

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Remote Device Control and Data Acquisition Using Embedded Systems

This is a pre print version of the following article:

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/2024770> since 2024-10-18T07:32:09Z

Published version:

DOI:10.1109/tla.2011.6096976

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

Remote Device Control and Data Acquisition Using Embedded Systems

J. d. S. Andrade, M. V. S. Sodré, D. S. Dominguez, F. M. Milian and M. Torres

Abstract— The objective of this article is show the control of electro-electronics devices using a PC software and a embedded system, sending and receiving remote data over one kilometer. The text shows the radiofrequency interface, the choice and programming of a microcontroller and the PC software that controls it. This work shows the control and communication between a microcomputer and a microcontroller over large distance is possible and can be made with few resources.

Keywords— microcontroller, wireless data acquisition, control of electronic devices.

I. INTRODUÇÃO

OS MICROCONTROLADORES se popularizaram principalmente pela facilidade e pelo baixo custo oferecido no desenvolvimento de projetos envolvendo eletrônica, além de simplificar e reduzir a complexidade dos circuitos. São utilizados nas mais diversas aplicações, como exemplo de uso, um forno de micro-ondas, que tem seu display, teclado e funções de aquecimento micro controladas, ou mesmo uma aplicação mais simples como um controle remoto de uma televisão.

Levando isso em conta, foi proposta uma maneira de controlar alguns dispositivos em uma área entre um e cinco quilômetros, utilizando um aplicativo que pode ser controlado pelo usuário, tudo isso de forma transparente ao mesmo. Tudo que o usuário terá que fazer, é ligar os dispositivos a serem controlados nas tomadas disponibilizadas e instalar o software no computador, para que ele possa ligar ou desligar qualquer um dos dispositivos, ou mesmo programar o acionamento de acordo com uma agenda pré-determinada, tudo isso remotamente utilizando radiofrequência.

Na próxima seção apresentam-se os trabalhos relacionados ao nosso projeto. Na seção III trás os materiais e métodos utilizados, na seção IV os resultados e finalizando a seção V as conclusões encontradas.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Foi utilizada comunicação de radiofrequência como método de transmissão. Em [1] e [2] temos aplicações similares que utilizam radiofrequência, mas que tem

limitações restritivas em relação à distância máxima de transmissão de dados.

Atualmente, existem numerosas soluções comerciais baseadas em vários protocolos criados para automação de edifícios. De acordo com [3], podem ser utilizados sistemas inicialmente desenvolvidos nos Estados Unidos, como o X-10, o CEBus (Consumer Electronics Bus), o Smart House e o LonWorks, ou sistemas inicialmente desenvolvidos na Europa, como o BatiBUS, o EIB (European Installation Bus) e o EHS (European Home Systems), que necessitam de uma série de dispositivos de controle e inviabilizam uma solução de baixo custo. Com objetivo de minimizar ao máximo os custos foi desenvolvido um protocolo próprio de comunicação.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Microcontroladores

Na execução do projeto, foi utilizado um kit didático PICGENIOS (Fig. 1) que conta com alguns dispositivos de entrada e de saída como teclado matricial de dezesseis teclas, display LCD de dezesseis caracteres por duas linhas, dois relés 5V por 125AC, sensor de temperatura, resistência de aquecimento, porta de comunicação serial USART dentre outros periféricos.



Figura 1. Kit PICGENIOS 18F Ver: 3.0.

O MCU do kit é um microchip PIC 18F452-I/P e conta com as seguintes características técnicas: memória de programa tipo FLASH, memória de programa de 32KB, velocidades de CPU de 10 MIPS, 1536 Bytes de RAM, 256 Bytes de dados EEPROM, comunicação digital (1-A/E/USART, 1-MSSP (SPI/IC), 2 periféricos de Captura/Comparação/PWM, 1 timer de 8 Bits e 3 de 16 Bits, conversor analógico digital 8 canais, 10 bits, amplitude de

J. dos S. Andrade, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Ba, jsandrade@gmail.com

M. V. S. Sodré, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Ba, marcus@sodre.eti.br

D. S. Dominguez, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Ba, dany@labbi.uesc.br

F. M. Milian, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Ba, felix_mas_milian@yahoo.com

M. Torres, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-Ba, mxt2000@yahoo.com.br

temperatura -40 C° a 125 C°, amplitude da tensão de operação 2V a 5.5V, 40 pinos como Fig. 2.

