



**XXSNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
XXX.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS – GTL

SISTEMA DE VHF ÓPTICO

**G. F Preger; A.K.Nishihara
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A**

RESUMO

O trabalho aborda o planejamento de um sistema de rádio VHF a ser instalado nas Linhas de Transmissão de alta tensão (LTs) de FURNAS que atendem os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, passando pelas subestações (SEs) de Magé, Rocha Leão, Macaé, Campos, Viana e Vitória. O sistema engloba estações de rádio fixas instaladas em torres mais elevadas dessas LTs, enlaces de rádios Ethernet com estações de acesso localizadas em torres com caixas de emenda ópticas para cabos OPGW, switches com interfaces ópticas para interligação com sistema óptico e sistema de alimentação com painéis solares. O sistema visa fornecer comunicação de voz para equipes de manutenção de linhas.

PALAVRAS-CHAVE

Rádio VHF, Linhas de Transmissão de Alta Tensão, Interfaces IP para rádio

1.0 - INTRODUÇÃO

As equipes de manutenção de Linhas de Transmissão (LTs) necessitam de um sistema de comunicação por voz para o apoio de suas atividades. Historicamente, este serviço vem sendo suprido pelo sistema de rádio por VHF a partir de estações repetidoras localizadas em morros. No entanto, a implantação e manutenção dessas estações repetidoras têm um custo elevado, principalmente se considerarmos que muitas Linhas de Transmissão atravessam regiões remotas de difícil acesso e afastadas de locais com infra-estrutura de estradas e energia .. Este custo é agravado levando-se em conta a migração do backbone de telecomunicações da planta de rádio para o de fibra óptica instalada em cabo OPGW que vem sendo realizada em FURNAS nos últimos anos.

No caso de um compartilhamento com operadoras de estações repetidoras existentes, o custo de aluguel de infra-estrutura tem subido muito nos últimos anos e a renovação de contrato é bastante difícil, pois não há um parâmetro regulatório para esses casos. Obrigada a deixar equipamentos na área externa de algumas repetidoras de operadoras, FURNAS foi vítima de vandalismo e teve seus equipamentos furtados.

Soluções alternativas como telefonia celular ou telefonia satelital não têm apresentado desempenho satisfatório para atender a esta necessidade. No caso do celular, muitas LTs atravessam regiões remotas onde inexistente cobertura por operadora. Já a experiência com o telefone satelital apresentou sistemáticos problemas de cobertura e se mostrou pouco confiável. No entanto, ambas as tecnologias podem ser utilizadas como complementares a um sistema de rádio quando disponíveis.

Uma alternativa interessante é a de aproveitar a própria estrutura das torres de LTs como infra-estrutura de suporte para o sistema de VHF. Em LTs em que há cabo OPGW, esta via pode ser utilizada como backbone de interligação do sistema de VHF com as salas de controle de SEs.

Solução semelhante foi testada com sucesso no projeto de P&D recentemente concluído denominado "Sistema de comunicação sem fio integrado de dados, voz e vídeo para linhas de transmissão de alta tensão". Este P&D

realizado em FURNAS entre os anos de 2006 e 2008 instalou um sistema protótipo de WLAN (wireless LAN) em torres de da LT Angra-Grajaú em Seropédica, RJ, para fornecer às equipes de manutenção comunicação com mobilidade na forma “triple play” (dados, voz e vídeo). O sistema foi alimentado por painel solar e utilizou uma interface óptica a partir de um switch para comunicação com a fibra do cabo OPGW. Após a conclusão do projeto de P&D, o sistema protótipo continuou instalado na LT para ser utilizado em outros testes. Este trabalho será apresentado neste mesmo seminário (1). Apesar do sistema WLAN também atender à comunicação de voz, não seria a melhor alternativa para atendimento à necessidade de atendimento deste projeto devido à limitação de cobertura proporcionada.

