

Desenvolvimento de um Sistema de Identificação e Combate à Fraude de Consumo na Eletropaulo

J. B. OLIVEIRA; E. A. T. DIRANI; W. RICARDO; W. PINHEIRO; L. C. DE CAMPOS; H. S. KAMIA; I. D. TEIXEIRA; D. PORTO; E. FREITAS; R. FRAMIL; N. MARCHIOLI; W. TOTO

Resumo - Este trabalho visa apresentar os resultados obtidos no projeto de pesquisa e desenvolvimento intitulado “Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento Remoto para Redes Elétricas de Distribuição de Energia de Baixa Tensão Visando a Caracterização da Fraude e o seu Combate”, que através do monitoramento de forma contínua e diária de clientes pré-selecionados pela AES Eletropaulo, possa permitir a identificação do desvio de consumo de energia elétrica.

Para isto foram desenvolvidos equipamentos de verificação do desvio de energia através da medição remota de energia e estudados os meios de comunicação entre os equipamentos (de medição de energia e o gerenciador) e entre o gerenciador e o centro de análise de dados da AES Eletropaulo.

Para o gerenciamento e tratamento das informações obtidas foi desenvolvido um sistema especialista que permite a identificação e a caracterização de instalações onde a energia registrada está sendo diferente da efetivamente consumida. A partir daí, com o auxílio dos dados disponíveis na AES Eletropaulo do histórico de consumo desses clientes é possível determinar o montante de energia não registrada.

Palavras-chave - Perdas Comerciais, Fraude, Monitoramento Remoto, Recuperação de receita.

I. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas para o setor elétrico é a perda de milhões de reais em decorrência das fraudes na medição de energia, realizadas por consumidores residenciais, comerciais e até mesmo por empresas de grande porte.

As perdas comerciais de origem administrativa englobam parcelas de energia que não estão sendo faturadas devido a uma deficiência na gestão administrativa/comercial da concessionária. As principais causas são: sistemas de medição incompletos, obsoletos ou descalibrados; cadastramento do usuário; erro na leitura registrada pelo medidor, ou no processo de informação dessa leitura, erro de faturamento.

As intervenções não autorizadas correspondem ao montante de energia não faturada, devido às intervenções ilícitas feitas pelo usuário legalizado, no sistema de medição da concessionária, com a finalidade de alterar o registro de energia utilizada.

Com o objetivo de reduzir estas perdas, as concessionárias^[1-4] têm realizado estudos visando aprimorar a seleção dos clientes com maior probabilidade de estarem praticando fraude de energia elétrica, bem como, têm desenvolvido programas de inspeções técnicas nas medições das unidades consumidoras, que consistem de verificação e testes nos equipamentos de medição, verificação da fiação, inviolabilidade da medição, constatação de erros de medição e/ou ligação de equipamentos, constatação de intervenção não autorizada, aspectos relativos à segurança, etc.

A seleção do possível consumidor que está praticando fraude, a programação e a execução das inspeções obedecem aos critérios de cada concessionária, sendo que historicamente as unidades têm sido selecionadas pela atipicidade dos seus respectivos consumos de energia. Esta seleção, no entanto, não diferencia se a causa da irregularidade se deve à intervenção praticada por terceiros, ou poderia ser atribuída à concessionária.

Para melhorar o nível de recuperação de receitas por irregularidade, com menor custo de fiscalização, maior margem de retorno e no menor intervalo possível, as empresas de distribuição de energia elétrica têm realizado estudos, nos últimos anos, no sentido de aprimorar as atividades inerentes ao processo de combate à fraude, destacando-se:

- Desenvolvimento de técnicas para seleção otimizada de consumidores suspeitos de estarem praticando fraude;
- Desenvolvimento de técnicas visando a fiscalização de instalações com suspeita de fraude;

As formas de fraudes são as mais variadas possíveis, o que gera muita dificuldade para a concessionária identificar dentre os seus consumidores aqueles que estão fraudando o consumo de energia. Diante desta situação, várias concessionárias de energia têm desenvolvido estudos visando diminuir seus custos operacionais e as perdas comerciais. Uma técnica que tem sido muito estudada é a do gerenciamento remoto da instalação do cliente através do uso de dispositivos que utilizam a rede elétrica para transmissão de dados, fazendo uso da comunicação em banda larga. Entre os serviços possíveis está a medição de grandezas elétricas, incluindo consumo, corte e religamento e também serviços para tráfego de outras informações como, por exemplo, Internet.

A redução das perdas comerciais traz consigo uma série de implicações positivas. Uma delas é a de que um maior controle do consumo de energia, gerará mais recursos para a empresa reinvestir em sua própria rede. O conhecimento do consumo real de energia permitirá um melhor dimensionamento da rede e, com os recursos recuperados, modernizá-la de forma a preparar a empresa para um cenário, em futuro próximo, de concorrência no mercado de distribuição de energia. A possibilidade de redução das tarifas em função da ampliação da receita (aumento do número de consumidores e recuperação de receitas) é uma estratégia interessante para estimular o consumo, com um conseqüente aumento da receita líquida da empresa. Para o consumidor, o benefício direto advém da possibilidade de redução das tarifas em função da redução do impacto das perdas comerciais na composição do custo final ao cliente.

