



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

BR/GTL/10
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - XV

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

REDES MESH E APLICAÇÕES IP

**Laureano José Piconez Bouzon
ABB LTDA**

RESUMO

Este Informe Técnico vem motivar as discussões sobre o uso das Redes Mesh, para o atendimento à demanda do Sistema Elétrico, no âmbito da integração com outros sistemas de informação e telecomunicações, automatização das operações e maior mobilidade para a realização dos serviços.

As Redes Mesh atendem as necessidades de diferentes tamanhos de rede, sendo sua ampliação ou alteração facilitada devido as características dos equipamentos. Estas redes são formadas por nós, que comunicam entre si conforme as definições dos padrões IEEE 802.11 e 802.16.

Para as aplicações IP as Redes Mesh cobrem as necessidades técnicas, tais como cobertura, latência, confiabilidade, interoperabilidade com outros sistemas, throughput, qualidade de sinal (QoS), segurança e gerenciamento da rede.

PALAVRAS-CHAVE

Redes, Mesh, IP, Segurança, Frequências

1.0 - INTRODUÇÃO

Este informe técnico vem motivar as discussões sobre o uso das redes mesh, para o atendimento à demanda do Sistema Elétrico, no âmbito da integração com outros sistemas de informação e telecomunicações, automatização das operações e maior mobilidade para a realização dos serviços.

Os sistemas de comunicação das empresas responsáveis pela geração, transmissão e distribuição do sistema elétrico necessitam de alto índice de disponibilidade e confiabilidade, tradicionalmente estas empresas utilizam sistemas de Ondas Portadoras por Linha de Alta Tensão (OPLAT), Sistemas Ópticos, Redes não licenciadas em 900 MHz, Celular e WiMAX, 802.11 e Zigbee.

2.0 - APLICAÇÕES

Estes sistemas até então veem atendendo as necessidades operacionais das empresas, mas nos últimos um novo cenário está sendo formado, assim novas aplicações estão surgindo requerendo maior flexibilidade e maiores áreas de cobertura, o que passa a limitar a atuação das tecnologias em uso, principalmente as necessidades das conexões físicas.

O sistema elétrico brasileiro projeta crescimento para atender ao aumento da demanda populacional e industrial futuras, acrescentando ao modelo atual onde há predominância das fontes de Geração Hidricas, as fontes de

energia sustentáveis, tais como Geração Eólica, Solar, Biomassa, etc., vem apresentando grande crescimento. Cabe ressaltar que o sistema elétrico brasileiro deverá estar cada vez mais interligado.

2.1. Novo cenário

Neste novo cenário as empresas distribuidoras necessitarão de um sistema de comunicação devem disponibilizar a monitoração e coordenação da operação, demanda, cortes de energia e qualidade da energia fornecida. As atuais redes unidirecionais para a coleta de dados dos medidores, AMR: Automated Meter Reading, passam a dar lugar as redes bidirecionais com comunicação mais avançada, atuando além das coletas dos medidores, também a AMI: Automated Metering Infrastructure, suportando a gestão do controle da demanda.

Os sistemas descritos acima as bandas requeridas e as áreas atendidas, ver Figura 1.

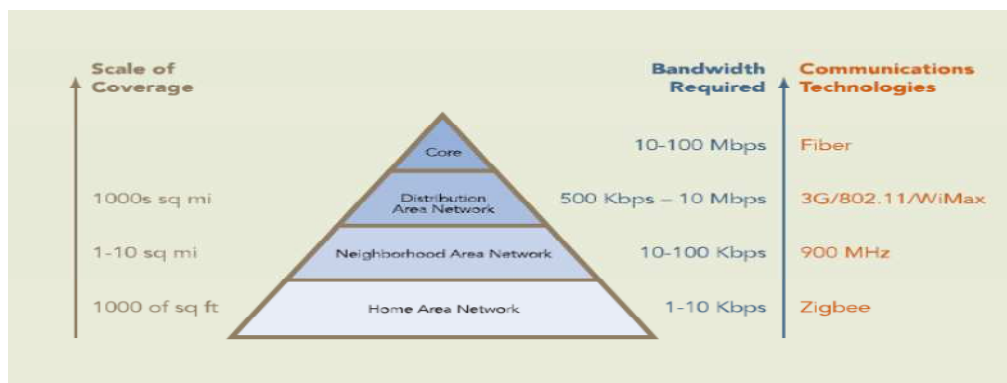


FIGURA 1 – Tecnologias de Comunicações e suas hierarquias

2.2. Áreas de atendimento

Entre as novas aplicações na automação das operações, podemos destacar a automação das subestações, gestão das redes de distribuição, acessos a sistemas de controle e segurança por vídeo, aumento da largura de banda para a transmissão e da área de cobertura, comunicação com unidades móveis, sistemas SCADA, análise de contingências. Complementando, o sistema de comunicação deve ter capacidade de gerenciar toda a rede.

