

OUTRAS APOSTILAS EM:  
[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA**  
**TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA**

**AMIR GEORGES SAAD**  
**ELIZA CRISTINA SANTOS AGUIAR**  
**FRANCINE DA SILVA AMARAL**

**MONITORAÇÃO DE BANCO DE BATERIAS DE ARMÁRIOS TELEFÔNICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**  
**2008**

AMIR GEORGES SAAD  
ELIZA CRISTINA SANTOS AGUIAR  
FRANCINE DA SILVA AMARAL

## **MONITORAÇÃO DE BANCO DE BATERIAS DE ARMÁRIOS TELEFÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Trabalho de Diplomação, como requisito parcial para obtenção de grau de Tecnólogo do Curso de Tecnologia em Eletrônica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Orientador: prof. João Almeida de Góis

Curitiba  
2008

AMIR GEORGES SAAD  
ELIZA CRISTINA SANTOS AGUIAR  
FRANCINE DA SILVA AMARAL

## **MONITORAÇÃO DE BANCO DE BATERIAS DE ARMÁRIOS TELEFÔNICOS**

Esta monografia foi julgada e aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 06 de junho de 2008.

---

Profa. Msc. Simone Massulini Acosta  
Coordenadora de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

---

Profa. Dra. Denise Elizabeth Hey David  
Responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Sérgio Luiz Bazan de Paula

---

Prof. João Almeida de Góis  
Orientador

---

Prof. Msc. Valmir de Oliveira

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, pai onipotente criador do céu e da terra, que nos encomendou a realização deste trabalho.

Ao nosso orientador João Góis, pela disponibilidade e colaboração ao longo desse trabalho, às professoras Denise Elizabeth Hey David e Simone Massulini Acosta pela atenção ao esclarecer nossas dúvidas quando solicitado e, também, aos demais professores do DAELN por todo auxílio e disponibilidade.

Às empresas Zeit e GVT que colaboraram com laboratórios e equipamentos importantes para o desenvolvimento do protótipo.

Aos colegas das empresas e do curso de tecnologia em eletrônica que incondicionalmente colaboraram com informações e sugestões, também às nossas famílias, pelo incentivo, compreensão e por nos ajudarem em momentos difíceis nesse período de desenvolvimento do TCC.

Enfim agradecemos a todos os que, direta ou indiretamente, participaram da realização deste trabalho.

## RESUMO

SAAD, Amir Georges; AGUIAR, Eliza Cristina Santos; AMARAL, Francine da Silva. **Monitoração de Banco de Baterias de Armários Telefônicos**. 2008. 98p. Monografia (Graduação) – Curso de Tecnologia em Eletrônica, UTFPR, Curitiba.

O protótipo foi desenvolvido para a GVT, uma empresa prestadora de serviços na área de telecomunicações, com o intuito de monitorar a tensão de alimentação dos armários telefônicos antes e durante o corte de energia da rede pública, repassando as informações via página *Web* para o setor responsável que irá tomar as devidas providências evitando reclamações dos clientes. O sistema de monitoração é composto por uma fonte pequena, uma placa de aquisição de dados e um modem g20 para transmitir dados por meio da rede GSM / GPRS.

Neste trabalho serão relatadas as etapas para a montagem do circuito que monitora as tensões do banco de bateria, mediante aplicações de conceitos de infraestrutura, pesquisa bibliográfica e de campo, propondo assim uma solução que reduza as reclamações oriundas dos clientes em caso de falta de energia.

### **Palavras-chave:**

Aquisição de dados

Banco de Baterias

Modem g20

Monitoração

## **ABSTRACT**

SAAD, Amir Georges; AGUIAR, Eliza Cristina Santos; AMARAL, Francine da Silva. **Battery Bank's Monitoring of telephone cabinets**. 2008. 98p. Monography (Graduation) – Electronic Technology Course, UTFPR, Curitiba.

The prototype was developed to GVT, a company that provides telecommunications services, to monitor the telephone cabinets voltage before and during the power public network cut, to transfer the information Web page to the responsible department which will take the appropriate action to avoid customers complaints. The monitoring system is composed of a small source, a board of acquiring data and a g20 modem to transmit data by through GSM / GPRS network.

This work shows the steps to assemble the circuit which monitors the battery bank voltage, upon application of infrastructure concepts, literature and field researches, thus offering a solution that reduces customers complaints about power faults.

### **Key-words:**

Acquisition Data

Battery Bank's

Modem g20

Monitoring

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 TEMA .....	14
1.2 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2.1 Objetivos específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA .....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 SISTEMA TELEFÔNICO.....	18
2.1.1 Tecnologias Usadas pela GVT .....	18
2.1.2 Telefones Móveis de 3ª Geração (Voz e Dados).....	19
2.1.3 Anatel .....	21
2.1.4 Infra-estrutura dos Armários Telefônicos.....	23
2.1.5 Funcionamento do Armário.....	24
2.2 BATERIAS.....	25
2.2.1 Baterias Chumbo Ácido .....	26
2.2.2 Desenvolvimento das Baterias Chumbo Ácido.....	27
2.2.3 FvIa.....	28
2.2.4 Vrla .....	28
2.3 CONCEITOS DE ELETRÔNICA .....	29
2.3.1 Fonte Chaveada .....	29
2.3.2 Divisor de Tensão.....	31
2.3.3 Buffer de Tensão .....	31
2.3.4 Conversor analógico – digital.....	32
2.4 MICROCONTROLADORES.....	34
2.4.1 Família 8051 .....	35
2.4.2 Linguagem Assembly .....	39
2.5.1 Interface Padrão TTL.....	40
2.5.2 Interface Padrão RS-232 .....	40
2.6 PROTOCOLO TCP/IP .....	41

2.6.1 TCP – <i>Transmission Control Protocol</i> .....	42
2.6.2 IP – <i>Internet Protocol</i> .....	43
2.6.3 Endereços IP .....	44
2.7 GPRS .....	45
2.7.1 Arquitetura de uma rede GPRS .....	46
2.7.2 Interface de rádio GPRS.....	47
2.8 MODEM (MODULADOR / DEMODULADOR) .....	49
2.8.1 Modem g20 TCP/IP .....	50
2.8.2 Comandos AT .....	52
2.8.3 Módulo g20 .....	52
2.9 CLIENTE E SERVIDOR .....	54
2.9.1 Aplicação em Banco de Dados.....	55
2.9.2 Classes e Aplicações Cliente e Servidor .....	55
<b>3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MONITORAÇÃO .....</b>	<b>58</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA TENSÃO DO BANCO DE BATERIAS .....	58
3.2 DIAGRAMA EM BLOCOS DO SISTEMA DE MONITORAÇÃO .....	60
3.3 MÓDULO DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	61
3.3.1 Redução da Entrada Analógica .....	62
3.3.2 Isolação e Proteção .....	63
3.3.3 Conversão Analógico - Digital.....	63
3.3.4 Microcontrolador e Firmware .....	66
3.3.5 Conversão TTL – RS232 .....	70
3.4 MÓDULO DE COMUNICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS .....	71
3.4.1 Servidor TCP .....	71
3.4.2 Servidor Web .....	73
3.5 CONFECÇÃO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	75
3.6 CONFECÇÃO FINAL DO PROTÓTIPO .....	76
<b>4 TESTES E RESULTADOS .....</b>	<b>79</b>
4.1 INICIALIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO MODEM g20 .....	79
4.1.1 Comunicação do Modem g20 .....	80
4.2 MÓDULO DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	81
4.2.1 Comunicação do módulo de aquisição .....	81
4.2.2 Funcionamento do módulo de aquisição de dados.....	82
4.3 SIMULAÇÃO FINAL DE PROTÓTIPO .....	84



4.3.1 Simulação no armário da GVT.....	88
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>92</b>
5.1 PROPOSTAS PARA FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES .....	93
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE 1 – ESQUEMÁTICO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS.....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Topologia da rede GVT

Figura 2 – Armário de telecomunicações

Figura 3 – Representação de um conversor *flyback*

Figura 4 – Fonte chaveada Zeit109

Figura 5 – Divisor de tensão

Figura 6 – Representação de *Buffer* de tensão

Figura 7 – Diagrama em blocos de um conversor A/D

Figura 8 – Arquitetura básica de um microcontrolador

Figura 9 – Arquitetura interna 8051

Figura 10 – Níveis de entrada / saída para portas TTL

Figura 11 – Exemplo de protocolo de transmissão de dados

Figura 12 – Sistema usando o modem G20

Figura 13 – Modem g20

Figura 14 – Módulo g20

Figura 15 – Diagrama em blocos do módulo g20

Figura 16 – Classes de aplicações cliente / servidor

Figura 17 – Alimentação dos equipamentos de um armário pela rede elétrica

Figura 18 – Alimentação dos equipamentos de um armário pelo banco de baterias

Figura 19 – Diagrama em blocos do sistema de monitoração

Figura 20 – Redução do sinal analógico da tensão

Figura 21 – Isolação e proteção

Figura 22 – Esquema de ligação A/D – microcontrolador

Figura 23 – Trecho da função principal

Figura 24 – Conversão das unidades do valor de tensão

Figura 25 – Fluxograma do *firmware* do microcontrolador

Figura 26 – Conversor TTL – RS232

Figura 27 – Fluxograma do programa coletor de dados

Figura 28 – Tela do aplicativo do servidor TCP

Figura 29 – Fluxograma da página *Web*

Figura 30 – Tela da página de monitoramento

Figura 31 – *Layout* da placa de aquisição de dados

Figura 32 – Laterais da caixa. (A) Antena e entrada analógica - (B) Chave On/Off

Figura 33 – Base da caixa e seus componentes

Figura 34 – Funcionamento da comunicação do módulo

Figura 35 – Simulação do protótipo

Figura 36 – Funcionamento completo do módulo

Figura 37 – Sistema desligado

Figura 38 – Limite Superior de Tensão

Figura 39 – Alimentação pela rede elétrica

Figura 40 – Alimentação pelo banco de baterias

Figura 41 – Alimentação pelo banco de baterias com iminência de desligamento

Figura 42 – Limite Inferior de Tensão

Figura 43 – Protótipo conectado ao banco de baterias na GVT

Figura 44 – Protótipo conectado ao banco de bateria em estado de flutuação

Figura 45 – Tela de monitoração do banco de bateria em estado de flutuação

Figura 46 – Tela de monitoração do banco de bateria em estado de descarga

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Comparação entre níveis lógicos TTL e RS-232

Tabela 2 – Classificação dos valores da tensão

Tabela 3 – Escala de conversão analógico-digital

Tabela 4 – Descrição dos itens da figura 33

Tabela 5 – Testes e configuração do modem

## LISTA DE SIGLAS

A/D – Analógico-digital  
Ah – Ampères hora  
ACK – *Acknowledgement*  
ASCII – *American Standart Code for Information Interchange*  
ADSL – *Asymmetric Digital Subscriber Line*  
ALE – *Adress Latch Enable*  
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações  
ARPANET – *Advanced Research Projects Agency*  
AuC – *Authentication Center*  
BSC – *Base Station Controller*  
BTS – *Basic Transceiver Station*  
CA – Corrente Alternada  
CC – Corrente Contínua  
CCITT – Comitê Consultivo de Telegrafia e Telefonia Internacional  
CDMA – *Code Division Multiple Access*  
CI – Circuito Integrado  
D-AMPS – *Digital-Advanced Mobile Phone Service*  
CPU – Unidade Central de Processamento  
Darpa – *Defense Advanced Research Projets Agency*  
DCE – Equipamento de Comunicação de Dados  
EDGE – *Enhanced Data rates for GSM Evolution*  
EIA – *Eletronic Industries Association*  
EIR – *Equipament Identity*  
FDMA – *Frequency Division Multiple Access*  
FVLA – Baterias Chumbo-ácido Ventiladas  
GGSN – *Gateway GPRS Support Node*  
GPRS – *General Packet Radio Service*  
GSM – *Groupe Special Mobile*  
HLR – *Home Location Register*  
I/O – *Input Output*  
IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

IMSI – *International Mobile Subscriber Identity*  
IMT – *International Mobile Telecommunications*  
ISO – Organização de Padronização Internacional  
ITU – *International Telecommunications Union*  
LED – Diodo Emissor de Luz  
LSB – Bit Menos Significativo  
MAC – *Medium Access Control*  
MILNET – *Military Network*  
MSB – Bit Mais Significativo  
MSC – *Mobile Switching Center*  
NIC – *Network Information Center*  
Níquel – Níquel-Cádmio  
ON/OFF – Ligar / Desligar  
PADO – Procedimento para Apuração de Descumprimento de Obrigações  
PAR – *Positive Acknowledgement with Retransmission*  
PC – *Personal Computer*  
PCU – *Packet Control Unit*  
PDCH – *Packet Data Channel*  
PDPs – *Packet Data Protocol*  
PGMQ – Plano Geral de Metas de Qualidade  
PLMN – *Public Land Mobile Network*  
PMM – Período de Maior Movimento  
PVC – Poli Cloreto de Vinila  
QoS – *Quality of Service*  
RAM – *Random Access Memory*  
RLC – *Radio Link Control*  
ROM – *Read Only Memory*  
RTPC – Rede telefônica pública comutada  
SDH – *Synchronous Digital Hierarchy*  
STFC – Serviço Telefônico Fixo Comutado  
SGSN – *Serving GPRS Support Node*  
SMC – Sistema Móvel Celular  
SMS – *Short Message Service*  
SQL – *Structured Query Language*

TDMA – *Time Division Multiple Access*

TTL – Lógica Transistor - Transistor

UART – *Universal Assynchronous Receiver Transmitter*

UMTS – *Universal Mobile Telecommunicatons System*

UR – Unidade Retificadora

VAC – Tensão de Corrente Alternada

VDC – Tensão de Corrente Contínua

VLR – *Visited Location Register*

VRLA – Bateria Chumbo-ácido Regulada por Válvula

W-CDMA – *Wideband CDMA*

WL – *Wire Line*

WLL – *Wireless Local Loop*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 TEMA

Segundo Alencar (2002), os meios de comunicações, como a telefonia, são um complemento essencial a diversas atividades humanas. Seus princípios fundamentais não sofreram alterações: transmite-se voz a grandes distâncias, empregando-se o artifício de convertê-la em um sinal elétrico no ponto inicial de transmissão, podendo ser amplificada e digitalizada, e assim sendo transmitida pelas linhas até o ponto desejado, no qual é novamente transformada em energia sonora.

Além da telefonia, a tecnologia de transmissão de voz e dados *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL) têm sido um bem comum nas residências e principalmente aos comércios, devido à rápida conexão e transmissão de informações, por isso, as empresas que fornecem essas tecnologias e prestam serviços devem ter um sistema de transmissão altamente confiável.

As interrupções da rede de telecomunicações geram transtornos para os clientes e conseqüentemente prejuízos à empresa. Como mostra o trecho da reportagem do jornal Gazeta do Povo: "As chuvas e fortes ventos que atingiram o Paraná durante todo o fim de semana trouxeram um cenário de caos à capital e a várias cidades do interior: queda de energia, problemas com a rede telefônica, árvores arrancadas e casas destelhadas." (BERTOTI et al., 2006)

A alta ocorrência de desligamentos de armários por interrupção de rede elétrica pode levar clientes a deixarem de utilizar os serviços da empresa e gerar despesas com a troca dos equipamentos das placas de assinantes. Além disso, existe um acordo firmado entre a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e as empresas que prestam serviços na área de telecomunicações no qual as empresas devem manter a continuidade de transmissão com qualidade sem muitas interrupções, pois se houver, serão penalizadas com multas (Anatel, 2007).

Cada vez mais os sistemas de energia se aperfeiçoam com o intuito de preverem falhas em pontos importantes da estrutura que garante a continuidade de fornecimento de energia elétrica. A falta de energia elétrica causada por intempéries



climáticas pode acarretar cortes no fornecimento do serviço de telefonia prestados aos clientes.

Para que esse sistema seja confiável, é preciso equipamentos e monitoração de qualidade dos armários telefônicos. O desligamento de um armário causa um transtorno ao cliente, visto que o serviço precisa ser temporariamente cortado para manutenção e nesse tempo mais clientes podem reclamar. Por isso intervenções devem ser feitas de forma rápida para que o índice de reclamação seja o menor possível.

O projeto foi motivado pela necessidade de monitorar a tensão do banco de baterias dos armários telefônicos e evitar o desligamento das placas de assinantes em caso de falta de energia da concessionária.

A tensão será monitorada e quando necessário um técnico será enviado ao armário com as instruções previamente analisadas pelo setor de monitoração, evitando que a alimentação dos equipamentos do armário telefônico seja cortada.

O trabalho de pesquisa será realizado em uma empresa que oferece serviços de telecomunicações nas regiões sul e centro-oeste, nas capitais São Paulo e Rio de Janeiro atendendo exclusivamente com soluções corporativas.

Os armários são utilizados para comutação de voz e dados, entre a rede e os usuários. Estes armários possuem uma fonte retificadora, um banco de baterias, placas de voz e dados, bem como acessórios utilizados para a conexão de cabos.

Consultados os dados estatísticos da GVT, verificou-se que nos últimos 2 anos a empresa apresentou uma média de mais de 30 desligamentos por mês, o que tem sido justificativa para que muitos clientes deixem de utilizar o serviço oferecido pela empresa. Já que o tempo de desconexão da rede faz com que o serviço deixe de ser prestado de forma contínua e faz com que a qualidade do serviço prestado não seja satisfatória.

Neste contexto, a proposta de monitoração da tensão do banco de baterias de armários telefônicos GVT, será importante, pois a qualidade do funcionamento dos armários telefônicos estimula a permanência dos clientes na empresa e a diminuição de reclamações dos mesmos. Visto que a monitoração permitirá o acompanhamento da alimentação dos armários antes e durante a queda de energia em tempo real, agindo como prevenção à queda dos armários.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Projetar um sistema capaz de coletar dados sobre a tensão no banco de baterias dos armários telefônicos e apresentar os mesmos de maneira clara ao setor responsável.

### 1.2.1 Objetivos específicos

- Projetar um circuito microcontrolado, capaz de medir a tensão do banco de baterias de um armário telefônico.
- Transmitir dados coletados para o terminal do setor responsável usando um modem remoto *General Packet Radio Service* (GPRS).
- Apresentar informações coletadas em uma página *Web* quando for acessada pelo setor responsável.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente na GVT são feitos testes periódicos de carga banco a banco e listados em uma planilha. Quando a queda de energia é sinalizada, a lista é consultada para identificar o banco de baterias com menor carga. Pois, o mesmo foi projetado para ter uma autonomia de aproximadamente 4 horas. Com essa informação e dependendo da resposta do tempo de retorno da energia da concessionária, um técnico é encaminhado para o armário para carregar o banco ou para fazer a troca de acordo com o menor tempo de autonomia.

O projeto consiste em um sistema de monitoração que, de forma preventiva, verifica as tensões do banco de baterias e se o mesmo estará ou não prestes a comprometer o funcionamento dos equipamentos de comutação do armário.

Caso implementado este sistema na empresa, o técnico do setor de monitoração será capaz de reconhecer o armário em situação crítica (iminência de queda) e dar prioridade no atendimento, quando houver queda de energia. As providências serão tomadas, conforme as seguintes situações:

- Corte de energia em até 3 armários: um técnico de infra-estrutura levará um gerador ao armário até que a energia seja restabelecida.
- Corte de energia em mais de três armários: um técnico fará a troca do banco de baterias.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho apresenta o desenvolvimento detalhado de um protótipo com finalidade de coletar constantemente a tensão do banco de baterias de um armário telefônico e transmiti-la ao setor responsável pela monitoração dos armários

A revisão teórica dos fundamentos e conceitos das ciências utilizadas para a execução deste projeto, são descritos no capítulo 2. No capítulo 3, é descrita toda fase de implementação do projeto detalhando os passos adotados para a execução do módulo de aquisição de dados, do *firmware* do microcontrolador, e dos *softwares* de monitoração. Também é mostrado neste capítulo a confecção do protótipo. São apresentados no capítulo 4, os testes e os resultados obtidos bem como as dificuldades encontradas em cada etapa. Finalmente, no capítulo 5 apresenta-se a conclusão e sugestões para melhoria futuras deste trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 SISTEMA TELEFÔNICO

Alencar (2002), salienta que para a provisão de serviços de telecomunicações, a operadora usualmente estrutura seu sistema em termos de diferentes redes de comunicações, com características que otimizam o fornecimento de determinado serviço. Exemplos:

- Rede telefônica pública comutada (RTPC);
- Rede pública comutada telegráfica (Telex);
- Redes privadas;
- Sistema móvel celular (SMC);
- Rede pública de transmissão de dados;
- Provedores de serviço de rede.

#### 2.1.1 Tecnologias Usadas pela GVT

A GVT atende atualmente algumas cidades das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil com a instalação de linhas telefônicas fixas. As tecnologias utilizadas pela GVT para o atendimento de seus clientes podem ser a *Wire Line* - WL (via cabo) ou *Wireless Local Loop* - WLL – (via ondas de rádio) (GVT, 2008).

As duas tecnologias possuem o mesmo nível de qualidade na utilização de voz, possuindo a tecnologia via cabo algumas possibilidades de serviços diferenciados no acesso para dados.

As duas tecnologias podem ser utilizadas na mesma cidade e a escolha da tecnologia a ser utilizada em determinada localidade envolve uma série de considerações técnicas e comerciais.

A figura 1 ilustra a topologia da rede da GVT a qual utiliza uma Central de Comutação chamada *Switch*, o meio de transmissão por fibra óptica ou rádio e rede de acesso por WLL (antena) e WL (cabo) até os assinantes.

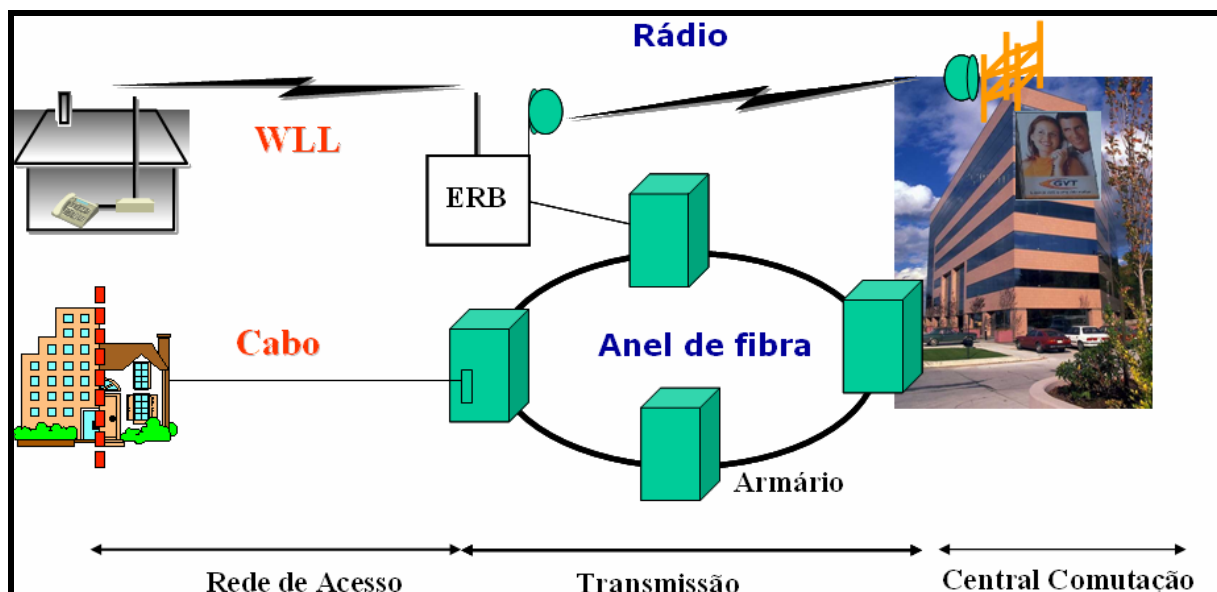


Figura 1 – Topologia da rede GVT

Fonte: GVT, 2008

### 2.1.2 Telefones Móveis de 3ª Geração (Voz e Dados)

Muitos especialistas da indústria esperam que, em breve, o tráfego de dados também domine o tráfego de voz em dispositivos móveis. As indústrias de telefonia, entretenimento e informática já se tornaram digitais e estão convergindo rapidamente. Muitas pessoas estão entusiasmadas com um dispositivo leve e portátil que atua como telefone, reproduzidor de CDs, reproduzidor de DVDs, terminal de correio eletrônico, interface *Web*, máquina de jogos, processador de textos, tudo isso com conectividade sem fio para a *Internet* em âmbito mundial e alta largura de banda. Esse dispositivo e a maneira de conectá-lo são os temas da terceira geração de telefonia móvel.