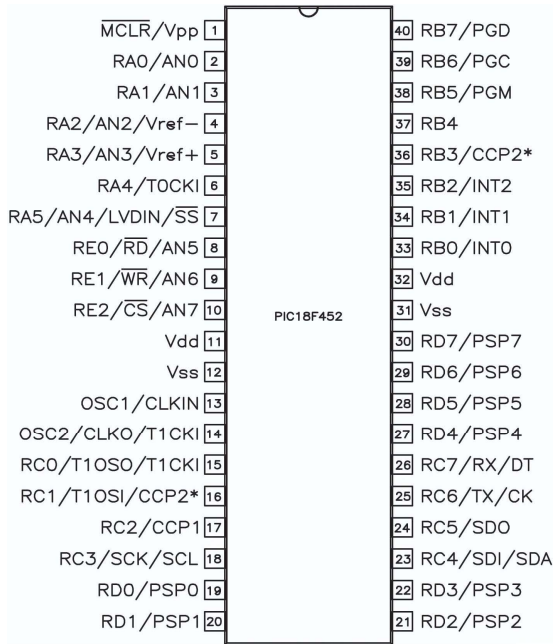


Figura 2. Diagrama de pinos do MCU PIC18F452 [4].

Foram utilizados os dois relés do Kit para demonstrar o efetivo controle de qualquer dispositivo genérico que utilize tensão de 127V AC. As saídas do microcontrolador não suportam grandes correntes, logo se fazem necessárias interfaces para utilização de cargas maiores. Em [5] é demonstrada uma interface para ligar cargas de 127V/220V AC utilizando um transistor DB137 (FIG. 3), com suas características descritas em [6].

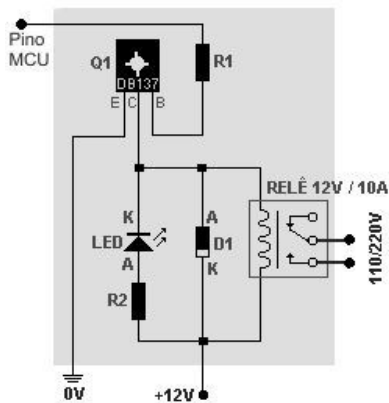


Figura 3. Circuito de interface usando DB137 para acionar uma carga de 110V ou 220V AC.

No Kit temos dois relés (Fig. 4) ativados com a tensão 5VDC devidamente ligados com a utilização de transistores de maneira similar à utilizada em [5].