Um dos objetivos deste projeto foi o de desenvolver um sistema de monitoramento remoto para

redes de distribuição de energia de baixa tensão visando a caracterização e o combate às fraudes do consumo de energia, em regiões pré-selecionadas.

Para a realização deste objetivo foram projetados dois equipamentos para serem utilizados pelas equipes de combate à fraude. O primeiro deles é um módulo medidor de energia (MOREL) e o segundo é o módulo gerenciador (GEMOREL) que serão descritos posteriormente. Ambos foram projetados de maneira a se evitar grandes complexidades tecnológicas, possibilitando sua construção e posterior utilização de maneira mais simplificada.

Trata-se de um sistema de monitoramento remoto composto de equipamentos como medidores de energia que possibilitam, além do controle da fraude de consumo, a obtenção de informações da qualidade da energia oferecida para o consumidor como potências (ativa, reativa, aparente) tensões elétricas, correntes elétricas e fator de potência individualizada.

Para a transmissão dos dados coletados e registrados no módulo gerenciador foram estudados diferentes meios. Neste projeto foi desenvolvido um sistema que permita a utilização da malha física de telefonia fixa, e também a tecnologia GSM. As duas tecnologias trazem vantagens e desvantagens. Num estudo comparativo, a rede comutada atende aos requisitos técnicos e apresentaria um custo relativamente menor, quando comparada com alternativas tecnológicas como Bluetooth, WLL (Wireless Local Loop – conexão utilizando sistema de rádio acesso, substituindo a parte final do sistema fixo de par trançado por rádio), GSM, entre outros.

O sistema desenvolvido permite a identificação de possíveis fraudes realizadas por consumidores, comerciais ou residenciais (baixa tensão), através do módulo de medição “MOREL” que, de forma contínua e diária, registra as informações de consumo. Estas informações são transmitidas via rede elétrica do ponto de entrega de energia (ligado em paralelo com o medidor) até o módulo GEMOREL. Deste ponto em diante, a transmissão dos dados se dá pela rede telefônica (fixa ou móvel) para a central de processamento da AES Eletropaulo.

Através da análise e tratamento dos dados do monitoramento remoto do consumo de energia está sendo possível realizar a caracterização do consumo, comparar os dados medidos com os dados históricos de consumo, gerar novos históricos com base em dados reais de medidas de campo e indicar as ações corretivas (fiscalização) necessárias para a eliminação das fraudes de consumo.

II. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar os principais resultados obtidos em um estudo de P&D desenvolvido, visando o desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento Remoto para redes elétricas de distribuição de energia elétrica de baixa tensão visando à caracterização da fraude e o seu combate.

III. METODOLOGIA

A etapa inicial do projeto foi destinada a efetuar amplo levantamento do estado da arte sobre as principais tecnologias disponíveis para o monitoramento remoto do consumo de energia dos clientes e os sistemas de comunicação utilizados, visando a identificação e combate à fraude.

A etapa seguinte envolveu o desenvolvimento de dois equipamentos. Um para a medição de consumo do cliente e outro para o gerenciamento das informações. O equipamento para medição de consumo é composto por dois módulos idênticos e a ocorrência de fraudes poderá ser indicada pela diferença de leitura entre estes dois dispositivos. Um deles é instalado junto ao medidor, o qual é o ponto de medição de consumo, e o outro em um ponto anterior à conexão da rede da AES Eletropaulo com o ramal da unidade consumidora. O equipamento gerenciador é instalado junto ao transformador de forma a poder receber e administrar todas as informações enviadas pelos equipamentos de medição. O meio físico para a transmissão de informações será a rede elétrica (do ramal da unidade consumidora e da rede de distribuição da AES Eletropaulo até o gerenciador instalado junto ao transformador), o sistema de comunicação entre o gerenciador e a AES Eletropaulo pode ser por par metálico ou por GSM.

A metodologia adotada considera o tratamento estatístico dos dados obtidos do histórico de consumo destes clientes, disponíveis na AES Eletropaulo, substituindo-os pelos dados obtidos das medidas em campo, em intervalos preestabelecidos. Uma vez determinado o consumo (por cálculo ou estimativa), o sistema apresenta uma estimativa do montante de energia desviada, para cada um destes clientes. Este sistema possibilite assim gerar novos históricos com base em dados reais de medidas de campo e indicar as ações corretivas (fiscalização) necessárias para a eliminação das fraudes de consumo.

IV. RESULTADOS OBTIDOS

A. Descrição Geral da Unidade de Monitoramento Desenvolvida

O equipamento de gerenciamento - GEMOREL - é composto por 7 placas com processamento individual baseado na arquitetura 8051, especificamente a do microcontrolador modelo AT89s8253, de fabricação ATMEL. O módulo medidor é composto pelas mesmas placas à exceção das placas 5 e 6 que são referentes à comunicação pela linha fixa comutada e via wireless (GSM), respectivamente. As placas estão descritas abaixo:

1 - Back Panel – Esta placa possui um circuito multiplexador e portas lógicas que são utilizados pela placa CPU para seleção e controle das demais dispositivos de hardware. Esta placa possui conectores de 40 pinos (barramento) onde as demais 6 placas são inseridas.