FURNAS decidiu, então, implantar um sistema de rádio por VHF interligado à fibra óptica do cabo OPGW através de caixas de emenda para a assim denominada “Rota Vitória” que compreende LTs que vão de Magé (AMPLA) à Vitória, passando pelas SEs de Rocha Leão, Iriri, Macaé, Campos e Viana. Esta rota não tem cobertura de rádio-repetidoras. A previsão de implantação deste sistema é para o início de 2010.

2.0 - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A ideia do projeto é aproveitar-se da infraestrutura de torres de LTs e da via óptica proporcionada pelo cabo OPGW para sediar um sistema de rádio VHF e prover comunicação de voz para as equipes de manutenção.

Para se proporcionar a melhor cobertura, devem ser escolhidas torres em posições mais elevadas para se colocar estações fixas de VHF. Porém, geralmente não são essas torres mais elevadas que permitem acesso à via óptica através de caixas de emendas. Assim, o sistema prevê enlaces entre as torres mais elevadas e as torres mais próximas destas com disponibilidade de caixa de emenda. No sistema para FURNAS está planejado que estes enlaces serão realizados através de rádios Ethernet na faixa livre de 2,4 GHz. A razão desta escolha é que estes rádios são mais baratos, de menor porte e com menor consumo do que os rádios tradicionais. Os rádios Ethernet se interligam com os rádios tradicionais de VHF através de interfaces IP. Novos rádios de VHF já vêm com esta interface embutida. Nas torres menos elevadas com presença de caixas de emenda não é necessário a utilização de estações fixas de VHF, uma vez que é suposto que estas torres estejam dentro da área de cobertura das torres mais elevadas. A figura 1 ilustra diagramaticamente a solução.

Para cobertura nas áreas próximas às SE's, torres nas próprias SEs podem ser utilizadas já que neste caso o ambiente é controlado.

