XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

CB/GTL/15

GRUPO - XV

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

EQUIPAMENTOS TELECOMANDADOS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA RIO GRANDE ENERGIA - RGE: MELHORIAS NA COMUNICAÇÃO DOS RELIGADORES ATRAVÉS DO MAPA DNP3 E DO SISTEMA SUPERVISÓRIO SCADA

Nome Rubens Rodrigo de Almeida
Rio Grande Energia

Tiago da Silva Picinin
Rio Grande Energia

Carlos Alberto Giolo Rodrigues
Rio Grande Energia

RESUMO

A RGE compõe o Grupo CPFL (Companhia Paulista Força e Luz) e atua como uma distribuidora de energia elétrica da região norte-nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, a qual atende 54% dos municípios gaúchos. Ela possui 1164 religadores telecomandados na sua área de concessão. A proposta é a estabilidade da comunicação através da otimização dos mapas DNP3 dos equipamentos telecomandados por meio do pacote de dados, as tecnologias que serão testadas, serão às utilizadas pela concessionária que são elas, LTE, ZigBee, redes Mesh e as redes celulares (GPRS), atualmente estão sendo utilizados seis modelos de equipamentos telecomandados, ADVC1, ADVC2, CAPM5, F5, F6 e TAVRIDA, nosso maior volume está nos modelos ADVC2 e TAVRIDA, para o sistema de comunicação atualmente possuímos mais de 95% no sistema GPRS, o trabalho proposto inicialmente será focado nestes dois modelos onde o volume é mais expressivo.

PALAVRAS-CHAVE

Desempenho da Comunicação, Equipamentos Telecomandados, Mapas DNP3, Módulos de Comunicação

1.0 - INTRODUÇÃO

Cada vez mais às concessionárias de energia tem sido desafiadas a melhorar os seus índices de continuidades de fornecimento de energia elétrica, com isto as empresas de energia passaram a investir em tecnologias nas redes de distribuição, como a utilização de chaves religadoras automáticas, sistemas de supervisão e controle da distribuição. Todo este investimento para garantir que o fornecimento de energia elétrica seja restabelecido o mais rápido possível a seus clientes no caso de ocorrer uma falha no fornecimento de energia e consequentemente melhorando seus índices de desempenho perante ao órgão regulador.

A partir do exposto e visando a maior disponibilidade da comunicação dos equipamentos telecomandados, foram feitos estudos e práticas a fim de melhorar os mapas de comunicação DNP3 (Protocolo de Comunicação), fazendo com que utilizem o menor número de dados possíveis afim de deixar a comunicação entre o equipamento e o sistema supervisório o mais leve possível, assim evitando congestionamento de dados e o estouro de buffer no equipamento.

Em conjunto foram adotados meios de medir a indisponibilidade de forma diária dos equipamentos sem supervisão, para os equipamentos telecomandados o atendimento é feito por equipes especiais onde possuem as habilidades necessárias para trabalhar com estes equipamentos, através destes relatórios elas recebem informações dos

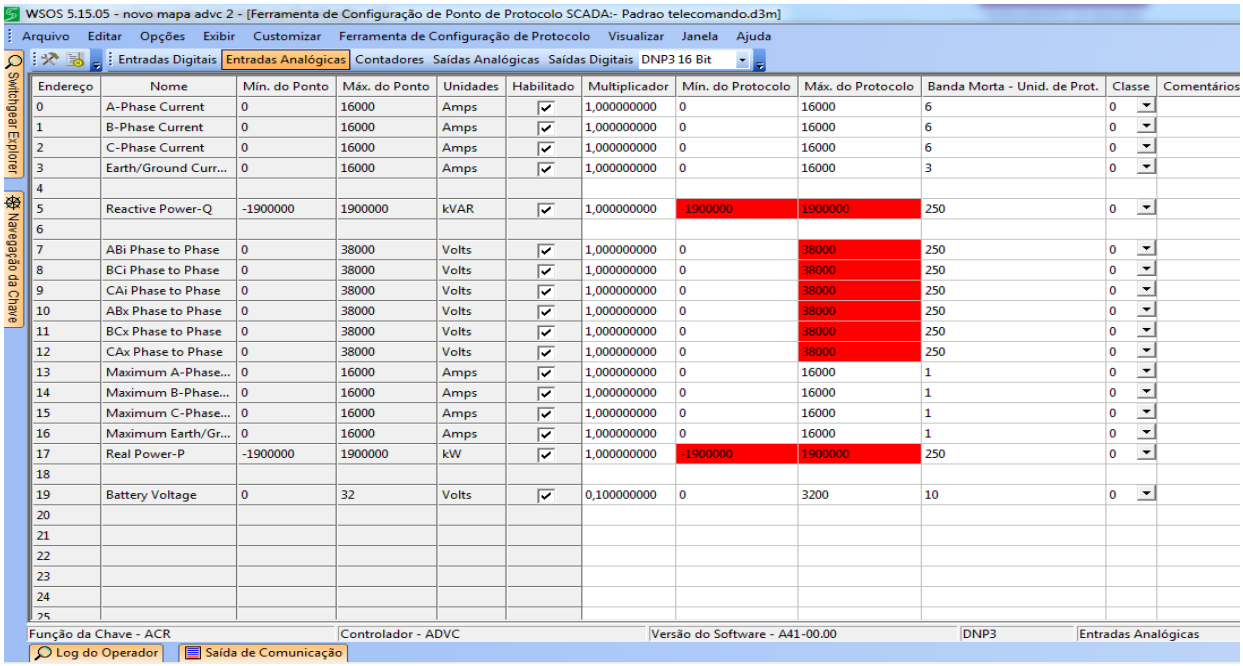
Rua professor Marcos Martini, n˚ 1075 – apto 32 - Bloco C – CEP 95.032-500 Caxias do Sul, RS, – Brasil
Tel: (+55 54) 981407734 – Comercial: (+55 54) 32063991 – Email: rrdealmeida91@gmail.com / ralmeida1@cpfl.com.br

