

**Centro Universitário Positivo - UnicenP**

**Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas – NCET**

**Engenharia da Computação**

**Igor de Freitas Rosa**

**SISTEMA DE AQUISIÇÃO DAS ORDENS DE  
FABRICAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA**

**Curitiba**

**2005**

**Centro Universitário Positivo - UnicenP**

**Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas – NCET**

**Engenharia da Computação**

**Igor de Freitas Rosa**

**SISTEMA DE AQUISIÇÃO DAS ORDENS DE  
FABRICAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA**

Monografia apresentada à disciplina de Projeto Final, como requisito parcial à conclusão do Curso de Engenharia da Computação. Orientador: Prof. Roberto Selow.

**Curitiba**

**2005**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Igor de Freitas Rosa

### **SISTEMA DE AQUISIÇÃO DAS ORDENS DE FABRICAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA**

Monografia aprovada como requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário Positivo, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Roberto Selow (Orientador)

Prof. Edson Pedro Ferlin

Prof. Marcelo Mikosz Gonçalves

Curitiba, 07 de Novembro de 2005.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>MOTIVAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>13</b>
<b>ORGANIZAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>15</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>REDES DE COMPUTADORES</b> .....	<b>15</b>
<b>MICROCONTROLADORES</b> .....	<b>20</b>
<b>SISTEMAS MICROPROCESSADOS</b> .....	<b>23</b>
<b>LEITORES DE CÓDIGO DE BARRAS</b> .....	<b>25</b>
<b>DISPLAY LCD</b> .....	<b>27</b>
<b>RADIOFREQUÊNCIA</b> .....	<b>28</b>
<b>PORTA SERIAL</b> .....	<b>30</b>
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>31</b>
<b>DESCRIÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>VISÃO GERAL</b> .....	<b>31</b>
<b>DESCRIÇÃO DO SISTEMA</b> .....	<b>32</b>
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>34</b>
<b>PROJETO DE HARDWARE</b> .....	<b>34</b>
<b>UNIDADE DE AQUISIÇÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>SERVIDOR CENTRAL</b> .....	<b>42</b>
<b>LISTA DE COMPONENTES E MATERIAIS</b> .....	<b>46</b>
<b>PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO</b> .....	<b>49</b>
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>52</b>
<b>PROJETO DE SOFTWARE</b> .....	<b>52</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>DIAGRAMAS UML</b> .....	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
<b>VALIDAÇÃO DO PROJETO</b> .....	<b>60</b>
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>63</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>63</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>64</b>
<b>Anexo I – Datasheet dos componentes utilizados no projeto</b> .....	<b>66</b>
<b>Anexo II – Diagramas Esquemáticos</b> .....	<b>70</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Topologia de rede implementada no projeto. ....	16
<b>Figura 2</b> - Elementos básicos dos meios de comunicação. ....	17
<b>Figura 3</b> - Sistema genérico com microprocessador. ....	25
<b>Figura 4</b> - Display LCD. ....	27
<b>Figura 5</b> - Estrutura interna do DP1201A (XEMICS, 2003) ....	28
<b>Figura 6</b> - Modulação FSK (Frequency Shift Keying). ....	30
<b>Figura 7</b> - Visão geral do sistema. ....	32
<b>Figura 8</b> - Diagrama em blocos do hardware da Unidade de Aquisição. ....	35
<b>Figura 9</b> - Circuito básico de regulação de tensão. ....	38
<b>Figura 10</b> - Seqüência de operações realizadas no firmware da Unidade de Aquisição. ....	40
<b>Figura 11</b> - Fluxograma do firmware da Unidade de Aquisição. ....	41
<b>Figura 12</b> - Diagrama em blocos do Servidor Central. ....	42
<b>Figura 13</b> - Formato do Protocolo de Comunicação entre o microcontrolador e o computador. ....	43
<b>Figura 14</b> - Seqüência de operações realizadas no firmware do Servidor Central. ....	44
<b>Figura 15</b> - Fluxograma do firmware do Servidor Central. ....	45
<b>Figura 16</b> - Formato do Protocolo de Comunicação. ....	49
<b>Figura 17</b> - Validação da Transmissão. ....	51
<b>Figura 18</b> - Diagrama em blocos do software. ....	54
<b>Figura 19</b> - Diagrama de casos de uso. ....	56
<b>Figura 20</b> - Diagrama de Classes do Software. ....	58
<b>Figura 21</b> – Datasheet do transceiver DP1201A (XEMICS, 2003). ....	66
<b>Figura 22</b> – Datasheet do buffer tri-state 74LS240/241/244 (Texas, 2005). ....	67
<b>Figura 23</b> – Datasheet do multiplexador 74LS151 (Texas, 2005). ....	68
<b>Figura 24</b> – Datasheet do buffer tri-state 74HC244. ....	69
<b>Figura 25</b> – Diagrama esquemático do hardware da Unidade de Aquisição. ....	70
<b>Figura 26</b> – Diagrama esquemático do hardware do Servidor Central. ....	71
<b>Figura 27</b> – Circuito de conexão do teclado utilizado na Unidade de Aquisição... ..	72
<b>Figura 28</b> – Ligação do módulo LCD com o 8031. ....	73
<b>Figura 29</b> – Diagrama Esquemático Kit Microcontrolador 8031. ....	74

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Descrição da pinagem do DP1201A (XEMICS, 2003).....	29
<b>Tabela 2</b> - Endereçamento do LCD.....	36
<b>Tabela 3</b> - Tabela de operação dos pinos EN e RxTx (XEMICS 2003).....	39
<b>Tabela 4</b> - Componentes necessários para o Kit Didático Microcontrolador 8031.47	
<b>Tabela 5</b> - Componentes necessários do módulo LCD com o microcontrolador 8031.....	48
<b>Tabela 6</b> - Componentes necessários para o hardware da Unidade de Aquisição. .....	48
<b>Tabela 7</b> - Componentes necessários para o hardware do Servidor Central. ....	49

## LISTA DE SIGLAS

**Conversor AD** – Conversor Analógico – Digital;  
**Conversor DA** – Conversor Digital – Analógico;  
**CI** – Circuito Integrado;  
**CPU** – Unidade Central de Processamento;  
**CCD** – Dispositivo de Carga Acoplada;  
**RTS** – *Request to Send*;  
**LCD** – Display de Crystal Liquido;  
**I/O** – *Input / Output* ou **E/S** – Entrada / Saída;  
**RAM** – Memória de Acesso Aleatório;  
**ROM** – Memória Apenas de Leitura.  
**EPROM** – *Erasable Programmable Read-Only Memory*;  
**RF** – Rádio frequência;  
**VLf** – Frequência muito baixa;  
**LF** – Frequência baixa;  
**MF** – Frequência média;  
**HF** – Frequência alta;  
**VHF** – Frequência muito alta;  
**UHF** – Frequência ultra-alta;  
**SHF** – Frequência super alta;  
**FSK** – *Frequency Shift Keying*;  
**RSR-232** – *Recommended Standard number 232 from the Electronic Industry Association*;  
**MCS** – Microcontrolador;  
**STX** – Começo de texto;  
**ETX** – Fim de texto;  
**UML** – Linguagem de Modelagem Unificada;

**UNICENP** – Centro Universitário Positivo;

**RXD** – Módulo de recepção de dados;

**TXD** – Módulo de transmissão de dados;

**TTL** – *Transistor-Transistor Logic*;



## LISTA DE SÍMBOLOS

**Bps** – Bits por segundo;

**Bytes** – 8 bits;

**Hz** – Hertz;

**MHz** – Mega Hertz;

**KB** – Kilo bytes;

**V** – Volts;

**Vcc** – Tensão de Alimentação;

**GND** – terra (ground);

# SISTEMA DE AQUISIÇÃO DAS ORDENS DE FABRICAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA

Igor de Freitas Rosa<sup>1</sup>, Roberto Selow<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno do 5º ano de Engenharia da Computação

<sup>2</sup>Professor de Engenharia da Computação

Departamento de Engenharia da Computação,  
Centro Universitário Positivo (UNICENP), Brasil, 81280-330

Fone: +55 41 3317-3000

i\_freitasrosa@yahoo.com.br<sup>1</sup>

selow@unicenp.edu.br<sup>2</sup>

**Resumo:** Este projeto tem a finalidade de apresentar uma solução para suprir a falta de controle do chão de fábrica, através de uma Unidade de Aquisição e um Servidor Central. Via radiofrequência as informações coletadas são repassadas para o Servidor Central que é o responsável por armazenar as informações recebidas no banco de dados, ou seja, o banco de dados vai indicar a etapa de fabricação e o processo que estão sendo realizados sobre cada ordem de fabricação.

Neste contexto, todas as trocas de informações são feitas via radiofrequência, tornando o sistema flexível, ou seja, as Unidades de Aquisição não precisam estar em pontos pré-definidos para enviarem as informações para o Servidor Central.

**Abstract:** The aims of this project is to find a solution in order to fill up the lack of the factory control, through the an Acquisition of Unit and a Central Server. By radio frequency the collected information will be send to the Central Server, wich is the responsable for the storage of the given informations in the data-base, that means, the data-base will show the manufacture steps and the process wich are taken place in every manufacture order.

Thus, all the information given, could be done by radio frequency, making the sistem flexible. In others words, the Acquisitions of the Unit won't need to be in define position to send in advance messages to the Central Server.

## Capítulo 1

### 1. INTRODUÇÃO

O sistema de aquisição das ordens de fabricação de chão de fábrica tem como principal objetivo facilitar o controle das etapas de fabricação que estão sendo submetidas cada ordem de fabricação em circulação pelo chão de fábrica. No momento em que uma ordem de fabricação estiver iniciando uma nova etapa de fabricação ou um novo processo, ela será identificada a partir da leitura do seu código de barras, e após todo um processamento às informações referentes ao código de identificação da mesma além das informações referentes a sua etapa de fabricação e o seu respectivo processo serão usados para atualizar um banco de dados. O banco de dados vai consistir em uma tabela que vai conter todos os atributos necessários para o acompanhamento do processo produtivo de cada ordem de fabricação.

Após o processo de aquisição das informações no cliente, estas serão transmitidas via radiofrequência para o hardware do Servidor Central, que após receber estas informações repassa as mesmas para um software que esta rodando no computador e que fará atualização do banco de dados.

Como exemplo prático de utilização deste sistema, basta imaginar uma empresa ou uma fábrica qualquer que tenha uma ou mais ordens de fabricação em circulação pelas diversas etapas de fabricação encontradas no seu chão de fábrica. Com a utilização do sistema proposto um servidor central tem armazenado em seu banco de dados o status de todo o processo produtivo das ordens de fabricação, facilitando assim o controle da produção.

## 1.1 MOTIVAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO

Atualmente muitas fábricas de pequeno e médio porte não possuem nenhum tipo de controle das ordens de fabricação que estão em circulação pelo chão de fábrica, dificultando assim o controle da produção e a verificação da situação de cada ordem de fabricação.

Sendo que este controle é de fundamental importância para a fábrica, foi desenvolvido um sistema de aquisição de informações das ordens de fabricação em chão de fábrica de fácil operação e de grande mobilidade, que é uma das principais características dos sistemas de comunicação sem fio.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO

Esta monografia está dividida em 7 capítulos, distribuídos da seguinte maneira:

- O capítulo 1 descreve uma introdução inicial sobre o projeto e apresenta os aspectos que motivaram o desenvolvimento deste projeto.
- O capítulo 2 apresenta todo o estudo teórico que está embasado o projeto, relatando os principais conceitos de rede, técnicas de transmissão, códigos de barras e as principais características de cada um dos componentes que foram utilizados no projeto.
- O capítulo 3 apresenta uma descrição geral do sistema, citando os módulos que compõe o projeto.
- O capítulo 4 mostra a implementação do *hardware* utilizado no projeto, além da descrição sobre os diagramas esquemáticos, comentando a função de cada um dentro do projeto. Neste capítulo também é apresentado o protocolo de comunicação desenvolvido.

- O capítulo 5 apresenta o projeto do *software*, relatando o ambiente de desenvolvimento, as linguagens utilizadas e todos os diagramas necessários para a compreensão das funções do *software*.
- O capítulo 6 apresenta uma descrição dos testes individuais que foram realizados com cada componente do projeto e a descrição do teste de validação final do projeto, explicando a maneira como foi realizada.
- O capítulo 7 apresenta uma conclusão sobre o projeto realizado.

## **Capítulo 2**

### **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão descritos os estudos realizados sobre cada componente que compõe o sistema com relação ao seu funcionamento e suas principais características.

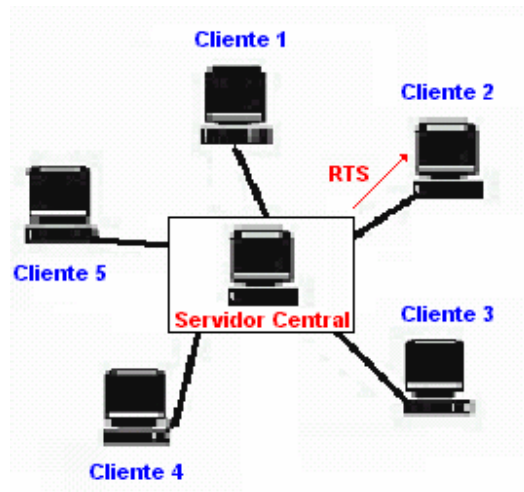
#### **2.1 REDES DE COMPUTADORES**

As tecnologias encontradas nesta área possibilitam cada vez mais a troca de informações geradas pelos sistemas de aquisição de informações. Atualmente é possível disponibilizar os resultados de uma aquisição através de uma rede integrando as diversas etapas de fabricação das indústrias, mesmo que localizadas a grandes distâncias.

Existem algumas topologias de rede que podem ser implementadas, sendo que o modelo a ser proposto no projeto é semelhante com a topologia de rede em anel. Esta topologia consiste em estações conectadas através de um circuito fechado. O anel não interliga as estações diretamente, mas consiste de uma série de repetidores ligados por um meio físico, sendo cada estação ligada a estes repetidores. Redes em anel são capazes de transmitir e receber dados em qualquer direção. A configuração mais usada é a unidirecional, pois torna o projeto mais simples e com protocolos de comunicação menos sofisticados e que asseguram a entrega das mensagens corretamente [1].