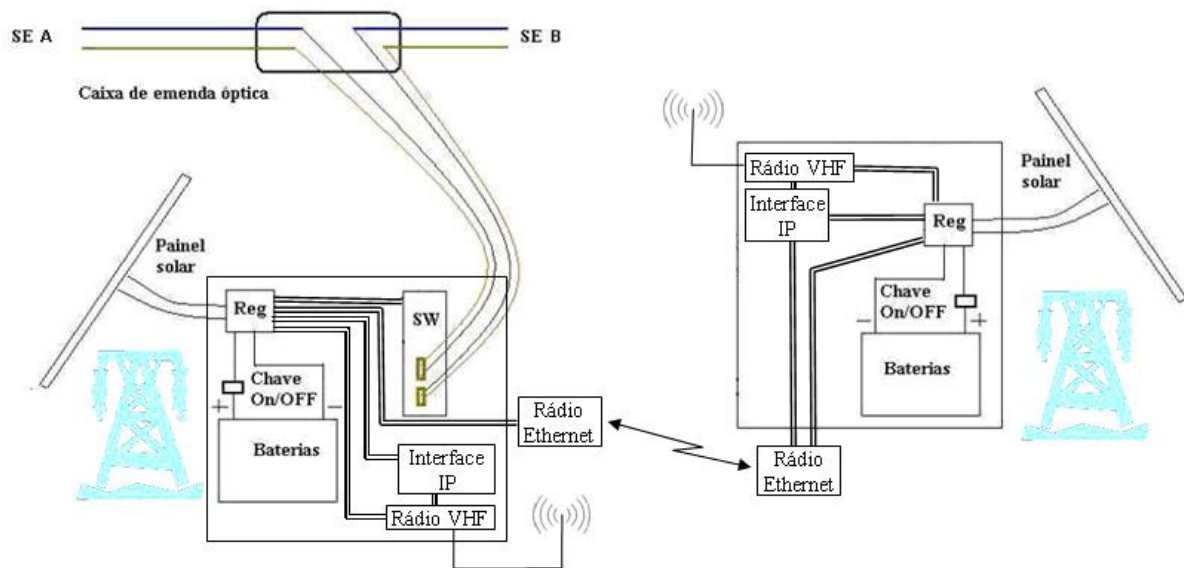


Figura 1 – Diagrama geral dos enlaces do sistema

A interligação com o sistema óptico será realizada através de switches com interfaces ópticas. A escolha do uso de switches no lugar de multiplexadores ou modens ópticos se deve à característica de “sistema em rede” que o switch proporciona. O sistema em rede pode estar numa configuração de anel, o que permite prover rotas de contingência. Isto é, como um sistema OPGW interliga opticamente duas subestações, o switch de acesso na torre

da LT estará interligado a outros switches em ambas as pontas do sistema. Assim, se houver uma queda da via óptica de um lado, o switch continua se comunicando com a outra ponta. Na torre mais elevada mas sem caixa de emenda, por não dispor de acesso à via óptica, não é necessária a presença de switches.

O uso do switch também permite acesso à rede corporativa de dados, que neste caso está fazendo justamente a função do anel. O acesso à rede corporativa permite que o sistema de console nas salas de controle das SEs, para que os operadores se comuniquem com os mantenedores em campo, seja realizado através de um sistema de console IP, que pode ser instalado em qualquer desktop com multimídia. Neste caso, o computador funciona como uma console virtual. A grande vantagem deste sistema é que a console virtual pode ser instalada em qualquer ponto do sistema com acesso à rede corporativa.

O sistema de alimentação será feito através de painéis solares mais baterias. As baterias devem ser projetadas de modo a atender até 5 dias de autonomia ao sistema de energia.

Os equipamentos deverão ser abrigados em bastidores com dimensões e características (ventilação, vedação, isolamento elétrico, etc.) adequadas para instalação nas torres de transmissão, pois elas ficarão expostas ao tempo. Como ilustrado na Figura 1, os bastidores ou gabinetes devem conter switch, baterias, radio VHF e interface IP. É importante ressaltar que o bastidor deve ser compacto e ser instalado de tal forma que seja fácil sua remoção, pois as equipes de comunicação não estão habilitadas a exercer sua atividade nas torres de LTs. Para manutenção de comunicação o bastidor deve ser retirado e descido da torre para o solo para que a equipe possa realizar seu trabalho e depois novamente instalado no lugar.

3.0 - ESTUDO DE LINHA

3.1 Estudo teórico

As primeiras LTs a serem contempladas com o sistema de VHF óptico serão as que atendem aos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, passando pelas subestações (SEs) de Magé, Rocha Leão, Macaé, Campos, Viana e Vitória. Torres nas linhas Magé-Rocha Leão, Rocha Leão-Campos, Macaé-Campos, Campos-Viana e Viana-Vitória receberão este sistema. Antes do site survey que definirá os pontos ótimos para instalação do sistema é possível realizar um estudo teórico baseado no perfil da LT.

Considerando-se inicialmente o caso ideal de uma LT que atravessasse uma região de relevo pouco acidentado e supondo estações fixas colocadas nas SEs das extremidades e uma estação intermediária no ponto mais elevado. Para o caso de cobertura de rádio VHF, supõe-se que o raio de cobertura das estações fixas das SEs alcance 30 km e que o raio da estação no ponto mais elevado alcance 50 km. Neste caso teríamos então com essas 3 estações um total teórico de 160 km de LT coberto ($30 + 50 + 50 + 30$), conforme ilustra o diagrama da figura 2.

No entanto, no caso das LTs da rota Vitória, o terreno é bastante acidentado. Uma boa projeção seria reduzir à metade os valores dos raios de cobertura acima descritos. Teríamos então um total de 80 km de LT cobertos ($15 + 15 + 25 + 25$) com 3 repetidoras de VHF, conforme ilustra a figura 3.

Para estender a cobertura acima e atender LTs maiores, pode-se usar pontos elevados intermediários ou utilizar os pontos de acesso com caixa de emenda para também colocar estações fixas de VHF.

