XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

CB/GTL/01

GRUPO - XV

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

EXPERIÊNCIA DA ELETRONORTE NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS EM REPETIDORAS ÓTICAS DESASSISTIDAS.

Ivaldo Monteiro Lobato (*)
Eletrobrás Eletronorte

José Adolfo da Silva Sena
Eletrobrás Eletronorte

Rui Sergio Silva Lima
Eletrobras Eletronorte

RESUMO

O sistema de telecomunicações na Eletrobras Eletronorte é composto por diversos equipamentos instalados em usinas, subestações e repetidoras Ópticas espalhadas em distâncias continentais. Nas Usinas Hidrelétricas e Subestações em sua grande parte são operadas e mantidas com equipes do quadro ténico, porém as estações repetidoras opticas funcionam de maneira desassistidas, ou seja, não possui quadro técnico de manutenção "in loco". Apesar dos alarmes dos equipamentos opticos serem vizualizados no CGRT (Centro de Gerencia de Rede de Telecomunicações) a maioria as grandezas elétricas, que alimentam estas estações e oriundas de ramais rurais das concessionárias de energia e dos sistemas de alimentação dos equipementos ou mesmo dos grupo diesel de emergencia, não possuem um sistema supervisorio que possa apresentar em tempo real as condições operacionais das alimentações dos equipamentos de telecomunicação e da sala dos equipamentos desta referidas estações desassistidas. Com intuito de dar maior robustez e confiabilidade ao sistema de telecomunicações dessas estações repetidoras ópticas, este trabalho vem demonstrar a implementação do um sistema de monitoramento remoto das grandezas elétricas da rede de suprimento de energia e dos equipamentos de telecomunicações.[1][2].

PALAVRAS-CHAVE

Desenvolvimento – Monitoramento – Repetidoras Ópticas – Energia – Supervisório – Estação Desassistidas – Manutenção Preditiva – Telecomunicações.

1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de Telecomunicações da Eletrobrás Eletronorte é composto em grande parte por sistemas ópticos que utiliza os cabos OPGW instalados nas linhas de transmissão como meio de propagação. Espalhados pelos estados do Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil, este conjunto de equipamentos estão dispostos em Usinas Hidrelétricas, Subestações e Estação ópticas desassistidas distribuídas ao longo deste sistema por distâncias continentais (ver Fig. 1). As Estações repetidoras Ópticas são mantidas por equipes de manutenção de Subestações e Usinas próximas, e sua alimentação CA são fornecidas por concessionarias de energia através de ramais rurais em 13,8 Kv. ou 34,5 Kv. que através de transformadores distribuem internamente em 380 VCA. Para alimentar os Retificadores de -48 Vcc com baterias que atendem os equipamentos de Telecomunicações e na ocasião da falta do fornecimento da concessionária ocorre o acionamento da USCA (Unidade de Supervisão CA) e o Grupo Gerador Diesel de Emergência passa a gerar a energia necessária para manter a estação com alimentação até o retorno da energia da concessionária.

(*) Centro de Tecnologia da Eletrobrás - Eletronorte. Rodovia Arthur Bernardes S/N - Telégrafo Sem Fio – CEP: 66115-000 – Belém – PA – Brasil. Telefone: (91)3252-7548. E-mail: jose.sena@eletronorte.gov.br

Estas Estações Ópticas são compostas por equipamentos DWDM, SDH, PDH, Crossconect, Roteadores, Switch, entre outros que atendem o SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão), Sistema de Comunicação (Centais Telefônicas e VOIP), Rede Corporativa (Web, e-mails, SAP,etc.) e Clientes Externos.[4]