No projeto, o modelo de rede implementado consiste em um servidor central e diversos clientes espalhados pelas etapas de fabricação de chão de fábrica. O servidor é o dono da rede, é ele quem é o responsável por enviar o RTS

para cada cliente da rede e responsável por receber os pacotes de dados dos mesmos. Cabe ao servidor remontar a mensagem e em seguida enviá-las para o computador. A Figura 1 mostra a topologia de rede implementada no projeto.



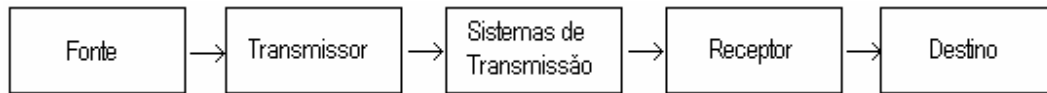
*Figura 1 -Topologia de rede implementada no projeto.*

### **2.1.1 Teoria básica da comunicação**

Um sistema de comunicação basicamente constitui-se de 5 elementos:

- Fonte: geram as informações a serem transmitidas;
- Transmissor: Transforma e codifica a informação;
- Sistema de Transmissão: linha que transporta o sinal do transmissor para o receptor;
- Receptor: Decodifica e recupera o sinal de forma a recompor a mensagem original transmitida;
- Destino: é para onde a informação se destina;





**Figura 2 - Elementos básicos dos meios de comunicação.**

A largura de banda de um canal é diferente para cada meio de transmissão e determina a capacidade de transmissão de informação do canal e sua taxa máxima de informação em bits/s.

A transmissão pode utilizar sinais analógicos ou digitais podendo ser:

- *Simples*: só uma direção;
- *Half-Duplex*: em ambas as direções, mas somente uma ao mesmo tempo;
- *Full-Duplex*: em ambas as direções ao mesmo tempo;

No projeto desenvolvido a transmissão utiliza sinais digitais, sendo que a transmissão é *half-duplex*. Quanto à sinalização o modelo de transmissão adotado no projeto é síncrono, onde os bits são transmitidos em uma cadência fixa, ditados por um sinal de sincronismo, sendo que o transmissor e o receptor devem estar sincronizados para não ocorrerem perda de dados durante a transmissão [7].

### **2.1.2 Pacote de Dados**

Pacote de dados pode ser definido como a estrutura de dados que circula por uma rede. A informação transmitida pode ser fragmentada e os fragmentos podem seguir caminhos diferentes. Cabe ao protocolo de comunicação ordenar os dados enviados na devida ordem [1].

### 2.1.3 Detectando Erros

Estatísticos e engenheiros analisaram o problema de detecção de erros de transmissão e inventaram vários mecanismos alternativos para realizarem a detecção de erros de transmissão. Em cada mecanismo, o remetente transmite informações adicionais junto com os dados, e o receptor usa essas informações para assegurar que os dados chegaram intactos. As diferenças entre os mecanismos de detecção de erro surgem de três formas: o tamanho das informações adicionais (que determina a sobrecarga de transmissão), a complexidade computacional do algoritmo (que determina a sobrecarga computacional exigida para criar e verificar as informações) e o número de erros de bit que podem ser detectados (que determina quão bem o método pode detectar erros de transmissão). Naturalmente, se o sistema de transmissão subjacente embaralha aleatoriamente os bits, nenhuma quantidade de informações adicionais pode garantir que os dados chegarão sem erros porque essas informações originais podem ser mudadas tal como os dados originais. Deste modo, todos os métodos de detecção de erro são aproximados, e a meta no desenvolvimento do projeto é utilizar um mecanismo de detecção de erro que exija uma sobrecarga computacional razoável para atingir uma baixa probabilidade de aceitar dados corrompidos.

Muitos sistemas de rede enviam um sinal de paridade junto com cada pacote para ajudar o receptor a detectar erros. Para gerar a paridade, o remetente trata os dados como uma seqüência de inteiros e computa a operação lógica XOR [1].

Este mecanismo de detecção de erro foi implementado no projeto, pois o tamanho pequeno da paridade significa que o custo de transmissão da paridade é muito menor do que o custo de transmitir os dados. Além disso, como a paridade só exige operação lógica XOR, o processamento necessário para gerar a paridade é muito rápido.

#### **2.1.4 Protocolo de Comunicação**

Protocolo pode ser definido como um acordo que especifica o formato e o significado da troca de mensagens entre sistemas e computadores que fazem parte de um sistema ou de uma rede. No protocolo podem estar incluídas diversas informações, um protocolo pode estar dividido em diversos blocos, quem define isto é o desenvolvedor do sistema ou a tecnologia que está sendo implementada [5].

#### **2.1.5 Transmissão e Recepção de Dados**

Toda a comunicação entre sistemas que necessitam trocar informações envolve codificar dados em uma forma de energia e enviar essa energia através de um meio de transmissão. O projeto utilizará transmissão via radiofrequência para transmitir as informações adquiridas das ordens de fabricação [5].

#### **2.1.6 Transmissão via radiofrequência**

A transmissão RF é utilizada para a transmissão dos programas de rádio e televisão e também para a comunicação privada com telefones portáteis. A radiofrequência também é usada na automação de ambientes onde os operadores precisam ter mobilidade e dados em tempo real. A transmissão via radiofrequência pode ser feita para transmitir dados entre sistemas e computadores.

As transmissões RF não necessitam de conexão física direta, cada componente que transmite e recebe às informações deve possuir uma antena, para poder enviar e receber dados.

As linhas de transmissão via radiofrequência sofrem normalmente 2 tipos de perturbação [7]:

- Atenuação: é a perda de energia durante a propagação do sinal no meio. A quantidade de energia depende da frequência do sinal, quanto maior a frequência, maior a energia. Esta medida é expressa em dB/Km. A atenuação ocorre em todos os meios de comunicação, principalmente nos chamados meios não guiados.
- Ruídos: são perturbações aleatórias causadas por agentes externos.

### **2.1.7 O espectro eletromagnético**

O espectro de radiofrequência é dividido em várias faixas: frequência muito baixa (VLF), frequência baixa (LF), frequência média (MF), frequência alta (HF), frequência muito alta (VHF), frequência ultra-alta (UHF) e frequência super alta (SHF). Após viajar pelo espaço a onda é captada pelo receptor, que é o aparelho destinado a captar ondas irradiadas pelo transmissor. A função principal do receptor é receber e selecionar o sinal desejado, dentre os vários sinais que as antenas transmissoras enviam para a antena receptora [7].

## **2.2 MICROCONTROLADORES**

Microcontrolador pode ser definido como um microcomputador de um chip só que pode conter elementos para uso industrial, tais como conversores A/D e D/A, PWM, etc.

### 2.2.1 O Microcontrolador 8051

O 8051, da Intel, é um dos microcontroladores mais populares. O dispositivo em si é um microcontrolador de 8 bits, com ampla aplicação. Porém, o mais importante é que não existe somente o CI 8051, e sim uma família de microcontroladores baseada neste chip. Entende-se família como sendo um conjunto de dispositivos que compartilha os mesmos elementos básicos, tendo também um mesmo conjunto básico de instruções [2].

### 2.2.2 O Hardware

Como já foi citado, o 8051 é um microcontrolador de ampla utilização. O mesmo tem dois modos básicos de funcionamento:

**a) modo mínimo:** onde somente os recursos internos são utilizados pela CPU. Neste modo, estão disponíveis 4 KB de ROM para memória de programa e 128 bytes de RAM para memória de dados. O modo mínimo possui a vantagem (além da economia de componentes e espaço físico) de poder utilizar as 4 portas de 8 bits cada para controle (E/S);

**b) modo expandido:** Neste modo, a memória de programa (ROM), a memória de dados (RAM) ou ambas podem ser expandidas para 64 KB, através do uso de CIs externos. No entanto, apresenta a desvantagem de "perder" duas das 4 portas para comunicação com as memórias externas.

O CI 8031 é a versão sem ROM interna do 8051. O mesmo é muito utilizado em fase de desenvolvimento ou quando se quer produzir em pequenas quantidades.

### 2.2.3 Portas do 8051 e suas funções

Os microcontroladores desta família possuem quatro portas de E/S bidirecionais de 8 bits. Cada porta consiste de um *latch*, de um *driver* de saída e de um *buffer* de entrada. As portas de E/S do 8051 podem ser usadas para funções genéricas ou para E/S.

A porta P0 é usada como barramento multiplexado (*ADD/DATA*) no acesso à Memória Externa de Programa e Dados. Em um acesso à Memória de Programa ou Dados, a porta P0 contém os 8 LSBs do endereço (no início do acesso) e contém os 8 bits de dados lidos ou escritos na memória.

A porta P1 é usada exclusivamente como porta de E/S. Já a porta P2 é usada para acomodar o byte mais significativo do endereço externo. As linhas de E/S dessa porta podem ser usadas para propósitos gerais se não forem afetados pela CPU durante o acesso à Memória Externa.

Por fim, a porta P3 pode ser usada para E/S de uso genérico ou para acomodar as linhas externas da CPU (interrupção, temporizadores, porta serial e sinais de RD/WR) [2].

### 2.2.4 Comunicação Serial

O 8051 possui uma interface serial “*full-duplex*” que pode ser programada para operar nos modos síncrono ou assíncrono com taxa de transmissão variável e quadro de transmissão de 8, 10 ou 11 bits.

A transmissão e recepção serial são realizadas através dos pinos TXD e RXD respectivamente. O pino RXD é amostrado periodicamente e quando a porta serial detecta um “*start-bit*” válido, o dado correspondente é carregado no registrador SBUF. O *flag* de interrupção serial (RI) é setado e a rotina de atendimento da porta serial será executada se estiver habilitada.

A CPU tem acesso ao byte recebido, executando uma operação de leitura em SBUF. Na transmissão, a CPU escreve o dado a ser enviado em SBUF e a porta serial encarrega-se de transmiti-lo através do pino TXD.

A porta serial do 8051 pode operar em quatro diferentes modos. No projeto a porta serial vai trabalhar no modo 1.

Este modo trabalha com transmissão e recepção assíncrona com quadro de 10 bits (1 *start* bit, 8 bits de dados e 1 *stop* bit). A taxa de transmissão é variável [2].

## **2.3 SISTEMAS MICROPROCESSADOS**

Sistemas microprocessados são aqueles que têm por elemento central um microprocessador. O microprocessador funciona como um sistema seqüencial síncrono, onde a cada pulso, ou grupos de pulsos de *clock*, uma instrução é executada.

Embora já existam microprocessadores que trabalhem a centenas de MHz, o 8051 utiliza tipicamente um *clock* de 12 MHz, com tempos de execução de cada instrução variando entre 1 *ms* e 4 *ms* [3].

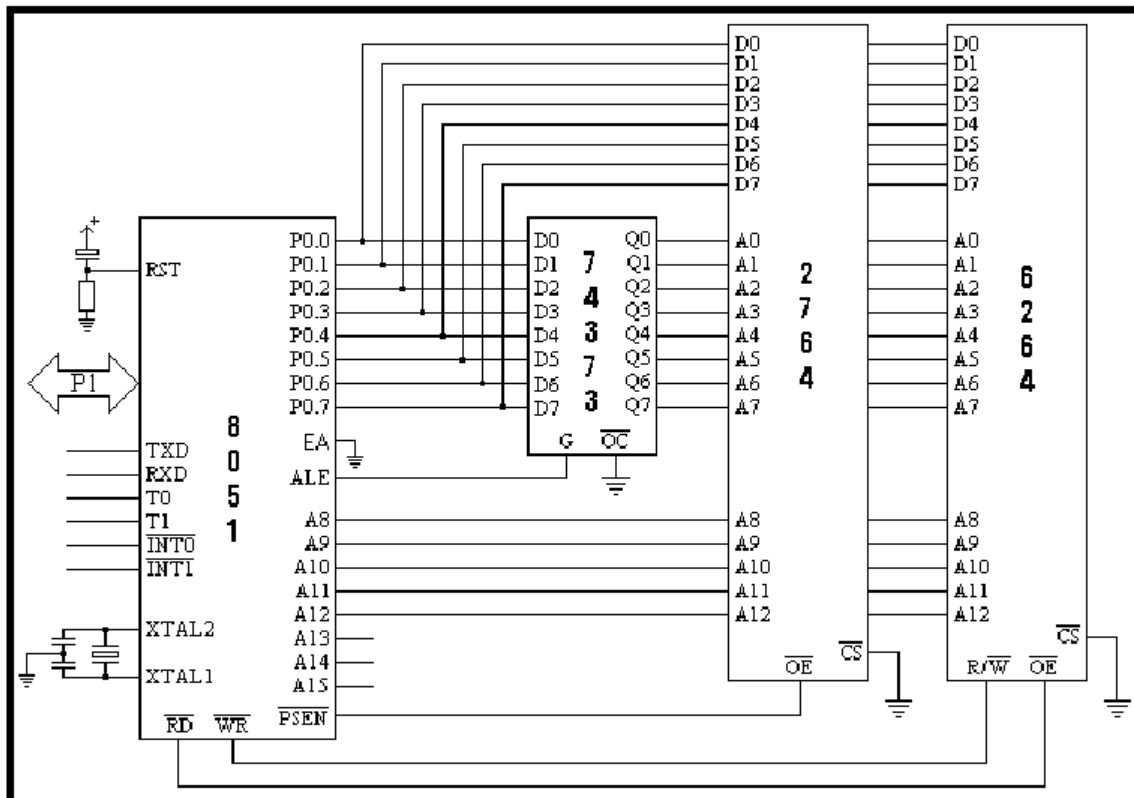
### **2.3.1 Diagrama em Blocos de um Sistema Genérico com Microprocessador**

Além do microprocessador, um sistema básico como este tem os seguintes elementos:

- Interrupções: são entradas a partir de um sinal externo que fazem com que o processamento seja interrompido e seja iniciada uma sub-rotina específica.
- Gerador de Reset: responsável por inicializar o sistema ao ligar ou quando acionado.
- Gerador de Clock: gera os pulsos necessários ao sincronismo do sistema.
- Memória de Programa: memória onde o microprocessador vai procurar as instruções a executar. Em sistemas dedicados costuma-se utilizar memórias ROM, embora em alguns casos memórias RAM também sejam utilizadas.
- Memória de Dados: memória onde o microprocessador lê e escreve dados durante a operação normal. Geralmente é do tipo volátil, embora memórias não-voláteis possam ser utilizadas.
- Seleção de Endereços: lógica para escolher qual memória ou periférico o microprocessador vai utilizar.
- Portas de E/S: sua função é a comunicação com o mundo externo. Através delas dispositivos como teclados, impressoras, displays, entre outros, comunica-se com o sistema.