2 - CPU – Placa responsável pelo gerenciamento. Estabelece comunicação com as demais placas através do barramento de 40 pinos. Possui capacidade de memória de 512 kBytes paginado, ciclo de clock de 22 MHz. e memória EEPROM de 2 kBytes para dados.

3 - DSP – Placa responsável pela leitura de grandezas elétricas (potência, tensão, corrente). Baseada em DSP (Processamento de Sinal Digital) ADE 7754 de fabricação ANALOG DEVICES. Possui capacidade de memória 12kBytes de programa e 2 Kbytes para dados. A

placa utiliza um microcontrolador ATMEL, com ciclo de clock de 22 MHz e barramento de 40 pinos.

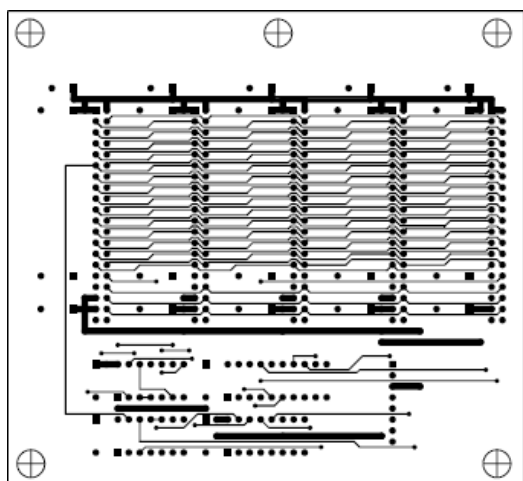
4 - PLM - Placa de comunicação via meio elétrico utilizando componente ST 7538, de fabricação ST-Microelectronics. Possui arquitetura 8051, ciclo de clock de 22 MHz com capacidade de memória de 12kBytes de programa e 2kBytes para dados.

5 - PSTN - Placa responsável pela comunicação fixa comutada. O hardware possui módulo de comunicação interno com capacidade de 56kbytes. A arquitetura é baseada em 8051 com 12kBytes de memória de programa e 2kBytes para dados; barramento macho de 40 pinos e ciclo de clock de 22 MHz.

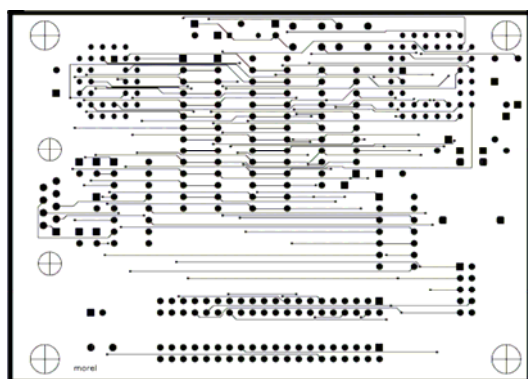
6 - GSM - Placa responsável pela transmissão e recepção de dados via GSM com arquitetura baseada em 8051 e módulo GSM embedded de fabricação Siemens. Capacidade de memória de programa até 12kBytes e 2kBytes para dados.

7 - Fonte de alimentação - Nobreak (265 VAC / 12 VDC - 4A); Conversores DC/DC isolado (9 – 18 V e saída de 4,8V / 3.5A); Conversor DC/DC isolado (9 – 18 V e saída 5V / 2A); Conversor DC/DC isolado (9 – 18 V e saída 10V / 1A).

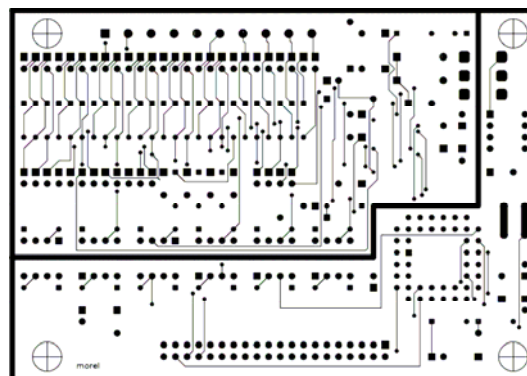
As ilustrações a seguir mostram o diagrama elétrico das placas que compõe o módulo GEMOREL.