Em 1992, a *International Telecommunications Union* (ITU) apresentou um projeto denominado IMT-2000, onde *International Mobile Telecommunications* (IMT) significa telecomunicações móveis internacionais. O número 2000 tinha três significados (COMER, 2006):

- O ano em que o sistema deveria entrar em serviço;
- A frequência na qual ele deveria operar (em MHz);
- A largura de banda que o serviço deveria ter (em KHz);

A ITU recomendou que todos os governos reservassem uma parte do espectro a 2 Ghz, de forma que os dispositivos pudessem passar sem problemas de um país para outro. A China reservou a largura de banda exigida, mais nenhum outro país o fez. Por fim, reconheceu-se que uma largura de banda de 2 Mbps não era viável naquele momento para usuários com uma mobilidade muito grande em virtude da dificuldade para executar *handoff's*, (*mudança de BTS para outra BTS*), com rapidez suficiente. Uma escolha mais realista é 2Mbps para usuários em recintos fechados (que competirão frontalmente com o ADSL) 384 Kbps para pessoas andando a pé e 144 Kbps para conexões em automóveis. No entanto, a área inteira da 3G, como ela é chamada, é um enorme caldeirão em intensa atividade. A terceira geração pode ser um pouco menor do que se esperava originalmente e talvez chegue um pouco atrasada, mas sem dúvida acontecerá. Os serviços básicos que a rede IMT-2000 deverá oferecer a seus usuários são:

- Transmissão de voz de alta qualidade.
- Serviço de mensagens (substituindo correio eletrônico, fax, SMS, bate-papo)
- Multimídia (reprodução de música, exibição de vídeos, filmes, televisão).
- Acesso à Internet (navegação na *Web*, incluindo páginas com áudio e vídeo).

Outros serviços poderiam ser: videoconferência, tele-presença, jogos em grupos e *m-commerce* (comércios móveis, bastando utilizar seu telefone no caixa para pagar as compras feitas em uma loja). Além disso, todos esses serviços devem estar disponíveis em âmbito mundial (com conexão automática via satélite, quando não for possível localizar nenhuma rede terrestre), de forma instantânea (sempre ativos) e com garantias de qualidade de serviço.

Várias propostas foram feitas, e após uma seleção, elas se reduziram a duas. A primeira, ao *Wideband - Code Division Multiple Access* (W-CDMA) – CDMA de banda larga, foi proposto pela Ericsson. Esse sistema utiliza um espectro de dispersão de seqüência direta. Ele funciona em uma largura de banda de 5 MHz e foi projetado para interoperar com rede GSM, embora não apresente compatibilidade retroativa em relação ao GSM. Contudo, ele tem a propriedade de permitir uma chamada de uma célula W-CDMA e entrar em uma célula GSM sem perder a chamada. Esse sistema foi adotado pela União Européia, que o chamou Universal

*Mobile Telecommunications System* (UMTS) – sistema universal de telecomunicações móveis.

Segundo Comer (2006), outro concorrente era o CDMA2000, proposto pela Qualcomm. Ele também é um projeto de espectro de dispersão de seqüência direta, basicamente uma extensão do IS-95, apresentando compatibilidade retroativa com este último. O CDMA2000 também utiliza uma largura de banda de 5 MHz, mas não foi criado para interoperar com o GSM e não pode efetuar o *handoff* de chamadas para uma célula GSM. Outras diferenças técnicas em relação ao W-CDMA incluem uma taxa de *chips* diferente, um período de quadro distinto, utilização de um espectro diferente de realizar a sincronização.

Enquanto se espera pelo fim da disputa sobre a 3G, algumas operadoras estão dando um passo cauteloso em direção à 3G, chegando ao que se costuma chamar às vezes de 2,5G, embora a identificação 2,1G seja mais precisa. Um sistema desse tipo é o *Enhanced Data rates for GSM Evolution* (EDGE) – taxas de dados aperfeiçoadas para evolução de GSM, que é simplesmente o GSM com mais bits por *baud*. O problema é que mais bits por *baud* também significa mais erros por *baud*, e assim o EDGE tem nove esquemas diferentes para modulação e correção de erros, que se distinguem pela proporção da largura de banda dedicada à correção dos erros introduzidos pela velocidade mais alta.

Outro esquema de 2,5G é o GPRS que é uma rede de superposição de pacotes sobre o *Digital-Advanced Mobile Phone Service* (D-AMPS) ou o GSM. Ele permite que estações móveis transmitam e recebam pacotes IP em uma célula que executa um sistema de voz.

### 2.1.3 Anatel

Segundo Ferreira (2004), a Anatel é um órgão regulador e fiscalizador dos serviços de telecomunicações do Brasil criado em 1997. Autarquia especial ligada ao Ministério das Comunicações, desempenhando sua missão com autarquia e independência, regulamentando as políticas de telecomunicações e as privatizações e concessões de banda larga.

As operadoras de Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), no Brasil, devem atender ao Plano Geral de Metas de Qualidade (PGMQ), aprovado pela

resolução nº 426, de 9 de Dezembro de 2005 da Anatel. Este Plano estabelece as metas de qualidade, a serem cumpridas pelas prestadoras de STFC, prestado nos regimes público e privado. Ou seja, deve ser atendido tanto pelas concessionárias quanto pelas empresas com autorização para STFC. O PGMQ abrange vários aspectos da prestação do serviço apresentando metas de:

- Qualidade do Serviço;
- Atendimento às Solicitações de Reparo;
- Atendimento às Solicitações de Mudança de Endereço;
- Atendimento por Telefone ao Usuário;
- Qualidade para Telefone de Uso Público;
- Informação do Código de Acesso do Usuário;
- Atendimento à Correspondência do Usuário;
- Atendimento Pessoal ao Usuário;
- Emissão de Contas;
- Modernização de Rede;

Algumas metas devem ser atendidas para cada um dos Períodos de Maior Movimento (PMM) do dia definidos como:

- Matutino: entre 9 e 11 horas;
- Vespertino: entre 14 e 16 horas;
- Noturno: entre 20 e 22 horas.

Em alguns casos também, a meta inclui um requisito de pior caso que nunca pode ser ultrapassado. As metas de qualidade de serviço e as de atendimento às solicitações de reparo podem ser influenciadas pelo desligamento de um armário telefônico. As metas de qualidade de serviço são (Anatel, 2007):

- A obtenção do sinal de discar, em cada PMM, deverá ser de, no máximo, 3 segundos em 98% dos casos.
- As tentativas de originar chamadas locais e de longa distância nacionais, em cada PMM, deverão resultar em comunicação com o assinante chamado, em 70% dos casos.
- As tentativas de originar chamadas locais e de longa distância nacionais, em cada PMM, que não resultem em comunicação com o assinante chamado, por motivo de congestionamento na rede, não deverão exceder



a 4% dos casos.

As metas de atendimento às solicitações de reparo são:

- O número de solicitações de reparo, por cem acessos em serviço, por mês, não deverá exceder a 1,5%.
- O atendimento das solicitações de reparo, de usuários residenciais, deverá se dar em até 24 horas, contadas a partir de sua solicitação.
- O atendimento das solicitações de reparo, de usuários residenciais, deverá se dar em até 24 horas, contadas a partir de sua solicitação, em 98% dos casos e no pior caso em nenhum caso, o atendimento deverá se dar em mais de 48 horas, contadas a partir de sua solicitação.
- O atendimento das solicitações de reparo, de usuários não residenciais, deverá se dar em até 8 horas, contadas a partir de sua solicitação, em 98% dos casos e no pior caso em nenhum caso, o atendimento deverá se dar em mais de 24 horas, contadas a partir de sua solicitação.
- O atendimento das solicitações de reparo, de usuários que são prestadores de serviços de utilidade pública, como Corpo de Bombeiros, Polícia e Instituições de Saúde, deverá se dar em até 2 horas, contadas a partir de sua solicitação em 98% dos casos e no pior caso em nenhum caso, o atendimento deverá se dar em mais de 6 horas, contadas a partir de sua solicitação.

A Anatel controla a qualidade do STFC através de um conjunto de indicadores que são acompanhados mensalmente. O não atendimento de um destes indicadores pode levar a abertura de um Procedimento para Apuração de Descumprimento de Obrigações (PADO) acarretando em sanções administrativas como previsto nos regulamentos que estabelecem multas conforme a gravidade da infração.

#### 2.1.4 Infra-estrutura dos Armários Telefônicos

Depois de conhecidos os princípios da rede de Telecomunicações desde a Central Telefônica até os assinantes, será explanada com mais atenção a parte

onde a transmissão chega nos armário da rede. Primeiramente para a construção de um armário da GVT são necessários sistemas de energia, refrigeração e de alarmes.

Para o sistema de energia, o qual abrange este projeto, a rede pública de energia elétrica fornece 127/220 VAC onde uma fonte retificadora converte para 54 VDC (banco de baterias) e 48 VDC aos demais equipamentos do armário (SOUSA et al., 2007).

Quando há falha do suprimento de energia pública, as baterias assumem o fornecimento de energia para o armário, evitando corte do serviço, até o momento em que a energia seja restabelecida. As baterias têm autonomia de aproximadamente 4 horas.

#### 2.1.5 Funcionamento do Armário

Os armários da GVT, como mostra a figura 2, são estruturados com vários equipamentos para o funcionamento das linhas de telefone bem como o serviço de ADSL. Cada um desses equipamentos possui características diferentes, porém é necessário o funcionamento de todos para que os serviços sejam fornecidos de forma correta. Os equipamentos são: Unidade Retificadora (UR), *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH), UE3000 (tensão mínima 40V) e ZHONE (tensão mínima 41V).



Figura 2 – Armário de telecomunicações  
Fonte: GVT, 2008

Para que todos os equipamentos funcionem é necessária a energia elétrica, por este motivo os armários possuem fontes retificadoras para fazer a alimentação desses equipamentos. Características da Unidade Retificadora:

- Tensão de entrada  $220\text{VAC} \pm 15\%$ ;
- Freqüência  $60\text{hz} \pm 5\%$ ;
- Tensão de saída nominal –  $48\text{VDC}$ ;
- Tensão de saída em flutuação –  $54,5\text{VDC}$ ;
- Corrente nominal de saída  $10\text{A DC}$ ;

As baterias que serão descritas no próximo sub-capítulo são normalmente colocadas na parte inferior do armário. São quatro baterias de 12 Volts cada conectadas em série.

## 2.2 BATERIAS

Uma bateria é um dispositivo destinado a transformar energia química em energia elétrica. Basicamente dois eletrodos são imersos em um eletrólito com o qual realizarão as reações eletroquímicas. Mas na estrutura de uma bateria comercial, placas são associadas com o intuito de aumentar a área de contato com o eletrólito. Conectadas aos respectivos terminais, placas positivas e negativas são intercaladas e separadas por um isolador, normalmente microporoso e feito de borracha ou Poli Cloreto de Vinila (PVC) (NOLL, 1993; COELHO, 2001).

A quantidade de carga que uma bateria pode armazenar é avaliada através da capacidade da bateria. A capacidade nominal de uma bateria consiste no produto da corrente de descarga e do tempo de descarga a uma determinada temperatura, sendo definida em Ampère hora (Ah).

As baterias dividem-se de um modo geral em dois grandes grupos: as baterias recarregáveis e as baterias não-recarregáveis (descartáveis). Os tipos de baterias existentes apresentam características diferentes no que diz respeito à densidade de potência, densidade de energia, vida útil e custo. Essas características devem ser levadas em conta na escolha do tipo a ser utilizado, bem como fatores ligados à segurança e ao mínimo impacto ambiental (COELHO, 2001).

Quando uma bateria passa a maior parte de sua vida em flutuação, está, operando em paralelo e nesse caso sofrendo esporadicamente descargas de baixa profundidade. Em operação cíclica, a bateria na maior parte do tempo encontra-se em processo de carga ou descarga.

A vida útil de uma bateria que opera em paralelo pode ser expressa em tempo de serviço, já a de uma bateria que opera ciclicamente é dada em quantidade de ciclos. Em ambos os casos, a vida útil é dependente da temperatura, do método de carga, da profundidade das descargas e da manutenção da mesma. Tanto as temperaturas elevadas quanto as descargas de grande profundidade comprometem a vida útil da bateria.

### 2.2.1 Baterias Chumbo Ácido

Amplamente utilizadas na partida de automóveis, as baterias de chumbo-ácido apresentam-se como alternativa confiável e de baixo custo (os principais componentes, chumbo e ácido sulfúrico são baratos) nessa tarefa. Mais de 90% dos veículos automotores utilizam esse tipo de bateria.

Nesse tipo de bateria é difícil determinar e manter o estado de carga, o que consiste em uma desvantagem. A forma de descarga e a temperatura de operação influenciam muito na durabilidade, o que pode ser solucionado com sistemas de monitoração e controle sofisticados, juntamente com algoritmos de recarga com diferentes etapas controladas.

Para que se possam obter informações sobre o estado de carga de uma bateria, a tensão da mesma deve ser monitorada e comparada com alguns valores de base. Existem quatros estados principais a serem observados (NOLL, 1993; ANDERSEN, 2006):

- Estado Descarregado ou de Corte: A tensão de descarga ou de corte consiste na tensão em que a bateria é considerada descarregada. Uma descarga de profundidade maior causaria a danificação da bateria através do processo de sulfatação.
- Estado Flutuação ou Normal: É a tensão de flutuação ou normal que mantém a bateria carregada. Ela faz-se necessária para compensar a reação de autodescarga da bateria (placa positiva). Portanto esta tensão

deve ser grande o suficiente para evitar a autodescarga, que diminuiria a capacidade da bateria. Mas ao mesmo tempo não pode ser elevada em demasia de maneira que haja uma corrente de flutuação muito alta e provoque desgaste das placas e redução da vida útil. Esse nível de tensão deve ser cuidadosamente escolhido. Para uma temperatura de 25°C, essa tensão é de 2,20 V/e (Volts por elemento), no entanto esse valor varia com a temperatura a um coeficiente de aproximadamente -5 mV/°C.

- Estado Equalização ou Recarga: É na tensão de equalização ou recarga (tensão final de recarga) que a bateria passa do estado de recarga para o estado de flutuação. Esse valor depende da corrente de carga e da temperatura. Novamente, o coeficiente de variação com a temperatura é de aproximadamente -5 mV/°C.
- Estado Sobretensão ou Sobrecarga: A partir desse nível de tensão, a bateria encontra-se em sobrecarga. Portanto deve-se também tomar cuidado para que a bateria não seja danificada por esse motivo.

### 2.2.2 Desenvolvimento das Baterias Chumbo Ácido

Os desenvolvimentos mais recentes, por exemplo as baterias seladas livres de manutenção que incluem a tecnologia da recombinação do oxigênio, foram possíveis devido à utilização de conhecimentos e modelos apropriados, fruto de anos de estudo na área. Foi esse desenvolvimento que permitiu reduzir o tamanho e melhorar a eficiência dos sistemas de infra-estrutura para telecomunicações e informática. As baterias já não precisam mais de grandes ambientes isolados, com sistemas de exaustores e instalações elétricas a prova de explosão.

A manutenção diminuiu, pois não há mais a necessidade do controle de densidade do eletrólito e nem necessidade de se completar o nível do eletrólito com água deionizada como ocorria com as baterias ventiladas (LAZZARIN, 2006).

### 2.2.3 Fvla

As baterias chumbo-ácido ventiladas – FVLA (*Free Vented Lead Acid*) representam a forma mais comum das baterias chumbo-ácido. A desvantagem reside no fato de ser necessário o enchimento com água em intervalos regulares. Devido à emissão de gases perigosos, estas devem ser instaladas em salas exclusivas, com sistemas especiais de controle do ar ambiente e instalação elétrica da iluminação à prova de explosão. As baterias estacionárias ventiladas possuem uma vida útil esperada de aproximadamente 15 anos a uma temperatura de 25°C e de aproximadamente 12 anos a uma temperatura de 30°C. Considera-se o fim da vida útil quando a capacidade da bateria atinge 80% da capacidade nominal (capacidade declarada pelo fabricante) (CHAGAS, 2007).

### 2.2.4 Vrla

As bateria chumbo-ácido regulada por válvula - VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*), podem ser de dois tipos: as de eletrólito gel e as de eletrólito absorvido nos separadores. Durante os anos 70, os pesquisadores desenvolveram as baterias chumbo ácido livres de manutenção reguladas por válvula, que poderiam operar em qualquer posição. O eletrólito líquido fora retido nos separadores ou no gel permite a recombinação da maior parte dos gases produzidos durante o seu funcionamento, o que reduz as perdas de água (CHAGAS, 2007).

As baterias VRLA são usadas principalmente em aplicações estacionárias. Sua capacidade vai de poucos Ah até vários milhares de Ah e são encontradas em sistemas de telecomunicações e *no-breaks* de todos os tamanhos, instalados em centros de distribuição de energia, hospitais, bancos, aeroportos e instalações militares. Devido ao baixo custo e à manutenção reduzida, as baterias seladas são a melhor escolha em muitas aplicações. Ao contrário das baterias chumbo-ácido ventiladas, as baterias seladas são projetadas para operarem em condições de baixa sobre-tensão, de forma a evitar a formação excessiva de gases durante a carga. A carga em excesso pode sobrecarregar o sistema de recombinação de gases e acentuar a depleção de água. As baterias chumbo-ácido não estão sujeitas ao denominado efeito memória. Deixar a bateria em carga flutuante por um período

de tempo prolongado não causa nenhum dano. A retenção de carga é a melhor entre todas as baterias recarregáveis. Enquanto que as baterias Níquel Cádmio (NiCd) se autodescarregam aproximadamente 40% da sua energia armazenada em três meses, a bateria VRLA se autodescarrega na mesma quantidade, num período de um ano. As baterias VRLA (como no caso das ventiladas) devem sempre ser armazenadas carregadas. Deixar a bateria descarregada causa sulfatação irreversível das placas, uma condição que torna difícil a posterior recarga das mesmas. As baterias utilizadas pela GVT são das marcas Moura e a Delphy.

## 2.3 CONCEITOS DE ELETRÔNICA

Neste sub-capítulo serão descritas os conceitos dos circuitos utilizados na elaboração do *hardware* do trabalho.

### 2.3.1 Fonte Chaveada

Segundo Mello (1996), a capacidade de armazenamento de energia em capacitores na forma de tensão e em indutores na forma de corrente caracteriza uma fonte chaveada (ou comutada).

Se colocarmos capacitores na saída de uma fonte, consegue-se baixa ondulação e boa performance quanto a transientes de corrente. Os indutores são usados para transferência de energia na forma de corrente de uma fonte não regulada para a saída. O modo como essa transferência é realizada caracteriza os diversos tipos de fontes chaveadas, tais como: *Buck*, *Boost*, *Flyback* e *Cuk* entre outros.

Nesse projeto foi utilizado o conversor *Flyback* cujo princípio de funcionamento baseia-se no armazenamento de energia em indutor. Essa energia é armazenada durante o  $T_{on}$  de um transistor, e durante o  $T_{off}$ , a energia é entregue à carga, na saída da fonte.

Na figura 3, o transistor está saturado e como o diodo está reversamente polarizado, nenhuma corrente flui para a saída, flui apenas no indutor e transistor.

Durante o corte do transistor, a corrente que circulava no instante do corte começa a circular pelo diodo e a tensão do indutor reverte-se de polaridade, de modo a manter a tensão média no indutor igual a zero. A corrente de saída é constante, pois a corrente fornecida para a carga durante o ton do transistor é fornecida por este capacitor.

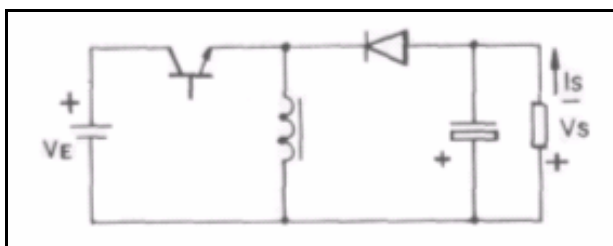


Figura 3 – Representação de um conversor flyback

Fonte: MELLO, 1996

A fonte Zeit 109, figura 4, cedida pela empresa Zeit, foi utilizada para alimentação do circuito. Esta fonte foi escolhida por ter baixo custo. Na tensão de entrada pode-se aplicar qualquer valor de tensão CC (corrente contínua) de 30 à 100 Volts, possui saídas 5 e 12 Volts e corrente 1,5 A o que se encaixa ao circuito projetado.



Figura 4 – Fonte chaveada Zeit109



### 2.3.2 Divisor de Tensão

O processo de combinar resistores é mais fácil se os combinarmos dois a dois, como mostra a figura 5 (ALEXANDER, 2003).

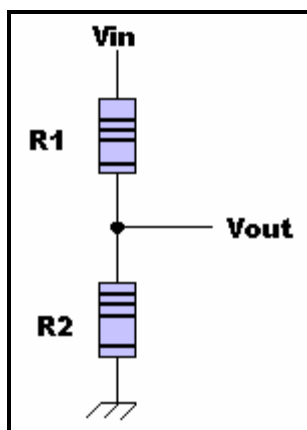


Figura 5 – Divisor de tensão

A tensão  $V$  de entrada ( $V_{in}$ ) é dividida entre os resistores em uma proporção direta ao valor das resistências. Quanto maior a resistência, maior a queda de tensão. Isto é chamado de princípio da divisão de tensão. Em geral, se um divisor de tensão possuir dois resistores ( $R_1$ ,  $R_2$ ) ligados em série com uma tensão de entrada  $V_{in}$ , os resistores  $R_1$  e  $R_2$  irão possuir uma queda de tensão igual a:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

### 2.3.3 Buffer de Tensão

Segundo Boylestad (1994), um circuito de *buffer* fornece um meio de isolar o sinal de entrada de uma carga, por meio de um estágio de ganho unitário, sem inversão de fase ou polarização, agindo como um circuito ideal de impedância de entrada muito alta e baixa impedância de saída. A figura 6 mostra um amplificador operacional conectado de forma a proporcionar a operação de buffer.

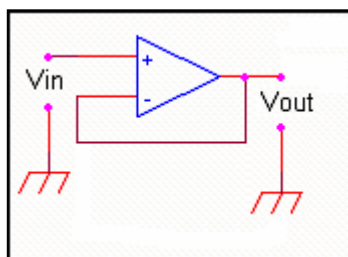


Figura 6 – Representação de *Buffer* de tensão

#### 2.3.4 Conversor analógico – digital

O conversor analógico-digital (frequentemente abreviado por conversor A/D) recebe uma entrada analógica e, após certo intervalo de tempo, transforma-a numa saída digital correspondente. O processo de conversão A/D é, via de regra, mais complicado e mais demorado do que o processo de conversão D/A, havendo uma grande variedade de métodos para realizar tal conversão.

Sica (2006) cita um exemplo como um conversor A/D de 10 bits, preparado para um sinal de entrada analógica de tensão variável de 0V a 5V pode gerar números binários de 0 (0000000000) a 1023 (1111111111) ou seja, capturar 1024 pontos do sinal, dependendo do sinal de entrada. Se o sinal de entrada do suposto conversor A/D estiver em 2,5V, o valor binário gerado será 511 ou 512. Sinais gerados por circuitos analógicos são muitas vezes processados por circuitos digitais, como um microcontrolador ou por um microcomputador.