equipamentos com tempo maior que 24hs de indisponibilidade e os transitórios que são equipamentos que estão com a comunicação intermitente.

2.0 DESENVOLVIMENTO

Após as análises feitas foi constatado que as medidas analógicas apresentavam alto índice de comunicação entre o equipamento telecomandado e o sistema de supervisão, tanto para RX e TX, também foi alterado a taxa da banda morta, fazendo com que pequenas variações emitissem dados ao sistema contribuído para alto tráfego de dados.

Estas medidas analógicas estavam na classe 2 que corresponde ao equipamento mandar espontaneamente informações ao sistema de supervisão, ao passar para a classe 0, Figura 2.1, obtivemos um comportamento muito mais otimizado, onde desta forma o equipamento somente envia informações se o sistema de supervisão perguntar ou na mudança de estado do equipamento também ele enviará as informações, na banda morta foram feitas alterações onde foram aumentados os valores para um patamar afim de que as variações fossem maiores.



Endereço	Nome	Mín. do Ponto	Máx. do Ponto	Unidades	Habilitado	Multiplicador	Mín. do Protocolo	Máx. do Protocolo	Banda Morta - Unid. de Prot.	Classe	Comentários
0	A-Phase Current	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	6	0	
1	B-Phase Current	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	6	0	
2	C-Phase Current	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	6	0	
3	Earth/Ground Curr...	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	3	0	
4											
5	Reactive Power-Q	-1900000	1900000	kVAR	✓	1,000000000	-1900000	1900000	250	0	
6											
7	ABi Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
8	BCi Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
9	CAi Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
10	ABx Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
11	BCx Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
12	CAx Phase to Phase	0	38000	Volts	✓	1,000000000	0	38000	250	0	
13	Maximum A-Phase...	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	1	0	
14	Maximum B-Phase...	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	1	0	
15	Maximum C-Phase...	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	1	0	
16	Maximum Earth/Gr...	0	16000	Amps	✓	1,000000000	0	16000	1	0	
17	Real Power-P	-1900000	1900000	kW	✓	1,000000000	-1900000	1900000	250	0	
18											
19	Battery Voltage	0	32	Volts	✓	0,100000000	0	3200	10	0	
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Figura 1 – PROTOCOLO SCADA ADVC2 MAPA DNP3.

Fonte: Software WSOS.

3.0 ENSAIO NA BANCADA DE TESTES

Foi desenvolvida uma bancada de ensaios figura 2, contendo os 6 modelos de religadores que a RGE emprega em sua rede de distribuição, no intuito de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo dos estudos da otimização dos mapas, testes de comunicação e comandos realizados pelo Centro de Operação da Distribuição (COD). Adquiriu-se equipamentos necessários para a simulação real de um conjunto de religadores na rede de distribuição, simulando a troca de informações entre um religador e um sistema SCADA. Em meio aos testes foi possível desenvolver um projeto e apresentar de forma prática os conhecimentos e resultados obtidos.

Figura 2 – Bancada de testes

Os benefício com esta bancada de testes foram inúmeros. Foi possível treinar novos operadores do centro de operação integrado (COI), abordando assuntos de proteção, coordenação e seletividade, onde são capazes de orientar equipes de campo, para manobras manuais quando necessário. figura 3.