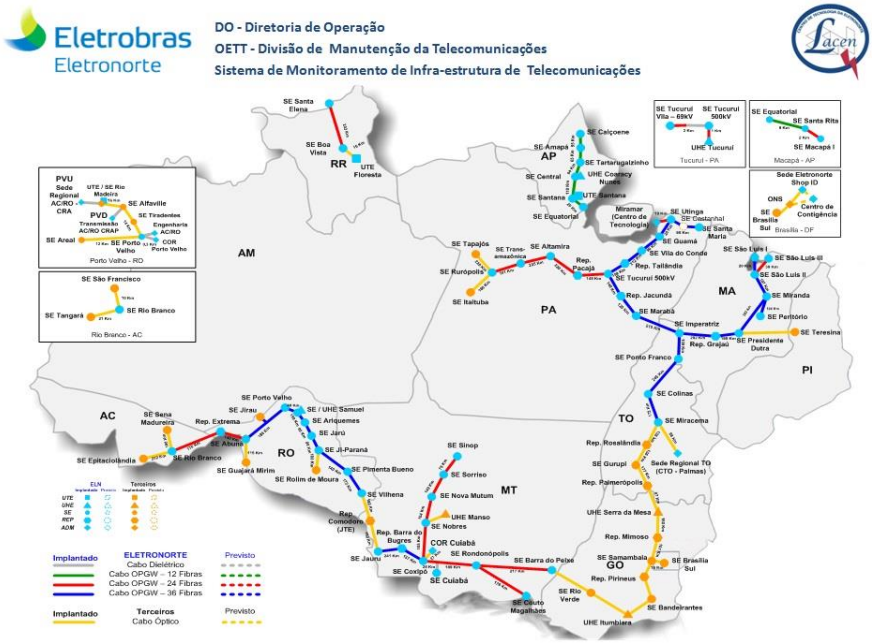


Fig. 1–. Mapa Sistema de Telecomunicações

2.0 - GENERALIDADES

2.1 – Localização das Estações Ópticas

As Estações ópticas que foram implantadas com o Sistema de Monitoramento estão localizadas nas cidades de Tailândia, Pacajá e Castanhal no Estado do Pará, Cidade de Extrema no Estado de Rondônia, cidade de Grajaú no Estado do Maranhão. Estas estações são desassistidas e as equipes de manutenção responsável estão nas subestações mais próximas (ver Fig. 1).

A estação de Tailândia foi a piloto para a implementação do sistema de monitoramento, localizada a 206 Km da SE Vila do Conde na cidade de Barcarena (ver Fig. 2,a), estação de Jacundá localizada a 117 Km da SE Marabá (ver Fig. 2,b), a Estação de Pacajá está localizada a 170 Km da SE Tucuruí e a SE Castanhal está localizada a 75 km da SE Guamá (ver Fig. 2,c), todas no Estado do Pará. A Estação de Grajaú localizada a 250 Km da SE Imperatriz no estado do Maranhão (ver Fig. 2,d). e a Estação de Extrema localizada a 186 Km da cidade de Rio Branco Capital do Estado do Acre (ver Fig. 2,e).

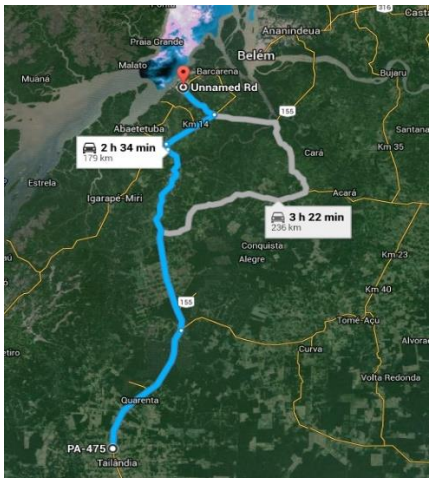


Fig. 2(a)

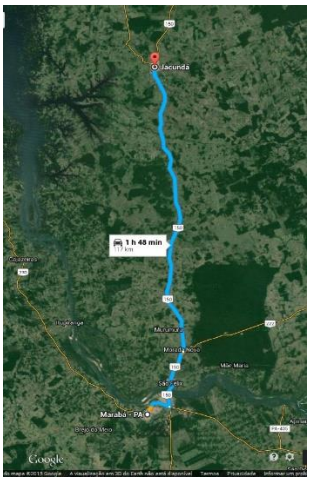


Fig. 2(b)

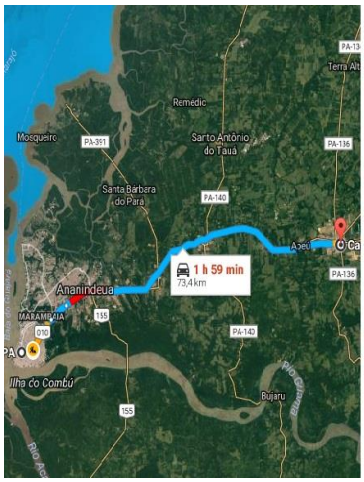


Fig. (c)