Vários tipos de conversores A/D usam conversores D/A como parte de seus circuitos. A temporização da operação do circuito é feita por um sinal de *clock*. A unidade de controle contém os circuitos lógicos para geração da sequência apropriada de operações em resposta ao comando de início, que começa o processo de conversão. O amplificador operacional, usado como comparador, tem duas entradas analógicas e uma saída digital que muda de estado, dependendo de qual das entradas analógicas é maior como mostra a figura 7.

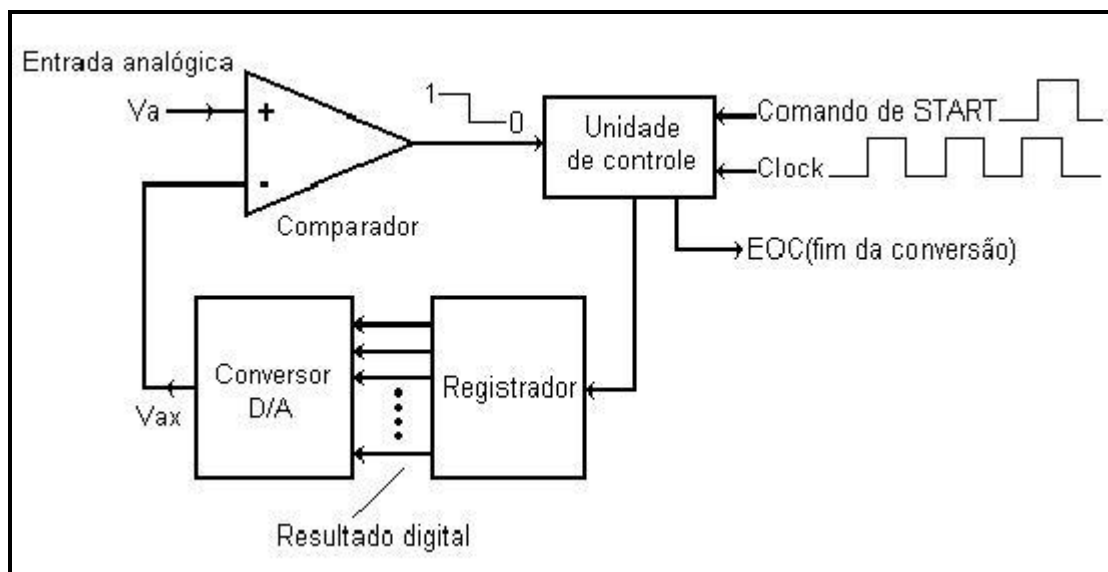


Figura 7 – Diagrama em blocos de um conversor A/D

Fonte: TOCCI; WIDMER, 1994

A operação básica dos conversores A/D deste tipo é a seguinte: (TOCCI; WIDMER, 1994)

- Um pulso de início inicia a operação.
- A unidade de controle modifica continuamente o número binário armazenado no registrador, numa cadência ditada pelo *clock*.
- O número binário armazenado no registrador é convertido para um valor analógico  $V_{ax}$ , pelo conversor D/A .
- O comparador compara  $V_{ax}$  com a entrada analógica  $V_a$ . Enquanto  $V_{ax}$  for menor do que  $V_a$ , a saída do comparador permanece em nível lógico alto. Quando  $V_{ax}$  exceder  $V_a$  de um valor mínimo  $V_t$  (tensão limite), a saída do comparador vai para o nível lógico baixo, interrompendo o processo de modificação do conteúdo do registrador. Neste ponto,  $V_{ax}$ , é também equivalente a  $V_a$ . O valor digital armazenado no registrador, que é o valor digital equivalente a  $V_{ax}$ , é também equivalente a  $V_a$ , respeitados os níveis de precisão e resolução do sistema.
- A lógica de controle ativa o sinal de término do processo de conversão.

Existem diversas variações para o esquema de conversão A/D apresentado a cima, diferindo basicamente na forma pela qual a seção de controle modifica continuamente os números armazenados no registrador. No mais, a idéia básica

permanece a mesma, com o registrador armazenando a saída digital quando o processo termina (TOCCI; WIDMER, 1994).

## 2.4 MICROCONTROLADORES

Os microcontroladores são componentes que possuem vários blocos de funções em seu encapsulamento a fim de se terem sistemas compactos e poderosos. Apresentam uma série de recursos como a *Central Processing Unit* (CPU), *Random Only Memory* (ROM) e *Random Access Memory* (RAM), temporizadores, contadores, canais de comunicação e conversores analógico-digitais incorporados em um único circuito integrado (GIMENEZ, 2002).

Esses dispositivos começaram a serem fabricados a partir da década de 80, e a família 8051 (concebida pela *Intel Corporation*) tornou-se um padrão.

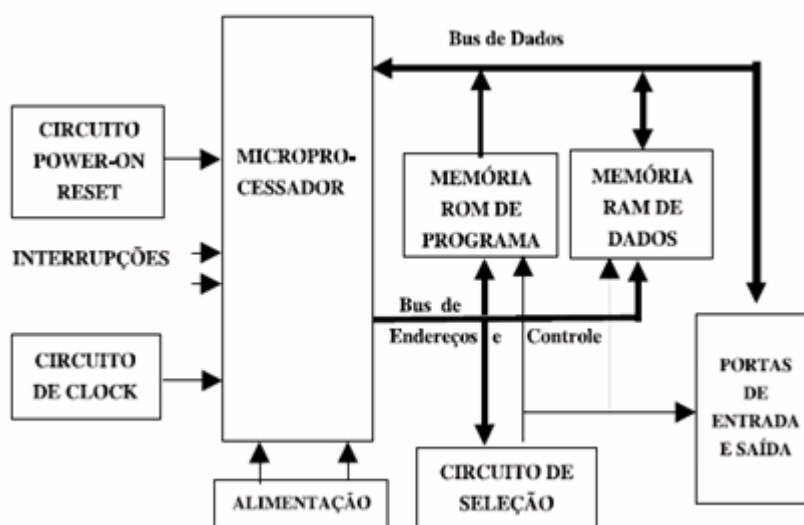


Figura 8 – Arquitetura básica de um microcontrolador  
Fonte: BERTONHA, 2008.

Os itens seguintes descrevem os circuitos que compõem a estrutura de um microcontrolador: (BERTONHA, 2008)

- Microprocessador: Também chamada CPU. Controla todas as operações do sistema e executa as instruções do programa gravado na memória de programa.

- Memória de programa: Memória do tipo não volátil na qual o programa a ser executado pelo microprocessador fica armazenado.
- Memória de dados: Memória volátil (RAM) na qual os dados a serem processados ficam armazenados temporariamente.
- Circuito de *clock*: Fornece um sinal de *clock* para que o microprocessador possa operar.
- Circuito de *power/reset*: Fornece um sinal de *reset* para que a CPU possa inicializar seus registros internos e começar a executar as instruções do *firmware*.
- Circuito de seleção: Fornece sinais de seleção e habilitação para as portas de entrada e saída e para as memórias de programa e memórias de dados, conforme as instruções que estão sendo executadas pela CPU.
- Barramento de dados: Conjunto de linhas de dados bidirecionais que interligam a CPU as portas de entrada e saída e as memórias.
- Barramento de endereços/controle: Conjunto de linhas de dados unidirecionais que interligam a CPU as memórias e ao circuito de seleção.

Há diversos fabricantes de microcontroladores. Os mais conhecidos são:

- ATMEL – 89C2051, 89C51, 89C52, 89S52, 89LS8252 e outros.
- INTEL – 8048, 8049, 8052, 8096
- ZILOG – Z8
- MOTOROLA – 6801, 6804, 68HC11
- PHILIPS – P51XA-G3, P51XA-H3, P51XA-S3
- MICROCHIP – Família PIC

À medida que a tecnologia avança, os microcontroladores tornam-se mais robustos e com maior capacidade de processamento. Isto simplifica cada vez mais o desenvolvimento de projetos (ZANCO, 2005).

#### 2.4.1 Família 8051

Desenvolvidos pela Intel os microcontroladores da família 8051 possui características de *hardware* e *software* que permitem usá-lo como um controlador muito poderoso. Trabalham com até 64 Kbytes de memória de programa e mais 64

Kbytes de memória de dados isoladamente, além de sua RAM interna (SILVA JUNIOR, 1998). Possui características de *hardware* que incluem a capacidade de expansão da memória de programa e RAM, possuem quatro portas I/O (*Input / Output*) de 8 bits, pinos de interrupção, dois temporizadores / contadores de 16 bits, oscilador de *clock* interno e um canal de comunicação serial tipo *full-duplex*. A figura 9 mostra a arquitetura interna de um microcontrolador 8051.

Nos itens abaixo são descritas as funções dos terminais: (VIEIRA NETO, 2002)

- P0 (P0.0 – P0.7) – O Port 0 é uma interface de entrada e saída bidirecional com 8 bits individualmente endereçáveis (AD0...AD7). Além da porta paralela, está multiplexada com o byte menos significativo (LSB) dos endereços e dos dados.
- P1 (P1.0 – P1.7) – O Port 1 é uma interface de entrada e saída bidirecional com 8 bits individualmente endereçáveis.

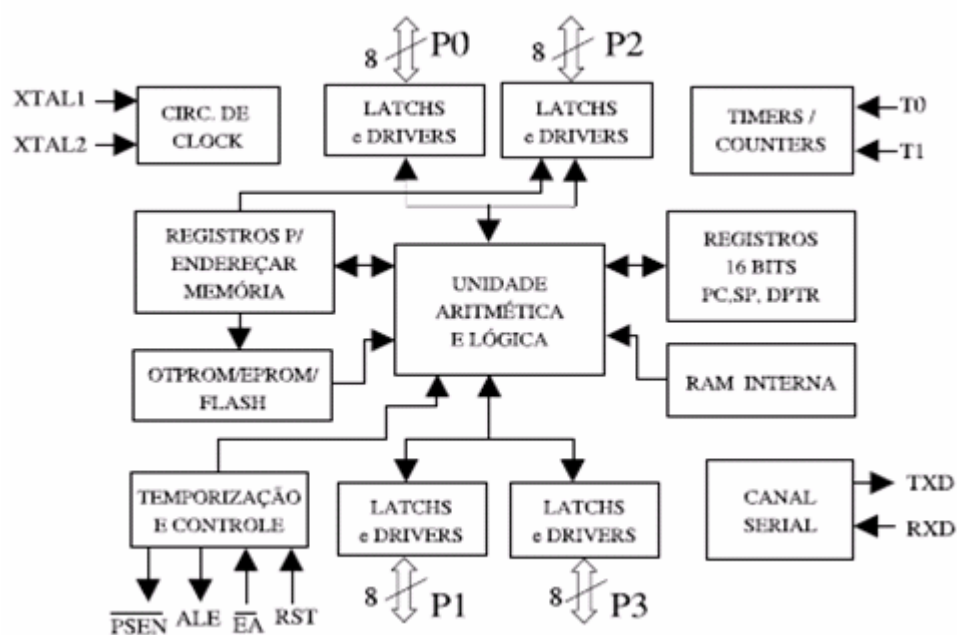


Figura 9 – Arquitetura interna 8051  
Fonte: BERTONHA, 2008

- P2 (P2.0 – P2.7) – O Port 2 é uma interface de entrada e saída bidirecional com 8 bits individualmente endereçáveis (AD8...AD15). Além da porta paralela, está multiplexada com o byte menos significativo (MSB) dos endereços e dos dados.

- P3 (P3.0 – P3.7) – O Port 3 é uma interface de entrada e saída bidirecional com 8 bits individualmente endereçáveis. O Port 3 também compartilha uma série de recursos:
  - P3.0 – RXD, entrada serial.
  - P3.1 – TXD, saída serial.
  - P3.2 – INT0, interrupção externa 0.
  - P3.3 – INT1, interrupção externa 1.
  - P3.4 – T0, entrada para o timer 0.
  - P3.5 – T1, entrada para o timer 1.
  - P3.6 - WR, escrita na memória de dados externa.
  - P3.7 – RD, leitura na memória de dados externa.
  
- XTAL1 – Entrada do amplificador inversor do oscilador e entrada do gerador de *clock* interno.
- XTAL2 – Saída do amplificador inversor do oscilador.
- RST – *Reset*. Com o oscilador funcionando, deve ser mantido um nível alto durante 24 períodos.
- ALE – *Adress Latch Enable*. Pulso para acionar o *latch* que captura o LSB do endereço. Ele é emitido á razão de 1/6 da frequência do oscilador e pode ser usado para acionar entradas externas.
- PSEN – *Program Store Enable*. Pulso de leitura para a memória de programa externa. Quando o programa está sendo executado na memória de programa externa ele aparece com 1/6 da frequência de *clock*.
- EA/VPP – *External Access Enable*. Informa a CPU se o programa está na memória de programa externa ou na ROM interna. Também usado para gravação da ROM interna.
  - EA = 1 (Vcc) – ROM interna
  - EA = 0 (Vss) – Memória de programa externa

#### 2.4.1.1 Porta Serial

O periférico comunicador serial é um componente de extrema importância em computadores que permite comunicação bidirecional entre máquinas apenas com dois fios, e também, permite por meio de um modulador / demodulador, transferir e receber dados via sistema de telefonia tradicional, tornando-se ferramenta de importância vital nos dias atuais (redes de computadores, *Internet*, satélite) (NICOLOSI, 2000).

O periférico chama-se serial porque transmite um *byte*, bit por bit, em seqüência preestabelecida e pré-programada, para que o receptor possa recebê-lo e transformá-lo de novo em *byte*, igual ao originalmente transmitido. Além do *byte* que é transmitido no canal serial, inserem-se também alguns bits de controle de transmissão e recepção, como, por exemplo, os bits de “*start*” e o bit de “*stop*”, que sinalizam ao receptor o início e o fim da transmissão/recepção do *byte*. Tipicamente, costuma-se codificar o *byte* a ser transmitido em código *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), pois é padrão universal de comunicação. Além desses pré-requisitos, é fundamental que as frequências do transmissor e do receptor sejam as mesmas (chamado *Baud Rate*).

O periférico serial do microcontrolador da família 8051 permite alguns modos de programação, assíncrona e síncrona. O modo assíncrono de 8 bits (modo 1), o periférico serial atua como uma *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) em que, como já comentado, cada *byte* é “cercado” por um bit de *start* e um de *stop* (às vezes, antes do bit, insere-se também no bit 7 do *byte* a sua paridade). Assim, na verdade, são transmitidos 10 bits em cada *byte* que trafega na comunicação (NICOLOSI, 2000).

O sincronismo para transmissão e a base de tempo de recepção são gerados por uma frequência interna que é 16 vezes superior ao valor do *baud-rate*. Assim, por exemplo, na recepção, o pino RXD é amostrado em frequência 16 vezes superior à sua própria teremos então 16 pulsos de amostragem para cada bit recebido. São tomados os valores do bit recebido nos pulsos número 7, 8 e 9 dos 16 amostrados. Se ao menos dois (destes três pulsos) têm valores iguais, considera-se este o valor do bit, evitando assim ruídos de recepção. No início da recepção, espera-se o bit de *start* que deve ser zero (transição de 0 para 1), sendo este bit válido, ainda são confirmadas condições, tais quais, afirma Denys Nicolosi (2000):



- O bit RI (*reception interrupt*) deve ser 0.
- O bit SM2 (multiprocessamento) deve ser 1 junto com o *stop* bit ou pode ser apenas SM2 = 0.

Estando válidas essas condições acima, ocorrerão:

- Imposição do bit RI para 1 (*reception interrupt*);
- Armazenamento dos 8 bits de dados no buffer;
- Armazenamento do *stop* bit em RB8.

A linguagem utilizada para a ativação da porta serial do microcontrolador foi a linguagem Assembly como será descrito a seguir no próximo sub-capítulo.

#### 2.4.2 Linguagem Assembly

Os seguintes parágrafos apresentam a definição e a finalidade da linguagem assembly segundo Hugo Vieira Neto (2002).

A linguagem de programação assembly é uma linguagem de baixo nível, ou seja, é uma linguagem mais próxima do *hardware*, oferecendo um nível de compreensão menor para o programador quando comparada a linguagens de alto nível que são mais próximas da linguagem natural.

Esta linguagem funciona como um dicionário, onde os mnemônicos seriam as palavras e os seus significados seriam o conjunto de bits que o processador será capaz de processar. Assim, apesar de estar fortemente ligado ao *hardware*, os mnemônicos facilitam o desenvolvimento de aplicações, reduzindo o tempo gasto durante o desenvolvimento e reduzindo o número de erros humanos, já que é mais legível trabalhar com mnemônicos do que com cadeias de bits. Para converter estes mnemônicos nas instruções do processador é utilizado um *assembler* (montador) que converte o código escrito em assembly para binário.

### 2.5 COMUNICAÇÃO SERIAL

Nos próximos sub-capítulos serão vistos os dois tipos de interfaceamento serial utilizados no trabalho.

### 2.5.1 Interface Padrão TTL

Fernando Pazos (2002) afirma que microcontroladores, computadores e outros equipamentos trabalham com sinais digitais e reconhecem como nível lógico alto uma tensão de 5V e nível lógico baixo uma tensão de 0V. Porém, diante de outros níveis de tensão, podem reconhecer algum dos dois estados, segundo um padrão previamente adotado, que define os níveis de Lógica Transistor – Transistor (TTL).

Os circuitos integrados TTL são uma família de circuitos lógico digitais, que se popularizou devido a seu baixo custo de produção e versatilidade. Devido sua popularidade os níveis de referência desta família de circuitos integrados viraram padrão para várias aplicações.

Na figura 10, pode-se observar que acima de 2V de entrada a porta considera o sinal como sendo nível lógico 1 e abaixo de 0,8V como sendo nível lógico 0 (PAZOS, 2002). Entre estas duas faixas existe o que pode se denominar como zona proibida. Pois o circuito não será capaz de identificar o seu valor lógico.

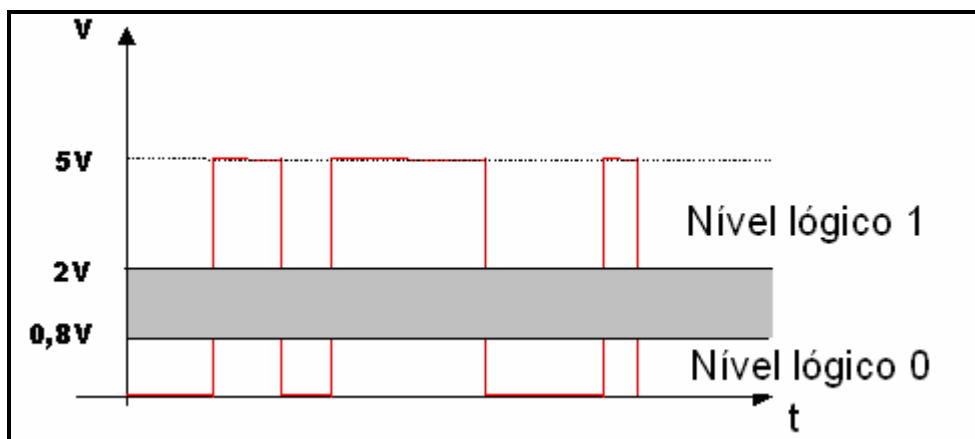


Figura 10 – Níveis de entrada / saída para portas TTL

Fonte: Baseado em PAZOS, 2002

### 2.5.2 Interface Padrão RS-232

A *Electronic Industries Association* (EIA), os laboratórios Bell e fabricantes de equipamentos de comunicação, corporativamente, formularam e distribuíram o EIA RS-232, que quase imediatamente, com poucas revisões, se tornou o padrão RS-232C. Um padrão similar foi distribuído pela organização de padrões internacionais,

o Comitê Consultivo de Telegrafia e Telefonia Internacional (CCITT). Para os usuários de microcomputadores entenderem este padrão herdado, deve ser enfatizado que a interface RS-232-C, foi desenvolvida para um propósito único, declarado sem redundâncias pelo seu título: Interface entre Equipamentos de Dados e Equipamentos de Comunicação de Dados Empregando Intercâmbio de Dados Binários Seriais.

Cada palavra no título será significativa: ela descreve a interface entre um terminal (Equipamento de Dados ou DTE) e um modem (Equipamento de Comunicação de Dados ou DCE) para a transferência de dados seriais.

Os níveis de tensão adotados pelo padrão RS-232 são diferentes dos níveis TTL. A Tabela 1 mostra uma comparação entre esses diferentes níveis de tensão.

Tabela 1 – Comparação entre níveis lógicos TTL e RS-232

Lógico	TTL	RS-232
0	0V	+12V
1	5V	-12V

Fonte: PAZOS, 2002

Portanto, caso se deseje projetar uma interface de comunicação serial padrão RS-232, precisa-se de *chips* ou de *drivers* que convertam os níveis de tensão TTL para os níveis de tensão RS-232 e vice-versa (PAZOS, 2002).

Após a conversão dos padrões TTL - RS232, o sinal pode ser utilizado em um equipamento como um computador comum, equipamentos com entrada serial RS-232 como o modem g20 TCP/IP *wireless* GPRS / GSM da Motorola utilizado neste trabalho.

## 2.6 PROTOCOLO TCP/IP

A arquitetura TCP/IP foi patrocinada pela *Defense Advanced Research Projects Agency* (Darpa) nos Estados Unidos (EUA). Tendo como base o serviço de transporte orientado à conexão, fornecido pelo *Transmission Control Protocol* (TCP)

e um serviço de rede não-orientado à conexão, fornecido pelo *Internet Protocol (IP)* (SOARES, 1995).

A Darpa dividiu-se em duas redes, a *Advanced Research Projects Agency* (ARPANET) para fins experimentais e pesquisas na área de comutação de pacotes, que cresceu e tornou-se a rede mundial de computadores – *internet* e a *Military Network* (MILNET) para fins militares e restrita às informações especificadas (COMER, 1998).

O fato de a Arpanet ser utilizada diariamente pela maioria dos pesquisadores que desenvolveram a arquitetura da *Internet* e exerceu grande influência nos trabalhos de tais pesquisadores, eles a consideram um *backbone* de grandes áreas geográficas, ao redor do qual a *Internet* poderia ser montada (COMER, 2006).

O protocolo TCP/IP é utilizado como padrão depois de passar por um processo de desenvolvimento e implementação por órgãos internacionais de padronização, como a *International Organization for Standardization* (ISSO) ou o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) (SOARES, 1998).

#### 2.6.1 TCP – *Transmission Control Protocol*

Comer afirma que embora o TCP seja apresentado como parte do conjunto de protocolos TCP/IP da *Internet*, ele é um protocolo independente, de uso geral, que pode ser adaptado para uso com outros sistemas de entrega. Por exemplo, é possível usá-lo por uma única rede, como uma *Ethernet*, e também pela *Internet Global*.

Segundo Tanenbaum (2003), o TCP foi projetado especificamente pra oferecer um fluxo de bytes fim a fim confiável em uma inter-rede não-confiável, ele também é projetado para adaptar-se dinamicamente as propriedades da inter-rede e ter robustez diante das várias falhas que poderão ocorrer.

O TCP tem como uma das características principais a entrega de fluxo confiável o que implica em entregar um fluxo de dados enviados de uma máquina para outra sem duplicação ou perda de dados. Isto ocorre devido o TCP como os demais protocolos confiáveis, usar a técnica fundamental de confirmação positiva ou retransmissão a *Positive Acknowledgement with Retransmission* (PAR). Esta técnica requer uma comunicação do destinatário com a origem, enviando de volta uma

mensagem de confirmação, a *Acknowledgement* (ACK) enquanto recebe os dados (COMER, 2006).

