



**XV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

**STC/ 14
17 à 22 de outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**SESSÃO TÉCNICA ESPECIAL
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (STC)**

EQUIPAMENTO DETETOR DE DESVIO DE ENERGIA

João Adalberto Pereira* Mauro Cezar Klinguelfus Francisco Scaramella Marcos César Queiroz

**LAC
(UFPR/COPEL)**

RESUMO

O equipamento Detetor de Desvio de Energia destinado a trabalhos de campo foi resultado do esforço conjunto de pesquisadores do Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento – LAC (UFPR/COPEL) e profissionais da Companhia Paranaense de Energia – COPEL especializados em localização de fraudes em rede de distribuição.

O mesmo foi desenvolvido com o propósito de auxiliar engenheiros e técnicos em operações de localização de cabos enterrados ou embutidos em paredes de alvenaria ou concreto normalmente utilizados para desviar energia elétrica do padrão de medição, caracterizando assim um dos principais tipos de fraude autuadas no que se refere ao sistema elétrico de distribuição, que é a fraude por desvio de energia.

A proposta do equipamento é oferecer um novo aliado à campanha da melhoria da qualidade de energia, promovendo uma intensificação dos esforços por parte das concessionárias de energia para a diminuição de perdas comerciais e, conseqüentemente, aumentando sua credibilidade perante a sociedade, bem como, sua receita bruta como empresa.

PALAVRAS-CHAVE

Rede de distribuição - Perdas – Desvio de energia - Rádio Frequência

1.0 – INTRODUÇÃO

As ocorrências de fraudes por desvio de energia em redes de distribuição acontecem de diversas formas, porém, a maior parte delas, com uma característica em comum: a energia é desviada através de um cabo condutor, de forma que o medidor não meça ou meça somente parte do que é consumido.

Esta característica é que permite aplicar o equipamento Detetor de Desvio de Energia. Tornando o mesmo um equipamento fundamental para caracterização e comprovação da fraude.

O princípio de operação do Detetor de Desvio de Energia tem como base a transmissão e recepção de um sinal específico de rádio frequência que utiliza a rede de energia como “antena” transmissora.

O equipamento, em si, é constituído por dois elementos distintos: um módulo transmissor (TX) de sinais de rádio frequência e um módulo receptor (RX) devidamente projetado para sintonizar do sinal gerado no módulo transmissor.

Assim sendo, com o módulo transmissor, é possível que um profissional da concessionária acople o sinal específico de rádio frequência na rede de energia elétrica e, conseqüentemente, na fiação elétrica clandestina, as quais, passam então a operar como antenas transmissoras para o respectivo sinal de rádio frequência. Tal procedimento de operação deve ser realizado junto ao medidor de energia de uma residência ou edificação com suspeita de fraude (Figura4).

Desta forma, o sinal de rádio frequência é irradiado ao longo da rede elétrica e cabos clandestinos, para que na sequência possa ser captado pelo módulo receptor. Este último, projetado de forma a permitir com que um operador, devidamente familiarizado com o equipamento, possa determinar com precisão não somente a posição de derivações normais da rede elétrica, mas também a posição exata dos cabos clandestinos utilizados na implementação de um desvio de energia.

2.0 – LOCALIZAÇÃO DA FRAUDE

Como mencionado, a localização dos cabos energizados é feita exclusivamente pela identificação da direção com que o sinal de rádio frequência chega ao módulo receptor com maior intensidade.

Como o parâmetro utilizado para a detecção é um sinal específico de rádio frequência, não se faz necessário que haja circulação de corrente pelo condutor elétrico utilizado no desvio para localizá-lo. Basta que o mesmo esteja em continuidade com os terminais do módulo transmissor, que por sua vez, foi anteriormente instalado junto a entrada do padrão de medição de energia do consumidor suspeito e portanto na rede elétrica pertinente.

Assim como nos sistemas de rádio difusão, este sinal é direcional e, portanto, sua intensidade será maior quando a antena receptora estiver apontada na direção da fonte do sinal ou estiver nas suas proximidades.

De forma mais direta, isto significa que o sinal recebido pelo módulo receptor apresentará maior intensidade quando a antena do módulo receptor for apontada na direção dos cabos da rede de energia ou dos cabos utilizados para desvio.

A intensidade do sinal recebido também aumenta significativamente quanto mais próxima a antena receptora estiver da fonte de sinais.

Com o equipamento é possível rastrear as vias por onde a energia elétrica está presente sem que se tenha acesso visual ou elétrico com as mesmas.

A interface do equipamento com o operador é feita por meio de um auto falante, que emite um sinal sonoro, cuja intensidade e nitidez dá ao mesmo a noção da proximidade com a rede elétrica, fonte do sinal de rádio frequência.