A Figura 3 apresenta o diagrama em blocos de um sistema microprocessado, onde se pode visualizar cada elemento descrito acima.





**Figura 3 - Sistema genérico com microprocessador.**

## 2.4 LEITORES DE CÓDIGO DE BARRAS

Existem quatro diferentes tipos de leitores de código de barras, cada um utiliza uma tecnologia diferente para ler e decodificar um código de barras. Os quatro tipos de leitores encontrados são:

- Leitores esferográficos;
- Leitores a laser;
- Leitores CCD;
- Leitores com câmeras;

Os leitores do tipo esferográficos consistem em uma fonte de luz e um fotodiodo que estão na ponta do leitor. Para que a operação de leitura do código seja realizada, basta arrastar o leitor sobre o código de barras em um movimento linear. Com isso o fotodiodo mede a intensidade da luz refletida a partir da fonte de luz e gera uma onda que é utilizada para medir o tamanho das barras e os espaços no código.

Os leitores a laser funcionam de maneira muito semelhante ao funcionamento dos leitores esferográficos. A diferença é que os leitores a laser utilizam um raio laser como fonte de luz e geralmente utilizam um espelho para dirigir o raio sobre toda a superfície do código de barras a ser capturado. Um fotodiodo é responsável por medir a intensidade da luz refletida a partir do código.

Os leitores CCD utilizam uma matriz com centenas de sensores de luz alinhados na ponta do leitor. Cada sensor mede a intensidade da luz recebida.

Os leitores com câmera utilizam uma pequena câmera de vídeo que captura a imagem do código de barras lido. O leitor usa sofisticadas técnicas de processamento de imagem digital para decodificar o código de barras [8].

No projeto o leitor de código de barras é utilizado para ler o código de barras encontrado em cada ordem de fabricação. Para isso, o operador do sistema só precisa fazer a leitura do código e o sistema se responsabiliza pela aquisição da informação.

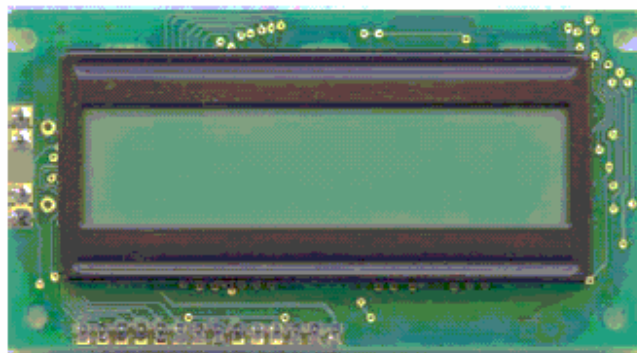
O leitor de código de barras utilizado no projeto é do tipo esferográfico e possui um sistema de gatilho automático onde o operador do sistema simplesmente apresenta o código de barras para o leitor e o mesmo é automaticamente ativado, transmitindo assim as informações para o microcontrolador. O leitor lê todo o código de barras da ordem de fabricação e envia serialmente o código lido para o microcontrolador, onde este fica armazenado até que todo o pacote de dados seja criado e transmitido para o servidor central.

## 2.5 DISPLAY LCD

O display LCD geralmente é usado como uma interface de saída dos sistemas microprocessados. Os displays podem ser utilizados tanto para saídas gráficas quanto para saídas de dados em formato de texto ou caractere.

Existem vários módulos de LCD, tanto para saídas gráficas como para saídas em formato texto. Os módulos de LCD para saídas gráficas podem ser encontrados em varias resoluções, e os módulos de LCD do tipo caractere (texto) possuem uma forma de trabalho bastante variada, pois são encontrados em diversas configurações [9].

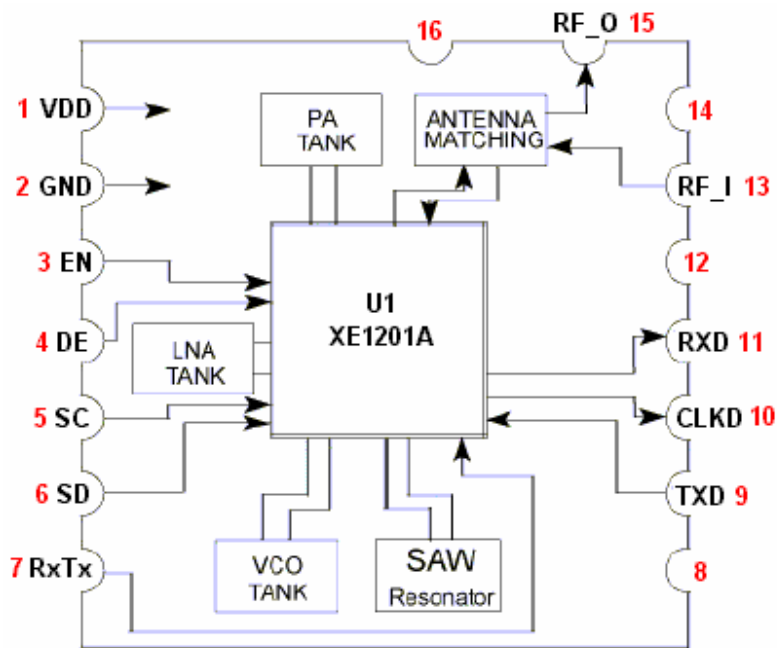
No projeto o display vai ser utilizado para saída de dados em forma de texto, para isso será utilizado um módulo LCD que possui 2 linhas de 24 caracteres.



**Figura 4 - Display LCD.**

## 2.6 RADIOFREQUÊNCIA

O componente para transmissão RF de dados que vai ser utilizado no projeto é o *transceiver* DP1201A. Sua taxa de transferência é de aproximadamente 8 Kbps e opera em uma frequência de 433,92 MHz. A alimentação necessária para o funcionamento do dispositivo é varia de 2,4 Volts a 3,6 Volts. Dependendo da existência de obstáculos e de outros fatores que possam influenciar a transmissão e recepção, é possível ter alcance de até 100 metros em ambientes fechados e de até 500 metros em ambientes abertos. Sua estrutura interna é apresentada na Figura 5 [12].



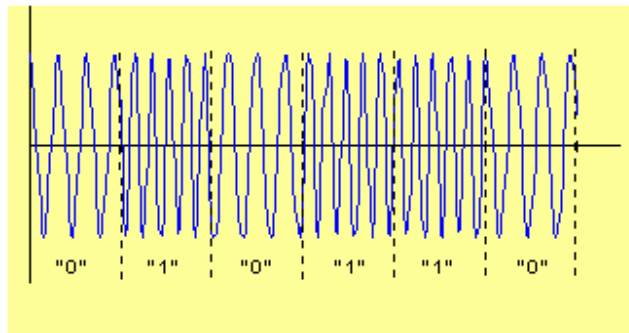
**Figura 5 - Estrutura interna do DP1201A (XEMICS, 2003)**

A Tabela 1 mostra a descrição dos pinos do dispositivo.

**Tabela 1** - Descrição da pinagem do DP1201A (XEMICS, 2003).

Pino	Nome	Descrição
1	VDD	Supply Voltage
2	GND	Ground
3	EM	Transceiver Enable
4	DE	Bus Data Enable
5	SC	Bus Clock
6	SD	Bus Data Input
7	RxTx	Receive / Transmit Mode
8	NC	Not Connected
9	TXD	Data Input Stream
10	CLKD	Received Data Clock
11	RXD	Received Data Output
12	GND	Ground
13	RF_I	RF Input
14	GND	Ground
15	RF_O	RF Output
16	NC	Not Connected

Este componente trabalha com a técnica de transmissão FSK (*Frequency Shift Keying*). Esta é uma forma de modulação derivada da modulação FM, onde a portadora é modificada com relação aos seus bits. A Figura 6 mostra como funciona esta técnica de transmissão.



**Figura 6 - Modulação FSK (Frequency Shift Keying).**

Se o bit transmitido for um bit “1”, então a portadora tem uma região de maior frequência, caso contrário, a forma de onda apresenta uma região de menor frequência quando um bit “0” é transmitido [6].

## **2.7 PORTA SERIAL**

A interface serial é o periférico que converte informações em paralelo para informações seriais.

O protocolo que a porta serial utiliza é o RSR-232, com os dados sendo enviados de forma seqüencial, sendo compatível com a interface seria utilizada pelo microcontrolador 8031 utilizado na implementação do projeto.

No projeto desenvolvido, a comunicação serial é utilizada para enviar os dados do hardware do servidor central para o computador, onde o software é responsável por analisar os dados e armazená-los no banco de dados. A comunicação serial também é utilizada para receber e enviar dados para o dispositivo de transmissão RF [11].

## **Capítulo 3**

### **3. DESCRIÇÃO**

O projeto está dividido em 2 módulos. Tais módulos foram nomeados como sendo Servidor Central e Unidade de Aquisição.

#### **3.1 VISÃO GERAL**

O Sistema de Aquisição das Ordens de Fabricação de Chão de Fábrica pode ser inserido em diversas disciplinas do curso de Engenharia da Computação, porém a que mais se encaixa no contexto do projeto é a disciplina de informática industrial, que é responsável pela parte de automação, tanto residencial quanto industrial.

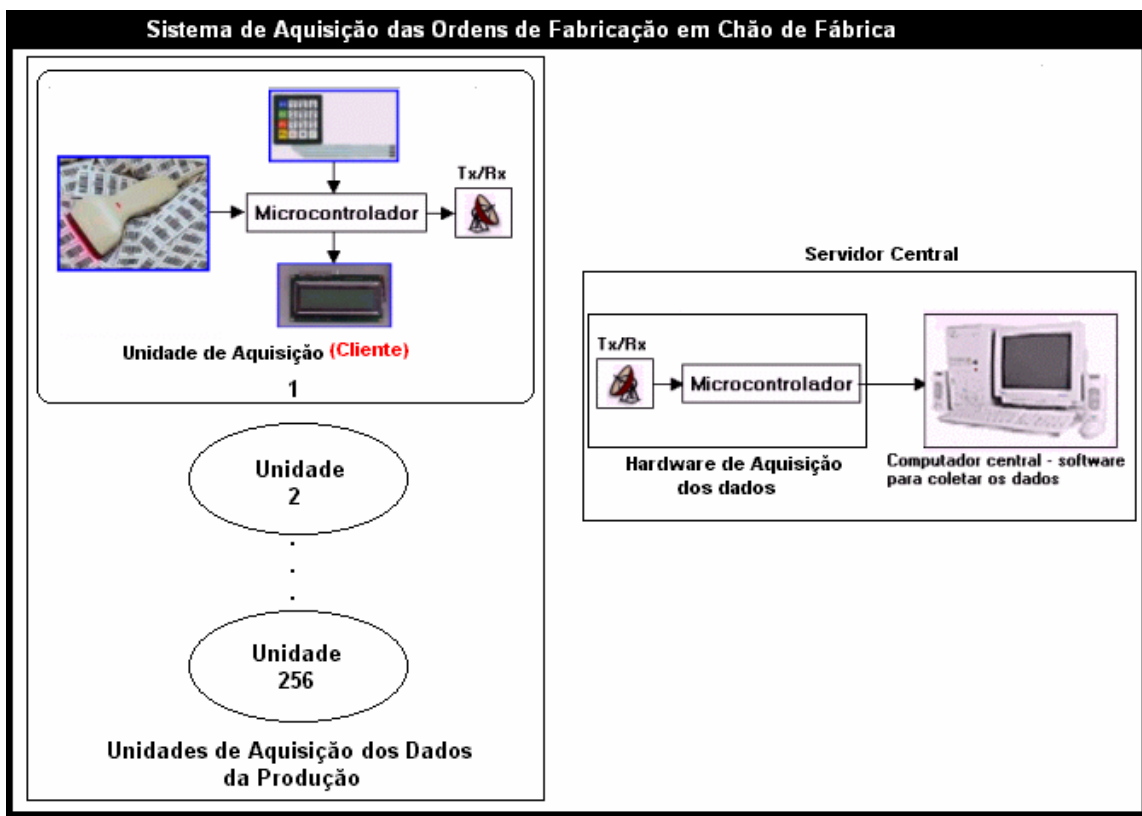
O objetivo principal do projeto é realizar o controle do fluxo de produção das ordens de fabricação em chão de fábrica determinando a etapa de fabricação e o respectivo processo em que estas se encontram. Sendo assim, quando uma ordem de fabricação iniciar uma nova etapa de fabricação ou um novo processo ela será identificada para que suas informações sejam inseridas ou atualizados no banco de dados.

Outro objetivo do projeto é implementar uma forma de comunicação rápida e segura entre sistemas transmissores e receptores de dados via radiofrequência.

### 3.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema é basicamente composto por dois módulos: uma Unidade de Aquisição responsável pela coleta dos dados das ordens de fabricação, estas unidades são os clientes da rede, e por um Servidor Central composto por um hardware de aquisição de dados acoplado ao computador.

A Figura 7 mostra uma visão geral do sistema.



*Figura 7 - Visão geral do sistema.*

A Unidade de Aquisição contém um leitor de código de barras, que é utilizado para ler o código de barras da ordem de fabricação. Esta informação é o código de identificação da ordem de fabricação. Outro periférico que faz parte deste módulo do sistema é um teclado matricial de membrana, por onde o



operador do sistema entra com o código numérico da etapa de fabricação e do seu respectivo processo.

O módulo LCD é utilizado para mostrar para o operador do sistema a seqüência de passos a ser seguida durante o processo de aquisição das informações das ordens de fabricação. A seqüência é a seguinte:

- Leitura do Código de Barras anexado na Ordem de Fabricação.
- Seleção da Etapa de Fabricação via Teclado de Membrana.
- Seleção do Processo de Produção via Teclado de Membrana.

Após a aquisição de todas as informações, as mesmas são visualizadas no display LCD para serem validadas pelo operador do sistema. Para que a operação seja validada a tecla “\*” deve ser pressionada e para repetir o processo à tecla “#” deve ser pressionada.

Após esta seqüência o microcontrolador inicia o protocolo de comunicação, onde a Unidade de Aquisição fica aguardando o RTS do Servidor Central. Após a chegada do RTS é iniciada a transmissão do pacote de dados.

