



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



MÁRCIO MORAIS MELO

Relatório de Estágio Supervisionado

Orientador: Rômulo Raimundo Maranhão do Valle

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande

Campina Grande
2005



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais pela dedicação e apoio nas horas difíceis.

À Elaine Braz pela paciência, apoio e amor dedicado durante esses meses de estágio.

Ao professor orientador deste relatório, Prof. Msc. Rômulo Raimundo Maranhão do Valle, pelo incentivo e orientação.

Ao Engenheiro Maxwell Marques da CAM Brasil Ltda.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – A EMPRESA: CAM BRASIL.....	2
2.1 – VISÃO E VALORES.....	3
2.2 – UNIVERSO CAM BRASIL.....	3
2.3 – NEGÓCIOS	4
2.3.1 – Operações Comerciais e Disciplina de Mercado.....	4
2.3.2 – Medições, Qualidade e Tecnologia.....	4
2.3.3 – Comercialização e Logística de Materiais.....	4
2.3.4 – Obras de Montagens e Infraestrutura.....	5
3 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	6
3.1 – PROJETO: SISTEMA DE MEDIÇÃO CONCENTRADA.....	7
3.1.1 – Componentes do Sistema.....	8
3.1.1.1 – Módulos de Medição MEP01-PLC.....	8
3.1.1.1.1 – Núcleo de Medida.....	9
3.1.1.1.2 – Bloco de Comunicação e Controle.....	10
3.1.1.1.3 – Elemento de Corte.....	11
3.1.1.2 – Concentradores de Medidores.....	11
3.1.1.3 – Coletor de Dados.....	13
3.1.1.4 – Modem de Comunicação Celular.....	14
3.1.1.4.1 – Utilização da Rede Celular mais Apropriada.....	16
3.1.1.4.2 – Gerenciamento da Comunicação.....	16
3.1.1.5 – Acopladores de Rede.....	17
3.1.2 – Rede de Distribuição Aérea Transversal – DAT.....	18
4 – COMUNICAÇÕES.....	22
4.1 – MÓDULOS DE MEDIÇÃO ↔ COLETOR DE DADOS.....	22
4.1.1 – PLC.....	23
4.1.1.1 – Modulação.....	24
4.1.1.2 – Área de Cobertura.....	25
4.2 – COLETOR DE DADOS ↔ SISTEMA DE GESTÃO.....	26
4.2.1 – GSM.....	27

4.2.1.1 – Histórico.....	27
4.2.1.2 – Arquitetura.....	27
4.2.1.3 – Aspectos da Transmissão.....	28
4.2.1.4 – Serviços Providos.....	29
4.2.1.5 – Aspectos da Rede.....	30
5 – SOFTWARE DE CONTROLE E GESTÃO.....	31
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1 – INTRODUÇÃO

Como forma de promover uma interação entre empresas e Universidade, isto é, entre conhecimento teórico e acadêmico e a prática do dia a dia de um engenheiro eletricista, é dado ao aluno de Engenharia Elétrica da UFCG a oportunidade de, ao final do curso, exercer o estágio curricular. Este estágio por sua vez é requisito indispensável à formação dos futuros engenheiros eletricitas.

Nessa atividade o aluno pode disponibilizar seus conhecimentos acadêmicos e gerais adquiridos durante o curso e durante a vida, buscando desempenhá-los na prática dentro da empresa.

O presente relatório tem a finalidade de relatar as atividades do estágio supervisionado desenvolvidas pelo estagiário Márcio Morais Melo no período de 01/03/2005 a 27/08/2005 na CAM Brasil Ltda., filial brasileira da CAM - *Compañia Americana de Multiservicios Ltda.*, empresa chilena atuante no setor elétrico.

O relatório descreve passo a passo o projeto do “Sistema de Medição Concentrada”, no qual o autor esteve empenhado durante esta atividade.

2 – A EMPRESA: CAM BRASIL

A CAM Brasil, estabelecida no Brasil desde 2001, é a filial brasileira da CAM - *Compañia Americana de Multiservicios Ltda.*, empresa que iniciou suas atividades no Chile no ano de 1988. Possui matriz no Chile e filiais na Argentina, Peru e Colômbia, além do Brasil.

Pertencente ao grupo Endesa Espanha, a CAM reflete nos seus principais negócios a experiência e a seriedade adquirida através dos 17 anos de operação, que tem lhe outorgado uma grande capacidade de gestão em serviços.

Apesar de pouco tempo no Brasil, a CAM Brasil foi a empresa de maior crescimento econômico entre os anos de 2001 e 2003 liderando o ranking com o aumento no faturamento em 1.046,99%, de acordo com pesquisas realizadas pela empresa *Delloite Touche Tohmatsu*. Este resultado está atrelado ao *know-how* do grupo na prestação de serviços operacionais na área de energia elétrica e reflete o comprometimento da equipe que integra a empresa, formada por um grupo coeso de engenheiros, técnicos e profissionais líderes da indústria. Com elevados padrões de qualidade, altos níveis de motivação e em permanente capacitação com as novas técnicas, soluções, tecnologias, entre outras, a empresa está preparada para enfrentar com êxito os cada vez mais exigentes desafios que o mercado impõe. Como consequência direta desse crescimento podemos citar um aumento de empregos diretos de 30 pessoas em 2001 para 560 na atualidade e de 431 terceirizados.

A *Compañia Americana de Multiservicios Ltda.* – CAM faz parte de um grupo empresarial chileno denominado Grupo Enersis, a primeira multinacional do setor elétrico privada da América Latina. O Grupo Enersis detém o controle de empresas como Chilectra, Synapsis, Diprel e Río Maipo, além da CAM, e é a filial chilena da Endesa, a maior empresa elétrica da Espanha e uma das maiores do mundo, ocupando posição relevante em outros setores energéticos como gás natural, cogeração e fontes de energia renováveis.

O grupo Endesa Internacional também possui participações estratégicas em empresas do setor de telecomunicações e investe maciçamente no desenvolvimento e melhoramento de tecnologias como comunicação PLC – *Power Line Communications*.

O grupo Endesa já está presente no Brasil por meio da COELCE (Companhia Energética do Ceará), da Ampla (antiga Cerj) e da hidrelétrica de Cachoeira Dourada, no rio Paranaíba situada no Estado de Goiás, além das empresas anteriormente citadas que são controladas pelo Grupo Enersis.

2.1 – VISÃO E VALORES

A empresa tem como objetivo em curto prazo se tornar líder na América Latina na prestação de soluções e serviços integrais, vinculados ao setor elétrico, água, gás, telecomunicações e aluguel de equipamentos, oferecendo inovação, flexibilidade e qualidade.

Para que esse desejo se torne realidade a CAM Brasil fundamenta seu comportamento em certos valores como: oferecer oportunidades de crescimento profissional, estímulo ao trabalho em equipe e troca de conhecimentos, conduta ética, satisfação do cliente, inovação em seus serviços visando sempre a melhoria da qualidade e a rentabilidade dos acionistas, responsabilidade social e cultural e preservação do meio ambiente.

2.2 - UNIVERSO CAM BRASIL

A matriz brasileira da CAM Brasil está estabelecida no Rio de Janeiro com filial no estado do Ceará. Sua estrutura vem crescendo para atender as necessidades de todo o território nacional dentro da área de *utilities*, serviços massivos voltados para os segmentos de energia elétrica, água, gás e telecomunicações.

2.3 – NEGÓCIOS

2.3.1 - Operações Comerciais e Disciplina de Mercado

- Operações Comerciais em Distribuidoras de Energia Elétrica, Água, Gás e Telecomunicações;
- Fiscalização e Gestão de Empreiteiras;
- Treinamento e Qualificação;
- Projetos Integrais por Resultados;
- Operações de Disciplina de Mercado e Controle de Furto;
- Execução de Obras em clientes médios;
- Cadastro de instalações, mapeamento e manutenção;
- Construção e Manutenção de conexões.

2.3.2 - Medições, Qualidade e Tecnologia

Na área de medições, qualidade e tecnologia podemos citar:

- Laboratório de Aferição e Calibração de Medidores;
- Mesas automáticas e instrumental de última geração;
- Recuperação de Medidores Eletromecânicos e Eletrônicos;
- Sistema de lavagem de componentes por ultra-som;
- Certificação INMETRO de processos de aferição;
- Desenvolvimento de soluções em telemedição;
- Desenvolvimento de Concentradores de Medida;
- Rastreabilidade com rede de Laboratórios na Região;
- Auditoria Energética e Correção Fator de Potência.

2.3.3 - Comercialização e Logística de Materiais

- Comercialização de materiais e equipamentos;
- Inspeção técnica de materiais e equipamentos;
- Sistemas de Controle e Administração de Inventários;
- Logística de distribuição de materiais;
- Administração de almoxarifados;

-
- Administração e Controle Integral de material estratégico;
 - Venda de medidores eletrônicos e Concentradores de Medida.

2.3.4 - Obras de Montagens e Infra-Estrutura

- Projeto e construção de subestações, linhas de transmissão, redes de distribuição e redes Anti-furto DAT (rede de Distribuição Aérea Transversal);
- Montagens industriais, Controle e Instrumentação;
- Construção de Poli-dutos;
- Inspeção e fiscalização técnica de obras;
- Comissionamento, testes e inspeção de equipamentos;
- Construção e manutenção de iluminação pública;
- Projetos Turn Key em Infra-estrutura Elétrica e Civil.

3 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas ao longo do estágio foram direcionadas para a execução do projeto intitulado “Sistema de Medição Concentrada”, que já havia começado a ser implantado no Estado do Rio de Janeiro pela CAM Rio, que é a matriz brasileira da CAM. O estagiário ficou responsável pela coordenação da linha de montagem dos equipamentos e testes dos mesmos.

A coordenação da linha de montagem dos equipamentos exigiu conhecimento dos equipamentos utilizados e sobretudo, sensibilidade para o trabalho em equipe. Coordenar uma equipe de eletricitas e eletrotécnicos exige boa fluência verbal e bom relacionamento. O coordenador deve se fazer entender pelos funcionários, que têm nível de instrução mais baixo, e entende-los.

