

Projeto e Desenvolvimento de um Sistema de Leitura Automática para Medição de Energia Elétrica em Unidades Consumidoras

J.A. Cagnon, I.R. Fontes, A.L. Andreoli, B. C. Costa JR e L. C. Martins

Resumo- O desenvolvimento de equipamentos proporciona à concessionária os meios para um controle eficiente de perdas, furtos e operação do sistema de distribuição. Este artigo apresenta um projeto P&D, entre Manaus Energia S/A e a UNESP/FUNDEB. A arquitetura base deste sistema visa dar suporte à medição e à coleta remota de dados de consumo de energia elétrica através de sistemas de comunicação de dados de baixo custo visando a otimização do sistema de distribuição e fornecimento de energia elétrica ao consumidor final. Dentre vários aspectos relacionados com a arquitetura proposta pode-se ressaltar a inovação tecnológica presente nos produtos e processos concebidos, bem como a utilização de técnicas de transmissão de dados através de enlaces de Rádio Frequência (RF) para a coleta de dados da medição de energia elétrica local e o uso de telefonia celular GSM/GPRS para a transmissão destes dados para uma unidade central de coleta de dados de medição.

Palavras-chave— AMR: Leitura Automática de Medição, Consumo de Energia Elétrica, GPRS, Radio Frequência, Unidade de Medição, Parâmetros Elétricos

I. INTRODUÇÃO

O crescente aumento na demanda do sistema elétrico aliado à escassez de recursos de geração tem aumentado a busca de novas tecnologias para melhorar o aproveitamento dos recursos existentes com a constante preocupação de se minimizar os investimentos. A racionalização no consumo de energia elétrica é um tema global e embora pesquisas para o desenvolvimento de novas matrizes energéticas estejam em fase bastante adiantada a taxa de crescimento no consumo de energia elétrica supera a capacidade de ampliação dos atuais sistemas de geração.

Diante deste contexto a implementação de sistemas de gerenciamento dedicados ao monitoramento de unidades consumidoras supridas pelos sistemas de distribuição operados pelas empresas concessionárias de energia elétrica pode se constituir em importante mecanismo de coleta de dados que podem ser utilizados em importantes atividades, sejam elas operacionais ou de planejamento.

Questões operacionais podem ser entendidas como aquelas que estão diretamente relacionadas com a interação mantida entre a empresa e o consumidor final, compreendendo um conjunto de ações que visam, em última análise, à satisfação pela qualidade do serviço prestado. Por outro lado, as questões relacionadas com o gerenciamento do sistema de distribuição de energia operado pela concessionária, em uma primeira análise, apontam a necessidade de se dispor de um sistema eficiente e confiável de aquisição de informações operacionais em que cujos dados possam ser utilizados tanto nas atividades que envolvem o relacionamento comercial com seus clientes bem como naquelas que dizem respeito às ações de planejamento a fim de se atingir eficiência e economia nos investimentos aplicados na manutenção e na operação do seu sistema.

Nos dias atuais, para atender este conjunto de interesses e necessidades muitas empresas vêm se modernizando e empregando novas técnicas de monitoramento nos sistemas que operam. Notadamente as empresas de fornecimento de água, gás e energia elétrica.

Uma opção que tem mostrado resultados surpreendentes é a adoção de Sistemas Automáticos de Medição (AMR), que na sua grande maioria estão baseados em Acesso Remoto a Medidores, cujo estado da arte já vem se consagrando nos Estados Unidos e nos países da Europa.

Desta forma, o desenvolvimento de equipamentos destinados ao gerenciamento em sistemas de energia elétrica, que apresente baixo custo e facilidade de implementação, apresenta-se como uma solução para uma grande quantidade de unidades consumidoras, especialmente em instalações comerciais e residenciais, que atualmente apresentam uma potência instalada com grande diversidade de equipamentos que justificam o planejamento e a inclusão destes recursos, proporcionando à concessionária os meios necessários para um controle eficiente de perdas, furtos e operação ótima de seu sistema ao mesmo tempo em que induz os consumidores à adoção de posturas que visem o uso racional da energia.

No Brasil, em face da crescente necessidade impostas tanto pelas concessionárias como pelos consumidores, faz-se necessário o emprego de novas tecnologias. Neste contexto, por um lado, as concessionárias devem oferecer aos seus consumidores serviços de qualidade, com a garantia de continuidade de fornecimento e, sobretudo, estando de acordo as regras do órgão regulador - ANEEL e por outro lado o consumidor cada vez mais exigente na questão serviços e muito bem informados de seus direitos como consumidor, mostram um cenário propício ao desenvolvimento do proje-

J. A. Cagnon (jacagnon@feb.unesp.br), I. R. Fontes (ivo@feb.unesp.br) e A. L. Andreoli (Andreoli@feb.unesp.br) FEB/DEE – UNESP/Bauru. B. C. Costa JR (bjunior@eln.gov.br), L. de C. Martins (lucianamartins@eln.gov.br) Manaus Energia S.A.

Os autores agradecem à ANEEL pelo suporte financeiro oriundo da brilhante iniciativa no estabelecimento das diretrizes para os Projetos P&D, que disponibiliza recursos significativos para a pesquisa aplicada em área que é suporte para o desenvolvimento sustentado do País.

to proposto. Diante do exposto é possível vislumbrar os inúmeros benefícios que este sistema pode proporcionar ao consumidor e à concessionária.

II. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Avaliadas as metodologias de sistemas automáticos de medições e considerando as características do presente projeto foi possível concluir que a arquitetura a ser implementada deveria ter como base um sistema híbrido de comunicação de dados, construído a partir de enlaces de curto alcance através de módulos de RF de baixa potência e enlaces de longo alcance através de módulos de telefonia celular GSM/GPRS.

Para o desenvolvimento do hardware dos módulos que compõem a aplicação que dá suporte ao sistema de aquisição de dados dos medidores eletrônicos e de controle de tráfego de dados com o sistema centralizado foram utilizados microcontroladores com capacidade de processamento e memória compatíveis com a necessidade de cada elemento da aplicação, incorporando parte da pilha do protocolo de rede (TCP/IP) o qual proporciona o suporte ao transporte de dados. Entre os microcontroladores pesquisados optou-se pelo uso do eZ80F91 da família eZ80 Acclaim! da Zilog, uma vez que o fabricante disponibiliza um ambiente de desenvolvimento de aplicações integrado (ZDS II) para programação em linguagem C que inclui bibliotecas contendo as funções relacionadas tanto com protocolos de rede PPP e TCP/IP incluindo os serviços de transferência de arquivos e mensagens tais como FTP, HTTP ou SMTP. Este sistema inclui um Núcleo de Tempo Real (RZK), um Sistema de Gerenciamento de Arquivos (ZFS) e uma biblioteca para o Protocolo TCP/IP (ZTP), bem como vasta documentação que possibilita a configuração de aplicações em tempo relativamente curto.

A. Arquitetura do Sistema de Medição Automática

A arquitetura que foi desenvolvida como parte do Projeto LAMEE é apresentada na Figura 1. Esta arquitetura é composta dos seguintes módulos:

- UCCD – Unidade Central de Coleta de Dados;
- UCDE – Unidade Concentradora de Dados de Energia;
- URME – Unidade Remota de Medição de Energia;
- UGSM – Unidade GSM/GPRS.

B. Unidade Concentradora de Dados

A Unidade Concentradora de Dados de Energia (UCDE) é um módulo microcontrolado, cujo diagrama de blocos é apresentado na Figura 2.

Esta unidade executa uma aplicação de tempo real que proporciona os serviços:

- Coleta de dados das URMEs;
- Comunicação com a UCCD;
- *Download/Upload* de arquivos por FTP.

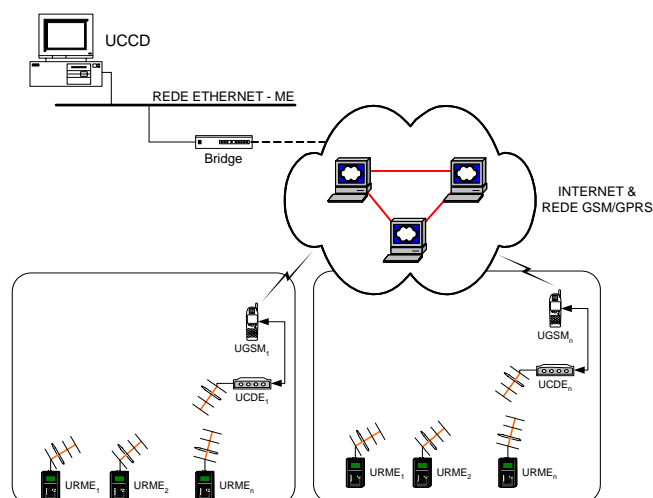


Figura 1. Arquitetura do Sistema LAMEE.

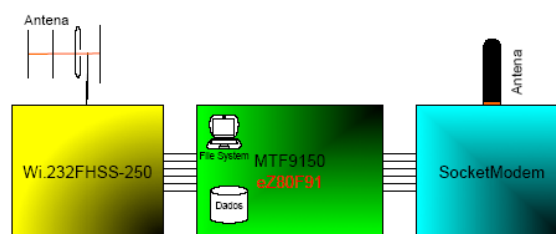


Figura 2. Diagrama de Blocos da UCDE.

A Figura 3 apresenta um protótipo desta unidade onde é possível observar os diversos elementos que foram incorporados para dar suporte à coleta de dados das URMEs e o correspondente envio à UCCD localizada na Manaus Energia S/A.



Figura 3. Unidade Concentradora de Dados (UCDE)

O firmware utilizado nesta unidade incorpora uma série de funções que permitem ao operador ajustar diversos parâmetros relacionados com a sua operação bem como realizar testes operacionais importantes. A funções disponíveis são apresentadas ao operador através do comando de "HELP", conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - UCDE V1.0 - Projeto LAMEE/MESA

Comandos implementados:	
TIME	Mostra a hora corrente
DATE	Mostra a data corrente
ALARM	Mostra ajuste de Alarme
FTP	Mostra parms de FTP
URME	Mostra URMEs desta UCDE
MYGUID	Mostra conteúdo de MYGUID
DESTGUID	Mostra conteúdo de DESTGUID
RFREG	Mostra conteúdo de REGISTER
SETTIME	Ajusta a hora
SETDATE	Ajusta a data
SETALARM	Ajusta o alarme
SETDGUID	Ajusta DESTGUID
SETREG	Ajusta REG do RF
SETFTP	Ajusta parms de FTP
FTPGET	Coleta endereço das URMEs
FTPPUT	Envia dados para UCCE
LOG	Inicia/Para Log
HELP	Mostra menu de comandos

1) Coleta de dados das URMEs

A coleta de dados das URMEs instaladas em sua área de concentração a URME é realizada de forma cíclica em intervalos de 24 horas utilizando comunicação ponto-a-ponto.

