



**XXI SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO –GTL

**Grupo de Estudo de Sistemas de Informação e Telecomunicação Para Sistemas Elétricos -
GTL**

DIGITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL PARA APOIO À MANUTENÇÃO DE LTs

**Guilherme de Figueiredo Preger(*)
ELETROBRÁS FURNAS**

RESUMO

Este IT aborda o planejamento de um novo sistema de rádio digital na faixa de VHF para apoio à manutenção de LTs a ser implantado na empresa ELETROBRÁS FURNAS. O projeto abarca a modernização do sistema existente e será dividido em duas etapas. O novo sistema digitalizado mantém suas características de atendimento fundamentais, como o requisito de utilização de voz, porém estendendo o número de suas facilidades. A grande inovação deste sistema corresponde à utilização de um backbone Ethernet/IP como transporte para o serviço e interligação das estações. Também está prevista a integração com telefonia utilizando a tecnologia SIP.

PALAVRAS-CHAVE

VHF digital, Manutenção de LTs

1.0 - INTRODUÇÃO

Historicamente, sistemas de rádio na faixa de VHF são os sistemas majoritários de comunicação móvel para apoio à manutenção de LTs em FURNAS. Ao longo de 4 décadas a empresa constituiu uma planta de rádio-transmissão baseada em estações repetidoras próprias em alto de morros. Desde a década de 90, no entanto, esta planta de sistemas de rádio está deixando de ser a plataforma de comunicação principal com a crescente expansão dos sistemas ópticos instalados em cabos OPGW. Atualmente, a planta de rádio-transmissão é utilizada como sistema auxiliar para redundância de algumas rotas ou para atendimento de unidades específicas.

No entanto, o sistema de comunicação móvel persiste como sendo de importância fundamental nas atividades de manutenção de LTs ou em atividades de atendimento emergencial. Apesar disto, o sistema enfrenta problemas de envelhecimento e obsolescência o que provoca dificuldades nas atividades e insatisfações nas equipes.

Ao envelhecimento do sistema, deve-se acrescentar a necessidade de atender a legislação. De acordo com a Resolução 523 de 15 de dezembro de 2008 da ANATEL em seu artigo 18 (1), não serão nem aprovadas nem renovadas as autorizações para uso de sistemas analógicos de rádio nas faixas de VHF e UHF a partir de 31 de dezembro de 2012. A licença dos rádios VHF atuais de FURNAS é válida até agosto de 2013.

Assim, torna-se necessária e obrigatória a modernização do sistema começando pela sua digitalização. Outra opção seria apenas remover o sistema e substituí-lo por alternativas tecnológicas tais como a comunicação satelital. Porém, como uma parte considerável das estações repetidoras teve seu sistema de rádio-transmissão digitalizado, a digitalização do sistema de rádio em VHF é uma alternativa natural e de custo reduzido, uma vez que o custo da manutenção da estação pode ser dividido entre os vários sistemas. Já em estações onde o sistema de rádio-transmissão não será digitalizado, deve-se ponderar a manutenção da estação repetidora. A criação de um Grupo de Trabalho multi-departamental em FURNAS considerou que a manutenção deste patrimônio da empresa é justificável, porém sugeriu a otimização dos equipamentos a serem mantidos na estação para minimizar os custos de manutenção.

(*) Endereço Rua Real Grandeza, n° 219 – sala 303 - Bloco B – CEP 22.281-900 Rio de Janeiro, RJ, – Brasil
Tel: (+55 21) 2528-4739 – Fax: (+55 21) 2528-2004 – Email: preger@furnas.com.br

A digitalização do sistema de comunicação móvel de FURNAS será dividida em duas etapas. A primeira a ser realizada em estações repetidoras com sistema de rádio-transmissão já digitalizado ou em vias de o ser. A segunda etapa abrange as demais estações. A digitalização do sistema de rádio VHF permitirá acrescentar às atividades uma série de facilidades atualmente não disponíveis que serão discutidas no trabalho.

No entanto, a principal novidade do sistema consiste na utilização da rede de dados IP como backbone do sistema de comunicação móvel, o que trará novos desafios, mas também novas possibilidades de uso do sistema, tais como a introdução de consoles digitais. O presente informe técnico abordará estas questões técnicas envolvidas e trará detalhes sobre o planejamento do projeto cuja primeira fase de implantação deverá ocorrer até o final de 2012.