Na mesma direção as empresas geradoras e transmissoras necessitarão de um maior controle operacional das suas redes, e devido à interligação dos sistemas elétricos, a gestão do sistema elétrico brasileiro também deverá ter maior controle e gestão.

2.3. Características das Redes Mesh

As Redes Mesh podem disponibilizar recursos técnicos que possibilitam o atendimento a este novo cenário. Esta tecnologia atende as necessidades de diferentes tamanhos de rede e diferentes campos de aplicação, sendo sua ampliação ou alteração facilitada devido as características dos equipamentos.

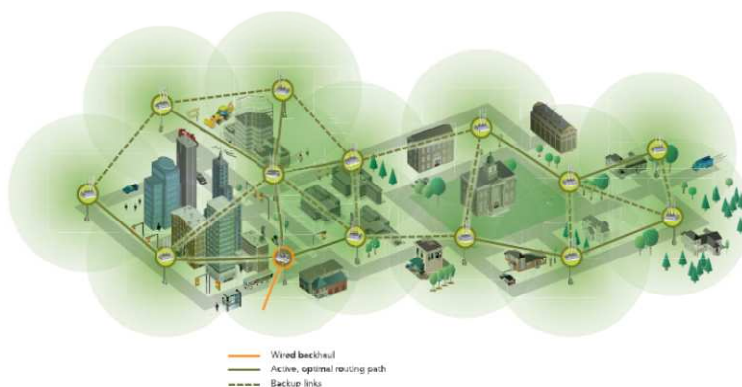


FIGURA 2 – Rede Mesh típica

Estas redes são formadas por *Access Points* (Gateways e Nós), que comunicam entre si conforme as definições dos padrões IEEE 802.11 e 802.16. Estes *Access Points* podem ser fixos ou móveis, garantindo uma grande vantagem destes sistemas em relação às demais tecnologias utilizadas atualmente, que é mobilidade.

Esta mobilidade pode ser verificada tanto nos *access points* instalados em veículos (caminhões, carros, etc.), como nos clientes sem fio (fones, tablets, notebooks, etc.), ver Figura 2 acima.

As características abaixo mencionadas são atingidas como resultado de projetos bem elaborados, planejamentos de RF, definição dos tipos de serviços, identificação dos sites, área a ser coberta, etc. Faz parte do projeto a definição dos gateways da rede, isto proporciona melhores performance ao sistema.

Para propiciar atendimento às necessidades acima as Redes Mesh possuem muitas características, conforme destacado abaixo:

- a. Infraestrutura – as necessidades de atendimento para as alterações na topologia das redes e das áreas a serem cobertas, são facilmente atendidas de forma rápida e com reduzidos custos pelas Redes Mesh. A instalação é relativamente rápida, além da montagem mecânica se faz necessário poucos pontos de conexão, para os gateways (que representam 5 – 10% da rede) são necessárias duas conexões, alimentação e ponto de rede, já os nós necessitam somente da alimentação.
- b. Adaptabilidade – flexibilidade para crescimento, interligação com outros sistemas, aplicações em diferentes áreas de cobertura.
- c. Cobertura Wireless – como característica as redes mesh não necessitam obrigatoriamente que os elementos (gateways e nós) tenham linha de visada, isto é possível devido ao fato dos dados serem transmitidos através de reflexões, evitando com isso a interferência de obstáculos. A cobertura de grandes áreas torna-se mais fácil.
- d. Interoperabilidade / Intercambiabilidade – as novas tecnologias empregadas no suporte da gestão dos sistemas elétricos, devem possibilitar a interligação com os sistemas em operação. Assegurar que diferentes fabricantes possam utilizar a rede para a transmissão de seus dados, assim deve-se buscar soluções normatizadas. O atendimento as Recomendações e Normas se faz necessário.
- e. Resiliência – uma das principais características das redes mesh é proporcionar diferentes caminhos (re-roteamento), cada gateway ou nós executa a alocação dinâmica dos canais e bandas, controle de potência, taxas de dados e re-roteamentos. Isto resulta em uma alta tolerância a falhas e alta disponibilidade (99,999%), confiabilidade e redundância, quando implantado de forma planejada.
- f. Latência – a rede deve apresentar baixa latência, afim de possibilitar transmissões em tempos reais.
- g. Throughput – a rede deve possibilitar alto desempenho com as taxas de dados.
- h. Segurança – por medidas de segurança das informações, torna-se necessário que a rede possua dispositivos de segurança, como codificação de dados, controle de acesso (autenticação e autorização).
- i. QoS – possibilidade do controle da Qualidade do Serviço para diferentes aplicações.
- j. Gerenciamento – para garantir total controle da rede, a mesma deve possuir sistema de gerência que possibilite um total controle dos elementos, suas performances, dados para análise de desempenho, este sistema deve ser protegido contra usuários indesejáveis.