Para estabelecer a comunicação ponto-a-ponto a UCDE emprega o modo de comunicação MAC com ACK entre as unidades de RF, neste modo de comunicação MAC as unidades de RF são identificadas por um endereço de rede composto de 4 octetos, denominado MYGUID, que são atribuídos pelo fabricante durante o processo de fabricação. Os endereços das unidades de medição pertencentes à área de atuação de cada UCDE são mantidos em um arquivo denominado *UCDEXX.DAT* na UCCD, cujo *download* é executado sempre que a UCDE inicia um ciclo de varredura para coleta de dados de medição. O processo de aquisição de dados das URMEs é cíclico e os arquivos de dados coletados de cada unidade de medição são armazenados na base de dados da UCCD através de operações de *upload* através de rede de telefonia celular GSM/GPRS.

2) Comunicação com a UCCD

A comunicação de dados entre as UCDEs e a UCCD é realizada através da rede de telefonia celular de uma operadora GSM/GPRS bastando para isto o uso de um cartão pré ou pós-pago. Toda vez que uma UCDE tem arquivo para ser transmitido à UCCD é realizada uma conexão PPP da unidade concentradora com a rede da operadora. Para a transferência de arquivos é utilizado o serviço de transferência de arquivos FTP.

3) Download/Upload de arquivos por FTP

As operações de *download* e *upload* de arquivos, via FTP, entre as UCDEs e a UCCD empregam uma estrutura de diretórios presente na UCCD conforme é apresentado na Figura 4.

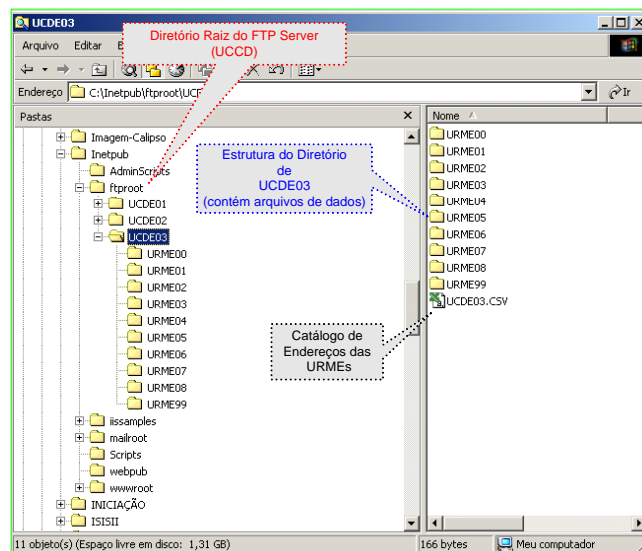


Figura 4. Estrutura de diretórios da UCCD

Como é possível observar, a partir do diretório raiz do servidor FTP existem sub-diretórios destinados ao armazenamento de arquivos de dados provenientes das UCDEs, sendo que para cada URME dentro da área de atuação da mesma existe um sub-diretório destinado ao armazenamento dos arquivos que contêm os dados de medição de consumo de energia elétrica da unidade consumidora onde o medidor se encontra instalado.

C. Unidade Remota de Medição de Energia

Tendo em vista a arquitetura proposta para o sistema LAMEE foi desenvolvida uma Unidade Remota de Medição de Energia destinada à medição dos parâmetros elétricos da rede dotada de uma interface de comunicação de dados através de enlace de rádio frequência, operando na faixa de frequência de telemetria, para transmissão dos dados coletados para uma Unidade Concentradora de Dados de Energia (UCDE).

O medidor proposto pode ser dividido nos seguintes blocos funcionais:

- Microcontrolador (Unidade Central de Processamento);
- Medidor Eletrônico de Energia;
- Circuitos Periféricos Acessórios;
- Interface Homem Máquina;
- Interface de Comunicação via Rádio-Frequência;
- Fonte de Alimentação.

A disposição dos blocos conforme suas funções pode ser melhor representada através do diagrama de blocos da Figura 5.

A partir das PCIs confeccionadas conforme os layouts estabelecidos foi realizada a montagem de protótipos que incorporam tanto tecnologia convencional como a de SMD a fim de se obter o melhor grau de robustez e confiabilidade de operação. A Figura 6 apresenta um destes protótipos.

D. Unidade Central de Coleta de Dados

A UCCD (Unidade Central de Coleta de Dados) consiste na configuração de um servidor FTP através do ISS (Internet Information Service) proporcionado pelo sistema operacional Windows instalado em um microcomputador PC.

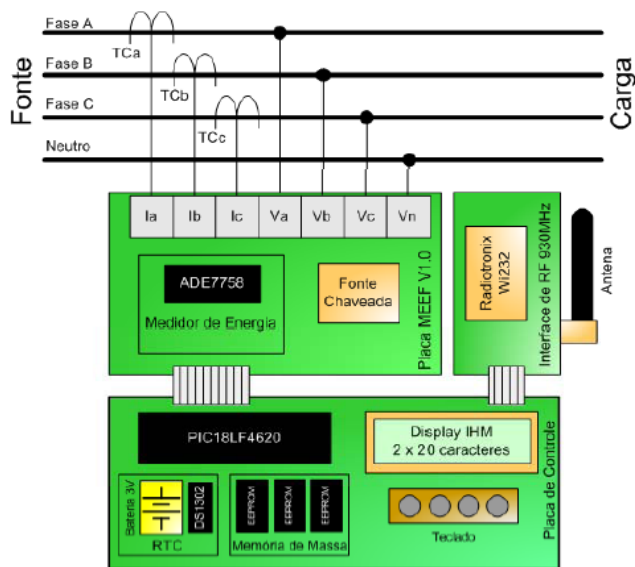


Figura 5. Diagrama de Blocos da URME



Figura 6. Diagrama de Blocos da URME

Os serviços disponibilizados pelo IIS são: Servidor FTP padrão, Servidor WEB e o servidor de email SMTP.