A tarefa de coordenação da linha de montagem exige também uma boa interação com o supervisor de montagem, já que os dois devem estar em contato permanente para troca de informações. O supervisor de montagem deve informar ao coordenador da linha de montagem a demanda necessária com certa antecedência para que o mesmo possa providenciar montagem e testes dos equipamentos.

Os testes dos equipamentos exigiram bom domínio do software de controle e gestão *Automatic Meter Reading System*, que possui interface amigável e bem intuitiva. Todos os medidores devem ser testados antes de sair para campo para termos a certeza de seu bom estado de funcionamento.

Os testes dos Módulos de Medição consistem no teste de seu elemento de corte. Deve-se fazer com que os contatos do relé eletromecânico se abram e depois se fechem, ficando nesse estado para instalação. O teste é simples e rápido, bastando-se conectar o Concentrador à rede elétrica, e expedir comando para o coletor de dados, que por sua vez se encarrega de enviar a informação através de seu circuito integrado PLC Master para o medidor desejado. Os medidores são identificados no software AMRS através de seu número de fabricação.

3.1 – PROJETO: SISTEMA DE MEDIÇÃO CONCENTRADA

O Sistema de Medição Concentrada tem por objetivo a implementação de uma ferramenta eficaz no combate ao furto de energia em áreas com alto índice de perdas e elevado grau de risco.

Utilizando o conceito de tecnologia PLC (Power Line Communications) adaptada ao sistema de medição fiscal, corte e reposição em unidades consumidoras de baixa tensão, o sistema foi desenvolvido para ser operado remotamente, isto é, não se fazendo necessária a presença de eletricitas e leituristas. O Sistema permite a realização de atividades como: medição fiscal, leitura remota dos medidores dos clientes associados à base de dados, corte e reposição à distância, entre outros.

Projetado primeiramente para ser um complemento da Rede DAT (Rede de Distribuição Aérea Transversal), o sistema é constituído por um conjunto de módulos de medição agrupados em uma caixa compacta, denominada de Concentrador, o qual por sua vez é conectado a uma interface de comunicação chamada Coletor de Dados.

Utilizando-se da tecnologia PLC, a comunicação entre os medidores e o Coletor de Dados é realizada pela própria rede elétrica de baixa tensão, ou seja, sem a necessidade de uma rede de comunicação complementar, o que acrescentaria custos e vulnerabilidade ao sistema. Já a comunicação de dados entre o Coletor de Dados e o Sistema de Gestão da Concessionária se dá através de telefonia móvel, onde temos um modem de comunicação celular que se utiliza da tecnologia GSM acoplado ao Coletor de Dados.

3.1.1 – Componentes do Sistema

3.1.1.1 – Módulos de Medição MEP01 - PLC

Os módulos de medição são constituídos de medidores eletrônicos monofásicos do tipo MEP01 agregados a um dispositivo de corte, uma interface de comunicação PLC, e uma unidade inteligente que permite o processamento dos comandos recebidos através da interface de comunicação. São denominados Módulos de Medida MEP01 – PLC.

Ao receber uma informação enviada pelo coletor de dados via PLC, o chip PLC *Slave* presente no módulo envia essa informação para a unidade inteligente (MCU) que permite o processamento dos comandos recebidos e assim pode-se comandar o estado do elemento disjuntor de seu dispositivo de corte. O fabricante do referido módulo de medição é a empresa chinesa COMPLANT.

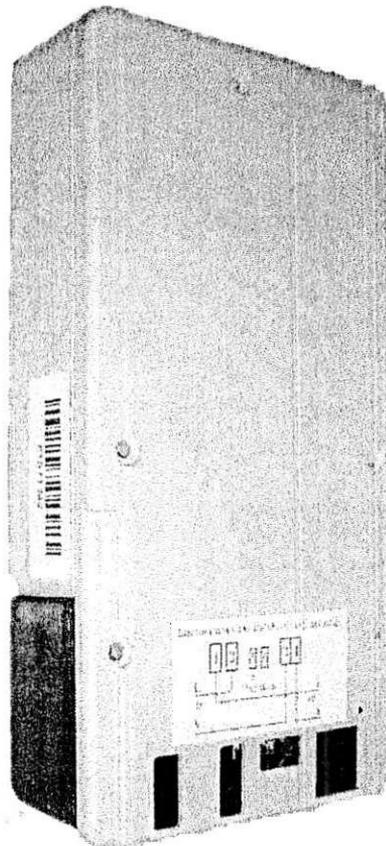


Figura 01 – Módulo de Medição

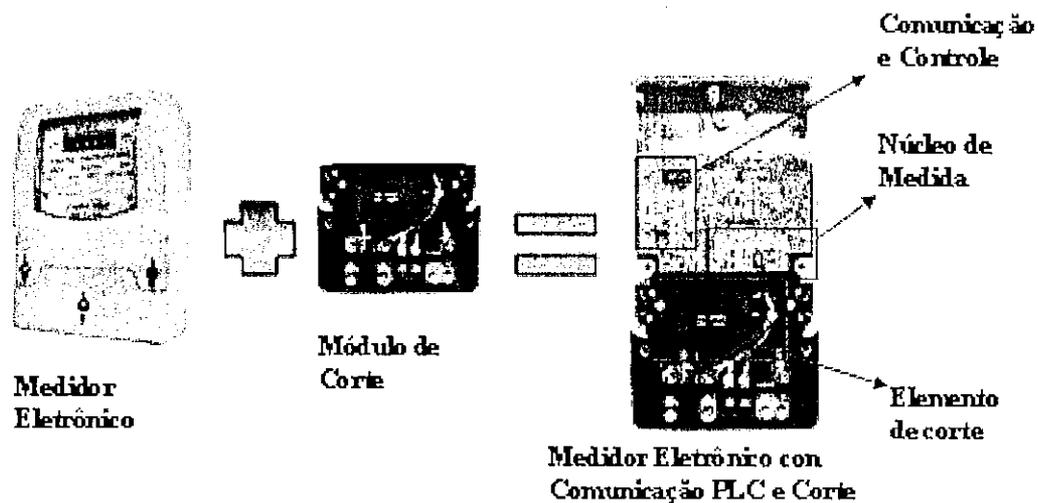


Figura 02 – Elementos constituintes de um módulo

Os módulos de medição são alimentados em 220V e possuem uma corrente nominal de 5A, com capacidade máxima para até 60A. Existe a possibilidade de ajuste para 110V, e nesse caso a corrente nominal passa a ser de 10A, com capacidade máxima para até 100A.

3.1.1.1.1 - Núcleo de Medida

O núcleo de medida do módulo de medição é constituído pelo circuito integrado ADE7755, da fabricante americana *Analog Devices*, que funciona como um medidor de energia com saída em forma de pulso.

O chip ADE7755 nos fornece uma medição com boa precisão, atendendo ao padrão IEC 1036, o que nos garante um desvio máximo de 0,5% do valor real – na prática o desvio não chega a 0,1%. Além disso, é estável e suporta condições ambientais extremas, o que explica o porquê de sua escolha.

Como mencionado anteriormente, o circuito integrado ADE7755 fornece pulsos em suas saídas, que por sua vez são usadas para fazer interface com um microcontrolador, no caso o PIC 18F6720.

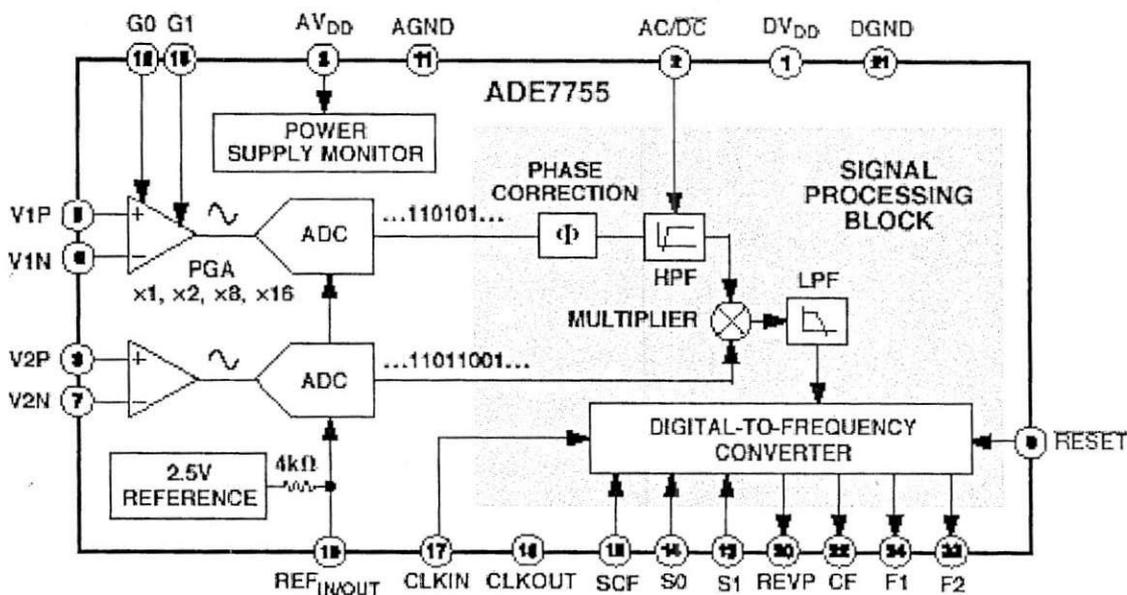


Figura 03 - Bloco Funcional do ADE7755

3.1.1.1.2 – Bloco de Comunicação e Controle

A unidade inteligente presente no módulo de medição é um MCU PIC 18F6720. É ele que permite o processamento dos comandos recebidos através da interface de comunicação e com isso possibilita o comando do estado do elemento disjuntor de seu dispositivo de corte. É esse microcontrolador que possibilita a interface com o Coletor de Dados através de comunicação PLC, tema que será tratado mais adiante.

