

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATS E TECNOLÓGICAS**  
**ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**CAMARA FRIA**

**CURITIBA**

**2010**

**FERNANDO P. GOMES**

**LAURA WOBETO**

**LEONARDO ALVES FERREIRA**

**MARCELO JÚNIOR COSSETIN**

**CAMARA FRIA**

Documentação apresentada ao curso de Engenharia de Computação (Turma U - Matutino) do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como critério de avaliação nas disciplinas de Microprocessador I e Eletrônica I, sob a orientação do **Prof. AFONSO FERREIRA MIGUEL**, e **Prof. IVAN JORGE CHUEIRI**.

**CURITIBA**

**2010**

## **AGRADECIMENTOS**

Somos muito gratos a todos aqueles que reservaram um tempo para nos ajudar durante esta caminhada, dentre esses professores, família, amigos, colegas de curso, colegas de trabalho, funcionários da PUC, entre outros. Em adição, gostaríamos de agradecer de modo especial ao :

**Professor Afonso Ferreira Miguel**, responsável pela verificação semanal da evolução do projeto, sempre disponibilizando-nos materiais de apoio para a conclusão, nos auxiliando nos momentos de dúvidas, perante as diversas dificuldades encontradas, sempre como uma visão mais abrangente, nos ajudando nas definições gerais desde software ao hardware, sempre nos lembrando que colhemos frutos do que plantamos.

**Professor Ivan Jorge Chueiri**, responsável pela modulação do projeto perante a parte eletrônica, nos auxiliando na aquisição dos componentes ideais à serem utilizados e circuitos a serem desenvolvidos.

**Sr. Geraldo** (Laboratório de Modelos), por nos auxiliar no manuseio das ferramentas do Laboratório de Modelos e por disponibilizar equipamentos e materiais necessários para a montagem da estrutura.

Á todos o nosso muito obrigado !

Fernando P. Gomes  
Laura Wobeto  
Leonardo Alves Ferreira  
Marcelo Junior Cossetin

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	JUSTIFICATIVAS .....	7
3	METODOLOGIA .....	8
4	RESPONSABILIDADES .....	9
5	OBJETIVO .....	10
6	COMPONENTES .....	11
6.1	Resistor.....	11
6.2	Capacitor .....	11
6.3	Transistor.....	12
6.4	Pastilha Peltier .....	12
6.5	Relé .....	13
6.6	Cooler e Dissipador .....	13
6.7	Dimmer .....	14
6.8	Cristal Oscilador .....	14
6.9	Sensor.....	15
6.9.1	SHT 75 .....	15
6.10	Circuitos Integrados .....	15
6.10.1	AT89S52 .....	15
7	PROJETO – CÂMARA FRIA.....	16
7.1	Estrutura .....	16
7.2	Comunicação I2C [Microprocessador - Sensor] .....	18
7.2.1	Código Fonte .....	21
8	PROBLEMAS E SOLUÇÕES .....	25
9	CONCLUSÃO .....	26
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resistor.....	11
Figura 2 - Capacitor .....	11
Figura 3 - Transistor.....	12
Figura 4 - Pastilha Peltier .....	13
Figura 5 - Relé .....	13
Figura 6 - Cooler e Dissipador .....	14
Figura 7 - Cristal Oscilador .....	14
Figura 8 - Sensor SHT75.....	15
Figura 9 - AT89S52 .....	15
Figura 10 : Diagrama de Blocos CAMARA FRIA.....	16
Figura 11 - Conjunto para refrigeração .....	17
Figura 12 - Placa de apoio para SHT75 .....	17
Figura 14 - Conectores da parte externa .....	18
Figura 13 - Dimmer parte externa.....	18
Figura 15 - Dimmer parte interna .....	18
Figura 16 - Placa do microprocessador.....	19
Figura 17 - Placa de conexão (fio - microprocessador) .....	19
Figura 18 - Placa do circuito impresso do circuito de controle da corrente da Peltier ...	21

## **1 INTRODUÇÃO**

O projeto desenvolvido durante o 5º período do Curso de Engenharia da Computação, se resume em uma câmara fria.

Como a principal característica de um projeto é sua limitação no tempo, usamos de um cronograma desenvolvido pela equipe para otimizar o tempo e atingir os objetivos dentro do prazo estipulado. Assim dividimos em etapas o processo projetual, listadas abaixo:

- Ante-projeto (Plano de Trabalho, Especificação de requisitos);
- Montagem (Estrutura);
- Estudo/Teste (Comunicação I2C, SHT75, AT89S52);
- Implementação (Comunicação I2C [AT89S52 – SHT75]).

