



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle

Relatório de Trabalho de Conclusão de Curso

Sistema de Monitoramento de Temperatura Utilizando Redes de Sensores Sem Fio com Tecnologia Bluetooth

Aluno: Luiz Carlos de Lemos Júnior - Matrícula: 20811260

Orientador: Prof. Dr. José Sérgio da Rocha Neto

Campina Grande, 29 de Abril de 2009.



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Sumário

1	Introdução	5
1.1	Redes de Sensores Sem Fio	5
1.1.1	Tecnologia Bluetooth	6
2	Materiais e Métodos	9
2.1	Módulo WBTV42 da Wintec	9
2.1.1	Comandos do WBTV42	10
2.2	Placas de Desenvolvimento ADuC (PD-ADuC)	10
2.3	LM35	13
3	Procedimento Experimental	14
3.1	Rede Bluetooth Ponto-a-Ponto	14
3.2	Nó Sensor	15
3.3	Princípio de Funcionamento	15
4	Conclusão	20
	Referências Bibliográficas	21

Lista de Figuras

1.1	Desempenho de tecnologias sem fio	5
1.2	Exemplo de uma Rede de Sensores Sem Fio.	6
1.3	Modos de conexão de dispositivos Bluetooth	7
1.4	Uma scatternet formada por duas piconets.	7
1.5	Classificação da arquitetura da pilha Bluetooth	8
2.1	Módulo WBTv42	9
2.2	Diagrama esquemático da ligação do WBTv42 com a serial	10
2.3	Comandos AT-ZV	11
2.4	Disposição dos recursos da PD-ADuC.	12
2.5	Placa de LED's indicadora do nível de temperatura	13
2.6	LM35	13
3.1	Transmissão de dados do nó sensor utilizando módulos WBTv42	15
3.2	LED's indicadores de faixa de temperatura.	15
3.3	Nó Sensor	16
3.4	Tempo gasto em cada modo de transmissão	17
3.5	Dados adquiridos pelo MatLab	18
3.6	Gráfico do comportamento da temperatura pelo número de amostras	18

Lista de Tabelas

1.1	Classe dos dispositivos Bluetooth	6
1.2	Classificação da arquitetura da pilha Bluetooth	8
2.1	Principais comandos AT+ZV para WBT42	10
2.2	Erros comuns dos comandos AT+ZV	11

Capítulo 1

Introdução

Em muitas aplicações industriais contemporâneas, a incorporação de redes sem fio, para integração lógica dos sensores e atuadores a estações de processamento, é uma solução cada vez mais procurada.

A principal motivação para a aplicação deste tipo de rede de comunicação é a facilitação de poder utilizar redes sem fio em substituição das redes cabeadas, cujo uso em alguns casos pode ser muito dispendioso ou até impraticável. Entretanto, passa a ser presente a necessidade de elaborar estratégias dedicadas ao tratamento de dados nestes tipos de redes, em aplicações industriais[4].

Existem diversas tecnologias de redes sem fio para longas e curtas distâncias e em várias taxas de comunicação como podemos observar na Figura 1.1. Neste documento são descritas as atividades de pesquisa e desenvolvimento iniciais no que tocam redes sem fio para sistemas de sensoriamento e controle. Num primeiro tópico, são descritos os levantamentos bibliográficos realizados até o momento quanto a redes de curta e longa distância, no nosso caso, Redes Sem Fio baseadas no protocolo Bluetooth. Em seguida são apresentadas as abordagens práticas que foram realizadas até agora.

1.1 Redes de Sensores Sem Fio

Uma rede de sensores sem fio (RSSF) pode ser caracterizada pelo uso de uma quantidade grande de nós-sensores com a capacidade de se comunicar. Esses nós podem ser

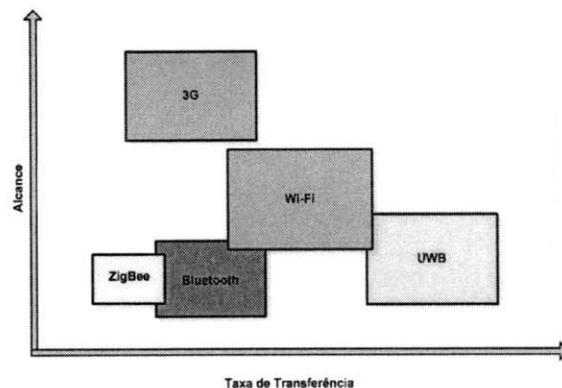


Figura 1.1: Desempenho de tecnologias sem fio

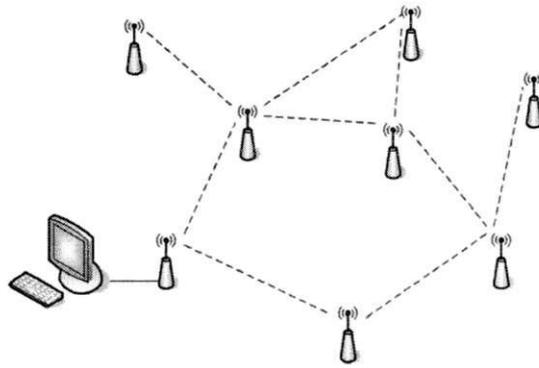


Figura 1.2: Exemplo de uma Rede de Sensores Sem Fio.