O emissor mantém um registro de cada pacote que envia e espera uma confirmação antes de enviar o próximo pacote. O emissor inicia um *timer* quando envia um pacote, e retransmite o pacote se o *timer* expirar antes que a confirmação chegue (COMER, 2006). Segue um exemplo na figura 11 abaixo que mostra como um protocolo de confirmação positiva mais simples transfere dados.

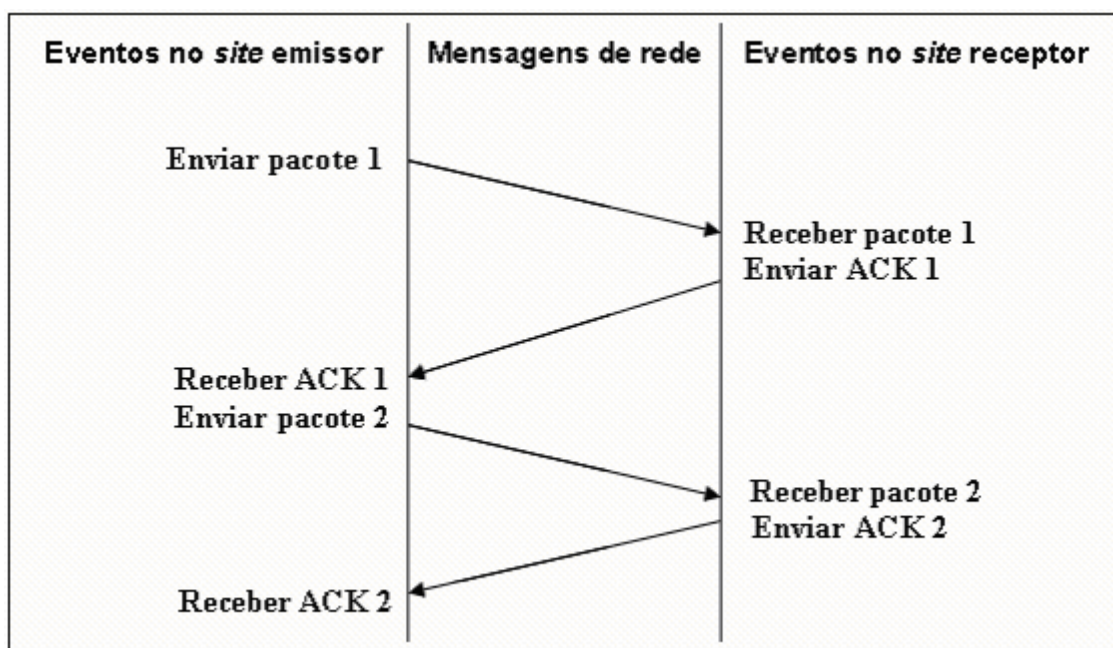


Figura 11 – Exemplo de protocolo de transmissão de dados

Fonte: Baseado em COMER, 2006

A figura 11 mostra um protocolo usando confirmação positiva com retransmissão, em que o emissor espera uma confirmação para cada pacote enviado. A distância vertical na figura representa o tempo crescente, e as linhas diagonais no meio representam a transmissão de pacotes na rede.

### 2.6.2 IP – *Internet Protocol*

O IP define o mecanismo de transmissão sem conexão e não confiável. Desempenha uma função de roteamento, escolhendo um caminho por onde os dados serão enviados, também inclui um conjunto de regras que concentram a idéia da entrega não - confiável dos pacotes, o que significa que não há nenhuma

verificação de erro na transferência, ele apenas roteia os pacotes pela rede. As regras definem como os *hosts* e os roteadores devem processar os pacotes, indicam como e quando as mensagens de erro devem ser geradas (COMER, 2006).

Algumas das principais características desse protocolo são (SOARES, 1998):

- Serviço de datagrama não-confiável;
- Endereçamento hierárquico;
- Facilidade de fragmentação e remontagem de pacotes;
- Identificação da importância do datagrama e do nível de confiabilidade exigido;
- Identificação da urgência de entrega e da ocorrência futura ou não de pacotes na mesma direção (pré-alocação, controle de congestionamento);
- Campo especial indicando qual o protocolo de transporte a ser utilizado no nível superior;
- Roteamento adaptativo distribuído nos *gateways*;
- Descarte e controle de tempo de vida dos pacotes inter-redes no *gateway*;

### 2.6.3 Endereços IP

O endereço IP é a identificação de um equipamento conectado a *Internet*. Todos os equipamentos devem ter um endereço IP associado e único que será utilizado na comunicação entre os equipamentos. A definição de um endereço IP segue uma série de especificações que são definidas pela *Network Information Center* (NIC), que atribui e controla os endereços IP pelo mundo para garantir a segurança e unicidade dos endereços. Os endereços IP são números com 32 bits, normalmente escritos como quatro octetos (em decimal), ou seja, 4 conjuntos de 8 bits ou, quatro Bytes, por exemplo, 128.6.4.7. A primeira parte do endereço identifica uma rede específica na inter-rede, a segunda parte identifica um *host* dentro dessa rede. Devemos notar que um endereço IP não identifica uma máquina individual, mas uma conexão à inter-rede (SOARES, 1998).

## 2.7 GPRS

O GPRS que pode ser traduzido como Serviço Geral de Rádio em Pacotes, é um serviço de dados de pacote projetado para a fase 2+ da rede celular GSM padronizado pelo *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) (BRACHE, 1997; BETTSTETTER, 1999).

Uma rede GPRS pode ser usada para transportar tráfego IP ou X.25 de / para um terminal GPRS para de outro terminal GPRS e / ou *Packet Data Networks* (PDNs) externas (tais como: Internet, Intranets corporativas / privadas, redes X.25 e outras redes GPRS controladas por diferentes operadoras de rede).

O padrão GPRS que é baseado na transmissão comutada a pacotes surgiu para tornar mais eficiente a utilização de recursos de rádio para o transporte de aplicações que geram tráfego em “rajada” (tráfego assíncrono com taxas de bit bastante variáveis), tais como aplicações *Internet* (serviços de páginas e *e-mails*).

A comunicação de dados por comutação de pacotes, que é um modo no qual os recursos somente são atribuídos a um usuário quando for necessário enviar ou receber dados. Os dados são enviados em pacotes, que são roteados pela rede juntamente com o tráfego de outros usuários. Esta técnica permite que vários usuários compartilhem os mesmos recursos, aumentando assim a capacidade da rede e permitindo uma gerência razoavelmente eficiente dos recursos. Entretanto, esta técnica impõe algumas limitações com relação a quantidade de dados possível de ser enviado (KOCHEM, 2003).

O conceito de “capacidade sob demanda” foi introduzido para possibilitar o uso de serviços GPRS sem a necessidade de alocar permanentemente os recursos de rádio (CAI, 1997). Ao contrário das conexões comutadas a circuito (como nos sistemas GSM), nas quais um recurso é alocado permanentemente para um usuário durante o período inteiro de sua chamada (esteja este enviando ou não dados), uma rede comutada a pacotes aloca um recurso somente quando este for necessário e o libera após a transmissão / recepção dos dados. Conseqüentemente, uma rede GPRS utiliza mais eficientemente os recursos de rádio escassos, possibilitando que múltiplos usuários compartilhem o mesmo canal físico.

Operadoras de redes GPRS podem oferecer tempos de acesso mais rápidos, maiores taxas de dados, diferenciação de usuários móveis baseado em contratos de qualidade de serviço *Quality of Service* (QoS) e aplicar novos métodos de cobrança

com base no volume de dados transmitidos / recebidos por cada usuário, ao invés da duração de uma conexão, o que pode conduzir a tarifas mais baixas.

### 2.7.1 Arquitetura de uma rede GPRS

A rede GPRS foi construída como uma extensão da rede GSM, sendo que ambas utilizam a mesma infra-estrutura e compartilham os mesmos recursos de rádio. Porém, de modo a oferecer um serviço de comutação de pacotes, dois novos elementos foram adicionados formando a rede *backbone* GPRS (GSM, 2002): o *Serving GPRS Support Node* (SGSN) e o *Gateway GPRS Support Node* (GGSN).

O SGSN é um roteador responsável pela localização dos assinantes móveis dentro de sua área de serviço roteamento de pacotes dentro da *Public Land Mobile Network* (PLMN), gerenciamento de mobilidade, gerenciamento de enlace lógico, segurança, autenticidade e cobrança.

O GGSN atua como uma interface lógica para PDNs externas, sendo responsável pelas seguintes funções: tradução de formatos de dados, protocolos de sinalização e mapeamento de endereços para permitir comunicação entre diferentes redes, classificação de tráfego proveniente de PDNs externas, autenticação e cobrança.

Uma rede GPRS utiliza o mesmo *Basic Station Subsystem* (BSS) que os serviços de voz GSM, com uma atualização de *software* na *Basic Transceiver Station* (BTS) e no *Base Station Controller* (BSC) e a instalação de um novo componente de *hardware* chamado *Packet Control Unit* (PCU), geralmente, localizado no *PCU Support Node* (PCUSN) (BATES, 2002). O PCUSN reside tipicamente entre o BSC e o SGSN sendo o responsável pela transferência de pacotes entre o BSS e a rede GPRS.

As bases de dados *Authentication Center* (AuC), *Equipment Identity* (EIR), *Home Location Register* (HLR) e *Visited Location Register* (VLR) também fazem parte da arquitetura de uma rede GPRS. O AuC e o EIR são utilizados para controlar a segurança e autenticação dos assinantes móveis, o HLR mantém informações atualizadas de cada assinante registrado na rede GPRS (tais como: *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI), informações de localização corrente, perfil de serviços contratados, endereço do SGSN corrente, um ou mais endereços



*Packet Data Protocol* (PDPs), permissões de *roaming* e estado de atividade) e o VLR armazena informações sobre usuários ativos dentro da sua área de serviço, por exemplo, usuários em *roaming*.

A entidade *Mobile Switching Center* (MSC) é usada em GPRS somente quando ambos os serviços de dados comutados a pacote e a comutados a circuito são suportados. O tráfego de voz é enviado pelo SGSN, através da PCU, em uma interface *Frame Relay*.

A BTS é responsável pela modulação, demodulação e transmissão / recepção no enlace de rádio. O BSC suporta os protocolos GPRS relevantes para a comunicação na interface aérea, gerencia as chamadas e executa a atribuição de recursos de rádio.

### 2.7.2 Interface de rádio GPRS

O Sistema GPRS compartilha a mesma interface de rádio que o sistema de voz GSM. Ambos podem operar nas faixas de frequência de 900, 1800 e 1900MHz. No espectro de 900 MHz, duas bandas de frequência de 25 MHz cada, separadas por uma banda de guarda de 45 MHz, são reservadas pelo ETSI para ambos os sistemas: 890-915 MHz para *uplink* (transmissão da MS para o BSS) e 935-960 MHz para *downlink* (transmissão da BSS para a MS).

O recurso de rádio mais escasso em uma rede celular é o espectro de frequências. De modo a dividir a largura de banda alocada para um sistema celular e compartilhada entre seus inúmeros usuários, uma técnica de acesso múltiplo é necessária. O sistema GSM utiliza uma combinação de técnicas *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) e *Time Division Multiple Access* (TDMA) (MEHROTRA, 1996).

Através do uso da técnica FDMA, cada banda de 25 MHz é dividida em 125 canais de 200 KHz cada. Porém, somente 124 canais podem ser utilizados, pois o canal 0 é utilizado como banda de guarda para evitar interferências de frequências mais baixas. Cada um desses canais de 200 KHz é subdividido no tempo, em oito *slots* de tempo, através da técnica TDMA. Desta forma, um canal pode ser definido como um meio de comunicação indicado pela sua frequência e a posição do seu *slot* de tempo correspondente dentro de um quadro TDMA.

Um *slot* de tempo TDMA quando utilizado contém um *burst* de 156,25 bits. Um período de *burst* é uma unidade de tempo em um sistema TDMA que dura 0,577 milissegundos (ms). Cada quadro TDMA é composto por oito *slots* de tempo (oito períodos de *bursts*), conseqüentemente, um quadro TDMA ocorre a cada 4,615 ms. A repetição de um *slot* de tempo particular em cada quadro TDMA define um canal físico. Um ou mais canais físicos são chamados *Packet Data Channel* (PDCH) (BATES, 2002).

Uma estrutura multiquadros consiste de um ciclo de 52 quadros TDMA sucessivos, dividido em 12 blocos de 4 quadros TDMA consecutivos cada (localizando 48 quadros TDMA para alocação de PDCH), 2 quadros TDMA usados para transmitir informações sobre avanços de tempo e 2 quadros TDMA ociosos. Cada ciclo dura, aproximadamente, 240 ms ( $52 \times 8 \text{ períodos de burst} = 52 \times 8 \times 0,577 \text{ ms}$ ).

A unidade de transmissão da camada RLC / MAC é o bloco de rádio. Cada bloco de rádio é composto por um bloco de dados *Radio Link Control* (RLC) ou por um bloco de controle RLC / MAC, um cabeçalho *Medium Access Control* (MAC) e um *Block Check Sequence* (BCS). Um bloco de rádio, resultando em 456 bits após a codificação de canal, é transmitido pela camada física a cada 20 ms, aproximadamente, no mesmo *slot* de tempo de 4 quadros TDMA consecutivos.

Segundo KOHEM (2003), um conceito importante em GPRS é a sua capacidade *multislot*: dependendo do número de PDCHs disponíveis em uma célula, da capacidade *multislot* MS e da carga do sistema, entre um e oito *slots* de tempo por quadro TDMA podem ser alocados para uma única MS possibilitando a transmissão/recepção de pacotes em múltiplos PDCHs, variando assim a taxa de dados entre uma MS e a rede GPRS. Além disso, alocando um certo número de blocos de um PDCH para cada MS, é possível que até oito MSs compartilhem simultaneamente o mesmo PDCH.

Ao contrário do sistema GSM, onde uma MS utiliza o mesmo *slot* de tempo para *uplink* e *downlink*, em GPRS os recursos de rádio *downlink* e *uplink* são alocados separadamente, oferecendo suporte a tráfego de dados assimétrico (como o tráfego Web) (BETTSTETTER, 1999).

## 2.8 MODEM (MODULADOR / DEMODULADOR)

Modem é um circuito de *hardware* que contém duas partes funcionais: um modulador para enviar dados e um demodulador para extrair dados, ambos através de uma onda portadora. O processo funciona da seguinte maneira: o computador usa uma seqüência de bits de dados e aplica modulação a uma onda portadora, que por outro lado recria a seqüência de bits dos dados que foi usada para modular fazendo a demodulação. Os modems são usados aos pares, com um par conectado por um circuito de comunicação. O modulador de um modem se conecta ao demodulador no outro, permitindo que sejam enviados dados em uma ou outra direção. Assim a transmissão dos dados através de uma longa distância requer um modulador em uma ponta e um demodulador na outra ponta (COMER, 2006).

Os modems usam outros meios de comunicação: transmissão em Rádio Frequência (RF), fibra óptica e conexões telefônicas convencionais. Como por exemplo, um par de modems de frequência de rádio pode ser usado para enviar dados usando esse sinal, ou um par de modems ópticos pode ser usado para enviar dados através de um par de fibras ópticas usando luz. Embora as tecnologias sejam diferentes do que os que operam sobre fios exclusivos, o princípio permanece o mesmo: numa extremidade remetente, um modem transforma dados em sinal modulado; na outra extremidade, a receptora, os dados são extraídos do sinal modulado.

Os modems RF segundo Comer (2006), tornaram-se atrativos por causa do crescente interesse na ligação em redes sem-fio (*wireless networking*). Um pequeno modem RF conectado a um *notebook*, possibilita mobilidade do usuário sem que o mesmo perca a conectividade com a rede, tal qual um celular. Modems RF mais poderosos possibilitam estabelecer *links* de comunicação sem-fio sobre distâncias mais longas. Ex: O modem g20 usado neste projeto.

Outra aplicação de modems envolve o sistema *dial-up* de telefone. Este tipo de modem além de ter os circuitos para envio de dados, também contém circuitos que imitam um telefone – pode simular o levantamento do aparelho, a discagem ou o desligar. E como o sistema telefônico foi projetado para carregar som, o modem *dial-up* usa uma portadora com som audível, embora enviem todos os dados por um único canal de voz, um par de modems *dial-up* oferece comunicação *full-duplex* (isto é, permitem que os dados fluam em ambas direções).

No próximo sub-capítulo será descrito o modem utilizado pela equipe no trabalho.

### 2.8.1 Modem g20 TCP/IP

O Modem g20 TCP/IP *Wireless Data Modem* é um equipamento para transmissão de voz e dados, através da tecnologia celular *Global System for Mobile Communications / General Packet Radio Service* (GSM / GPRS), desenvolvido para proporcionar ao cliente facilidade de instalação e integração. Possui interface de comunicação padrão RS-232 que lhe permite ser conectado a diversos outros equipamentos dos quais se queira transmitir informações remotas (INFORMAT TECHNOLOGY, 2006).

Pode ser utilizado em aplicações diversas como telemetria, segurança, monitoração automotiva, etc. Usando a tecnologia GPRS, é capaz de realizar comunicação de dados em velocidades de até 85.6 Kbps, além de conexões de Voz, *Circuit Switched Data* (CSD), *Short Message Service* (SMS) e todas as funções convencionais de um aparelho celular, como agenda telefônica, transferência de chamadas, entre outras. Um exemplo de sistema de comunicação com o Modem g20 da Motorola está mostrado na figura 12.

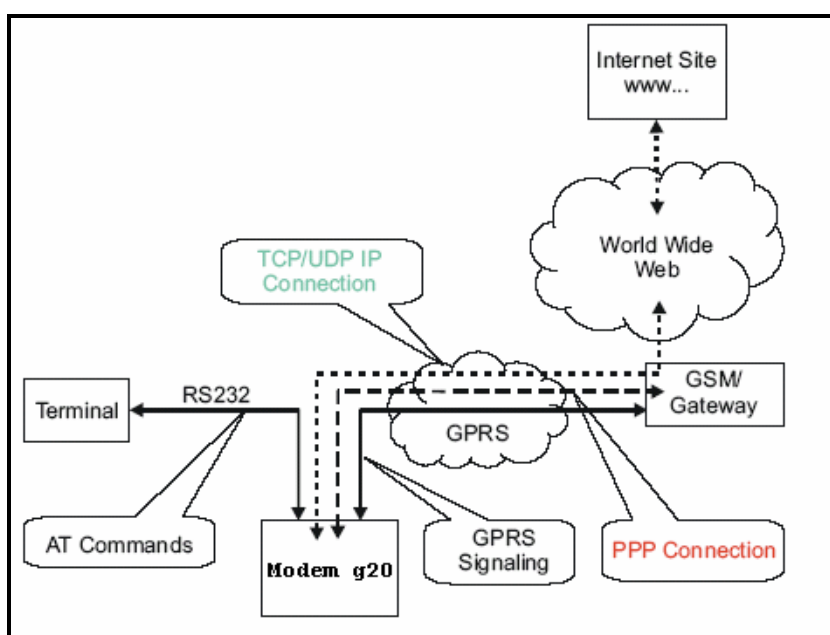


Figura 12 – Sistema usando o modem g20  
Fonte: MOTOROLA, 2005

Segundo o manual do fabricante do modem, a estrutura da rede GPRS, baseada em comunicação por pacotes, tal qual a estrutura da *internet*, exige que o equipamento seja capaz de se comunicar ao *Internet Protocol* (IP), implementando no mínimo as camadas *User Datagram Protocol* UDP e / ou *Transmission Control Protocol* (TCP). O Modem realiza a conexão GPRS, podendo ou não implementar a Pilha TCP/IP. Seguem quatro formas de ativar uma conexão GPRS:

- Controlando diretamente a conexão através de comandos AT que significam “Atenção”.
- Utilizando o GPRS *Manager*.
- Usando a pilha TCP/IP do processador do modem através de comandos AT.
- Usando a pilha TCP/IP do transceiver interno através de comandos AT o qual foi utilizado para o funcionamento do modulo g20 deste projeto. Nesta forma a pilha do *transceiver* pode ser controlada através de comandos AT iniciados pela palavra de sintaxe MIP.

Neste projeto usou-se o Modem g20 TCP/IP *Wireless*, como mostra a figura 13, que foi adquirido na empresa Zeit que comprou da empresa Informat Technology (distribuidora de equipamentos eletrônicos) localizada em São Paulo.



Figura 13 – Modem g20

Fonte: INFORMAT TECHNOLOGY, 2006

### 2.8.2 Comandos AT

O manual da Motorola AT (2005) descreve que, comandos AT são utilizados para a comunicação com o modem g20 celular e são compostos de conjuntos de caracteres ASCII que começam com o "AT" prefixo (exceto os comandos A / e +++). O prefixo AT é derivado da palavra Atenção, que pede o modem para prestar atenção ao atual pedido (Comando). Comandos AT são usados para solicitar serviços do modem g20 celulares, tais como:

- Chamada serviços: marcação, resposta e conectar-se;
- Cellular utilitários: enviar / receber SMS ;
- Modem perfis: Resposta automática.

### 2.8.3 Módulo g20

A figura 14 mostra o g20, onde o manual da Motorola afirma que o g20 é um produto da família de módulos GSM da companhia, que até então contava com o d10, d15 e g18. Segundo a Motorola (2005) o g20 é Ideal para a indústria automotiva, de telemetria, segurança, terminais de entrega entre outros. O g20 é similar a um *transceiver* de telefone celular e pode ser integrado em qualquer sistema ou produto que necessite transferir informações de voz ou dados. Além disso, melhora sensivelmente as capacidades do sistema, transformando-o de um produto isolado em um componente poderoso, conectado a redes de comunicação. Graças a sua ampla variedade de aplicações embutidas, que minimiza o tempo até a disponibilização do produto, o módulo diminui significativamente o processo para desenvolvedores de *softwares*.

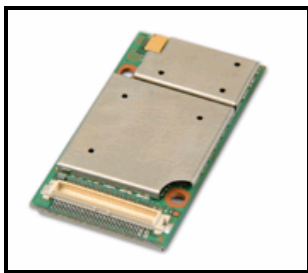


Figura 14 – Módulo g20

Fonte: MOTOROLA, 2005



para envio de informações. A seguir serão descritos teorias sobre servidores, clientes e banco de dados.

## 2.9 CLIENTE E SERVIDOR

Conforme o termo sugere, um ambiente cliente / servidor é preenchido por clientes e servidores. As máquinas cliente geralmente são microcomputadores ou estações de trabalho único, que apresentam uma interface gráfica que é mais apropriada ao usuário final. A estação baseada no cliente geralmente é amigável ao usuário final, incluindo o uso de janelas e um mouse. Alguns exemplos comuns dessas interfaces são fornecidos pelo *Microsoft Windows* e pelo *Macintosh OS X*.

O servidor no ambiente cliente / servidor fornece um conjunto de serviços compartilhados do usuário para os clientes através de uma rede. Segundo Stallings (2005), o tipo mais comum de servidor atualmente é o servidor de banco de dados, que normalmente controla um banco de dados relacional. O servidor permite que muitos clientes compartilhem o acesso ao mesmo banco de dados e possibilita o uso de um sistema de computador de alto desempenho para gerenciar o banco de dados.

Um servidor aceita uma requisição que chega, forma uma resposta e retorna o resultado para o requisitante. Para os serviços mais simples, cada requisição chega em um único datagrama, e o servidor retorna uma resposta em outro programa. Usuários, aplicações e recursos estão distribuídos conforme os requisitos da empresa e ligados por uma única *Local Area Networks* (LAN) ou *Wide Area Network* (WAN), ou por uma inter-rede (COMER, 2006).

Os servidores podem realizar tarefas simples ou complexas. Por exemplo, um servidor de hora simplesmente retorna a hora atual sempre que um cliente envia um pacote ao servidor. Um servidor *World Wide Web* (Web) como será usado neste projeto receberá requisições de um navegador para buscar uma cópia de uma página Web, o servidor retorna a página requisitada para o navegador.