O equipamento permite ainda uma interface visual da intensidade do sinal recebido, a qual é possível por

meio de um voltímetro analógico (*VU meter*). Veja a Figura 3, item 5, para maiores detalhes.

Resultados obtidos em testes de campo mostraram que a distância máxima que o elemento receptor pode estar da fonte de sinal de rádio frequência para captá-lo, é de aproximadamente 40 metros. Esse parâmetro dependerá das condições ambientais; das cargas acopladas à linha de energia; bem como da sensibilidade ajustada no módulo receptor, (Figura 3, item 1).

Há pouca ou nenhuma restrição quanto ao tipo de construção onde estão inseridos os cabos condutores.

3.0 – O EQUIPAMENTO

3.1 – Módulo Transmissor (TX)

O módulo transmissor que constitui o equipamento pode ser representado de forma simplificada pelo diagrama de blocos da Figura 1, onde o circuito OSCILADOR DE ÁUDIO é o responsável pela geração de um sinal de áudio com frequência aproximada de 3 KHz e que é a informação a ser transmitida pela rede de energia (“antena”) e recuperado no módulo receptor.

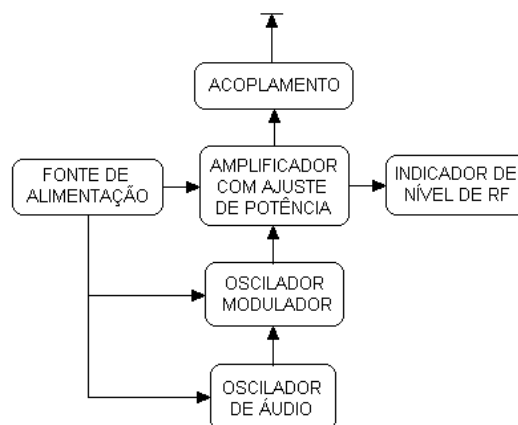


FIGURA 1 – DIAGRAMA DE BLOCOS DO TX.

O circuito OSCILADOR MODULADOR tem a função de modular em amplitude uma portadora de 1800 KHz com o sinal de informação (3 KHz) para que este último possa ser transmitido. Este valor foi escolhido por estar fora da faixa de frequências utilizadas pelas rádios comerciais.

O sinal de rádio frequência, assim constituído, passa então para o estágio AMPLIFICADOR cujo ganho pode ser ajustado em um potenciômetro (Figura 2, item

1), permitindo ao operador controlar a potência do sinal que será acoplado à rede elétrica.

Na seqüência, o circuito de ACOPLAMENTO injeta o sinal de rádio frequência amplificado na rede elétrica por meio de capacitores devidamente dimensionados.

Um circuito retifica parte do sinal de que é transmitido e o nível de tensão obtido atua em um dispositivo que indica, de forma indireta, o nível de potência do sinal injetado na rede (Figura 2, item 2).

O dispositivo INDICADOR DE NÍVEL DE RF, disposto no painel do módulo transmissor, é implementado de forma simples com um LED (Diodo Emissor de Luz).

A FONTE DE ALIMENTAÇÃO fornece tensão de 9V CC para os circuitos osciladores e 32V CC para o estágio de amplificação e acoplamento. A mesma tem como alimentação de entrada a própria rede elétrica que está em análise (110V/220V - 60Hz).

Um LED no painel do módulo transmissor indica se o circuito está devidamente energizado (Figura 2, item 3).

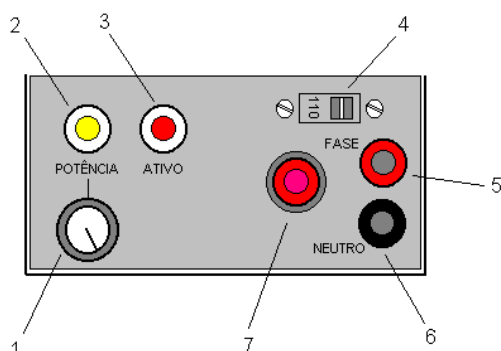


FIGURA 2 – MÓDULO TRANSMISSOR.

3.2 – Módulo Receptor (RX)

O módulo receptor do equipamento nada mais é que um rádio AM (podendo até ser utilizado um modelo comercial devidamente ajustado para sintonizar a portadora de 1800 KHz).

No entanto, foi desenvolvido o módulo receptor específico para o sistema de detecção de fraude, ilustrado pela Figura 3, com ajuste de sensibilidade (item 1), um sinalizador sonoro (item 6) e um voltímetro analógico (item 5), que indicam o nível de sinal recebido. Para um sinalizador sonoro mais

discreto, pode-se optar por utilizar de um fone de ouvido, cujo conector está disponível também no painel frontal (item 7).

