Sifão 22.

Estes disjuntores de média tensão de proteção das linhas de transmissão da subestação do Sifão 22 ainda eram originais da estação, ou seja, já haviam passados mais de três décadas em operação contínua. Eram muito antigos e obsoletos, não proporcionando confiabilidade ao sistema elétrico.

Sua câmara de extinção de arco voltaico ainda era à base de pequeno volume de óleo, (PVO), demandando muita manutenção e averiguação constante do estado do óleo isolante por parte da manutenção.

Nos disjuntores retrofitados, além de toda a substituição de fiação, contatos das pinças, novos barramentos, cabos elétricos e *plugs* de conexão, também foram substituídas as antigas câmaras de extinção a pequeno volume de óleo (PVO), por novas câmaras de extinção à vácuo, muito mais confiáveis, modernas e mais eficientes quanto a manutenção.

As figuras 12 e 13 mostram como eram estes disjuntores de média e como ficaram respectivamente.

Figura 12: Disjuntor MT a PVO



Figura 13: Disjuntor MT, com extinção à vácuo



### SUBSTITUIÇÃO DO BANCO DE BATERIAS e INSTALAÇÃO DE CONJUNTO RETIFICADOR / CARREGADOR DE TENSÃO

O conjunto Retificador/Carregador e Bateria de Acumuladores em 125 Vcc alimentam circuitos de comando dos conjuntos de manobras, sinalização, alarmes e iluminação de emergência da subestação de 138 kV do Sifão 22. Os elementos que compunham o banco de baterias já estavam deteriorados devido à longa data de utilização ininterrupta, vários elementos já não possuem mais condições físico-químicas de atuação (não preservam mais cargas). Como todo o conjunto estava comprometido, estávamos correndo riscos constantes de desligamento da subestação do Sifão 22, afetando diretamente a produção e conseqüentemente o abastecimento. Foi então feita a aquisição e instalação de um novo banco, proporcionando assim confiabilidade e tranquilidade de operação.

O conjunto Retificador/Carregador e Bateria de Acumuladores em 125Vcc alimentam circuitos de comando dos conjuntos de manobras, sinalização, alarmes e iluminação de emergência da subestação de 138kV do Sifão 22. Este conjunto retificador / carregador de baterias já estava com mais de 30 anos de utilização, praticamente não estava mais operante. Adquirimos novo conjunto retificador, conforme mostra a figura 14, instalado juntamente com o novo banco de baterias adquirido e, em consequência dessa ação, garantindo mais confiabilidade aos circuitos de corrente contínua da subestação.

**Figura 14: Novos bancos de baterias e Retificador de tensão**



### COBERTURA DOS PAINÉIS BLINDADOS

Devido à exposição constante ao tempo, os painéis blindados onde se localizam os disjuntores de média tensão da subestação começaram a apresentar corrosão, devido à infiltração de água.

Com esta infiltração, poderia o barramento de 13,8 kV correr sérios riscos de curtos elétricos e desligamentos indevidos, além da depreciação dos materiais.

Foi então edificada uma cobertura em telhas do tipo calhetão para abrigo destes painéis blindados, proporcionando assim, garantias de maior durabilidade dos quadros e também menor risco de infiltração de água nos barramentos de 13,8 kV, garantindo confiabilidade de operação.

A seguir, verificaremos através das imagens 15 e 16, respectivamente, como eram antes os painéis e como ficaram após a edificação da cobertura.

**Figura 15: Painéis antes da cobertura**



**Figura 16: Painéis após a cobertura**



### INSTALAÇÃO DE RELÉS MICROPROCESSADOS

Esta subestação possui instalada em sua planta, em sua sala de comando e operação, um conjunto de painéis com relés de proteção que realizam o desligamento dos transformadores de força nos casos de sobre corrente e sub tensão dos circuitos de distribuição a eles conectados.

Estes relés de proteção estavam apresentando constantes defeitos devido ao longo tempo de uso e operação, provocando panes indevidas no sistema; não possibilitam ajustes, calibração e aferição e não possuem peças de reposição, o que evidenciava a necessidade de substituí-los e consequentemente a adequação dos painéis a NBR 14039/2003 aumentando assim sua confiabilidade operacional.

Foram então realizados os trabalhos relacionados a substituição destes relés eletromecânicos pelos relés microprocessados e também estudos técnicos importantes para uma operação confiável de todo o complexo de proteção como:

a) Relatório de Estudos de Seletividades.

Seguindo sempre as características dos Relés de Proteção:

- ✓ Descrição da tensão de fornecimento de energia elétrica (primária e secundária);
  - ✓ Descrição básica do sistema de fornecimento de energia elétrica, entrada, transformação, medição e distribuição;
  - ✓ Descrição básica do sistema de proteção até então existente e do novo sistema implantado;
  - ✓ Descritivo básico com indicação das alternativas e recomendações de ordem técnica para parametrização e ajuste das proteções elétricas;
- b) Atualização dos diagramas elétricos.

Contendo detalhes dos relés microprocessados aplicados e obedecer as seguintes diretrizes:

- ✓ Especificações de Materiais, Equipamentos e Serviços - definitivas e digitadas em tamanho A4 onde serão definidos todos os serviços, as normas gerais aplicáveis;
- ✓ Descrição da tensão local de fornecimento de energia elétrica (primária e secundária);
- ✓ Especificação completa de todos os elementos;
- ✓ Materiais e equipamentos aplicados;
- ✓ Legenda e simbologia adotada;
- ✓ Detalhes da instalação dos relés nas portas - escala 1:25;
- ✓ Diagramas esquemáticos – sem escala;
- ✓ Diagrama unifilar geral contendo dados de faixa de calibragem e ajuste dos relés.