Operadores da RGE passam por treinamento de reciclagem

2016-09-09 16:00:00 - Fonte: André Luis da Silva

Comentar RSS Imprimir

A RGE preparou uma série de treinamentos de reciclagem para todos os operadores do Centro de Operação Integrado (COI) sobre Proteção da Distribuição. Desde o começo deste mês, duas turmas já participaram do curso que aborda o funcionamento dos equipamentos de proteção da nossa rede, bem como coordenação e seletividade, princípios e operação de relés, e o funcionamento de religadores, chaves fusíveis, etc.

Rafael Pereira Buratti, engenheiro de Gestão de Ativos, ministrou o conteúdo para as duas primeiras turmas, nos dias 05 e 08 de setembro, e já se prepara para compartilhar seu conhecimento para a última turma nos próximos dias.

André Luis da Silva, técnico de Operação da Distribuição e idealizador do ciclo de treinamentos, afirma que a reciclagem traz muitos benefícios. "Com esse treinamento, nossos operadores atuarão mais eficientemente em manobras e situações de desarmes de equipamentos em nossa rede", afirma.

Figura 3 –Reportagem extraído da intranet RGE.

Ao iniciar os testes contatou-se erros de pontos invertidos de proteção nos religadores da marca TAVRIDA F¨6 e NULEC (ADVC2). Após carregar o programa padrão no equipamento, foi verificado que o ponto de indicação de atuação por proteção 50/51 estava invertido para o centro de controle. Durante os testes, as indicações de atuação para as fases A,B,C e N estavam indicando, via DNP3, o valor 1(um) para estado normal e 0(zero) para indicar atuação. A documentação do equipamento diz que a indicação de atuação deve sinalizar 1(um) e 0(zero) para o estado normal.

O religador Tavrida está com a indicação de atuação por proteção 50/51, porém no supervisório as sinalizações estão invertidas (figura 4). Para resolver esta situação seria necessário que uma equipe da RGE se deslocasse até os religadores tavrida e os reprogramassem manualmente, um a um, para todos os equipamentos que apresentam este problema. Fazendo a atualização do mapa de telecom do equipamento os alarmes normalizaram (figura 5), só sinalizando quando ocorresse um defeito na rede.