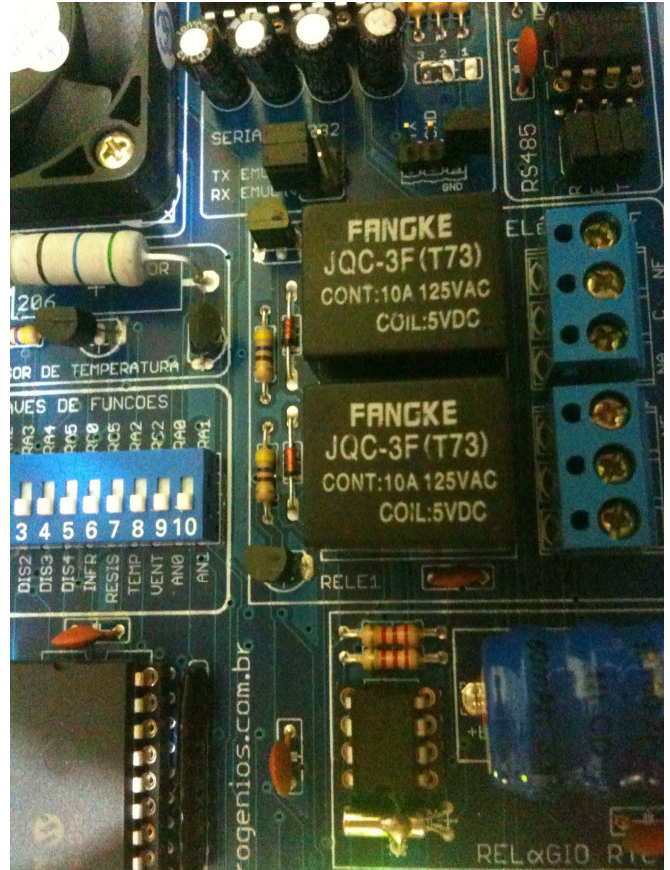


Figura 4. Relés FANGKE 10A 5VDC 127VAC.

Foram feitas conexões de tomadas a serem utilizadas para ligação dos dispositivos (Fig. 5). Os relés são de 10 amperes e 125V AC, portanto adequados para ligação da maioria dos dispositivos e suficientes para o protótipo. Em caso de cargas maiores podem ser utilizadas chaves contatoras, que segundo [7] podem ser definidas como um interruptor controlado à distância pela ação de um eletroímã, permitindo o acionamento de grandes cargas da ordem de centenas de amperes, sendo largamente usadas na indústria. Utilizam-se algumas teclas do teclado matricial para ligar ou desligar os dispositivos localmente.



Figura 5. Tomada para conexão do dispositivo.

A programação do MCU foi feita utilizando a linguagem C para PIC utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado da Mikroeletronika Mikro C Pro versão 1.65.

A programação do microcontrolador se resumiu basicamente a configurar os periféricos (relés e teclado) e à configuração da porta de comunicação serial UART do kit PICGENIOS com o PC seguindo instruções descritas em [8].

Os relés estão conectados aos pinos RC0 e RE0 das portas C e E respectivamente.

Abaixo é mostrado um trecho do código responsável por controlar os relés, permitindo ligar ou desligar os dispositivos.

Algoritmo 1 – Ativa e desativa os relés.

```

if (uart_rd == 'A')
{
    PORTE.RE0 = 1; // Liga Rele 1
    controleA = 1;
    Delay_ms(100);
}
if (uart_rd == 'B')
{
    PORTE.RE0 = 0; // Desliga Rele 1
    controleA = 0;
    Delay_ms(100);
}

if (uart_rd == 'C')
{
    PORTC.RC0 = 1; // Liga Rele 2
    controleB = 1;
    Delay_ms(100);
}
if (uart_rd == 'D')
{
    PORTC.RC0 = 0; // Desliga Rele 2
    controleB = 0;
    Delay_ms(100);
}

```

São utilizadas duas variáveis de controle (controleA e controleB) para armazenar o status dos dispositivos eletrônicos. Desta forma, se os dispositivos forem acionados diretamente na placa do MCU, o software do PC será capaz de exibir ao usuário o status atualizado.

O comando `uart_rd` faz a leitura da interface serial do microcontrolador e dependendo do carácter recebido, o algoritmo toma uma decisão.

Os caracteres alfanuméricos A, B, C e D fazem parte do protocolo de controle criado que ativa ou desativa os relés.

No algoritmo 2, tem-se um exemplo de configuração de alguns pinos do MCU sendo configurados, já que no PIC são customizáveis e podem ser usados tanto como entrada ou saída.

Algoritmo 2 – Configurando os pinos do microcontrolador para entrada ou saída.

```

TRISE.RE1=0; //Define o pino 1 do PORTE como saída.
TRISE.RE2=0; //Define o pino 2 do PORTE como saída

```

```

TRISB.RB5=1; //Define o pino 5 do PORTB como entrada

```

B. Comunicação entre o PC e o MCU

A conexão do entre o PC e o MCU foi feita inicialmente com cabo serial de nove vias (DB9) e utilizando a interface de hardware serial UART descrita em [8].

A comunicação ocorre em modo full duplex e utiliza apenas três condutores (Fig. 6). O pino de TX do PC (pino dois do conector DB9) é ligado ao RX do MCU (pino RC7) ao passo que o RX do PC (pino 3 do conector DB9) é ligado ao TX do MCU. O terceiro pino (pino 5 do conector DB9) de ambos é ligado ao terra.