Classe	Alcance	Potência Consumida
1	100 m	100 mW
2	10 m	2,5 mW
3	1 m	1 mW

Tabela 1.1: Classe dos dispositivos Bluetooth

colocados dentro do fenômeno a ser analisado ou próximo a ele, diferentemente das redes de sensores tradicionais. As posições de cada nó não são pré-determinadas ou pré-calculadas, são aleatórias, visto que a implantação de redes de sensores em locais de difícil acesso.

A comunicação entre estes nós é feita através de uma rede ad-hoc sem fio, um nó transmitindo a outro próximo os valores do sensoriamento. Este, por sua vez, deve se encarregar de passar os dados para o próximo nó, e assim por diante (Figura 1.2). A idéia é tirar proveito de dispositivos tão pequenos e, em geral baratos, que possam ser usados em larga escala.

As restrições impostas à rede de sensores sem fio implicam em uma série de requisitos para os protocolos de comunicação nunca antes encontrados em tal escala. Como consequência de suas características, os protocolos de comunicação e gerenciamento da rede devem ter capacidades de auto-organização[3].

1.1.1 Tecnologia Bluetooth

Trata-se de uma tecnologia de baixo custo para a comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos a pequenas distâncias. Com o Bluetooth o usuário pode detectar e conectar o seu aparelho de forma rápida a outros dispositivos que tenham a mesma tecnologia. É possível transferir dados até mesmo sem o usuário estar ciente disto.

Dispositivos Bluetooth operam na faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical) centrada em 2,45 GHz que era formalmente reservada para alguns grupos de usuários profissionais. Nos Estados Unidos, a faixa ISM varia de 2400 a 2483,5 MHz. Na maioria da Europa a mesma banda também está disponível. Os dispositivos são classificados de acordo com a potência e alcance, em três níveis, como podemos observar na Tabela 1.1:

Cada dispositivo é endereçável, o chamado endereço BT ou *Bluetooth Address*, através de um número único de 48 bits e mais 16 bits para o código PIN, que em geral é igual aos quatro últimos dígitos do endereçamento Bluetooth, podendo em alguns

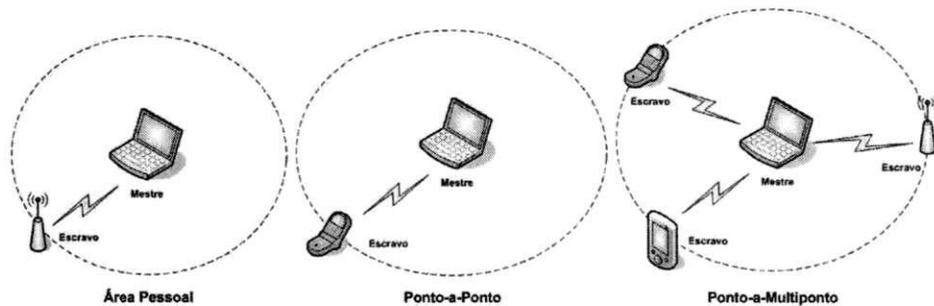


Figura 1.3: Modos de conexão de dispositivos Bluetooth

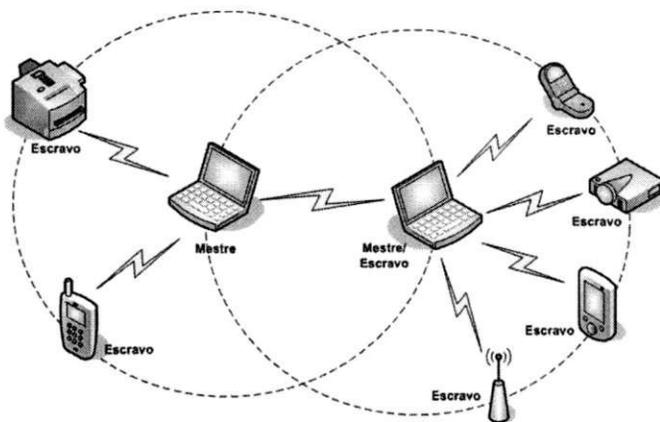


Figura 1.4: Uma scatternet formada por duas piconets.

dispositivos ser modificado.

As conexões entre dispositivos Bluetooth são dadas de três formas (Figura 11.3):

1. PAN, *Personal Area Network*, na qual haverá um dispositivo mestre e outro escravo e a comunicação feita apenas para um único dispositivo presente;
2. Ponto-a-Ponto, conexão para qualquer um dispositivo presente na área de cobertura (ad-hoc);
3. Ponto-a-Multiponto, na qual um mestre pode ser comunicar com até outros sete dispositivos desde que estes sejam seus escravos.

Assim, dispositivos Bluetooth comunicam-se entre si e formam uma rede denominada piconet, na qual podem existir até oito dispositivos interligados, sendo um deles o mestre e os outros dispositivos escravos; uma rede formada por diversos mestres (com um número máximo de 10) pode ser obtida para maximizar o número de conexões. Várias piconets conectadas entre si compõem uma scatternet (Figura 1.4). A banda é dividida em 79 portadoras espaçadas de 1 MHz, portanto cada dispositivo pode transmitir em 79 diferentes frequências; para minimizar as interferências, o dispositivo mestre, após sincronizado, pode mudar as frequências de transmissão do seus escravos por até 1600 vezes por segundo, é o chamado *frequency hopping*. Em relação à sua velocidade pode chegar a 721 Kbps e possui três canais de voz[1].