O *hardware* de aquisição do Servidor Central contém um microcontrolador e o componente de transmissão e recepção RF. O servidor é o responsável pelo controle da rede, requisitando cada cliente da rede através do RTS, verificando com isso se os mesmos tem ou não dados para serem transmitidos. Este módulo é responsável por receber os dados provenientes das Unidades de Aquisição, que em seguida são enviados para o computador via porta serial. No computador, o *software* principal do sistema é responsável pela seqüência dos comandos até que as informações cheguem ao banco de dados.

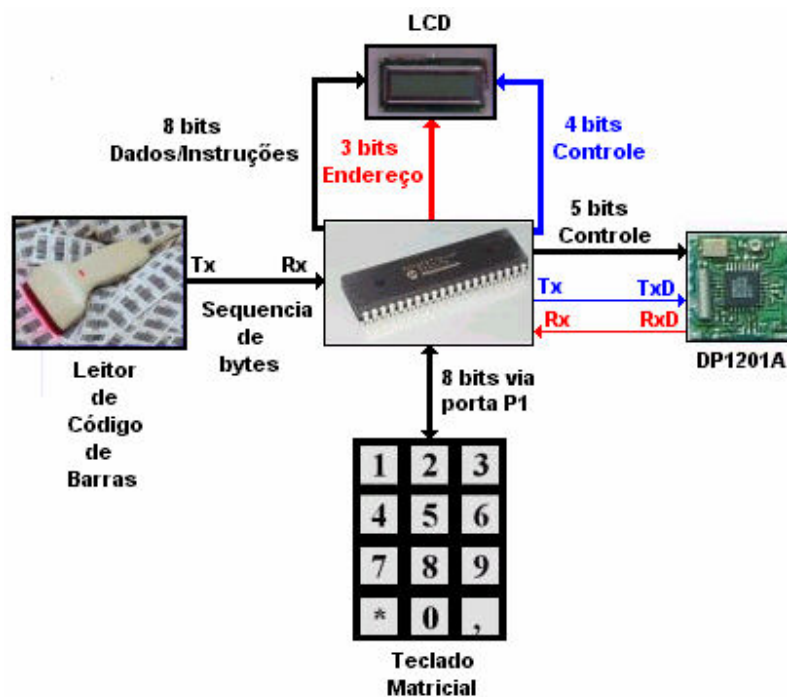
## **Capítulo 4**

### **4. PROJETO DE HARDWARE**

A seguir será descrito sobre os 2 módulos de hardware do sistema, sendo apresentado um diagrama em blocos detalhado de cada módulo e em seguida o projeto de hardware. Os diagramas esquemáticos completos de cada um dos módulos são mostrados no Anexo II deste documento. O diagrama esquemático da Figura 25 mostra o circuito da Unidade de Aquisição e a Figura 26 mostra o diagrama esquemático do hardware do Servidor Central.

#### **4.1 UNIDADE DE AQUISIÇÃO**

O diagrama em blocos da Unidade de Aquisição é mostrado na Figura 8.



**Figura 8** - Diagrama em blocos do hardware da Unidade de Aquisição.

#### 4.1.1 Hardware da Unidade de Aquisição

A Unidade de Aquisição é o módulo do projeto responsável pela aquisição e gerenciamento das informações coletadas das ordens de fabricação. Neste hardware temos uma entrada serial para conectar o leitor de código de barras, um teclado matricial de membrana, um componente de transmissão e recepção RF e o microcontrolador para fazer o gerenciamento deste módulo. O gerenciamento é realizado pelo microcontrolador 80C31 [Intel, 1995].

A transmissão serial é utilizada para enviar as informações do leitor de código de barras para o microcontrolador e para enviar e receber as informações do componente de radiofrequência.

#### 4.1.1.1 Teclado

O Teclado de Membrana é o periférico de entrada o qual o usuário do sistema entra com código numérico da etapa de fabricação e do processo. O teclado é conectado ao microcontrolador diretamente através da porta P1. O circuito de conexão do teclado é mostrado na Figura 27.

#### 4.1.1.2 Display LCD

O *display* LCD é o periférico de saída no qual é mostrada para o operador do sistema a mensagem correspondente a cada passo a ser realizado durante o processo de aquisição das informações referentes ao status de uma determinada Ordem de Fabricação.

O *display* LCD é mapeado em memória e enxerga o microcontrolador como se fosse uma memória RAM. Os pinos de controle RS (Seletor de Registro) e R/W (Leitura/Escrita) são conectados respectivamente nos pinos de endereço A0 e A1.

O pino E (*Enable*) é utilizado para habilitar o módulo LCD, fazendo uma operação lógica NAND entre os pinos /WR, /RD e com o pino mais significativo do barramento de endereços (A15). O LCD fica mapeado conforme mostrado na Tabela 2:

**Tabela 2 - Endereçamento do LCD.**

ENDEREÇO	DESCRIÇÃO
8000	Instrução – Escrita no módulo.
8001	Dados – Escrita no módulo.
8002	Instrução – Leitura no módulo.
8003	Dados – Leitura no módulo.

Na implementação do projeto não foram utilizadas às operações de leitura de dados e instruções no módulo, apenas as operações de escrita foram utilizadas.

A entrada de dados do display LCD é conectada diretamente a porta P0 do microcontrolador.

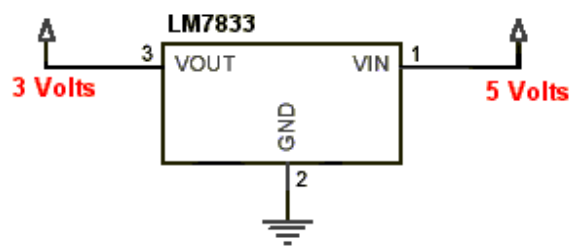
#### 4.1.1.3 Leitura do Código de Barras

O processo de leitura do código de barras também utiliza o conceito da comunicação serial, para isso, tanto o leitor quanto o microcontrolador devem estar configurados com a mesma taxa de transmissão. No projeto é utilizado um código de barras de 6 bytes, a taxa de transmissão do leitor é de 1200 bits por segundo.

Para que o microcontrolador receba os bytes do código de barras, os mesmos trafegam por um circuito auxiliar primeiramente, isto porque neste módulo do projeto, tanto o leitor quanto o DP1201A enviam seus dados para o pino Rx do microcontrolador. Com isso houve a necessidade de utilizar um circuito integrado TTL 74LS151. O CI do tipo '151 é um multiplexador de 8 entradas. Este circuito possui um pino de ENABLE ativo em nível lógico baixo. Este pino foi conectado diretamente no terra do circuito, de modo que o CI fique sempre ativo. Os pinos 9, 10 e 11 são as entradas de seleção, sendo que os pinos 9 e 10 são conectados no terra e o pino 11 é o responsável pela seleção de qual das duas entradas (D0 e D1) terá seu conteúdo disponibilizado na saída (pino 5). O pino P3.3 da porta P3 do microcontrolador foi utilizado para fazer esta seleção (Figura 25).

#### 4.1.1.4 Interface com o DP1201A

A alimentação necessária para o funcionamento do DP1201A varia de 2,4 Volts a 3,6 Volts. Através de um regulador a tensão é convertida de 5 Volts para 3 Volts. O circuito é bem simples, composto apenas por um regulador de tensão LM 7833. O circuito básico de regulação de tensão é mostrado na Figura 9.



**Figura 9** - Circuito básico de regulação de tensão.

O DP1201A possui 2 pinos de controle, 3 pinos de inicialização e mais 2 pinos de transmissão e recepção de dados. Todos estes pinos trabalham na faixa de alimentação do dispositivo, com isso a ligação do microcontrolador com o DP1201A não pode ser feita de forma direta, necessitando que a tensão seja controlada.

Para regular a tensão foi incluído o circuito integrado 74HC244. Este CI é um *buffer tri-state* que trabalha numa faixa de alimentação que varia de 2 Volts até no máximo 6 Volts. A tensão de alimentação fornecida ao CI determina a tensão máxima de saída que pode ser obtida quando aplicado nível lógico alto em suas entradas. Desta maneira, quando aplicado nível lógico alto na entrada deste circuito, ou seja, 5 Volts vindos diretamente dos pinos do microcontrolador, na saída a tensão máxima encontrada é de 3.6 Volts, tensão máxima suportada pelo DP1201A.

O modo de operação do DP1201A é selecionado através dos pinos EN e RxTx do componente e seguem a Tabela 3.

**Tabela 3** - Tabela de operação dos pinos EN e RxTx (XEMICS 2003).

EN	RxTx	Modo
0	X	<b>Componente Desabilitado</b>
1	0	Modo de Recepção
1	1	Modo de Transmissão

#### 4.1.2 Firmware da Unidade de Aquisição

A Unidade de Aquisição tem uma seqüência de instruções bem definidas. Primeiramente são configurados os registradores do 8031 que contém os bits de controle da porta serial. Estes foram configurados de tal maneira que a taxa de transmissão seja variável, pois a comunicação com o leitor de código de barras ocorre a uma taxa de transmissão de 1200 bps e a comunicação serial com o DP1201A ocorre a uma taxa de transmissão de 9600 bps.

Após a configuração da interface serial é executada uma rotina de inicialização do DP1201A.

Após estas etapas de inicialização o módulo aguarda a leitura do código de barras da ordem de fabricação. Quando a interrupção serial ocorre significa que os bytes do código de barras estão chegando. Após o recebimento de todos os bytes do código de barras os mesmos ficam armazenados no microcontrolador.

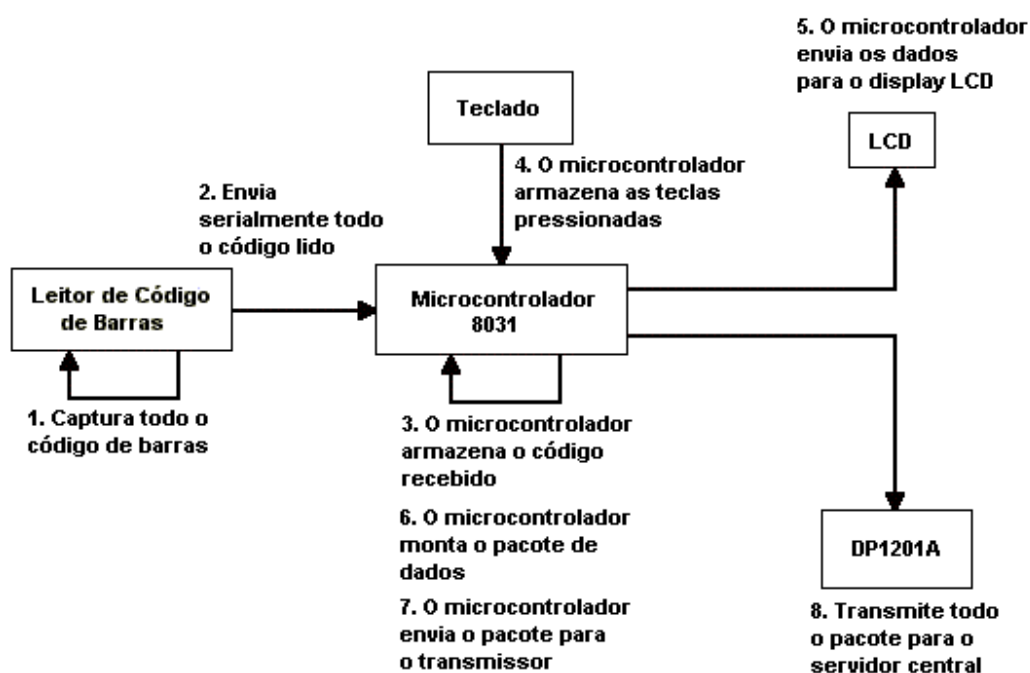
Em seguida o microcontrolador inicia a varredura do teclado aguardando com que o operador do sistema entre com os códigos numéricos da etapa de fabricação e do processo. Após a coleta de todas as informações as mesmas são visualizadas no módulo LCD para que sejam validadas. Após a validação das informações o microcontrolador monta o pacote de dados com todas as informações coletadas para que seja realizada a transmissão.

Com o pacote de dados criado o DP1201A é habilitado em modo de recepção para que seja aguardado o RTS do Servidor Central. No momento em que sua requisição chegar é iniciada a transmissão do pacote para o receptor.

Após o término da transmissão a Unidade de Aquisição fica aguardando um sinal de confirmação para que seja encerrada a comunicação cliente servidor.

Após a execução do protocolo de transmissão o microcontrolador desativa o DP1201A e fica aguardando uma nova interrupção da porta serial.

O diagrama a seguir mostra a seqüência de operações realizadas por este modulo do projeto.



**Figura 10** - Seqüência de operações realizadas pelo módulo da Unidade de Aquisição.

Na Figura 10 é verificado que o microcontrolador é o componente central deste módulo, sendo ele responsável pelo gerenciamento da comunicação com os demais periféricos. O microcontrolador deve receber instruções da memória de programa (ROM), e para isto foi codificado um programa em C, que depois de compilado pode ser gravado na ROM com o uso do gravador de EPROM. O fluxograma do software gravado para o microcontrolador é mostrado na Figura 11.

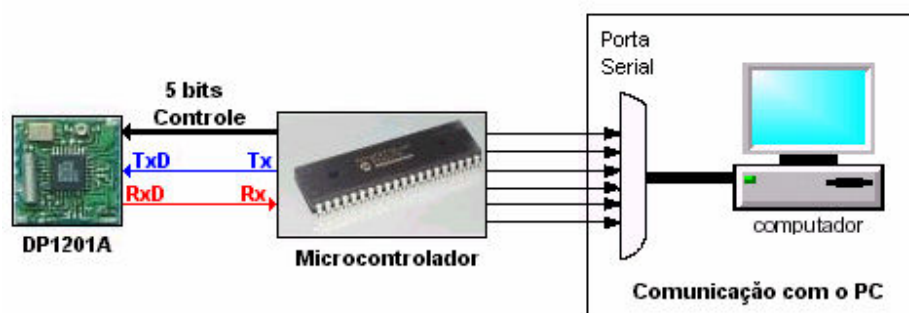




## 4.2 SERVIDOR CENTRAL

O servidor central é o módulo do projeto responsável por receber as informações provenientes das Unidades de Aquisição. Neste hardware temos uma interface serial para conectar o circuito com o computador e um componente de transmissão e recepção RF, além do microcontrolador para fazer o gerenciamento do módulo. O gerenciamento é realizado pelo microcontrolador 80C31.

