



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Platoe - Plataforma de Operação e Engenharia

Francisco Manuel Pires Neto
Energias do Brasil
piresnt@enbr.com.br

Rogério Marques
Energias do Brasil
rmarques@enbr.com.br

Emerson Chinaglia
Hexagon Telecom
emerson@hxgt.com.br

Gilberto R. Pereira
Wirelex Telecom
gilberto@wirelex.com

Marco A. C. Menezes
Mobicons
marco@hxgt.com.br

Pedro Junji Hirasawa
Hexagon Telecom
pedro@hxgt.com.br

Cezar A. C. Menezes
Wirelex Telecom
cezar@wirelex.com

Palavras-chave

Integração
Microrremota
SCADA
Telecomando

Resumo

Este documento apresenta a conclusão do desenvolvimento do projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico - ciclos 2004/2005, P&D B31 - Platoe (Plataforma de Operação e Engenharia do Sistema de Telecomando e Monitoramento dos Religadores Automáticos) que integra o sistema de supervisão e controle dos equipamentos de telecomando, utilizando as redes públicas de telefonia celular com objetivo de melhorar a gestão das redes de distribuição de energia elétrica.

1. Introdução

Durantes os anos de 2002 e 2003, a Bandeirante Energia, a Wirelex Telecomunicações LTDA e a Hexagon Telecomunicações LTDA desenvolveram um sistema inovador de telecomando, supervisão e controle para os religadores automáticos instalados ao longo das linhas de distribuição de 13.8 kV, denominado STMRA - Sistema de Telecomando e Monitoramento de Religadores Automáticos.

O caráter inovador do STMRA, projeto totalmente desenvolvido em território nacional e atualmente em fase de substituição pelo Platoe, advinha de uma de suas principais características: a utilização de um centro de controle miniaturizado - a microrremota - que utiliza a rede de telefonia móvel celular como canal de comunicação com o software de controle central.

A microrremota é um autômato de rede que realiza a supervisão local de um ou mais religadores. Em condições normais, ela monitora ininterruptamente os religadores e se mantém desconectada (sem ligação telefônica celular estabelecida) do software central. Ocorrências de falhas na rede de distribuição são informadas ao software central via chamada telefônica celular tipo CSD (“circuit switched data”).

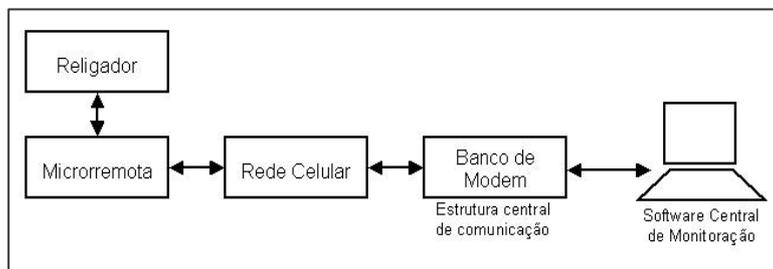


FIGURA 1. ARQUITETURA DO STMRA

Do software central e através de uma interface homem-máquina amigável, pode-se gerenciar (monitorar e operar) os religadores instalados em toda a área de concessão da Bandeirante Energia. A realização de manobras à distância proporciona, dentre outros, a diminuição no tempo de restabelecimento da rede elétrica com conseqüente melhoria nos índices de qualidade.

Conforme mencionado, o foco do projeto STMRA girava em torno da utilização da comunicação de dados via rede celular e da utilização de um centro de controle miniaturizado – a microrremota – para o gerenciamento dos religadores automáticos, características então inovadoras.

Contudo, com a utilização do STMRA vislumbrou-se as vantagens da disponibilização de informações das linhas de transmissão a diferentes departamentos da empresa, bem como a necessidade de integrá-las ao sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) existente, contribuindo para a utilização de um ambiente único de gerenciamento de subestações e dos demais dispositivos da rede de distribuição.

Face ao exposto, percebeu-se a necessidade de evoluir o STMRA para uma ferramenta mais abrangente e capaz de: disponibilizar, de maneira segura e sem interferir na operação do sistema, as informações coletadas às diversas áreas da Bandeirante Energia; permitir uma visão mais abrangente das linhas de transmissão; interligar-se ao sistema SCADA existente.

2. Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Para atender a evolução mencionada o Platoe, cuja metodologia adotada em seu desenvolvimento utiliza processos em espiral (B.W. Boehm, 1998), iterativo e incremental de desenvolvimento de software, priorizando os maiores riscos em relação aos objetivos desejados para o sistema, ao longo do seu ciclo de vida. A metodologia propõe abordagem em fases para construir informações desde a coleta até o projeto do Sistema - sempre atacando pequenos blocos de informações baseados em prioridade de risco.

2.2 A Plataforma – Módulos e Funções

Os módulos de software que compõe a plataforma foram desenvolvidos conforme a metodologia apresentada e, em conjunto com as microrremotas, compõe o Platoe.

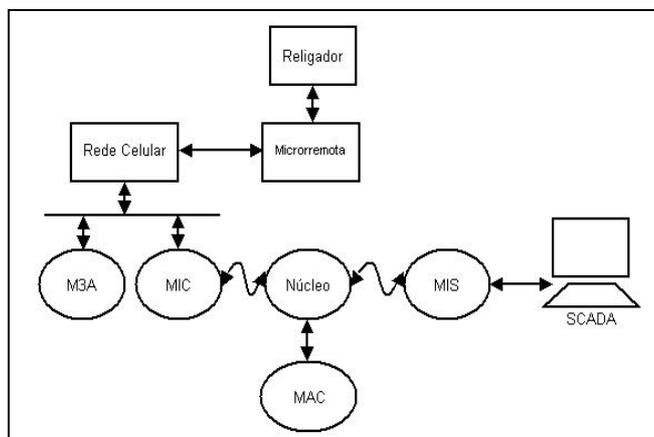


FIGURA 2. ARQUITETURA DO PLATOE

Os elementos – software e hardware – que compõem a plataforma são:

- Microrremotas;
- M3A (Módulo de Autenticação);
- MIC (Módulo de Interface de Comunicação);
- Núcleo;
- MAC (Módulo de Armazenamento e Consulta);
- MIS (Módulo de Interface com o SCADA).

2.2.1 Microrremota

A primeira evolução do Platoe em relação ao seu antecessor, o STMRA, aparece na abordagem dispensada à microrremota.

A microrremota, dentro do contexto Platoe, mantém-se como a interface de comunicação com religadores e chaves, passando também a ser vista como um “sensor” (tendo religadores como transdutores) capaz de alimentar a plataforma com uma grande variedade de informações a respeito das linhas de transmissão.

Concomitantemente à chegada do Platoe, a Bandeirante iniciou um processo de ampliação e atualização de microrremotas, substituindo as de tipo H4 (desenvolvida para o STMRA) para o tipo H5. O aumento do número de microrremotas instaladas traduz-se em maior quantidade de informação e melhor entendimento da rede de distribuição.

Dentre as novas características da microrremota H5 destacam-se: a conexão por pacote (TCP/IP), o algoritmo de criptografia do protocolo de comunicação baseado em chave de 128 bits (AES128) e a capacidade de gerenciamento simultâneo de múltiplos dispositivos (religador, chave ou subestação). A conexão por pacote tornou-se o principal modo de comunicação entre a microrremota e o Platoe (através do MIC) visto que este tipo de comunicação é atualmente disponibilizado com boa qualidade por todas as operadoras de telefonia celular presentes no território nacional. Uma das principais vantagens deste tipo de comunicação é permitir que a microrremota permaneça constantemente conectada ao centro de controle (caso necessário) a custos reduzidos.

A microrremota H5 permite dois modos de operação: modo remoto (ou on-line) e modo local (ou off-line). No modo on-line, a microrremota permanece sempre conectada ao centro; enquanto no modo off-line, a conexão ao centro somente é solicitada em condição de alarme.

A comunicação do tipo CSD também é suportada pela microrremota H5, ficando relegada à função de comunicação-backup em caso de indisponibilidade do modo de comunicação principal (por pacote).

Na terminologia DNP, se conectada a uma porta serial do religador que suporte o protocolo DNP 3.0, a microrremota é um “master”.

Em relação ao Platoe, a microrremota atua como:

- um “slave”, quando on-line (via conexão por pacote ou CSD), obedecendo ao controle central;
- um “master”, quando em modo local, monitorando o religador e as interfaces digitais de maneira autônoma. Ao detectar uma condição de alarme, inicia uma sessão de conexão (por pacote ou CSD, dependendo do perfil de operação configurado).

