

Localização de Falhas em Câmaras Subterrâneas Urbanas da CFE

Jesús Borrayo Sánchez e Juan M. Farías Garibay
Comisión Federal de Electricidad

Gerardo Urrea Grijalva
Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

Apresentado na
DistribUTECH Conference
San Diego, California, EUA
3–5 de fevereiro de 2009

Traduzido para o português em fevereiro de 2017

Localização de Falhas em Câmaras Subterrâneas Urbanas da CFE

Jesús Borrayo Sánchez e Juan M. Fariás Garibay, *Comisión Federal de Electricidad*
Gerardo Urrea Grijalva, *Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.*

Sumário—A rede elétrica subterrânea de 23 kV do centro histórico de Guadalajara está em operação há mais de 40 anos e alguns dos equipamentos mais antigos estão falhando. Essas falhas são difíceis de se localizar pois as câmaras subterrâneas são de difícil acesso e geram transtornos quando abertas, pois interrompem o tráfego intenso de veículos e pedestres. Este artigo descreve a solução adotada pela Comisión Federal de Electricidad (CFE), que instalou com sucesso um sistema de indicação de falhas com comunicação sem fio a um leitor remoto portátil em seu sistema de distribuição subterrâneo.

I. INTRODUÇÃO

A División de Distribución Jalisco (DDJ) da empresa Comisión Federal de Electricidad (CFE) foi pioneira na instalação da rede de distribuição subterrânea no México na década de 1960. Hoje, com um sistema de mais de 40 anos de idade, é difícil localizar falhas devido ao aumento do tráfego de veículos e pedestres em Guadalajara. A cidade tem, atualmente, mais de 4,5 milhões de habitantes e mais de 1,6 milhão de veículos.

Durante o ano, pelo menos um dos quatro circuitos de distribuição falha durante a estação chuvosa (de junho a outubro), causando a perda de importantes clientes em algumas áreas, tais como os edifícios do Congresso Estadual, centros do governo estadual e municipal, hospitais e sinais de trânsito. Estas interrupções afetam seriamente as atividades diárias dessas áreas de trabalho e criam o caos nas ruas.

Essas falhas eram recorrentes principalmente em quatro circuitos de distribuição subterrâneos em 23 kV da Subestação Alameda: Circuito 5115 Teatro Degollado, Circuito 5125 Hospicio, Circuito 5175 Juan Manuel e Circuito 5185 Ocampo Avenue, como mostrado na Fig. 1.

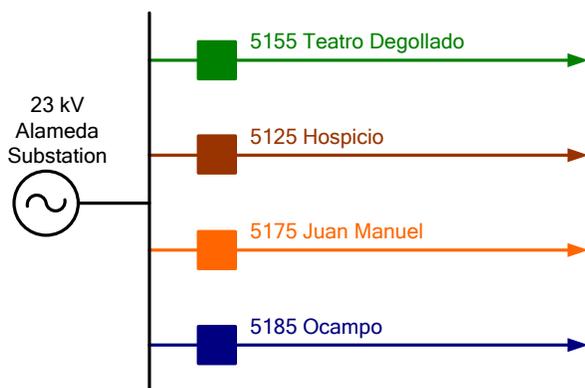


Fig. 1. Diagrama Unifilar da Subestação Alameda de 23 kV [1]

Na época, o método utilizado pela equipe da CFE para localizar falhas consistia em enviar equipes para abrir cada uma das câmaras subterrâneas e inspecionar os Indicadores de Falhas (IFs) convencionais. Se uma equipe confirmasse que uma corrente de falta havia circulado pelo circuito, a próxima câmara deveria ser verificada, e assim por diante, até que o defeito fosse localizado e reparado.

Este método tedioso, além de exigir mão de obra intensiva, gerava riscos e perigos aos trabalhadores da CFE devido a localização das câmaras. A maioria das câmaras deste sistema é localizada em ruas movimentadas com tráfego de veículos e pedestres. Além disso, as equipes podem encontrar câmaras cheias de água ou com animais nocivos.

Devido a esses obstáculos, a localização de falhas era lenta e difícil, resultando em custos elevados para a concessionária. Usando este método, a CFE gastava uma média de 1 hora e 45 minutos para localizar uma falta.

