



**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

Experiência da AES Eletropaulo na implantação de rede IP utilizando rádios digitais para tráfego de dados, voz e imagem nas subestações

**Edson Nunes
AES Eletropaulo**

**Vinicius Castanheira Crema
AES Eletropaulo**

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar o resultado e os benefícios alcançados nos 30 enlaces de rádio instalados que atendem a 21 subestações e a replicação do projeto para 65 localidades que está em andamento, visando eliminar a rede par metálico (cabos telefônico) e disponibilizar banda larga para todas as subestações através da interligação com outros meios de comunicação, para que assim toda a rede seja convergida para a tecnologia IP permitindo a instalação de sistemas modernos e de alta tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE

IP (Internet Protocol), Router, Switch, Private Network, Timeplex, Metro-Ethernet, Vlan, Airmux, Aprisa, Path Loss, Voip.

1.0 - INTRODUÇÃO

Na última década, têm-se falado muito em automatização, não apenas no setor elétrico mais em todos os setores onde seja necessário ter maior confiabilidade e agilidade nos processos envolvidos.

A AES Eletropaulo tem realizado investimentos em equipamentos modernos de automação e de alta tecnologia para realizar a Supervisão e Controle de 149 subestações através de uma Central de Operações, porem, é necessário que todas as localidades possuam um meio de comunicação eficaz e de qualidade para manter a disponibilidade deste sistema. Esse é o grande desafio da área de Automação para realizar a modernização da rede de telecomunicações que trafega dados das subestações, chaves de distribuição, torres de chaves e câmeras subterrâneas espalhadas pela Cidade de São Paulo e mais 23 municípios que fazem parte da sua área de concessão.

A automatização das subestações na AES Eletropaulo iniciou-se no final da década de 90 com a utilização de rádios na faixa de 2.4GHz com 256kbps de banda disponível e também com modems analógicos que utilizam a estrutura própria de cabos telefônicos como meio de comunicação totalizando aproximadamente 450 km de rede metálica espalhada por toda a sua área de concessão.

Com a constante evolução da tecnologia e o advento das redes IP's nos ambientes de subestações, tornou-se necessário um upgrade não apenas nos equipamentos responsáveis pela automação, mas também na rede de telecomunicações.

A necessidade da modernização da rede também surgiu devido à obsolescência dos equipamentos instalados, as constantes falhas de comunicação no sistema de supervisão, limitação de largura de banda para o tráfego de dados e a impossibilidade de realizar o tráfego voz e imagem.

2.0 - ENDEREÇO IP E REDE PRIVADA

O endereço IP (Internet Protocol), de forma genérica, é um endereço que indica o local de um determinado equipamento (normalmente computadores) em uma rede privada ou pública.

Trata-se de uma especificação que permite a comunicação consistente entre computadores, mesmo que estes sejam de plataformas diferentes ou estejam distantes.

A comunicação entre computadores é feita através do uso de padrões, isto é, uma espécie de idioma que permite que todas as máquinas se entendam. Em outras palavras, é necessário fazer uso de um protocolo que indique como os computadores devem se comunicar. No caso do IP, o protocolo aplicado é o TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Existem outros, mas o TCP/IP é o mais conhecido, além de ser o protocolo básico usado na internet.

O uso do protocolo TCP/IP não é completo se um endereço IP não for utilizado. Se, por exemplo, dados são enviados de um computador para outro, o primeiro precisa saber o endereço IP do destinatário e este precisa saber o IP do emissor, caso a comunicação exija uma resposta. Sem o endereço IP, os computadores não conseguem ser localizados em uma rede, e isso se aplica à própria internet, já que ela funciona como uma grande rede.

No contexto da Internet, uma rede privada (private network) é uma rede que usa o espaço de 1918 endereços IP. Estes endereços são associados aos dispositivos que precisam se comunicar com outros dispositivos em uma rede privada (que não faz parte da Internet).

Como os endereços IP usados em redes privadas são semelhantes aos IPs da internet, usa-se um padrão conhecido como IANA (Internet Assigned Numbers Authority) para a distribuição de endereços nestas redes. Assim, determinadas faixas de IP são usadas para redes privada, enquanto que outras são usadas na internet.

Como uma rede local em um prédio não se comunica a uma rede local em outro lugar (a não ser que ambas sejam interconectadas) não há problemas de um mesmo endereço IP ser utilizado nas duas redes. Já na internet, isso não pode acontecer. Nela, cada computador precisa de um IP exclusivo.