2.0 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A digitalização do sistema de VHF da ELETROBRÁS FURNAS se fará em duas fases. A primeira fase englobará as estações repetidoras cujo sistema de rádio transmissão associado já foi ou está sendo digitalizado. A segunda fase serão as demais estações repetidoras, cujo sistema de transmissão rádio não será digitalizado e será desativado. O projeto consiste em substituir o sistema analógico de VHF por novo sistema digital, contendo uma estação (TX+RX) de rádio digital, mais sistema irradiante. Também serão adquiridos rádios móveis para as viaturas, mais um sistema de configuração por software e licenças para consoles digitais. As consoles serão implantadas nas salas de controle das SEs das áreas e nas divisões eletromecânicas. O projeto englobará as seguintes rotas e estações: a. Rota Itaipu e Rota Ibiúna-Bateias: abrange as seguintes repetidoras (18): Santa Terezinha, Vila Ramilândia, Ouro Verde, Corbélia, Campina da Lagoa, Roncador, Barreiro, A.R.Baile, Ventania, Sengés, Guarizinho, Angatuba, Araçoiaba, R.Tavares e as de Ibiúna-Bateias, Ribeirão Branco, Morro do Ouro, Cerro Azul e Morro Azul. b. Rota RD1 e Angra (Minas, N.Iguaçu, Rio, Angra): compreende as seguintes (9) repetidoras: M. Castro, Sumaré, Mendanha, S.Cruz, A. Negras, S.S. Vitória, C.Gerais, Furnas Morro, Delfinópolis. A essas repetidoras se acrescentam as repetidoras (2) da rota Angra, P. Macela e Rodeio. Total: 29 estações de rádio-base

2.1 Arquitetura do sistema

A principal novidade do sistema de rádio digital VHF é sua organização em redes de cobertura tipo “nuvem” baseadas em backbones Ethernet/IP. Os rádios digitais atuais já vêm com uma interface Ethernet como interface digital padrão para acesso ao sistema de transmissão. Esta característica simplifica muito a interligação dos rádios que anteriormente, no meio analógico, precisam ser conectados em interligações E&M a seis fios e em canal “ônibus” para compartilharem do mesmo canal de comunicação. Quando, o sistema de rádio transmissão se tornou digitalizado, houve dificuldade para atender esta demanda técnica de canal compartilhado. Com a digitalização dos rádios VHF a interligação se tornou mais prática e eficaz, usufruindo da característica de interligação “em nuvem” das redes Ethernet.

Assim, para cada centro de manutenção haverá uma “rede” de rádios de VHF interligados entre si através de um backbone Ethernet denominada de “rede de cobertura”. Cada rede destas pode ter até 15 estações de rádio-base que serão controladas por um sistema servidor-agente. O servidor-agente será responsável localmente (por centro de manutenção) por atuar como console virtual, realizar a gravação de chamadas, fazer a localização geo-referenciada, realizar a configuração das estações-base e funcionar como gateway de interligação com a rede telefônica (ver item abaixo). A interligação entre as estações será através de uma topologia tipo estrela em que todas as estações estão ligadas a um switch central, em geral o switch local da rede corporativa. Esta topologia permite que todas as estações de rádio-base sejam configuradas, monitoradas e controladas a partir de um servidor, ao contrário da topologia de interligação em série que não permite configuração remota. O limite de até 15 estações rádio-base se deve a problemas de atrasos na comunicação por voz.

As salas de controle das subestações envolvidas (que controlam as LTs) não necessitarão mais de consoles “físicas” para comunicação com as equipes de campo. “Consoles virtuais” a serem instaladas em servidores comuns (desktops) permitirão a seleção e o acesso de operadores, seja de uma estação específica ou de uma érie delas, seja de um usuário rádio específico.

Para mais de uma rede, a topologia do sistema é de multi-site e exige a presença de um servidor-central capaz de realizar a interligação entre as redes, permitindo a comunicação entre usuários de redes diferentes. O servidor-central será responsável pelo estabelecimento das rotas de comunicação entre as redes de cobertura, pela monitoração de parâmetros da estação-base e atuar como console virtual. Este servidor-central estará conectado na rede corporativa de dados e através dele grupos de operadores por meio de consoles virtuais poderão se comunicar com os usuários do sistema de rádio VHF via rede corporativa e igualmente através dele será possível monitorar e configurar todas as estações-base do sistema de qualquer ponto da rede corporativa. Os servidores-agente também estarão conectados na mesma rede corporativa. O diagrama esquemático da arquitetura do sistema está ilustrado na Figura 1.