Por fim com todo o projeto em mãos passamos para etapa de testes, onde obtemos os resultados esperados, preparando então esta documentação a qual apresenta tanto os passos do desenvolvimento do projeto detalhadamente como os resultados desse processo.

## **2 JUSTIFICATIVAS**

Um gabinete bem como muitos produtos eletrônicos, possuem problemas de superaquecimento que acaba limitando ou até danificando o produto.

Com a finalidade de disponibilizar mais uma alternativa para tentar minimizar ou até mesmo solucionar este tipo de problema, resolvemos desenvolver um mecanismo de resfriamento com o uso de um sensor de temperatura e uma pastilha Peltier que será acionada quando o interior do produto ultrapassar determinada temperatura.

### **3 METODOLOGIA**

Primeiramente foi montada a estrutura que nada mais é do que uma caixa de madeira que contem em seu interior uma lâmpada para simular a variação de temperatura de um equipamento que dissipe calor, o sensor para medir a temperatura interna e a pastilha Peltier acoplada a uma das laterais entre dois dissipadores que por sua vez foram ligados a dois ventiladores.

Feito isso, desenvolveu-se os circuitos, alguns com a função de apenas dar uma melhor estrutura para o projeto, como o circuito para fixar o sensor e o circuito para enviar as informações do sensor para o microprocessador juntamente com a alimentação dos coolers. E outros circuitos de importância funcional no projeto, como o circuito que faz o chaveamento da alimentação da pastilha Peltier e o circuito que contem o micro processador.

Após toda estrutura estar completa começou os estudos que envolviam a comunicação entre o sensor e o microprocessador. Após a estruturação da comunicação desenvolveu-se o programa para o microprocessador em linguagem C. A programação tem como função obter o valor que o sensor esta lendo e através desse indicar se a temperatura esta estável para controlar a temperatura da caixa através do acionamento da pastilha peltier.

Por ultimo foi feita a documentação do projeto e com isso a sua conclusão.

#### **4 RESPONSABILIDADES**

Para que o projeto obtivesse este sucesso, fez-se necessário durante todo o seu desenvolvimento a participação ativa de todos os participantes do grupo e também dos professores, sendo exigido que cada um muita responsabilidade, seriedade e muita força de vontade em todos os eixos. Cada integrante teve a sua responsabilidade desempenhando-a com o máximo de comprometimento. Os professores estiveram aptos a responder todas as nossas dúvidas em relação ao projeto nos ajudando e ofertando-nos novas idéias.

Podemos contar com as estruturas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, sendo uma das responsabilidades essenciais, pois são nos laboratórios com os devidos equipamentos que conseguimos levar o projeto adiante.

## **5 OBJETIVO**

O objetivo principal é proporcionar ao usuário mais uma forma de controlar a temperatura de equipamentos eletrônicos que sofrem com superaquecimento interno, através de um sensor ligado a um microprocessador que avalia a temperatura e ativa um dispositivo que resfria, sendo este uma pastilha Peltier.

## 6 COMPONENTES

Antes de definir o projeto, estaremos passando especificações sobre os componentes usados para o desenvolvimento do projeto.

### 6.1 Resistor

Basicamente a função de um resistor para a física é a transformação de energia elétrica em energia térmica, porém acaba que por sua vez controlando a intensidade de corrente elétrica evitando que outros componentes estraguem.



**Figura 1 - Resistor**

### 6.2 Capacitor

Um capacitor é um componente elétrico passivo que pode armazenar energia em um campo elétrico, entre um par de condutores (camadas "placas"). O processo de armazenamento de energia no capacitor é conhecido como "carregamento" e envolve cargas elétricas de igual magnitude, mas polaridade oposta, acumulando-se em cada uma das placas. A habilidade de um capacitor em armazenar carga é medida pela sua capacitância, em unidades de farads. Capacitores são frequentemente usados em circuitos elétricos e eletrônicos, como dispositivos de armazenamento. Eles também podem ser usados para diferenciar sinais de alta e baixa frequências. Esta propriedade os torna úteis como filtros em eletrônica. Na prática, os capacitores possuem resistências internas, vazamento de carga, indutância e outras propriedades não ideais, não encontradas em um capacitor teórico, ideal.