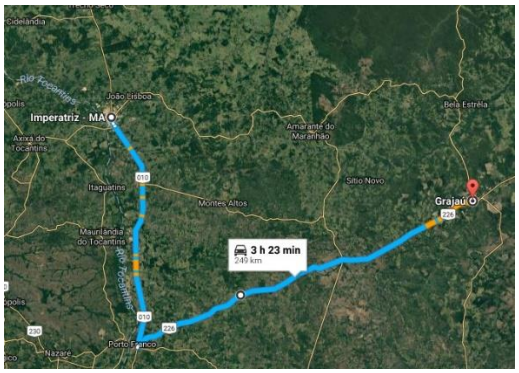


Fig. 2(d)

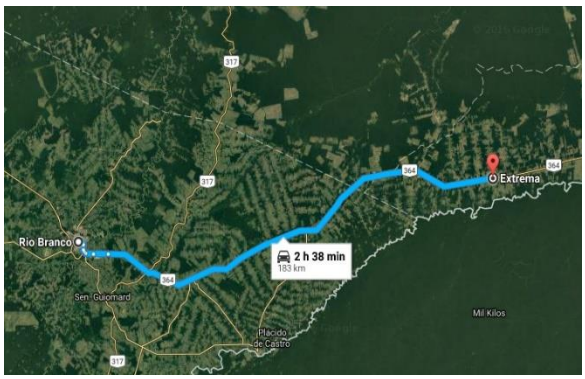


Fig. 2(e)

– Grandezas Elétricas

Foram definidas como grandezas elétricas a serem monitoradas as tensões VCA 3Φ de entrada, tensões VCA 3Φ interna estabilizada, tensões DC dos Retificadores de -48 Vcc, Tensões de Bateria do GDG 12volts DC.

2.2 - Outras Grandezas

Observou se a necessidade de implementar também o monitoramento de partida e parada de GDG, alarme de USCA, Temperatura e Umidade da sala de telecomunicações. Ficou para outra etapa o monitoramento das correntes de consumidor e baterias dos retificadores de -48 DC.

3.0 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

3.1 Bases do desenvolvimento

Os sistemas de monitoramento são desenvolvidos baseados em uma arquitetura para atender as demandas das empresas, estes sistemas são responsáveis por: condicionamento dos fenômenos a serem monitorados, aquisição destes sinais, conversão analógica digital, gravação, processamento das informações e apresentação dos resultados em forma gráfica ou relatórios (ver Fig. 3):[3][4]

- SUPERVISAO
  Informação em Tempo real em forma de medições e alarmes para ser usado no controle de processos.
- MONITORAMENTO
  Acompanhamento de grandezas no domínio do tempo em forma de curvas de tendência, domínio do tempo ou de frequência para apoio na tomada de decisão.
- DIAGNOSTICO / PROGNOSTICO
  Baseado no acumulo de informação utilizando o conhecimento do especialista ou técnicas computacionais para previsão e acompanhamento de quebra.

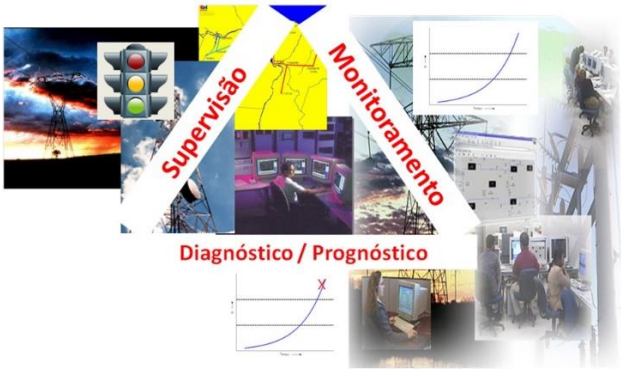


Fig. 3

3.2 Desenvolvimento

A divisão de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro de Tecnologia da Eletronorte desenvolve e implanta sistemas de monitoramento para atender as demandas de engenharia de manutenção e desenvolveu o SIMME (Sistema de Monitoramento de Maquinas e Equipamentos). Com experiência na implantação de

monitoramento de Compensadores Síncronos, Reatores e Hidro Geradores, bem como monitoramento de qualidade de energia, possui uma equipe de desenvolvimento de soluções para atender as demandas das equipes de manutenção (ver Fig. 4 a e 4b).[5][6]