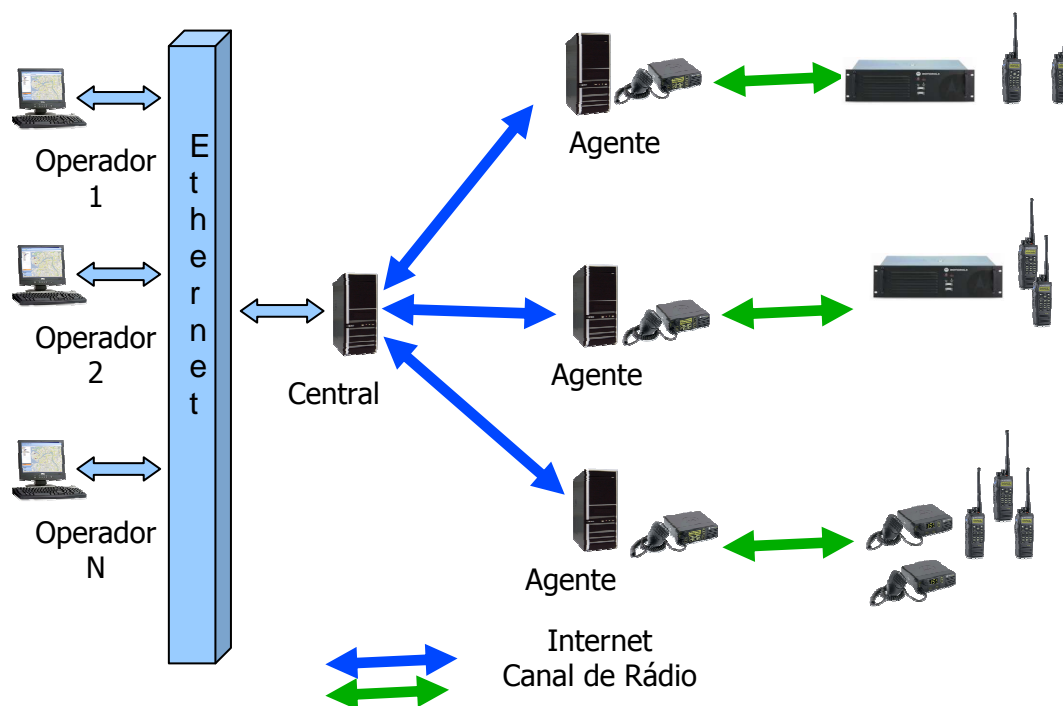


FIGURA 1 – Diagrama esquemático da arquitetura de uma rede multi-site

2.2 Configuração do backbone Ethernet /IP

Cada estação de rádio-base deverá ser interligada através de um backbone Ethernet com as demais estações-base de sua rede de cobertura, bem como com os centros de controle de manutenção de sua rede de cobertura, sendo eles: Foz do Iguaçu SE, Ibiúna SE, Furnas US, Santa Cruz US, Km0. No caso de FURNAS, a rede utilizada para servir de backbone será a rede corporativa de dados. Um endereçamento especificamente destinado para este serviço será provido pela gerência da rede e as portas ethernet deverão estar configuradas em VLANs designadas e com QoS apropriado para isolar e classificar adequadamente o tráfego de voz.

Em cada uma das redes a mais próxima estação de rádio-base será considerada “master” e as demais estações de rádio-base serão consideradas “slave” e estarão conectadas à estação “master” via backbone ethernet através dos sistemas de rádio-transmissão digital correspondentes. Os servidores-agente, o servidor central e as consoles virtuais de operadores também estarão na rede corporativas como um serviço VLAN de endereçamento específico a ser provido pela Área de informática.

2.3 Funcionalidades do sistema

O novo sistema de VHF digital trará novas funcionalidades para as equipes de manutenção de LTs:

- Chamadas em grupo e chamadas individuais: cada usuário do sistema será associado a um número ID que permitirá chamadas dirigidas;
- Dois canais de comunicação com um único par de frequências: os rádios digitais permitem a utilização simultânea de dois canais de comunicação. Um dos canais poderá ser utilizado na função de “canal de emergência”;
- Minimização das interferências e de ruídos: não há presença do incômodo “chiado” na comunicação. Igualmente, os rádios em modo digital não retransmitem comunicação analógica na mesma frequência diminuindo a incidência de interferências;
- Uso de mensagens escritas: os rádios permitem comunicação no modo SMS, o que permite enviar mensagens pré-programadas com registro;
- “Roaming” entre células: o chaveamento automático ao atravessar determinada zona de cobertura de uma para outra estação de rádio-base de forma semelhante ao sistema de operação celular (Nextel);
- Posicionamento via GPS: todos os rádios de viaturas e parte dos rádios portáteis terão esta facilidade muito útil que permite localizar com mais facilidade a posição das equipes em mapas através de um software específico a ser disponibilizado nas consoles virtuais do centro de manutenção;
- Configuração remota: graças à arquitetura estrela baseada em rede Ethernet a configuração remota de todos os rádios torna-se possível.