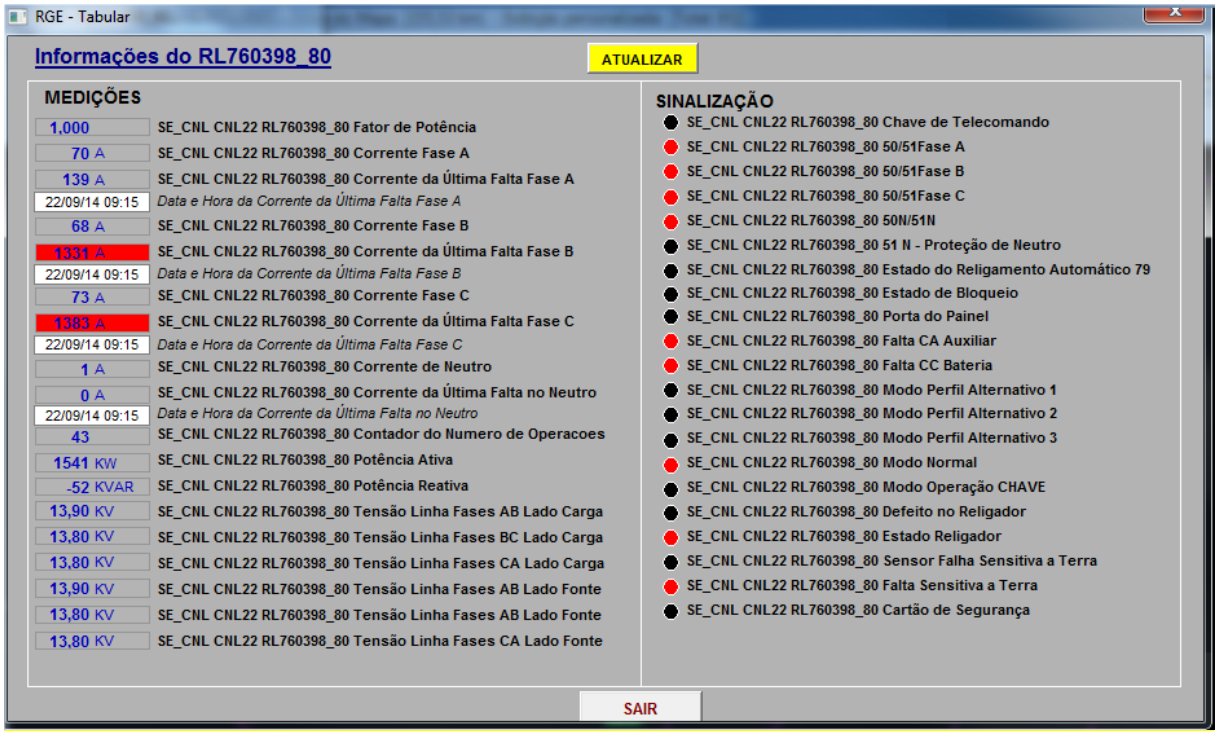


Figura 4 – Alarmes invertidos Religador Tavrida

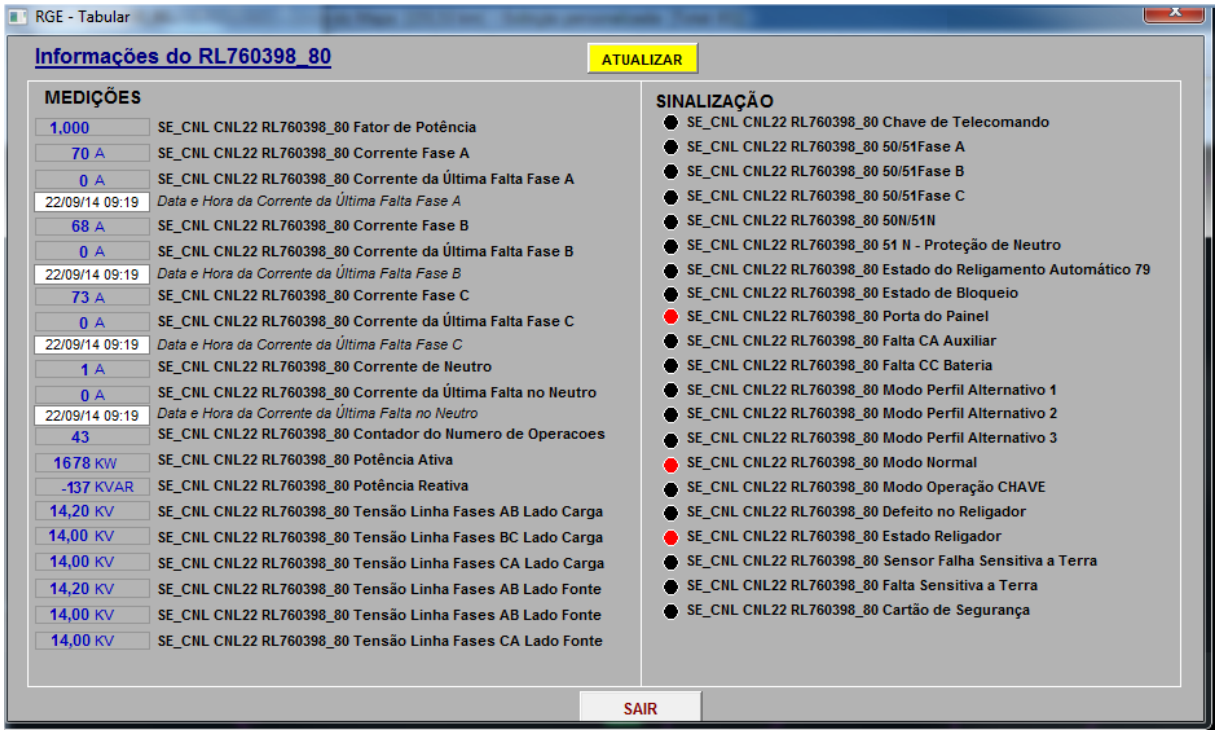


Figura 5 – Alarmes normalizados Religador Tavrida

4.0 PERFORMANCE DA COMUNICAÇÃO

Diariamente são extraídos relatórios para medir o desempenho da comunicação dos equipamentos telecomandados, a forma de medição é pelo percentual de falha, Figura 6.