O diagrama em blocos do Servidor Central é mostrado na Figura 12.



**Figura 12 - Diagrama em blocos do Servidor Central.**

A transmissão serial é utilizada para enviar e receber as informações do componente de radiofrequência e para a transmissão das informações recebidas via radiofrequência para o computador.

A ligação do DP1201A com o microcontrolador segue o mesmo padrão utilizado no *hardware* da Unidade de Aquisição.

Neste módulo do projeto, o microcontrolador através do seu pino Tx transmite dados tanto para o DP1201A quanto para o computador. Para o DP1201A são transmitidos os comandos de RTS, que depois são transmitidos via radiofrequência para as Unidades de Aquisição, e para o computador são transmitidas às informações provenientes das mesmas.

Para fazer esta seleção foi implementado um circuito auxiliar com o CI TTL 74LS241.

#### 4.2.1 Transferência de dados para o computador

O processo da transferência dos dados do *hardware* para o computador ocorre logo após a recepção dos dados via radiofrequência da Unidade de Aquisição.

A comunicação do microcontrolador com o computador é realizada sem interrupções, somente com a configuração dos *timers* e o controle do registrador TI do microcontrolador. Os dados são enviados caractere a caractere para o computador, que lê cada um destes caracteres e armazena em variáveis de acordo com o protocolo de comunicação definido.

O formato da comunicação do microcontrolador com o computador é mostrado na Figura 13.

1. STX	2. Código de Barras	3. Código da Etapa de Fabricação	4. Código do Processo de Fabricação	5. ETX
1 Byte	6 Bytes	3 Bytes	3 Bytes	1 Byte

**Figura 13** - Formato do Protocolo de Comunicação entre o microcontrolador e o computador.

Sempre que o computador receber um STX (02h), imediatamente são analisados os próximos bytes que estarão chegando na seqüência, que definem o valor do código de barras, na seqüência são analisados os 3 bytes que definem o código da etapa de fabricação, depois são analisados os últimos 3 bytes de dados que definem o código do processo de fabricação. Por último é analisado o byte de *stop-bit* ETX (03h), após o computador receber este sinal a comunicação com o microcontrolador é encerrada. Se o computador no início da comunicação não reconhecer o sinal STX, os próximos bytes serão descartados, pois não se tratam de dados válidos.

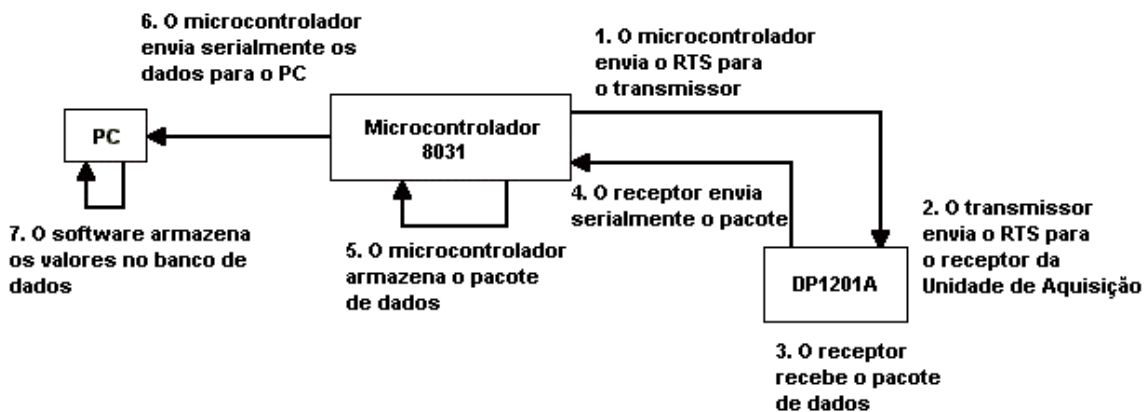
### 4.2.3 Firmware do Servidor Central

O Servidor Central configura inicialmente os registradores do 8031 que contém os bits de controle da porta serial, da mesma maneira como foram configurados na Unidade de Aquisição.

Em seguida se inicia o protocolo de comunicação de modo a ficar transmitindo comandos de RTS para as Unidades de Aquisição. Entre a transmissão de um RTS e outro, o microcontrolador troca o modo de operação do DP1201A, que fica por 500 ms como receptor entre uma requisição e outra. Se a Unidade de Aquisição mencionada na requisição não retornar nenhum sinal nesse período, significa que a mesma não possui dados para serem transmitidos. Com isso o RTS é enviado para o próximo cliente da rede.

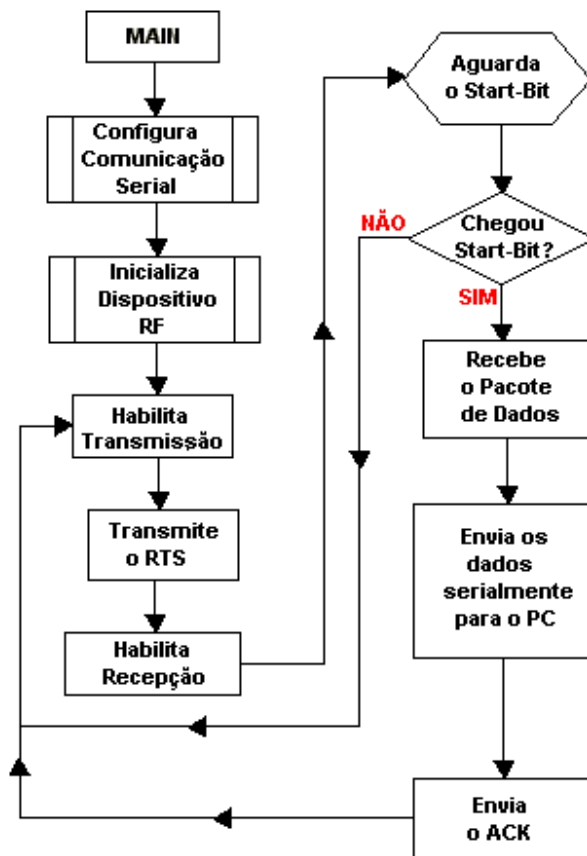
Caso a Unidade de Aquisição possua dados para serem transmitidos, o firmware recebe todos os dados do pacote e após o fim da transmissão inicia o protocolo de comunicação com o computador.

O diagrama a seguir mostra a seqüência de operações realizadas por este módulo do projeto.



**Figura 14** - Seqüência de operações realizadas pelo Servidor Central.

As operações são todas comandadas pelo microcontrolador. O microcontrolador deve receber instruções da memória de programa (ROM), e para isto foi codificado um programa em C, que depois de compilado pode ser gravado na ROM com o uso do gravador de EPROM. O fluxograma do software gravado para o microcontrolador é mostrado na Figura 15.



**Figura 15 - Fluxograma do firmware do Servidor Central.**

Após a transmissão dos dados para o computador é transmitido um ACK para a Unidade de Aquisição para encerrar a conexão.

### **4.3 LISTA DE COMPONENTES E MATERIAIS**

Para a implementação do protótipo do projeto foi utilizado o Kit Didático Microcontrolador 8031. Este kit foi totalmente desenvolvido no Unicenp. A placa utilizada como interface entre o display LCD e o microcontrolador 8031 também foi desenvolvido no Unicenp.

A Tabela 4 lista os componentes necessários para a montagem do Kit Didático Microcontrolador 8031.

**Tabela 4 - Componentes necessários para o Kit Didático Microcontrolador 8031.**

Quantidade	Componente
01	Resistor 10k ohms
01	Resistor 220 ohms
04	Resistor 4,7k ohms
01	Resistor 100 ohms
01	Capacitor 10uF
02	Capacitor 33pF
01	Capacitor 470uF
02	Capacitor 33pF
01	Capacitor 470uF
01	Capacitor 100uF
04	Capacitor 100nF
03	1N4001 ou 1N4148
01	BC557B
01	BC547B
01	LED Vermelho 3mm
01	XTAL – 11,059MHz
01	LM 7805
01	80C31
01	Soquete 40 pinos Torneado
01	74LS373
01	Soquete 20 pinos Torneado
01	27C256
01	Soquete 28 pinos Torneado
01	62256
01	Soquete 28 pinos Torneado
01	Chave on/off
01	Conector Fonte – plug fêmea
01	Plug DB9 fêmea
01	Push-Botton (reset) NA ou NF
01	Barra de Conectores para 40 conexões
01	Entrada para bateria de 9V

A Tabela 5 lista os componentes necessários para a montagem da Interface do módulo LCD com o microcontrolador 8031.

***Tabela 5 - Componentes necessários do módulo LCD com o microcontrolador 8031.***

<b>Quantidade</b>	<b>Componente</b>
01	74LS00
01	Micro-Potenciômetro 10k
01	Resistor 10k
01	Barra pinos para 18 conexões
01	Soquete 14 pinos

A Tabela 6 mostra os componentes necessários para a implementação da Unidade de Aquisição.

***Tabela 6 - Componentes necessários para o hardware da Unidade de Aquisição.***

<b>Quantidade</b>	<b>Componente</b>
01	Kit Didático Microcontrolador 8031.
01	Interface LCD – Microcontrolador 8031.
01	Teclado Matricial de Membrana.
01	Leitor de Código de Barras.
01	Bateria de 5 Volts.
01	74LS151.
01	74HC244.
01	LM 7833
01	Transmissor / Receptor DP1201A
01	LED Vermelho.
01	Resistor de 220 ohms



A Tabela 7 mostra os componentes necessários para a implementação do hardware do Servidor Central.

**Tabela 7 - Componentes necessários para o hardware do Servidor Central.**

Quantidade	Componente
01	Kit Didático Microcontrolador 8031.
01	Bateria de 5 Volts.
01	74LS151.
01	74HC244.
01	LM 7833
01	Transmissor / Receptor DP1201A
01	LED Vermelho.
01	Resistor de 220 ohms

#### 4.4 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Para o envio de mensagens entre a Unidade de Aquisição e o Servidor Central um protocolo de comunicação é utilizado afim de não interferir ou ser interferido por outros sinais que estejam atuando na mesma frequência.

O formato do protocolo de comunicação é mostrado na Figura 16.



**Figura 16 - Formato do Protocolo de Comunicação.**

Após a Unidade de Aquisição receber o RTS para iniciar a transmissão, o microcontrolador troca o estado do componente de transmissão RF fazendo com que ele trabalhe como transmissor. Primeiramente são transmitidos 20 vezes o

sinal AAh para que seja criado um canal de comunicação entre a Unidade de Aquisição e o Servidor Central. Em seguida são enviados 4 bytes de *start-bit* (47h e 46h). Imediatamente é iniciada a transmissão dos dados válidos, sendo primeiramente transmitido os bytes referentes ao código de barras, em seguida os bytes do código da etapa de fabricação, logo em seguida os bytes referentes ao código do processo de fabricação. Para encerrar a conexão são transmitidos 4 bytes de *stop-bit* (46h e 47h). Para cada dado válido é transmitido em seguida um valor de paridade.

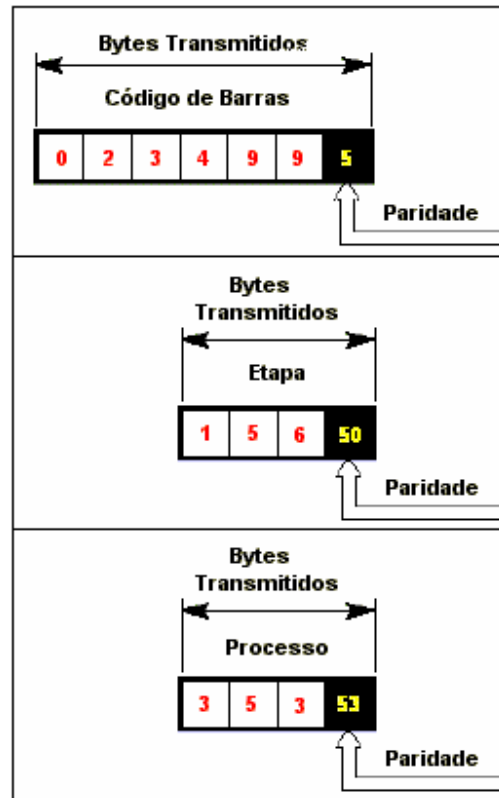
Quando uma Unidade de Aquisição tem pacote para transmitir, pode-se resumir a operação do protocolo nos seguintes passos:

1. Inicia a escuta do meio de transmissão.
2. Aguarda um RTS que é enviado pelo Servidor Central.
3. Recebido o RTS, inicia a transmissão do pacote de dados.
4. Ao terminar a transmissão do pacote de dados aguarda o ACK.
5. Recebido o ACK fecha a conexão com o Servidor Central.

O meio de transmissão é reservado exclusivamente a uma Unidade de Aquisição através da troca de mensagens de controle (RTS). Neste método de acesso implementado, o Servidor Central envia um RTS para a Unidade de Aquisição. A Unidade de Aquisição mencionada responde com uma seqüência de sincronização para criar o canal de comunicação. Em seguida é iniciada a transmissão do pacote. Ao final da transmissão do pacote, o servidor envia um ACK para a Unidade de Aquisição, que recebendo este sinal fecha a conexão com o servidor e o meio de transmissão será reservado para a próxima Unidade de Aquisição da rede. Em caso de erro o servidor envia novamente um RTS para a Unidade de Aquisição, que recebendo este sinal solicita através de uma mensagem no *display* que o operador do sistema repita o processo de aquisição.

#### 4.4.1 Validação da Transmissão

A validação da transmissão ocorre como mostrado na Figura 17.



**Figura 17 - Validação da Transmissão.**

Após vários testes de transmissão do pacote de dados completo, foi verificada a ocorrência de erros de transmissão isolados (*Single byte error*) em cada fragmento do pacote. Com isso, para validar a transmissão foi acrescentado a cada fragmento do pacote uma informação adicional, a paridade. Para gerar a paridade, os dados são tratados como uma seqüência de inteiros pelo microcontrolador, que computa a operação lógica XOR entre os bytes de cada fragmento. Como mostrado na Figura 16, para cada fragmento de dados foi adicionado um valor de paridade para a transmissão. O receptor de posse destas informações realiza a validação da transmissão.

