



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Lucas Claudy da Silveira	Guilherme Mauri	Mosart Roque Longhi Jr
Rio Grande Energia SA	LONGHI ENGENHARIA E AUTOMAÇÃO LTDA	LONGHI ENGENHARIA E AUTOMAÇÃO LTDA
lsilveira@rge- rs.com.br	guilherme@longhiautomacao.com.br	mosart@longhiautomacao.com.br

Gabriel Jose Ribeiro	Jose Adolfo Cipoli
Rio Grande Energia SA	CEC Engenharia e Consultoria Ltda
gribeiro@rge-rs.com.br	cipoli@lexxa.com.br

Telemetria e Controle de Níveis de Tensão no Sistema Elétrico de Distribuição

Palavras-chave

Controle
Eclipse E3
Otimização
Qualidade da Energia Elétrica
Reguladores de Tensão
Supervisão

Resumo

A qualidade da energia elétrica cada vez mais é foco de atenção e motivo de investimento entre as companhias distribuidoras de energia elétrica e órgãos fiscalizadores. É ideal que o consumidor disponha de níveis adequados de tensão, não apenas dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL, em suas resoluções, mas em níveis de tensão muito próximos da tensão nominal da rede, de maneira otimizada e na totalidade do dia. O trabalho propõe a medição constante e otimizada das unidades de reguladores de tensão de distribuição, atuando continuamente nos parâmetros dos controladores, sendo que essa medição e parametrização é feita remotamente através do sistema de dados das redes de telefonia móvel e internet. Para esse objetivo, foi desenvolvido um sistema de supervisão e controle, em plataforma ELIPSE E3, comunicando remotamente, via internet, com controladores eletrônicos de reguladores de tensão ITB. O

sistema possui funções de medição on-line, aquisição de dados e possibilidade de alteração dos parâmetros dos controladores, sejam em forma de ajustes pré-estabelecidos ou individualizados.

1. Introdução

De acordo com os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica da ANEEL, a tensão fornecida a um consumidor é considerada adequada se estiver acima de 201 Volts e abaixo de 231 Volts. No entanto, é ideal que o consumidor disponha de uma tensão entre 220 Volts e 231 Volts na totalidade do dia. Assim sendo, o objetivo maior do sistema de telemetria e controle é a contínua otimização da qualidade da tensão entregue aos consumidores e não somente atender aos requisitos da legislação vigente. Sabe-se que as medições trimestrais realizadas pelas concessionárias para atender as exigências do Procedimento de Distribuição - PRODIST não são suficientes para possibilitar o efetivo e permanente controle da tensão entregue aos consumidores. Assim sendo, o sistema de telemetria e controle tem a função de sistematizar a medição de tensão em pontos estratégicos da rede de média tensão e assegurar, por meio de otimização dos parâmetros, a constante supervisão do nível de tensão entregue aos consumidores, bem como possibilitar antever a ocorrência de tensões fora da faixa adequada, permitindo a avaliação dos dados e escolha da alternativa técnica mais adequada para evitá-las.

O sistema, desenvolvido para microcomputador sobre plataforma ELIPSE E3 comunica-se com os controladores de tensão instalados nos reguladores de média tensão através da rede de dados de telefonia móvel e internet. Isso possibilita que o operador, ou operadores possam, mediante senhas de acesso e níveis hierárquicos de segurança, promover a aquisição de dados ou alteração de parâmetros de qualquer lugar, necessitando apenas de uma conexão de internet. No entanto é uma limitação do sistema que, para que essa comunicação ocorra, é necessário que, no local onde se encontram os reguladores de tensão, exista cobertura de sinal de alguma rede de telefonia móvel. O sistema possui várias telas de programação e operação, partindo de funções simples, como alteração de um parâmetro ou medição da tensão RMS instantânea da rede, até funções mais complexas como ajustes de conjuntos de parâmetros pré-determinados.