A CFE determinou que esta situação não satisfazia seus padrões de qualidade. Decidiu, então, investir em uma nova tecnologia que propiciasse um método econômico, rápido e confiável de localização de falhas.

Após analisar tecnologias de diferentes fabricantes, a CFE optou por uma solução simples e econômica: implementar e instalar indicadores de falhas com capacidade de comunicação sem fio a um leitor remoto portátil. Este leitor é capaz de exibir o estado dos IFs (atuado/normal) em tempo real, sem a necessidade de abertura das câmaras subterrâneas..

II. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

A CFE avaliou diferentes tecnologias e métodos de indicação e localização de defeitos em redes de distribuição subterrâneas. A meta era achar um sistema que atendesse aos seguintes requisitos:

1. O IF deve ser padronizado em toda a rede, utilizando um único modelo ou tipo de indicador aplicação em diferentes tipo de circuitos, visando simplificar o estoque e facilitar a substituição.
2. A indicação de estado do IF deve ser via transmissão sem fio; as antenas devem estar instaladas dentro da câmara, possibilitando uma transmissão de radiofrequência a uma distância não menor do que 20 metros do centro da câmara. O objetivo deve ser efetuar a leitura do estado de cada IF sem ter que acessar fisicamente a câmara e sem interromper o tráfego de veículos.

3. O dispositivo de indicação de estado do IF deve indicar ambos os estados (atuado/normal) de cada IF instalado dentro da câmara. Este dispositivo deve ser compatível com todos os IFs instalados nas câmaras e portátil.

A opção escolhida foi instalar um IF que fosse automaticamente ajustável (50 a 1200 A) no campo através da medição da corrente de carga do circuito, usando um valores pré-determinados para ajustar o nível de trip. Para acomodar futuros aumentos de carga e circuitos adicionais, a CFE selecionou um IF que possa automaticamente se adaptar às novas condições de operação. Esta flexibilidade permite que a CFE use somente um tipo de IF para todos os pontos da rede subterrânea. Esta padronização facilita a reposição e atende ao Requisito 1. As Fig. 2 e Fig. 3 mostram a instalação da CFE.



Fig. 2. Equipe da CFE instalando indicadores de faltas nas câmaras subterrâneas de Guadalajara

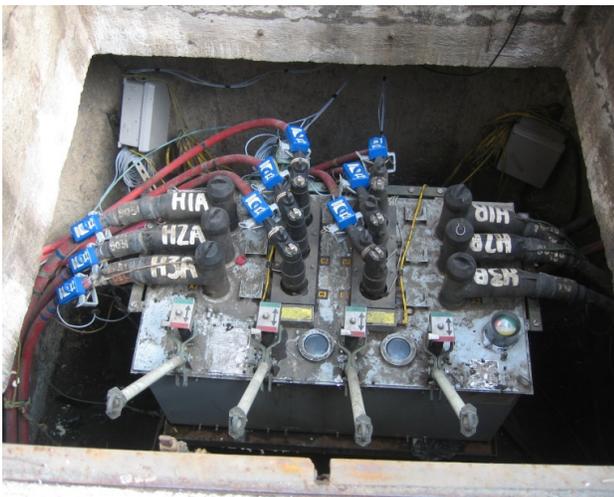


Fig. 3. Indicadores de faltas instalados em câmaras de Guadalajara são conectados a unidades de interface para transmitir a indicação dos mesmos, para fora das câmaras

O estado do IF é transmitido para uma interface concentradora via conexões magnéticas; não são usadas conexões elétricas diretas. A interface concentradora transmite o estado em tempo real do IF em 900 MHz quando requisitado por um leitor remoto portátil. A antena instalada dentro da câmara comprovou operar e atingir alcances entre 25 e 30 metros de transmissão de dados. Este desempenho atende ao Requisito 2. A interface sem fio está mostrada na Fig. 4.



Fig. 4. Interface concentradora sem fio com antena e conexões magnéticas com o IF

A interface concentradora coleta e transmite o estado e os dados dos IFs para um leitor remoto portátil. No leitor remoto portátil, LEDs coloridos indicam o estado de cada IF em tempo real:

IF Normal = LED Verde Aceso

IF Atuado = LED Vermelho Aceso

O estado e a identificação do circuito em faltas no leitor remoto estão mostrados na Fig. 5.