**Figura 2 - Capacitor**

### 6.3 Transistor

Um transistor funciona com o mesmo princípio de um registro de água em que, ele irá controlar o fluxo de elétrons:

- O transistor é constituído de três pinos chamados, emissor, coletor e base;
- O pino "base" é que controla o fluxo de corrente (como o registro de água) do emissor e coletor;
- Uma pequena corrente na base faz-se com que aumenta-se o fluxo entre o coletor e base. Voltando ao registro de água, um pequeno giro no registro, logo, aumenta-se muito a saída da intensidade de água.

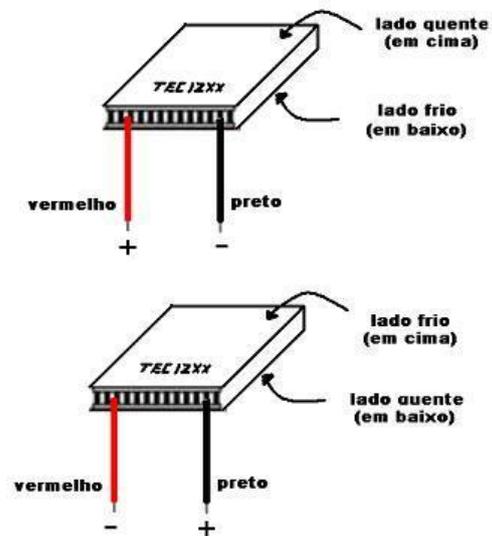


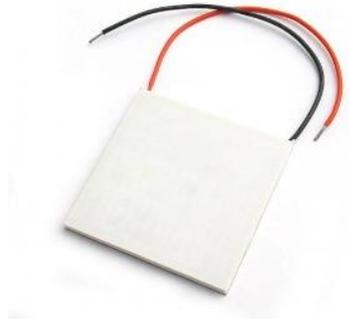
Figura 3 - Transistor

### 6.4 Pastilha Peltier

A pastilha peltier é um componente elétrico que consiste na transferência de calor de um lado para o outro, ou seja, um lado esfria e outro esquentava.

As pastilhas contêm uma série de semicondutores que estão entre duas placas cerâmicas, eletricamente em série e termicamente em paralelo. Quando uma corrente DC passa por um ou mais pares, há uma redução na temperatura da junta resultando em uma absorção do calor do ambiente. Este calor é transferido pela pastilha pela movimentação de elétrons. A capacidade de bombeamento de calor de uma pastilha termoelétrica é proporcional à corrente e o número de pares de elementos tipo-n e tipo-p.





**Figura 4 - Pastilha Peltier**

### **6.5 Relé**

Os relés são componentes eletromecânicos capazes de controlar circuitos externos de grandes correntes a partir de pequenas correntes ou tensões.

Quando uma corrente circula pela bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos fechando ou abrindo circuitos. Ao parar a corrente da bobina o campo magnético também para, fazendo com que os contatos voltem para a posição original.



**Figura 5 - Relé**

### **6.6 Cooler e Dissipador**

Os dissipadores geralmente acoplados com um dispositivo que geram muito calor, com intuito de não deixar o dispositivo com a energia apenas nele, distribuindo-a, e evitando o super aquecimento.

Os coolers são ventoinhas que ao serem energizados giram com a função de distribuir calor dissipado pelo dissipador.



**Figura 6 - Cooler e Dissipador**

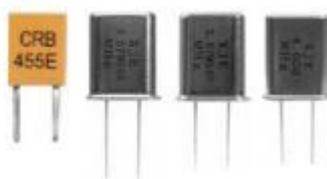
### **6.7 Dimmer**

O dimmer é nada mais é que um potenciômetro que ligado em série com a energia elétrica controla a corrente que passa para o componente receptor.

### **6.8 Cristal Oscilador**

Um cristal oscilador é um circuito eletrônico que utiliza a ressonância de um cristal em vibração de um material piezoelétrico, para criar um sinal elétrico com uma frequência bastante precisa. Esta frequência é comumente usada para medir precisamente o tempo, tais como em relógios de quartzo. Também são utilizados para estabilizar frequências de transmissores de rádio. O cristal piezoelétrico mais utilizado é quartzo.