2. Desenvolvimento

2.1 Plataforma de Desenvolvimento

O Sistema de Telemetria e Controle foi desenvolvido na plataforma ELIPSE E3. A escolha se deu pela versatilidade do sistema aliado ao ótimo custo benefício da plataforma. A plataforma Elipse E3 já é utilizada para supervisão e controle de sistemas de energia pelo Centro de Operações da Concessionária, portanto, está consolidada para a aplicação.

2.2 Controlador do Regulador de Tensão

Desenvolvido e fornecido pela ITB equipamentos elétricos, optamos pela utilização do controlador para reguladores de tensão CTR-1, já que a companhia possui mais de 100 equipamentos instalados em campo.



Figura 1: Controlador para reguladores de tensão ITB – CTR-1

Os controladores para reguladores de tensão monofásico ITB são equipamentos projetados para medir e corrigir a tensão das linhas de distribuição de energia elétrica. O regulador é um autotransformador em óleo isolante com enrolamento série do lado da fonte (Tipo B), equipado com comutador de derivação em carga que, em conjunto com o reator, possibilita 32 derivações, 16 para cima, 16 para baixo e a posição neutra, regula a tensão de linha com desvios de até $\pm 10\%$ com passos de 0,625% da tensão nominal de cada fase. O controlador para regulador de tensão ITB CTR-1 possibilita o controle da comutação das derivações do regulador, para manter os níveis de tensão. Além disso, esse controlador dispõe de uma porta serial que possibilita a comunicação, via RS232 ou 485 em protocolo DNP3.0

2.3 Considerações Sobre o Gerenciamento de Tensão em Alimentadores

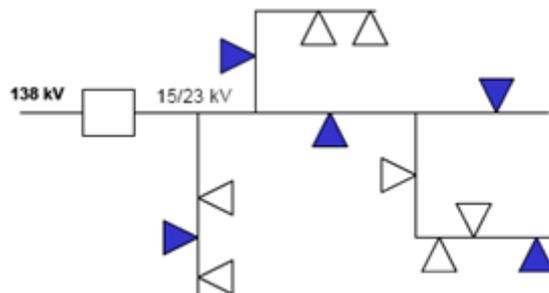


Figura 2: Distribuição de Reclamações de Nível de Tensão em um Alimentador

Os transformadores destacados em azul são aqueles em que os consumidores de baixa tensão efetuaram reclamação de tensão. Porém, ao se analisar o conjunto constata-se que há mais transformadores com problema de tensão e, que existem consumidores com cargas menos sensíveis a variação da tensão. Caso se tome providências com base unicamente nas reclamações recebidas certamente se efetuará a reforma dos correspondentes circuitos secundários, mas com o decorrer do tempo o problema se repetirá e o investimento será perdido, porém, se a concessionária supervisiona a tensão na rede de 15/23 kV constatará que o problema não é isolado e que sua solução passa por providências ao nível de alimentador. E, que a irregularidade na tensão poderá ser solucionada, por exemplo, com um reajuste no TAP do transformador de força da S/E e/ou no regulador de tensão. Soluções essas de baixo custo e de rápida execução.

2.4 Modem

De fornecimento da CAS optou-se pela utilização do modem RS-2000 – Multi Lite com tecnologia de transmissão GSM GPRS/EDGE/SMS/HCS, composto por: um gabinete, uma fonte Multi Lite CAS PCI 65~280VCA 5VCC 4A e 4 placas RS2000 GSM Multi Lite.