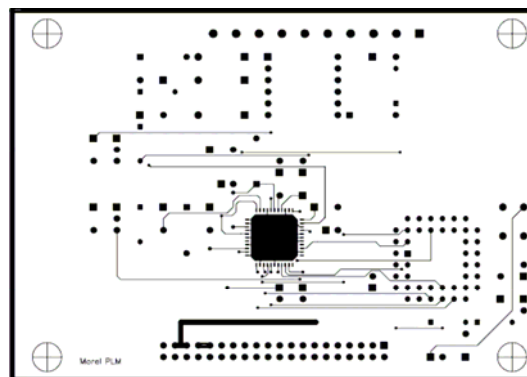
BACK PANEL



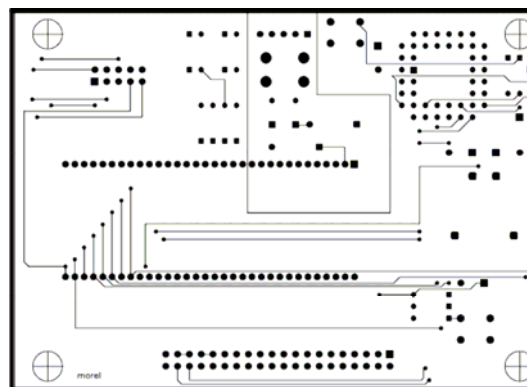
CPU



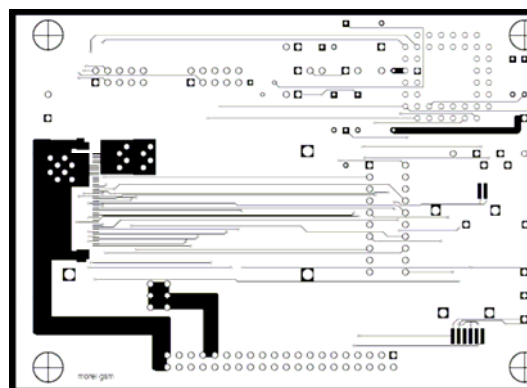
DSP



PLM



PSTN



GSM

Figura 1 – Diagrama elétrico das placas que compõe os módulos de gerenciamento e medição de energia (Back Pane, CPU, DSP, PLM, PSTN e GSM).



Figura 2 – Ilustração do módulo GEMOREL com todas as placas montadas e bateria.



Figura 3 – Módulo GEMOREL no compartimento para fixação em ambiente externo.

Os dispositivos descritos acima são alimentados pela própria rede elétrica e também por intermédio de baterias. Nas figuras 4 e 5 abaixo são apresentados o diagrama esquemático e ilustração do sistema de monitoramento.

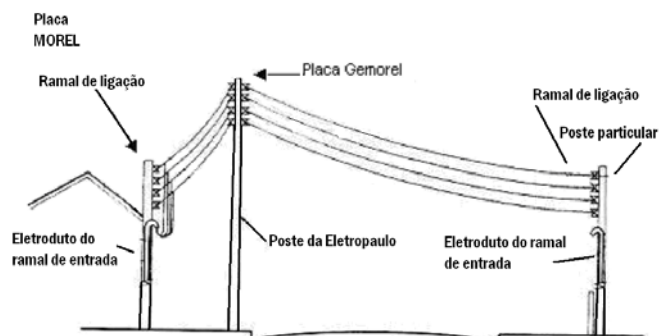


Figura 4 - Diagrama esquemático da configuração do sistema de monitoramento.

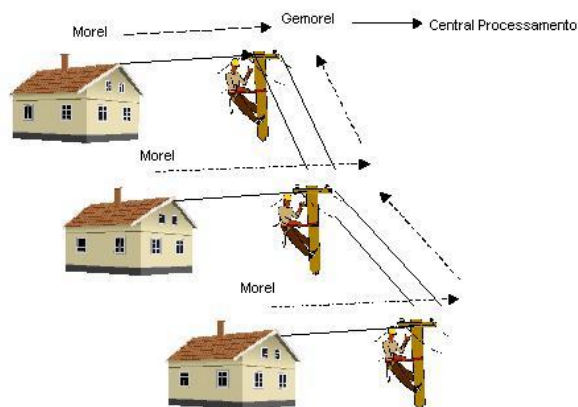


Figura 5 – Ilustração da instalação do sistema de monitoramento.

B. MOREL (Módulo Medidor de Energia Elétrica)

Este equipamento tem a função de medir os valores de tensão, corrente, potência e fator de potência de forma autônoma ou quando for solicitado.

O dispositivo é capaz de armazenar até 30 dias de consumo e enviar por meio da própria rede elétrica as informações efetuadas a cada minuto juntamente com o status de seu funcionamento atual.

Além do envio de informações do status para o gerenciador onde será também armazenado (GEMOREL) o técnico pode verificar no consumidor a situação de seu funcionamento através de sinalização visual.

Em caso de falha de alimentação há previsão de alimentação automática por baterias, visto que este equipamento supre as suas necessidades de energia. As baterias atuam não permitindo que os dados já coletados sejam perdidos. A Figura 6 ilustra o diagrama de blocos do módulo MOREL.

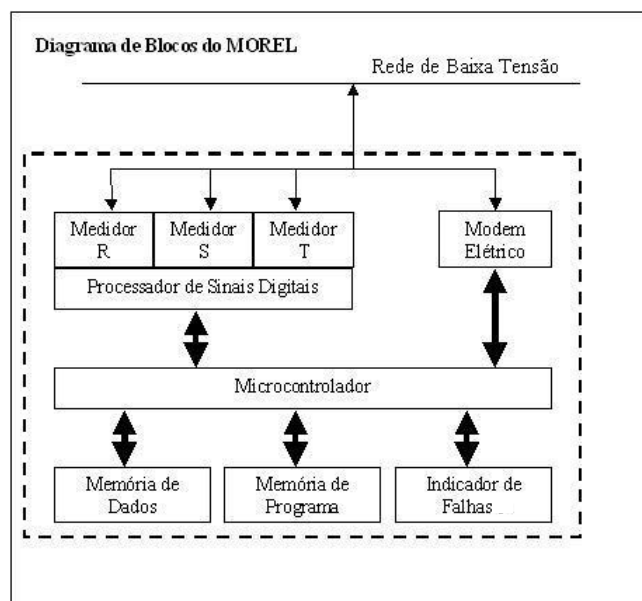


Figura 6 – Diagrama esquemático do módulo MOREL.