Comer (2005) relata que em geral, os servidores são implementados como programas aplicativos. A vantagem de implementar servidores como programas aplicativos o que é o caso deste projeto, é que eles podem ser executados em qualquer computador que aceite comunicação TCP/IP.



É o *software* de comunicação que permite que o cliente e servidor operem de forma integrada e fornece uma base para aplicações distribuídas. As funções reais executadas na aplicação podem ser divididas entre o cliente e servidor de modo que otimizem os recursos de plataforma, rede e capacidade de os usuários realizarem diversas tarefas, além de cooperarem entre si a utilização de recursos compartilhados. Esses requisitos ditam que a maior parte do *software* de aplicação sejam executados no servidor, enquanto que a maior parte lógica da aplicação está localizada no cliente (STALLINGS, 2005).

### 2.9.1 Aplicação em Banco de Dados

Como exemplo que ilustra a divisão da lógica da aplicação entre cliente e servidor é a aplicação em banco de dados. Neste ambiente, o servidor é basicamente um servidor de banco de dados. Cliente e Servidor interagem na forma de transações em que o cliente faz uma solicitação ao banco de dados e recebe uma resposta do mesmo.

O servidor é responsável por manter o banco de dados, cuja finalidade é necessária ter um *software* de sistema de gerenciamento de banco de dados. Diversas aplicações que utilizam o banco de dados podem se abrigar em máquinas de cliente e o *software* que permite que o cliente faça solicitações para acessar o banco de dados do servidor é a lógica popular do *Structured Query Language* (SQL) (STALLINGS, 2005).

### 2.9.2 Classes e Aplicações Cliente e Servidor

Dentro da estrutura geral de cliente / servidor, existe implementações que divide o trabalho entre cliente e servidor de forma diferente. A distribuição exata dos dados e do processamento da aplicação depende da natureza das informações do banco de dados, dos tipos de aplicações admitidas, da disponibilidade do equipamento interoperável do fornecedor e dos padrões de uso dentro de uma organização como é mostrado na figura 16: (STALLINGS, 2005).

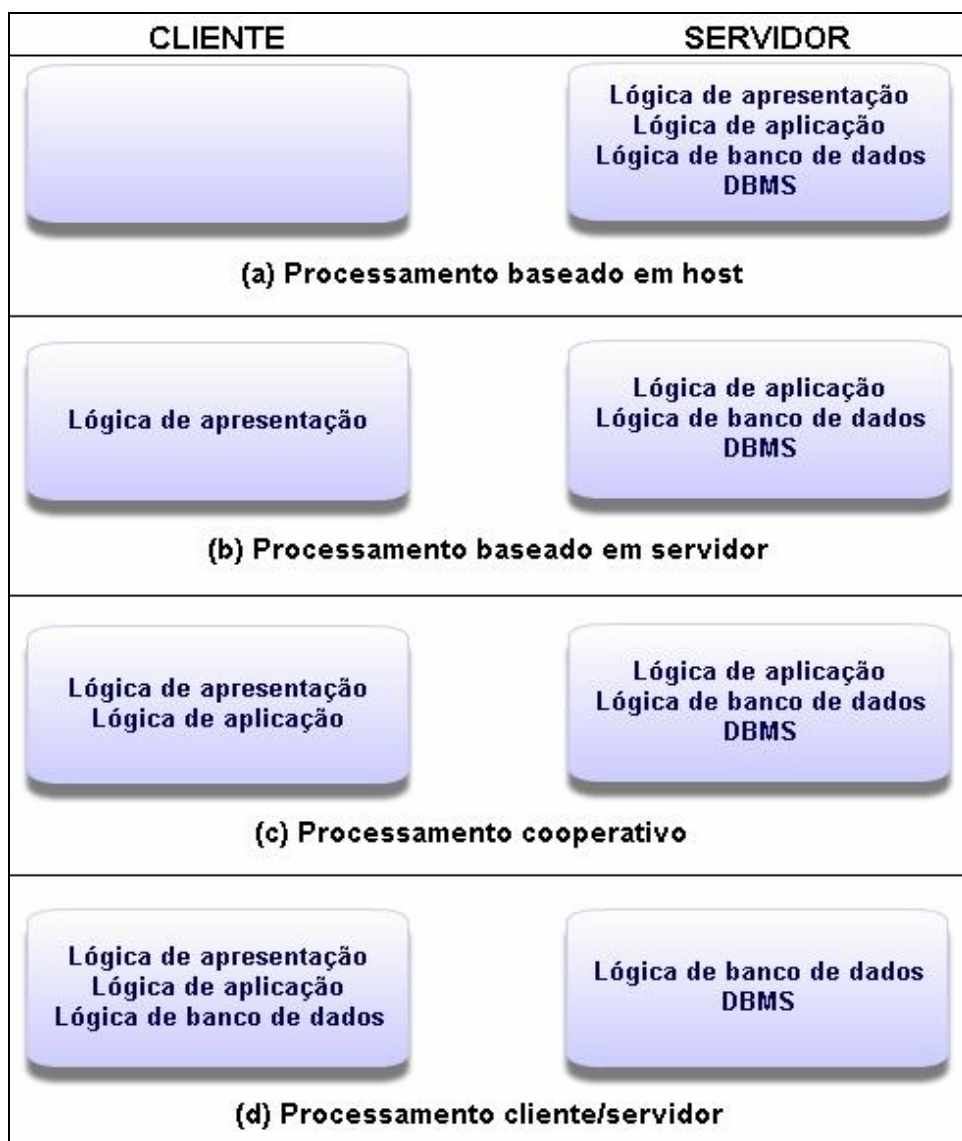


Figura 16 – Classes de aplicações cliente / servidor

Fonte: STALLINGS, 2005

- **Processamento baseado em *host*:** O processamento baseado em *host* é aquele em que todo ou quase todo o processamento é feito em um *host* central. Normalmente, a interface com o usuário ocorre por meio de um terminal burro. Mesmo que o terminal seja um microcomputador, a estação do usuário geralmente é limitada à função de um emulador de terminal. Ex: computadores de consulta da biblioteca da UTFPR.
- **Processamento baseado em servidor:** É a classe mais simples de configuração servidor / cliente na qual o cliente é responsável principalmente por oferecer uma interface gráfica com o usuário, enquanto

que o processamento é feito no servidor. Ex: A consulta feita neste projeto dos valores de tensões.

- Processamento baseado em cliente: Nesta configuração o processamento todo é feito no cliente, com algumas exceções de rotinas de validação de dados e outras funções da lógica de banco de dados que são realizadas melhor no servidor. Esta arquitetura permite que o usuário empregue aplicações ajustadas às necessidades locais.
- Processamento cooperativo: O processamento se realiza em um padrão otimizado, aproveitando-se dos pontos fortes das máquinas cliente e do servidor, e da distribuição de dados. Essa configuração se torna mais complexa com o passar do tempo e pode apresentar maiores ganhos de produtividade do usuário e maior eficiência da rede do que outras técnicas de cliente / servidor.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MONITORAÇÃO

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA TENSÃO DO BANCO DE BATERIAS

Como descrito anteriormente, um armário telefônico para alimentar seus equipamentos possui uma fonte retificadora com entrada de 127/220 VAC da rede elétrica, saída de 48VDC e 54VDC e um banco de baterias com 4 baterias de 12V nominais cada uma. A rigor um armário telefônico deve ser alimentado pela rede elétrica da concessionária, porém, o armário passa a ser alimentado por um banco de baterias na falta desta energia.

As figuras 17 e 18 mostram como os armários telefônicos são alimentados pela energia elétrica da concessionária e pelo banco de baterias.

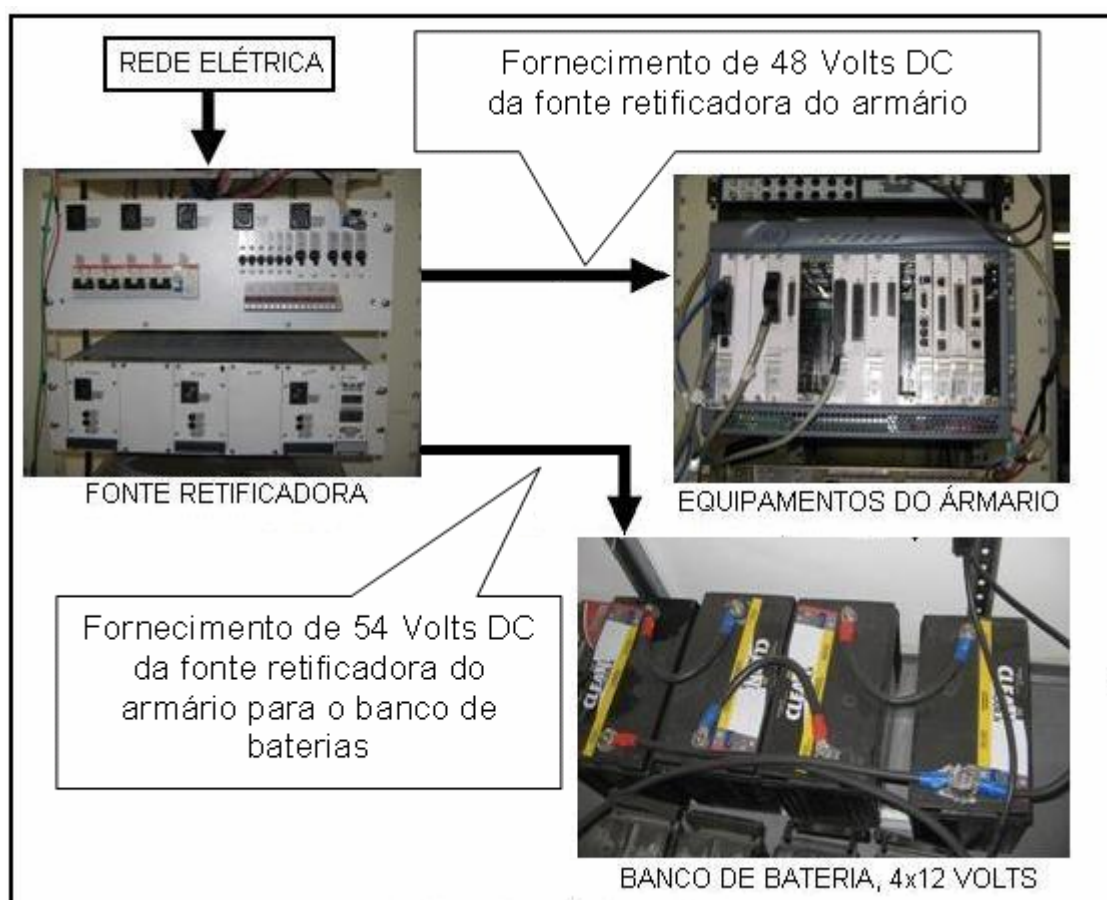


Figura 17 – Alimentação dos equipamentos de um armário pela rede elétrica

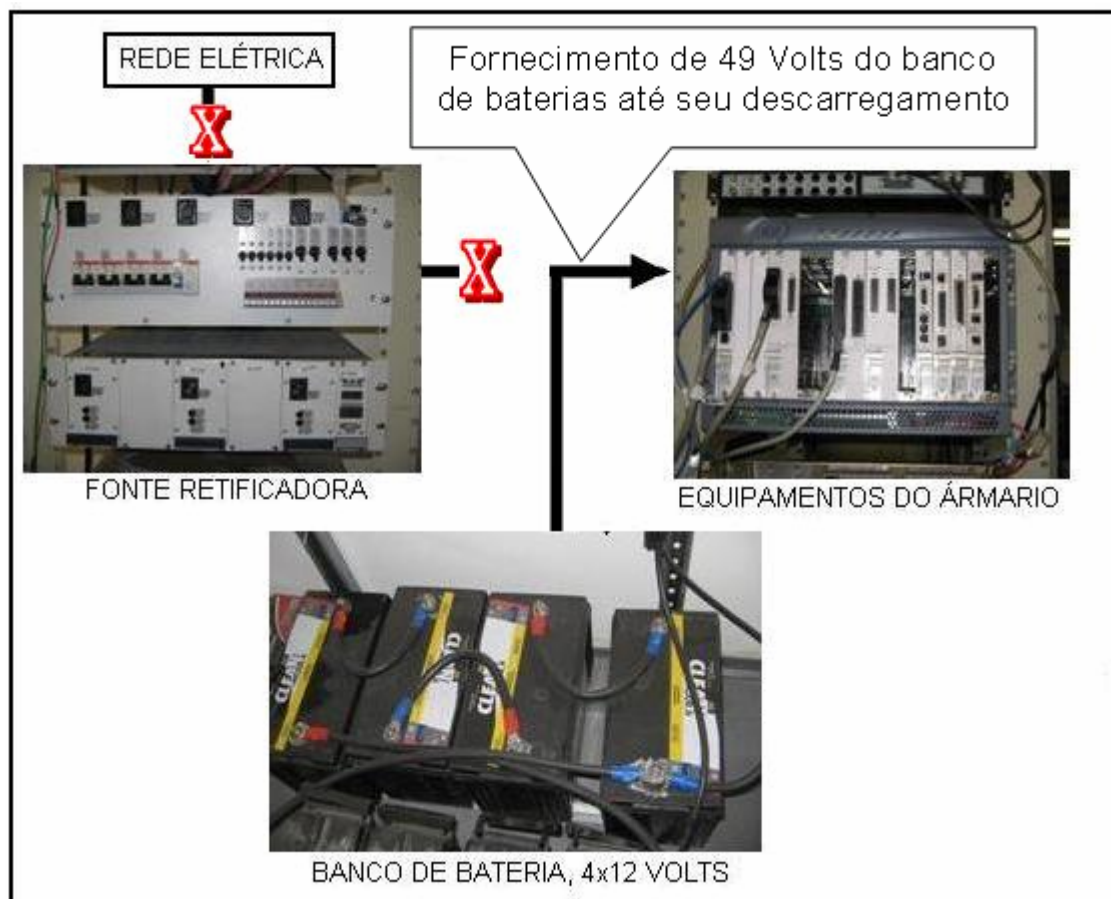


Figura 18 – Alimentação dos equipamentos de um armário pelo banco de baterias

Segundo o técnico da GVT responsável pelo armário estudado, o banco de baterias está inicialmente em estado de flutuação com aproximadamente 54V e ao entrar em operação de alimentação começa o processo de descarga e passa a fornecer uma tensão de aproximadamente 49V.

Quando a tensão chega em 43V, representa que o funcionamento dos equipamentos não é satisfatório. Na faixa entre 43 e 39V, o funcionamento dos equipamentos está muito comprometido, podendo causar desligamento de alguns ou todos. Quando a tensão é menor que 39V todos os equipamentos param de funcionar.

A partir desse estudo pôde-se montar a tabela 2 classificando os valores de tensão referentes a alimentação do armário e ao banco de baterias.

Tabela 2: Classificação dos valores da tensão

<b>Valor da tensão</b>	<b>Classificação</b>	<b>Estado do banco de baterias</b>
54V	Armário alimentado pela Rede elétrica.	Flutuação
49 V	Armário alimentado pelo banco de baterias.	Início da descarga do banco de baterias
Menor que 49V e maior que 43V	Armário alimentado pelo banco de baterias.	Descarga do banco de baterias
43V	Armário alimentado pelo banco de baterias. Iminência de desligamento dos equipamentos do armário	Descarga do banco de baterias.
Menor 43V e maior que 39V	Armário alimentado pelo banco de baterias. Possível desligamento de alguns ou todos os equipamentos do armário.	Descarga do banco de baterias.
Menor que 39V	Tensão do armário Insuficiente. Desligamento de todos os equipamentos do armário.	Carga insuficiente

Fonte: Baseado nos dados da GVT

### 3.2 DIAGRAMA EM BLOCOS DO SISTEMA DE MONITORAÇÃO

No diagrama em blocos, figura 19, mostra-se as partes que formam o sistema de monitoração: módulo de aquisição de dados, módulo de comunicação e a apresentação dos dados.

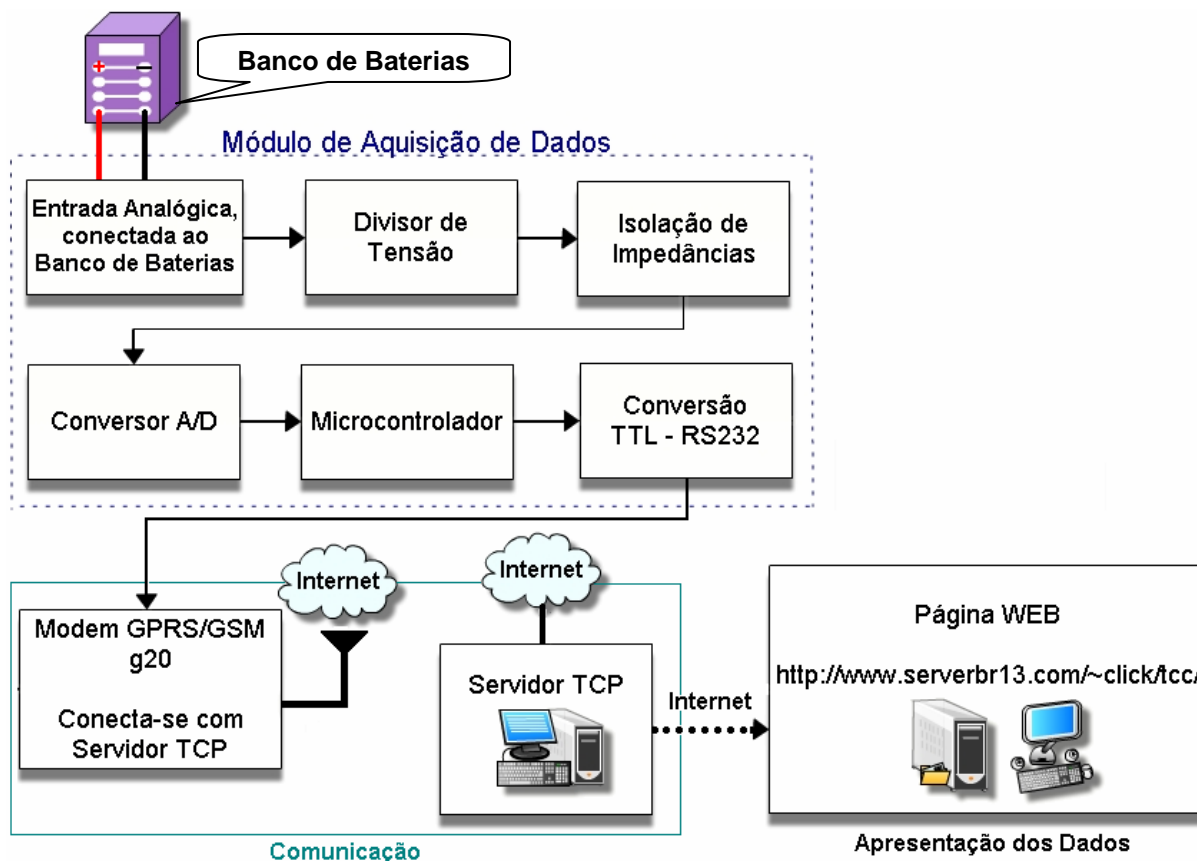


Figura 19 – Diagrama em blocos do sistema de monitoração

### 3.3 MÓDULO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

O módulo de aquisição de dados é um circuito que tem a função de coletar a tensão no barramento de alimentação que está ligado o banco de baterias e transmitir a informação ao modem g20. Esse módulo é formado pelas seguintes etapas:

- Divisor de tensão
- Isolação de impedâncias
- Conversor A/D
- Microcontrolador e *firmware*
- Conversão TTL – RS232

### 3.3.1 Redução da Entrada Analógica

Primeiramente deve-se acrescentar uma tolerância na escala da tensão a ser monitorada. Esta tolerância é ideal para cobrir um pouco além da tensão de flutuação (54V) das baterias, e início da escala, possibilitando averiguar-se tensões anormais de operação além de maximizar a resolução dentro da faixa de interesse.

A Escala de operação foi ajustada entre 32V e 60V. Através de divisão de tensão, essas tensões foram adequadas aos níveis de entrada possíveis do A/D, ou seja, 60V foi representado por 5V com nível 255 na saída do A/D e 32V são representados por 2,66V e nível 000 na saída do A/D então montou-se o divisor de tensão como mostra a figura 20.

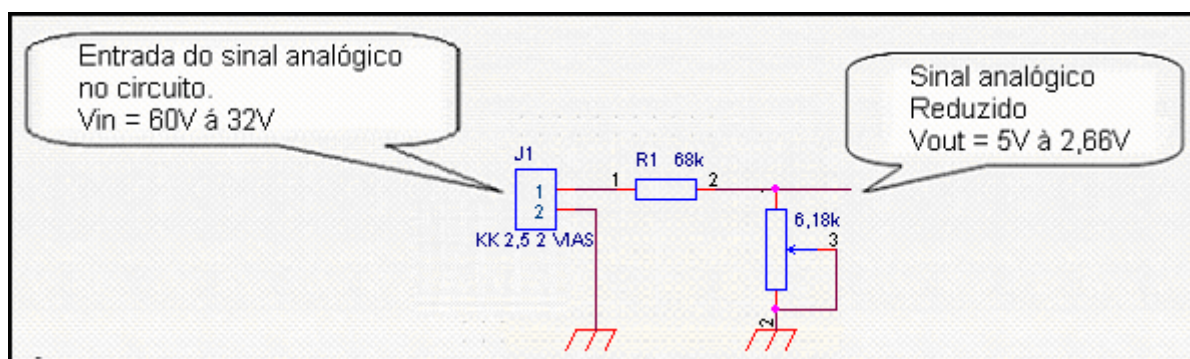


Figura 20 – Redução do sinal analógico da tensão

Considerando que:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \therefore 5V = 60V \times \frac{5k\Omega}{R_1 + 5k\Omega} \therefore R_1 = 55k\Omega$$

onde:

$$V_{out} = 5V; V_{in} = 60V; R_2 = 5k\Omega$$

Coloca-se um resistor de 68k $\Omega$ , e regula-se o valor da resistência do potenciômetro, para conseguir os 5V desejados. A resistência do potenciômetro ficou em 6,18k $\Omega$ . O conector J1 faz a conexão da entrada analógica com a placa de aquisição de dados.



### 3.3.2 Isolação e Proteção

Neste bloco, é feito o isolamento para a proteção do circuito a partir de um amplificador configurado como seguidor de tensão de ganho unitário, portando a tensão em sua saída é igual a da sua entrada.

De baixo custo e fácil manuseio, o circuito integrado LM324 foi utilizado neste projeto para a criação do *Buffer* de tensão e proteger o circuito contra alguma situação de surto ou de alta impedância. O LM324 é alimentado com +12V, pode-se fazer a sua ligação conforme figura 21, dessa forma, a entrada do conversor A/D estará isolada do banco de baterias.

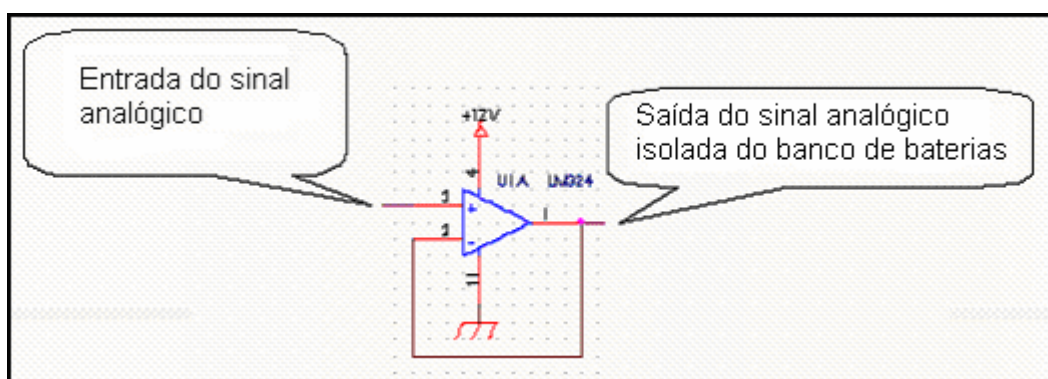


Figura 21 – Isolação e proteção

### 3.3.3 Conversão Analógico - Digital

Após analisado o funcionamento da alimentação do armário telefônico descrito anteriormente, pôde-se criar uma escala de conversão para o conversor analógico digital de 8 bits. Optou-se pela utilização do conversor analógico-digital ADC0804 fabricado pela *National* Semicondutores em modo diferencial. O ADC0804, converte amostras de sinais analógicos entre 0V e 5V. A resolução de um conversor A/D é dada pelo valor máximo analógico dividido pelo valor máximo de combinações de bits. Desta maneira chega-se aos dados da tabela 3.