- Monitoração das estações: o software de configuração do sistema permite através da rede o monitoramento remoto de índices do rádio como nível de bateria, temperatura, on/off, ventilação, nível de sinal, etc.
- Gravação de comunicação: os sistemas de servidores-agente permitem a gravação das comunicações. Para isto cada servidor-agente dos centros de manutenção deve ter disponível placas de áudio para 2 canais (pois o sistema funciona com 2 canais para conversação). Alternativamente, a gravação de chamadas pode ser centralizada no servidor-central, caso o áudio possa ser encaminhado pela rede corporativa.
- Integração com sistema de telefonia: ver item a seguir.

2.4 Integração com telefonia

A integração poderá ser feita sem problemas com a implantação da telefonia IP em FURNAS recentemente adquirida. Este novo sistema de telefonia IP de FURNAS possui uma arquitetura centralizada a partir de um "softswitch", isto é, um servidor que centralmente controla, registra e armazena os endereços e números da rede e permite uma conexão "peer-to-peer" entre dois assinantes através do protocolo SIP (Session Initiation Protocol). Embora este sistema ainda não esteja implantado, ele se encontra numa fase mais adiantada do que o sistema de rádio VHF digital.

Para isto, deve-se exigir que os servidores-agente e o servidor central sejam também assinantes de telefonia IP via protocolo SIP. Assim, os servidores se registrarão no servidor central SIP com números de ramais IP através da rede corporativa, habilitando a comunicação também para os usuários de rádio.

A integração funcionará da seguinte maneira:

- Chamada do assinante telefônico para usuário rádio: o assinante discar o número do ramal do servidor-agente correspondente à rede de cobertura de rádio desejada (este número precisa ser previamente divulgado), ouve um tom característico e discar o número ID do usuário desejado.

- Chamada do usuário rádio para assinante telefônico: o usuário discar em seu microfone com teclado DTMF o número desejado com um símbolo antecedente (p.ex. ":"). O sistema automaticamente entende o símbolo e faz a ligação.

Esta funcionalidade de integração deve ser configurada para os usuários selecionados conforme administração.

2.5 Composição do sistema

O sistema terá a composição de equipamentos listados na Tabela 1. A Figura 2 fornece o diagrama geral da solução do sistema final.

Tabela 1: Composição de equipamentos do sistema

Item do sistema	Quantidade
Estação digital de VHF	29
Estações rádio móveis sem GPS para centro de manutenção	12
Switches	3
Software do sistema servidor central + servidores-agente + licenças para 160 rádios e 16 consoles virtuais	1
Serviços de instalação + treinamento	30
Rádios móveis digitais c/ GPS	100
Rádios portáteis digitais c/ GPS e teclado	25
Sobressalentes (sw + estações)	5