Há ainda uma classificação referente a arquitetura da pilha Bluetooth implementada no dispositivo. Tal ordenação é dada sob três formas: *Hosted*, *Embedded* e *Fully*

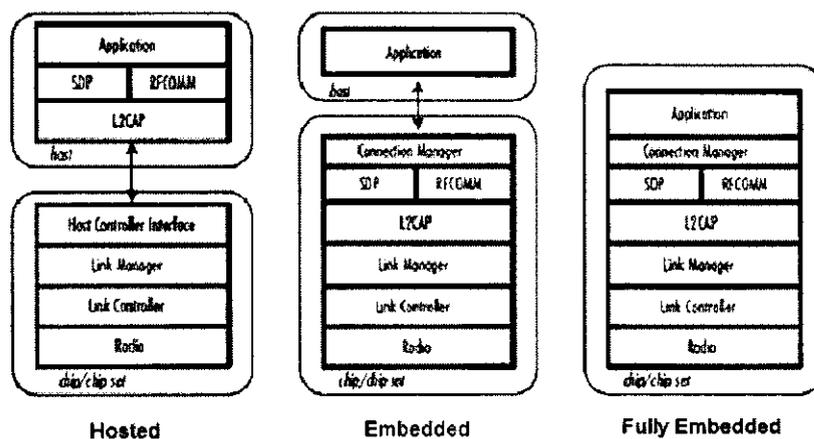


Figura 1.5: Classificação da arquitetura da pilha Bluetooth

Arquitetura da pilha Bluetooth	Permissão ao usuário	Camadas a serem modificadas
Hosted	Sim	L2CAP, RFCOMM e Aplicação
Embedded	Sim	Aplicação
Fully Embedded	Não	Nenhuma

Tabela 1.2: Classificação da arquitetura da pilha Bluetooth

Embedded (Figura 3.5). Na primeira, o usuário tem acesso a camadas da pilha de maneira que possa modificá-la, além de sua aplicação, para uma melhor execução de seu serviço desejado. A segunda é caracterizada por permitir acesso apenas a aplicação, ou seja, o usuário não tem acesso a parte da pilha e sua única permissão é de apenas escolher qual aplicação implantará no dispositivo. Já a terceira classificação é marcada por não permitir nenhum acesso do usuário a nenhuma camada da pilha e nem a aplicação, é o chamado dispositivo pronto apenas utilizado para aplicações específicas. Na tabela 1.2 podemos observar as classificações.

Neste trabalho a utilização do Bluetooth como padrão de comunicação sem fio para o protótipo a ser empregado se deve à forte penetração que a tecnologia tem no mercado doméstico. Outros padrões sem fio até mais eficientes que o Bluetooth podem ser utilizados. Entretanto, a usabilidade de um posterior produto originado do protótipo poderia ser prejudicada.

Para o desenvolvedor de dispositivos com funcionalidades Bluetooth incorporadas ao projeto, parte-se do objetivo de incorporar um módulo sem fio que interfira o menos possível no preço do produto final, caso que nem sempre é possível. A utilização de soluções single-chip testadas também é crítica, uma vez que acelera o tempo de desenvolvimento e evita a necessidade de testes pelos órgãos reguladores para adequação do produto à classificação de dispositivo Bluetooth. Por isso, é aplicado o módulo WBT42 da Wintec.

Trata-se de um módulo sem fio com a pilha de protocolos implementada e testada para que o desenvolvedor o incorpore rapidamente ao seu produto, apesar de o preço por unidade ser maior por causa disto.

Capítulo 2

Materiais e Métodos

Com o objetivo de projetar uma rede de sensores sem fio utilizando a tecnologia Bluetooth, foi projetado no Laboratório de Instrumentação e Controle (LIEC), local o qual forneceu os meios necessários ao desenvolvimento e as rotinas de testes para o experimento. Neste tópico são descritos os principais componentes utilizados.

2.1 Módulo WBTV42 da Wintec

O módulo WBTV42 (Figura 2.1) é um dispositivo Bluetooth da classe 2 com arquitetura *fully embedded*, o qual permite uma comunicação sem fio entre dispositivos Bluetooth através da emulação de uma porta serial. Um dispositivo com periférico de comunicação serial, através de dois fios, transmite cadeias de caracteres para este dispositivo que interpreta estas cadeias e realiza alguma atividade na pilha de protocolos. Isso diminui bastante a carga em termos de tamanho de programa para tratamento da interface de comunicação sem fio[6].