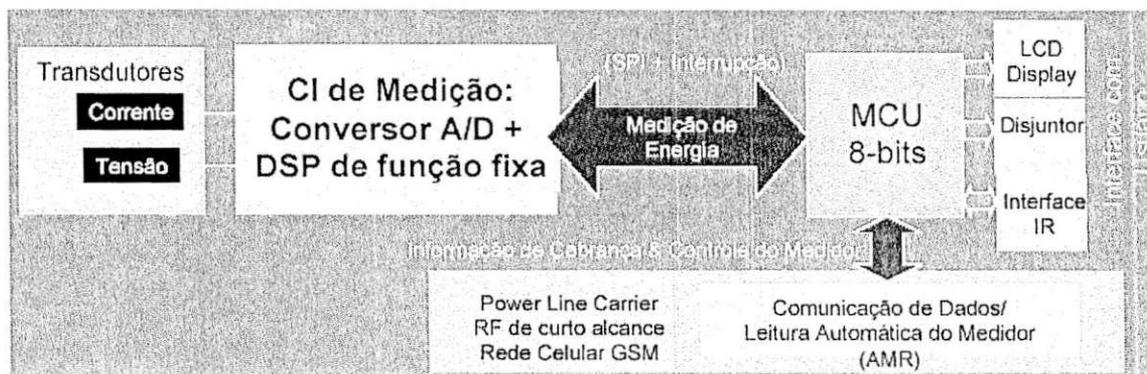


Figura 04 - Diagrama de blocos do Medidor + Processador programável – PIC 18F6720

3.1.1.1.3 – Elemento de Corte

O elemento de corte presente no módulo é um relé eletromecânico de fabricação da empresa chinesa *WANJIA ELECTRIC EQUIPMENT*.

O dispositivo *WJ301* funciona seguindo os comandos dados pelo funcionário da concessionária, que envia a informação para o Coletor de Dados via telefonia celular, que utiliza a tecnologia GSM – *Global System for Mobile Communicatios*, e este envia para o módulo de medição desejado via PLC. Cada módulo tem uma identificação junto à concessionária de energia, que sabe exatamente a qual cliente o módulo está conectado. Ao receber a informação de corte ou de religação, o relé abre ou fecha seus contatos respectivamente, através da criação de um campo eletromagnético entre seus contatos.

3.1.1.2 – Concentradores de Medidores

Com o objetivo de agregar uma maior quantidade de módulos e de fornecer uma melhor proteção contra intempéries e principalmente intervenções, foram projetadas caixas em policarbonato especialmente para instalação na Rede DAT (Rede de Distribuição Aérea Transversal). As caixas possuem capacidade para até 10 unidades. O conjunto dos módulos mais a caixa é denominado de Concentrador de medidores.

O equipamento pode atender a todos os tipos de clientes: monofásicos, bifásicos e trifásicos. Para isso utilizam-se um, dois ou três módulos respectivamente, já que os módulos são monofásicos. O equipamento é instalado no poste e possui a função de “ponte” entre a rede e o ramal de ligação do cliente.

No interior da caixa temos três barramentos menores e um maior. Os três barramentos menores correspondem às três fases e o maior é conectado ao neutro. Caso o circuito em que estejamos trabalhando seja monofásico, os três barramentos correspondentes às fases ficam jumpeados. Os barramentos das fases agrupam três ou quatro módulos – os dois primeiros conectam três módulos e o terceiro conecta quatro módulos.

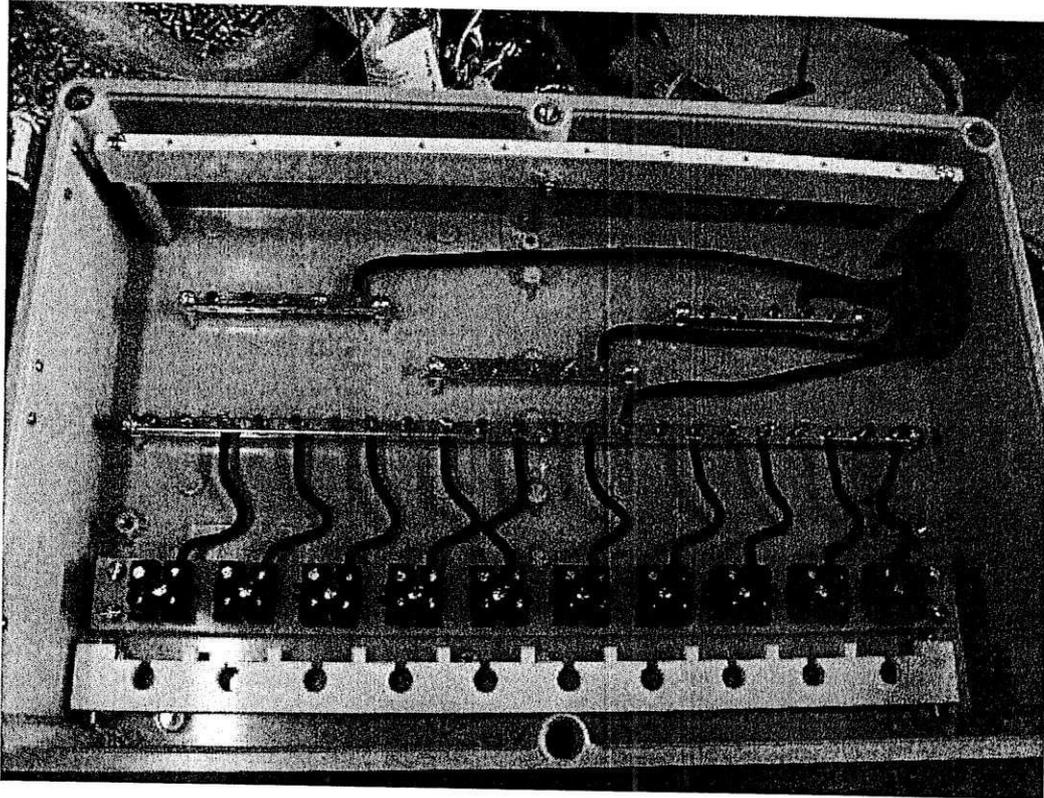


Figura 05 - Vista dos barramentos da caixa de policarbonato

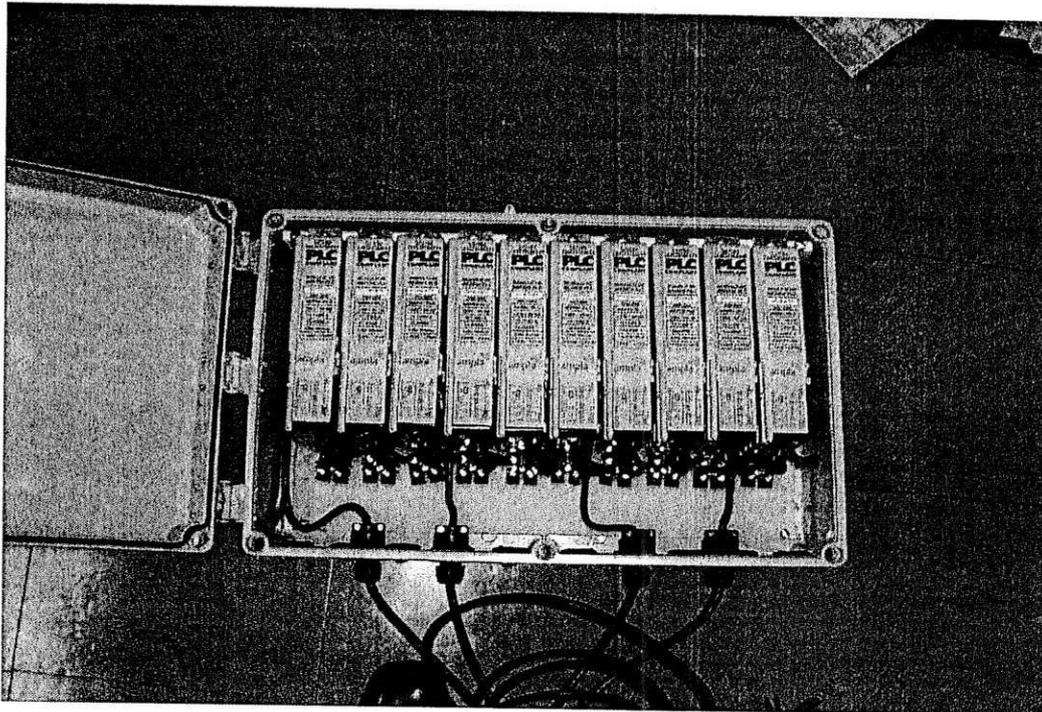


Figura 06 – Concentrador de Medidores

3.1.1.3 – Coletor de Dados

Sua função é administrar cada um dos Módulos de Medição do Concentrador PLC e manter as configurações dos clientes do Concentrador. A gestão do Coletor é realizada por meio de dois meios de comunicação: uma que se conecta ao sistema remoto via telefonia celular e outra que se conecta com os Módulos de Medida via PLC.

O Coletor de Dados é a interface de comunicação entre os Concentradores e o Sistema de Controle e Gestão. Neste equipamento são armazenadas todas as informações dos clientes, inclusive a identificação de qual módulo está conectado este cliente.

Conforme mencionado anteriormente, a comunicação entre o Coletor e os Concentradores se realiza sobre as linhas de baixa tensão, não havendo, portanto, a necessidade de uma rede auxiliar. Utilizando modulação *Spread Spectrum* na modalidade mestre/escravo, a comunicação PLC se realiza sobre as três fases, o que permite o intercâmbio de dados com os medidores instalados em cada uma delas.

Cada Coletor tem capacidade para comunicação com até 1024 módulos, aproximadamente 103 Concentradores de Medidores com dez módulos cada, mas por precaução, usa-se apenas 350 módulos para evitar congestionamento de dados na rede e garantir a integridade dos mesmos. Chegou-se a esse número baseado em experimentos, onde se concluiu que 350 módulos por Coletor levam a um bom resultado.

A comunicação do Coletor com o sistema é realizada através da porta serial RS232, a qual se pode conectar distintos módulos de comunicação, tais como: modem rádio, modem celular, modem GPRS, etc.

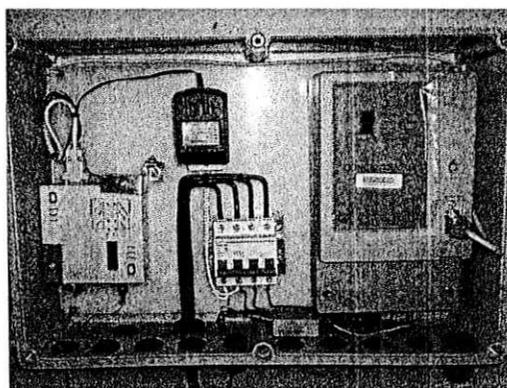


Figura 07 – Caixa com Coletor de Dados + modem celular

3.1.1.4 – Modem de Comunicação Celular

O modem utilizado no projeto é o V2 MCC 250 da V2 Telecom.