A arquitetura da UCCD está baseada no servidor FTP por ser este serviço um meio simples e eficiente que permite a unidades remotas realizarem operações tanto de upload como de download de arquivos.

Os arquivos de dados de cada URME são armazenados em um diretório destinado aos dados das mesmas e a nomenclatura dos mesmos segue o seguinte padrão:

URMEXX-DDMMAA.CSV

Onde:

XX = Valor numérico contendo o número da URME pertencente ao cluster da UCDE;

DD = Dia da coleta dos dados representado por dois dígitos;

MM = Mês da coleta dos dados representado por dois dígitos;

AA = Ano da coleta dos dados representado por dois dígitos.

Os arquivos de dados da URMEs contém um conjunto de leituras de dados de consumo de energia elétrica e demais parâmetros elétricos medidos no ponto de fornecimento para

a Unidade Consumidora e adquiridos com intervalo de 15 minutos, totalizando 96 conjuntos de medidas. Um conjunto de valores de medida de uma URME é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de Medição de uma URME

288;00;00;040407;04;114;114;117;1;5;0;9;3;9;2093;0;584;0;2173;0;99;9
289;00;15;040407;04;114;114;117;1;5;0;9;3;9;2093;0;584;0;2173;0;99;9
290;00;30;040407;04;114;115;117;3;5;0;10;3;11;2093;0;584;0;2173;0;97;9
291;00;45;040407;04;113;115;117;3;6;0;11;3;12;2093;0;584;0;2173;0;95;11
292;01;00;040407;04;114;114;116;1;5;0;8;3;8;2094;0;584;0;2174;0;95;9
293;01;15;040407;04;113;114;116;1;5;0;8;3;9;2094;0;584;0;2174;0;95;8
294;01;30;040407;04;114;114;116;1;6;0;10;4;10;2094;0;584;0;2174;0;97;9
295;01;45;040407;04;113;113;115;1;15;0;19;10;20;2095;0;584;0;2175;0;94;19
296;02;00;040407;04;114;113;116;1;16;9;29;14;31;2095;0;584;0;2175;0;95;25
297;02;15;040407;04;114;114;115;1;16;9;31;14;32;2096;0;584;0;2176;0;96;31
298;02;30;040407;04;114;113;115;1;16;9;31;13;32;2097;0;584;0;2177;0;96;30
299;02;45;040407;04;113;114;115;13;17;9;44;23;47;2098;0;584;0;2178;0;93;36
300;03;00;040407;04;114;114;116;1;16;9;30;14;32;2099;0;585;0;2179;0;95;37
301;03;15;040407;04;114;115;116;1;17;9;31;14;33;2100;0;585;0;2180;0;95;31
302;03;30;040407;04;114;115;116;1;16;9;31;15;32;2100;0;588;0;2181;0;94;31
303;03;45;040407;04;114;115;116;1;17;9;32;15;33;2101;0;585;0;2181;0;95;31
304;04;00;040407;04;114;115;116;1;16;9;31;15;32;2102;0;585;0;2182;0;94;31
305;04;15;040407;04;115;115;116;1;16;9;31;15;33;2103;0;585;0;2183;0;95;31
306;04;30;040407;04;115;115;116;1;16;9;31;15;32;2103;0;589;0;2184;0;94;31
307;04;45;040407;04;115;115;117;1;17;9;31;15;33;2104;0;589;0;2185;0;94;31
308;05;00;040407;04;115;115;117;1;16;9;31;15;33;2105;0;589;0;2186;0;94;31
309;05;15;040407;04;115;116;117;1;16;9;31;15;33;2106;0;585;0;2186;0;94;31
310;05;30;040407;04;116;115;116;1;17;9;31;15;33;2107;0;586;0;2187;0;94;31
311;05;45;040407;04;116;116;117;1;17;9;31;16;33;2107;0;589;0;2188;0;93;31
312;06;00;040407;04;116;116;117;1;17;9;31;16;33;2108;0;589;0;2189;0;94;31
313;06;15;040407;04;116;116;117;1;16;9;31;16;33;2109;0;590;0;2190;0;94;31
314;06;30;040407;04;117;116;117;0;15;9;28;15;30;2110;0;590;0;2191;0;91;31
315;06;45;040407;04;117;116;117;0;15;20;41;19;44;2111;0;590;0;2192;0;94;38
316;07;00;040407;04;117;116;117;0;15;20;42;15;43;2112;0;590;0;2193;0;99;42
317;07;15;040407;04;117;117;117;0;14;20;40;17;42;2113;0;590;0;2194;0;95;40
318;07;30;040407;04;117;117;119;0;15;20;40;18;42;2114;0;590;0;2195;0;94;40
319;07;45;040407;04;117;117;118;0;15;20;40;18;42;2115;0;590;0;2196;0;94;39
320;08;00;040407;04;117;118;119;0;15;20;39;19;42;2116;0;591;0;2197;0;93;39
321;08;15;040407;04;118;119;121;0;14;20;39;21;43;2117;0;591;0;2198;0;91;40
322;08;30;040407;04;117;118;119;0;14;20;40;19;42;2118;0;591;0;2199;0;93;39
323;08;45;040407;04;117;118;119;0;15;20;40;19;43;2119;0;591;0;2200;0;93;39
324;09;00;040407;04;116;119;119;0;4;20;29;11;29;2120;0;591;0;2201;0;97;39
325;09;15;040407;04;116;118;119;0;4;20;28;11;29;2120;0;595;0;2202;0;97;28
326;09;30;040407;04;116;118;119;0;4;20;29;11;30;2121;0;595;0;2203;0;97;29