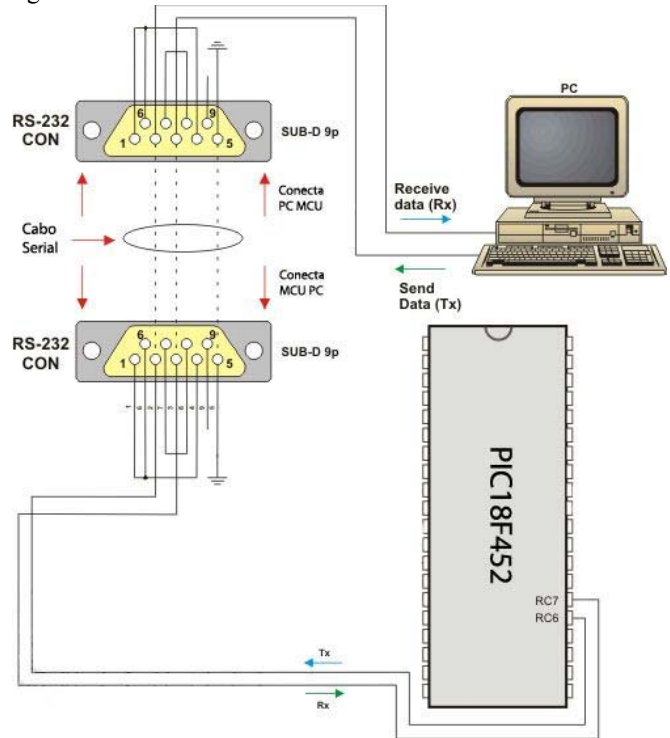


Figura 6. Conexão do PC com o MCU.

C. Comunicação sem fio

Em um primeiro momento pensou-se em utilizar um circuito de comunicação sem fio e desenvolver todas as etapas de confecção do mesmo.

Depois de algumas tentativas, conclui-se que as interferências de frequências externas eram muito difíceis de serem resolvidas e atrasaram bastante o desenvolvimento do projeto. Seria necessário blindar o circuito receptor usando uma gaiola de Faraday, que foi confirmado nos testes. Outra providência tomada para reduzir as interferências foi a melhoria da fonte de alimentação do circuito de transmissão sem fio estabilizando a tensão utilizando um circuito integrado regulador de tensão 7805, com suas características descritas em [9], e o uso de capacitores eletrolíticos como filtros na entrada e na saída reduzindo ou quase eliminando as interferências (Fig. 7 e Fig. 8).