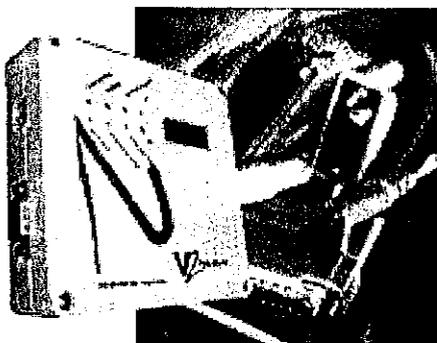


Figura 08 – Modem V2 MCC 250

O V2 MCC combina funções de comunicação (modem) com funções típicas de um microcomputador (processamento, memória RAM e memória não volátil). O resultado são módulos inteligentes com funcionalidades diversas, tais como:

- Comunicação transparente entre equipamentos e aplicações centrais;
- Comunicação através dos protocolos dos próprios equipamentos, tais como MODBUS RTU, NBR 14522 (ABNT) e muitos outros, permitindo um monitoramento local associado a uma supervisão remota;
- Detecção e comunicação de eventos locais, gerando alarmes instantâneos como de abertura de gabinetes ou de falhas de equipamentos;
- Capacidade de comunicação automática em horários pré-programados e configurados remotamente;
- Conexão através de diversos tipos de interface dos equipamentos monitorados, tais como seriais (RS 232 ou RS 485), analógicas (4-20 mA, 0-5 V), digitais e óticas;
- Comutação automática entre redes de pacotes (GPRS ou 1XRTT), conexões por circuito (CSD), serviço de mensagens curtas (SMS) e protocolos sobre a rede de voz (DTMF);
- Armazenamento local de dados (*data logger*);
- Capacidade de atuação remota, permitindo o acionamento/desligamento de dispositivos;

- *Watchdogs* e re-ligamento remoto;
- Atualização remota de *firmware*.

Especificações	V2 MCC 200	V2 MCC 250
Alimentação Elétrica	9 a 36 V	
Temperatura Operacional	-20°C a +70°C	
Dimensões	11,7 x 12,2 x 3,7cm	
Rede celular	TDMA	GSM/GPRS, CDMA/1XRTT, TDMA
Memória RAM	32 KB	1 MB
Memória Não Volátil	256 b	1 MB
Aplicação	Parametrização remota	Atualização remota
Arquitetura	<i>Dual Microcontroller</i>	JAVA
Relógio	Integrado	RTC Integrado
Interfaces de Conexão	RS 232, RS 485, Porta ótica, 11 entradas analógicas, 3 entradas digitais, 3 saídas digitais	
Bateria	Externa com <i>no break</i> (opcional)	
Antenas	Externas com cabo extensor, ganhos de sinal de até 25 dB e revestimento anti-corrosivo	
Itens de instalação	Painéis com proteção climática e isolamento elétrico	

Tabela 01 – Especificações do modem

O sistema realiza a comunicação de dados sem fio através de redes celulares já estabelecidas, operadas por empresas detentoras de concessão pública, no nosso caso a CLARO.

Todo o sistema foi projetado para propiciar a melhor relação custo/benefício para os clientes, otimizando a utilização de redes celulares através de:

- Utilização de rede celular mais apropriada para cada aplicação;
- Gerenciamento da comunicação.

3.1.1.4.1 - Utilização da Rede Celular mais Apropriada

O sistema V2 Telecom possui uma plataforma de comunicação já integrada com as principais operadoras em todas as tecnologias celulares disponíveis no território nacional:

- GSM/GPRS/EDGE;
- CDMA/1XRTT;
- TDMA.

Cada tecnologia de rede celular possui vantagens e limitações. Através de um programa de análise da utilização da capacidade das redes é determinada a melhor rede a ser utilizada de acordo com diversos parâmetros, tais como: região onde está localizada a máquina a ser gerenciada, volume de informações trafegadas, frequência de transmissões e desempenho esperado.

3.1.1.4.2 - Gerenciamento da Comunicação

Os sistemas de transmissão de dados das operadoras celulares podem apresentar diversos problemas, tais como interrupções no funcionamento ou diminuição no desempenho. Através do protocolo proprietário V2 *Safeway*, esses problemas são contornados, minimizando as possibilidades de falhas de comunicação. Esta solução gerencia a interação entre o V2 MCC e a plataforma central e, em caso de eventuais atrasos no envio de dados, identifica a melhor forma de transmissão disponível no momento, através de uma comutação automática entre as diferentes portadoras de dados existentes em cada rede celular:

- Pacotes TCP/IP (GPRS/EDGE/1XRTT);
- SMS;
- CSD;
- DTMF.

3.1.1.5 – Acopladores de Rede

Para que a comunicação PLC se propague por mais de uma zona elétrica, isto é, por mais de um transformador, podendo-se conectar a um único Coletor de Dados, clientes pertencentes a vários outros circuitos, utiliza-se um dispositivo chamado de Acoplador de Rede. Esse dispositivo nada mais é que um circuito capacitivo que funciona como um filtro passa-altas com frequência de corte abaixo de 270KHz, que é a frequência de operação dos dispositivos PLC dos Módulos e do Coletor de Dados, de forma que atenua significativamente a frequência da rede elétrica, 60Hz, mas deixa passar a frequência acima da de corte, permitindo assim que os dados modulados e transmitidos pela rede de baixa tensão via PLC tenham trânsito livre e sejam facilmente recebidos e demodulados. Os Acopladores de Rede são filtros capacitivos que devem ser instalados em cada fase da rede elétrica.

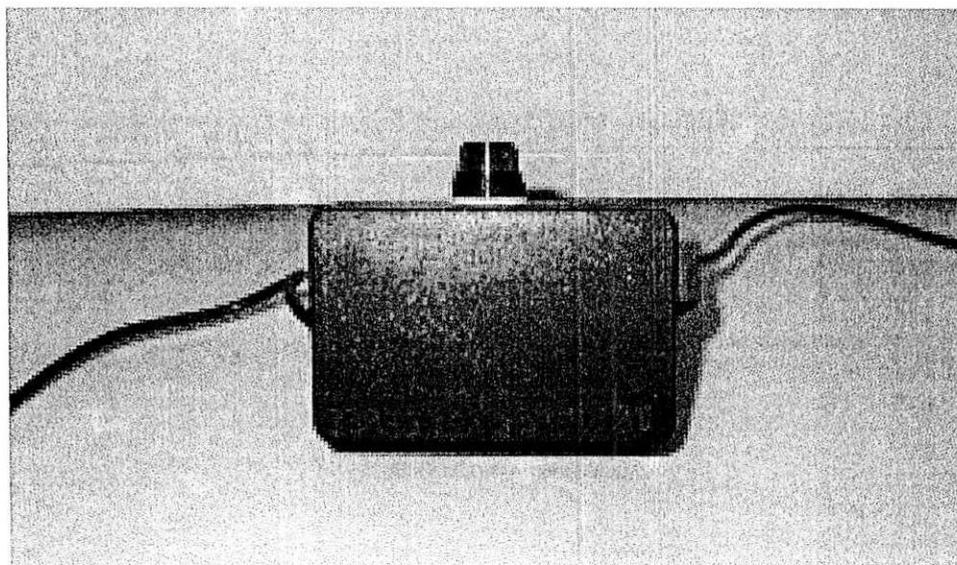


Figura 09 – Acoplador de Rede

3.1.2 – Rede de Distribuição Aérea Transversal – DAT

O padrão de Rede de Distribuição Aérea Transversal – Rede DAT, utiliza uma topologia de rede inovadora, que tem por objetivo inibir ação de conexão clandestina de clientes e reconexão de clientes desligados por falta de pagamento, e se aplica em áreas onde a utilização dos padrões de rede DAE (Distribuição Aérea Especial) e DAC (Distribuição Aérea com Cabos Pré-Reunidos) não foram eficazes para reduzir os elevados níveis de perdas de energia.

Este padrão, também, pode ser adotado em áreas novas, desde que se caracterize como área com o perfil descrito anteriormente.

A topologia da Rede DAT se caracteriza pela instalação da rede de baixa tensão (BT) no mesmo nível da cruzeta da rede de média tensão (MT), ou seja, na extremidade da cruzeta de sustentação da mesma, respeitando, entretanto, os afastamentos mínimos estabelecidos pela norma NBR 5434 da ABNT.

Para obter os afastamentos mínimos entre a rede de MT e BT, exigidos pela norma NBR 5434 da ABNT, são utilizadas cruzetas de 2,40 metros de comprimento.