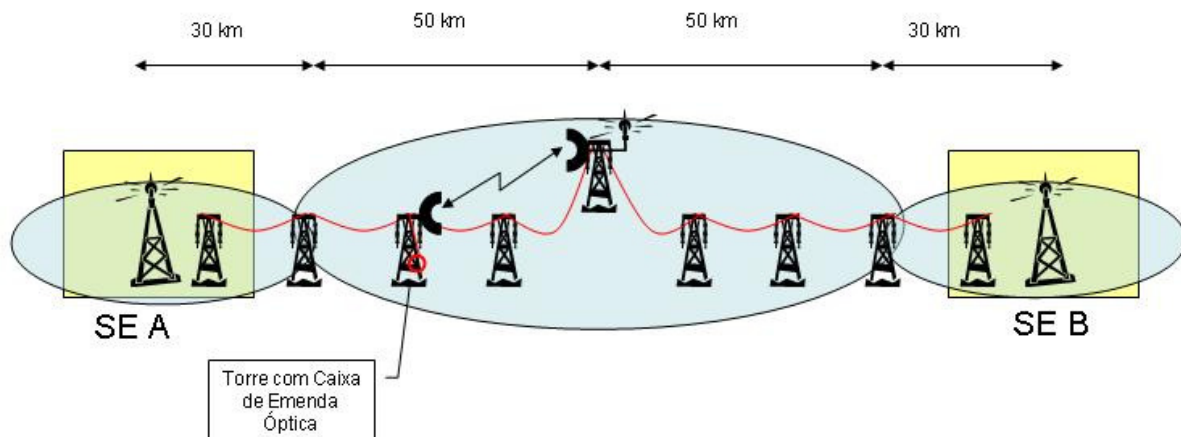


Figura 2 – Diagrama de cobertura para caso ideal

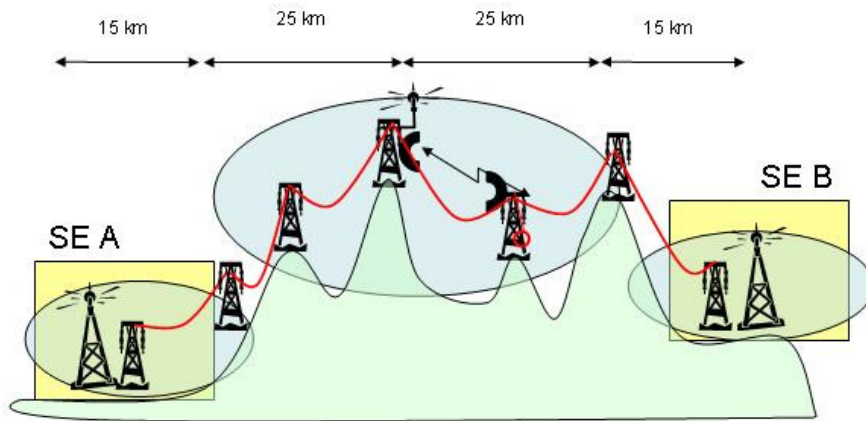


Figura 3 – Diagrama de cobertura para relevo acidentado

3.2 Estudo de caso

Neste item, como exemplificação, ilustraremos o estudo realizado para o trecho entre Magé e Rocha Leão, que segundo as equipes de manutenção é um dos piores em termos de cobertura. O traçado da LT Magé-Rocha Leão de 138 kV é ilustrado na figura 4.



Figura 4 – Traçado da LT Magé – Rocha Leão

Esta LT atravessa um terreno muito acidentado, como ilustra o perfil da figura 5.