Os dados no protocolo DNP são encapsulados em protocolo proprietário desenvolvido pela Hexagon Telecomunicações LTDA. Tal protocolo garante robustez e confiabilidade à comunicação de dados através do uso de algoritmos de compressão de dados, de detecção de erros (CRC16) e criptográficos (AES128).

2.2.2 Módulo de Autenticação

O módulo de autenticação (M3A) é responsável por validar as conexões solicitadas pelas microrremotas.

Na ocorrência de alarme, quando no modo off-line, ou no início do processo de comunicação, modo on-line, a microrremota inicia o processo de conexão. Para aumentar a segurança, o tráfego de pacote pela internet pública foi evitado. Uma linha privativa de dados (3) tipo ponto-a-ponto foi instalada conectando o “gateway” de internet da operadora de telefonia celular ao Platoe.

A solicitação de autenticação enviada à rede IP da operadora celular é encaminhada ao Módulo de Autenticação instalado em Mogi das Cruzes – SP, evitando-se o tráfego pela rede Internet.

Tal roteamento é possível graças a um domínio exclusivo criado pela operadora celular, que abriga as microrremotas. Ao iniciar a conexão, a microrremota informa seu domínio, possibilitando que suas informações sejam encaminhadas diretamente ao Platoe.

A validação final de uma remota ocorre no Módulo de Interface de Comunicação (MIC) utilizando-se a chave tripla: usuário de domínio, senha e número único de identificação da remota.

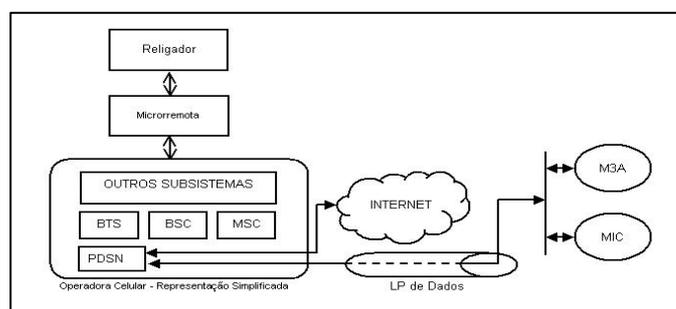


FIGURA 3. LINHA PRIVATIVA DE DADOS

Nas raras ocasiões em que se utiliza a conexão CSD, a autenticação é executada com o número único de identificação da remota.

Obs: o módulo de autenticação é o único componente da plataforma que utiliza softwares não desenvolvidos pelas empresas Wirelex Telecomunicações LTDA e Hexagon Telecomunicações LTDA, desenvolvedoras do Platoe. Contudo, a configuração deste módulo é de responsabilidade das desenvolvedoras.

2.2.3 Módulo de Interface de Comunicação

O Módulo de Interface de Comunicação (MIC) é o responsável pelo gerenciamento das comunicações (por circuito ou por pacote) entre a plataforma e as microrremotas; e pela decodificação dos dados provenientes dos diferentes tipos de religadores, chaves e subestações.

No que diz respeito ao gerenciamento das comunicações, o MIC é o responsável por iniciar, manter e terminar cada sessão de comunicação das microrremotas.

Uma das principais tarefas realizadas durante a permanência de cada sessão é a atualização automática de estados, medidas e eventos de acordo com os perfis de operação.

Os diferentes perfis permitem a adequação da operação de uma microrremota às diferentes necessidades operativas de uma rede de distribuição.

O MIC decodifica os dados e os encaminha ao Núcleo no protocolo proprietário do Platoe (4).

No que tange à redundância e ao balanceamento de carga, o sistema pode trabalhar com até cinco MIC's simultâneos hospedados em diferentes servidores. A saber, a microrremota pode ser programada para se conectar a qualquer um dos MIC's disponíveis ou a somente um deles.

O ganho obtido com vários módulos de comunicação é a melhoria do desempenho das sessões de comunicação nas redes celulares proporcionada pelas redundâncias e rotas alternativas.