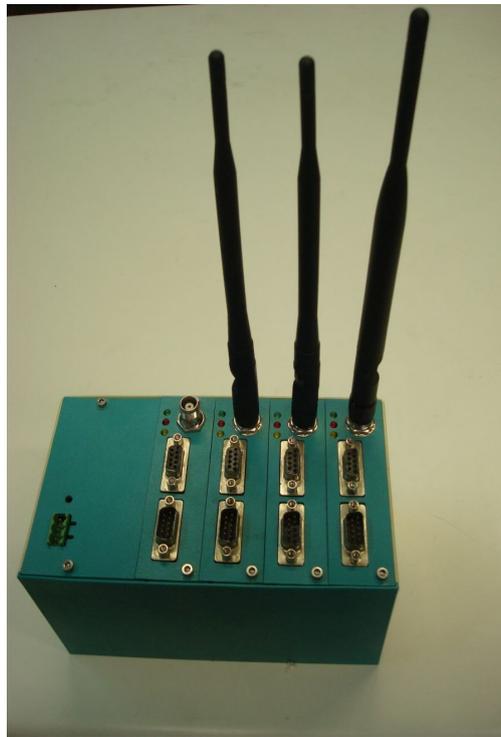


Figura 3: Conjunto modem CAS RS-2000

A CAS disponibiliza uma porta de comunicação virtual, via internet, fornecendo um endereço de IP, onde pode-se fechar o link de transmissão e recepção de dados entre o computador onde encontra-se o sistema e o regulador de tensão, operado pelo controlador ITB.

2.5 Desafios de Comunicação e Interfaceamento

Alguns infortúnios aconteceram durante o processo de implementação do sistema protótipo. Deparamo-nos com alguns problemas que, inicialmente, a nível de projeto, não deveriam apresentar-se. Esses problemas consumiram esforço e tempo demasiados, pois, além de inesperados, eram inerentes aos equipamentos escolhidos, que não possuíam histórico de aplicação semelhante.

Durante o desenvolvimento do projeto, na confecção do protótipo, foi de extrema importância a interação entre as engenharias parceiras: RGE, Longhi Engenharia, Elipse Software, ITB Equipamentos e CAS Tecnologia. Para a interação entre os equipamentos foram necessárias algumas adaptações, tanto físicas quanto lógicas, com intuito de alinhar a comunicação entre eles.

Para o controlador da ITB necessitou-se realizar a troca do meio de comunicação serial. Inicialmente desenvolvido para comunicação serial RS485, foi necessária a substituição de componentes eletrônicos convertendo essa comunicação para RS232, também serial. Essa última mais adequada para comunicação através do modem CAS. Além disso, foi necessária a atualização do firmware (programa interno do controlador) do equipamento, para acesso a alguns parâmetros e comandos inicialmente não disponíveis. Salienta-se que a equipe de projetos da ITB participou ativamente do processo de adequação, orientando e fornecendo todos os dados necessários para a efetivação das adequações.

Outra dificuldade encontrada foi a configuração das portas dos servidores da CAS, necessárias para estabelecer comunicação entre o computador, através da internet, e o modem CAS contendo um chip de telefonia celular transmitindo dados via GPRS e conectado ao controlador ITB.

2.6 Telas do Sistema de Supervisão e Controle

Uma tela de entrada é apresentada para iniciar o sistema e apresentar as logomarcas das empresas envolvidas no desenvolvimento do sistema.



Figura 4: Tela de Abertura do Sistema

Após a abertura, o sistema apresenta uma tela de LOGIN, onde o usuário deve informar Login e Senha previamente cadastrados.



Figura 5: Tela de Login

Após a validação do Login, será apresentado no canto superior esquerdo da tela as estações que possuem links de comunicação ativos.