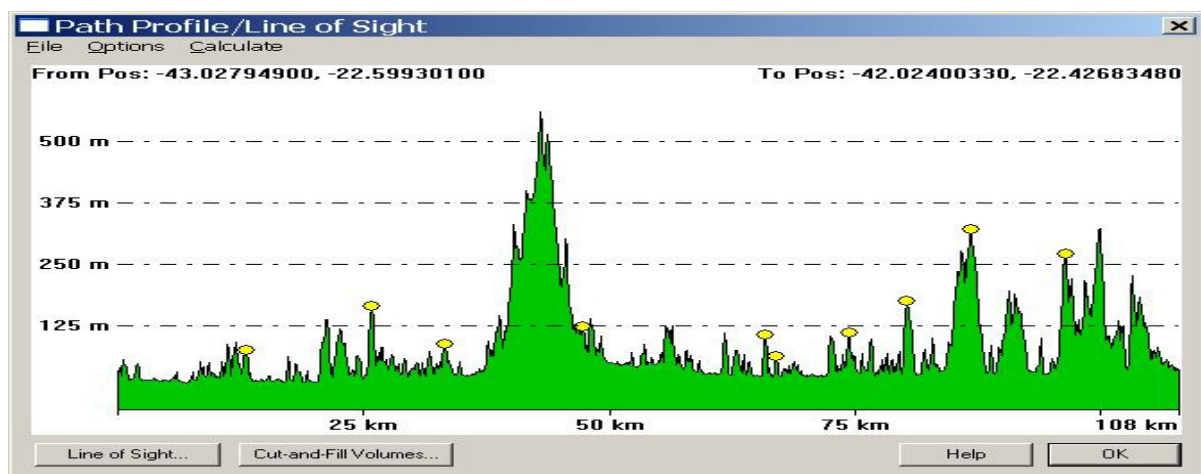


Figura 5 – Perfil do traçado da LT Magé – Rocha Leão

A solução consiste em inicialmente pesquisar as torres localizadas nos pontos de maior altitude. Estas são as torres de números 116 (T116) e 246 (T246). Estas torres não possuem caixas de emenda. Assim, é preciso também considerar torres próximas com disponibilidade de emenda óptica e possibilidade de visada para as torres 116 e 246.

Para acesso à torre T246 foi identificada a viabilidade de um enlace a partir da torre T244 que possui caixa de emenda. Portanto poderá ser instalado um enlace de rádio Ethernet entre as mesmas.

No caso da torre T116, não foi localizada nenhuma torre com caixa de emenda que permitisse visada direta até esta torre. Portanto, optou-se pela instalação de um sistema intermediário a ser instalado na torre T056, que possui visada para a torre T052 pois esta possui caixa de emenda. Nesta torre (T056) deverá haver um "bypass", uma interligação entre os enlaces T116-T056 e T056-T052 por intermédio de switch óptico, além de também ser aproveitada para instalação de equipamento VHF para melhorar a cobertura nas áreas adjacentes.

As estações fixas ficarão nas torres T056, T116 e T246. A altura média de instalação dessas estações fixas é de 18 metros do solo, altura em que geralmente se encontra a caixa de emenda. Os rádios ficarão assim a cerca de 15 metros da fase da LT, que é uma distância segura. Na SE de Rocha Leão também está prevista a instalação de uma estação fixa de VHF em uma torre interior a SE. O mesmo não foi previsto para Magé, pois esta SE não pertence ao sistema FURNAS e a área próxima dela já está coberta pelas estações das torres T056 e T116, e também por uma repetidora existente no sistema de FURNAS (estação Morro do Castro).

As estações fixas deverão ser digitais e com interfaces IP, nativas ou separadas. A razão da escolha de rádios digitais vem em função da Resolução 523 de 2008 que determina data (31/12/2012) nas quais não serão mais licenciados e nem renovadas autorizações para rádios analógicos, além de definir datas para operação em caráter secundário dos sistemas analógicos então existentes.

Na parte de alimentação, duas baterias de 24 V são suficientes para fornecer ao sistema uma autonomia de 5 dias, o que é bastante razoável para as condições de iluminação solar do local e possibilidade de acesso da manutenção. Protetores de surto e cápsulas de gás devem ser utilizados para prevenir o sistema contra descargas.