C. GEMOREL (Módulo Gerenciador dos Medidores de Energia Elétrica)

É o ponto de concentração para as informações provenientes dos medidores MOREL, que continuamente realizam as medidas do consumo. Entre as suas funções está o papel de gerenciar os medidores fornecendo informações de sincronismo utilizadas como referência para a coleta simultânea, realizando desta forma uma “fotografia” da área onde estão espalhados todos os medidores.

Posteriormente o GEMOREL armazena em seu banco de memória as informações contidas em cada MOREL. O GEMOREL foi projetado com capacidade de memória suficiente para armazenar informações e gerenciar 32 pontos de medida.

A comunicação entre GEMOREL e MOREL é realizada periodicamente através da rede elétrica conferindo sempre as informações de consumo local, com as informações medidas pelo GEMOREL do transformador. O GEMOREL comunica-se com a central de operações da AES Eletropaulo através da linha de telefonia fixa (par trançado) ou pela tecnologia GSM da telefonia móvel. A figura 7 apresenta o diagrama esquemático do módulo GEMOREL.

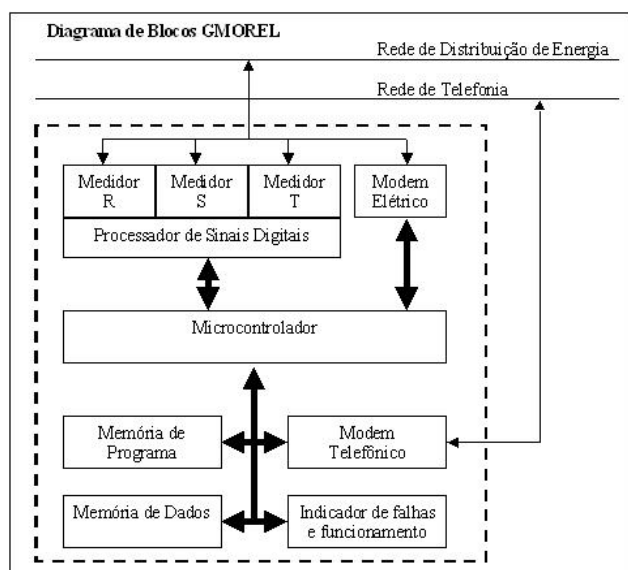


Figura 7 – Diagrama esquemático do módulo GEMOREL.

No caso do sistema de comunicação entre o gerenciador e a AES Eletropaulo, o tamanho dos frames foi definido em função do sistema de comunicação empregado e do tempo de transmissão. Os blocos de comunicação foram dimensionados para atender a características de taxas de transmissão de 14400 bps para o sistema GSM, de 56 kbps para a linha comutada e de 4800 bps por portadora nos PLM.

A comunicação sem fio (wireless), utilizando a tecnologia GSM, permite um ganho significativo em flexibilidade com boa cobertura regional, além de prover segurança para as informações que estarão sendo transmitidas.

O Modem utilizado é um M35i da SIEMENS, por se tratar de um modem compacto e preparado para aplicações do tipo “embedded systems”. O modem GSM faz

parte do módulo GSM que tem incorporado, além do modem, um microcontrolador para funções primárias de inicialização e protocolos, dois circuitos integrados de seleção e controle e um slot para chip SIMM CARD, onde estão gravados os dados do cliente e da operadora de GSM da região em uso. A antena utilizada é do tipo externa, devendo ser instalada no melhor local possível. Todas as conexões lógicas, com exceção da antena, são feitas pelo conector ZIF de 40 pinos disponível na parte inferior do modem.

O Módulo GSM é composto de um transceiver GSM com todas as funções celulares embarcadas e uma interface serial do tipo modem, que é conectada ao módulo. O microcontrolador presente neste módulo gerencia o estado do modem e também a comunicação de dados entre ele e o Módulo CPU presente do GEMOREL. Todo protocolo de comunicação GSM é implementado nesta mesma placa, liberando assim uma grande parte do processamento que seria feita pelo módulo CPU. A comunicação é do tipo ponto a ponto, e não SMS, pois a quantidade de dados transportados e os tipos de eventos não podem ser feitos por SMS, até por que as mensagens SMS entram em uma fila antes de seu envio aos seus respectivos destinatários, sendo a comunicação ponto a ponto a que melhor se enquadra no projeto, pois permite que sejam trocados comandos e informações nos dois sentidos em tempo real.

No caso da rede de telefonia fixa comutada (RTFC), trata-se de aproveitar um legado histórico do país, pois a malha de cobre está presente em todo território nacional oferecendo baixo custo para o tráfego de dados e qualidade de serviço na entrega de dados, quando comparada ao GSM. Este modem é uma versão reduzida daquele utilizado em computadores pessoais, mais especificamente, ele é idêntico aos modems externos existentes hoje no mercado, onde se tem uma porta serial do PC acoplada a uma porta serial de um modem, na configuração clássica DTE – DCE.