Os cristais osciladores são componentes compostos de dois terminais, ligados a um cristal piezoelétrico interno. Esse cristal contrai quando submetido a tensão elétrica, e o tempo de contração varia conforme a construção do cristal. Quando a contração chega a certo ponto, o circuito libera a tensão e a cristal relaxa, chegando ao ponto de uma nova contração. Assim, os tempos de contração e relaxação desse ciclo determinam uma frequência de operação, muito mais estável e controlável que circuitos com capacitores.



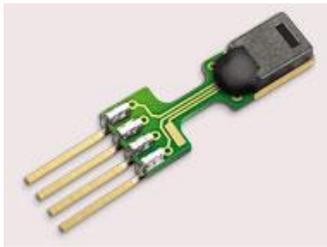
**Figura 7 - Cristal Oscilador**

## **6.9 Sensor**

### **6.9.1 SHT 75**

O SHT75 é um sensor que mede umidade e temperatura, industrializado pela SENSIRION. É um sensor compacto que possui seu sinal de saída digital.

Este tipo de sensor se comunica através da comunicação I2C, logo ele recebe os dados para que seja indicado o que deve ser medido, assim ele retorna um valor com 14 bits que através de uma fórmula determinada em sua documentação, o programador possui o valor da umidade e temperatura.



**Figura 8 - Sensor SHT75**

## **6.10 Circuitos Integrados**

### **6.10.1 AT89S52**

O AT89S52 é um microprocessador de 8-bit com 8K bytes de memória programável. Este dispositivo é industrializado pela ATMEL sendo compatível com o padrão de instruções e pinagens do 8051.

O AT89S52 também é um dispositivo de alto desempenho, com baixo custo, e é bastante flexível para muitos sistemas embarcados que necessitam de controle.

Por fim, além dos seus 8K de memória flash, também possui 256 bytes de RAM, o que possibilitando maior flexibilidade ao programador.



**Figura 9 - AT89S52**

## 7 PROJETO – CÂMARA FRIA

O projeto é autônomo, ou seja, não é ligado a nenhum computador, e seu funcionamento é controlado pelo microprocessador (AT89S52).

O projeto funciona da seguinte maneira:

1. O microprocessador passa uma seqüência válida para o sensor pedindo para que o sensor retorne a ele o valor da temperatura;
2. O sensor retorna ao microprocessador os bits para verificação da temperatura;
3. O microprocessador processa os bits através da seguinte fórmula  $temperatura = 0.01 * valor - 40.1$ , verifica se a temperatura é maior que 40. Se maior através de outra porta do microprocessador ele fornece a valor necessário para liberar o relé passando corrente para peltier ativando-a, e resfriando a caixa.

O processo é um loop, depois da 3 etapa volta-se a primeira.

Quando a temperatura retornada é menor que 39, o microprocessador fornece o sinal novamente pela mesma porta, como na terceira etapa, porém invertido, pois nesse caso o relé será desativado e a peltier desligada.

Na figura A1. encontra-se uma representação gráfica de como ficou a disponibilização do projeto.

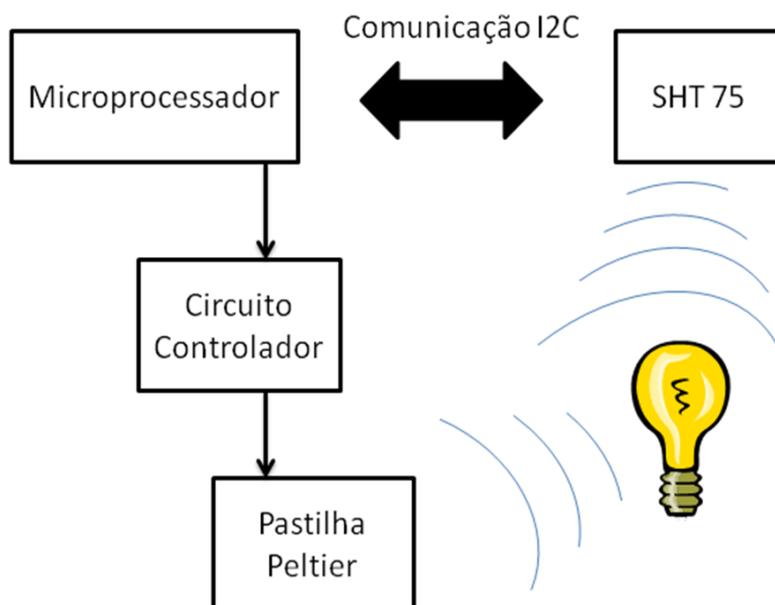
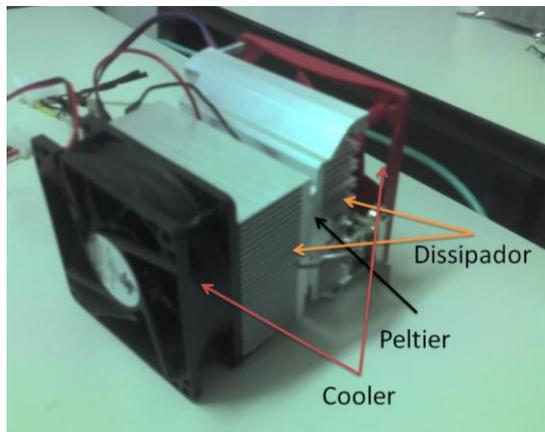