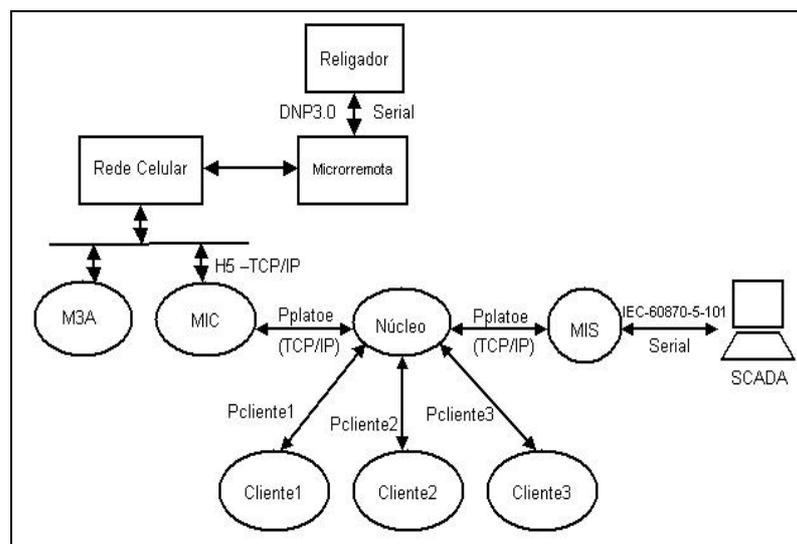


FIGURA 4. PROTOCOLOS

2.2.4 Núcleo

Através do Núcleo, as informações provenientes do conjunto religador-microrremota (via MIC) são distribuídas para diferentes aplicativos clientes do sistema, sem perda de desempenho.

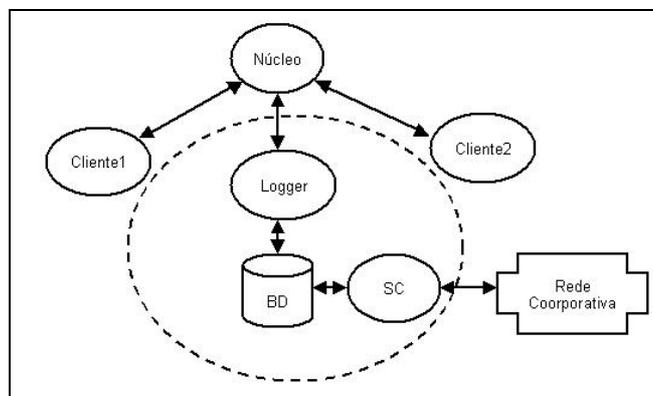


FIGURA 5. CLIENTES DA PLATAFORMA

Entende-se por aplicativos clientes aqueles responsáveis por armazenar, mostrar e disponibilizar as informações para os usuários corporativos. Os usuários aqui denominados corporativos são os que interagem de maneira passiva com a plataforma através de um de seus aplicativos (são impedidos, por exemplo, de operar um religador da rede). Tais usuários pertencem às áreas de planejamento, engenharia de redes, bem como todas aquelas que não sejam as de operação.

A utilização do Núcleo permite a disponibilização imediata dos dados e informações de maneira segura e simples a diferentes usuários corporativos. Sem a utilização do Núcleo, estes dados estariam armazenados isoladamente e disponíveis somente através do banco de dados do sistema SCADA, muitas vezes de acesso restrito.

2.2.5 Módulo de Armazenamento e Consulta

O Módulo de Armazenamento e Consulta (MAC) é um cliente composto por dois submódulos: Logger e Sistema de Consulta.

O Logger tem como principal função o armazenamento das informações recebidas do Núcleo em vários formatos e meios.

O Platoe pode trabalhar com vários Loggers, proporcionando redundância no processo de gravação. Para bem cumprir o papel de redundância, os Loggers devem ser hospedados em diferentes servidores.

O Sistema de Consulta é responsável pela busca, formatação e apresentação dos dados ao usuário. Ele utiliza uma metodologia inteligente no preenchimento dos formulários de busca, tornando o processo mais eficiente e natural para o usuário.

É importante ressaltar que o Sistema de Consulta é o “gateway” do Platoe para a rede corporativa; é principalmente através deste módulo que as informações existentes na plataforma são disponibilizadas aos usuários corporativos. Assim, é natural que este sistema contemple também as funções de “firewall” de acesso.

2.2.6 Módulo de Interface com o SCADA

O Módulo de interface com o SCADA (MIS) é o responsável pela troca de informação entre os dispositivos da rede elétrica (religadores, chaves e subestações) e o sistema SCADA. Atualmente o módulo suporta a comunicação através de interface física serial RS-232 e Ethernet UDP/IP. O MIS é um aplicativo que interage com o Núcleo, sendo também a única via permitida a operar os dispositivos da rede elétrica.