Fig. 4(a)

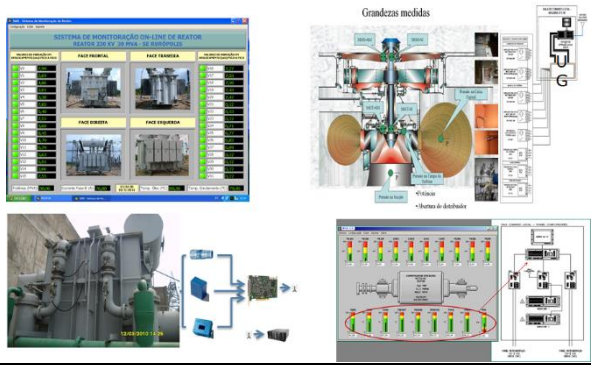


Fig. 4(b)

3.3 Monitoramento de Infraestrutura de Telecomunicações.

O CT da Eletronorte implantou um sistema de monitoramento de infraestrutura para atender as demandas levantadas e em seguida desenvolvidas, com transferência de tecnologia e treinamento para as equipes de manutenção das estações (Sites). Disponibilizando as condições de medições e controle das instalações em forma computacional com possibilidade de ser acessado em qualquer ponto da Eletronorte. [11][12][13]

3.4 Rede de Monitoramento

A rede de monitoramento promove via rede coorporativa da Eletronorte a aquisição de dados das estações através de condicionamento dos sinais aquisitados e guardados em banco de dados, com capacidade de acesso via protocolo de comunicação. Disponibilizando tanto acesa via plataforma SAGE como acesso via Plataforma SIMME para Análise e Diagnóstico (ver Fig. 5).[5][9]

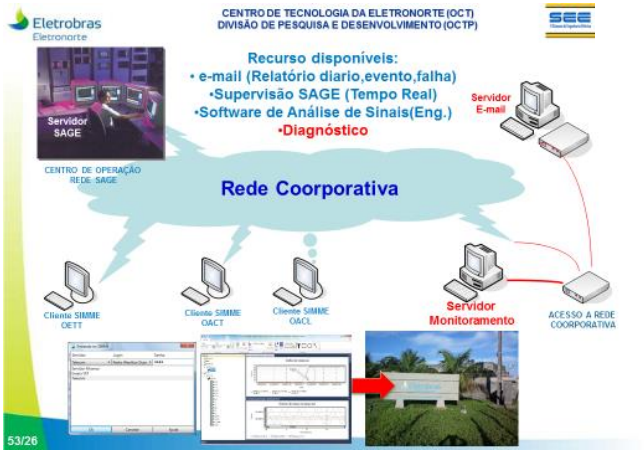


Fig. 5

3.5 Arquitetura

Na arquitetura definida foi instalada nas salas de telecomunicações das repetidoras ópticas citadas as estações os condicionadores e estações de aquisições ligados a rede coorporativa da empresa (ver Fig. 6).