Figura 10 : Diagrama de Blocos CAMARA FRIA

### 7.1 Estrutura

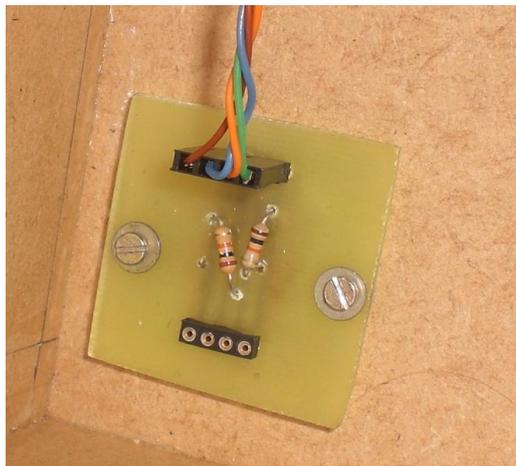
A unidade física é composta por uma caixa de madeira, que contém uma lâmpada, um dimmer e um sensor de temperatura em seu interior. Em uma das laterais há um conjunto como mostrado na Figura 11. A pastilha peltier é instalada entre dois

dissipadores que são por sua vez instalados entre dois coolers. A peltier está localizada na extensão da própria caixa, logo um dos conjuntos cooler dissipador está na parte interna e outro na parte externa.



**Figura 11 - Conjunto para refrigeração**

Para o sensor de temperatura foi montado uma placa de circuito impresso para que ele pudesse ser ligado com o microprocessador e fixado dentro da caixa sem causar danos (). Os dois resistores ligados a placa, são resistores de pull-up conectados ao SCL e SDA, sendo estes de especificação necessária para o funcionamento do sensor.



**Figura 12 - Placa de apoio para SHT75**

Do lado externo da caixa observa-se 4 plugs e uma entrada para o conector DB09 (Figura 14). O conjunto de plugs superior é onde é feita a alimentação da pastilha peltier. Nos plugs inferior é por onde a lâmpada é alimentada sendo ligada em série na parte interior (Figura 15) e o dimmer no qual é controlado pela ponta do potenciômetro na parte externa (Figura 13).



**Figura 14 - Conectores da parte externa**



**Figura 15 - Dimmer parte interna**



**Figura 13 - Dimmer parte externa**

## **7.2 Comunicação I2C [Microprocessador - Sensor]**

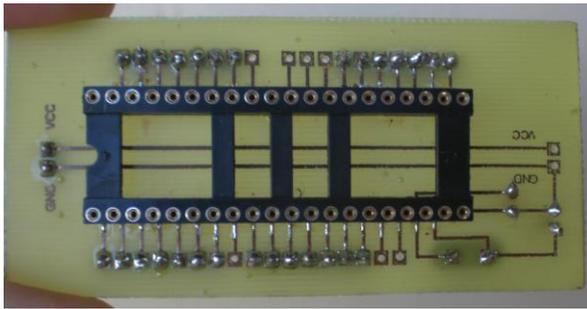
A comunicação I2C é realizada através de dois canais, o SCL, e o SDA. O SCL são os clocks fornecidos para que possa ser transmitidos e recepcionados os dados que são captados através do SDA. Primeiramente o microprocessador através de uma seqüência programada especificada pelo sensor, transmite os bits informando ao sensor que deve ser feito a leitura de temperatura, e então em seguida o sensor responde com os bits que informam o valor da temperatura. Esses bits através de um cálculo, também especificado pelo sensor, fornecem a temperatura.