Este módulo possui embarcado uma aplicação que emula a porta serial a chamada SPP, *Serial Port Profile*, que permite a comunicação serial com o mesmo. No entanto, o módulo não pode entrar contato direto com a serial do computador, pois o mesmo trabalha sob uma tensão de alimentação de 3.3V enquanto a serial opera em 12V. Assim é necessário um circuito de condicionamento para permitir operação da interface do mesmo com a porta serial. Faz então necessário a utilização de um MAX232, para

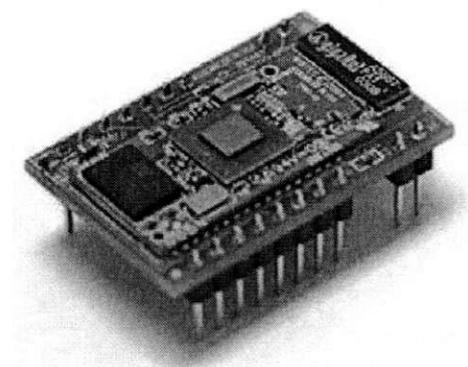


Figura 2.1: Módulo WBTV42

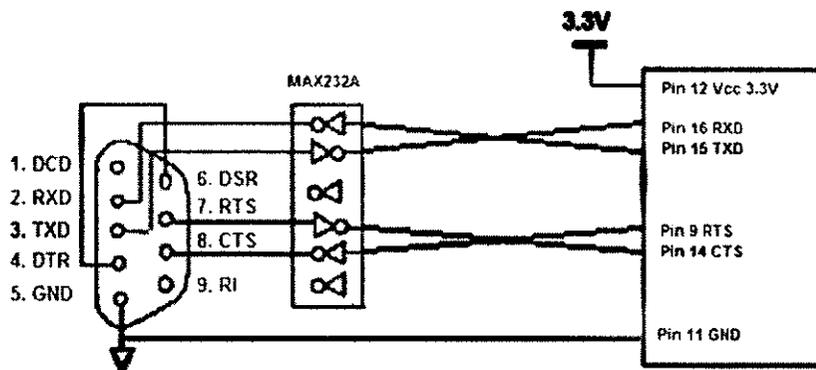


Figura 2.2: Diagrama esquemático da ligação do WBTv42 com a serial

Comando	Sintaxe	Descrição
Discovery	AT+ZV Discovery All SPP	Busca dispositivos com aplicação SPP
Bond	AT+ZV Bond [BT Address] [PIN Code]	Realiza pareamento com o dispositivo
SPP Connect	AT+ZV SPPConnect [BT Address]	Conecta ao dispositivo
SPP Disconnect	AT+ZV SPPDisconnect	Desconecta do dispositivo
Change Baud Rate	AT+ZV ChangeBaud [New Baud]	Muda a taxa de comunicação serial
Change Local Name	AT+ZV ChangeLocalName	Muda o nome do dispositivo na rede
~#^\$~%	~#^\$~%	Prepara dispositivo para modo comando

Tabela 2.1: Principais comandos AT-ZV para WBTv42

abaixar ou elevar as tensões de acordo com a saída desejada (Figura 2.2).

2.1.1 Comandos do WBTv42

Há implementado no chip WBTv uma aplicação que emula a porta serial, SPP *Serial Port Profile*, na qual todo comando enviado ao módulo Bluetooth deve começar com "AT+ZV", e a resposta do módulo Bluetooth sempre será iniciada com "AT-ZV". Comando: a string de comando ASCII envia do host para o módulo Bluetooth. Resposta: a mensagem ou resposta ASCII envia do módulo Bluetooth para o host. Observe que a string de comando não é do tipo case sensitive. Na Figura 2.3, podemos observar comandos e respostas do módulo.

Na Tabela 3, pode-se observar os principais comandos AT+ZV utilizados para comunicação do WBTv42.

Porém, alguns erros podem ocorrer durante a tentativa de comunicação com o módulo. Os mais comuns podem ser vistos na Tabela 2.2:

2.2 Placas de Desenvolvimento ADuC (PD-ADuC)

Os recursos do microcontrolador ADuC montado estão disponibilizados para qualquer sistema externo através de uma placa de uso geral, nomeada PD-ADuC. A PD-ADuC é compatível com: ADuC812, ADuC816, ADuC824, ADuC832, ADuC841 e ADuC842, de forma que a escolha do microcontrolador é feita face à necessidade da aplicação. Com a PD-ADuC podemos realizar diversos experimentos que utilizam os microcon-

```

Tera Term - COM1 VT
File Edit Setup Control Window Help
AT+ZV Reset
AT-ZV ResetPending
AT-ZV -CommandMode-
AT-ZV BDAAddress 000f70102060

AT+ZV EnableBond 000f70102060 1010
AT-ZV EnableBondOk

AT+ZV Discovery All SPP False
AT-ZV InqPending
AT-ZV DiscoveryPending 1
AT-ZV Device 00025b01e046 "LIEC02"

AT+ZV Bond 00025b01e046 1010
AT-ZV BondPending
AT-ZV BondFail
AT-ZV BondFail

```

Figura 2.3: Comandos AT-ZV

Erro	Descrição
ErrConnect	Falha na conexão com o outro dispositivo
ErrInvalidParam	Parâmetro inexistente para o comando
ErrNumParam	Valor do parâmetro do comando impróprio
ErrFormat	Erro na escrita do comando
ErrUnknownCmd	Comando inexistente