III. OPERAÇÃO EM CAMPO

Para verificar a arquitetura proposta foram realizados testes de campo compreendendo a instalação de uma UCDE e três URMEs no Campus da Faculdade de Engenharia de Bauru, em Bauru.

A Figura 7 apresenta a instalação da UCDE em um poste de transformador da rede elétrica de iluminação do estacionamento da Faculdade. Conforme é possível observar a montagem em Caixas de Comandos de Termoplástico com grau de proteção IP67/IK08 de fabricação da CEMAR proporciona a robustez necessária à operação destes módulos.

A Figura 8 apresenta o detalhe interno de um módulo URME e a Figura 9 apresenta o detalhe de sua instalação junto ao Laboratório de Automação Industrial da Faculdade de Engenharia.

IV. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA PILOTO

Para consolidar a arquitetura proposta para o Sistema LAMEE e de acordo com o cronograma do Projeto P&D foi instalado um Projeto Piloto na área de concessão da Manaus Energia S/A compreendendo quatro unidades URMEs e uma unidade UCDE, (Figuras 10 e 11).



Figura 7. UCDE: Instalação em Poste de Iluminação/Transformador



Figura 10. Poste de Distribuição com 02 URMEs



Figura 8. Detalhe interno de um módulo URME

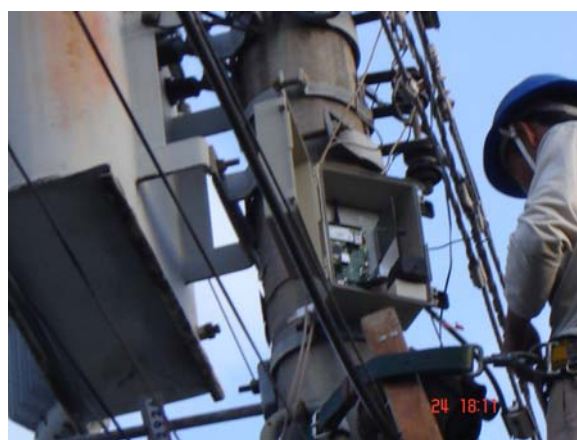


Figura 11. Poste de Transformador com uma UCDE



Figura 9. Detalhe da instalação de uma URME

Tendo em vista problema ocorrido durante a configuração da proteção da rede de computadores da Manaus Energia S/A, a fim de permitir a instalação de um servidor FTP, como parte da unidade UCCD para coleta e armazenamento de dados de medição de energia elétrica, optou-se em manter em operação a UCCD configurada em um computador da rede do Laboratório de Automação Industrial do DEE/FEB – UNESP, Campus de Bauru, com posterior remessa dos dados coletados para Manaus Energia S/A através do serviço FTP.

Os dados coletados no período de 25/01/2007 a 18/02/2007 armazenados em arquivos de medição, sendo que os dados da URME07 e URME08 são apresentados na estrutura de diretórios da UCCD, conforme mostram as Figuras 12 e 13.

Os dados coletados foram acrescentados a um banco de dados no formato “xls” do Excel. A Tabela 3 apresenta uma amostra dos dados coletados em uma unidade consumidora trifásica.

V. CONCLUSÕES.

A operação do Projeto Piloto durante o período de 25/01 a 18/02 de/2007 demonstrou que a arquitetura proposta para o Sistema LAMEE pode ser implementada com o suporte das operadoras de telefonia celular padrão GPRS, que se traduz em custo operacional reduzido e com grande confiabilidade operacional

Entre os diversos benefícios obtidos e que justificam o desenvolvimento e implementação do sistema proposto, podem-se destacar:

- 1) Medição de todos os parâmetros elétricos: tensão, corrente, potência ativa, reativa e aparente, fator de potência, consumo de energia ativa e reativa;
- 2) Determinação da demanda nos horários de ponta e fora de ponta;
- 3) Possibilidade do estabelecimento um sistema de tarifação diferenciado. Por exemplo: Horo-sazonal tipo Amarela;
- 4) Monitoramento on-line de todos os parâmetros elétri-

cos da rede na unidade consumidora;

5) Estabelecimento de uma base de dados para o uso no gerenciamento da Qualidade de Serviço e Controle de Mís-sões;

6) Transmissão de dados locais à concessionária através de serviço de telefonia celular empregando protocolo segu-ro, livre de interferências e ruídos;

7) Uso de sistema de troca de mensagens empregando o protocolo GPRS cuja tarifação é realizada sobre o volume de tráfego de dados trafegados e não por tempo;

8) Melhoria no desempenho do sistema de troca de dados com o sistema de processamento central;

9) Otimização da mão de obra empregada no sistema de medição;