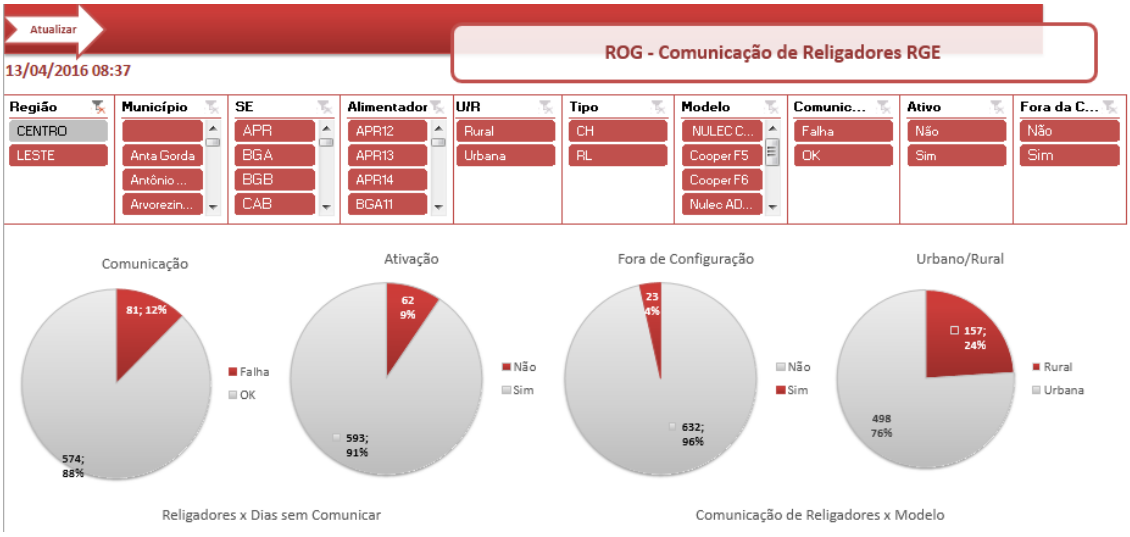


Figura 6 – Dashboard extração dos índices filtrados.

Através de relatórios diários do desempenho da comunicação, o foco inicial ficou para os equipamentos onde apresentavam uma frequência maior de falhas, denominados como “transitórios”, desde o início deste processo obteve-se um índice que anterirormente era de 26% de indisponibilidade, passou para 13,86% em média, Figura 7, valor bem expressivo pois para cada equipamento que esteja com falha de comunicação é onde necessita que uma equipe vá até ao local para poder opera-lo, a disponibilidade proporcionou um ganho, trouxe consequencia positivas, economizando em deslocamentos das equipes e principalmente nos ganhos de DEC (Duração Equivalente de Continuidade).

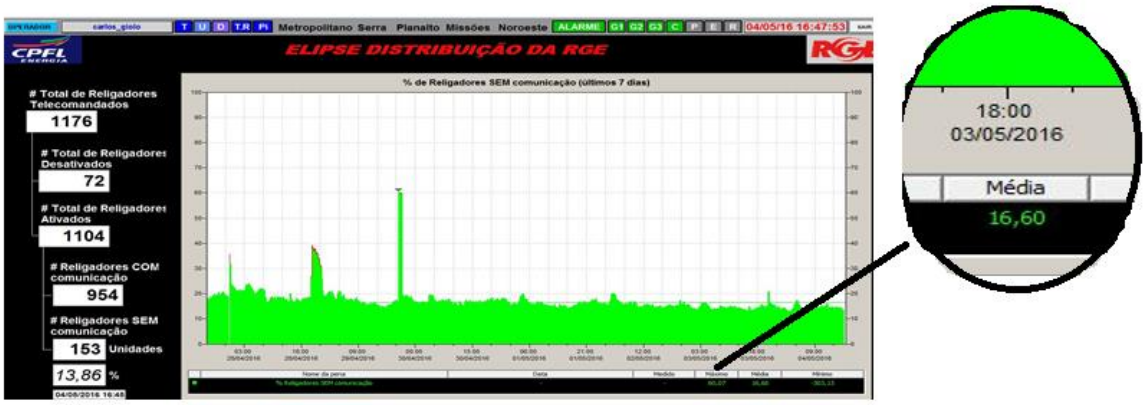


Figura 7 – Índice geral de indisponibilidade do Telecomando.

5.0 TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO

5.1 RF MESH

Aproveitou-se da infraestrutura instalada dos Relay e Acces Points Mesh, estruturas estas que foram instaladas na RGE com o intuito de solucionar problemas de comunicação e automação de medidores de energia e religadores da rede de distribuição. São montados estrategicamente no topo de postes de iluminação, Subestações e o prédio matriz da concessionária, e desfrutam de uma linha de visada de alta velocidade de comunicação vista pelos outros relays ou, idealmente, pelo próprio Acess Points.

A bridge mesh figura 8, combina o desempenho, inteligência distribuída e rápida integração necessária para lidar com as aplicações mais exigentes e com infraestruturas críticas. A baixa latência, alta taxa de dados e qualidade de

processos de controle de missão crítica endereço do serviço ao entregar o custo de vantagens de propriedade de uma rede unificada.
Foram instalados 20 bridges em 20 religadores na cidade de Gramado, dois equipamentos, mesmo com o modem Mesh apresentavam seguidas falhas de comunicação, tendo necessidade de equipes de campos irem no local resetarem o equipamento.

Após instalação do novo mapa dnp3 nos religadores, nunca mais apresentaram este tipo de problema. A única e pior desvantagem desta tecnologia ainda é o preço em torno de US$ 1.500,00 tornando o projeto inviável economicamente. Tendo em vista que o valor do Dólar comercial no início do ano de 2017 estar girando em torno R$ 4,20 BOVESPA (2016).