Este módulo permite ainda sintonia numa pequena faixa em torno de 1800 KHz (item2) e é provido de uma antena direcional, que permite ao operador identificar a posição onde o sinal específico está mais intenso, o que se traduz em um som mais nítido no sinalizador sonoro e uma maior deflexão do ponteiro do voltímetro (item 5).

Como mencionado anteriormente, os fatores, direção e proximidade é que permitem a localização exata da fonte de sinais, por parte do receptor, ou seja do cabos de fraude.

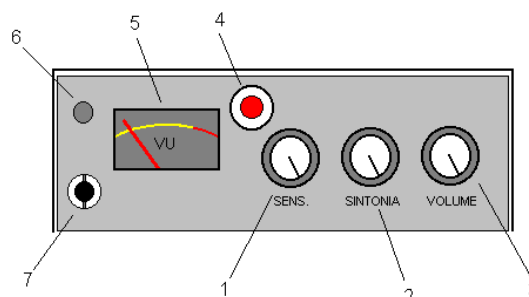


FIGURA 3 – MÓDULO RECEPTOR.

4.0 – OPERAÇÃO DE CAMPO

Numa operação de campo, onde se tem uma suspeita de fraude, o primeiro passo é conectar o módulo transmissor à entrada de energia do consumidor em questão, conforme a Figura 4, ou seja, no quadro do medidor, antes do disjuntor e com o cabo do neutro desconectado dos terminais do medidor.

O segundo passo, é desligar o disjuntor no quadro do medidor, desconectando assim a instalação elétrica da residência da rede públicas de energia.

Desta forma, toda fiação elétrica conectada à linha de energia funciona como uma antena para o módulo transmissor, inclusive o cabo utilizado para desviar a energia.

O operador, sintoniza então o receptor na frequência transmitida e direciona-o para a residência suspeita.

Se a intensidade do sinal recebido for mais alta e nítida quando o receptor estiver voltado para a residência em questão, como se esta estivesse conectada normalmente

à rede elétrica, será grande a possibilidade da existência da fraude na mesma.

Numa terceira fase, procura-se realizar a localização exata do cabo clandestino, o que pode ser feito diminuindo a sensibilidade do receptor e rastreando as regiões onde o sinal tem maior intensidade.

Assim, quanto mais próximo o receptor estiver do cabo clandestino, mais intenso e nítido será o sinal recebido. Esse procedimento somado à prática e agilidade do operador permite a localização exata do cabo energizado com o sinal de rádio.

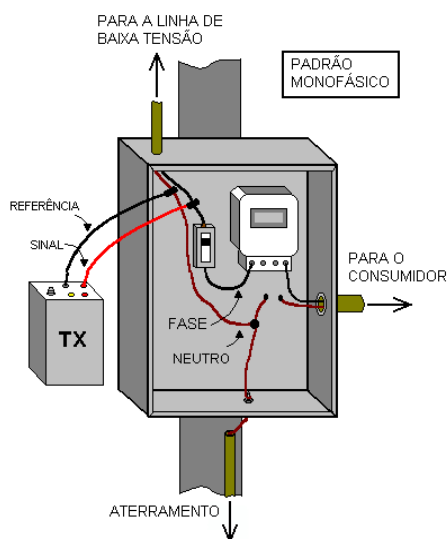


FIGURA 4 – INSTALAÇÃO DO MÓDULO TRANSMISSOR

5.0 - CONCLUSÃO

Esse equipamento, devido às suas características, auxilia na localização de ligações não autorizadas na entrada de consumidores evitando que ações indevidas sejam tomadas quando da suspeita de uma fraude.

Com ele oferecemos mais um aliado no combate ao desperdício de energia, colaborando para com a melhoria da qualidade dos serviços de fornecimento de energia.

Um outro fator que não podemos deixar de mencionar, é que, de forma prática, observou-se que não somente a atuação do equipamento em si tem colaborado para a diminuição da ocorrência de fraudes, mas também o efeito moral, da divulgação da existência de um equipamento para este fim, sobre os consumidores já tem surtido efeitos positivos no combate ao desperdício.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos profissionais R. Naliwaiko, F. Uada, J. C. do Nascimento, A. M. da Luz, M. Rodrigues, M. Olivette e ao estagiário M. O. Carvalho, por todo o apoio técnico, sem os quais este trabalho teria sido impossível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) NORMA TÉCNICA COPEL, Medição de Distribuição – Instruções sobre Fraudes e/ou Desvios de Energia – NTC 9-00400. Brasil.
- (2) DOCUMENTO DE COMUNICAÇÃO INTERNA COPEL, Ligações Clandestinas em Invasões. Brasil.



João Adalberto Pereira, natural de Piracicaba, SP, 1968. Engenheiro Eletricista em 1991, pela Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI e M.Sc. EE. pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, em 1995.

Atualmente engenheiro pesquisador do Instituto Tecnológico do Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento - LACTEC.