Sistemas SCADA tipicamente utilizam linhas privadas (LP) de comunicação com tempos de resposta ou retardos constantes e conhecidos. Em sistemas celulares, os tempos de resposta não são constantes (e variam conforme a carga de tráfego telefônico, causando “jitter”). Para eliminar este efeito, internamente, o MIS cria dispositivos (religadores, chaves e subestações) lógicos, emulando a rede de distribuição real com base em um mapeamento previamente definido, denominado Tabela de Interoperabilidade.

As informações provenientes do Núcleo, originárias dos dispositivos reais (devidamente decodificadas pelo MIC), são recebidas pelo MIS. Essas informações atualizam os estados e os valores dos dispositivos lógicos e são prontamente enviadas ao SCADA.

O processamento das informações recebidas do Núcleo e o processamento das requisições do SCADA são atividades distintas que ocorrem sem nenhum sincronismo entre elas, o que elimina, para o SCADA, o “jitter” introduzido pela rede celular.

A troca de informações entre MIS e SCADA ocorre via protocolo IEC-60870-5-101.

Num telecomando recebido do sistema SCADA, o comando é traduzido para o protocolo interno e enviado ao Núcleo. Este, por sua vez, encaminha a requisição ao MIC. Os dados referentes ao retorno do telecomando atualizam os dispositivos virtuais que, por sua vez, atualizam o SCADA.

Caso o religador, chave ou subestação a ser telecomandado não esteja conectado (on-line), o sistema SCADA sinaliza tal condição ao seu usuário. Antes de proceder com o telecomando, o operador deverá estabelecer a conexão com um dos dispositivos gerenciados. Para tal, o sistema SCADA enviará ao MIS um telecomando de “estabelecer conexão”. Este telecomando será então encaminhado ao MIC, que se encarregará de executá-lo. Quando a conexão for estabelecida, iniciar-se-ão os processos de atualização descritos anteriormente.

O estado dos dispositivos virtuais da rede elétrica sempre espelha o estado dos dispositivos da rede elétrica real. Estando conectado (on-line), o espelhamento ocorre imediatamente. Estando desconectado (off-line), a microrremota conecta-se ao sistema após a detecção de um alarme, sendo os dados finalmente atualizados.

A disponibilização do religador, da chave e da subestação virtual diretamente ao sistema SCADA, emulando os dispositivos reais, é o maior benefício deste módulo, uma vez que os dados atuais sempre estarão disponíveis às requisições do sistema SCADA.

3. Benefícios trazidos com a implantação do Platoe

O advento do sistema Platoe, como uma evolução do sistema STMRA, trouxe melhorias à automação e operação da rede de distribuição, redefinindo procedimentos e processos operativos que resultaram em minimização dos índices de interrupção da rede elétrica e agilização da identificação de causas de ocorrências.

Ao integrar-se ao sistema SCADA, a operação da rede de distribuição – via Platoe, padronizou os procedimentos de operação, minimizando custos e otimizando a utilização de equipamentos.

4. Conclusões

A busca por aumento dos padrões de qualidade no fornecimento de energia, conjuntamente com exigência por melhores resultados de rentabilidade e competitividade no setor elétrico, faz com que as concessionárias persigam melhorias visando a excelência em seus processos operacionais.

Tais melhorias devem ser fortemente auxiliadas pela engenharia, pelo uso de novas tecnologias e pelo incentivo a empresas e idéias inovadoras, como no caso dos programas de pesquisa e desenvolvimento.

Dentro deste contexto, de inovação e melhoria, o uso das mais modernas tecnologias, tais como redes celulares e plataformas de aplicação orientadas a serviços, suportadas pelas melhores práticas de desenvolvimento, provêm resultados tangíveis, concretos e que a cada passo têm surpreendido os envolvidos, por elevar os níveis rumo a excelência. A cada melhoria eleva-se também o padrão de exigência por novas funcionalidades, que são evoluções das anteriores, criando-se um ciclo virtuoso no qual lucram a sociedade, a empresa e seus clientes.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

- Sistema de Supervisão e Controle aplicado a Subtransmissão – ELETROPAULO J.C.C.Lisboa – 1995 – VI ERLAC-CIGRÉ;
- Sistemas de Telecontrol: Normas y Estándares de Facto – ENGION R.Pellizzoni – 1995 – VI ERLAC-CIGRÉ;
- Redes de Computadores – Ed. Campus. Tanenbaum, Andrew S. – 1997 – 3ª edição;
- Sistema de Comando e Controle – SCC – COS BANDEIRANTE - F.M.PiresNeto – 2001 – BANDEIRANTE