## Capítulo 5

### 5. PROJETO DE SOFTWARE

#### 5.1 INTRODUÇÃO

O propósito deste software é receber as informações das ordens de fabricação coletadas pelas Unidades de Aquisição e enviá-las para o banco de dados.

##### 5.1.1 Ferramentas de Desenvolvimento

A ferramenta principal utilizada para o desenvolvimento do software do sistema foi o C++ Borland Builder 6.0. Como o *software* tem por finalidade principal armazenar informações em banco de dados, optou-se pelo banco Database Desktop com a tabela sendo criada com a ferramenta Paradox. Este banco de dados foi escolhido pela facilidade de uso e por ser um banco de dados instalado juntamente com o software C++ Borland Builder 6.0.

Outro motivo que levou o uso desta ferramenta se refere no acesso aos dados seriais provenientes do *hardware* sem a necessidade da utilização de um driver externo.

Quanto à parte de diagramação do *software*, esta foi feita com o uso do *software* Enterprise Architect.

A ferramenta de desenvolvimento utilizada para gerar as rotinas do microcontrolador foi o Keil uVision. Esta ferramenta prove um ambiente de

desenvolvimento completo com ferramentas de *debug* para testar as rotinas antes da gravação na memória de programa do sistema microprocessado.

### **5.1.2 Linguagens de Programação**

Para o desenvolvimento das rotinas do microcontrolador foi necessário o conhecimento da linguagem C aplicada à programação de microcontroladores da família MCS'51.

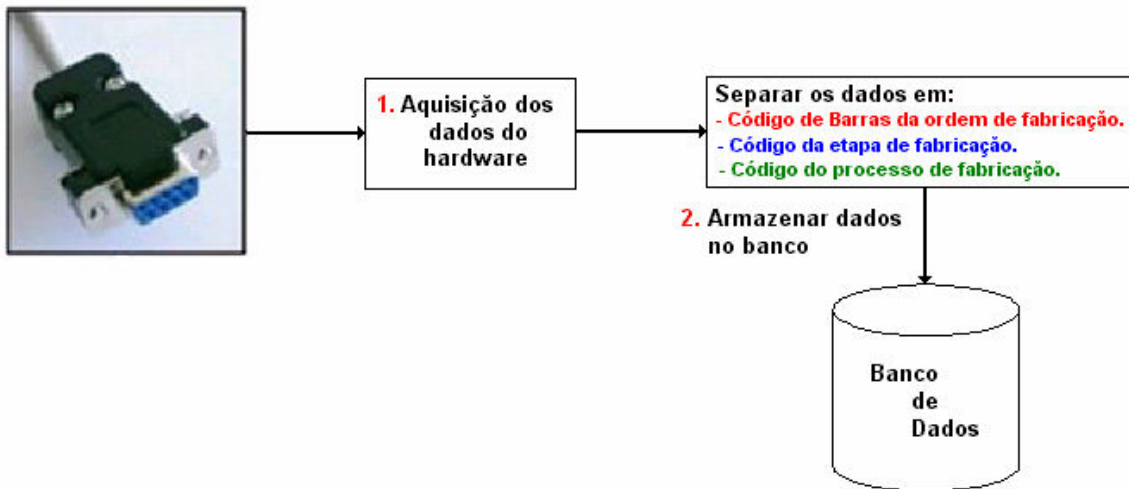
Para a implementação do software principal do sistema foi necessário o conhecimento da linguagem C++ e o conhecimento da linguagem SQL para gerar os códigos para armazenar e atualizar as informações no banco de dados.

### **5.1.3 Diagrama em blocos do software**

As funções do *software* principal do sistema são basicamente as seguintes:

- Aquisição dos dados do *hardware* através da porta serial do computador.
- Armazenar os dados coletados no banco de dados.

A Figura 18 mostra o diagrama em blocos do *software* do sistema.



**Figura 18 - Diagrama em blocos do software.**

O software desenvolvido para o sistema trabalha com uma entrada de dados, referente à aquisição dos dados do *hardware* externo, que por sua vez recebe os dados via radiofrequência dos clientes do sistema. Os dados coletados pelo *software* são separados em campos para poderem ser armazenados em um banco de dados.

## 5.2 DIAGRAMAS UML

Nesta parte serão apresentados os diagramas elaborados para o desenvolvimento do *software*. Os diagramas foram elaborados seguindo os moldes propostos pela UML.

Os diagramas foram divididos da seguinte maneira:

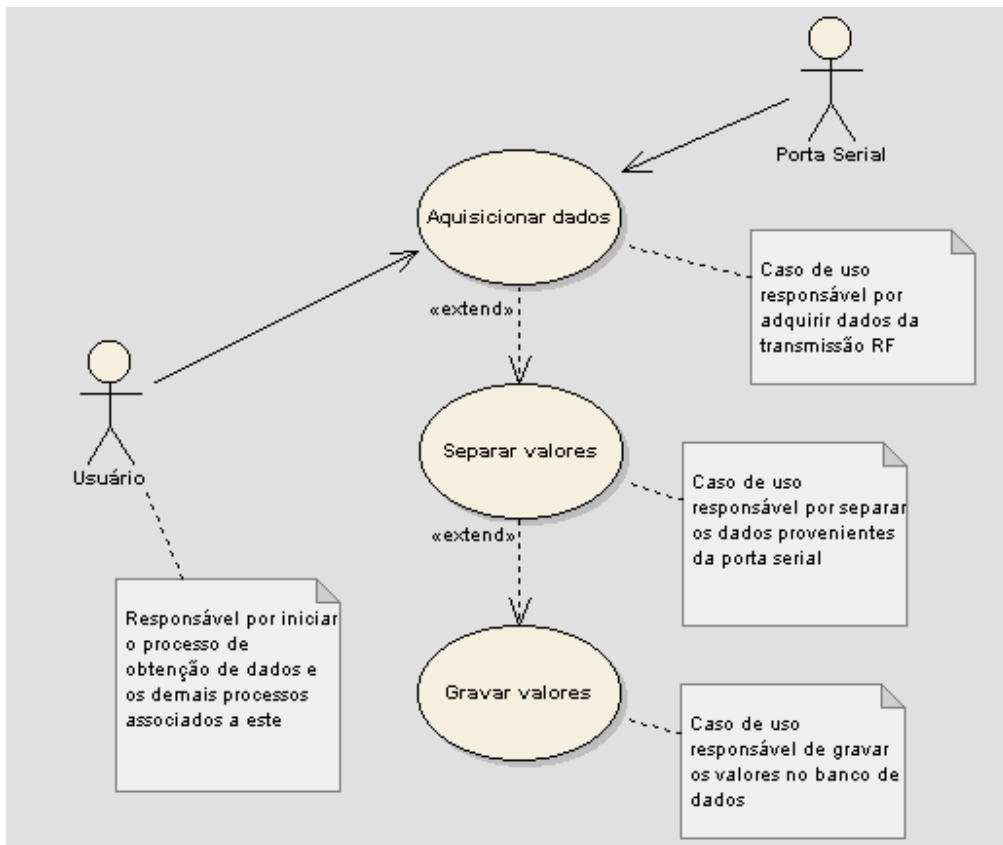
- Diagrama de Casos de Uso;
- Diagrama de Classes;

### 5.2.1 Diagrama de Casos de Uso

A modelagem do diagrama de casos de uso define os requisitos funcionais do software. Um diagrama de casos de uso mostra a relação entre os atores e os casos de uso existentes em um *software*, ou seja, ele especifica a interação dos usuários e das entidades externas com o *software*.

No projeto é mostrado um diagrama de caso de uso que mostra que o *software* se comunica com duas entidades externas, o usuário e o *hardware* que se comunica através da porta serial.

O diagrama de caso de uso do *software* do projeto é mostrado na Figura 19.



**Figura 19 - Diagrama de casos de uso.**

### 5.2.1.1 Casos de Uso

Nome: Aquisicionar Dados.

Atores: Porta Serial e Usuário.

Descrição: O usuário é o responsável por iniciar o processo de obtenção dos dados provenientes da transmissão serial. Após o início da transmissão o software vai estar lendo o conteúdo da porta serial.

Exceção: Não estarem chegando dados na porta serial.



Nome: Separar Valores.

Atores: Porta Serial e Usuário.

Descrição: O *software* após receber os dados da porta serial separa os valores em código da ordem de fabricação, código da etapa de fabricação e código do processo de fabricação.

Exceção: Não tiver dados para separar.

Nome: Gravar Valores.

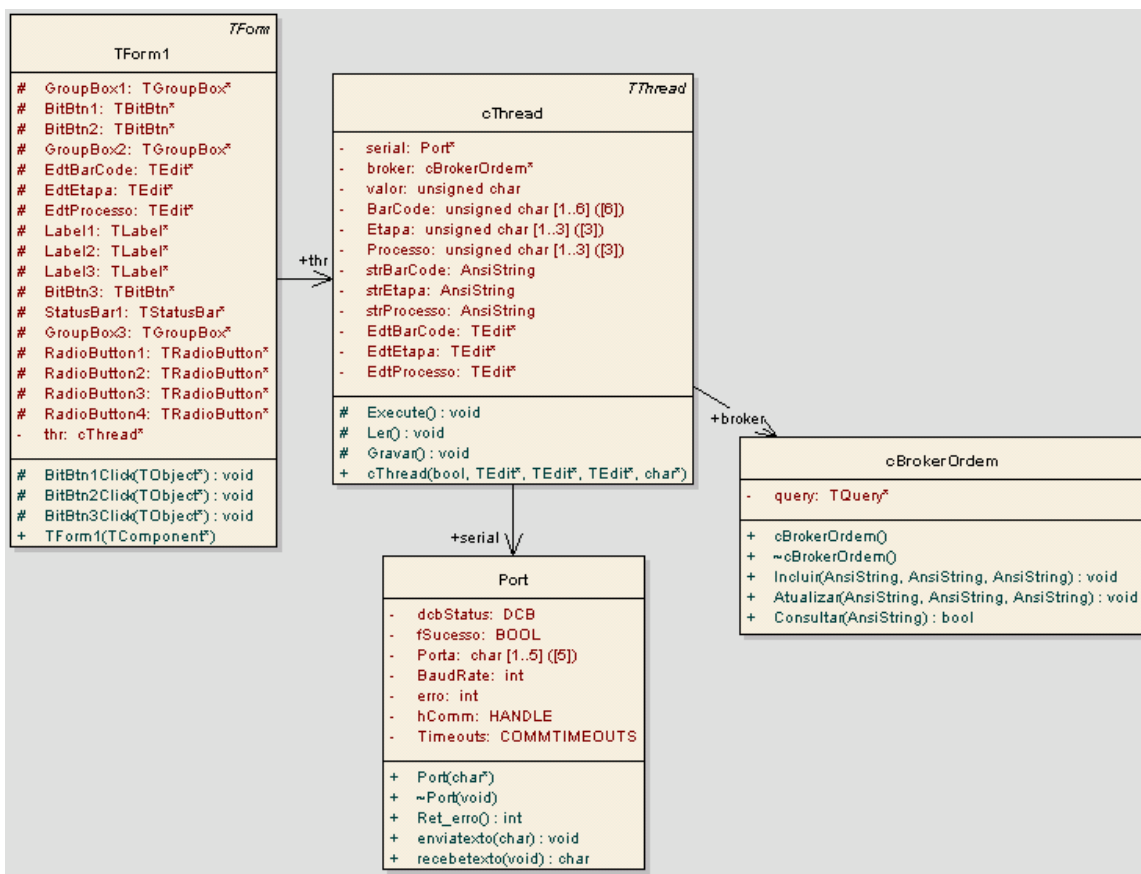
Atores: Porta Serial e Usuário.

Descrição: O *software* de posse dos valores separados armazena os mesmos no banco de dados.

Exceção: Não tiver valores para armazenar no banco de dados.

## 5.2.2 Diagrama de Classes

O diagrama de classe representa todas as classes de um *software*. Neste diagrama pode-se visualizar os nomes, atributos e métodos que compõe cada classe do *software*. Este diagrama também mostra a forma de como as classes se relacionam entre si.



**Figura 20 - Diagrama de Classes do Software.**

### 5.2.3 Modo de Funcionamento

Uma *thread* controla a recepção de dados, ele sempre realiza a leitura serial, passando por um protocolo, e se confirmado a chegada de dados válidos os mesmos são lidos e em seguida é realizado o acesso ao banco de dados.

O acesso ao banco de dados consiste primeiramente em realizar uma consulta na tabela, verificando se a ordem de fabricação recebida já está cadastrada. Conforme o retorno desta operação a ordem de fabricação é cadastrada na tabela ou tem apenas seus atributos atualizados.

## CAPÍTULO 6

### 6. VALIDAÇÃO DO PROJETO

O processo de validação do projeto é feito após o término de todos os testes e da comprovação do funcionamento de todos os módulos do projeto.

Cada módulo do projeto foi testado após sua implementação, e os testes foram distribuídos da seguinte maneira:

- Teste do código de barras;
  - Teste da transmissão das informações do código de barras;
  - Teste da transmissão e recepção de dados via radiofrequência;
  - Teste do teclado matricial e do módulo LCD;
  - Teste da coleta de informações pela porta serial do computador;
  - Teste do envio das informações para o banco de dados;
- 
- **Teste do código de barras**

Este teste teve a finalidade de levantar a forma de trabalho de um leitor de código de barras, verificando a maneira de como os dados são disponibilizados em sua saída após a leitura de um código de barras qualquer. Outra finalidade deste teste foi levantar as configurações do leitor, ou seja, o tempo de atraso entre os bytes e a sua taxa de transmissão.

A realização deste teste foi feita conectando diretamente o leitor na serial do computador, e após a leitura de um código de barras o mesmo era visualizado com o programa *Hyper Terminal*, disponibilizado pela Microsoft.

- **Teste da transmissão das informações do código de barras**

Este teste teve a finalidade de verificar se os dados coletados pelo leitor eram transmitidos corretamente para o microcontrolador. Tais dados eram armazenados na memória interna do microcontrolador que em seguida realizava a transmissão dos mesmos para o computador via porta serial. O teste se deu como encerrado quando o mesmo o código lido foi visualizado corretamente no programa Hyper Terminal no computador.