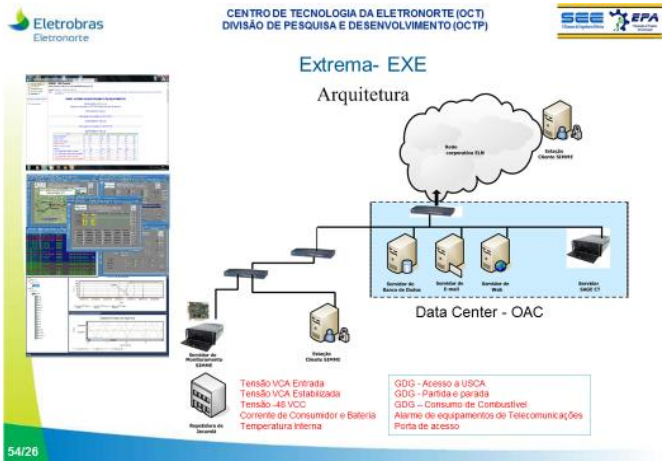


Fig. 6

3.6 Serviço de mensagem

A implantação do serviço de envio de e-mail é parte integrante do sistema de monitoramento de infraestrutura de telecomunicações e envia diariamente para os usuários cadastrados as informações de infraestrutura e de todas as alterações de grandezas nas estações em um período de 24(vinte e quatro) horas, eventos de ultrapassagem de alarmes e indisponibilidade do sistema de monitoramento. Com este serviço todos os colaboradores são informados continuamente inclusive fora dos dias uteis as condições das instalações. Com as informações recebidas no e-mail o colaborador de manutenção ou de plantão pode acessar a partir do e-mail uma página gráfica das grandezas monitoradas ou a plataformas de supervisão SAGE ou ainda a plataforma de monitoramento SIMME para embasar as tomadas de decisão (ver Fig. 7).[11][12][13]

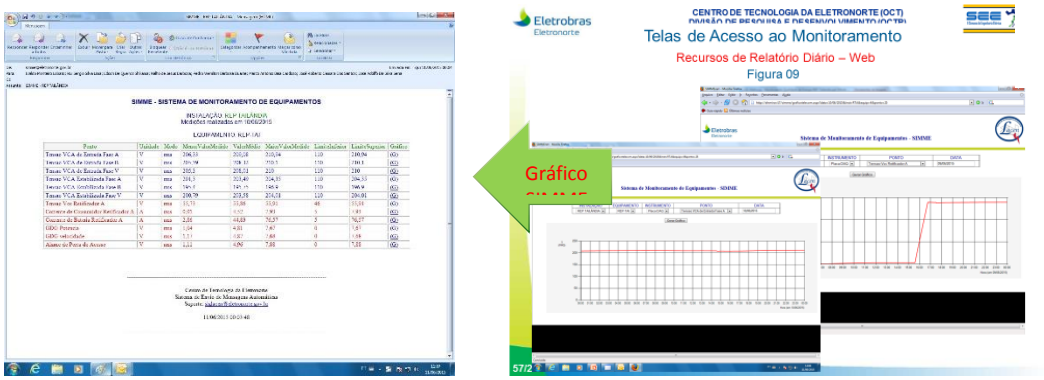


Fig. 7

3.7 Plataforma SAGE

A infraestrutura montada em conjunto com Plataforma SAGE prove as telas de supervisão, alarmes e ocorrências das instalações monitoradas e disponibilizando os recursos SAGE em tempo real como: Tendência, Walltrend entre outros. Podendo ser distribuídos para os centros de operação Regional ou ONS. A equipe de operação de subestação ou Centro de Controle é o vetor das demandas que acionam os plantões das equipes de manutenção nas unidades regionais (ver Fig. 8).[9][10]

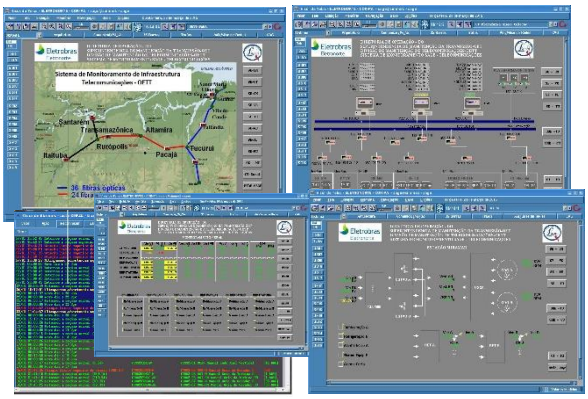


Fig. 8

3.8 Plataforma de Análise

A infraestrutura montada com Plataforma SIMME provê através do software cliente de analise, acessível em toda a rede Eletronorte, telas de supervisão, alarmes, ocorrências e gráficos, no domínio do tempo e da frequência, das instalações monitoradas e disponibilizam os recursos como: Relatórios, Gráficos, Tendências, Comparações. Para a equipe de engenharia de manutenção em tempo real com a possibilidade de desenvolvimento de ferramentas computacionais integrado para Diagnóstico e Prognóstico via plataforma de Banco de dados (ver Fig. 9).[7][8]