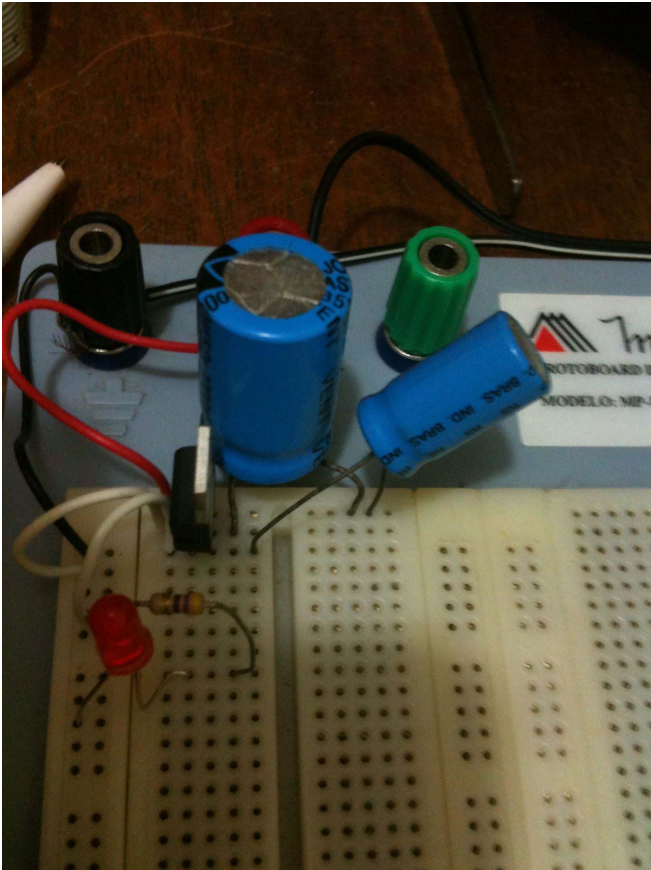


Figura 7. Regulador 7805 e filtro com capacitores eletrolíticos na entrada e na saída.

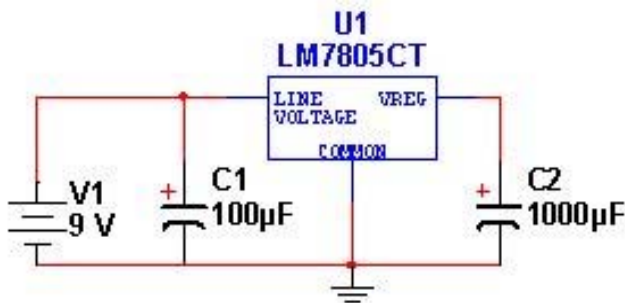


Figura 8. Circuito de filtro e regulador de tensão.

Outro grave problema dos transmissores próprios era o alcance limitado a cem metros, incompatível com o objetivo de transmissão em grandes distâncias.

Resolveu-se utilizar então módulos de comunicação serial industriais, que possuem os transceptores blindados e, portanto muito menos suscetíveis às interferências na comunicação.

Foram escolhidos dois módulos do fabricante Shanghai Sunray Technology Co devido a sua grande potência de transmissão e à facilidade de integração ao projeto.

O primeiro módulo testado foi um transceptor modelo SRWF-1022 (Fig. 9), com suas características descritas em [10].



Figura 9. Transceptor SRWF-1022.

Com o uso do transceptor a transmissão sem fio tornou-se completamente transparente à aplicação. O equipamento possui uma porta de comunicação serial de velocidade de 9600Kbps que pode utilizar níveis de sinal TTL (transistor to transistor logic) com nível lógico alto de 5VDC ou trabalhar com o padrão RS232 ou ainda RS485, largamente utilizados na indústria e em muitas aplicações comerciais como, por exemplo, impressoras fiscais, leitores de código de barras, etc.

O módulo sem fio pode trabalhar em oito canais diferentes, o que permite a um só nó receptor estabelecer comunicação com diversos outros em um mesmo ambiente sem interferências.

Uma das grandes vantagens desse equipamento é o seu alcance. Segundo o fabricante, utilizando-se uma antena a dois metros do chão em campo aberto se consegue uma transmissão numa distância de 1200m.



Figura 10. Transceptor SRWF-1028.

O segundo transceptor testado, SRWF-1028 (Fig. 10), com características descritas em [11], é do mesmo fabricante, e possui características técnicas similares ao SRWF-1022, entretanto possui uma potência de transmissão maior podendo alcançar 4500m em campo aberto utilizando uma antena posicionada a dois metros do solo.

No desenvolvimento do protótipo final, utilizamos dois módulos SRWF-1022 que possuem o alcance de mil e duzentos metros. O módulo SRWF-1028 pode ser utilizado sem nenhuma modificação no projeto e a distância de transmissão chega a quatro mil e quinhentos metros.

A conexão física do transceptor ao kit PICGENIOS foi feita utilizando um cabo serial padrão conectado aos pinos de RX e TX do MCU (RC6 e RC7 respectivamente) e utilizadas as bibliotecas de comunicação serial UART do MikroC Pro. A conexão do transceptor ao PC foi feita interligando seus pinos de RX e TX.

D. Aplicativo do PC

Foi criada uma aplicação utilizando JAVA para interface entre o PC e o microcontrolador. O programa segue um protocolo de comunicação criado que lê e recebe caracteres (um byte) de controle pré-definidos que executam ações. O cliente pode acionar ou desligar os dispositivos conectados ao controlador além de poder bloquear o acesso, não permitindo que sejam feitas alterações dos estados dos mesmos no microcontrolador.