O Modem embarcado possui todos os algoritmos necessários para comunicação ponto a ponto em uma velocidade de até 56Kbits por segundo no padrão V.92. Todos os seus comandos são enviados pela mesma porta serial disponível para a comunicação de dados.

A tecnologia PLM – power line modem utiliza a rede elétrica de distribuição (tipicamente as redes de média e baixa tensão) como meio de transporte para a transmissão de dados em alta velocidade pela tecnologia de Rádio Frequência (RF). Esta tecnologia foi empregada no projeto para permitir a troca de dados em tempo real entre dois medidores e o módulo gerenciador. Este módulo é responsável pela comunicação entre MOREL e GEMOREL para sincronismo das informações coletadas em ambos. A velocidade de comunicação por portadora é da ordem de 4800 bits por segundo e a duração de cada bit nesta velocidade é da ordem de 208,3 μ s.

D. Sistema Especialista – Software Valkiria

O Sistema Especialista (Valkiria) foi desenvolvido, em linguagem Java, para que de posse das medições obtidas em campo, aponte os consumidores que estão praticando a fraude e com auxílio dos dados disponíveis na AES Eletropaulo do histórico de consumo desses clientes forneça

uma estimativa do montante de energia desviada, pelo cliente.

O princípio básico de funcionamento do software Valkiria é oferecer um ambiente integrado para disponibilizar os recursos necessários para que o usuário tenha a possibilidade de extrair informações sobre o comportamento do consumo de energia de uma região ou do próprio consumidor a partir de um monitoramento diário e contínuo. Estas informações são captadas por dispositivos que estão em campo que posteriormente são processadas pelo Valkiria que informará o estado da rede e a identificação de fraude energética praticada na região.

Outra preocupação no processo de desenvolvimento do aplicativo Valkiria foi com a sua flexibilidade. Isto significa que a codificação do aplicativo deverá ser suportada por qualquer sistema operacional como Unix, Linux, Windows e o mais “leve” possível, ou seja, deverá consumir pouco recurso de processamento da máquina e da memória instalada.

Nas figuras que se seguem são apresentadas as telas desenvolvidas para as diferentes etapas de operação do sistema. Na Figura 8 é apresentada a tela de cadastro dos clientes.

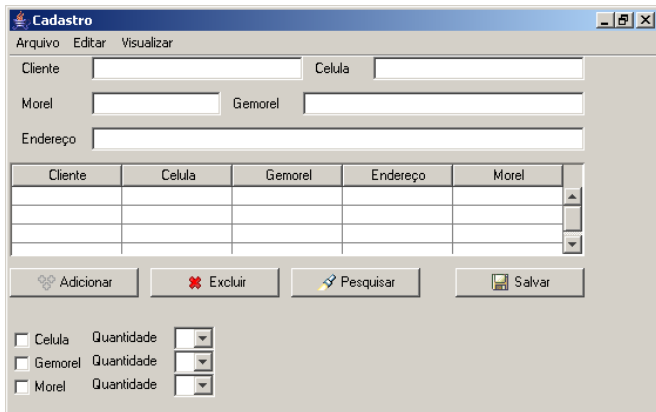


Figura 8 – Tela de cadastramento dos clientes

Na figura 9 é apresentada a tela na qual é possível inserir dados no banco de dados desenvolvido.

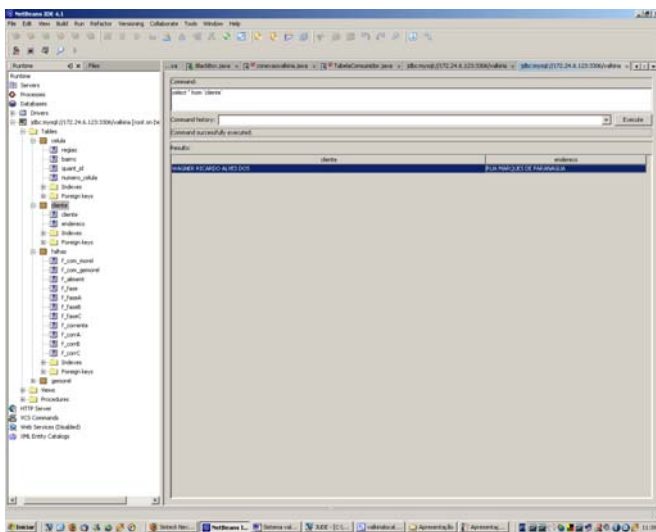


Figura 9 – Cadastramento de informações no banco de dados.

A Figura 10 apresenta a tela de visualização de falhas no sistema durante a operação. São apresentadas algumas tabelas correspondentes a: falhas do sistema e região de instalação destes equipamentos (Figura 11).