Tabela 2.2: Erros comuns dos comandos AT+ZV

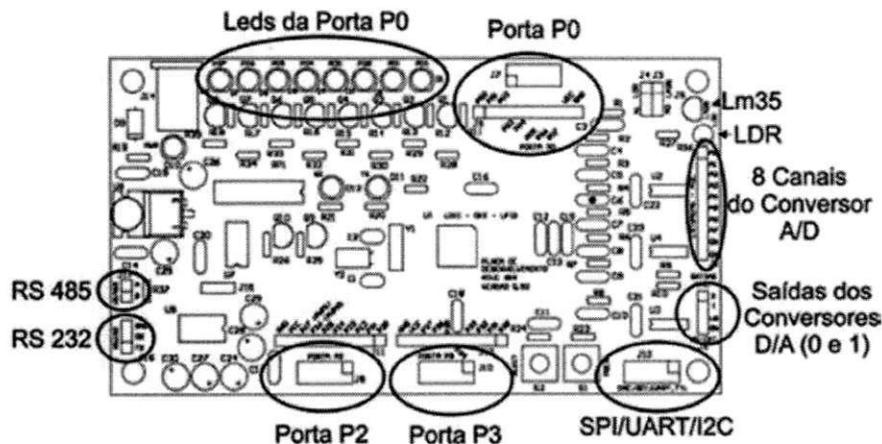


Figura 2.4: Disposição dos recursos da PD-ADuC.

troladores desta linha. A placa possui comunicação serial RS-232 que conectada ao PC, possibilita a gravação do firmware, além de permitir aplicações de aquisição de dados, onde os valores lidos no conversor A/D são transferidos ao PC.

Todos os recursos do ADuC832 estão acessíveis através de conectores (Figura 2.4) utilizados de acordo com as necessidades do projeto em estudo. A PD-ADuC possibilita ao estudante identificar as características da arquitetura e exercitar a utilização dos recursos dos microcontroladores[2].

Cada um dos oito canais do conversor A/D possui um pré-condicionamento de sinal, sendo este composto por um buffer externo que minimiza o erro de carregamento no ponto de medição. Além disso, possui um filtro passa-baixas destinado a eliminar ruídos de alta frequência. Um sensor de temperatura LM35 foi conectado ao canal 0 do conversor A/D do microcontrolador.

Objetivando a possibilidade de expansão, todas as conexões externas da placa estão padronizadas, de forma que equipamentos adicionais quando conectados à PD-ADuC, aumentam sua gama de aplicações. Os oito pinos de cada uma das portas de E/S (Entrada/Saída) do microcontrolador estão disponíveis em conectores individuais juntamente com a tensão de alimentação (5V e GND). Deste modo, as placas suplementares se conectam a PD-ADuC sem a necessidade de alimentação externa. Estas placas adicionais (compatíveis com a PD-ADuC) constituem o que designamos de KIT-ADuC. A seguir são listadas as placas que o compõem:

- Placa de Leds: permite a visualização dos valores das portas de E/S;
- Placa de Relés: quatro relés para conexão em qualquer uma das portas;
- Driver PWM: Amplifica os sinais PWM com nível TTL produzidos pelo microcontrolador, podendo acionar cargas de até 80W;
- Placa de Encoders: possibilita a alimentação e a leitura dos sinais de dois encoders ópticos;
- Mux Analógico: permite a conexão de 32 canais de entrada analógicos com o qual são multiplexados e transferidos à PD-ADuC;
- Módulo de RF, onde a comunicação serial sem fios é estabelecida entre duas ou mais PD-ADuC ou o PC.

Capítulo 3

Procedimento Experimental

Nesta seção tratar-se-á dos procedimentos desenvolvidos no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle os quais originaram o projeto final da rede sem fio Bluetooth para monitoramento de temperatura ambiente utilizando o LM35.

3.1 Rede Bluetooth Ponto-a-Ponto

Dispondo de dois módulos WBT42, conseguimos realizar a comunicação entre os mesmos através dos comandos AT+ZV que emulam a porta serial para comunicação com o dispositivo. Uma vez realizado tal tarefa, colocamos um módulo no computador central e outro atrelado ao microcontrolador, de modo que as informações da temperatura ambiente obtidas pela PD-ADuC são enviadas via Bluetooth para o computador terminal.

Estes dados são observados via MatLab através de uma rotina de aquisição de dados da porta serial. O processo se dá em três fases para realização de uma conexão ponto-a-ponto segura, que são:

1. Descobrir o dispositivo Bluetooth;
2. Sincronizar com o dispositivo descoberto;
3. Transferir dados para o dispositivo sincronizado.

Assim, o nó sensor quando deseja transmitir, ele executa uma seqüência de comandos (AT+ZV) programados e gravados via firmware na PD-ADuC sob a linguagem C, realizando os passos necessários para a transmissão do dado. No nosso caso, estamos transmitindo o valor da temperatura ambiente utilizando o sensor de temperatura LM35.

Uma vez gravados os comandos AT+ZV no ADuC, bem como sua rotina de aquisição de dados de temperatura do LM35 pelo conversor A/D, temos então o nó sensor funcionando de modo independente, de maneira tal que o mesmo só realiza a conexão com o computador central quando houver necessidade de transmissão. É simples saber que esta medida foi adotada a fim e economizar energia, pois o módulo aumenta seu consumo no modo de transmissão.