O padrão IANA divide a utilização de IPs para redes em, basicamente, 3 classes principais e duas que podem ser consideradas secundárias. Essa divisão foi feita de forma a evitar ao máximo o desperdício de endereços IPs que podem ser utilizados em uma rede:

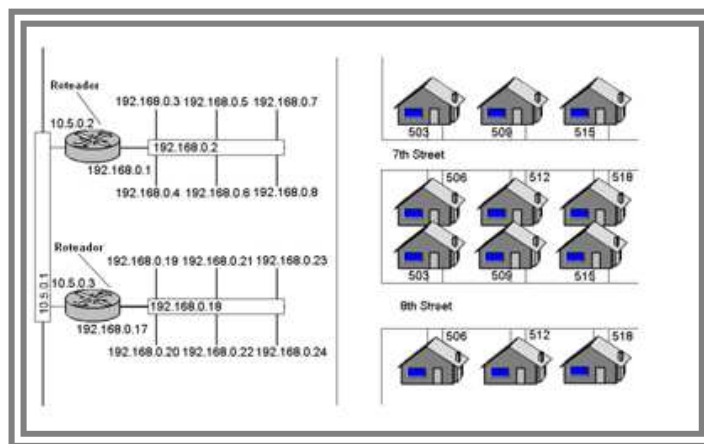


FIGURA 1 – Router-Switch

Os Roteadores são configurados para descartar qualquer tráfego que use um IP privado. Este isolamento garante que uma rede privada tenha uma maior segurança, pois não é possível, em geral, ao mundo externo criar uma conexão direta a uma máquina que use um IP privado. Como as conexões não podem ser feitas entre diferentes redes privadas por meio da internet, diferentes organizações podem usar a mesma faixa de IP sem que haja conflitos, ou seja, que uma comunicação chegue acidentalmente a um elemento que não deveria.

A conversão para tecnologia IP permite realizar o acesso remoto aos equipamentos de automação instalados nas subestações para realizar manutenção, atualização, extração dos dados armazenados em memória de massa e o gerenciamento de todo o processamento.

3.0 - REDE DE TELECOMUNICAÇÃO

A rede de telecomunicações da AES Eletropaulo possui diversos meios de comunicação, como por exemplo, rádios, modems digitais, fibras ópticas e links de satélite. Todos esses equipamentos foram organizados por meio de uma arquitetura de rede definida de forma a simplificar o gerenciamento e também a integração.

A rede foi construída em volta de um ponto de concentração principal denominada COE (Central de Operações da Eletropaulo). Nesse ponto se concentram todas as informações relacionadas às estações e às demais localidades da AES Eletropaulo. É nesse ponto também que fica o COS/COD, responsáveis pela operação do sistema elétrico de potência.

A partir do COE era utilizado links de fibra óptica fornecidas pela AES Atimus de 2 Mbps, até os pontos de concentração secundários, denominadas UCC (Unidade de Concentração de Comunicação). A partir dessas UCC's, são utilizados links de modems, rádios ou fibra óptica até as subestações com exceção dos links de satélite onde a comunicação é feita diretamente com o COE.

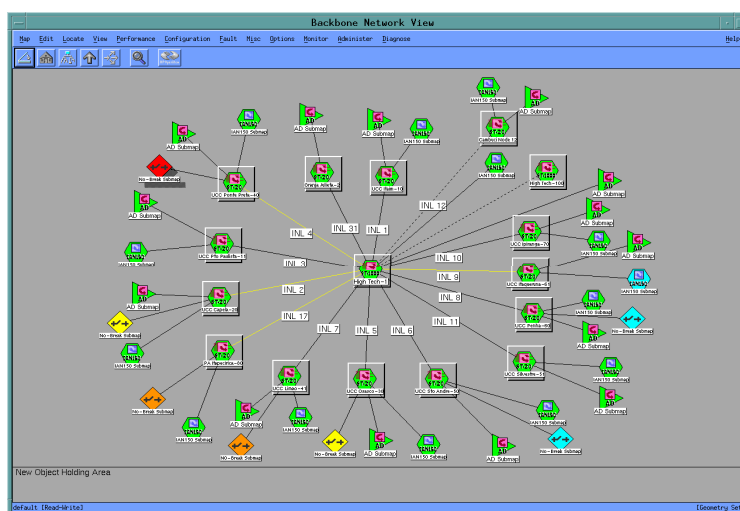


FIGURA 2 – Estrutura de interligação entre o COE e as UCC's

Os rádios analógicos anteriormente instalados possuíam comunicação serial e uma interface timeplex que limitava a largura de banda entre as UCC's e o COE em 128kbps, um sistema totalmente obsoleto e sem peças de reposição.