Para a conexão do microprocessador foi desenvolvido uma placa para o microprocessador (Figura 16) e uma que conectava a o fio que era ligado a saída da caixa (Figura 17).

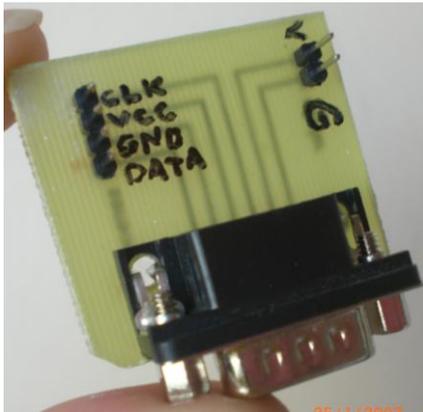
Quando foram feitos os testes com o sensor a placa não respondeu, então foi preferível abandonar a placa e utilizar o protoboard.

A placa de conexão (Figura 17) liga o sensor ao microprocessador, como também alimenta os coolers com 12 V, pois na saída da caixa (Figura 14), está conectado os 4 pinos do sensor mais também o ground e o VCC do cooler.

Como indicado na placa (Figura 17) quais são os pinos são referentes de acordo com o sensor, é fácil fazer a conexão no microprocessador.



**Figura 16 - Placa do microprocessador**



**Figura 17 - Placa de conexão (fio - microprocessador)**

No Código Fonte pode ser acompanhado onde foram conectados cada pino do sensor.

A programação foi realizada para que os pinos de SCL e DAS fossem respectivamente P1.0 e P1.1. O VCC que alimenta o sensor varia no mínimo de 2V até 5,5V. A alimentação para este projeto foi feita com 5V. Esse valor é relevante para o cálculo de conversão dos bits recebidos do sensor para o valor decimal. Os valores podem ser de acordo com a tabela a seguir:

$$T = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	d <sub>1</sub> (°C)	d <sub>1</sub> (°F)	SO <sub>T</sub>	d <sub>2</sub> (°C)	d <sub>2</sub> (°F)
5V	-40.1	-40.2	14bit	0.01	0.018
4V	-39.8	-39.6	12bit	0.04	0.072
3.5V	-39.7	-39.5			
3V	-39.6	-39.3			
2.5V	-39.4	-38.9			

A fórmula especificada indica como é feita a conversão dos bits recebidos para decimal.

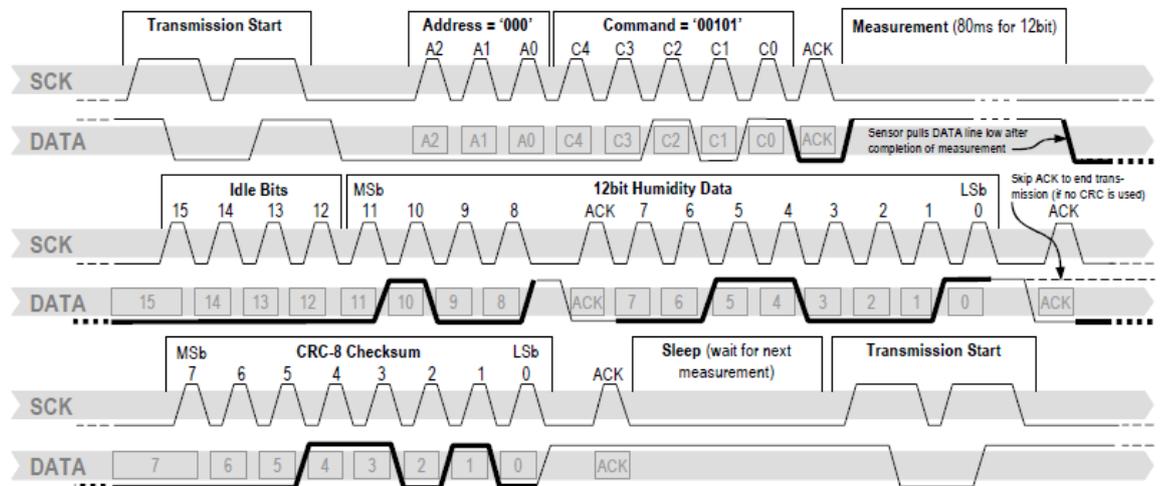
Para que comece a transmissão de dados o microprocessador deve fornecer uma seqüência especificada pelo sensor. Essa seqüência na programação possui o nome unsigned char solicitaTemperatura();

Nesta função também está presente dois elementos importantes para o entendimento do sensor. Como é um sensor que capta valor de umidade e temperatura, na seqüência inicial o programador deve indicar o código que informa ao sensor qual o tipo de informação ele vai captar. No exemplo abaixo são os bits informados como `Command`. Outro elemento importante é o ACK. A função retorna um char sendo esse valor, um valor transmitido pelo sensor para que verifique a funcionalidade do sensor.