- **Teste da transmissão e recepção de dados via radiofrequência**

Este teste foi feito enviando uma seqüência de bytes ao transmissor e verificando se esta mesma seqüência de bytes aparecia de forma correta na saída do receptor. Outra finalidade deste teste foi verificar a forma de trabalho do componente utilizado no projeto, verificando como os dados tinham que ser disponibilizados para transmissão e como os dados eram disponibilizados em sua saída após a recepção. Este teste também englobou o conceito de configuração do componente, ou seja, a velocidade de comunicação, o alcance e a atenuação do sinal transmitido.

- **Teste do teclado matricial e do módulo LCD**

Este teste teve a finalidade de levantar a forma de trabalho de um teclado matricial, verificando a forma de como cada tecla pressionada podia ser identificada pelo microcontrolador através da porta P1.

O teste foi encerrado quando a tecla pressionada era visualizada no módulo LCD. Sendo assim, quando isto ocorreu, tanto o teclado matricial quanto o módulo LCD tiveram seu funcionamento aprovado.

- **Teste da coleta de informações pela porta serial do computador**

Este teste teve a finalidade de realizar uma comunicação entre *hardware* e *software*. Sendo assim, o *software* principal do sistema faz a leitura da porta serial, a fim de coletar as informações transmitidas pelo microcontrolador. Após a coleta foi feita uma checagem para verificar se os dados enviados eram realmente os dados que foram recebidos pelo *software*, através da visualização dos dados na tela.

- **Teste do envio das informações para o banco de dados**

Foram feitos testes para a inclusão e atualização de registros no banco de dados. O teste de atualização de registros foi feito em registros previamente cadastrados no banco.

## **7.1 TESTE DE VALIDAÇÃO FINAL**

Para a validação do sistema foi realizada a aquisição das informações propostas pelo projeto de forma manual, com os periféricos especificados. De posse destas informações foi estabelecida a comunicação dos módulos do sistema via radiofrequência e as informações coletadas foram transmitidas de um ponto ao outro conforme especificado. Após a transmissão os valores obtidos via radiofrequência foram visualizados na tela do computador pelo *software* e armazenados no banco de dados. Os valores lidos via radiofrequência e recebidos pelo *software* foram os mesmos que foram coletados pela Unidade de Aquisição, *hardware* responsável pela aquisição e transmissão das informações.

## Capítulo 7

### 7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do sistema propiciou a utilização de diversos conceitos vistos ao longo do curso, facilitando o projeto e a implementação do sistema.

O projeto seguiu basicamente a proposta inicial apresentada, sendo que o único item que não foi realizado foi em relação à ferramenta de desenvolvimento do *software* principal. Na proposta inicial o Elipse E3 seria utilizado para implementar o *software* responsável pela coleta das informações do *hardware* e em seguida pelo acesso ao bando de dados. Para a comunicação com o *hardware* através do protocolo RSR-232 era necessária a utilização de um *driver* de comunicação, este *driver* foi fornecido pela Elipse, porém a falta de documentação do mesmo dificultou a sua utilização.

Um ponto negativo foi à falta de cumprimento do cronograma proposto, por se tratar de um projeto utilizando tecnologia *wireless*, muitos problemas foram encontrados para estabelecer uma comunicação confiável.

A principal característica desse projeto é a mobilidade, pois dentro do raio de alcance entre os clientes e o servidor, é possível deslocar o equipamento responsável pela coleta das informações das ordens de fabricação.

O sistema possui alta flexibilidade, ou seja, com o protocolo implementado é possível acomodar mais Unidades de Aquisição sem a necessidade de grandes alterações.

Para futuros melhoramentos, que podem deixar o sistema desenvolvido um produto comercial é necessário à troca dos componentes de transmissão e recepção RF por outros mais potentes. Isto elevará o custo do projeto, porém o sinal chegará mais forte ao destino, diminuindo a interferência de ruídos, com isso o sistema se tornará ainda mais confiável.

## Referências Bibliográficas

[1] **COMER**, Douglas E., *Redes de Computadores e Internet* São Paulo: Prentice-Hall, 1999.

[2] **NICOLOSI**, D. E. C., *Microcontrolador 8051 Detalhado*. 2ª Edição. São Paulo: Érica, 2000.

[3] **JÚNIOR**, V. P. S., *Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051*. 7ª Edição: São Paulo: Érica, 1998.

[4] **TAUB**. Herbert. *Circuitos Digitais e Microprocessadores*. São Paulo: McGraw-Hill, 1984.

[5] **NASCIMENTO**, J., *Telecomunicações*. São Paulo: Makron Books, 2000.

[6] **Moreira**, Adriano. *Técnicas de Modulação*.

URL: <http://piano.dsi.uminho.pt/netshare/adriano/Teaching/TecModul.html>

[7] **UFRGS**. *Transmissão de Dados Sem Fio*.

URL: <http://penta.ufrgs.br/redes.94-2/lisianeh/wireless.html>

[8] **Redação Terra**. *Como funcionam os leitores de código de barras?*

URL: <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI157168-EI1426.00.html>

[9] **Apostila de LCD**

URL: <http://www.ime.eb.br/~pinho/micro/apostila/lcdport.pdf>



**[10] Site da Bematech**

URL: <http://www.bematech.com.br>

**[11] Porta Serial**

URL: <http://www.rogercom.com>

**[12] Datasheet TRANSCEIVER DP1201A**

URL: <http://www.xemics.com>

## Anexo I – Datasheet dos componentes utilizados no projeto.



**Datasheet DP1201A-E433  
433.92MHz Drop-in module**



### DP1201A – E433

---

#### 433.92MHz Drop-in Module

---

#### Small Factor Form and Direct Digital Interface Module

---

**GENERAL DESCRIPTION**

The DP1201A-E433 is a short range, half duplex radio transceiver module based on the unlicensed Industrial, Scientific and Medical (ISM) 433MHz band. The module core consists of a XE1201A UHF Transceiver and RF circuitry, offering small size, low power consumption and simple integration into applications. The DP1201A-E433's interface is a fully digital I/O interface, which requires no RF knowledge to use.

Implementing the transceiver module is simple and easy. Used as a SMT (Surface Mount Technology) component, the DP1201A-E433 can be assembled on a microcontroller board PCB in Reflow process. An antenna of 50Ω unbalanced impedance can be implemented as part of the microcontroller board layout.

Based on the XE1201A chip, the transceiver module uses a Continuous Phase 2 level Frequency Shift Keying (CPFSK) modulation. It also includes the bit synchronizer that means glitch free data with synchronized clock can directly be read by low cost/low complexity microcontroller. In addition, a 3-wires bus enables program and control of the module.

**APPLICATIONS**

- Toys and games
- Home automation
- Remote control and telemetry

**KEY PRODUCT FEATURES**

- No RF knowledge required
- Direct Digital interface
- Fully assembled and tested
- Surface mount
- 20mm x 20mm
- Available in tray for Automatic assembly system
- Operation frequency 433.92MHz
- Output power +2dBm
- Data rate up to 64kbps NRZ coding
- Sensitivity: -107dBm @ 8kbps
- Current consumption : RX = 6 mA
- Current consumption : TX = 13.5 mA @ 2dBm

**Figura 21** – Datasheet do transceiver DP1201A (XEMICS, 2003).

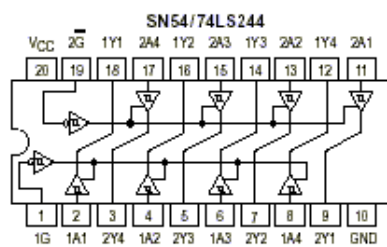
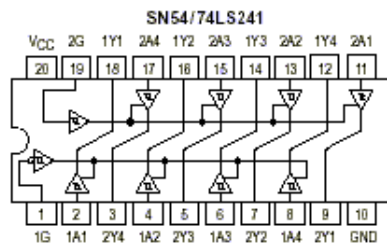
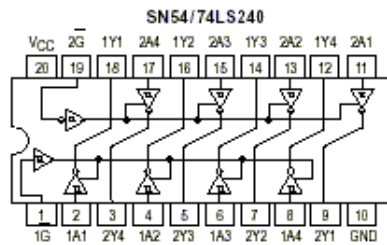


## OCTAL BUFFER/LINE DRIVER WITH 3-STATE OUTPUTS

The SN54/74LS240, 241 and 244 are Octal Buffers and Line Drivers designed to be employed as memory address drivers, clock drivers and bus-oriented transmitters/receivers which provide improved PC board density.

- Hysteresis at Inputs to Improve Noise Margins
- 3-State Outputs Drive Bus Lines or Buffer Memory Address Registers
- Input Clamp Diodes Limit High-Speed Termination Effects

### LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS DIP (TOP VIEW)



**SN54/74LS240  
SN54/74LS241  
SN54/74LS244**

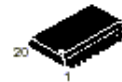
OCTAL BUFFER/LINE DRIVER  
WITH 3-STATE OUTPUTS  
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 732-03



N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 738-03



DW SUFFIX  
SOIC  
CASE 751D-03

### ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ Ceramic  
SN74LSXXXN Plastic  
SN74LSXXXDW SOIC

**Figura 22 – Datasheet do buffer tri-state 74LS240/241/244 (Texas, 2005).**

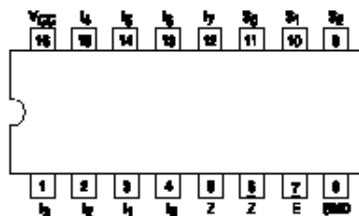


## 8-INPUT MULTIPLEXER

The TTL/MSI SN54/74LS151 is a high speed 8-input Digital Multiplexer. It provides, in one package, the ability to select one bit of data from up to eight sources. The LS151 can be used as a universal function generator to generate any logic function of four variables. Both assertion and negation outputs are provided.

- Schottky Process for High Speed
- Multifunction Capability
- On-Chip Select Logic Decoding
- Fully Buffered Complementary Outputs
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



PIN NAMES

$S_0-S_2$	Select Inputs
E	Enable (Active LOW) Input
$I_0-I_7$	Multiplexer Inputs
Z	Multiplexer Output (Note b)
Z	Complementary Multiplexer Output (Note b)

LOADING (Note a)

	HIGH	LOW
$S_0-S_2$	0.5 U.L.	0.25 U.L.
E	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$I_0-I_7$	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Z	10 U.L.	5 (2.5) U.L.
Z	10 U.L.	5 (2.5) U.L.

NOTES

- a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40  $\mu$ A HIGH/8 mA LOW.  
 b) The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

## SN54/74LS151

8-INPUT MULTIPLEXER  
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 620-09



N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 648-08

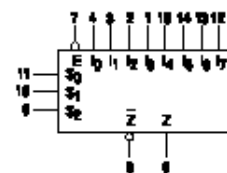


D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751B-03

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXXJ Ceramic  
 SN74LSXXXN Plastic  
 SN74LSXXXD SOIC

LOGIC SYMBOL



$V_{CC}$  = PIN 16  
GND = PIN 0

Figura 23 – Datasheet do multiplexador 74LS151 (Texas, 2005).

## MM74HC244 Octal 3-STATE Buffer

### General Description

The MM74HC244 is a non-inverting buffer and has two active low enables (1G and 2G); each enable independently controls 4 buffers. This device does not have Schmitt trigger inputs.

These 3-STATE buffers utilize advanced silicon-gate CMOS technology and are general purpose high speed non-inverting buffers. They possess high drive current outputs which enable high speed operation even when driving large bus capacitances. These circuits achieve speeds comparable to low power Schottky devices, while retaining the advantage of CMOS circuitry, i.e., high noise immunity, and low power consumption. All three devices have a fanout of 15 LS-TTL equivalent inputs.

All inputs are protected from damage due to static discharge by diodes to  $V_{CC}$  and ground.

### Features

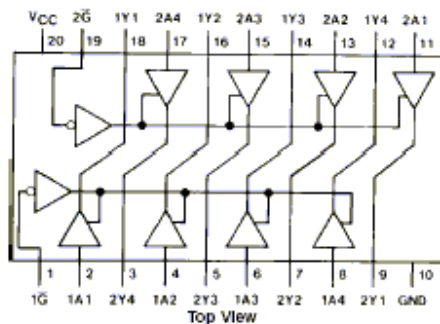
- Typical propagation delay: 14 ns
- 3-STATE outputs for connection to system buses
- Wide power supply range: 2-6V
- Low quiescent supply current: 80  $\mu$ A
- Output current: 6 mA

### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
MM74HC244WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74HC244SJ	M20D	20-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
MM74HC244MTC	MTC20	20-Lead Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP), JEDEC MO-153, 4.4mm Wide
MM74HC244N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

### Connection Diagram



### Truth Table

$\overline{1G}$	1A	1Y	$\overline{2G}$	2A	2Y
L	L	L	L	L	L
L	H	H	L	H	H
H	L	Z	H	L	Z
H	H	Z	H	H	Z

H = HIGH Level  
L = LOW Level  
Z = High Impedance

Figura 24 – Datasheet do buffer tri-state 74HC244.