As faixas de temperatura foram classificadas em três: segura, atenção e alerta. A faixa segura é adotada para temperatura ambiente abaixo de 24°C, entre 24°C e 27°C temos a faixa de temperatura intermediária ou faixa de atenção, e por fim a faixa de alerta, quando a temperatura excederá os 27°C. Para sinalização de cada faixa de

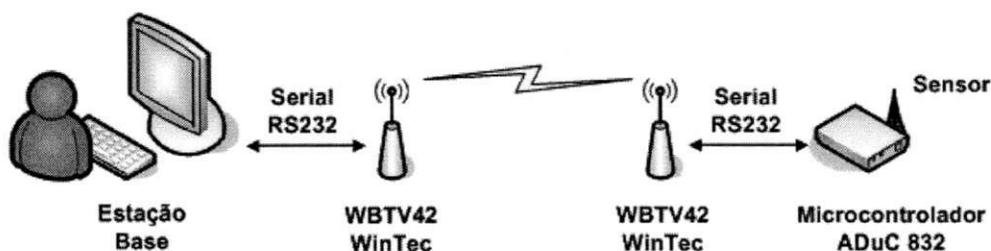


Figura 3.1: Transmissão de dados do nó sensor utilizando módulos WBTV42

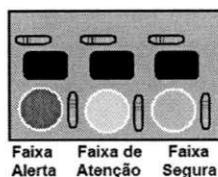


Figura 3.2: LED's indicadores de faixa de temperatura.

temperatura um LED correspondente acenderá, de modo que o verde é para faixa segura, o amarelo para a faixa de atenção e o vermelho para faixa de alerta como pode ser observado na Figura 3.2.

3.2 Nó Sensor

O nó sensor é o componente principal de nossa rede Bluetooth ponto-a-ponto. Ele é formado pelos seguintes componentes:

- Sensor de temperatura LM35;
- Placa de aquisição de dados do microcontrolador (coletará as informações do sensor de temperatura e acionará o chip Bluetooth), PD-ADuC;
- Placa de LED's indicadora das faixas de temperatura;
- Módulo Bluetooth WBTV42 da Wintec (responsável pela transmissão de dados).

Na Figura 3.3 pode ser observado a estrutura do nó sensor.

3.3 Princípio de Funcionamento

Uma vez ligado o nó sensor, este funcionará indefinidamente até que seja desligado. Então, o microcontrolador faz uma varredura contínua da leitura do canal conversor A/D referente a temperatura informada pelo sensor LM35 adquirida pela PD-ADuC neste canal. De acordo com o valor da temperatura ambiente no momento, o nó sensor operará em três modos distintos:

- Modo 1: o valor da temperatura está abaixo de 24°C , logo numa faixa considerada segura, então a transmissão dos dados do nó sensor para o computador central será dada a cada 60 segundos;

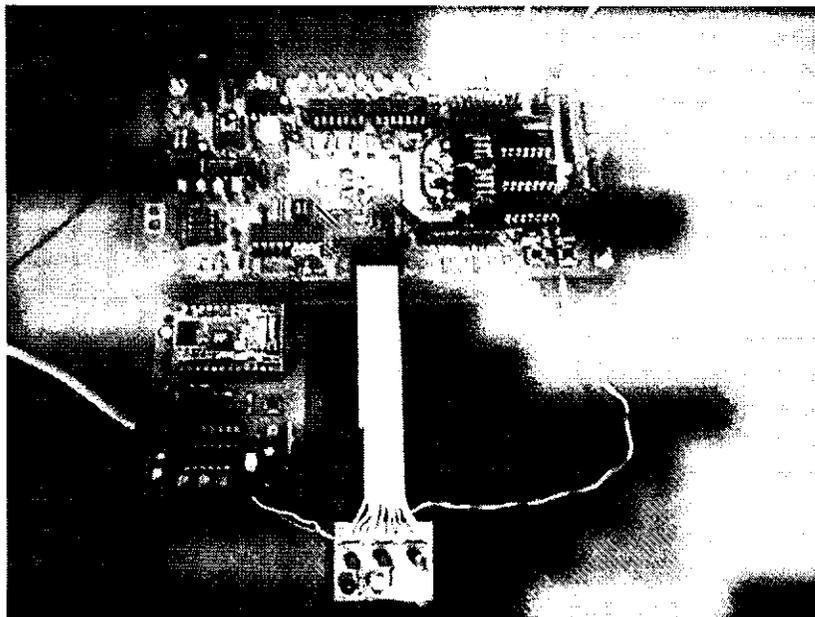


Figura 3.3: Nó Sensor

- Modo 2: o valor da temperatura está acima de 24°C e abaixo de 27°C , logo numa faixa considerada de atenção, então a transmissão dos dados do nó sensor para o computador central será dada a cada 30 segundos;
- Modo 3: o valor da temperatura está acima de 27°C , logo numa faixa considerada de alerta, então a transmissão dos dados do nó sensor para o computador central será dada a cada 10 segundos.

Para todos os modos de operação, o tempo gasto para o monitoramento já inclui o tempo necessário para realizar a conexão entre os módulos WBT42 como pode ser observado na Figura 3.4.

Porém, para que se pudesse obter um monitoramento mais rápido, foi retirado o procedimento de busca do dispositivo Bluetooth, restando o pareamento e conexão. Assim, o microcontrolador já conhece o endereço do dispositivo ao qual tem de se conectar, realizando somente os dois últimos passos necessários para se efetuar a transmissão. Com isso, economiza-se tempo, em torno de 10 segundos.