Todos os ACK existente durante a comunicação serve para a verificação de funcionalidade, não só do sensor como também do microprocessador.

Os 16 próximos bits fornecidos pelo sensor são os valores que serão convertidos nos dados.

Onde é indicado o CRC são 8 bits transmitidos do sensor que verifica a veracidade do dado transmitido.

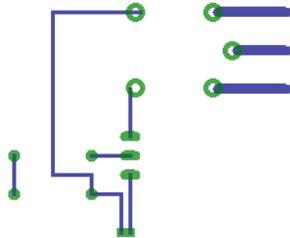


Um fator importante a se comentar se deve ao fato que entre a transmissão que o microprocessador faz ao sensor e a que o sensor retorna ao microprocessador, a um tempo de espera considerável de 80ms.

Como já citado, a verificação dos valores fornecidos pelo sensor ligam ou desligam a pastilha peltier, esse controle é feito pelo pino P3.1. A corrente é liberado a pastilha peltier quando o pino está em 0 (zero), quando o pino está em 1 (um), ele trava a passagem de corrente desligando a peltier.

O circuito controlador do sinal P3.1, é um circuito simples, sendo apenas dois resistor, um transistor BC548 , e um relé. Quando o P3.1 em 0, não fornece energia para

alimentar a base do transistor logo o relé fica ligado em normalmente aberto que faz com que passe corrente. Quando a base do transistor alimentado com 5V, indica que está saindo 1 do pino P3.1, assim ativando o transistor e passando o relé para o normalmente fechado.



**Figura 18 - Placa do circuito impresso do circuito de controle da corrente da Peltier**

### 7.2.1 *Código Fonte*

Abaixo segue o código fonte do programa, referente a cada arquivo (.h) e (.cpp).

#### 7.2.1.1 I2C.h

```
void start();
void send0();
void send1();
unsigned char readBit();
unsigned char solicitaTemperatura();
void pausaParaConversao();
unsigned char readByte(unsigned char valorDeAck);
unsigned int sequenciaLerTemperatura();
```

#### 7.2.1.2 I2C.C

```
#include <stdio.h>
#include "i2c.h"
#include <REGX51.H>

#define SDA_1 P1|=2
#define SDA_0 P1&=0xFD

#define SCL_1 P1|=1
#define SCL_0 P1&=0xFE

#define SDA ((P1>>1)&1)

void start()
{
    SDA_1;
    SCL_0;
    SCL_1;
    SDA_0;
```

```

        SCL_0;
        SCL_1;
        SDA_1;
        SCL_0;
        SDA_0;
    }

void send0()
{
    SDA_0;
    SCL_1;
    SCL_0;
}

void send1()
{
    SDA_1;
    SCL_1;
    SCL_0;
}

unsigned char readBit()
{
    unsigned char meubit;
    SDA_1;
    SCL_1;
    meubit = SDA;
    SCL_0;
    return meubit;
}

unsigned char solicitaTemperatura()
{
    send0();
    send0();
    send0();
    send0();
    send0();
    send0();
    send1();
    send1();
    // Pega o ACK
    return !readBit();
}

void pausaParaConversao()
{
    while(SDA);
}

unsigned char readByte(unsigned char valorDeAck)

```

```

{
    unsigned char dado = 0;
    unsigned char cont;
    for(cont=0;cont<8;cont++)
    {
        dado = dado<<1;
        dado |= readBit();
    }
    if(!valorDeAck)
        send0();
    else
        send1();
    return dado;
}

```

```

unsigned int sequenciaLerTemperatura()
{
    unsigned int valor;
    unsigned char CRC;
    int contador=0;
    int x=0;

    start();
    if(!solicitaTemperatura())
        return 0;

    //Pausa para a conversao
    pausaParaConversao();

    valor = readByte(0);
    valor = (valor<<8)|readByte(0);
    CRC = readByte(1);

    return valor;
}