Tabela 3: Escala de conversão analógico-digital

Tensão no armário (Volts)	Tensão de entrada do A/D (Volts)	Valor Decimal do A/D	Valor Binário do A/D (8 bits)
32	2,66V	000	0000 0000
60	5V	255	1111 1111

Utilizou-se uma tolerância na escala da tensão a ser monitorada. Então chegou-se aos valores mínimos de entrada do A/D como é mostrado a seguir.

$$V_{\min} = \frac{5V \times 32V}{60V} \therefore V_{\min} = 2,66V$$

E a resolução:

$$Res = \frac{60 - 32}{255} \therefore Res = 0,1098V$$

Para preparar o ADC0804 foi preciso calcular dois divisores de tensão. O primeiro divisor deve ser calculado para conseguir uma tensão de referência igual ao menor valor da entrada analógica, ou seja,  $V_{out} = 2,66V$ . Usando  $V_{cc}$  da fonte de alimentação do circuito como tensão de entrada do divisor e um potenciômetro de  $10K\Omega$  em sua metade de escala, tem-se:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \therefore 2,66V = 5V \times \frac{5k\Omega}{R_1 + 5k\Omega} \therefore R_1 = 4,4k\Omega$$

Onde:

$$V_{out} = 2,66V ; V_{in} = 5V ; R_2 = 5k\Omega$$

Usou-se um resistor de  $4,7k\Omega$  e regulando-se o potenciômetro até chegar ao valor da tensão desejada de  $2,66V$  a ser aplicada no pino 7 do A/D. A resistência do potenciômetro ficou em  $5,34k\Omega$ .

O outro divisor resistivo foi criado com fim de aplicar uma tensão de referência de valor igual à metade da diferença entre a entrada analógica, conforme descreve o *datasheet* do fabricante para o pino 9 no ADC0804. Como é mostrado abaixo.

$$V_{out} = \frac{V_{in^+} - V_{in^-}}{2} \therefore V_{out} = \frac{5V - 2,66V}{2} \therefore V_{out} = 1,17V$$

Onde:

$$V_{in^+} = 5V ; V_{in^-} = 2,66V ; R_2 = 5k\Omega$$



### 3.3.4 Microcontrolador e Firmware

Nesta etapa, pôde-se trabalhar com os valores digitais recebidos pelo *port 0*, no microcontrolador Atmel modelo AT89S52.

A utilização deste microcontrolador ao invés de outros similares, além de ser muito popular, de simplicidade em seu manuseio e da eficiência suficiente para este trabalho, deveu-se a doação da empresa Zeit, que cedeu cinco unidades deste componente e o gravador para o *firmware*.

O programa de monitoração foi desenvolvido em linguagem *Assembly*. O *software* utilizado para o desenvolvimento do programa é o  $\mu$ Vision2 da Keil Software Inc. Este software tem versão gratuita e compila programas criados em linguagem *Assembly* e C, e gera arquivos de formato “.HEX” para a gravação no microcontrolador. Para gravar o microcontrolador necessita-se de um software de gravação e um aparelho gravador. O *software* de gravação, o Atmel *Microcontroller ISP Software* é gratuito e disponível no *site* do fabricante do microcontrolador. O aparelho de gravação utiliza a porta paralela do microcomputador para gravar o *firmware*.

O desenvolvimento do programa será explicado em quatro blocos separados em: Bloco *Main*; Bloco A/D; Bloco *Delay*; Bloco G20.

**Bloco *Main*:** No início do programa, um *delay* (temporizador) de 10 segundos é chamado para que, conforme o manual do fabricante do produto, o modem faça uma autochecagem do sistema operacional logo quando é alimentado. Esse processo tem a duração de 6 á 8 segundos. O pulso de *start* do A/D é gerado por um pulso vindo do P1.1 do microcontrolador e partir disso começa a conversão analógico-digital.

A função G20\_init, chamada na função principal, configura a comunicação serial com o modem com taxa de transmissão serial de 4800bps. Chama-se a função AD\_read para ler o valor digital vindo do A/D, referente à tensão do armário. Caso o valor lido seja referente às tensões de alimentação pelo banco de baterias, um led é aceso na placa pelo *port* P1.0 apenas para fim ilustrativo na placa de aquisição de dados, e caso o valor lido seja referente as tensões pela rede elétrica o led fica apagado.

Então é chamada a função G20\_script, que envia comandos AT pela porta serial do microcontrolador ao modem. Esses comandos AT são conjuntos de

instruções utilizados na comunicação do modem. Servem para estabelecer a conexão GPRS na *internet* via protocolo TCP/IP, para envio da variável em questão, a tensão. Apresenta-se na figura 23 um trecho do bloco Main:

```

main_loop:
    ;realiza a aquisição do dado referente ao nível de tensao da alimentação
    call    AD_read
    ;verifica o flag de nível de tensão da bateria
    mov     R0,#flagAD
    mov     A,@R0
    jz      copel_OK
    setb    P1.0
    ;acende o LED de indicação de tensão baixa
    call    delay_ls
    jmp     bateria_aux
copel_OK:
    clr     P1.0    ;apaga o LED de indicação de tensão baixa
    call    delay_ls
bateria_aux:
    ;envia os comandos de configuração e dados para o modem G20
    call    G20_script
    jmp     main_loop

```

Figura 23 – Trecho da função principal

Bloco A/D: Este bloco tem a função receber os valores binários do conversor A/D *port* P0. É feita uma conversão de unidade binária para unidade hexadecimal. A conversão é necessária, pois a *Informat Technology* afirma que este interpreta apenas caracteres do código ASCII (Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação), porém recebidos em hexadecimal. O modem por sua vez, recebendo esses valores hexadecimais, envia ao servidor TCP, os caracteres referentes do código ASCII como mostra a figura 24. Na figura 25 é mostrado o fluxograma do programa que receberá os 8 bits do A/D e transmitirá o valor referente a tensão do banco de baterias pela porta serial do microcontrolador P3.1 e também os parâmetros referentes à comunicação do modem g20 com o servidor TCP.

Tensão no armário (Volts)	Valor binário	Valor decimal	Valor hexadecimal enviado ao Modem	Strings enviada pelo Modem
32,11	0000 0001	1	303031	001
37,71	0011 0100	52	303532	052
46,16	1000 0001	129	313239	129
60,00	1111 1111	255	323535	255

**Conversão A/D**

↑

**Microcontrolador - Modem**

↑

Figura 24 – Conversão das unidades do valor de tensão

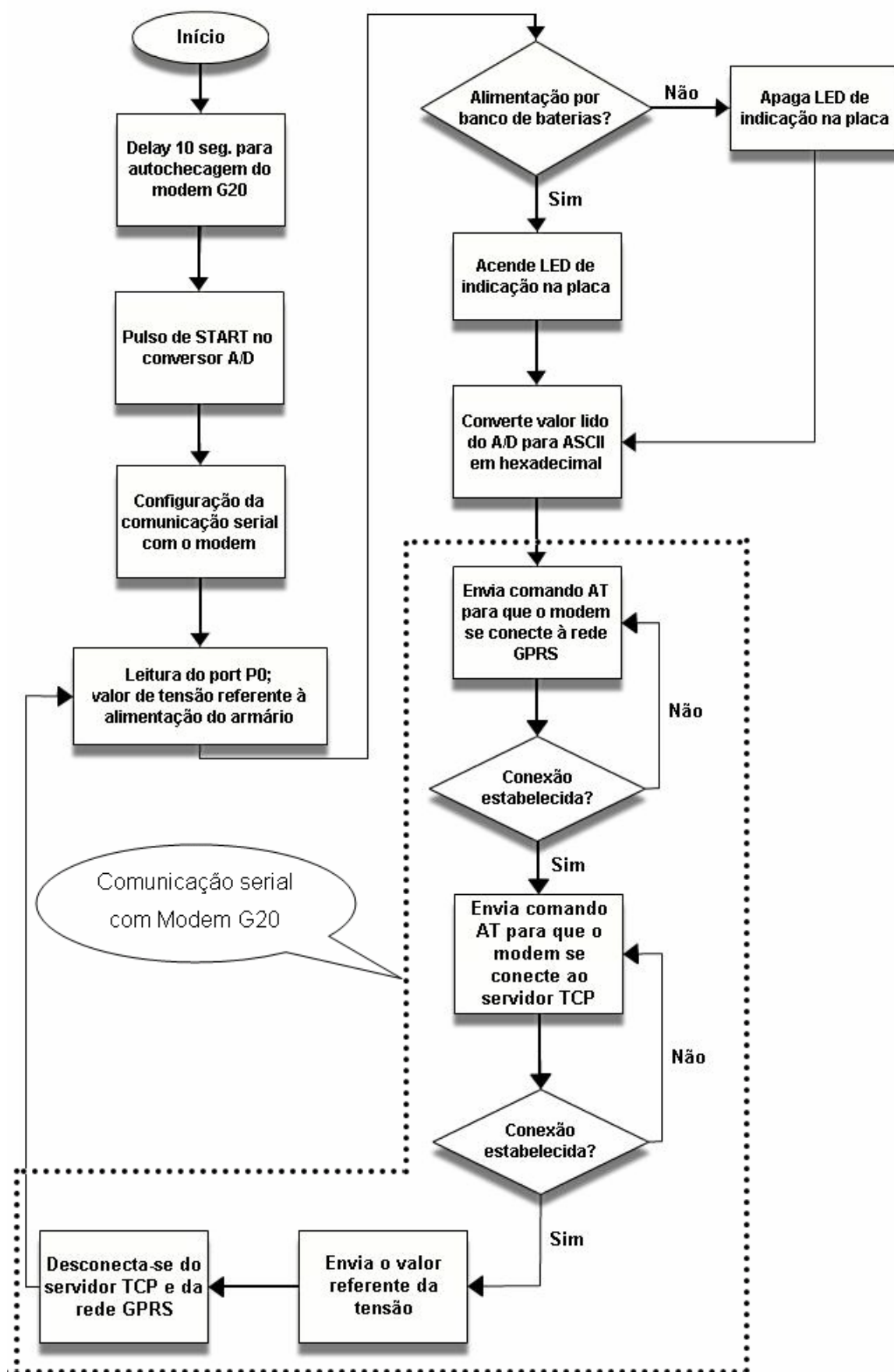


Figura 25 – Fluxograma do *firmware* do microcontrolador

Bloco *Delay*: O bloco *delay* tem a função em gerar atrasos pré-determinados na execução do programa.

Bloco G20: Este bloco pode ser considerado o mais importante do programa, pois permite a utilização do periférico serial do AT89S52, visando a comunicação com o modem g20 da Motorola. Comandos AT referentes à comunicação do modem são enviados para que se possa fazer a conexão com o servidor *Web*, onde localiza-se a página do monitoramento do valor da tensão no armário. No bloco g20 existem seis funções descritas:

- G20\_mipcallon – esta função tem como finalidade, estabelecer conexão GPRS na *internet* com a operadora de telefonia celular. O comando AT interpretado pelo modem é AT+MIPCALL=1,"brt.br","","". As duas aspas em vazio representam, usuário e senha do *chip* SIM card utilizado. Segundo a Informat, fornecedor do modem, este comando tem *timeout* de 20 segundos para a resposta do modem. Caso se não conseguir conectar, sua resposta será MIPCALL=0, caso conectar-se irá receber um IP da operadora. O microcontrolador fica no aguardo da resposta do modem, se a resposta for positiva, ou seja, ao receber um IP da operadora, pode-se passar ao próximo comando. Caso o tempo de *timeout* se esgotar, a rotina desta função se repetirá.
- G20\_mipopen – sua finalidade é estabelecer a conexão com o endereço destino a ser enviado um dado. O comando AT interpretado pelo modem é AT+MIOPEN=1,4000,"200.219.213.53",5000,0. O número 4000 representa a porta utilizada para a entrada de bytes no computador solicitado. O número 5000 representa a porta utilizada para a saída de bytes no computador solicitado. O número 0 representa que a conexão com o PC requerido é pelo protocolo TCP. Novamente segundo a Informat este comando também tem *timeout*. Caso a conexão com o computador destino seja afirmativa, o modem responderá com +MIOPEN 1,1 e caso seja negativa, +MIPSTAT 1,1. Nesta função assim como na anterior microcontrolador fica no aguardo da resposta do modem, se a resposta for positiva, ou seja, ao estabelecer conexão com o servidor TCP, pode-se passar ao próximo comando. Caso o tempo de *timeout* se esgotar, a rotina desta função se repetirá.

- G20\_mipsend – Após ter estabelecido a conexão com a *internet*, e a conexão com o PC, o modem já pode guardar em seu *buffer* interno, o valor lido pelo A/D. O comando AT é AT+MIPSEND=1,"VALOR".
- G20\_mippush – Esta função irá confirmar o envio do valor ao endereço destino. Comando AT é AT+MIPPUSH=1.
- G20\_mipclose – Encerra a conexão TCP com o computador solicitado. Comando AT é AT+MIPCLOSE=1.
- G20\_mipcalloff – Desconecta-se da rede GRPS. Comando AT é AT+MIPCALL=0.

Os comandos AT das funções G20\_mipsend, G20\_mippush, G20\_mipclose e G20\_mipcalloff têm resposta imediata de 1 segundo cada.

### 3.3.5 Conversão TTL – RS232

Para que se possam transmitir os dados seriais do microcontrolador ao modem e vice-versa, é preciso fazer uma conversão de padrões elétricos de TTL para RS232. Esta conversão é feita pelo circuito integrado HIN232, como mostra a figura 26.

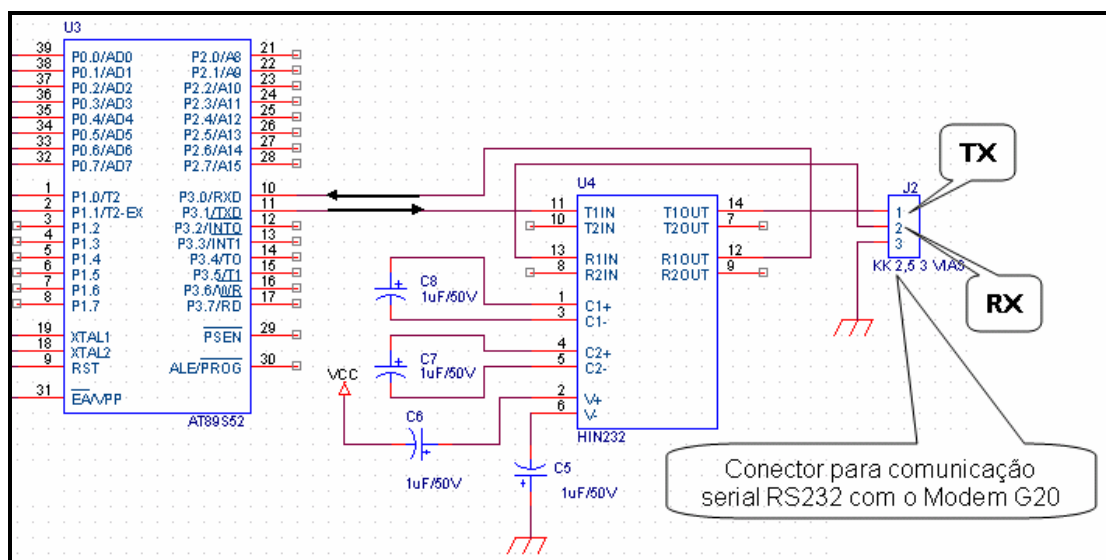


Figura 26 – Conversor TTL – RS232



### 3.4 MÓDULO DE COMUNICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

O modem GPRS TCP/IP g20 da Informat *Technology* também doado pela Zeit, recebe a informação dos dados seriais do microcontrolador. O modem interpreta os comandos AT correspondente á:

- Pedido de conexão GPRS com a operadora de telefonia celular.
- Pedido de conexão com servidor TCP.
- Transmissão da variável (dado correspondente à tensão do banco de baterias).
- Desconexão com o servidor TCP a da rede GPRS.

A conexão é feita pela rede GPRS / GSM da operadora Brasil Telecom, com protocolo TCP/IP para um computador servidor TCP a partir de seu IP previamente estabelecido.

Este servidor TCP possui um aplicativo criado em Delphi, apenas para receber a variável, até que seja finalmente enviado pela *Internet*, ao banco de dados no servidor *Web*. Este servidor contém a página *Web* na *internet* para a monitoração da tensão no armário telefônico em questão.

Com o módulo de aquisição de dados terminado, pôde-se então desenvolver os aplicativos para o sistema de monitoração da tensão do armário. Nos próximos sub-capítulos são descritos os procedimentos para a montagem do módulo de comunicação.

#### 3.4.1 Servidor TCP

Nesta etapa criou-se um aplicativo para ser usado como servidor TCP, (computador onde será instalado o aplicativo) para receber o valor do modem e enviá-lo a um banco de dados no servidor *Web*.

Este aplicativo foi necessário para que fosse possível fazer uma interface entre o *hardware* que envia os dados e o banco de dados que os recebem. Sem este aplicativo no servidor TCP, não seria possível ao *hardware* enviar as informações diretamente ao banco de dados que está localizado no servidor *Web*,

pois não é possível ficar escutando uma porta utilizando somente *scripts* em PHP. Na figura 27 tem-se o fluxograma deste programa.

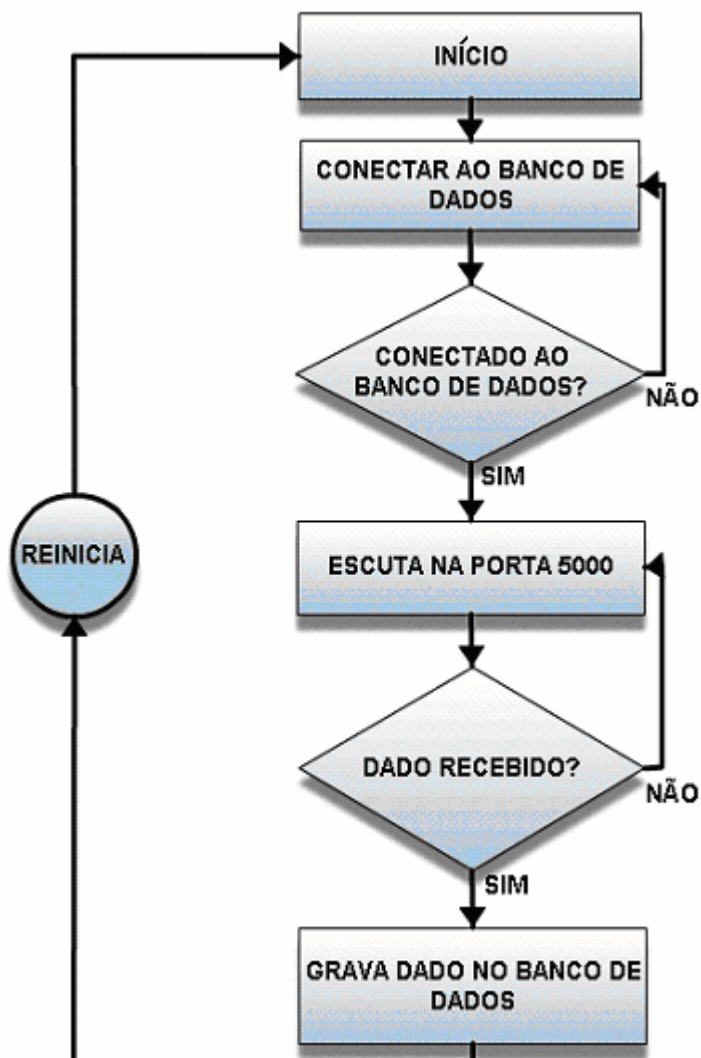


Figura 27 – Fluxograma do programa coletor de dados

Ao abrir, o aplicativo efetua-se uma conexão via *internet* com o banco de dados no servidor *Web*. Inicia-se o processo de escuta na porta 5000 do computador, pois é para esta porta que o modem g20 irá enviar as informações coletadas. Como mostra a figura 28, este aplicativo recebe o valor referente à tensão do banco de baterias, mostra-se o horário que este valor foi recebido e o envia ao banco de dados no servidor *Web*.

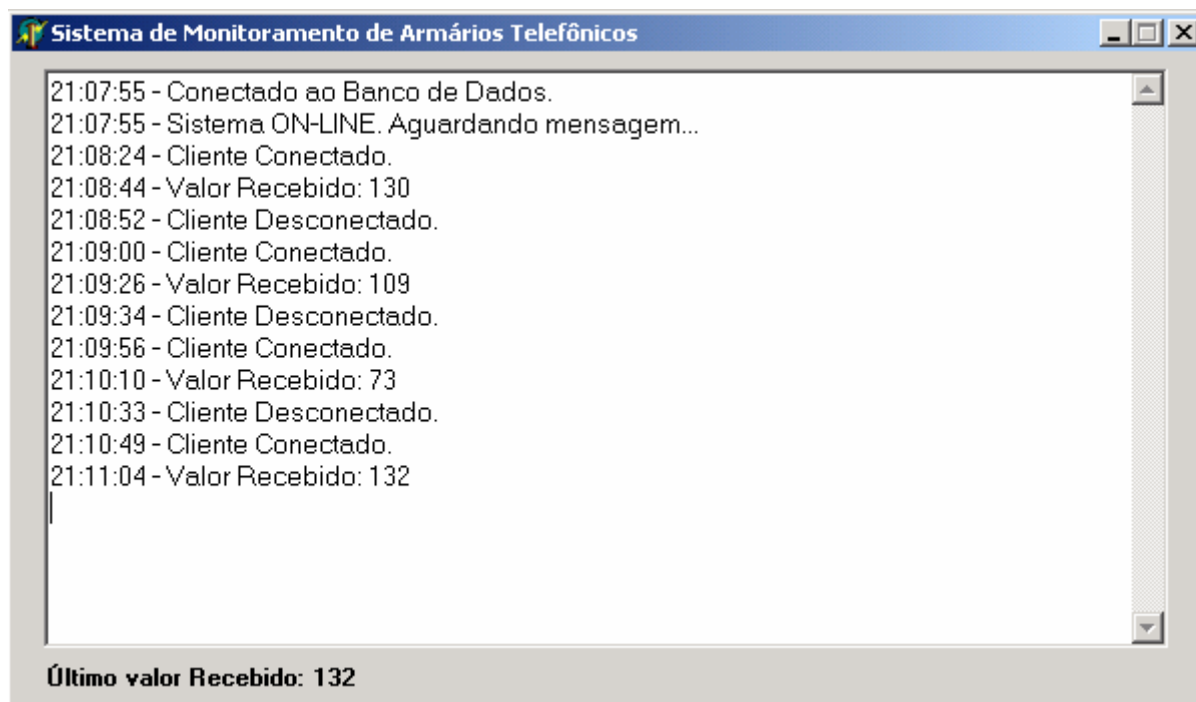


Figura 28 – Tela do aplicativo do servidor TCP

### 3.4.2 Servidor Web

Como visto, o valor referente á tensão chegará no formato decimal da escala do A/D. Portanto necessita-se de uma conversão. Visto que a resolução de conversão do A/D é 0,1098V temos uma fórmula que provém da progressão aritmética, inserida no *script* do programa em PHP:

$$V = 32 + D \times 0,1098$$

Onde:

V – Valor da tensão (Volts)

D – Valor decimal

Com isso, criou-se o programa em PHP, conforme o fluxograma, figura 29 mostra.