Fig. 5. Leitor remoto portátil

A instalação incluiu 639 indicadores de faltas e 61 interfaces concentradoras para cobrir os 4 circuitos de distribuição da Subestação Alameda, conforme mostrado nas Fig. 1 e Fig. 6. Também foram adquiridos 14 leitores remotos portáteis.

A CFE também identificou a necessidade de treinar tanto o grupo de Engenharia como as equipes de Manutenção sobre os

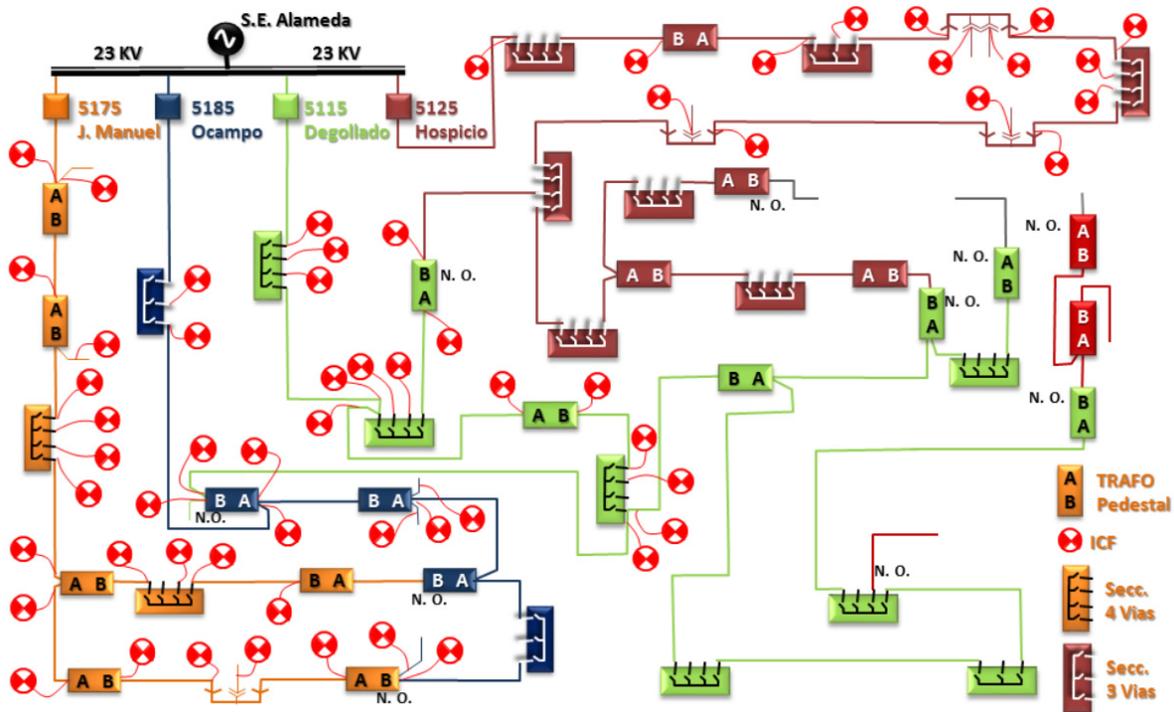


Fig. 6. Topologia da rede subterrânea [2]

benefícios, performance e utilização do sistema de indicação de faltas. O treinamento maximizou o desempenho do sistema e as experiências dos usuários porque os engenheiros e as equipes sabiam o que esperar do sistema indicador de faltas, bem como a forma de instalação e operação do mesmo.

III. RESULTADOS

O desempenho e a eficiência do novo sistema de localização de faltas da rede subterrânea de Guadalajara foram testados três vezes com faltas reais. Em cada uma delas, o sistema identificou a falta corretamente.

A. Primeira Falta

A primeira falta detectada pelo sistema ocorreu em 17 de março de 2008 às 8h57. A localização foi em Prisciliano Sánchez com Avenida Colón, no Circuito 5115 Teatro Degollado da Subestação Alameda, no transformador AJ 9014. Uma escavadeira usada por trabalhadores municipais causou este defeito durante uma escavação. O dano ao sistema subterrâneo provocou uma falta trifásica. As equipes de reparo usaram o sistema de detecção e leitor de faltas para corretamente detectar, localizar e identificar a falta em 55 minutos.