10) Agilização do sistema de faturamento.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração do Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia de Bauru – UNESP por ter disponibilizado as instalações de laborató-rios para o desenvolvimento da presente pesquisa. Agrade-cem também à Manaus Energia S/A pela pronta colaboração nas definições e revisões de metas que possibilitaram a ins-talação do Projeto Piloto em sua área de concessão.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. ANEEL Website. Apresenta informações gerais sobre o setor elétrico brasileiro e a legislação pertinente. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 25 janeiro 2006.
- [2] COLLINS, A. Solid State Solutions for Electricity Metrology. Metering and Tariffs for Energy Supply, 1999. Ninth International Conference on (Conf. Publ. n°462). 25-28 Maio 1999. p.51-57.
- [3] DAHLE, D. Dave's Old Watthour Meter Webpage. Apresenta histórico de instrumentos de medição de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.watthourmeters.com>>. Acesso em: 02 fevereiro 2006.
- [4] LEM Holding SA. LEM GROUP WEBSITE. Apresenta sensores e produtos destinados à medição de grandezas elétricas. Disponível em: <<http://www.lem.com>>. Acesso em: 09 fevereiro 2006.
- [5] MATSUMOTO, E. Edward Weston made his mark on History of Instrumentation. Instrumentation & Measurement Magazine, IEEE. Volume 6, 2a Edição, p. 46 - 50, Junho 2003.
- [6] NANSEN S.A. INSTRUMENTOS DE PRECISÃO. Nansen Instru-mentos de Precisão. Apresenta linha de instrumentos de medição pro-duzidos pela indústria. Disponível em: <<http://www.nansen.com.br>>. Acesso em: 13 fevereiro 2006.
- [7] RUSSEL, B. The Meter Guy. Apresenta informações sobre sistemas de medição de energia elétrica. Disponível em <<http://www.themeterguy.com>>. Acesso em: 27 janeiro 2006.
- [8] SCHWENDTNER, M. F. Technological Developments in Electricity Metering and Associated Fields. Metering and Tariffs for Energy Supply, Eighth Conference on (Conf. Publ. n° 426). 3-5 Julho 1996. p.240-242. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/dynhome.jsp>>. Acesso em: 02 fe-vereiro 2006.
- [9] RODRIGUES, Marcio Eduardo da Costa. Telefonia Celular. Dis-ponível em http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaborado-res/marcio_rodrigues/tel_01.html em 19/12/2004.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR14519: Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica (estáticos) - Especificação. Rio de Janeiro, 2000. 23p. Incorpora errata n°1, de Fev. 2005.
- [11] _____. NBR14520: Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica (estáticos) - Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2000. 21p.
- [12] _____. NBR14522: Intercâmbio de Informações para Sistemas de Medição de Energia Elétrica - Padronização. Rio de Janeiro, 2000. 91.
- [13] THEODORE S, Rappaport. Wireless Communications – Principles & Practice. 1 Ed. New Jersey: Prentice Hall Communications Enginee-ring and Emerging Technologies Series, 1996.
- [14] ASHA, Mehrotra . Cellular Radio: Analog and Digital Systems. Mo-bile Communications Series - Artech House Publishers, 1994.
- [15] GSM ASSOCIATION. GSM – SMS Overview. Disponível em http://www.mobewireless.com/tech_sms.htm em 28/03/2006.
- [16] ZILOG, eZ80F91 Modular Development Kit: Quick Start Guide. DOC. QS004601-0404, Zilog Worldwide Headquarters, San Jose, CA, 2006.
- [17] ZILOG, Zilog Real-Time Kernel V1.2.2. DOC. UM007510-0306, Zilog Worldwide Headquarters, San Jose, CA, 2006.
- [18] ZILOG, Zilog File System V1.2.2. DOC. UM17907-0406, Zilog Worldwide Headquarters, San Jose, CA, 2006.
- [19] ZILOG, Zilog TCP/IP Software Suite V1.7.0. DOC. RM004107-0406, Zilog Worldwide Headquarters, San Jose, CA, 2006.
- [20] MULTITECH, SocketModem GSM/GPRS: Embedded Data/Fax Vireless Modem – Developer's Guide. Multitech Systems Inc., Mounds View, 2003.
- [21] RADIOTRONIX, Wi.232FHSS-250 User's Manual. Radiotronix Inc., Moore, 2005.
- [22] _____. PIC18F4620 Data Sheet High Performance Enhanced FLASH Microcontroller. 1st. ed. USA, Microchip Technology Inc., 2004. 390p.