Ao abrir a página *Web* com endereço, <http://www.serverbr13.com/~click/tcc/>, figura 30, o mesmo faz uma leitura do banco de dados e o valor atualiza as informações nos campos tensão e *status* do sistema da página. A seguir, o *site* aguarda 10s para que a nova leitura seja feita ou então assim que o usuário pressione a tecla F5 do teclado.

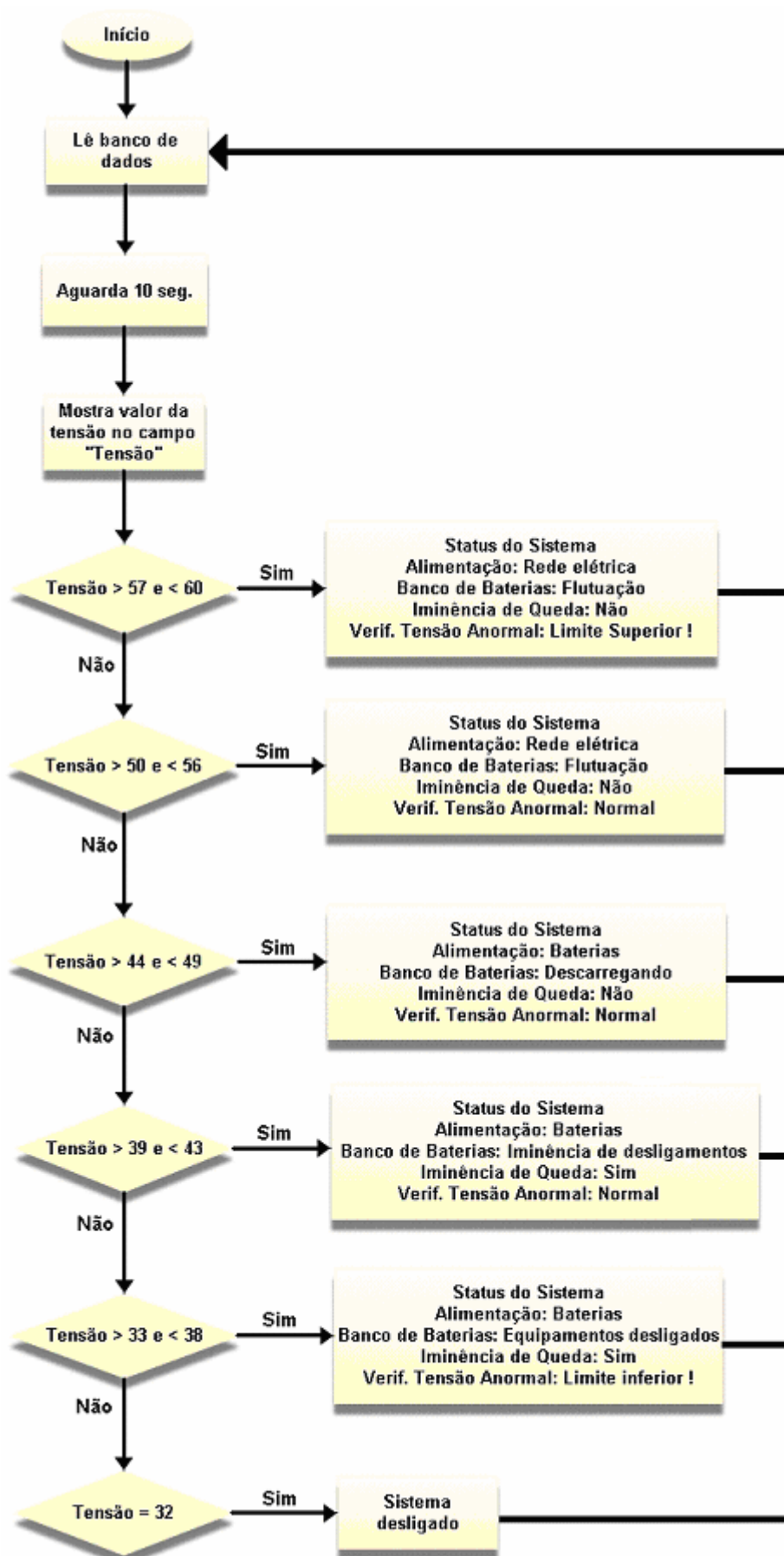


Figura 29 – Fluxograma da página Web

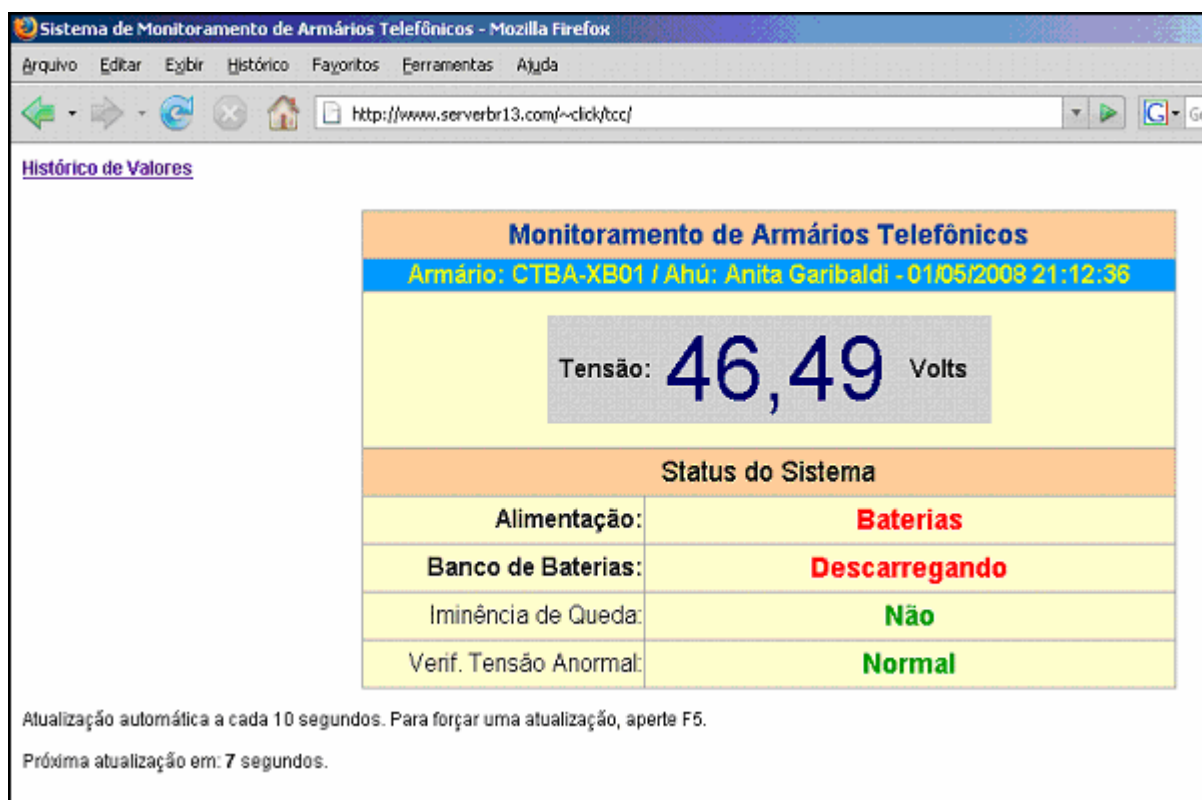


Figura 30 – Tela da página de monitoramento

Clicando no *link* “histórico de valores”, localizado na parte superior do lado esquerdo da tela, abre-se a tela para o usuário digitar o período da data e horário para a verificação dos valores daquele período.

### 3.5 CONFECÇÃO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para o desenho diagrama esquemático (Apêndice 1) e também da placa de circuito impresso, foi usado o *software* Orcad 9. Optou-se por fazer esta etapa do projeto nas dependências da empresa Zeit que possui licença para a utilização do programa. A placa foi fabricada no laboratório de telemetria da UTFPR, a dimensão ficou em 11,6 x 9,4 cm a figura 31 mostra o *layout*.

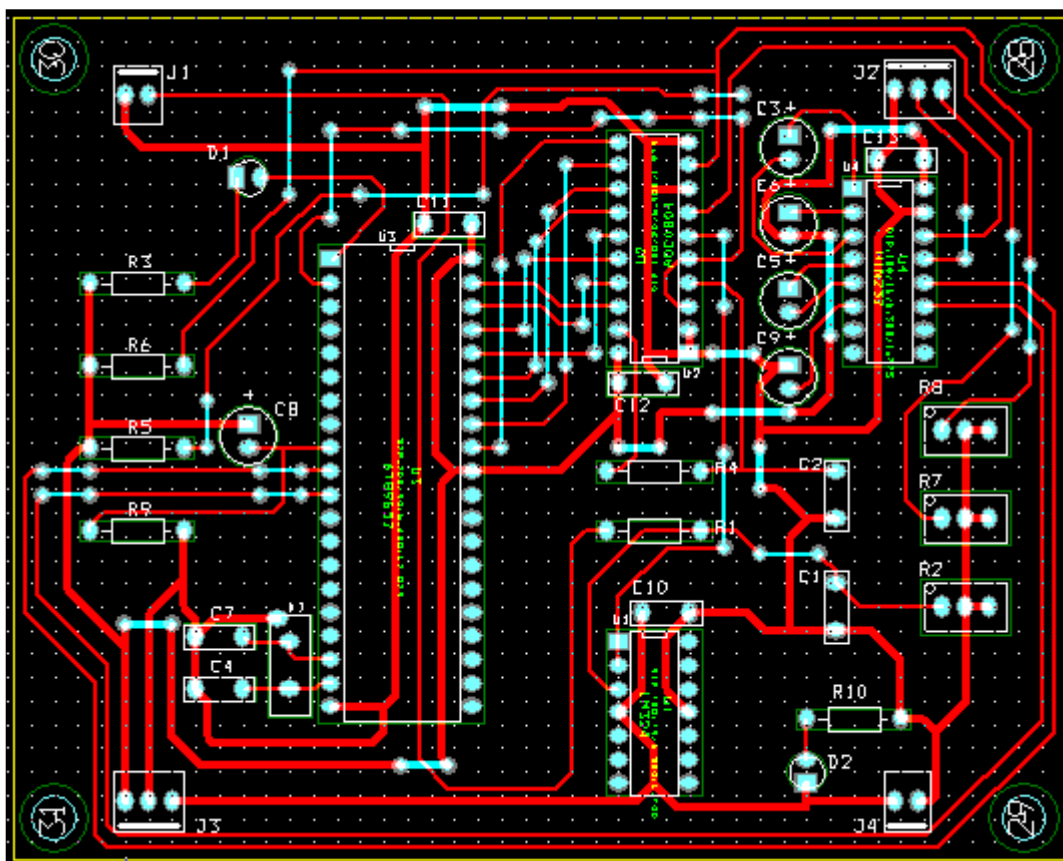


Figura 31 – Layout da placa de aquisição de dados

Fonte: Tela do software Orcad 9

### 3.6 CONFECÇÃO FINAL DO PROTÓTIPO

A partir das medidas da placa de aquisição de dados, da placa da fonte chaveada Zeit109 e do modem, foi confeccionada uma caixa medindo 22 x 17,8 x 5,5 cm para apresentação do protótipo.

Usou-se uma chave ON/OFF para ligar todo o sistema, um conector do fabricante ITC de 4 vias e base quadrada para conectar o cabo que irá ser ligado ao barramento de tensão do armário. As figuras 32 e 33 mostram o protótipo confeccionado e seus componentes. A tabela 4 identifica os itens numerados na figura 33.

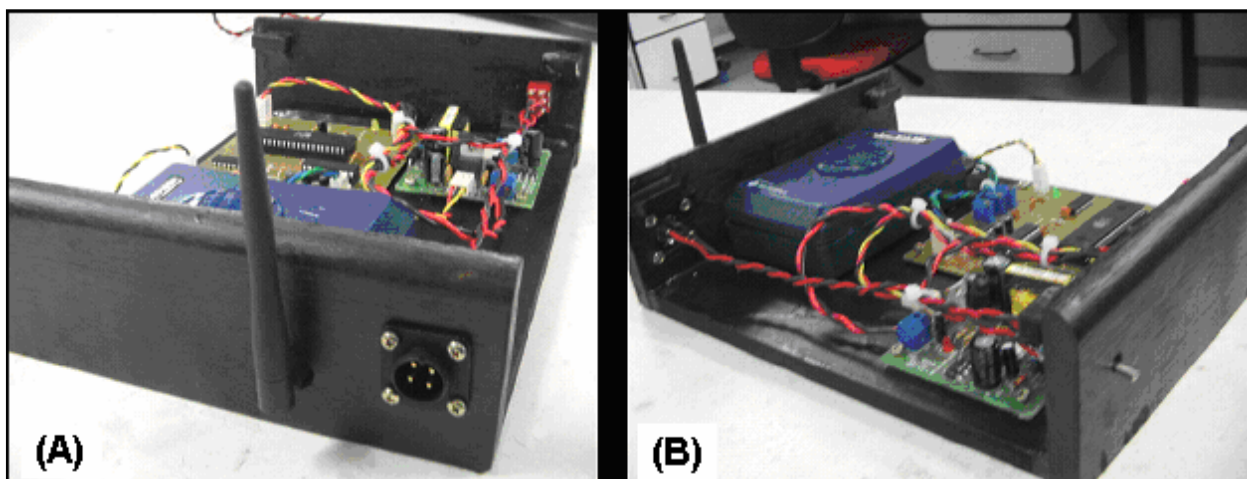


Figura 32 – Laterais da caixa. (A) Antena e entrada analógica - (B) Chave On/Off

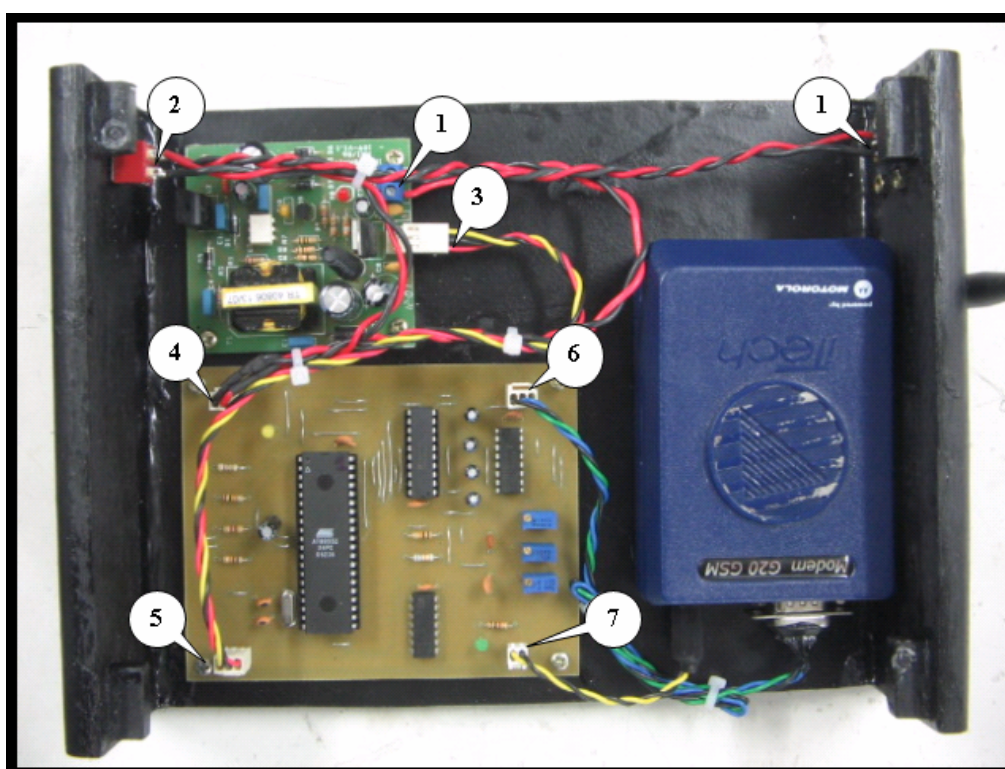


Figura 33 – Base da caixa e seus componentes

Tabela 4: Descrição dos itens da figura 33

Item	Descrição
1	Entrada analógica – conectada ao barramento de alimentação do armário
2	Chave On/Off do protótipo
3	Saídas +12V e +5V da fonte
4	Entrada analógica no módulo de aquisição de dados



Item	Descrição
5	Entrada +12V e +5V no módulo de aquisição de dados
6	Saída e entrada serial no módulo de aquisição de dados ao modem G20
7	Saída +12V para alimentação do modem G20



## 4 TESTES E RESULTADOS

Neste capítulo, os testes e resultados obtidos serão explanados em blocos desde da inicialização do modem g20 até o teste final do protótipo. Os testes foram realizados em bancada na empresa Zeit, nas dependências da UTFPR, na casa dos integrantes da equipe e finalmente no laboratório de teste da GVT.

### 4.1 INICIALIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DO MODEM g20

Para que o modem possa operar é preciso um *chip Subscriber Identity Module* (SIM), que significa módulo de identificação do assinante. Este *chip* pode ser adquirido junto à operadora e deve ser colocado em um soquete presente na placa do modem. Em seguida é preciso conectar o modem à porta serial de um computador e utilizando o *HyperTerminal* testar e configurar o modem por meio dos comandos AT mostrados na tabela 5.

Tabela 5: Testes e configuração do modem

Comando AT	Resposta / Ação	Comentário
AT+CPIN?	+CPIN: SIM PIN +CPIN: READY +CPIN: ERROR	Status do PIN code: - caso a resposta seja SIM PIN é necessário entrar com o PIN. - caso a resposta seja PIN READY o modem já está operacional. - caso a resposta seja ERROR é preciso inserir o PIN code.
AT+CSQ	+CSQ: 000, 099 +CSQ: 001, 099 +CSQ: 010, 099 +CSQ: 020, 099 +CSQ: 030, 099 +CSQ: 031, 099	Verifica a qualidade do sinal: o valor XXX indica a intensidade do sinal GSM: - 000 indica ausência completa de sinal; - 001 equivale a uma barra de sinal (como indicado em um telefone celular); - 010 equivale a duas barras; - 020 equivale a três barras; - 030 equivale a quatro barras; - 031 equivale a cinco barras de sinal, sendo este o nível máximo de sinalização medido;

Comando AT	Resposta / Ação	Comentário
AT+CGPRS	+CGPRS: 0 +CGPRS: 1	Indica se há disponibilidade de cobertura da rede GPRS: 0 = indisponível, 1 = disponível.
AT+CGATT?	+CGATT: 0 +CGATT: 1	Indica se modem está ou não anexado à rede GPRS: 0 = não anexado, 1 = anexado. Obs.: não significa que o modem está conectado à rede GPRS, apenas que o SIM está habilitado a utilizá-la.
AT+CBAUD="x"	OK	Configura a taxa de comunicação da porta serial: - para x = 4 – Taxa de 4800 bps.

Fonte: Informat Technology

A equipe notou as respostas no comando de verificação da qualidade de sinal, ficou em média com 3 barras. Os testes foram repetidos em vários lugares, como nas dependências da UTFPR, Centro, Rebouças, Santa Quitéria, São José dos Pinhais e Pinhais.

A dificuldade encontrada nesta etapa ocorreu no comando para verificação se o *chip* estava ou não ativo para conectar-se à rede GPRS da operadora (AT+CGATT?), que muitas vezes respondeu negativamente (+CGATT: 0).

Nesse caso, essas respostas negativas foram atribuídas ao alto tráfego na rede GPRS. Por exemplo, os horários comerciais e de “pico” são os piores horários para a conexão. Os testes também foram realizados com um *chip* de outra operadora, a Brasil Telecom. Verificou-se que com a operadora da Brasil Telecom, as falhas foram significativamente menores. Por isso a equipe optou por utilizar o *chip* da operadora Brasil Telecom.

#### 4.1.1 Comunicação do Modem g20

Com o *hyperteminal* ou o *software* RComSerial, pôde-se verificar a comunicação do modem com o servidor TCP. Primeiramente o aplicativo coletor de dados foi aberto para averiguação da chegada dos dados. Então verificou-se o número do IP do computador que receberá os dados, isto é, o IP do servidor TCP para estabelecer a conexão TCP quando for solicitado via comando AT. Foi

simulado um ciclo da função principal do programa do microcontrolador, conectado ao modem g20 à uma porta serial de um computador e digitado os seguintes comandos AT no *HyperTerminal*:

1. AT+MIPCALL=1,"brt.br","", ""
2. AT+MIOPEN=1,4000,"200.138.55.48",5000,0
3. AT+MIPSEND=1,"303030"
4. AT+MIPPUSH=1
5. AT+MIPCLOSE=1
6. AT+MIPCALL=0

O teste foi repetido várias vezes e todas com respostas satisfatórias. Pôde-se observar que ao fazer os pedidos de estabelecimento de conexões com a rede GPRS (AT+MIPCALL) e com o servidor TCP (AT+MIOPEN), a resposta do modem teve um atraso médio de 6 segundos em cada um dos comandos AT. Ou seja, o tempo de resposta da operadora para informar o resultado do pedido, levou em média levou 6 segundos. Os demais comandos (AT+MIPSEND, AT+MIPPUSH, AT+MIPCLOSE e AT+MIPCALL=0) são praticamente imediatos. Portanto a cada novo ciclo de envio do valor referente à tensão do banco de baterias, leva em média 16 segundos.

## 4.2 MÓDULO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Preliminarmente o módulo de aquisição de dados foi montado em um *proto-board*. Como os testes do modem g20, o módulo de aquisição de dados também foi testado numa porta serial com *HyperTerminal* ou com o *software* gratuito RComSerial versão 1.2, instalados em um computador.

### 4.2.1 Comunicação do módulo de aquisição

A simulação é feita primeiramente sem as entradas analógicas para testar a comunicação do módulo como mostrado na figura 34.



Figura 34 – Funcionamento da comunicação do módulo

Fonte: Tela do *software* RComSerial, 2005

Observa-se, que a porta serial do microcontrolador envia corretamente os comandos AT e o valor “303030” que representa 000 decimal da saída digital do A/D.

#### 4.2.2 Funcionamento do módulo de aquisição de dados

Uma fonte de bancada foi utilizada na empresa Zeit e na UTFPR, para simular a tensão que alimenta o armário por meio do banco de baterias ou pela energia da concessionária, figura 35. Os resultados foram satisfatórios. Vários valores de tensão foram aplicados à entrada analógica entre 32V e 60V e obteve-se sucesso nos resultados em todas as ocasiões. Foi observada uma pequena variação na conversão.