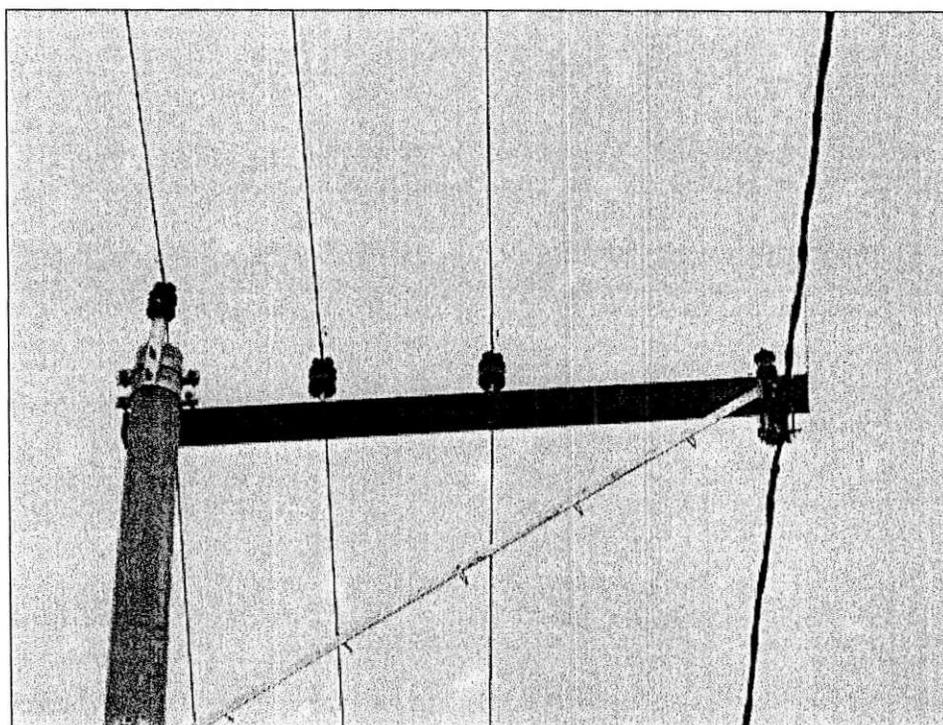


Figura 10 – Poste no padrão da Rede DAT

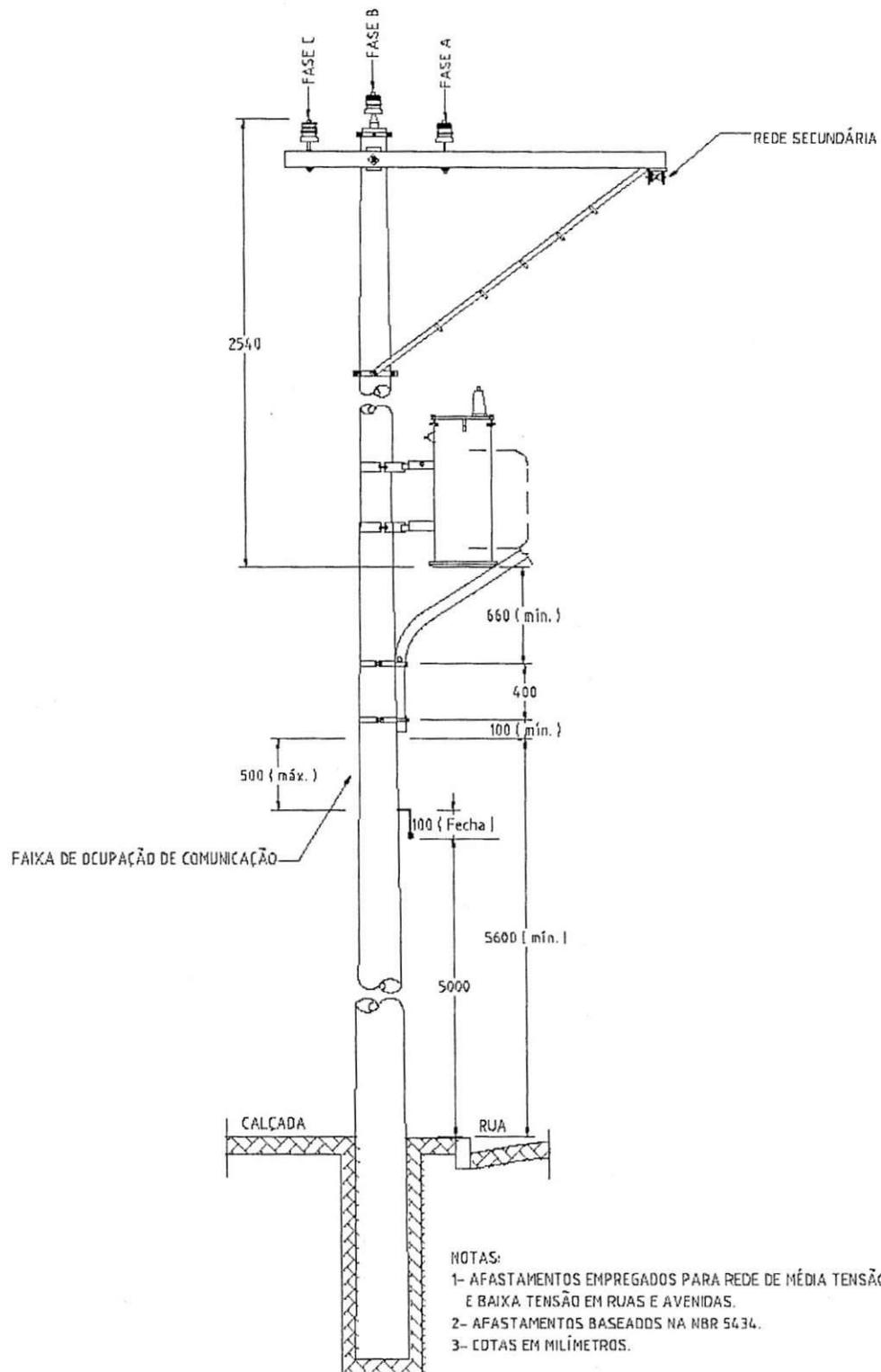


Figura 11 – Afastamentos para um poste de 11m

Os valores de demanda média diversificada individual a serem utilizados no cálculo da potência do transformador e dos circuitos de média e baixa tensão serão os seguintes:

- Por Cliente Monofásico: 0,8 kVA;
- Por Cliente Bifásico: 1,0 kVA;
- Por Cliente Trifásico: 1,5 kVA.

O carregamento inicial dos transformadores será da ordem de 100% da sua carga nominal. Em função disso, todas as ligações novas e ligações provisórias em Rede DAT deverão ser previstas e analisadas quanto ao carregamento do transformador, antes de serem efetuadas.

Preferencialmente, deverão ser projetados circuitos pequenos, com transformadores monofásicos de 10KVA e trifásicos de 15 e 30KVA.

Atenção especial deve ser dada na passagem pela mão francesa do cabo de interligação da BT do transformador à rede de BT, visando sempre manter atendido o afastamento mínimo de 800mm entre as redes de MT e de BT.

Para a escolha dos postes deverão ser seguidos os seguintes conceitos:

- Áreas urbanas: Preferencialmente, deverão ser projetados postes de concreto seção circular.
- Áreas rurais: Preferencialmente, deverão ser projetados postes de concreto seção duplo T ou de madeira.
- Áreas sujeitas à poluição atmosférica (salinidade, etc.): deverão ser projetados postes de madeira.

NOTA: Qualquer que seja o tipo de região a atender, nos casos onde já existirem instalados postes de concreto seção duplo T ou de madeira em bom estado de conservação, estes deverão ser mantidos.

A montagem e a conexão dos equipamentos são realizadas de acordo com a figura 11. O Concentrador é instalado na cruzeta do poste da Rede DAT, a uma distância de aproximadamente 9,00m de altura do solo e 1,80m do eixo axial do poste. O Coletor é instalado da mesma maneira, impossibilitando qualquer acesso por parte de pessoas não autorizadas.

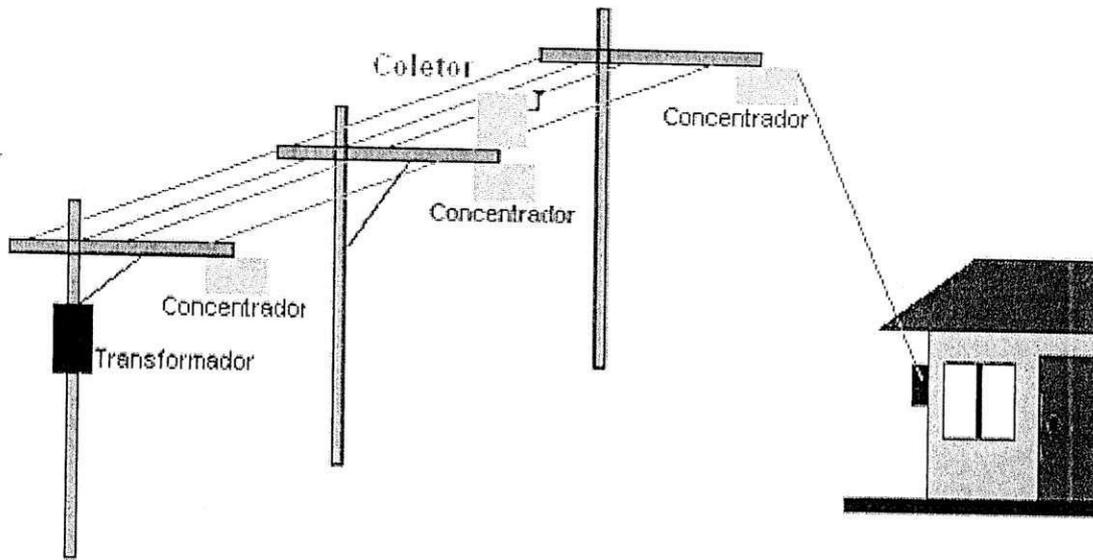


Figura 12 – Esquema de montagem e conexão dos equipamentos na Rede DAT

4 – COMUNICAÇÕES

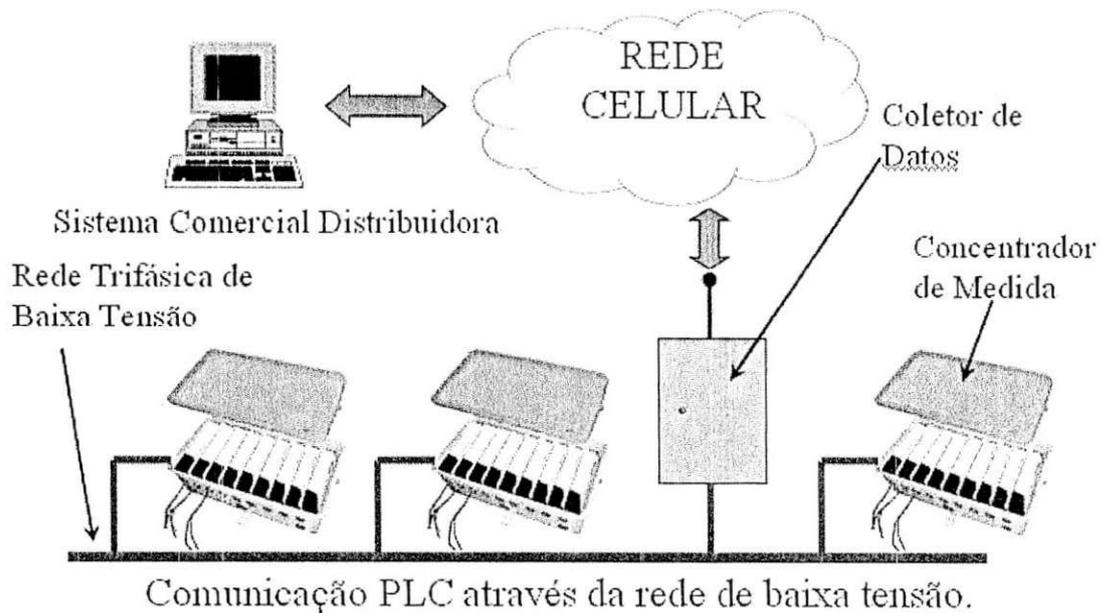


Figura 13 – Comunicação entre os componentes do Sistema

4.1 – MÓDULOS DE MEDIÇÃO ↔ COLETOR DE DADOS

A comunicação entre Módulos de Medição e Coletor de Dados segue a concepção do Sistema PLC da *Main.net* (*Power Line Ultimate System -PLUS*), que utiliza a tecnologia de modulação *Spread Spectrum* na modalidade mestre/escravo sobre as linhas de baixa tensão. O chip PLC Master fica no Coletor de Dados enquanto todos os módulos de medição têm um chip PLC Slave.