No seu tempo exato, o nó sensor inicializará a conexão, através dos comandos AT+ZV gravados no microcontrolador, seguido do envio dos dados que serão recebidos no computador central. Porém, os comandos de inicialização também são enviados pelo nó sensor, já que são necessários para se estabelecer uma conexão Bluetooth, e isto acarreta em armazenamento de informação desnecessária, pois somente há interesse nos valores da temperatura ambiente. Para contornar tal situação, foi introduzido um identificador antes do valor da temperatura, de modo que do lado do receptor (computador central) todas as informações serão recebidas, mas apenas as com identificadores serão armazenadas como pode ser visto na Figura 3.5. Este armazenamento se dá através de um rotina de comunicação serial implementada no MatLab, a qual fará aquisição dos dados recebidos pelo WBT42 receptor e plotará o comportamento do mesmo em função do número de amostras (Figura 3.6).

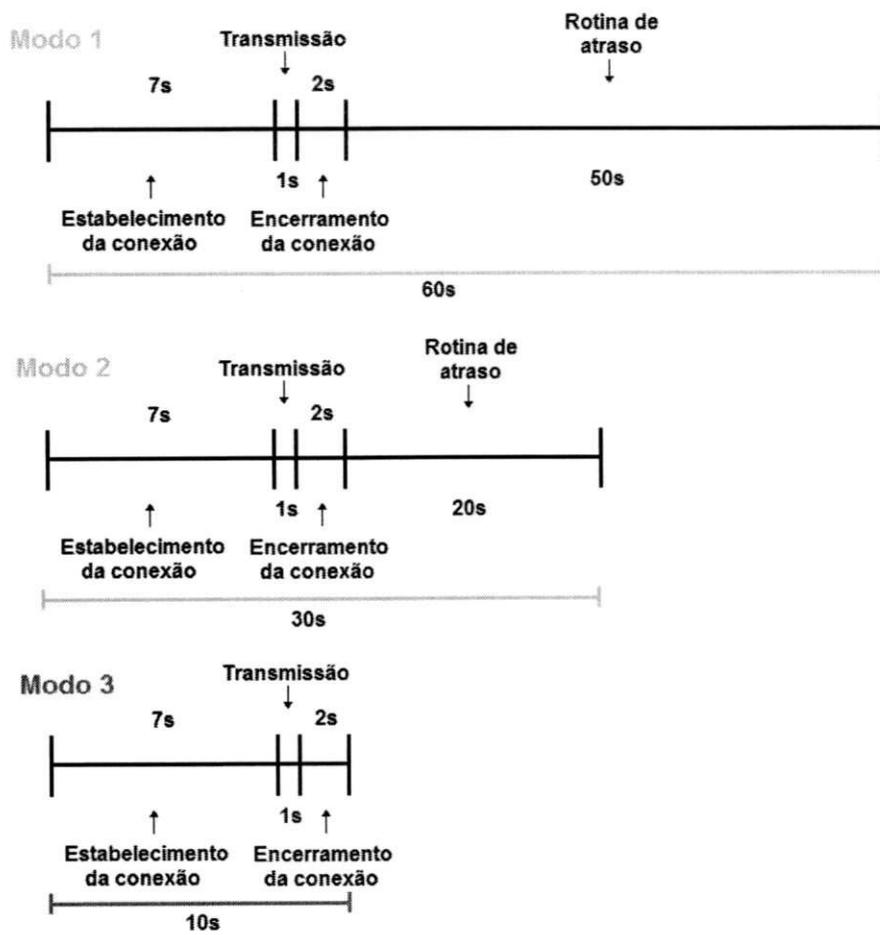


Figura 3.4: Tempo gasto em cada modo de transmissão

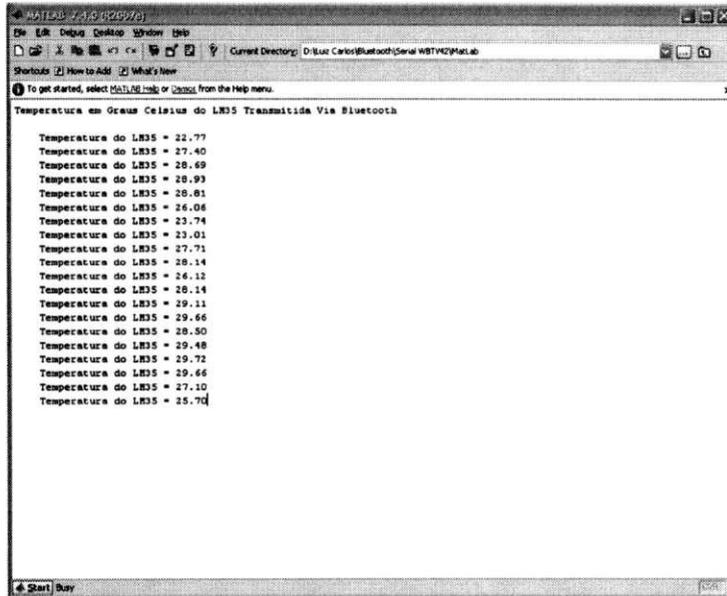


Figura 3.5: Dados adquiridos pelo MatLab

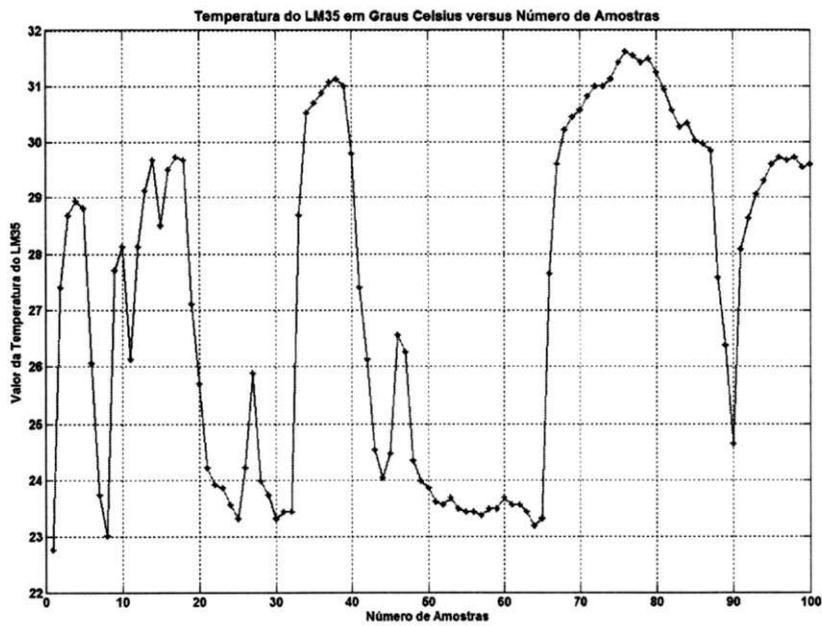


Figura 3.6: Gráfico do comportamento da temperatura pelo número de amostras

Deve-se ressaltar também que o LM35 não necessita de um circuito de condicionamento específico, pois sua característica é linear e diretamente proporcional a a variação da temperatura, de modo que precisamos apenas ajustar o valor obtido pelo canal A/D. Isso é atrativo ao nosso sistema porque não haverá um possível atraso que poderia ser causado pelo circuito de condicionamento.

Observa-se que a variação da temperatura é rápida, quase que instantânea, o que nos é interessante, pois desejamos monitorar a temperatura ambiente naquele momento preciso, e um atraso na mudança de estado da faixa de temperatura, embora o sensor já tivesse mudado o valor de sua leitura, ocasionaria numa aquisição de dado errada por defasamento salvo que, além do atraso da transmissão (devido ao estabelecimento da conexão) ter-se-ia o atraso devido a mudança de estado da faixa de temperatura.

Capítulo 4

Conclusão