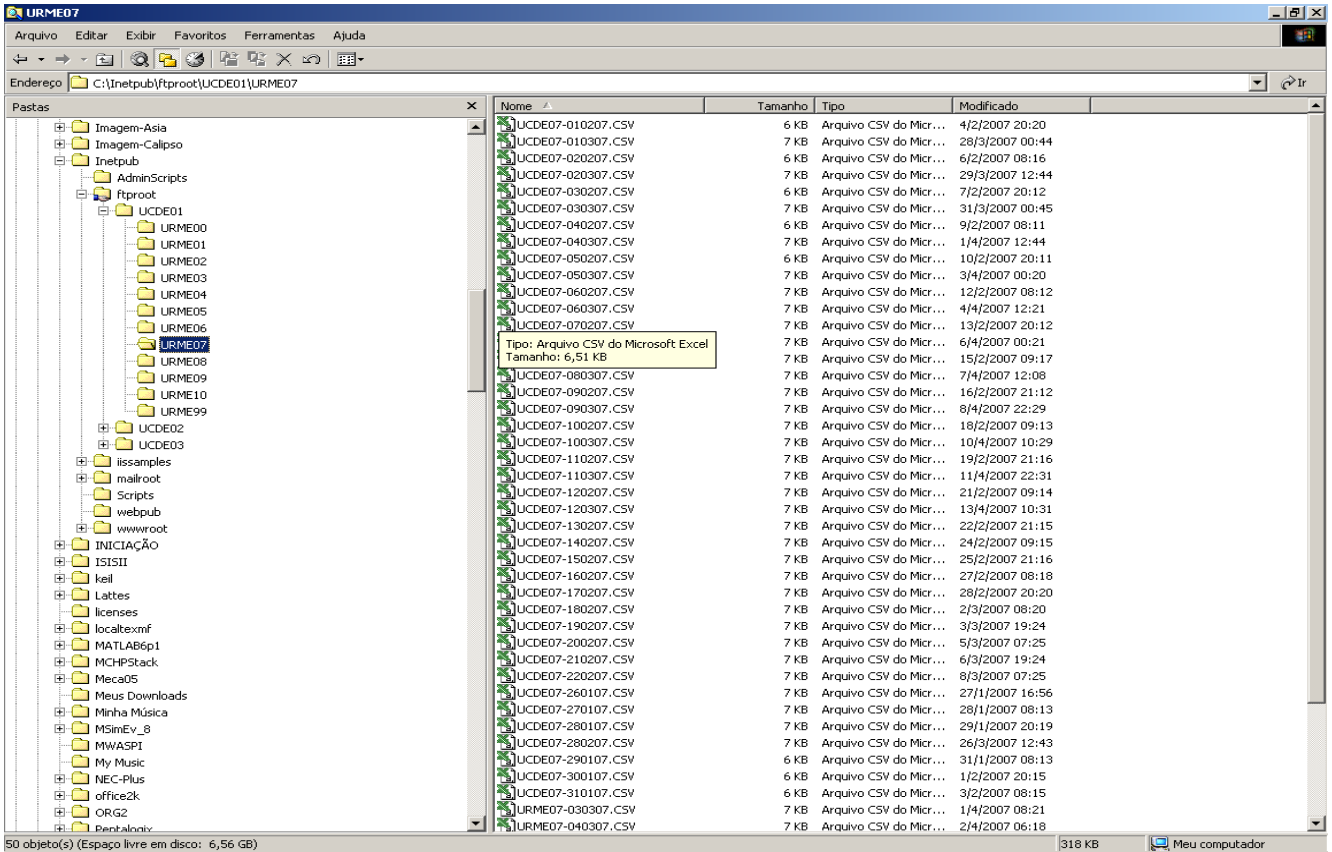


Figura 12 – Banco de dados da UCDE07 (Unidade Trifásica)