B. Segunda Falta

A segunda falta detectada pelo sistema foi em 2 de junho de 2008 às 12h41, quando ocorreu uma falta no Circuito 5185 Ocampo Avenue da Subestação Alameda. Uma conexão danificada falhou entre as Ruas Pavo e Prisciliano Sánchez. A falta foi detectada e identificada corretamente pelo sistema de indicação e leitor de faltas. A localização demorou apenas

50 minutos. Neste caso, foi difícil encontrar a câmara subterrânea porque ela tinha sido coberta com asfalto pela Prefeitura de Guadalajara.

C. Terceira Falta

A terceira falta detectada pelo sistema ocorreu em 9 de outubro de 2008 às 13h44 no Circuito 5185 Ocampo Avenue da Subestação Alameda. Houve falha do transformador AJ-9033 localizado na Avenida Miguel Blanco com a Rua Pavo. As equipes de reparo usaram o sistema de indicação e leitor de faltas para corretamente detectar, localizar e identificar a falta em 44 minutos.

IV. CONCLUSÕES

O sistema de detecção e leitor de faltas implementados pela CFE mostraram quatro benefícios claros para a concessionária e seus consumidores. O novo sistema:

- Reduz consideravelmente o tempo de localização da falta em até 50% sem necessidade de entrar na câmara.
- Reduz o tamanho das equipes de Manutenção.
- Melhora o processo de localização de faltas porque o tráfego da rua e de pedestres não é interrompido.
- Melhora a segurança porque as equipes da CFE não precisam correr riscos adentrando nas câmaras subterrâneas.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Comisión Federal de Electricidad, One-Line Diagram of the Alameda Substation, September 2008.
- [2] Comisión Federal de Electricidad, Diagram for the Implementation and Location of Faulted Circuit Indicators, December 2007.

VI. BIOGRAFAS

José de Jesús Borrayo Sánchez graduou como Engenheiro Elétrico, Especialidade em Potência, pelo Instituto de Tecnologia de Tepic in 1992. Em 1993, começou a trabalhar na Comisión Federal de Electricidad, Divisão de Distribuição de Jalisco, como Supervisor de Distribuição na área de Hidalgo até dezembro de 1995. De 1996 a 2006, trabalhou como Supervisor Divisional de Proteção e foi promovido a Chefe do Departamento da Área de Distribuição de Guadalajara em 2009.

Juan Manuel Farías Garibay graduou como Engenheiro Elétrico Mecânico pela Universidade de Guadalajara em 1992. No mesmo ano, começou na Comisión Federal de Electricidad (CFE), Divisão de Distribuição de Jalisco, trabalhou como Supervisor de Construção do Escritório de Redes Subterrâneas na área de Guadalajara, e como Supervisor da Divisão de Distribuição dos Escritórios de Manutenção Hidráulica, Manutenção Elétrica e Manutenção de Circuitos e Redes. Ele também atua como coordenador do Comitê Nacional de Linhas e Redes de Distribuição Subterrâneas, participa da Technical Norm of Labor Competition, e ministra treinamentos para os engenheiros de distribuição da Divisão Jalisco. Possui a certificação de contractor, é instrutor do Centro de Treinamento Nacional da CFE, e pertence ao grupo de especialistas de atualização das Normas de Distribuição—Construção de Sistemas Subterrâneos.

Gerardo Urrea Grijalva obteve o grau de bacharel em Engenharia Elétrica, Especialidade em Potência, pelo Instituto Tecnológico de Hermosillo em 1997. Ele tornou-se um estudioso no Training at Technological Research (AIT), Electrical Research Institute (IIE), e Simulation Department (URS). Em 1997, começou a trabalhar na Divisão Noroeste da CFE na área de Projeto e Construção. De 1997 a 2001, ocupou a posição de Supervisor de Construção de Subestações e Linhas. De 2001 a 2003, ele trabalhou na área de Guaymas da CFE como Supervisor de Proteção. Em 2003, começou a trabalhar na Schweitzer Engineering Laboratories, S.A. de C.V. como Engenheiro de Projetos de Proteção. No ano seguinte, foi promovido a Engenheiro do Centro de Suporte Técnico. Em 2005, foi promovido a Gerente de Suporte Técnico e Vendas das Regiões Norte e Oeste do México.