Figura 8 – Bridge Mesh intalada junto ao Religador.

5.2 TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO MODEM (3G/4G/LTE/ ZIGBEE)

Através do rádio modem conforme figura 9 e um Acess point (XTend) figura 11, a ideia é realizar a comunicação sem fio de longo alcance entre equipamentos de comunicação serial com interface RS232 ou RS485. Livre de licença, este rádio figura 10, operara como repetidor e ponto de rede de forma simultânea. Não havendo a necessidade de dois rádios interconectados para a função de repetição de dados.
Sistemas de comunicação baseados em Radio Frequency (RF) Mesh (Malha) Zigbee é uma tecnologia de redes sem fio que permite a implementação de uma rede em malha, apresentando um baixo custo.
A tecnologia abordada acima, foi implementada entre o distrito de Tainhas e São Francisco de Paula (RS). A estrutura está desenhada e apresentada na figura 12.

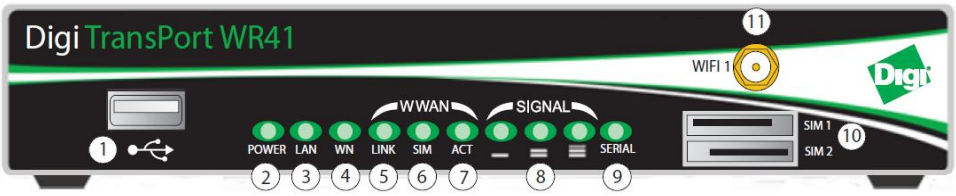


Figura 9 – modem (3G/4G/LTE/ Zigbee) DIG

Figura 10 – access point DIGI.

Figura 11 - Radio Mesh - DIGI.

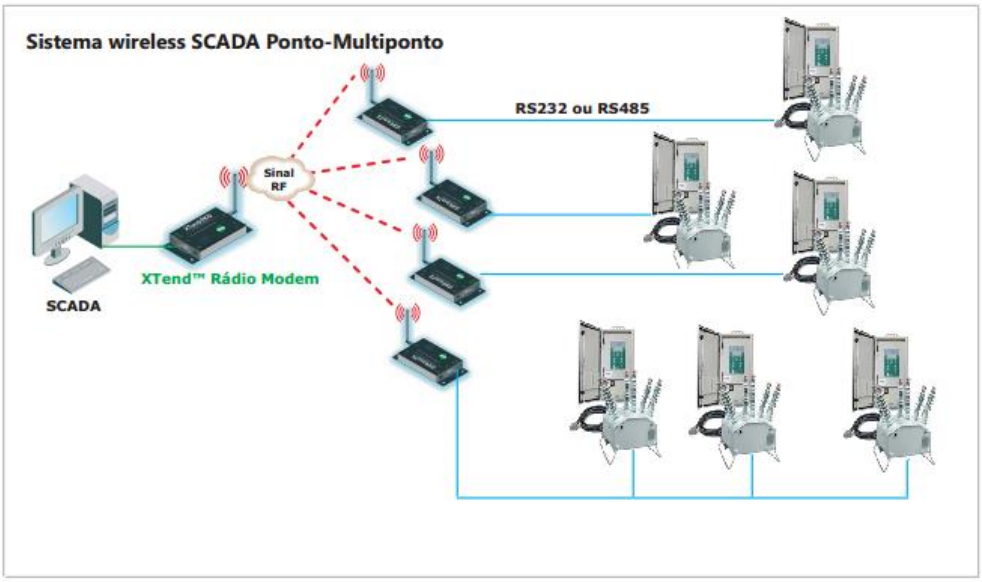


Figura 12 – Estrutura montada em Tainhas, modelo para demais pontos.

5.3 TECNOLOGIA DE COMUNICAÇÃO MODEM LTE WXBR LTE 450

A Estação Rádio Base (eNodeB) WxBR LTE 450 MHz utiliza empacotamento totalmente externo (outdoor), O sistema combina as vantagens da plataforma tecnológica das redes móveis 4G, que garantem maior velocidade, com a cobertura expandida proporcionada pela faixa de 450 MHz. Nessa frequência, o raio de cobertura das estações radiobase aumenta significativamente, necessitando menos equipamentos e diminuindo os investimentos iniciais e custos de operação.