Diferentemente do sistema tradicional, em que se procura enviar o sinal mais potente possível para atingir o usuário final, em sua implementação cada unidade envia o sinal com a menor potência possível que permita atingir o próximo ponto. O sistema emprega repetição inteligente e usa a atenuação das linhas elétricas para criar células similares às utilizadas em sistemas celulares, permitindo que diferentes unidades utilizem eficientemente as mesmas frequências, sem a ocorrência de colisões; as unidades se interconectam utilizando um protocolo multiponto proprietário.

Os dispositivos PLC dos módulos e do Coletor de Dados foram projetados para operar na frequência de 270kHz.

4.1.1 – PLC

PLC (Power Line Communications) ou BPL (Broadband Over Power Lines), como foi rebatizada pela Agência Reguladora Federal de Serviços de Telecomunicações dos Estados Unidos – FCC é a tecnologia de transmissão de dados que utiliza como meio de comunicação a rede elétrica. Com o ato de energizar os equipamentos, automaticamente se estabelecem a comunicação entre os mesmos, evitando assim instalações adicionais, que agregam custos e vulnerabilidade ao sistema. A comunicação é realizada em uma frequência superior a da rede elétrica, evitando interferências da rede na comunicação de dados.

O uso das redes de distribuição de energia elétrica como meio de transmissão de sinais de comunicação é bastante difundido entre as Empresas de Energia Elétrica. Circuitos de baixa e de alta tensão vêm sendo utilizados há várias décadas para o transporte de informações operacionais de voz, comando e controle dessas empresas. São bastante conhecidos e utilizados pelas empresas os Sistemas *Power Line Carrier*, chamados no Brasil de OPLAT (Ondas Portadoras em Linhas de Alta Tensão), de acoplamento capacitivo às Linhas de Alta Tensão. São, também, exemplos de aplicação dessa tecnologia sistemas de baixa velocidade para o controle/comando de reatores na rede de baixa tensão que, por exigirem baixas taxas de transmissão, permitem a utilização de canais de transmissão com portadoras de baixas frequências.

A crescente demanda por serviços de telecomunicações e a falta de infra-estrutura física de telecomunicações suficiente para levar esses sinais até o usuário final têm atraído o interesse dos fabricantes para a utilização das redes de distribuição de baixa e média tensão como suporte para esse tipo de aplicação, que exige largura de banda maior que os tradicionalmente utilizados.

A utilização de redes de distribuição de baixa e média tensão para o transporte de sinais de banda larga conduziu ao aperfeiçoamento da tecnologia já existente, dando

origem à tecnologia *Power Line Communications* – PLC Banda Larga ou Broadband Over Power Lines - BPL.

De modo geral, o PLC é composto de Unidades Concentradoras (*Head End*), Repetidoras e Unidades de Terminação de Cliente (*Customer Premise Equipment - CPE*).

O acoplamento dos equipamentos *Power Line* à rede elétrica é realizado através de equipamentos especificamente desenvolvidos, que oferecem o isolamento adequado entre os sinais de telecomunicações e a energia elétrica, garantindo a segurança operacional do sistema e dos usuários.

4.1.1.1 – Modulação

Um fator importante relativo à imunidade do Sistema é a modulação utilizada. Existe uma variedade de técnicas para acoplar o sinal ao canal de comunicação, cada uma com suas vantagens e desvantagens, das quais destacamos as três seguintes como mais relevantes: Spread Spectrum, OFDM e GMSK.

A técnica de modulação de Espalhamento Espectral (*Spread Spectrum*) consiste em distribuir a potência do sinal ao longo de uma faixa de frequências muito ampla, de modo a garantir que a densidade espectral de potência seja bastante baixa. Em contrapartida, a largura de banda necessária para transmissão de dados é bastante elevada.

A técnica de modulação *Orthogonal Frequency Division Multiplex* (OFDM) consiste em modular um grande número de portadoras de banda estreita distribuídas lado a lado. Este tipo de modulação oferece grande adaptabilidade ao sistema, pois é possível suprimir portadoras interferentes ou interferidas ou variar o carregamento (número de bits) de cada portadora de acordo com a Relação Sinal/Ruído ou Atenuação do Enlace. Este sistema necessita de amplificadores altamente lineares sob pena de harmônicas das portadoras provocarem interferências.

A técnica de modulação GMSK ou *Gaussian Minimum Shift Keying* é um caso particular de modulação OFDM, às vezes referido como OFDM de banda larga. As portadoras são moduladas em fase resultando em um "envelope" constante, de modo que os amplificadores podem ser mais simples. O sinal é robusto contra interferências de banda

estreita tais como sinais de rádio de ondas curtas. Esta modulação resulta em um espectro de forma gaussiana, de onde se origina a sua denominação.

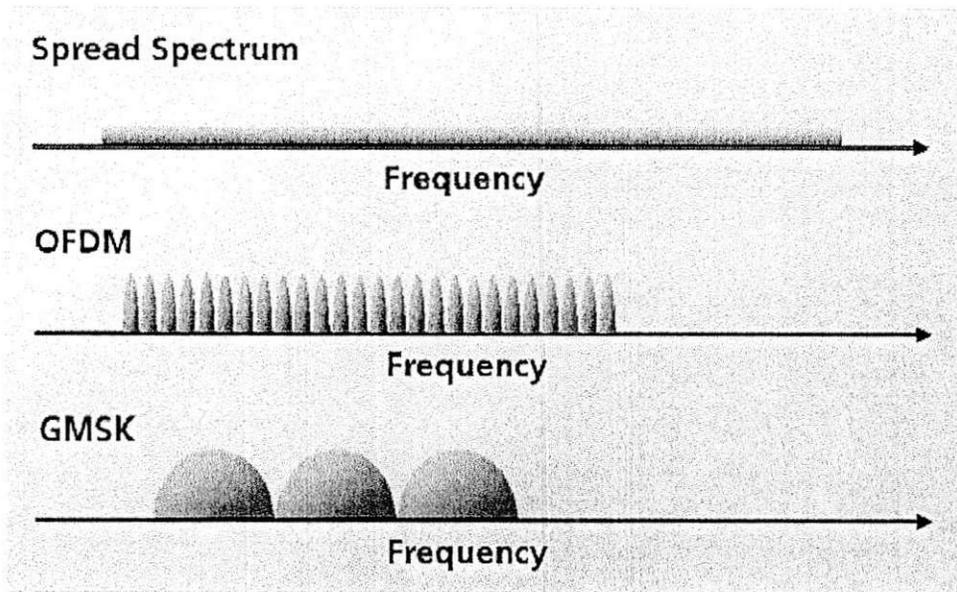


Figura 14 – Técnicas de modulação

A técnica de modulação que se mostrou mais viável para nosso projeto foi a *Spread Spectrum*, ou modulação de espalhamento espectral, pois tivemos boa relação Sinal/Ruído e um nível de interferência aceitável, ou seja, que não comprometeu a integridade dos dados a serem transmitidos.

4.1.1.2 – Área de Cobertura

O sinal utilizado no projeto tem um alcance de 450m aproximadamente.

A distância que se pode alcançar em um sistema PLC depende, basicamente, das perdas introduzidas ao longo do sistema de distribuição de potência. A atenuação é diretamente proporcional ao aumento da frequência, portanto quanto maior for a frequência utilizada maior será a atenuação.

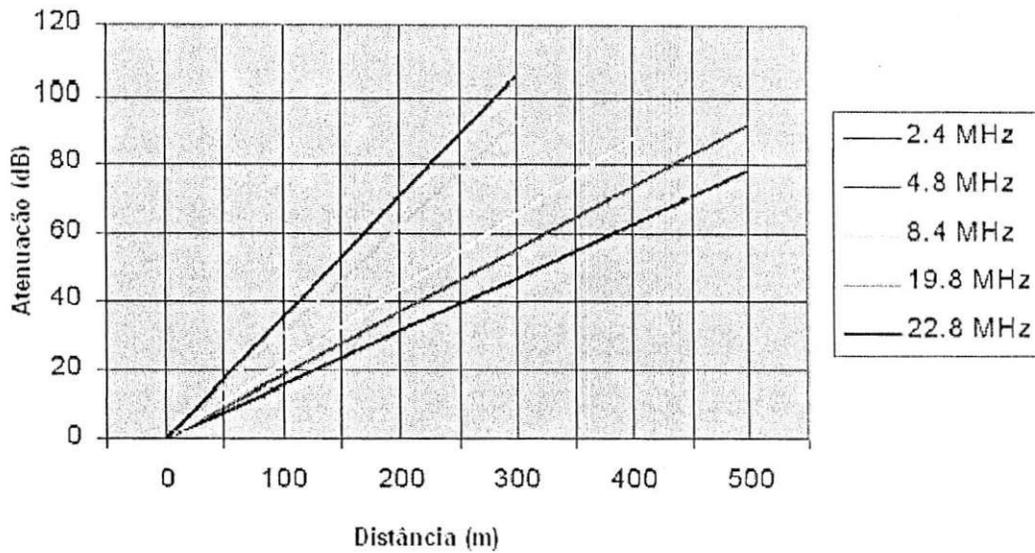


Figura 15 – Gráfico da Distância média para cada faixa de frequência

O tipo de cabo que se utiliza também influencia bastante nas perdas obtidas ao longo das linhas de transmissão e distribuição.