Um sistema de monitoramento de temperatura ambiente é algo simples de ser realizado. Neste trabalho, o seu principal objetivo foi alcançado, tendo em vista que se almejava montar ma rede sem fio de monitoramento de temperatura e com tempo resposta rápida. De fato, os resultados obtidos foram satisfatórios, pois ao passo que se conseguiu projetar, configurar e atuar uma rede de sensor sem fio Bluetooth, também foi possível realizar o monitoramento ambiente com alto grau de precisão. Tanto os resultados obtidos quanto o tempo de resposta do sistema foram dentro dos parâmetros esperados.

Portanto, uma rede de monitoramento sem fio Bluetooth é perfeitamente realizável, e sua atuação pode ser expandida para outros campos de interesse, como sistemas de controle ou domótica, dependendo sempre da aplicação em questão. O projetista tem de conhecer bem o seu sistema para saber se uma solução sem fio será ou não viável, em geral sim, mas poderá haver casos que não seja necessário.

Também deve-se observar as vantagens da utilização de conexões Bluetooth, em quais as aplicações o Bluetooth pode ser útil, os tempos de estabelecimento de conexão, suas classes de dispositivos e o formas como se dão os processos de descoberta de dispositivos, de conexão a eles e de descoberta dos serviços oferecidos. Hoje em dia, muitos aparelhos possuem essa tecnologia implementada para sua conexão com demais, e isto pode vir a ser um facilitador no âmbito de aquisição de dados, pois o projetista ou engenheiro teria a capacidade de adquirir informações sobre seu sistema sem ter de acessar um terminal, apenas conectando ao seu aparelho celular ou PDA. A tecnologia Bluetooth já é uma realidade, e as redes de sensores sem fio estão crescendo e sendo bem aceitas no mercado, assim não demorará muito para haver redes sem fio com tecnologias diversas atuando com miscelânea.

Referências Bibliográficas

- [1] Costa Afonso Bacelar Coimbra. Bluetooth, comunicações móveis, Abril 2003.
- [2] Analog Devices. Datasheet aduc832.
- [3] Gordon McNutt Bill Munday David Kammer Jennifer Bray, Brian Senese. *Bluetooth Application Developer's Guide*. CRC Press. United States of America, Fevereiro 2002.
- [4] Thienne M. Johnson. Redes de sensores sem fio (rssf): Uso de comunicação sem fio. <http://www.wirelessbrasil.org>, Abril 2008.
- [5] National Semiconduter. Lm35 datasheet.
- [6] Wintec Technologies. Wbtv42 specification rev 1.3.