A primeira fase do projeto teve como objetivo realizar a substituição de 30 enlaces (21 subestações) de rádio analógicos por rádios digitais que operam nas faixas livres de 5.4GHz, 5.8GHz e 2.4GHz e também nas faixas de frequências licenciadas em 400 MHz, 900 MHz e 1.5GHz.

A primeira fase também contemplou a migração de 17 sites com links de fibra óptica (circuito E1), que trafegava dados com uma velocidade máxima de 2Mbps para a tecnologia Metro-Ethernet, tecnologia essa que possibilita o tráfego de dados em 10Mbps. O grande diferencial dessa tecnologia, é que os links são entregues pela operadora (AES Atimus) em uma interface ethernet o que facilita a integração com os demais equipamentos da rede. Esta migração consistiu no plano de endereçamento IP da localidade juntamente com a equipe da TI, permitindo a desinstalação do timeplex na UCC.

E na UCC onde está concentrada a comunicação de diversas estações, foi criada uma sub-rede para cada subestação separada por Vlans através do switch. Cada porta do switch foi destinada a uma subestação com a sua respectiva Vlan de acesso, separando as redes das subestações, evitando assim problemas com acessos inadequados e conflitos de rede.

A segunda fase do projeto visa eliminar uma grande rede de cabo metálico próprio, com aproximadamente 450 km, devido as suas limitações de tráfego (128 Kbps de banda disponível), alto custo de manutenção e baixa disponibilidade.

O projeto prevê a substituição de 100% das localidades atendidas por esta rede metálica e parte dos links de satélites por rádios digitais e/ou fibra óptica.

4.0 - RADIO DIGITAL

Avaliar os diversos fatores como, viabilidade técnica, custos, retorno financeiro e principalmente a tecnologia a ser aplicada são requisitos básicos para desenvolver um projeto de telecomunicações. No caso da AES Eletropaulo foi o que nos levou a optar pelo sistema de rádio digital Internet Protocol (IP) interligada com outras tecnologias de comunicação como a fibra óptica.



Figura 3: Rádios Digitais

O Airmux é um rádio digital de alta capacidade que realiza a conexão entre dois pontos de redes Ethernet com rapidez e baixo custo. Permite também a implantação de serviços E1/T1 e foi projetado para transmitir nas faixas não licenciadas de 2,4 GHz e 5,8 GHz utilizando a modulação OFDM. Possui o tráfego ethernet de até 18 Mbps full duplex de throughput e atinge enlaces de até 80 km.

O Aprisa é um rádio de alta capacidade e estabilidade, voltado para atendimento a redes de acesso com linha de visada obstruída, entre locais distantes e de difícil acesso, foi projetado para transmitir nas faixas licenciadas em 400 MHz, 900 MHz e 1.5GHz e atinge enlaces de até 160 km.

Enlaces de rádio de longa distância são bem mais complexos de se executar. Embora a física e a matemática envolvidas para se fazer o dimensionamento do sistema sejam basicamente as mesmas, a chance de o enlace ser obstruído por algum obstáculo (relevo, prédio, árvores, chuva, gases na atmosfera...) ou mesmo pela própria curvatura da terra é muito grande caso o enlace não seja corretamente dimensionado, e as antenas corretamente alinhadas.

Para verificar se o enlace é viável, é necessário rodar um cálculo de enlace através de um software específico chamado Path Loss, este software traz todas as informações necessárias para que possa construir um enlace de rádio, como por exemplo, a altura necessária para fixação das antenas, nível de recepção, entre outros.