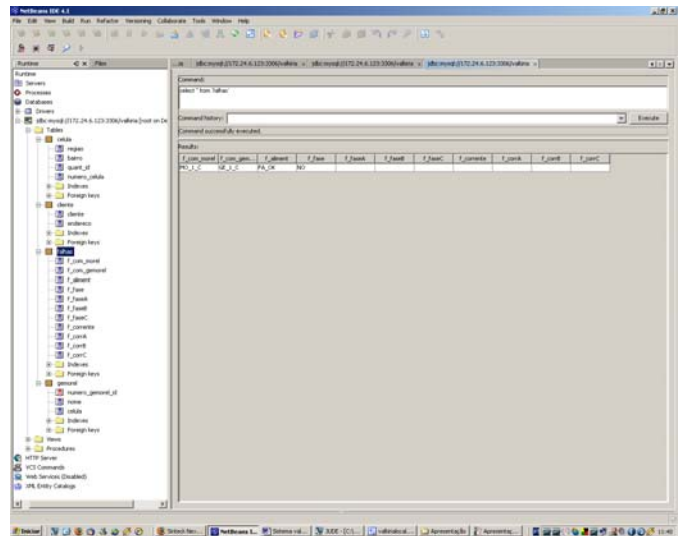


Figura 10 – Visualização das falhas do sistema.

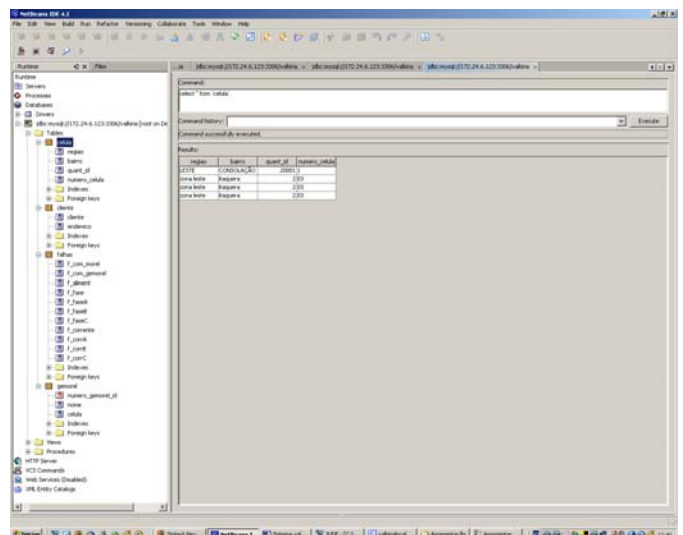


Figura 11 – Visualização da região de instalação dos equipamentos.

Visão da Rede Externa e Interna

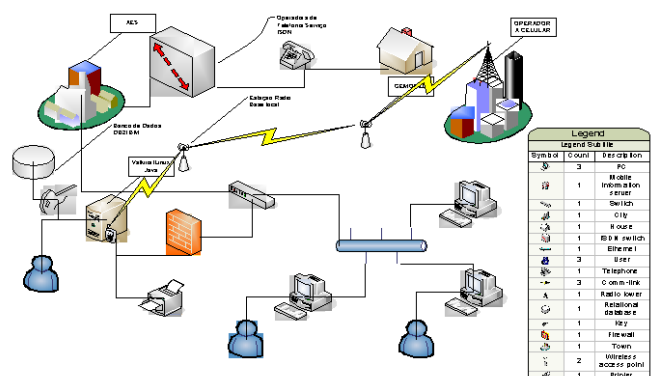


Figura 12 – Visualização da arquitetura física para o sistema Valkiria

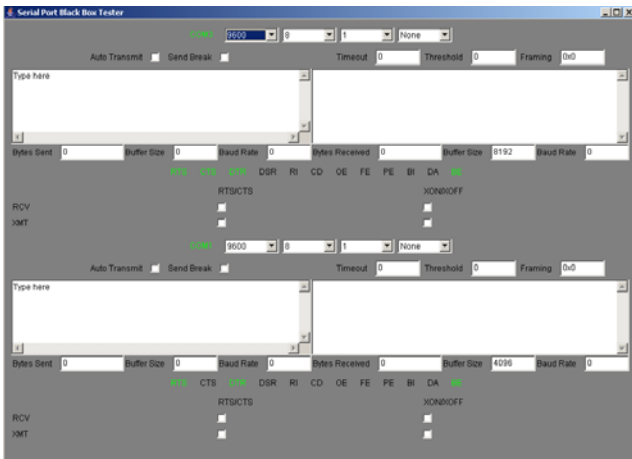


Figura 13 – Visualização do monitor de comunicação do operador.

A API mostrada na Figura 13 opera como um monitor de comunicação para portas seriais. Com esta aplicação construída em Java é possível verificar qual ou quais portas estão disponíveis para comunicação serial.

A mesma API poderá ser usada para verificar a quantidade de bytes recebidos e enviados, sendo uma ferramenta importante para verificar o funcionamento externo e interno do software e hardwares.

A Figura 14 apresenta a tela de seleção do tipo de circuito existente na região a ser monitorada.