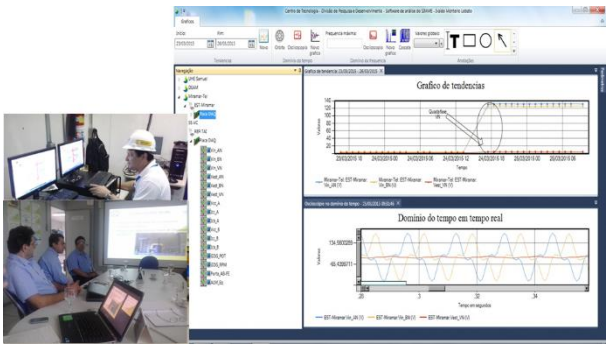


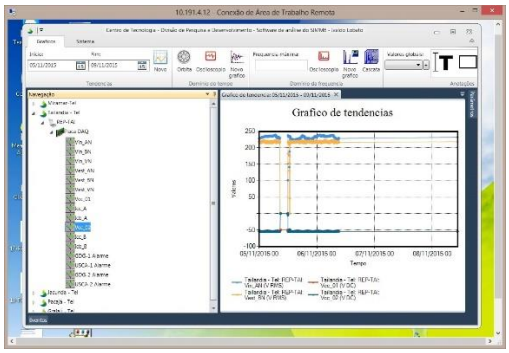
Fig. 9

4.0 - ESTUDO DE CASOS

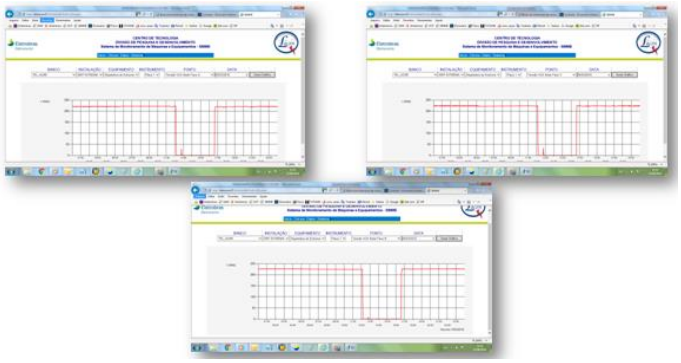
Após a implantação do Sistema de Monitoramento diversas ocorrências no período de 2014 a 2016 foram observadas que Ajudaram a aperfeiçoar as equipes, desenvolvendo uma técnica de diagnóstico com o intuito de atender as demandas de manutenção preditiva nas estações ópticas desassistidas, seguem alguns casos e atuação das equipes.[8][9]

4.1 Estações Repetidoras de Tailândia-PA e Extrema –RD

Caso 1: Ocorrência de falta de energia da concessionária, com partida do GDG e retorno do fornecimento. Não foi necessário acionamento das equipes de manutenção (ver Fig. 10a e 10b).

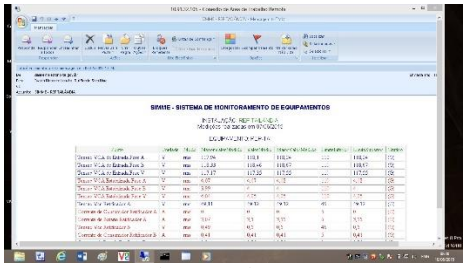


(Fig. 10a)



(Fig. 10b)

Caso 2: Ocorrência de falta de tensão estabilizada sem ocorrência de falta de fornecimento da concessionária de energia. Recomendação: acionamento da equipe de manutenção de Vila do Conde-PA para verificar estabilizador VCA interno (ver Fig. 11 a e 11b).