4.2 – COLETOR DE DADOS ↔ SISTEMA DE GESTÃO

A comunicação de dados entre o Coletor e o Sistema de Gestão da Concessionária se dá através de telefonia móvel, onde temos um modem de comunicação celular que se utiliza da tecnologia GSM acoplado ao Coletor de Dados.

O Coletor de Dados tem uma porta serial RS232, a qual se podem conectar vários meios de comunicação, como modem rádio, modem celular, modem GPRS, etc.

Seu protocolo transparente o torna versátil no momento de escolher o tipo de transmissão de dados que se fará entre Coletor e o Sistema de Controle e Gestão da concessionária.

4.2.1 – GSM

O GSM (*Global System for Mobile Communicatios*) é um sistema celular, com arquitetura aberta, que utiliza transmissão digital baseado na banda de 900 MHz, especificada pelo ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), com método de acesso TDMA.

4.2.1.1 – Histórico

A especificação básica do padrão digital europeu, GSM (Global System for Mobile Communications), foi aprovada em junho de 1987, porém seu desenvolvimento começou em 1982, quando na CEPT (*Conference of European Posts and Telegraphs*) formou-se um grupo, inicialmente chamado *Group Special Mobile*. O grupo estudava e desenvolvia um sistema celular digital público europeu na faixa dos 900 MHz. Os critérios básicos eram:

- baixo custo nos terminais e serviços;
- uso eficiente da largura de banda;
- suporte para lidar com novos serviços e facilidades;
- suporte para roaming internacional, ou seja, habilidade de utilizar o mesmo telefone em vários países;
- habilidade para suportar terminais handheld;
- compatibilidade com ISDN (Integrated Services Data Network).

Em 1989, a responsabilidade do GSM foi transferida para a ETSI (European Telecommunication Standards Institute).

Atualmente, o padrão GSM é adotado em toda a Europa, na Austrália e em diversos países asiáticos. A largura de faixa por portadora para este sistema é de 200 KHz.

4.2.1.2 – Arquitetura

GSM consiste de muitos subsistemas, como o MS (Mobile Station), BSS (Base Station Subsystem), NSS (The Network and Switching Subsytem) e OSS (Operation Subsystem).

- MS (Mobile Station): O MS inclui equipamentos móveis e um SIM (Subscriber Identity Module). O SIM é um módulo dos assinantes que armazena todas as informações relacionadas ao assinante. Quando o SIM é inserido no equipamento móvel, a informação relevante é checada e a chamada é liberada para a estação móvel. O equipamento móvel não é associado com o número chamado - isso está contido no SIM, e conseqüentemente qualquer equipamento móvel pode ser usado por um assinante.
- BSS (Base Station Subsystem): O BSS é composto de duas partes, o BTS (Base Transceiver Station) e o BSC (Base Station Controller). Sua função é conectar o MS através da interface de rádio e também conectar para o NSS. O BTS abriga os transceiver de rádio que definem uma célula e lida com os protocolos de interface de rádio com a estação móvel. O BSC gerencia a pesquisa de uma ou mais BTS e gerencia o canal de interface de rádio, como um handover (setup, teardown, frequência, hopping, etc.).
- NSS (Network Subsystem): é composto pela MSC (Mobile Service Switching Center), HLR (Home Location Register), e pela VLR (Visitor Location Register). O MSC coordena as chamadas dos usuários. O HLR consiste de um banco de dados que contém informações dos usuários. O VLR contém informações administrativas temporariamente.
- OSS (Operation Subsystem): função de operação de rede, gerenciamento de assinantes e gerenciamento de equipamentos móveis.

4.2.1.3 – Aspectos da Transmissão

O espectro de rádio tem banda de 890-915MHz para uplink (estação móvel para estação base) e 935-960 MHz para o downlink na Europa para redes móveis. Pelo menos 10 MHz em cada banda foi guardada para o GSM.

Os canais mais comuns tem 51 frames (multiframe) incluindo:

- BCCH (Broadcast Control Channel) - Broadcast contínuas no downlink, informações incluindo identidade de estação base, alocação de frequência, e seqüências de frequência-hopping.

- FCCH (Frequency Correction Channel) e SCH (Synchronisation Channel) - Usado para sincronizar o módulo com a estrutura do slot de tempo da célula definindo o começo de um frame TDMA.
- RACH (Random Access Channel) - Canal do slot Aloha usado pelo módulo para requerer acesso na rede.
- PCH (Paging Channel) - Usado para alertar uma chamada para a estação móvel.
- AGCH (Access Grant Channel) - usado para alocar um SDCCH (Stand-alone Dedicate Control Channels) para sinalizar (para obter uma canal dedicado), seguindo um requerimento na RACH.

O sistema celular TDMA (no modelo GSM) melhora a qualidade de transmissão, aumento do tempo de vida da bateria, e melhora a eficiência do espectro.. Isso inclui transmissão descontínua, frequência-hopping e recepção descontínua quando monitora um canal de paginação. Outra ferramenta usada pelo GSM é controle de potência, o qual tenta minimizar a potência da transmissão de rádio dos módulos, e minimizar a interferência gerada nos co-canais.

4.2.1.4 – Serviços Providos

As redes GSM atuais são para transmissão de voz, mas oferecem melhor qualidade do sinal, maior segurança (com codificação e criptografia) e uso mais eficiente do espectro (resultando em maior capacidade das redes). Padrões governamentais para dados estão sendo desenvolvidos e em breve teremos taxas de transmissão de dados da ordem de 9,6 Kbps e conexões para as redes de dados públicas. Serão utilizados dois canais: o Dm, para controle e implementação de serviços suplementares similares ao de uma ISDN, e o Bm, para tráfego dos dados do usuário e voz digitalizada. As unidades GSM serão providas de uma interface ISDN tipo S ou interfaces CCITT série X ou V.

O GSM foi projetado de modo a ser compatível com a RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados). Assim, o GSM oferece uma série de funções de chamada, tais como: espera, desvio de chamada, chamada com restrição, etc., e uma variedade de serviços de dados até 9600 Kbps, onde não requer o uso de modems específicos.

DCS 1800 é um tipo de serviço de telefonia celular digital móvel do tipo PCN- Personal Communications Network, operando na banda de 1,800 MHz, que utiliza o padrão DCS 1800 desenvolvido pelo ETSI como uma extensão ao GSM. Ambos possuem facilidades similares, sendo que PCN está disponível apenas para terminais de assinantes portáteis manuais. GSM também está disponível para terminais de maior potência instalados em carros.

4.2.1.5 – Aspectos da Rede

A transmissão rádio forma a mais baixa camada funcional no GSM. Em qualquer sistema de telecomunicação, isso é requerido para coordenar a distribuição de entidades funcionais na rede. A transferência de informação no GSM segue como as camadas do modelo OSI. No topo da camada física está a camada de enlace provendo transmissão entre camadas adjacentes, baseada no protocolo LAPM do ISDN para interfaces Um e Aabis, e o protocolo MTP (Message Transfer Protocol) do SS7 para outras interfaces. A camada funcional (rede) acima da camada de enlace é responsável pelo RR (Radio Resource Management), MM (Mobility Management) e pela CM (Call Management).

O RR é responsável pela ligação da estação móvel com o infra-estrutura da rede. Isso inclui o estabelecimento e alocação de canais de rádio nas interfaces Um, e o estabelecimento da interface A ligada com MSC.

O MM assume a conexão RR, e é responsável pelo gerenciamento dos lugares (locais) e da segurança. Esse gerenciamento dos locais envolve o planejamento e procedimentos para atualizar os locais.

O CM é subdividido em 3 partes: o CC (*Call Control*) que gerencia a chamada, tal como seu estabelecimento, etc., a outra subparte é o Supplementary Services, o qual gerencia a implementação de vários serviços e acessa e modifica o serviço, a outra parte é o *Short Message Service* o qual lida com mensagens curtas, do e para o assinante móvel.

5 – SOFTWARE DE CONTROLE E GESTÃO

O Software *Automatic Meter Reading System* – AMRS foi desenvolvido para ser utilizado no Sistema Operacional Windows, possui uma interface simples e grande acessibilidade. Para se inicializar o sistema, o usuário deve primeiramente configurar um coletor de dados e informar, principalmente, o número de acesso a ser discado. De posse das informações dos módulos de cada concentrador, é necessário que o usuário realize o cadastro de todos os equipamentos associados a cada coletor.