Mostraremos a seguir como era o antigo sistema de proteção por relés eletromecânicos (Figura 17) e como estão hoje instalados os novos relés microprocessados (Figura 18).

**Figura 17: Relés Eletromecânicos (antigos)**



**Figura 18: Relés Microprocessados (atuais)**



### INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DIGITAL DE SUPERVISÃO E CONTROLE

As instalações já datavam mais de 30 anos de operação ininterruptos e todo o Sistema de Supervisão e Controle ainda era original, com acionamentos manuais e obsoletos para as condições técnicas atuais. Possuíam vários acionamentos eletromecânicos e mostradores analógicos que, pelo longo tempo de atuação já apresentavam desgastes e conseqüentemente constantes falhas, gerando assim perda de confiabilidade no Sistema.

Hoje, todo o Sistema de Supervisão e Controle está instalado em um painel central, localizado na Casa de Controle, contendo alarmes sonoros e de iluminação, medidores de grandezas elétricas analógicas (tensão, corrente, frequência, sinalizadores por lâmpadas, botões e chaves eletromecânicas) e estão disponibilizados em um quadro sinóptico na superfície do painel, através de uma tela LCD, em 55", indicando o desenho unifilar das linhas e pontos de manobra. Estas manobras hoje podem ser realizadas via "touch screen", acompanhando a tendência de mercado. A figura 19 nos mostra como era antigamente a mesa de comando de supervisão e controle da subestação do Sifão 22.

**Figura 19: Antiga mesa de comando (painel sinóptico)**



Indicaremos agora como se encontra hoje a subestação do Sifão 22, após a conclusão da instalação do novo SDSC (Sistema Digital de Supervisão e Controle), através das figuras 20 e 21.

**Figura 20: Painel PUAC (remota)**



**Figura 21: Atual sala de operação**



## 27º. Encontro Técnico AESABESP

Após a instalação do novo SDSC (Sistema Digital de Supervisão e Controle), a subestação do Sifão 22 passou a contar com uma estação de operação central (nível dois), instalada na sala de controle, proporcionando efetivo controle e monitoramento para os equipamentos de campo da subestação e um perfeito sincronismo de dados e horários entre todos os equipamentos de proteção e monitoramento. O SDSC é composto pelos seguintes equipamentos:

- a) Processador e dispositivos de interface homem-máquina (IHM): monitor de vídeo de 19", tela plana, "touch screen", com resolução de tela nativa de 1920 x 1080 pixel, 16 milhões de cores, teclado alfanumérico, impressora do tipo jato de tinta, mouse e um monitor LCD, tela plana, "wide screen" de 55", com função PIP (*Picture in Picture*), para visualização total do Sistema, conectado a IHM e instalado na parte superior da Casa de Operação;
- b) Conversor: DC/DC 2500 W, entrada de 125 Vcc e saída 125 Vcc;
- c) Um *nobreak*;
- d) Um conjunto de móveis integrados modulares, fabricados em chapa de aço carbono, com espessura de 2 mm, para os equipamentos do SDSC instalados na Sala de Controle;
- e) Paineis tipo Unidade de Aquisição de Dados e Controle (Remotas) instalado na Sala de Controle da SE, contendo os módulos da UAC (Plataforma computacional, monitor, teclado, concentradores, conversores, multimídios, processadores, *switch* de comunicação, GPS, cordões de fibra ótica, etc), destinados à supervisão e controle da subestação e respectivos auxiliares (aquisição de dados digitais e analógicos dos equipamentos primários de potência do pátio da SE do Sifão 22).
- f) Um equipamento servidor de base de dados, em tempo real e base de dados históricos.
- g) Paineis de rede, contendo os módulos processadores de comunicação, conversores de protocolo, dispositivos de rede, fontes de alimentação, etc., conforme necessários;
- h) Rede *Ethernet*, para todos os equipamentos do SDSC bem como para todas as UACs que a acessem, já inclusos cabos de comunicação de dados, distribuidores ópticos, caixas de emendas ópticas, dispositivos de rede (*switches*, roteadores, etc.), dispositivos de interface com o sistema de telecomunicações, etc.
- i) Paineis para as interligações e junções elétricas em geral existentes;
- j) Desenhos de arquitetura da rede do SDSC.
- k) Medidor de multigrandezas substituindo aos antigos amperímetro/voltímetro que existiam no quadro auxiliar Vca.

### CONCLUSÃO

Após a conclusão de todas as atividades citadas a subestação do Sifão 22 possui plena condição de comunicação direta com o Centro de Controle Operacional, (CCO) da Sabesp. Com a base de dados local configurada, poderá ser feita integração "on line", possibilitando assim, operação e visualização de todo o Sistema diretamente da mesa de operação do CCO. Temos ainda na Divisão de Manutenção da Adução Metropolitana Leste (MAML) a mesma visualização para efeito de supervisão e manutenção de todo o parque instalado. A confiabilidade dos novos equipamentos e as melhorias diversas já realizadas nos dá a tranquilidade para continuarmos mantendo todas as instalações operando e, em consequência disto, mantendo abastecida boa parte da região leste da grande São Paulo.

### RECOMENDAÇÕES

Após serem notórias as melhorias técnicas e, em consequência disso, uma maior eficiência operacional e confiabilidade dos equipamentos instalados na subestação do Sifão 22, recomendamos estes trabalhos a todas as empresas que são servidas por equipamentos neste nível de tensão elétrica de alimentação.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. HOFFMANN, B. "Digitalização de subestações". Inepar Equipamentos e Sistemas. São Paulo (2000).

<http://www.abb.com/substationautomation>

<http://scc-online.de/std/61850/current.html>