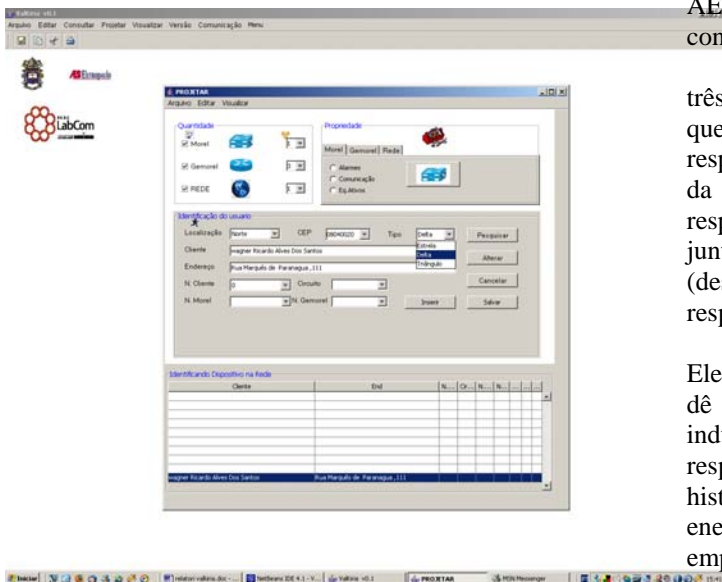


Figura 14 – Exemplo de operação do sistema onde se visualiza a seleção pelo tipo de circuito (delta, triângulo, estrela).

V. CONCLUSÕES

As informações de consumo coletadas são: tensão, corrente, potência e fator de potência. É possível ainda verificar os dados cadastrais e a curva de demanda individualizada dos clientes. Este cenário sinaliza para um

projeto capaz de oferecer uma ferramenta de identificação de fraudes de consumo em qualquer região (seja no bairro, no município ou no estado). O Sistema MOREL, quando instalado, poderá representar uma resposta para o combate a fraude de forma prática e eficiente.

Com os desenvolvimentos efetuados a AES Eletropaulo pode contar com ferramenta eficaz para auxiliar na atividade de identificação e combate à fraude, racionalização dos processos de identificação e de combate à fraude e melhoria na qualidade dos serviços gerando mais recursos para investir no sistema com a recuperação da receita.

A metodologia a ser adotada considera o tratamento estatístico dos dados obtidos do histórico de consumo dos clientes, disponíveis na AES Eletropaulo, substituindo-os pelos dados obtidos das medidas em campo, em intervalos preestabelecidos. Uma vez determinado o consumo (por cálculo ou estimativa), o sistema apresentará uma estimativa do montante de energia desviada, para cada um destes clientes. Este sistema possibilitará gerar novos históricos com base em dados reais de medidas de campo e indicar as ações corretivas (fiscalização) necessárias para a eliminação das fraudes de consumo

Com a instalação do lote piloto pretende-se avaliar o desempenho e realizar todos os testes de funcionalidade dos dispositivos desenvolvidos (medidor e gerenciador) simulando situações reais que ocorrem em campo, bem como, avaliar o sistema de comunicação e de aquisição e tratamento de dados. A expectativa é a de implementar estudos relacionados à avaliação do comportamento dos equipamentos em campo frente às intempéries; avaliação do desempenho dos sistemas de comunicação entre medidores, entre medidor e gerenciador e entre gerenciador e central da AES Eletropaulo; e geração de novas séries históricas de consumo;

O mercado da AES Eletropaulo está distribuído em três classes distintas, sendo que o consumidor residencial, que responde por aproximadamente 85% do mercado, é responsável por 34,8% do consumo de energia e por 42,6% da receita. As classes industriais e comerciais juntas respondem pelos 15% restantes do mercado, consomem juntas mais de 65% da energia fornecida pela empresa (descontada a parcela referente a consumo próprio) e são responsáveis por 57% do faturamento da empresa.

Considerando os dados disponibilizados pela AES Eletropaulo, a conclusão óbvia é a de que a monitoração se dê preferencialmente nas classes de consumo comerciais e industriais que, além de serem em menor número, respondem pela maior parte da receita e apresentam historicamente os maiores índices de desvios de medição de energia, responsáveis pelas elevadas perdas comerciais da empresa. Nos grandes clientes (que recebem energia em alta tensão) o controle já é individualizado, ou seja, a fiscalização já é uma realidade. O problema que se constata é que na maior parte das instalações comerciais e pequenas indústrias, alimentadas na baixa tensão, o controle é muito difícil, dada a pulverização de sua localização.

O modelo de monitoramento proposto é flexível o suficiente para poder ser instalado em regiões onde há uma maior incidência de problemas relacionados às perdas comerciais.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições dos técnicos das turmas de combate a fraude da AES Eletropaulo que participaram da etapa de levantamento dos problemas relativos a identificação e combate a fraude e de análise das soluções desenvolvidas.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] XIII SENDI – “Seleção Otimizada de Consumidores Suspeitos para Fiscalização” - Rocha A O F.
- [2] XIII SENDI – “Recuperação de Perdas Comerciais de Energia Elétrica Ativa” - Rocha A O F; Pereira C S; Santana L O; Cavalcante F P.
- [3] XIV SENDI – “Otimização do MWh Recuperado Através Inspeção Técnica” – Novaes Filho F B.
- [4] XV SENDI – “Redução de Perdas de Energia na Coelba” – Santos J H M; Santos L V.