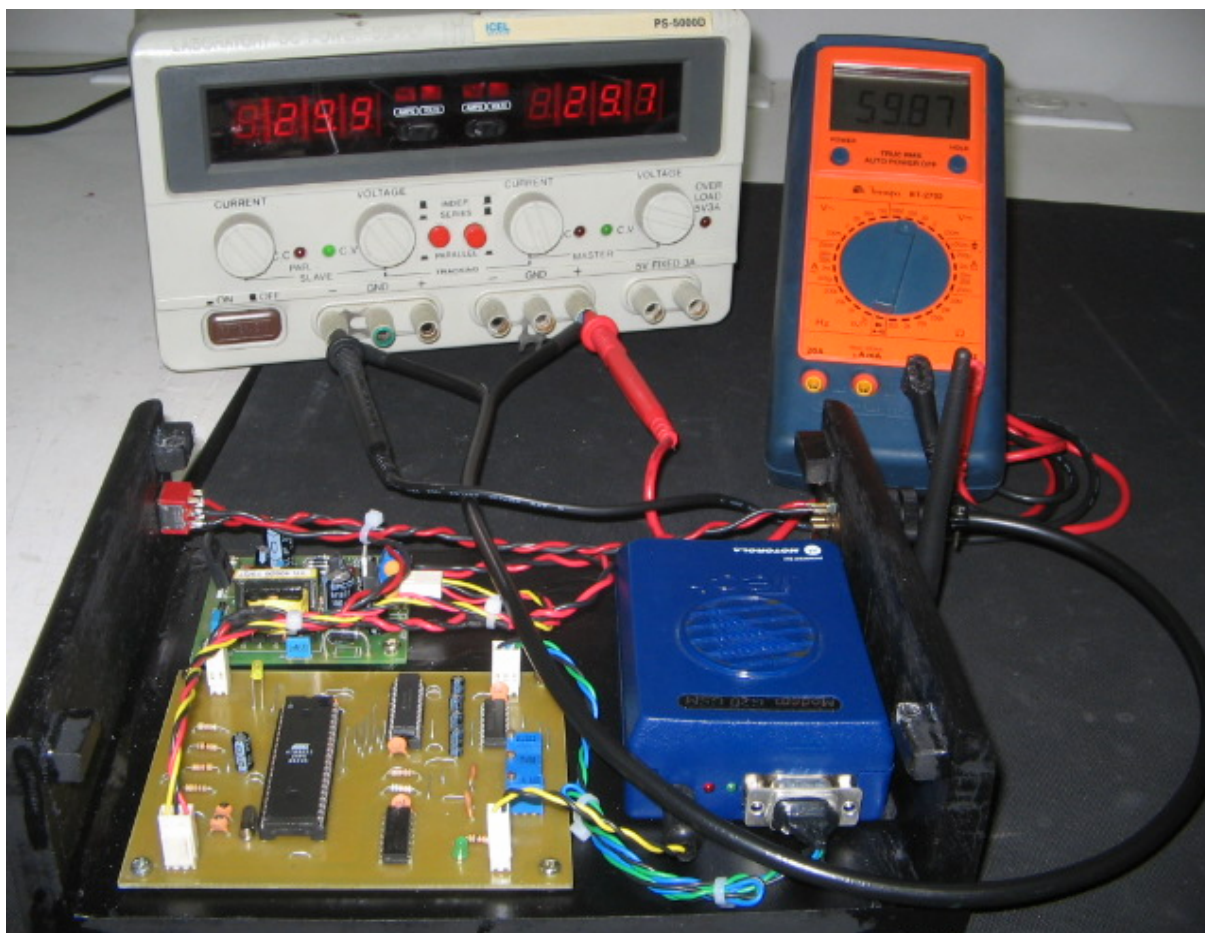


Figura 35 – Simulação do protótipo

Em um dos testes foi aplicada uma tensão de uma fonte de bancada com saída 39,93V mostrado no visor de um multímetro de alta qualidade e com confiabilidade em sua calibração. A maioria dos resultados de conversão foi 073 decimal, como mostra a figura 36, que representa 40,01V e 072 que representa 39,90 V. Foram observados alguns casos com valores “VALOR XXX<sup>decimal</sup>” + 002 e “VALOR XXX<sup>decimal</sup>” - 002, ou seja, uma variação considerada não prejudicial ao sistema de monitoração. Não houve dificuldades e problemas nesta etapa.



Figura 36 – Funcionamento completo do módulo

Fonte: Tela do *software* RComSerial, 2005

#### 4.3 SIMULAÇÃO FINAL DE PROTÓTIPO

Depois de testado o módulo de aquisição de dados e o modem g20, será descrito como foram feitos os testes com o protótipo completo.

Primeiro, liga-se o computador servidor TCP. O aplicativo de recepção de dados deverá estar instalado nesse computador. Em seguida, deve-se coletar o número do IP deste computador. O ideal é usar um IP fixo para este computador, porém isto não foi possível devido à falta de alguns recursos. Após a verificação do número do IP, deve-se então copiá-lo ao comando `AT+MIOPEN=1,4000,\"NÚMERO DO IP\",5000,0` que está na função *Main* do *firmware* do microcontrolador. O *firmware* compila e grava o microcontrolador que é encaixado ao seu respectivo soquete na placa de aquisição de dados.

Os chicotes de alimentação, entrada analógica e comunicação serial RS-232 devem estar conectados em seus respectivos conectores. Antes de ligar a chave ON/OFF do circuito, deve-se abrir o aplicativo de coleta de dados no servidor TCP para estabelecer a conexão com o banco de dados localizado no servidor *Web*. Deve-se abrir também a página de monitoração, <http://www.serverbr13.com/~click/tcc/>, para a análise dos resultados.

Após esses procedimentos, pode-se começar a simulação do protótipo. Foi utilizado, como nos testes anteriores, uma fonte de bancada para fazer a simulação do banco de baterias. Os testes foram repartidos em 6 itens de acordo com a classificação da tensão em que o banco de baterias se encontra.

1º - **Sistema desligado** – Simulado com entrada analógica desconectada do sistema. Ligou-se a chave ON/OFF do protótipo e verificou-se a página *Web* de monitoração como mostra a figura 37. Na tela do aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observada o valor “000” recebido.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CTBA-XB01 / Ahú: Anita Garibaldi - 16/04/2008 22:28:27	
Sistema Desligado	
Status do Sistema	
Alimentação:	---
Banco de Baterias:	---
Iminência de Queda:	---
Verif. Tensão Anormal:	---

Figura 37 – Sistema desligado

2º - **Limite Superior de Tensão** - Simulado com entrada analógica em 60V. Verificou-se a página *Web* de monitoração como mostra a figura 38. Na tela do aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observada o valor “255” recebido.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CTBA-XB01 / Ahú: Anita Garibaldi - 24/04/2008 11:37:29	
Tensão: <b>60,00</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Rede Elétrica</b>
Banco de Baterias:	<b>Flutuação</b>
Iminência de Queda:	<b>Não</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Limite Superior !</b>

Figura 38 – Limite Superior de Tensão

3º - **Alimentação pela rede elétrica** - Simulado com entrada analógica em 54V. Verificou-se a página *Web* de monitoração como mostra a figura 39. Na tela do aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observada o valor “201” recebido.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CTBA-XB01 / Ahú: Anita Garibaldi - 24/04/2008 11:40:16	
Tensão: <b>54,07</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Rede Elétrica</b>
Banco de Baterias:	<b>Flutuação</b>
Iminência de Queda:	<b>Não</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Normal</b>

Figura 39 – Alimentação pela rede elétrica

4º - **Alimentação pelo banco de baterias** - Simulado com entrada analógica em 48V. Verificou-se a página *Web* de monitoração como mostra a figura 40. Na tela do



aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observado o valor “146” recebido.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CTBA-XB01 / Ahú: Anita Garibaldi - 16/04/2008 21:07:28	
Tensão: <b>48,03</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Baterias</b>
Banco de Baterias:	<b>Descarregando</b>
Iminência de Queda:	<b>Não</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Normal</b>

Figura 40 – Alimentação pelo banco de baterias

5º - **Banco de baterias com iminência de desligamento** - Simulado com entrada analógica em 41V. Verificou-se a página Web de monitoração como mostra a figura 41. Na tela do aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observado o valor “83” recebido.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CTBA-XB01 / Ahú: Anita Garibaldi - 16/04/2008 21:09:12	
Tensão: <b>41,11</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Baterias</b>
Banco de Baterias:	<b>Iminência de Desligamento !</b>
Iminência de Queda:	<b>Sim</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Normal</b>

Figura 41 – Alimentação pelo banco de baterias com iminência de desligamento

6º - **Limite Inferior de Tensão** - Simulado com entrada analógica em 37V. Verificou-se a página *Web* de monitoração como mostra a figura 42. Na tela do aplicativo de recepção de dados no servidor TCP foi observado o valor “45” recebido.

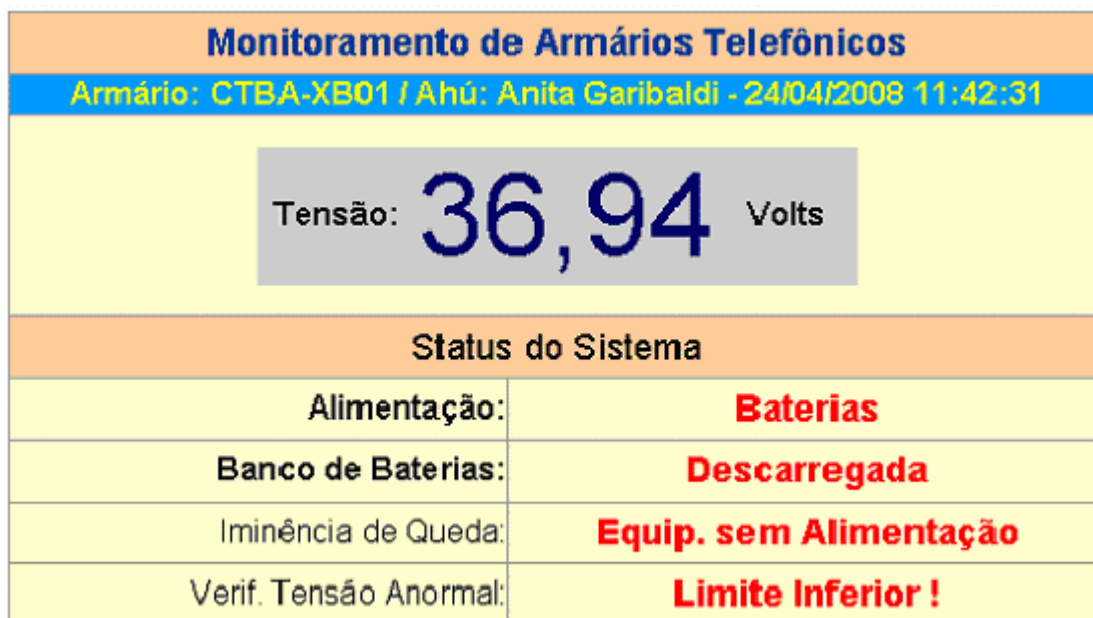


Figura 42 – Limite Inferior de Tensão

Durante esta etapa de testes surgiram algumas dificuldades, uma delas foi o fato de não termos um servidor TCP com IP fixo. A conexão com a *Internet* deste computador servidor TCP, fez com que a equipe tivesse que interromper os testes e regravar o microcontrolador. A regravação do microcontrolador é necessária, pois quando a conexão da *Internet* é cortada e em seguida restabelecida, o computador em questão recebe um novo número de IP.

As demais dificuldades encontradas, estavam relacionadas à configuração da conexão de rede da *Internet* que estava com a porta 5000 bloqueada no computador utilizado.

#### 4.3.1 Simulação no armário da GVT

Para finalizar é descrita a simulação do protótipo no laboratório de testes da GVT que possui um armário em uma sala, com seu banco de baterias, fonte

retificadora e o *rack* com seus equipamentos. A figura 43 mostra o protótipo conectado ao banco de baterias.



Figura 43 – Protótipo conectado ao banco de baterias na GVT

A primeira simulação no laboratório da GVT aconteceu com a alimentação da rede elétrica, ou seja, com a fonte retificadora alimentando o banco de baterias com 54V, deixando-o em estado de flutuação. O resultado foi satisfatório como mostram as figura 44 e 45.

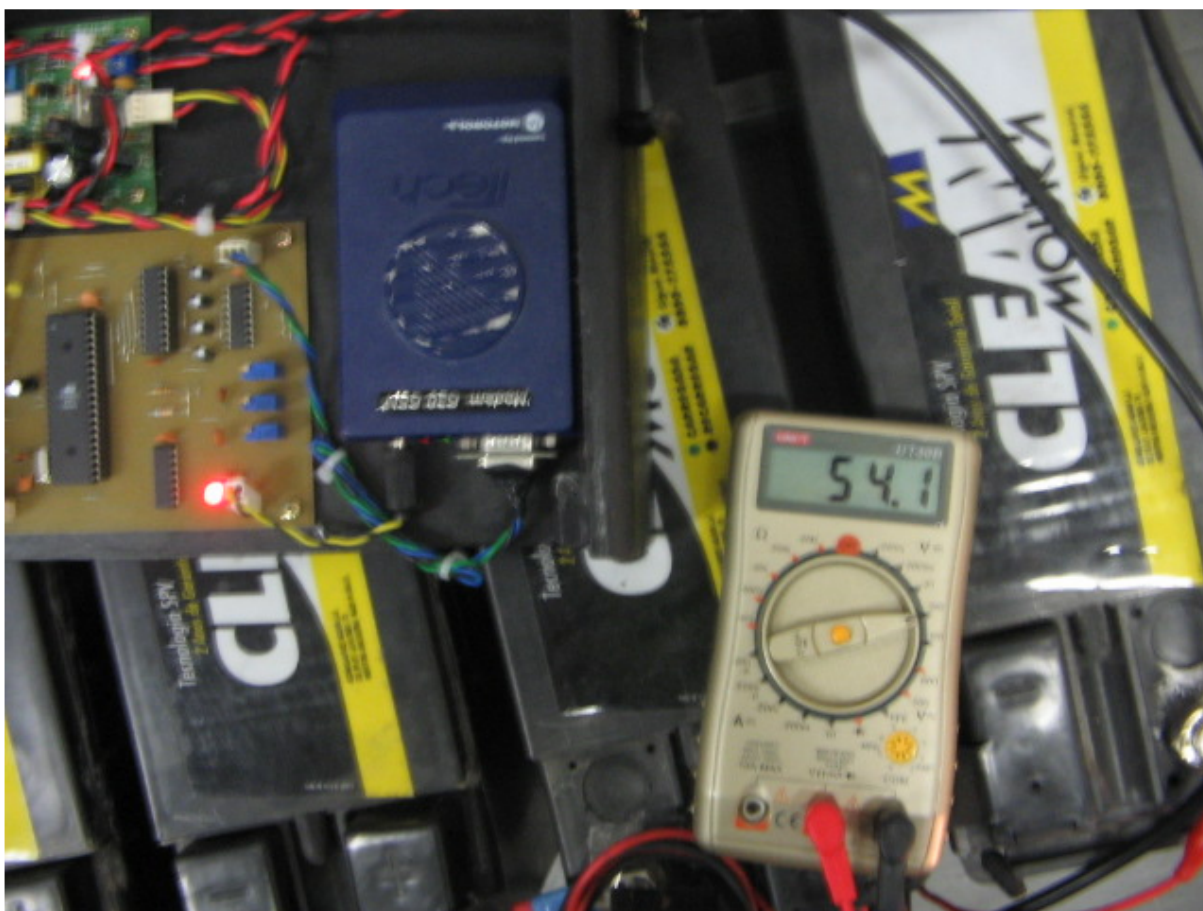


Figura 44 – Protótipo conectado ao banco de bateria em estado de flutuação

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CENTRAL-XB2 / GVT: Mal. Floriano - 29/04/2008 15:44:32	
Tensão: <b>54,18</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Rede Elétrica</b>
Banco de Baterias:	<b>Flutuação</b>
Iminência de Queda:	<b>Não</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Normal</b>

Figura 45 – Tela de monitoração do banco de bateria em estado de flutuação

A segunda simulação aconteceu com o banco de baterias em estado de descarga. Para isso foi solicitado ao técnico responsável do setor que desligasse a fonte retificadora. Novamente o resultado foi satisfatório como mostra a figura 46.

Monitoramento de Armários Telefônicos	
Armário: CENTRAL-XB2 / GVT: Mal. Floriano - 29/04/2008 15:46:09	
Tensão: <b>48,80</b> Volts	
Status do Sistema	
Alimentação:	<b>Baterias</b>
Banco de Baterias:	<b>Descarregando</b>
Iminência de Queda:	<b>Não</b>
Verif. Tensão Anormal:	<b>Normal</b>

Figura 46 – Tela de monitoração do banco de bateria em estado de descarga

Não houve dificuldades nesta etapa de simulações finais no laboratório da GVT e pôde-se notar a eficiência do sistema de monitoração do banco de baterias.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve início a partir de observações e entrevistas com os técnicos nos setores de infra-estrutura e monitoração, o embasamento teórico em livros, artigos e dissertações, juntamente com visitas feitas a empresa GVT. Sendo assim, foram obtidas as informações necessárias para a execução deste protótipo que caso implementado poderá diminuir a quantidade de reclamações por defeitos de linhas nos dias que ocorrerem quedas de energia da concessionária e manter os indicadores de qualidade em níveis exigidos pela Anatel.

O sistema de monitoração de banco de baterias foi motivado pela necessidade de saber o estado de carga do banco de baterias na falta de energia da rede pública, visto que o sistema existente observa periodicamente os valores de tensão.

A finalidade deste trabalho é monitorar constantemente a tensão do banco de baterias em tempo real. Permitindo a identificação das classes de tensões que refletem o estado do banco de baterias. Dessa forma possibilitando que o setor responsável pela monitoração defina a prioridade e qual a melhor ação a ser executada como enviar um gerador ou trocar o banco de baterias do armário.

O protótipo do sistema de monitoração do banco de baterias é composto pelos módulos de aquisição de dados, de comunicação e de apresentação de dados. O módulo de aquisição de dados recebe valores de tensão oriundas do banco de baterias e transmite ao setor responsável pela monitoração dos armários telefônicos. Nesta parte do trabalho houve algumas dificuldades no desenvolvimento do *firmware* do microcontrolador.

No módulo de comunicação, a transmissão da informação do valor da tensão foi feita por meio de um modem g20 que mostrou-se eficiente e de importância na transmissão dos dados relevantes.

O módulo de apresentação de dados consiste em uma página criada pela equipe que ficou com um aspecto simples de visualização de forma que a pessoa que verificará esta página *Web* obterá informações claras e sucintas para a tomada de decisão conforme cada situação mostrada na tela. Assim o objetivo de monitorar a tensão do banco de baterias foi atingido com eficiência.

A viabilidade do protótipo é aceitável devido ao funcionamento e retorno positivo que foi apresentado durante os testes na empresa, caso implementado, o custo para cada armário ficará em média R\$ 374,00.

Portanto esse projeto proporcionará o aumento da satisfação do cliente, já que se propõe a monitorar a tensão do banco de baterias de armários telefônicos em tempo real, identificar o estado dos mesmos e também contribuir com a diminuição de interrupções dos serviços prestados.

## 5.1 PROPOSTAS PARA FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES

Abaixo temos algumas idéias para implementações futuras:

- Expandir o sistema com finalidade de coletar o valor da corrente fornecida do banco de baterias, e a partir disso implementar no sistema de monitoração a tensão e a corrente (vida útil das baterias).
- Expandir o sistema para a criação de um sistema supervisório com montagem de relatórios, plano de assistência técnica nos armários e substituição do banco de baterias.
- Implementar uma sinalização na página de monitoração que identifique o banco de baterias que não assumiu a alimentação do armário.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Marcelo Sampaio de. **Telefonia digital**. 4ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2002.

ALEXANDER, Charles K. **Fundamentos de circuitos elétricos**. Porto alegre: Bookman, 2003.

ANATEL. Disponível em <<http://sistemas.anatel.gov.br>>. Acesso em 30 out 2007.

ANDERSEN, Romero Leandro. **Sistema de interligação entre módulos geradores de energia a partir de células a combustível do tipo PEM em um banco de baterias**. Dissertação de Mestrado. INEP, UFSC. Florianópolis, 2006.

BATES, Regis J. **GPRS General Packet Radio Service**. USA: MacGraw-Hill, 2002.

BERTONHA, Eduardo G. **Microcontroladores da Família 8051** Disponível em: <<http://pessoal.cefetpr.br/ebertogna/>>. Acesso em 08 fev 2008.

BERTOTI, João Natal; LOPES, José Marcos; CHAVES, Lílian; PORTELA, Miguel; MARTINS, Marcos. Temporais e destruição. **Gazeta do Povo**, 20 novembro 2006.

BETTSTETTER, Christian; VÖGEL, Hans-Jörg; EBERSPÄCHER, Jörg. **GSM Phase 2+ General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols, and Air Interface**. *IEEE Communications Surveys*, USA, version 2, 2 – 14p, 1999.

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 1994.

BRASCHE, G.; WALKE, Bernhard. **Concepts, Services and Protocols of the New GSM Phase 2+ General Packet Radio Service**. *IEEE Communication Magazine*, p.94 - 104. Aug 1997.

CAI, Jian; GOODMAN, David J. **General Packet Radio Service in GSM**. *IEEE Communication Magazine*, p.122-131, Oct 1997.

CHAGAS, Marcos Wilson P. **Novas Tecnologias Para Avaliação de Baterias**. Dissertação de Mestrado, IEP / LACTEC. Curitiba, 2007.



COELHO, Kefas D. **Estudo de uma Fonte Ininterrupta de Corrente de baixa Potência Gerenciada por um Microcontrolador**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Eletrônica de Potência – INEP, UFSC. Florianópolis, 2001.

COMER, Douglas E. **Interligação de redes com TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

FERREIRA, Vera Batista Filippi. **Evolução do Setor de Telecomunicações no Brasil**. II EC-CNEC, Varginha, 2004.

GIMENEZ, S. P. **Microcontroladores 8051: Teoria de hardware e software / Aplicações em controle digital / Laboratório e simulação**. 1ª ed. *Pearson Education* do Brasil, 2002.

GLOBAL VILLAGE TELECOM, **Manual de Treinamento de Qualidade da GVT ver. 2004**. Disponível em: <http://intranetfiles:9090/Engenharia/Qualidade/Processos/ConstruirAprimorarRede/GVT-DVPCONSTRUCAODEACESSOPARACLIENTES CORPORATIVOS.DOC>, Curitiba-PR. Acesso em: 27 fev 2008.

INFORMAT TECHNOLOGY. **Manual do modem - G20 TCP/IP** Ver. 2.0 Informat Technology 04/2006.

KOCHEM, A. C. B. **Controle de admissão de chamadas, reserva de recursos e escalonamento para provisão de Qos em redes GPRS**. Dissertação (Mestrado de Engenharia Elétrica e Informática Industrial), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR, Curitiba, 2003

LAZZARIN, Telles B. **Estudo e implementação de um carregador de baterias com uma técnica de avaliação de sua vida útil**. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 2006.

MEHROTRA, Asha. **GSM System Engineering**. *Mobile Communications Series*. London: Artech House Publishers, 1996.

MELLO, Luiz Fernando P. de. **Análise e projeto de fontes chaveadas**. São Paulo: Editora Érica, 1996.

MOTOROLA. **Manual da Motorola – G20 AT commands reference guide** rev. 11/2005.

NICOLOSI, Denys Emilio Campion. **Microcontrolador 8051 Detalhado**, 4ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2000.

NOLL, Valdir. **Sistema de Controle e Monitoração de um Banco de Baterias por Meio de um Microcontrolador**. Dissertação de Mestrado, LAMEP / UFSC. Florianópolis, 1993.

PAZOS, Fernando. **Automação de sistemas e Robótica**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2002.

SICA, Carlos. **"Sistemas Automáticos com Microcontroladores 8031/8051"**. Editora Novatec, 2006.

SILVA JUNIOR, Vidal Pereira da. **Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051**. 6ª ed. São Paulo: Editora Érica, 1998.

SOARES, Luiz Fernando G.; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. **Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

SOUSA, Alisson Rodrigo de; SUETUGUI, Frederico Hideki; MELNECHUKY, Gabriel Antonio. **Estudo de soluções em infra-estrutura para o problema de aquecimento em armários de telecomunicações**. Trabalho de Conclusão de Curso, UTFPR. Curitiba, 2007.

STALLINGS, William. **Redes e sistemas de comunicação de dados: teoria e aplicações corporativas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 10ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

VIEIRA NETO, Hugo. **Microcontroladores MCS51**. Curitiba, 2002.

ZANCO, Wagner da Silva. **Microcontroladores, PIC 16F628A/648A: uma abordagem prática e objetiva**. 1ª ed. São Paulo: Editora Érica, 2005.

## **APÊNDICE 1 – ESQUEMÁTICO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS**