Figura 6: Tela de Escolha das Estações OnLine

Monitoramento de grandezas:

Com o Sistema de Supervisão e Controle é possível monitorar as seguintes grandezas:

- *Tensão Primária – Fonte;*
- *Tensão Primária – Carga;*
- *Corrente;*
- *Potência Ativa;*
- *Potência Aparente;*
- *Potência Reativa;*
- *Tap Atual;*
- *Tap Máximo;*
- *Tap Mínimo;*
- *Contador de Operações;*
- *Perfil Ativo;*
- *Tensão de Referência;*

- *Temporização;*
- *Insensibilidade;*
- *Queda de Tensão Resistiva;*
- *Queda de Tensão Reativa;*
- *Limitador de Tensão Máximo;*
- *Limitador de Tensão Mínimo e*
- *Estado dos Led's do controle.*

Ajustes de parâmetros:

Com o Sistema de Supervisão e Controle é possível ajustar ou alterar os seguintes parâmetros do controlador:

- *Tensão de Referência;*
- *Temporização;*
- *Insensibilidade;*
- *Queda de Tensão Resistiva;*
- *Queda de Tensão Reativa;*
- *Limitador de Tensão Máximo;*
- *Limitador de Tensão Mínimo;*
- *Elevar Tap;*
- *Abaixar Tap;*
- *Manual / Automático;*
- *Auto Zerar;*

Variáveis, grandezas e parâmetros não acessíveis:

Com o Sistema de Supervisão e Controle não é possível acessar, visualizar ou alterar os seguintes parâmetros do controlador, sendo necessário ajustes locais:

- *Modo de Atuação em caso de Fluxo Inverso;*
- *Tipo de Atuação no Comutador;*
- *Método de leitura da posição atual do Comutador;*
- *Defasagem entre tensão e corrente;*
- *Período de Aquisição de dados;*
- *Endereço do Controle;*
- *Relação do TP e TC do controle;*
- *Datas para iniciar e finalizar a vigência do Mapa 2 e 3.*

Abaixo são apresentadas algumas telas de visualização e alteração de grandezas e parâmetros:



Figura 7: Tela de Estação OnLine – Grandezas Elétricas – Status dos Reguladores

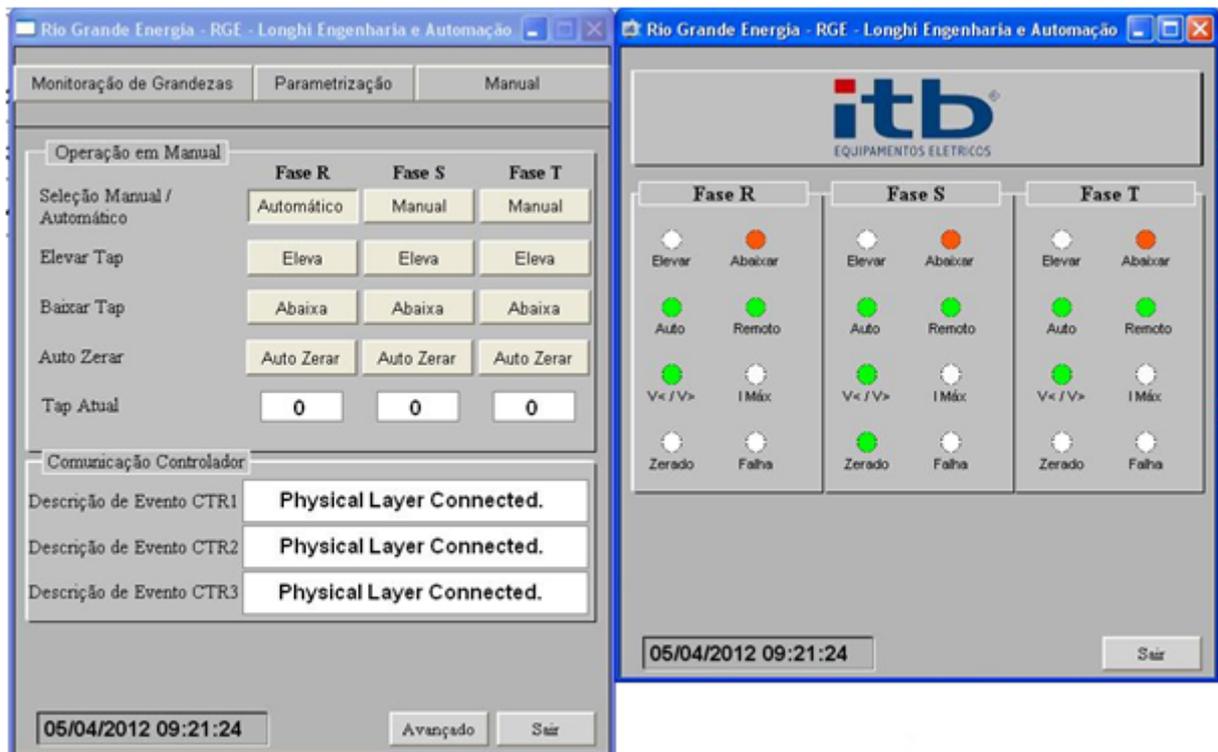


Figura 8: Tela de Estação OnLine – Parâmetros de Configuração – Status dos Controladores

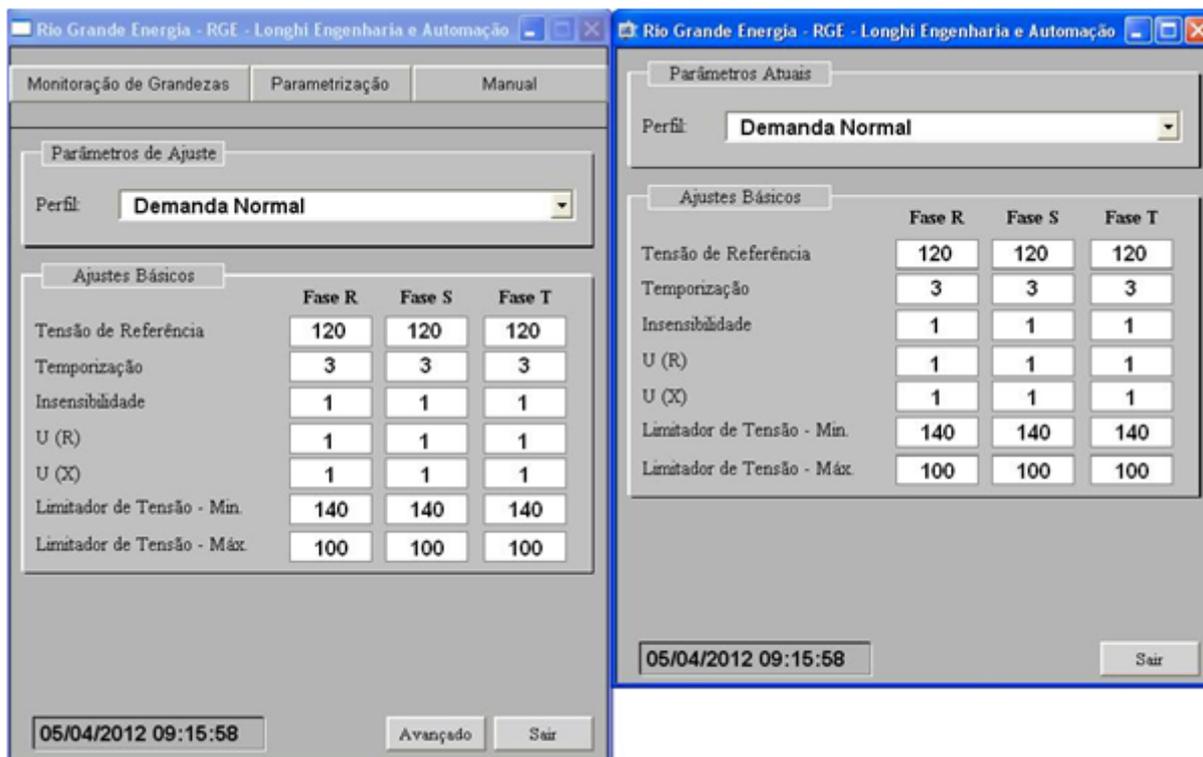


Figura 9: Tela de Estação OnLine – Parâmetros de Configuração – Status dos Controladores