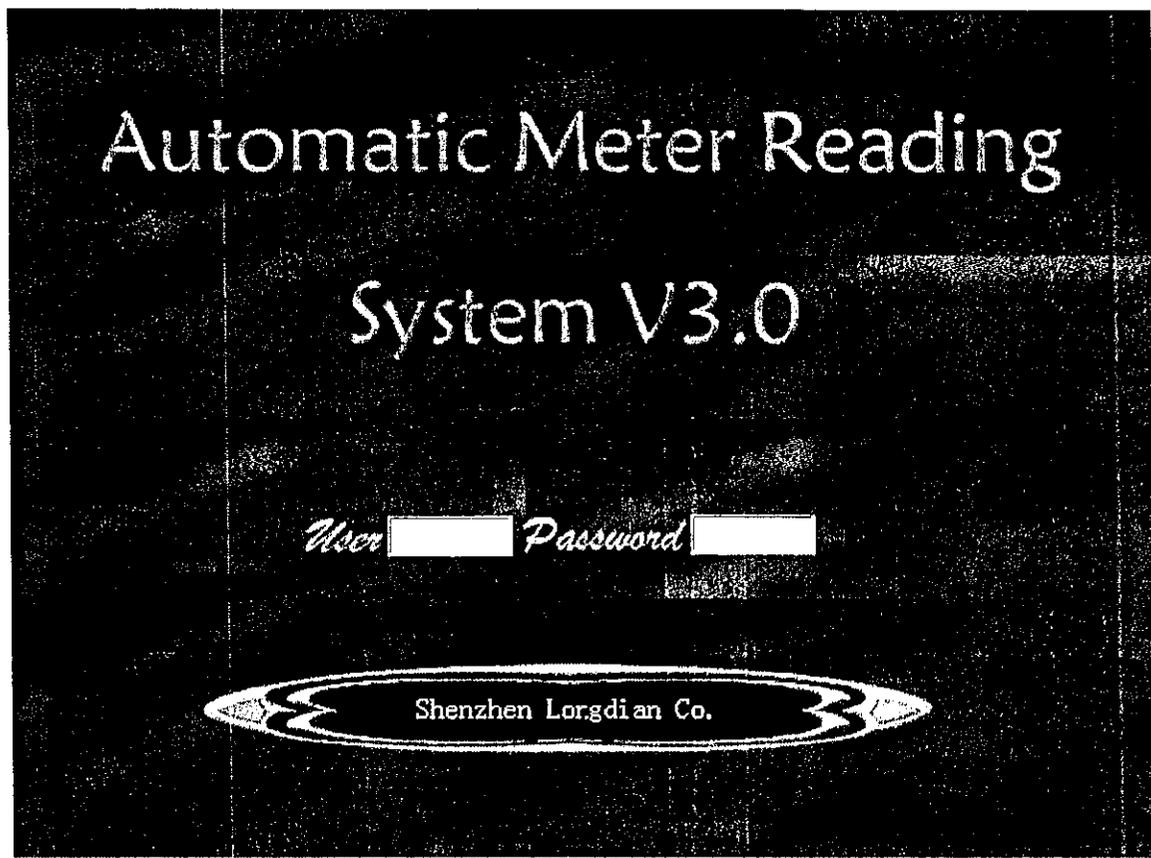


Figura 16 – Tela inicial do AMRS

Automatic Meter Reading System - [Meter(Users)]

File Row Query Graphic Print Edit

Meter ID	Account	Custom Name	Custom Address	Bar Code	Tariff	Initial Consumption	Max Register	Constant
000001574721	000				0	0	99999	10
000001574767	000				0	0	99999	10
000001574725	000				0	0	99999	10
000001574768	000				0	0	99999	10
000001574770	000				0	0	99999	10
000001574726	000				0	0	99999	10
000001574995	000				0	0	99999	10
000001575022	000				0	0	99999	10
000001574722	000				0	0	99999	10
000001574719	000				0	0	99999	10

Detail of Meter

Meter ID: 000001574721 Meter Type: Single-phase Total Consumption: 0 Meter Model:

Account: 000 Max Register: 99999 Tariff 1: 0 Precision: 1.0

Custom Name: Status: Tariff 2: 0 Usage: Resident Lighting

Custom Address: Scaling: 1 Tariff 3: 0 Flag:

Bar Code: Tariff: General Tariff 4: Ampere: 5(20)

Ready

Iniciar | Automatic Meter Rea... | AMRS_2 - Paint | 10:53

Figura 17 – Tela de cadastro dos Módulos de Medição

Automatic Meter Reading System - [Concentrator]

File Security Help

Concentrator setup

Distribution Transformer

No. 01 Teste

Transformer name: teste_gabão 02# Concentrator (DCE16 3 0.01)

Status: Clock: Time for Reading: Meter ID:

No.	Setting Time	Check	Reading Time Concentrator
1	00:01-01:00		
2	01:01-02:00		
3	02:01-03:00		
4	03:01-04:00		
5	04:01-05:00		
6	05:01-06:00		
7	06:01-07:00		
8	07:01-08:00		
9	08:01-09:00		
10	09:01-10:00		
11	10:01-11:00		
12	11:01-12:00		
13	12:01-13:00		

Concentrator

No. 02 Telephone number: 32475215 Meter:

Former Information

Concentrator login

Concentrator internal code

Meter internal code

Ready

Iniciar | Automatic Meter Readin... | AMRS_3 - Paint | Concentrator setup | 11:00

Figura 18 – Tela de cadastro dos tempos de leitura

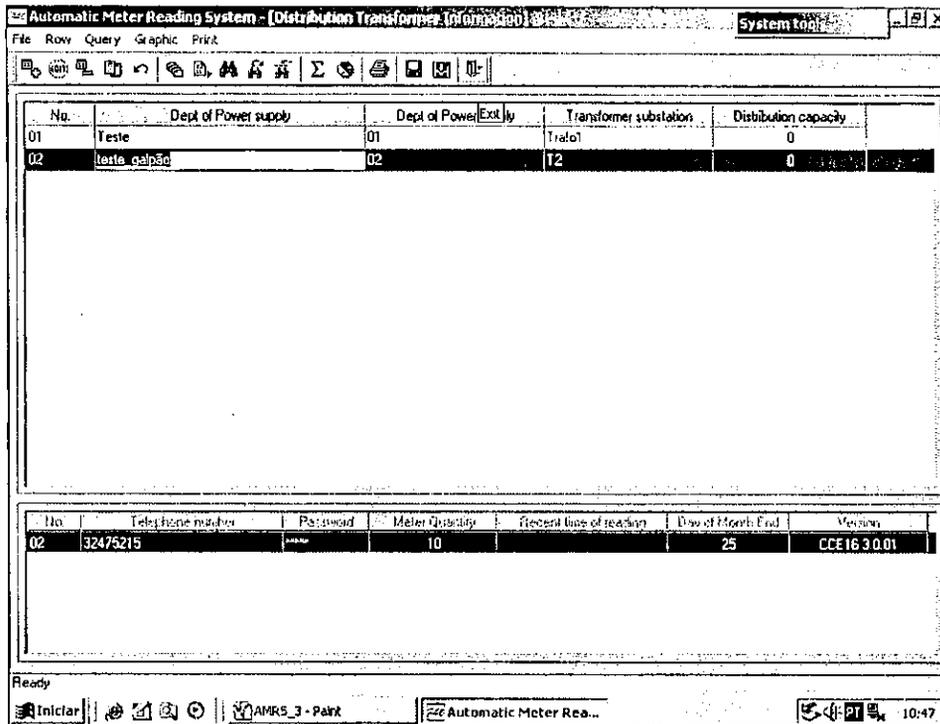


Figura 19 – Tela de criação dos projetos e inserção de informações relevantes do mesmo

Na figura 16 podemos ver a interface inicial do software de controle e gestão AMRS, onde devemos entrar com “lddq” nos dois campos: *user* e *password*.

Na figura 17 temos a interface onde se faz o cadastro dos módulos de medição e inserimos algumas informações sobre ele. No campo *Meter ID* inserimos o número de fabricação; em *Tariff* a forma de tarifação e *Meter Type* o tipo de medidor.

Na figura 18 vemos a tela que o software apresenta quando queremos inserir os tempos de leitura no Coletor de Dados. Basta clicar em *Time for Reading* e editar os intervalos de tempo desejados, que podem ser até 24 intervalos; usamos vinte e quatro intervalos de uma hora cada, ou seja, o coletor de dados faz o requerimento da leitura de todos os medidores nele cadastrados de hora em hora. Depois de editado temos que fazer um *Upload* para mandar os dados para o Coletor e depois um *Download* se quisermos conferir.

A figura 19 é a tela que nos possibilita a criação e exclusão de projetos. Em *Dept of Power supply* atribuímos um nome ao projeto. Devemos informar também um número de telefone e a versão, que em todos os casos que usamos foi *CCE 16.3.0.01*, que indica que a comunicação dos módulos com o coletor de dados é PLC. Outra opção seria *RS485*.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi de grande valia poder trabalhar na execução de uma obra de grande porte como no projeto do Sistema de Medição Concentrada e poder acompanhar e contribuir diariamente para a solução de problemas de caráter técnico e administrativo.

O Sistema oferece inúmeras vantagens para a COELCE:

- diminui significativamente a incidência de furtos de energia, pois qualquer manipulação que se faça no medidor convencional eletromecânico não afeta a medição do medidor eletrônico do Sistema;
- possui comunicação PLC, que dispensa infra-estrutura adicional de comunicações, eliminando custos e vulnerabilidade;
- diminuição de erros de leitura e digitação;
- operações de corte e reposição remotas.

O estágio realizado na CAM Brasil Ltda. foi sem dúvida alguma de grande importância para a integralização do curso de Engenharia Elétrica.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CAM – COMPANHIA AMERICANA DE MULTISERVICIOS Ltda. Chile, 2005.

Disponível em:

<http://www.camchile.cl>

[2] CAM Brasil – Companhia Americana de Multiserviços – filial Brasil, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:

<http://www.cambrasil.com.br>

[3] Grupo de Trabalho Powerline, APTEL - ASSOCIAÇÃO DE EMPRESAS PROPRIETÁRIAS DE INFRAESTRUTURA E DE SISTEMAS PRIVADOS DE TELECOMUNICAÇÕES. White Paper, Versão Final, ver 01, Dezembro 2003.

Disponível em:

<http://www.aptel.com.br>

[4] WIPLUG, fabricante de equipamentos PLC: Disponível em: <http://www.wiplug.com.br>

[5] PLUG, fabricante de equipamentos PLC: Disponível em: <http://www.wiplug.com.br>

[6] MAIN NET, fabricante de dispositivos PLC: <http://www.mainnet-plc.com>

[7] ANALOG DEVICES, fabricante de dispositivos e líder mundial em soluções de processamento de sinais com alta performance:

<http://www.analog.com>

[8] AN-559, APPLICATION NOTE: Medidor de energia baseado no AD7755 da ANALOG DEVICES. Disponível em: <http://www.analog.com>

[9] **ADE7755, Data Sheet** – Medidor de energia com pulso na saída. Disponível em:
<http://www.analog.com>

[10] **WANJIA**, fabricante de relés:
<http://www.wanjia-relays.com>

[11] **COMPLANT**, fabricante de medidores eletrônicos:
<http://www.complant.com>
<http://www.complant.com.hk>

[12] **V2 TELECOM**, fabricante e representante de equipamentos de telecomunicações:
<http://www.v2telecom.com.br>

[13] **GSM – Global System for Mobile Communicatios**, apostila de autor anônimo disponível no site:
<http://www.dee.eng.ufba.br/teleco2/trab2.html>

[14] Neto, Olympio Passos da Motta. **REDE DAT – DISTRIBUIÇÃO AÉREA TRANSVERSAL**, Mnual da Cerj, Parte 6, 2004. Gerência de Planejamento e Engenharia.

[15] **PIC18F6720, Data Sheet. MICROCHIP**
<http://www.microchip.com>