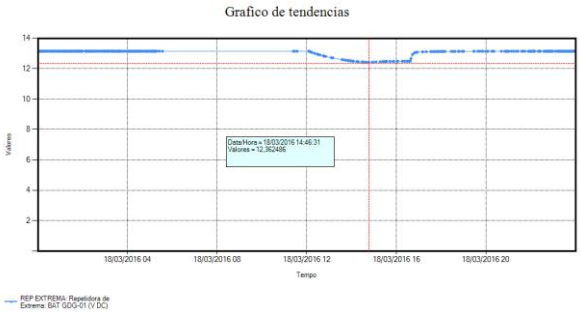


(Fig. 11a)

(Fig. 11b)

4.2 Estação Repetidora de Extrema-RD

Caso 3: Ocorrência de falta de energia da concessionária, com partida de GDG e retorno do fornecimento, observado leve afundamento da tensão de batería do GDG. Recomendação: Acionamento da equipe de manutenção de Rio Branco-AC para realizar teste nas baterías de 12 volts do GDG (ver Fig. 12).



(Fig. 12a)

(Fig. 12b)

Caso 4: Ocorrência de falhas nas aquisições do sistema de monitoramento. Recomendação: Acionamento da equipe de manutenção de Rio Branco-AC e do Centro de Tecnologia para manutenção da CPU de aquisição e Rede Coorporativa (ver Fig. 13a e 13b).

(Fig. 13a)

(Fig. 13b)

4.3 Estação repetidora de Pacajá-PA

Caso 5: Ocorrência de falhas nas aquisições do sistema de monitoramento. Recomendação: Acionamento da equipe de manutenção de telecomunicações e do Centro de Tecnologia para substituição da CPU de aquisição e Inversor -48-127VCA (ver Fig. 14).

(Fig. 14a)

(Fig. 14b)

4.4 Estação Repetidora de Grajaú-MA

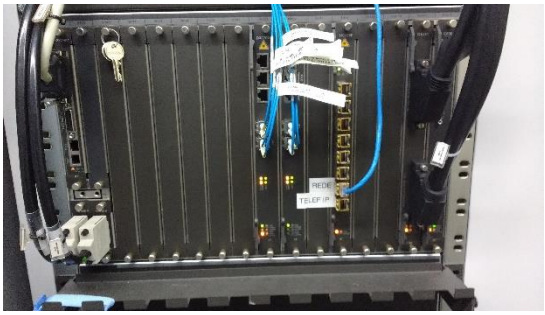
Caso 6: Ocorrência de falhas nas aquisições do sistema de monitoramento. Recomendação: Acionamento da equipe de manutenção de Imperatriz-MA e do Centro de Tecnologia para manutenção da CPU de aquisição e instalação de Inversor -48-127VCA (ver Fig. 15).

(Fig. 15a)

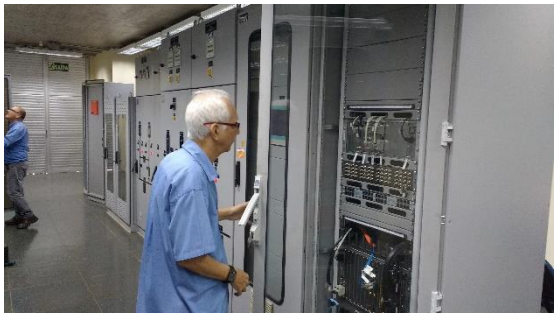
(Fig. 15b)

4.5 Subestação de Castanhal

Caso 7: Ocorrência de falhas nas aquisições do sistema de monitoramento. Recomendação: Acionamento da equipe de manutenção de Telecomunicações e do Centro de Tecnologia para manutenção no Sistema de Telecomunicações-Rede Coorporativa (SDH) (ver Fig. 16).



(Fig. 16a)



(Fig. 16b)

5.0 - CONCLUSÃO

As ferramentas de monitoramento desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia da Eletronorte e implantados nas estações repetidoras ópticas desassistidas se mostraram eficientes para apresentar em tempo real as diversas ocorrências que antes não eram integradas aos centros de operações-COR. Além desta objetivo alcançado o envio de mensagem(e-mail) para os colaboradores em sobre aviso e o acesso gráfico via web facilita o diagnóstico das referidas ocorrências otimizando a atuação das equipes e materiais e recurso necessários para a atuação. O software cliente promove para a equipe de engenharia de manutenção os recursos necessários pós ocorrência através de gráficos e comparações para basear ações de manutenção preditiva. Com este ganho que com baixo custo e com o domínio da tecnologia da empresa a manutenção e a operação vem trabalhando para atuar na redução das perdas e evitar ocorrências que impactam na parcela variável e multas contratuais.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ALVES, Marcos; VASCONCELLOS, Vagner. **Especificação de sistemas de monitoração on-line para transformadores de potência baseados em arquitetura descentralizadas**. Disponível em <https://www.treetech.com.br/artigos> acessado em 02 de mar. 2016.