3.0 - APLICAÇÕES IP

Pelo exposto acima, as crescentes aplicações IP são necessárias e inerentes. As Redes Mesh possibilitam um sistema de comunicação totalmente adequado para estas aplicações IP, entre elas os Sistemas SCADA, Automação de Subestações e das Redes de Distribuição, Integração com Sistema de Geração com Fontes Alternativas (Eólicas, Solar, etc.), Smart Grids, Sistemas de Vigilância (Vídeo), Telefonia IP e Mobilidade para os trabalhos de campo.

Os equipamentos possuem características e facilidades para se adequarem às necessidades destas redes, garantindo para os usuários a Disponibilidade, Confiabilidade e Segurança esperada. Estes sistemas até então veem atendendo as necessidades operacionais das empresas, mas nos últimos um novo

3.1. Frequências

Os sistema opera nas faixas de frequências de 2,4 GHz e 5,8 GHz que quando aplicadas conforme a Resolução 506 não necessitam de registro no Anatel, isto facilita as implementações.

Os canais dentro destas faixas são automaticamente escolhidos, afim de se obter melhores performances e menores índices de interferências.

Estão indicadas as normas que cada faixa de frequência, ver Tabela 1, estas normas além de dados sobre os protocolos, também definem as velocidades para cada faixa de frequência.

TABELA 1 – Normas aplicáveis para as frequências

2,4 GHz	IEEE 802.11b	7 Mbps*
2,4 GHz	IEEE 802.11g	24 Mbps*
5,8 GHz	IEEE 802.11a	24 Mbps*

NOTA: devido ao cabeçalho (overhead) do protocolo típicos das redes 802.11, as taxas de 11 Mbps (7 Mbps) e 54 Mbps (24Mbps) não são alcançadas nos throughput.

Para possibilitar que as aplicações IP tenham suas características e necessidades garantidas, as Redes Mesh operam em ambas as frequências, de forma automática as faixas são assumidas, garantindo as melhores performances para as redes.

3.2. Qualidade de Serviço

Segundo definição na RFC 2386, a QoS é um conjunto de requisitos que devem ser atendidos para que seja assegurada a transmissão de dados fim a fim.

Os serviços (Dados e VoIP) a serem transmitidos necessitam de excelentes índices para a qualidade (QoS). Com um bom planejamento da rede, altos índices de QoS são atendidos. Como há comunicação entre os nós da rede, a disputa de tráfego (entrada e saída) dentro dos nós, números de nós para uma comunicação fim a fim e a negociação para acesso entre os nós vizinhos, podem interferir na QoS.

Outro fator importante que aumenta a complexidade em assegurar o QoS em redes mesh é a aplicação de mobilidade. Quando há mobilidade dos nós, as conexões são alteradas para os nós mais próximos da unidade móvel, mas as conexões que estas unidades móveis já possuíam com a rede continuam a existir. Esta mobilidade pode ser chamada de macro-mobilidade ou inter-domínio.

As Redes Mesh devem possibilitar condições de configurações para adequar a QoS para os diferentes serviços a serem atendidos, por exemplo pode-se definir que um serviço de VoIP tenha prioridades, 802.1p, mais altas que os demais serviços. Este procedimento faz parte do desenvolvimento do projeto.

3.3. Segurança

A segurança é um dos fatores mais importantes na maioria das redes, e deve ser incluída no planejamento do projeto. Desta forma as redes devem possibilitar recursos para permitir a aplicações em IP.