```

### 7.2.1.3 MAIN.C

```
#include "i2c.h"
```

```
#include <REGX51.H>
```

```
void main(){
```

```

    unsigned int valor;
    double temperatura;
    int x=0;
    P2=1;
    while(1){
        x=0;

```

```
valor = sequenciaLerTemperatura();
temperatura = 0.01*valor-40.1;
if(temperatura > 40){
    //ativa corrente de peltier mais ligado
    P2=0;
}
if(temperatura < 30){
    P2=1;
}

while(x++<2000);

}

return;

}
```

## 8 PROBLEMAS E SOLUÇÕES

O intuito principal era o resfriamento de uma caixa isolada que estivesse simulando a temperatura de um processador através de uma lâmpada. Esse resfriamento estaria sendo realizado através de uma pastilha peltier. Porém a pastilha, teoricamente, teria que fornecer grande capacidade de resfriamento causando umidade dentro da caixa. Para isso utilizamos um sensor que fosse capaz de ler valores de temperatura e umidade.

O primeiro problema encontrado era de como alimentar a Peltier, pois para um grande resfriamento seria necessário uma alimentação de 16 Volts e 10 A. devido ao alto custo para obter esse sistema de alimentação foi utilizado uma fonte chaveada ATX.

Ao alimentar a pastilha Peltier com a fonte ATX foi obtida uma potencia muito menor do que a esperada. Era previsto uma potencia de aproximadamente 100 W, mas ao medir a corrente que circulava por ela constatou-se uma potencia de aproximadamente 42W.

Após vários estudos e experimentos realizados para conseguir aumentar a potencia da pastilha Peltier, ela acabou queimando. Como não possuíamos muito tempo disponível foi preciso adquirir outra e continuar com a baixa potencia.

Inicialmente planejamos desenvolver um circuito capaz de inverter a corrente que passa pela pastilha Peltier para que pudesse tanto esfriar quanto esquentar em seu lado interno, a fim de controlar não só a temperatura, mas também a umidade interna. Após muitas tentativas frustradas de desenvolver este circuito que consideramos muito complexo por fazer uso de um relé de 8 pinos e de dois transistores que deveriam suportar alta corrente, e também por não haver um resfriamento significativo no interior da caixa, o controle de umidade se fez desnecessário, então resolvemos simplificar e desenvolver um circuito que apenas refrigerasse o lado interno da Peltier, ou seja, um circuito liga-desliga.

## 9 CONCLUSÃO

Do projeto inicial alteraram-se muitas coisas devido à ineficiência dos materiais utilizados e o curto prazo de tempo para desenvolver o projeto.

Um dos principais problemas encontrados foi o baixo rendimento da pastilha Peltier. De acordo com o fabricante a potencia máxima da pastilha era de 160 W, mas utilizando 80% da tensão máxima obteve-se uma potencia de 42 W, bem mais baixa que o esperado.

Na elaboração do software adquirimos conhecimentos para programação de microprocessadores usando a linguagem C. Também foi possível aprender sobre no sistema de comunicação I2C, que fora usado para fazer a leitura de temperatura do sensor térmico .

Com o software e o circuito chaveador para controlar a célula termoeletrica finalizados, foi possível verificar a real potencia da pastilha, quando era ligada a temperatura no interior na caixa se estabilizava, quando era desligada a temperatura aumentava rapidamente. O objetivo era que quando a pastilha fosse ligada a temperatura no interior da caixa diminuísse.

Por fim com muito esforço obtivemos êxito e concluímos o estipulado.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Datasheet Microprocessador 89S52.** Disponível em:

[www.keil.com/dd/docs/datashts/atmel/at89s52\\_ds.pdf](http://www.keil.com/dd/docs/datashts/atmel/at89s52_ds.pdf)

Acesso: 09/06/2010

**Datasheet SHT 75.** Disponível em:

[http://www.sensirion.com/en/pdf/product\\_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT7x.pdf](http://www.sensirion.com/en/pdf/product_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT7x.pdf)

Acesso: 20/05/2010

**Datasheet BC548.** Disponível em:

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/85113.pdf>

Acesso: 19/05/2010

**Barramento I2C.** Disponível em:

[http://www.embarcados.com.br/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=83](http://www.embarcados.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=83)

Acesso: 06/05/2010