Como as estações fixas ficarão em área pública, é importante associar à solução um sistema de supervisão que monitore o funcionamento dos rádios, switch e a carga da bateria.

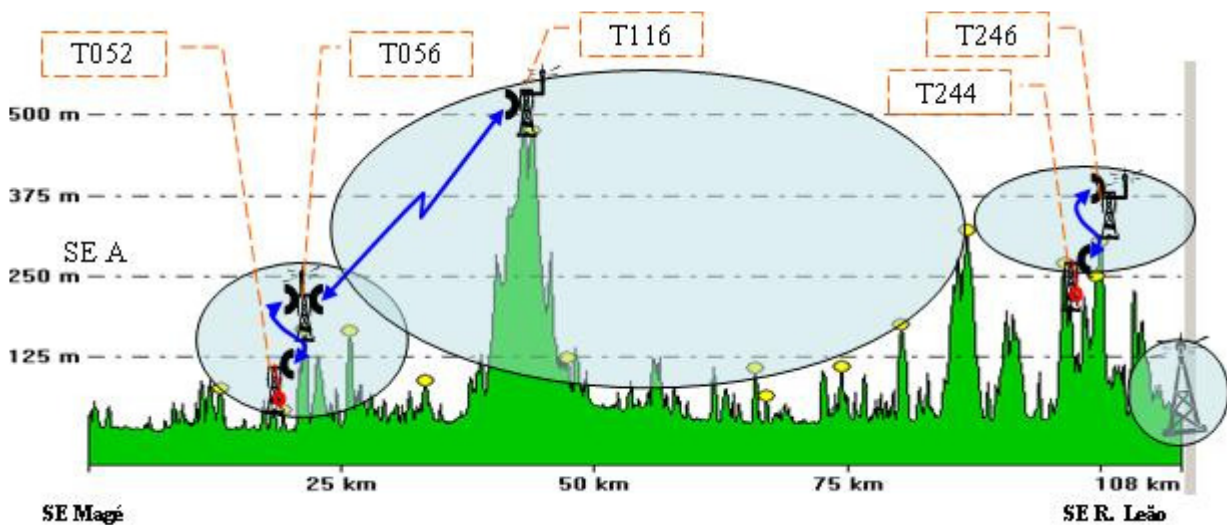


Figura 6 – Estudo de solução para LT Magé-Rocha Leão

4.0 - CONCLUSÕES

A utilização das torres de LTs para instalação de estações fixas de rádio VHF é uma alternativa viável para atender a necessidade de comunicação de voz das equipes de manutenção de LTs. Esta alternativa permite prescindir do uso de estações repetidoras em altos de morros, cujo custo de implantação, manutenção e/ou aluguel é alto.

O uso de estações fixas de VHF deve ser combinado com enlaces de rádio Ethernet que são menores, mais baratos e de menor consumo de energia.

O uso de switches para acesso ao sistema óptico é o ideal, pelo seu baixo consumo e por permitir interligação ao sistema em rede, com acesso à rede corporativa de dados. Além disso, o switch permite redundância de rede para o sistema de VHF e o uso de consoles virtuais IP para operadores em salas de controle de SEs.

Os bastidores ou gabinetes com os equipamentos devem ser compactos e instalados de maneira a facilitar a remoção e descida para a intervenção da manutenção de comunicação.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Revista RTI – Redes, Telecom e Instalações – Out/2008 – Edição Especial do Futurecom – págs 6 a 8; “CPqD implanta rede piloto de Wi-Fi para Furnas”.
- (2) PRÉGER, G., CASTELLO BRANCO, M. G., OLIVEIRA, Carlos et all. Sistema de comunicação sem fio integrado de dados, voz e vídeo para LTs de Alta Tenão. Pedefurnas- 1º Seminário de P&D de FURNAS, março 2009.