Quase todas as linguagens possuem bibliotecas de acesso à porta serial, o que poderia ser feito utilizando outros sistemas operacionais e linguagens diversas, flexibilizando o desenvolvimento de aplicações para o produto.

A interface da aplicação (Fig. 11) permite que o usuário estabeleça a comunicação com os dispositivos ao clicar no botão Conectar. O usuário poderá alterar seus status remotamente e ainda programar a ativação ou desativação dos dispositivos, informando à hora para execução da ação. O ícone se altera, indicando se o dispositivo está ativado ou não.

Todas as ações efetuadas no aplicativo do PC ou pela placa do MCU geram uma mensagem de aviso que é exibida em uma caixa de texto.

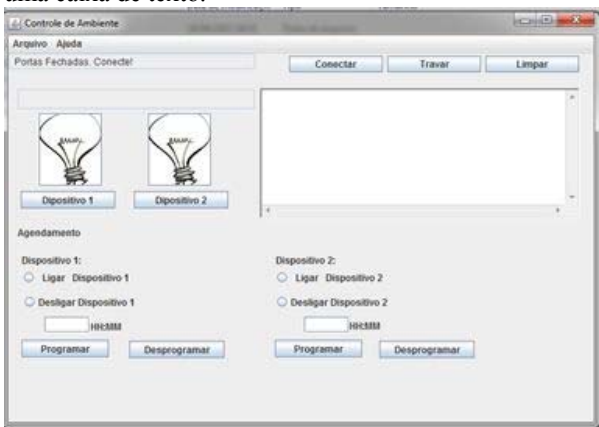


Figura 11. Interface do aplicativo de controle.

IV. RESULTADOS

Foram feitos testes na comunicação sem fio em um raio de duzentos metros, utilizando-se a antena padrão que veio com os transceptores e o controle dos dispositivos foi realizado de acordo com o que foi proposto. De acordo com o fabricante, é possível com a utilização de antenas externas, posicionadas a dois metros do solo e em um campo aberto, a comunicação até aproximadamente um quilometro utilizando o transceptor SRWF-1022 e por volta de cinco quilômetros utilizando o SRWF-1028. Dependendo da necessidade do usuário, escolher-se-á o transmissor adequado. O SRWF-1028 tem o custo sessenta e seis por cento mais alto que o SRWF-1022.

V. CONCLUSÃO

Para efeito de protótipo foi feita uma pequena aplicação totalmente funcional somente para demonstração da capacidade e facilidade de execução do projeto em toda sua extensão. Foi colocada uma tomada conectada a rede elétrica AC, em que pode ser ligado qualquer dispositivo com potências menores que mil Watts. Uma segunda etapa seria montar um produto comercial com expansões modulares para serem utilizados em indústrias ou clubes para controle de equipamentos, ligação de lâmpadas, portões, alarmes de forma automática e com possibilidade de controle via internet.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério de Ciência e Tecnologia e ao Conselho Nacional de Pesquisa pelo apoio ao projeto através do Edital MCT/CNPq nº 11 /2007 - Extensão Inovadora 2007.

Agradecemos ao Dr. César Alberto Bravo Pariente pela sua ajuda com a editoração final do artigo.