## Anexo II – Diagramas Esquemáticos

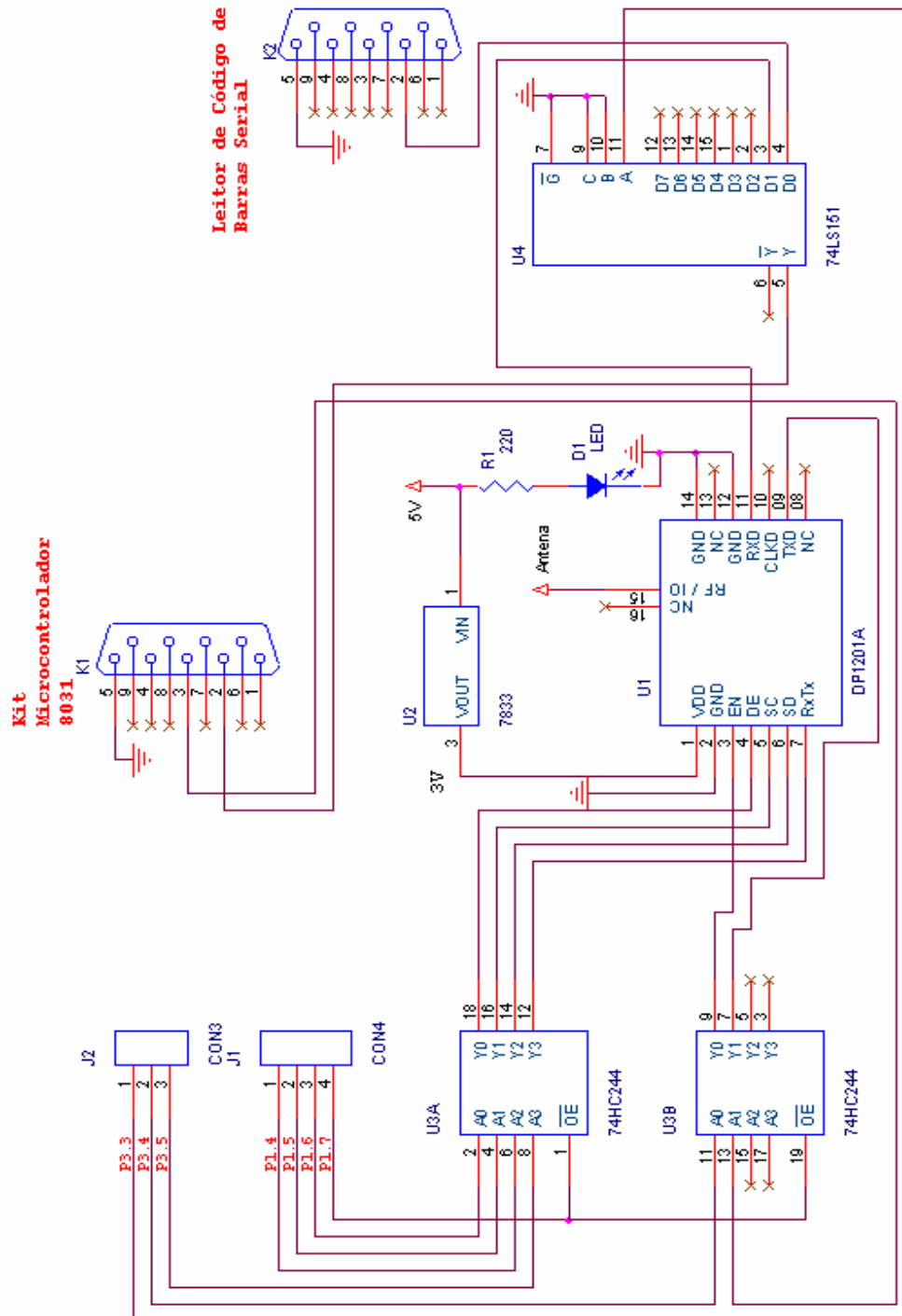
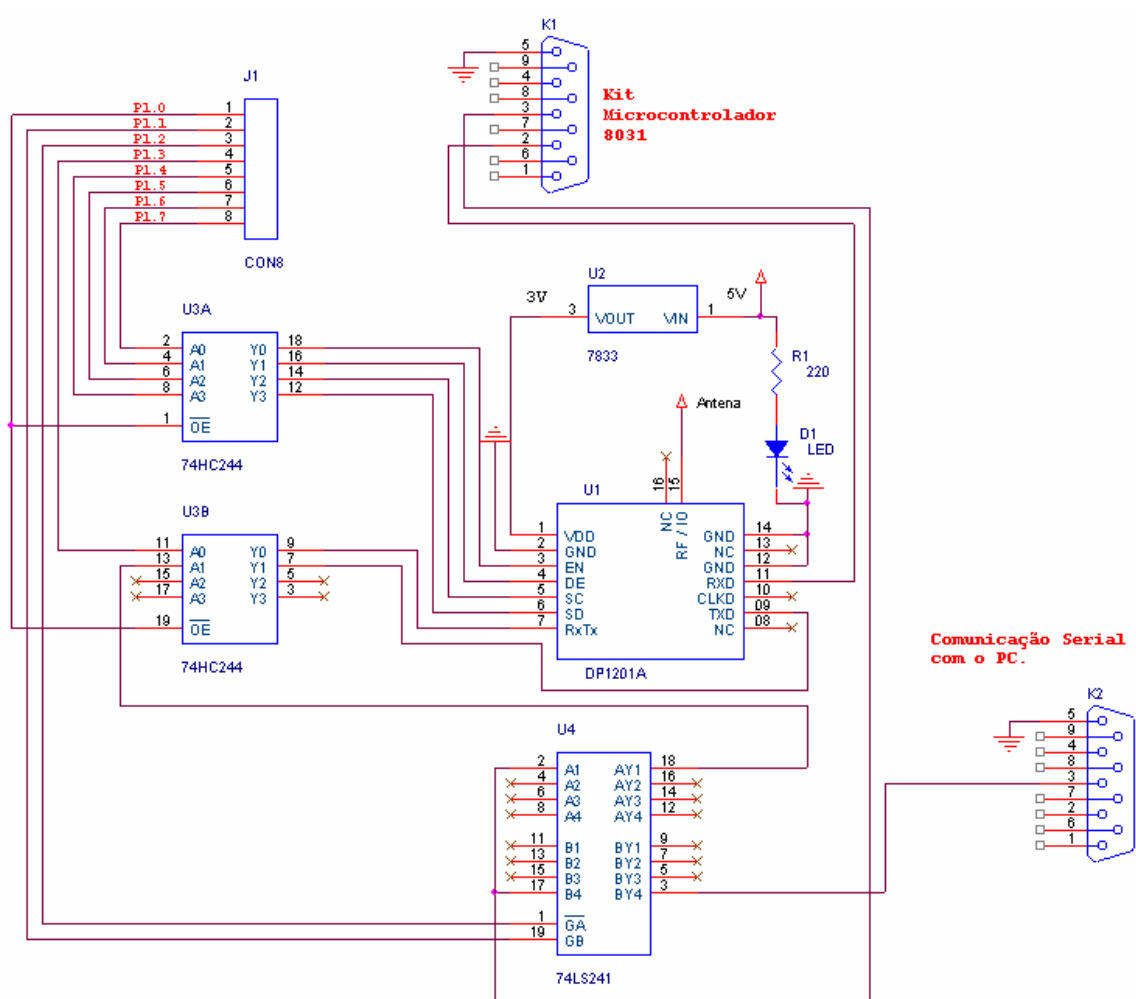
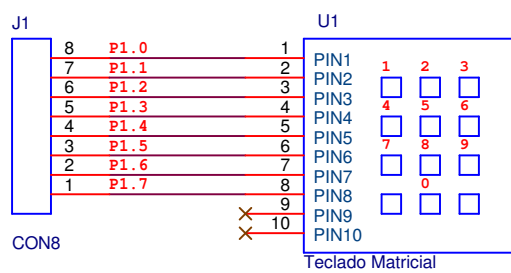


Figura 25 – Diagrama esquemático do hardware da Unidade de Aquisição.



**Figura 26 – Diagrama esquemático do hardware do Servidor Central.**



**Figura 27** – Circuito de conexão do teclado utilizado na Unidade de Aquisição.



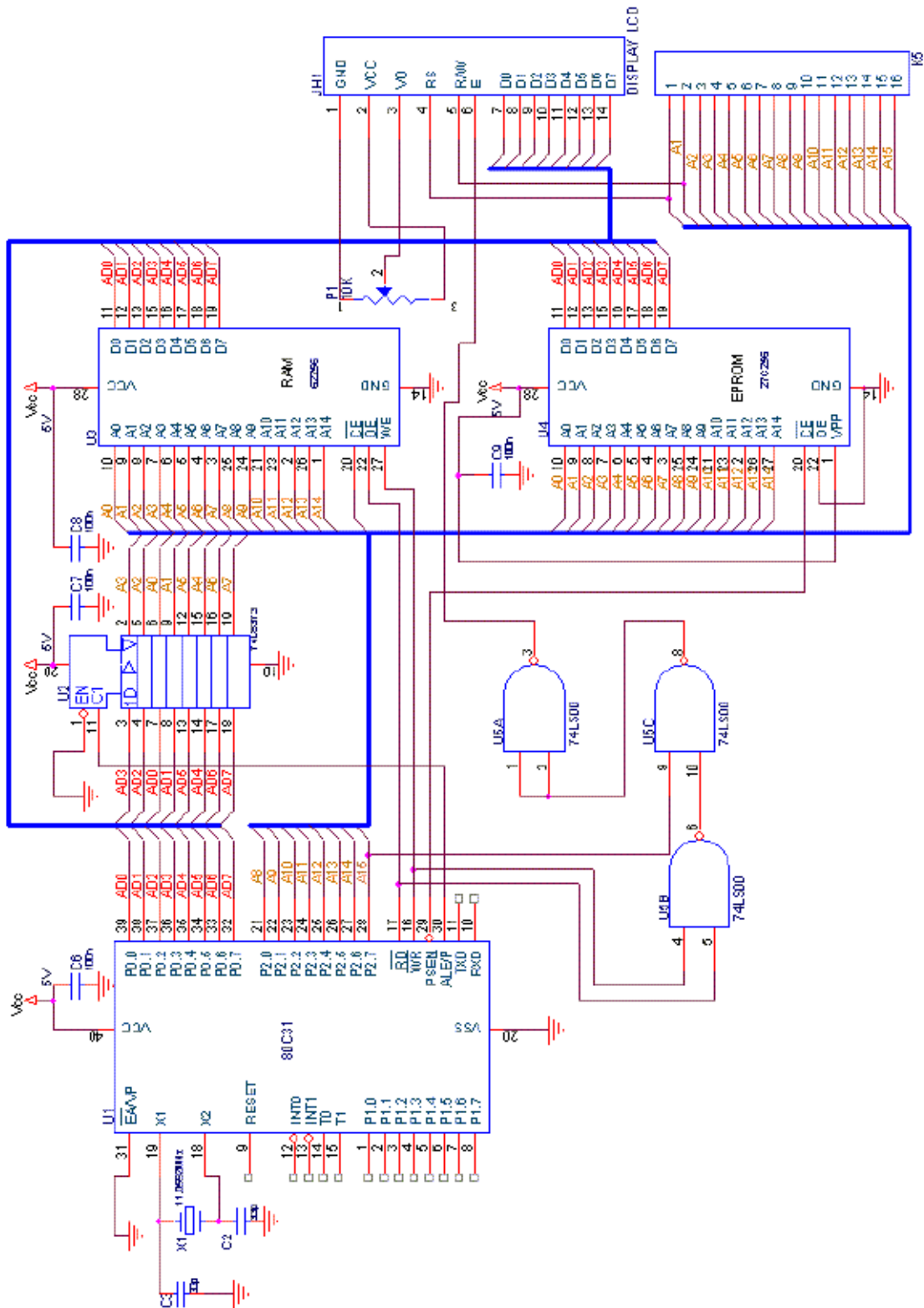
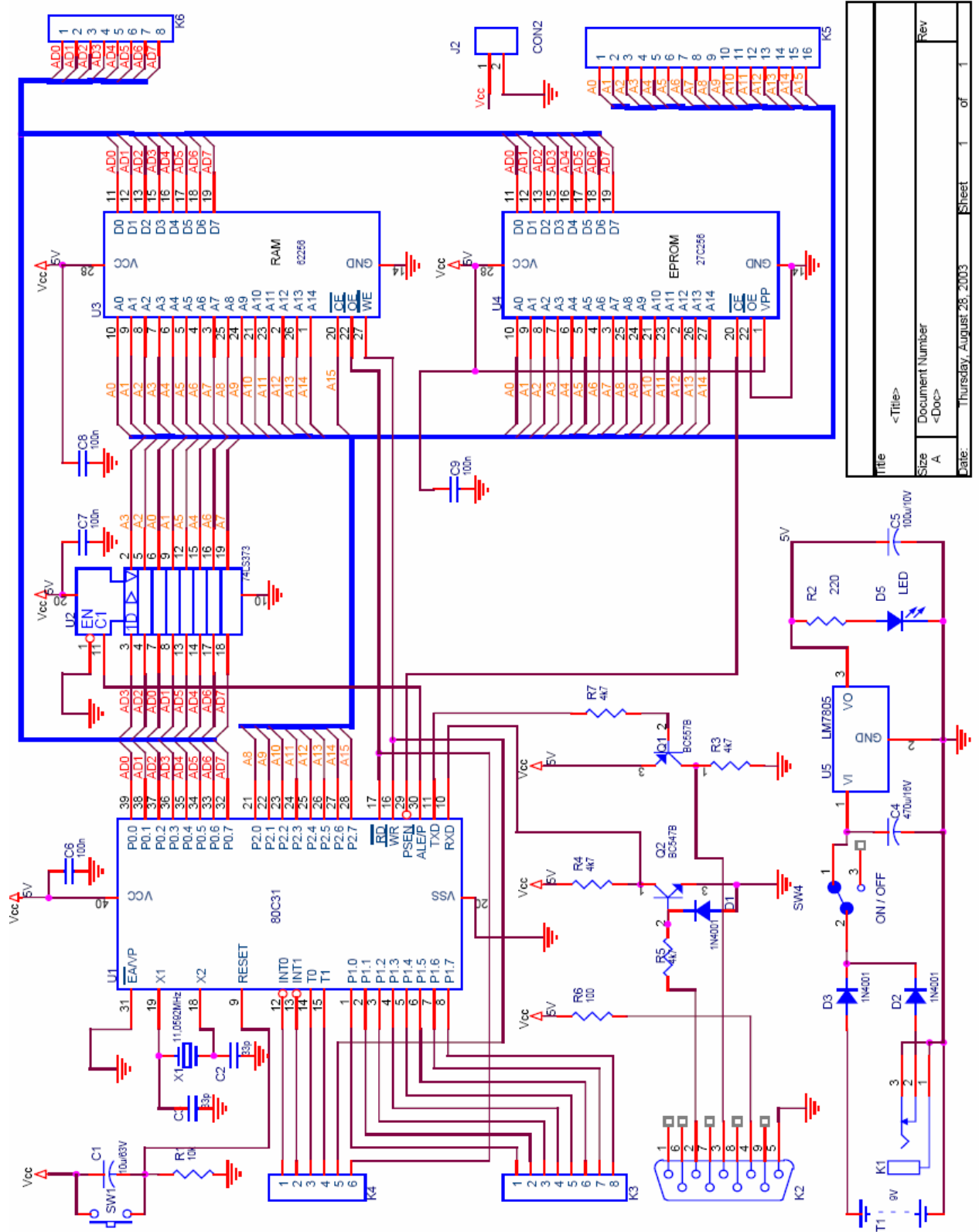


Figura 28 – Ligeação do módulo LCD com o 8031.

Figura 29 – Diagrama Esquemático Kit Microcontrolador 8031.



File	<Title>
Size	<Doc>
A	Rev
Date:	Thursday, August 28, 2003
Sheet	1 of 1