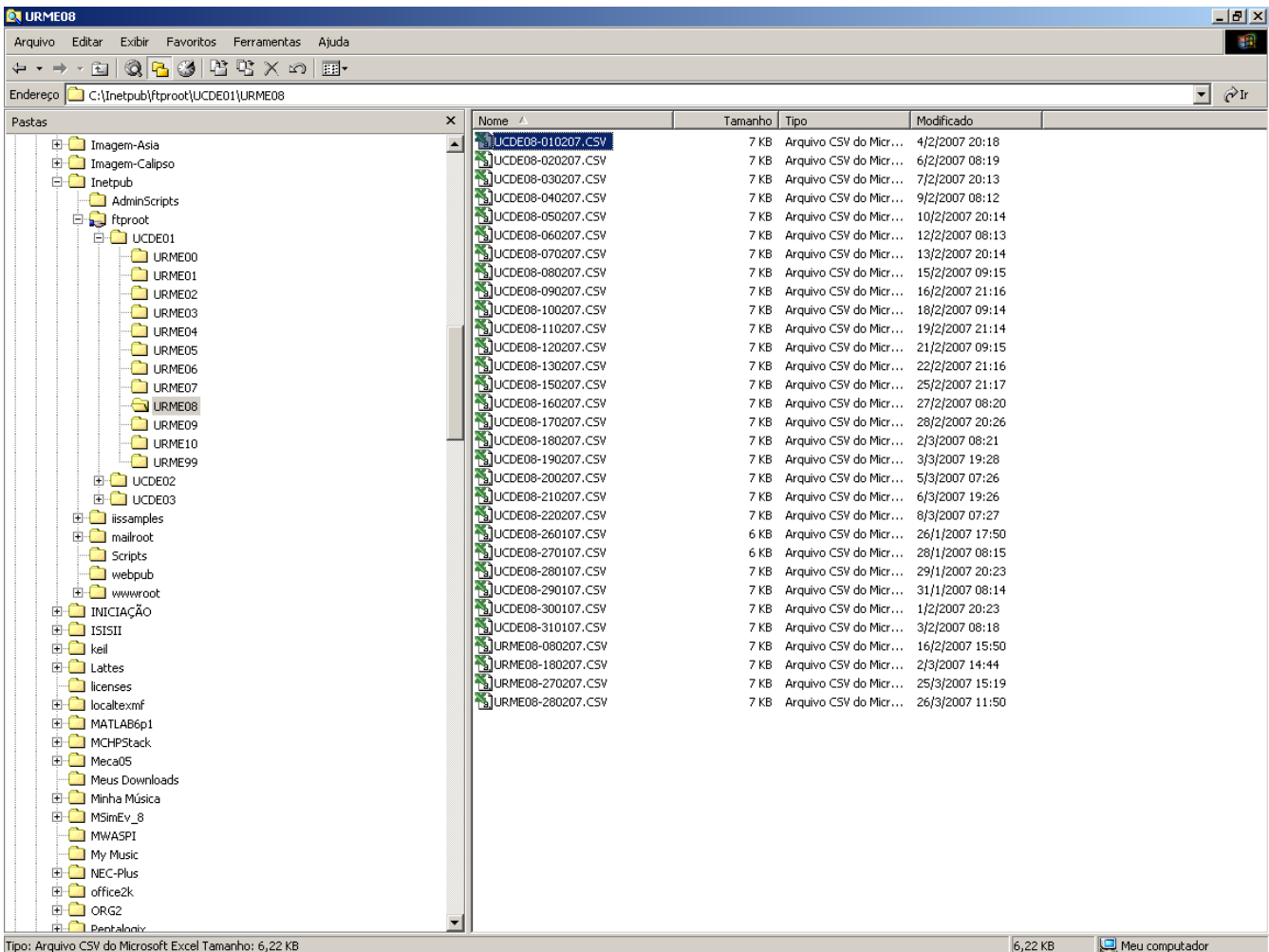


Figura 13 – Banco de dados da UCDE08 (Unidade Monofásica)

Tabela 3 – Dados de Medição de Unidade Trifásica

D4-TRIFÁSICO																				
No.	Hora	Data	Sem	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	100xPtot	100xQtot	100xStot	KWhL	KWhH	kQhL	kQhH	kShL	kShH	FP	Dx100W
384	00:00	250107	5	116	115	117	4	15	20	48	16	48	0	0	0	0	0	0	99	0
385	00:15	250107	5	115	114	117	4	15	21	48	15	48	0	0	0	0	0	0	100	0
386	00:30	250107	5	115	115	116	4	15	21	49	15	48	0	0	0	0	0	0	100	0
387	00:45	250107	5	115	115	116	4	15	21	49	15	48	0	0	0	0	0	0	100	0
388	01:00	250107	5	115	115	115	4	15	21	49	14	48	0	0	0	0	0	0	100	0
389	01:15	250107	5	115	115	115	5	14	21	49	14	48	0	0	0	0	0	0	100	0
390	01:30	250107	5	115	115	116	5	18	21	52	16	52	0	0	0	0	0	0	100	0
391	01:45	250107	5	115	115	115	5	14	20	47	14	47	0	0	0	0	0	0	100	0
392	02:00	250107	5	115	115	115	4	14	20	46	14	46	0	0	0	0	0	0	100	0
393	02:15	250107	5	115	115	116	3	14	20	46	14	45	0	0	0	0	0	0	100	0
394	02:30	250107	5	115	115	116	3	14	20	46	14	46	0	0	0	0	0	0	100	0
395	02:45	250107	5	115	116	116	3	14	20	45	14	45	0	0	0	0	0	0	100	0
396	03:00	250107	5	115	116	116	3	14	20	45	14	45	0	0	0	0	0	0	100	0
397	03:15	250107	5	116	115	116	2	17	20	47	16	48	0	0	0	0	0	0	98	0
398	03:30	250107	5	116	116	116	2	14	20	44	14	44	0	0	0	0	0	0	100	0
399	03:45	250107	5	115	116	117	2	17	20	47	17	48	0	0	0	0	0	0	98	0
400	04:00	250107	5	115	116	116	2	14	20	44	14	44	0	0	0	0	0	0	100	0
401	04:15	250107	5	115	116	116	2	14	20	43	14	43	0	0	0	0	0	0	99	0
402	04:30	250107	5	115	117	116	2	14	20	43	14	43	0	0	0	0	0	0	100	0
403	04:45	250107	5	115	117	117	2	14	20	44	14	44	0	0	0	0	0	0	100	0
404	05:00	250107	5	116	116	117	2	14	20	43	14	43	0	0	0	0	0	0	100	0
405	05:15	250107	5	116	117	117	2	14	20	43	14	43	0	0	0	0	0	0	99	0
406	05:30	250107	5	116	116	117	2	15	20	46	12	45	0	0	0	0	0	0	100	0
407	05:45	250107	5	116	116	117	2	12	20	41	12	41	0	0	0	0	0	0	100	0
408	06:00	250107	5	117	116	117	2	14	20	43	15	44	0	0	0	0	0	0	99	0
409	06:15	250107	5	117	116	117	2	14	20	43	14	43	0	0	0	0	0	0	99	0
410	06:30	250107	5	117	117	118	1	14	20	42	15	42	0	0	0	0	0	0	98	0
411	06:45	250107	5	117	117	117	1	14	20	42	15	43	0	0	0	0	0	0	99	0
412	07:00	250107	5	117	117	118	1	14	20	42	15	42	0	0	0	0	0	0	98	0
413	07:15	250107	5	117	117	118	1	14	20	42	15	43	0	0	0	0	0	0	98	0
414	07:30	250107	5	116	117	117	1	15	20	43	16	44	0	0	0	0	0	0	98	0
415	07:45	250107	5	116	117	118	1	15	20	43	16	44	0	0	0	0	0	0	97	0
416	08:00	250107	5	117	117	118	1	15	20	44	16	45	0	0	0	0	0	0	98	0
417	08:15	250107	5	118	118	121	2	15	21	45	18	47	0	0	0	0	0	0	97	0