[2] BERNARDES, Renan; AYELLO, Fernando. **SMQEE- Sistema de monitoramento da qualidade de energia elétrica**. Trabalho no. PCIC BR 2008 - 12.Campinas.

[3] FERNEDA, Edberto; **Fundamentos da arquitetura Cliente/Servidor.** Disponível em <https://www.marilia.unesp.br/home/Instituicao/Docentes/EdbertoFerneda/fundamentos_da_arquitetura_cliente-servidor.pdf> acesso em 03/05/2016.

[4] FERREIRA, Davidson Geraldo. **Visão integrada da automação da operação e manutenção de sistemas elétricos de potência**. 2007. 128p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Elétrica) Programa de 4 Pós-Graduação em Engenharia Elétrica- PPGE, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

[5] LIMA, José. **Monitoramento e diagnostico de estado de disjuntores de alta e extra tensão como técnica de manutenção preditiva**. 30/03/2004. Dissertação - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2004.

[6]LOBATO, Ivaldo. **Aplicação de inteligência computacional no processamento de alarmes em sistema elétricos de potência da subestação de Imperatriz**. 2006. Especialização- Universidade Federal do Pará – UFPA. Belém, 2006.

[7] SENA, Jose Adolfo da Silva (2016). **Sistema de monitoramento de máquinas e equipamentos SIMME – Manual do Usuário. Versão 2.0**. Belém. Eletrobrás Eletronorte

Referência em Congresso:
[8] SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 15., 1999., Paraná. **Sistema de monitoramento de equipamentos de subestações: Desenvolvimento e implantação.** São Paulo, 1999.

[9] SEMINARIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELETRICA, 22., 2013., Brasília. **Integração entre o sistema de monitoramento de máquinas elétricas - SIMME e o sistema de proteção controle e supervisão.- SPCS que atende o Estado do Pará.**

[10] Configurador do Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia –SAGE (MudBus)/ CEPEL, 2000.

[11] Teach Yourself Visual J++ in 21 days – Patrick Winters et al – Sams net – 1996.

[12] Microsoft Visual Studio- Utimate 2013, Version 12.0.21005.1 REL.

[13] Microsoft .NET Framework Version 4.5.51641, 2013.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

José Adolfo da Silva Sena nasceu na cidade de Belém, Pará, no ano de 1974. Graduou-se em 1998 pela Universidade Federal do Pará em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica, em 2001 concluiu o Mestrado em Engenharia Elétrica na área de Instrumentação Eletrônica na Universidade Federal de Campina Grande, em 2012 obteve o título de Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará. Atuou na área de ensino no Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM) no curso de Engenharia de Telecomunicações, na UFPA atuou como pesquisador e professor do quadro efetivo até 2006 onde pesquisou e lecionou disciplinas relacionadas à Eletrônica. Ingressou na Eletrobrás Eletronorte em 2007 no Centro de Tecnologia, até o momento, como Engenheiro de Manutenção Eletrônica.

Ivaldo Monteiro Lobato possui curso técnico em Eletrônica pelo Instituto Federal do Pará (1988), graduação em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1999), especialização em Redes de Computadores (2000) e em Engenharia Elétrica com Ênfase em Automação de Sistemas Elétricos de Potência (2006) pela UFPA. Ingressou na Eletrobrás Eletronorte em 1989 na UHE Tucuruí e desde 2006 no Centro de Tecnologia, até o momento, na Divisão de Pesquisa na Manutenção Eletrônica.

Rui Sergio Silva Lima nasceu em Belém, Pará, em 1958. Possui graduação em Engenheira Elétrica pela Universidade Federal do Pará (1980). Já atuou como gerente do setor de Regulação UHE Tucuruí (1988-1991). Ingressou na Eletrobrás Eletronorte em 1984 no Centro de Tecnologia, atua como Engenheiro de Manutenção Eletrônica.