Para se determinar qual frequência e o tipo do rádio e antena que serão utilizados, temos que levar em conta diversos fatores:

- Distância do enlace.
- Nível de obstrução existente entre as localidades.
- Interferências de outros equipamentos na mesma faixa de frequência.
- Banda necessária do enlace.
- Infraestrutura local
- Curvatura da terra (Acima de 10km)

5.0 - SERVIÇOS DISPONÍVEIS

Com a instalação dos rádios, estamos criando uma rede de alta velocidade, capacidade e confiável, assim sendo, estamos implantando diversos serviços nas subestações, como:

- a. Comunicação de dados em alta velocidade: Com a crescente demanda na automação e digitalização das subestações, tornou indispensável um link de comunicação com qualidade e de alta velocidade. Através dessa rede podem-se trafegar dados de automação, medição, oscilografia e demais dados pertinentes a operação e supervisão da subestação.
- b. Voz sobre IP: Tecnologia que utiliza a rede IP disponível para o tráfego de voz, mais conhecida como VOIP. Toda a rede VOIP é interligada ao sistema de PABX da AES, ou seja, é possível utilizar esses telefones para efetuar ligações não somente entre os ramais, mas para qualquer lugar que aquele terminal esteja habilitado.
- c. Monitoramento com câmeras: Todas as localidades irão possuir monitoramento através de câmeras IP. Essas câmeras estão integradas ao sistema SCADA e são visualizadas em tempo real e com alta definição. Elas são utilizadas tanto pela área de segurança patrimonial, como pela central de operações.



Figura 4: Visualização do pátio da subestação através das câmeras.

6.0 - RESULTADOS

A modernização da rede de telecomunicações da AES Eletropaulo apresentou resultados extremamente satisfatórios, conseguimos disponibilizar:

- Aumento na disponibilidade da comunicação das subestações.
- Largura de banda 10 Mbps possibilitando trafegar dados, voz e imagem em todas as subestações.
- Possibilidade de agregar os novos serviços de automação nas subestações, como por exemplo, a rede IEC61850.
- Maior segurança no tráfego das informações, visto que todas as estações são separadas por sub-redes e vlans.
- Possibilidade de agir de forma preventiva na rede, visto que temos o gerenciamento de todos os pontos.
- Redução nos deslocamentos das equipes de automação, como toda a rede tem acesso remoto, grande parte dos problemas é solucionada remotamente.
- Redução nos custos de manutenção na rede de telecomunicações.
- Redução de custos com vigilante nas subestações.
- Redução de custo do contrato de manutenção da rede de par metálico.

7.0 - CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou uma maior disponibilização de dados, não apenas para o setor de automação, mas sim, para todas as áreas que necessitam das informações geradas nas subestações como: Engenharia, Planejamento do Sistema, Programação da Operação, Segurança Patrimonial entre outras.

Alcançamos também uma maior confiabilidade na operação do sistema, pois com a rede de telecomunicações mais estável os despachantes passaram a utilizar mais o Sistema SCADA para realizar as manobras, o qual está correspondendo de forma positiva a todas essas solicitações de intervenção remota nos equipamentos elétricos de potencia.

E com a implantação da segunda fase do projeto antes do final do ano de 2011, a AES Eletropaulo terá uma rede privada de telecomunicação, formando um backbone de alta capacidade e disponibilidade para receber dados dos equipamentos de automação instalados nas subestações, linhas de subtransmissão, redes de distribuição aérea/subterrânea e receber dados de medidores de energia espalhado por toda área de concessão.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Leinwand & K. F. Conroy. Network Management – A Practical Perspective. 2nd ed. Addison Wesley, 1998.A. Bieszczad.
- (2) Mobile Agents for Network Management. IEEE Communications Surveys. Fourth Quarter 1998. Vol. 1 No.1.
- (3) URL: http://www.comsoc.org/pubs/surveys..http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_privada
- (4) URL: http://www.ftdcom.com.br/conteudo/synapse_05/synapse_mai.htm

9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Edson Nunes nasceu em São Paulo, SP, Brasil, em 06 de Dezembro de 1970. Graduiu-se em Ciências da Computação na Universidade Nove de Julho em 2004 e Especialização em Gestão de Projetos pela Fundação Vazolini em 2006. Ingressou na Eletropaulo em 1989 e sua experiência profissional inclui Operação e Manutenção de Estações e Sistemas e Equipamentos de Supervisão, Controle e Proteção



Vinicius Castanheira Crema nasceu em São Paulo, SP, Brasil, em 20 de Outubro de 1981. Formação:Técnico Sistemas Elétricos, cursando atualmente 1ºano de Engenharia Elétrica na Universidade Uniban.Em 1999 iniciou seu trabalho na Eletropaulo como terceirizado e foi contratado em 2008 pela empresa.Possui experiência profissional na área de telecomunicações, atuando diretamente em serviços de gerenciamento e manutenção da rede.