3.3.1. Autenticação 802.1x

Servidor que identifica os clientes por meio de certificações digitais, atualmente o método mais utilizado é o RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).

3.3.2. Autenticação WPA com chaves pré-definidas

Para as sistemas que não possuem servidores de autenticação não centralizados, as redes mesh devem prover segurança através de WPA1 ou WPA2, assim para acessar a rede mesh os usuários são identificados através de chaves pré-definidas.

3.3.3. Criptografia no Nível de Wireless (WEP, WAP)

Complementando o item acima, as redes mesh devem prover também criptografia WEP (Wired Equivalent Privacy).

3.3.4. Suprimir o ESSID

Outro método para prover maior segurança às redes, e suprimindo o ESSID para usuários específicos, assim estes usuários não podem ser detectados por intrusos.

3.3.5. Filtro de Endereço MAC

O filtro do endereço MAC evita a identificação dos dispositivos.

3.3.6. Filtros para redes próximas

Durante a elaboração do projeto, quando existirem redes próximas, as redes devem possibilitar a criação de filtros que permitem somente tráfegos fim a fim utilizando VPNs (Virtual Private Network), ver Figura 3 abaixo.

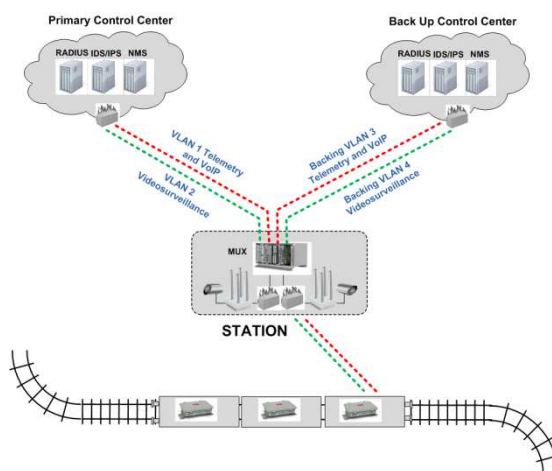


FIGURA 3 – Configuração VPN

3.3.7. Controle de acesso ao roteador

As redes devem possibilitar o controle de acessos aos roteadores, através de https, ssh e outros gerenciamentos das portas pelo endereçamento da sub-rede IP.

4.0 - CONCLUSÃO

As Redes Mesh possibilitam toda a infra-estrutura necessária para aplicações com endereçamento IP. Como descrito neste documento estas redes foram desenvolvidas para atender principalmente aos mais altos níveis de segurança exigidos nas aplicações IP.

Como as operações das empresas passam por constantes processos de evolução, necessitam cada vez mais de avançadas formas e controle de intergaração, e utilizando em grande escala aplicações cada vez mais voltadas para redes IP, o uso desta tecnologia, Rede Mesh, permitirá atendimento flexível, onde complexas áreas, tais como cidades, podem ser atendidas com vantagens em relação aos sistemas utilizados atualmente.

Sabe-se que as redes IP também passam por processos de evolução, cobrindo áreas maiores, transmitindo informações com maiores taxas e crescimento constante da necessidade de segurança, as Redes Mesh veem cobrir este novo cenário.

Muitos desafios existem para esta nova tecnologia, com o objetivo da cobertura das operações:

- Integração em larga escala das fontes renováveis de energia no Sistema Elétrico e nas Cidades
- Integração das gerações distribuídas e as forma de economia
- Eficiência energética, Controle da Demanda e Controle de Carga
- Eficiência, Confiabilidade, Segurança e Estabilidade do Sistema Elétrico

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABB, Documentação Técnica
- (2) Revista Metering.Com - Artigos Diversos
- (3) Revista RTI – Artigos Diversos
- (4) Institute of Electrical and Electronics Engineers – **IEEE** 802.11a/b/g

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Laureano José Piconez Bouzon

Nascido em São Paulo, Capital, em 24/01/1964

Formado em São Paulo, Capital, em 31/012/1986, pela Universidade Presbiteriana Mackenzie – Tecnologia Eletrotécnica

Experiência profissional: TELESP, ABB, ERICSSON DO BRASIL, ALSTOM T&D, AREVA T&D, ABB LTDA

Experiência em Sistemas de Telecomunicações para Empresas de Energia e Empresas Ferroviárias: PDH, SDH, Redes, OPLAT, Micro Ondas, Redes Mesh