3. Conclusões

As distribuidoras de energia elétrica vem investindo fortemente na automatização de suas redes de distribuição, a fim de torna-las mais robustas, menos suscetíveis a desligamentos indesejados, aumentando a confiabilidade do sistema, além de tornar a rede de distribuição mais flexível para execução de manobras, diminuindo o tempo de manobra através de ferramentas de propiciam o comando remoto das mesmas. Neste artigo estamos entrando em uma nova fronteira, que é o monitoramento e parametrização de equipamentos de regulação de tensão, visando elevar o nível de controle sobre as redes de distribuição de energia, atuando sobre os equipamentos de regulação de tensão, podendo agir preventivamente ou corretivamente sobre ajuste de tensão, mitigando reclamações de nível de tensão em regime permanente, reduzindo o risco regulatório e as compensações financeiras pelo fornecimento de tensão abaixo dos padrões permitidos pelo PRODIST.

Um dos benefícios mais palpáveis e visíveis do Projeto é referente a eficácia da supervisão e do gerenciamento da tensão a partir de medições no sistema de Média Tensão, utilizando estruturas existentes de Reguladores de Tensão de Distribuição, quando comparado com a disponibilizada a partir das medições trimestrais em Baixa Tensão programadas pela ANEEL. A medição em Média Tensão fornece uma visão de conjunto e, a solução do provável problema observado se estende de forma automática a todos os consumidores atendidos pelo alimentador, fato este que não ocorre ao se tomar providências em circuitos secundários isolados.

A ANEEL através do Modulo 8 do PRODIST define limites de valores e de duração para as violações de tensão nas faixas críticas e precárias, com isso, e em função da divulgação dada ao assunto, o nível de exigência dos consumidores vem crescendo constantemente, sendo que, as concessionárias devem se adaptar rapidamente a esse novo cenário.

Ajustando-se a este cenário a ferramenta de monitoramento remoto das tensões nos reguladores de tensão de

média tensão permite a visualização em tempo real das tensões RMS no ponto onde o mesmo está conectado, além de possibilitar a leitura dos parâmetros dos diversos mapas de ajuste existentes bem como da alteração dos mesmos de forma remota, reduzindo o custo operacional necessário atualmente quando existe o envio de uma equipe de técnicos ao local para execução das alterações estudadas pela área de engenharia, além de dar uma resposta ágil as reclamações de tensão em regime permanente registradas na região.

4. Referências bibliográficas

1 - Curso de Manutenção e Operação de Sistemas da Distribuição - ABRADÉE / COGE / MACKENZIE - Set/2006 Medição de Grandezas Elétricas e Níveis de Tensão em Sistemas de Distribuição.

2 - Sistema de supervisão de nível de tensão e carregamento de alimentadores - Garrido, Regina M. Bonetto S. Blumenau CELESC , 1992 - Trabalho apresentado no SENDI.

3 - Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Nacional - PRODIST

4 - ELETROBRÁS - Coleção Distribuição de Energia Elétrica - Volume 5 - "CONTROLE DE TENSÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO".

5 - CIPOLI, JOSÉ ADOLFO - ENGENHARIA DE DISTRIBUIÇÃO - CAPÍTULO 14 - "Aplicação de Capacitores em Sistemas Elétricos de Distribuição" e CAPÍTULO 15 - "Regulação de Tensão".

6 - São Paulo State Regulatory Experience in the Evaluation of Voltage Level - CSPE/USP - IEEE/PES T&D 2002

7 - CODI-13.05 - Diretrizes, critérios e procedimentos para supervisão e controle de níveis de tensão do fornecimento de energia elétrica

8 - CODI-13.06 - Avaliação do desempenho operacional do sistema elétrico de distribuição quanto aos níveis de tensão