Foi realizado um teste (prova de conceito) de um sistema de comunicação móvel LTE (tecnologia 4G), em conjunto com a Oi, em Caxias para uma possível implantação na RGE para atendimento à comunicação de dados móvel (despacho de OS) e fixa (religadoras e outros serviços).
Esta possível parceria se deve ao fato da Oi (como outras operadoras em outros estados) possuir a frequência de 450 MHz para esta tecnologia visando a inclusão digital (atendimento de áreas rurais inclusive).
Um fabricante de Campinas (a Trópico, antiga WxBR), em conjunto com o CPqD, desenvolveu os equipamentos LTE para esta freq. e propôs a parceria entre a CPFL/RGE e a Oi. A RGE faria o investimento nos equipamentos e a Oi disponibilizaria as torres e a interligação entre as ERBs, além da operação e manutenção da rede. A banda disponível, cerca de 30 Mbps por torre, seria compartilhada meio a meio entre a RGE e a Oi. Para a RGE seria como uma rede 4G própria.
Foram instalados equipamentos e antenas numa torre da Oi em Caxias (coordenadas -29.156919°/-51.139800° - R. Amádio Perini, 491) e realizado os testes de comunicação com 2 religadoras (figura 13 e figura 14) e comunicação móvel. Instalado também um modem na cidade de Gramado figura 15.
Foi fechado uma VPN pela TI com a Oi, onde foi necessário adequar o endereçamento destas religadoras no Elipse.
O projeto foi um sucesso em dados de comunicação, velocidade e estabilidade do sistema. Foi possível realizar ajustes de proteção, oscilografias e até instalar câmera para visualizar imagens do estado do religador, a medição de velocidades no tráfego de dados chegou-se a 10 Mbps, mais que suficientes para os testes que foram realizados.
O projeto foi engavetado pois não houve consenso entre a OI e a CPFL na negociação, quanto a valores

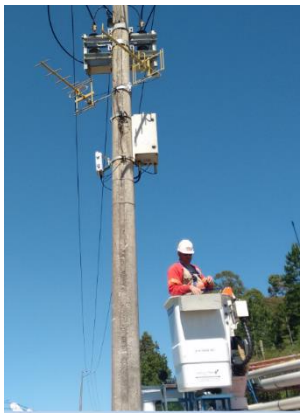


Figura 14 – Modem LTE Fazenda Souza

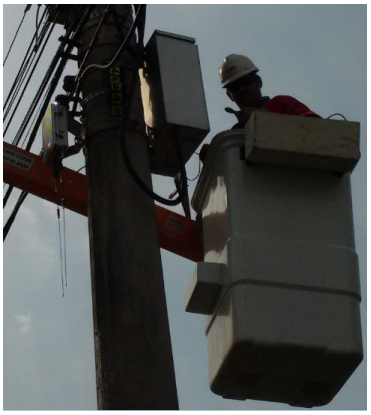


Figura 15 – Modem LTE área Urbana de Caxias

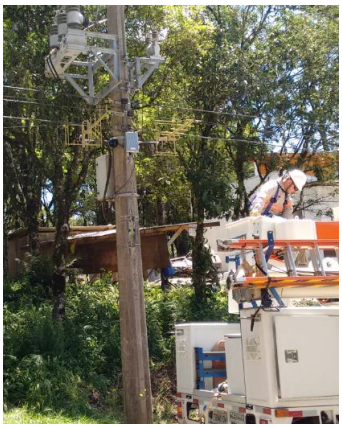


Figura 13 – Modem LTE cidade de Gramado

5.4 COMUNICAÇÃO SATELITAL

A proposta de testar o modem satelital foi em decorrência da região mais crítica de sinal de telecomunicações situado na concessão da Rio Grande Energia, mais especificamente AL CNO13, origem na SE Campo Novo. Que até atualmente não tinha como deixar nenhum modem ativo não sendo possível telecomandar religadores, sendo que dentre inúmeras ações já realizadas pela Célula de Telecom da Regional Centro das equipes de equipamentos especiais conhecidas como 15kV, sem êxito para reverter a situação dos indicadores. O RL 741892 é NA para manobras e interligação do AL CNO13 com AL HZT15.
Está em teste o equipamento modem satelital modelo IDP-680/IDP-690 que é constituído por uma única unidade mecânica que contém uma antena integrada, um modem de satélite para comunicação com o Satélite, um subsistema GPS integrado, quatro portas de entrada / saída, uma porta RS-232 e Porta RS-485. Os terminais estão disponíveis em várias configurações. A Figura 17 mostra a IDP-680 modelo em teste, desde o dia 17/01/2017.