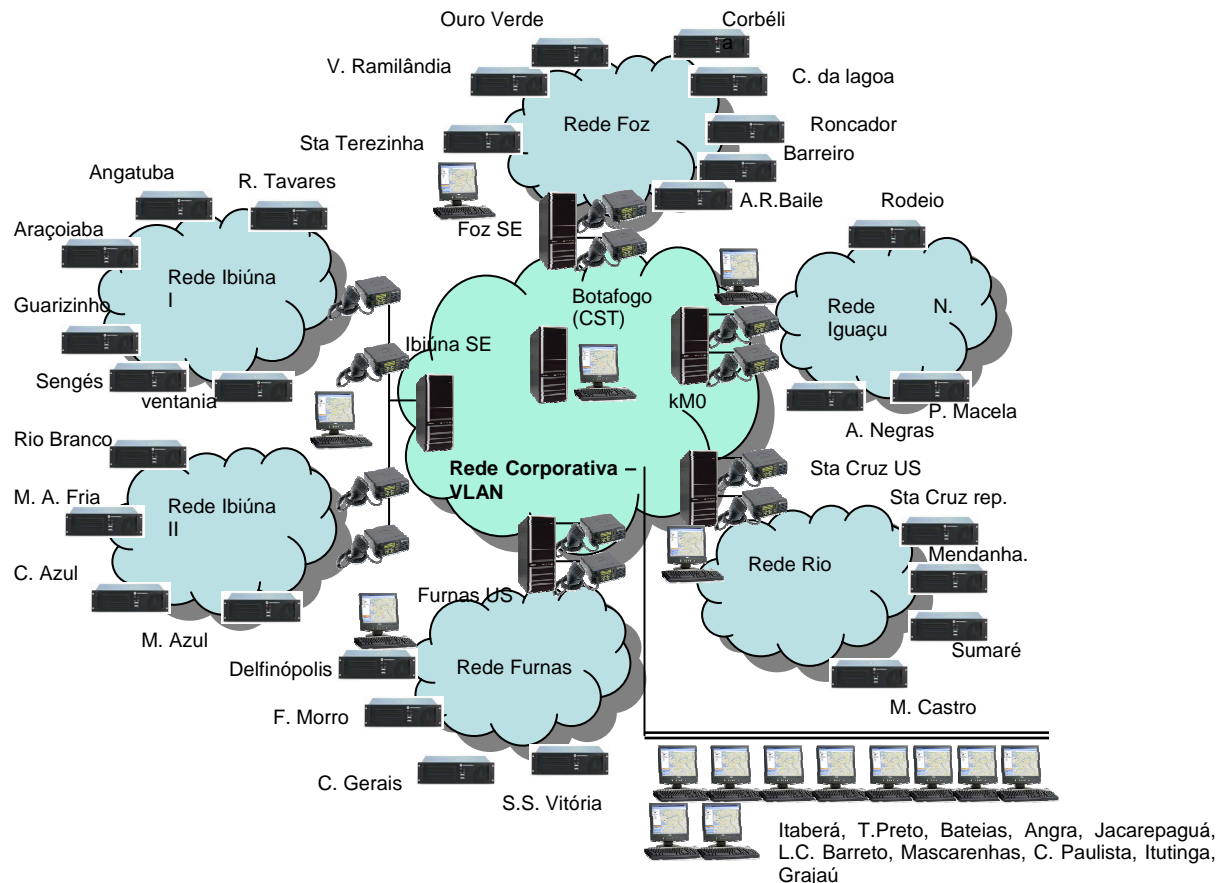


FIGURA 2 – Diagrama geral da solução geral

3.0 - CONCLUSÃO

O sistema de rádio digital de VHF foi planejado para atender a Resolução 523 de 15 de dezembro de 2008 da ANATEL, porém sua implantação traz uma série de novas facilidades que simplificam e inserem mais vantagens de comunicação para os usuários do sistema (mantenedores de LTs e operadores de SEs) permitindo que as atividades de manutenção ocorram em prazos menores e com maior segurança. Sua utilização se aproxima da comunicação em sistema de rádio coletivo como o provido pela operadora NEXTEL com sua filosofia de “células”, cujo “roaming” é “transparente” para o usuário.

Além disto, ele permite a modernização de um sistema que estava apresentando obsolescência e em casos extremos não vinha sendo utilizado. Com isto ele agrega valor às repetidoras de telecomunicações que FURNAS implantou ao longo dos anos.

A utilização de “consoles virtuais” provê facilidades também para o operador e o mantenedor situados nas SEs, pois a seleção de repetidoras pode ser realizada por um simples “clique” de mouse. Também se torna possível resolver tecnicamente o problema da interligação telefônica que na versão analógica foi sempre difícil de realizar devido ao sistema ser simplex e com interfaces diferentes.

No entanto, o sistema exige a extensão da rede corporativa para as repetidoras. Esta extensão tem sido uma tendência nos últimos anos, para atender outros serviços, tais como telefonia IP, sistema de infraestrutura e vigilância patrimonial e mesmo de supervisão de equipamentos, pois as interfaces destes novos sistemas vêm sendo igualmente a interface Ethernet.

Igualmente, o sistema analógico de VHF não admitia supervisão e o novo sistema faz isto de forma simplificada através de softwares baseados em páginas Web.

Para o novo sistema será necessário legalizar pelo menos 3 novos pares de frequência, pois o sistema funciona na configuração de “half-duplex”.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ANATEL, Resolução 523 de 15 de dezembro de 2008

(<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documentoVersionado.asp?numeroPublicacao=221984&documentoPath=221984.pdf&Pub=&URL=/Portal/verificaDocumentos/documento.asp>)

(2) PREGER, Guilherme de. VHF digital - fase 1. Nota Técnica DET.E.016.2010, Eletrobras FURNAS, Rio de Janeiro, 2010

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Guilherme Preger é engenheiro eletricista formado pela Pontifícia Universidade Católica do rio de Janeiro e Mestre em Eletromagnetismo Avançado pelo CETUC/ RJ. Trabalha na Eletrobras FURNAS desde 1994 como engenheiro de planejamento de telecomunicações da Eletrobras FURNAS. Apresenta trabalhos continuamente no SNPTEE desde 1999.