REFERÊNCIAS

- [1] FERRASA, MARCELO; BIAGGIONI, MARCO ANTONIO M.; DIAS, ARIÂNGELO HAUER. Sistema De Monitoramento Da Temperatura E Umidade Em Silos Graneleiros Via Radiofrequência (Rf). Acesso em 14/05/2011: <http://200.145.140.50/index.php/energia/articulo/viewFile/61/42>.
- [2] NUNES, RAFAEL AUGUSTO REIS; MOSCOSO, MÁRCIO NAZARENO DE ARAÚJO, Desenvolvimento Prático De Um Protótipo Utilizando Rádio Freqüência Para Transmissão De Sinais Captados Através De Sensores Infravermelhos. Acesso em 10/05/2011: <http://www3.iesam-pa.edu.br/ojs/index.php/computacao/articulo/viewFile/157/146>.
- [3] FERREIRA, JOÃO ALEXANDRE OLIVEIRA, Interface Homem-Máquina Para Domótica Baseado Em Tecnologias Web. Acesso em 08/03/2011: http://paginas.fe.up.pt/~ee01117/re1_6JUL.pdf.
- [4] Datasheet do MCU PIC18f452. Acesso em 18/11/2010: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39564c.pdf>.
- [5] MESSIAS, Antônio Rogério (2000). Controlando 32 Aparelhos Externos Através Da Porta Paralela. Acessado em: 01/10/2010: www.rogercom.com.
- [6] Datasheet do transistor DB137. Acesso em 18/11/2010: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/150704/CDIL/CDB1370EF.html>.
- [7] ROULDÁN, JOSÉ, Manual De automação por contadores. Editora Hemus, 186p.
- [8] MICROE TECHNOLOGY INC, MikoC For Pic User Manual. Acesso em 14/11/2010: www.mikroe.com/pdf/mikroc_pic_pro/mikroc_pic_pro_manual_v100.pdf.

- [9] Datasheet do regulador de tensão 7805. Acesso em 17/11/2010: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/228/390068_DS.pdf.
- [10] Datasheet do transceptor SRWF-1022. Acesso em 18/11/2010: <http://www.tato.ind.br/files/SRWF-1022%20user%20manual.pdf>.
- [11] Datasheet do transceptor SRWF-1028. Acesso em 18/11/ 2010: <http://www.sunrayrf.com/upimages/2010111111436866.pdf>.



J. d. S. Andrade Nasceu em Ilhéus, Bahia, Brasil, aos 29 de janeiro de 1983. Graduo-se em Ciência da Computação na Universidade Estadual de Santa Cruz em 2007, especialização em Gestão de Sistemas e Computação na Faculdade Madre Tháís, ingresso em 2009. Interesses estão relacionados com engenharia de software e banco de dados.



M. V. S. Sodré nasceu em Itapetinga, Bahia, Brasil, aos 21 de Setembro de 1978. Graduou-se em Ciências da Computa o na Universidade Estadual de Santa Cruz em 2009, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Santa Cruz, ingresso em 2011. Seus interesses estão relacionados   automatiza o de processos produtivos, instala es elétricas e planejamento de sistemas elétricos de potência.



D. S. Dominguez Nasceu na Habana, Cuba em 30 de Novembro de 1975. Formou-se em Engenharia Nuclear pelo Instituto Superior de Ciências e Tecnologia Nuclear (INSTEC) da Habana em 1998, Mestre em Instala es Energéticas e Nucleares pelo INSTEC em 2000 e Doutor em Modelagem Computacional na Universidade Estadual de Rio de Janeiro em 2006. Atua como professor do Curso de Computa o da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia desde 2005. Seus interesses acad micos são modelagem e simula o computacional, computa o de alto desempenho e algoritmos.



F. M. Milian, nasceu em Havana, Cuba, o 23 de novembro de 1977. Graduo-se em Licenciado em Física Nuclear no Instituto Superior de Ciências y Tecnologia Nucleares (ISCTN) Cuba em 2001, Mestre em Física Nuclear com ênfase em Instrumenta o Nuclear na mesma institui o em 2002, e Doutor em Física na Universidade de São Paulo em 2006. Trabalha no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, onde   professor desde 2008. Seus interesses estão relacionados com sistemas embarcados e simula o computacional de fen menos físicos.



M. Torres Nasceu em Cali, Col mbia, aos 18 de Abril de 1968. Graduou-se em Engenharia Elétrica na Universidad Del Valle em 1991, Mestre em Sistemas Eletr nicos na Universidade de São Paulo em 1994 e Doutor em Sistemas Eletr nicos na Universidade de São Paulo em 1999. Trabalha no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, onde   professora desde 2004 e coordena o Programa de Pós-Gradua o em Sistemas Embarcados. Seus interesses estão relacionados com sistemas embarcados, computa o de alto desempenho e bioinformática.