Figura 17 –RL F5 n° 728872 AL CNO13

Figura 16 Modem satelital IDP-680 modelo em teste religador ADV2 n° 741892 é NA

É uma solução de comunicação satelital específico para os equipamentos das Redes de Distribuição de Energia Elétrica, com o uso do protocolo DNP 3.0.
Este modem satelital foi montado em cima do controle do religador conforme figura 18, já projetado para este tipo de aplicação na área de automação de equipamentos de energia elétrica. O objetivo é disponibilizar comunicação em todo o globo Interligando os Dispositivos Eletrônicos (IED) aos centro de Operações (COS), com alta disponibilidade e confiabilidade na entrega dos dados, independente das condições climáticas

Figura 18 – Modem Satelital Modelo IDP-680

6 CONCLUSÃO

Nos equipamentos onde iniciou-se os trabalhos de otimização dos mapas, obteve-se uma estabilidade bem superior a versão anterior. Os equipamentos se mostraram bem estáveis, onde antes havia uma intermitência nas comunicações, agora há disponibilidade de telecom. Também ganhou-se velocidade maior nas respostas dos equipamentos. O resultado obtido foi de grande significância, cogitando-se estender a todos os modelos dos equipamentos utilizados atualmente no grupo CPFL.

O telecom se torna uma das partes mais importantes do processo tornando as mensagens entre os equipamentos e o modem, um enlace importante de troca de dados e deixando o sistema estável e disponível. O telecontrole dos equipamentos distribuídos ao longo dos 564 municípios de sua área de concessão e a utilização dos sistemas de telecomunicações, tornam esta parceria uma excelente oportunidade cada vez maior em automação, e possibilitam que os operadores de um centro de controle da concessionária de energia, visualizem em tempo real as informações enviadas pelos equipamentos e possam realizar os procedimentos para estabilizar o sistema o mais rápido possível, evitando assim multas e atendendo o cliente que se torna cada vez mais exigente.

Atualmente mais de 90% dos equipamentos utilizados pela RGE estão utilizando comunicação GPRS com modens da GSControl, onde naturalmente esta tecnologia é inferior ao 3G, desta forma a comunicação por este meio é mais limitada e é através deste trabalho da otimização foi possível diminuir o trafego de dados assim evitando o congestionamento da comunicação.

Nos equipamentos onde iniciou-se os trabalhos de otimização dos mapas obteve-se uma estabilidade bem superior, a versão anterior, os equipamentos se mostraram bem estáveis, onde antes havia uma intermitência nas suas comunicações agora tem uma melhor performase, também ganhou-se em velocidade maior nas respostas do equipamento, como o resultado obtido foi de grande significância, foi estendido a todos os modelos dos equipamentos utilizados atualmente na empresa.

A ideia deste trabalho não só é otimizar a comunicação dos equipamentos já existentes, mas também estudar novas tecnologia que estão disponíveis no mercado atualmente, está em uso uma parcela pequena de alguns equipamentos com tecnologia Mesh, até que isto não ocorra, a solução encontrada é justamente esta apresentada, onde tem-se um custo muito baixo, pois são soluções simples mas que mostraram um bom resultado, como a melhora no tempo de liberação de serviços para equipe de Linha Viva.

7 BIOGRAFIA

Rubens Rodrigo de Almeida está na RGE há quase 14 anos, e desde então passou por inumeras posições na área da empresa, como fiscal de recuperação de energia, técnico de subestação e atualmente como técnico de telecomunicações na área de automação e controle de subestações. Em 2009 atuou no sistema de medição para faturamento SMF e com o projeto Tauron, a implantação de MWM e telemetria na frota da RGE e implantação da estrutura *MESH.* Acadêmico do ultimo semestre no curso em Engenharia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) INTERNET Tavrida Eletric . Disponível em: http://www.Tavrida.com. Acesso em 05 maio. 2016.

(2)DANEELS, A.; SALTER, W. What is SCADA?. International Conference on Accelerator and Large Experimental PhYsics Control SYstem. Trieste – Italia, 1999.

(3) CURTIS, K. A DNP Protocol Primer. Technical Report. DNP Users Group. Canadá, 2000

(4) CURTIS, K. A DNP Protocol Primer. Technical Report. DNP Users Group. Canadá, 2000

(5) SKYWAVE. **Guia de Hardware**. © SkyWave Mobile Communications Inc., Janeiro 2014

(6) INTERNET Schnneider Eletric. Disponível em: http://www.schneider-electric.com/en/product-range/60266-advc-controller-range/. Acesso em 05 maio. 2016.

(7) INTERNET DIGI . Disponível em: http://www.digi.com/support. Acesso em 09 mar. 2016.

(8) INTERNET TRÓPICO. Disponível em: http://www.tropiconet.com/ Acesso em 13 Jun 2016.

(9) INTERNET SILVERSPRING http://www.silverspringnet.com/ Acesso em 12 Jun 2016

(10) FOROUZAN, B.A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores.** 3ª Ed.
Porto Alegre. Bookman, 2004