



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

PROJETO PELTIER FRIDGE

CURITIBA
2012

**MARCEL WEINGARTNER
RICARDO DOS SANTOS LANGER
THIAGO DOS SANTOS LANGER**

PROJETO PELTIER FRIDGE

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, à disciplina de "*Microprocessadores I*", sob orientação do professor Afonso Ferreira Miguel.

**CURITIBA
2012**

1. INTRODUÇÃO

Este projeto foi elaborado com o objetivo de aplicar o conceito do efeito Peltier, que consiste na produção de um gradiente de temperatura (ΔT) quando é submetido à passagem de uma corrente elétrica.

Através deste princípio será confeccionado um protótipo de um pequeno refrigerador, onde o interior será resfriado para poder manter em baixa temperatura os alimentos que estiverem dentro do compartimento deste refrigerador.

Ao contrário da maioria dos sistemas de refrigeração que utilizam compressores e possuem uma grande dimensão, este projeto utilizará células Peltier, estas células são de pequeno porte, logo tornam-se mais fáceis de serem transportadas. A partir da figura 1 abaixo é possível visualizar um célula Peltier e ter uma noção de espaço que ocupam.



Figura 1: Exemplo de células Peltier comerciais.

Para este projeto, será utilizado o microprocessador 89S52, da família do popular 8051.

Além dos itens citados acima, este refrigerador possuirá um sensor para monitorar a temperatura no interior do compartimento afim de enviar sinais ao processador e este ser capaz de tomar as decisões e fazer o controle da temperatura.

A partir de um sensor externo controlado pelo usuário, isto é, um potenciômetro que terá valores alienados de corrente em relação à variação da resistência, isto refletirá na temperatura dissipada no interior do compartimento.

JUSTIFICATIVAS

Neste projeto foi pensado em como aplicar um sistema de refrigeração, que geralmente ocupa muito espaço e adaptá-lo para ser utilizado em lugares com menores dimensões, como um automóvel, por exemplo, logo a tensão de alimentação do circuito será de 12 V, pois é compatível com as tomadas que existem nos automóveis, além de seguir um padrão em se tratando de componentes eletrônicos.

Portanto o emprego deste projeto tem como principal função trazer mobilidade aos usuários com a construção de um pequeno refrigerador que ainda é escasso no mercado e tem um preço elevado.

Além disso os sistemas que existem não apresentam um sistema de controle de temperatura inteligente, ou seja, o usuário liga e o mesmo permanece ligado até ser desligado manualmente. Este projeto conta com um sistema de controle que mantém a temperatura, há portanto redução no consumo de energia.

Outras aplicações possíveis são: levar este refrigerador em acampamentos, viagens de ônibus, e até mesmo o usuário levá-lo para seu local de trabalho e poder manter sua água, suco ou refrigerante em uma temperatura agradável para o consumo.

Em casos mais específicos, poderá ser utilizado para armazenar medicamentos que necessitam de refrigeração como a insulina, por exemplo.

1.1 METODOLOGIA

Neste projeto serão desenvolvidos pela equipe os seguintes métodos:

- 1- Definição das ideias sobre o projeto integrado de Microprocessadores I;
- 2- Definição dos objetivos que serão realizados;
- 3- Pré-projeto;
- 4- Estudo dos componentes e do microprocessador;
- 5- Montagem do circuito em protoboard;
- 6- Programação em Assembly;

- 7- Realização de testes;
- 8- Confeção das placas de circuito impresso e maquete;
- 9- Testes e reparo de possíveis problemas;
- 10- Testes finais e apresentação;

Em se tratando do software, o mesmo será totalmente desenvolvido em Assembly e será desenvolvido com auxílio da ferramenta “Keil μ Vision”, neste ambiente de programação poderão ser realizados os testes e simulações.

Já a parte do hardware, contará com diversos componentes eletrônicos e sensores que leem informações externas, os quais serão citados no campo específico para componentes deste trabalho.

Além das ferramentas citadas acima, será necessário a utilização do pacote office para a apresentação do projeto, possível desenhos, gráficos e tabelas bem como Adobe Reader.

As fotos e informações estarão contidas no site do professor orientador Afonso Ferreira Miguel: <www.afonsomiguel.com>, enquanto o vídeo será publicado em: <www.youtube.com>.

A confecção da placa de circuito impresso será realizada no Eagle.

RESPONSABILIDADES

A universidade deverá fornecer suporte à pesquisa, como livros e materiais didáticos, oferecer horários disponíveis no laboratório para o desenvolvimento e testes do projeto, bem como equipamentos que se façam necessários durante o desenvolvimento, como por exemplo:

- Microcomputadores;
- Multímetros;
- Softwares para o ambiente de programação Assembly;
- Gravadores de microprocessadores;
- Componentes eletrônicos para teste.

Os professores orientadores deste projeto têm a função de esclarecer dúvidas dos alunos, auxiliar nas dificuldades que possam surgir durante o desenvolvimento, além disso fazer as cobranças nas datas definidas pelos mesmos no plano de trabalho.

O grupo ficará responsável pela elaboração dos trabalhos propostos, confecção do projeto, deverá cumprir o cronograma determinado no início do projeto, apresentando as atividades no prazo estipulado no plano de trabalho, bem como realizar a apresentação do projeto ao final do semestre para ser avaliado pelos professores.

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos para a realização deste projeto são a criação de um produto diferenciado que ainda é escasso no mercado, sendo que o mesmo é muito interessante e pode ser utilizado em diversos ambientes, principalmente nos automóveis.

O sistema de refrigeração se torna necessário quando o usuário faz longas viagens de carro e não consegue manter o alimento na temperatura desejada, ou em lugares como o seu local de trabalho, por exemplo, escritório.

Atualmente existem poucos modelos semelhantes a este sendo comercializados e o preço é um fator que faz com que poucas pessoas adquiram-no, por este motivo para este projeto está sendo planejado um produto com o menor custo possível e maior eficiência, apesar de não ser de grande porte, está sendo feito com o foco em refrigerar principalmente líquidos tais como água, refrigerante e sucos.

Em se tratando do desenvolvimento, teremos como componentes básicos sensores de temperatura, células de peltier e um circuito que faz o chaveamento dos mesmos, uma vez definida uma tabela de valores de corrente, tarefa a ser realizada pela equipe, a cada variação de temperatura que o sensor apontar, uma determinada corrente circulará pela célula Peltier para garantir a temperatura pré-selecionada pelo usuário, que poderá deixar mais alta ou mais baixa, fazendo esta regulação através de um potenciômetro.

É importante que haja este controle por parte do usuário, pois não seria muito inteligente deixar o projeto trabalhar somente a uma determinada temperatura, assim a mesma pode variar de acordo com o gosto de cada pessoa que desejar utilizar, chegando ao extremo em torno de 0 °C.

Foi pesquisado e verificado pela equipe inclusive que existem medicamentos que devem ser mantidos sob refrigeração e isto foi um dos pontos positivos que manteve um entusiasmo para realizar este projeto, porque traz conforto e melhores condições para diversas pessoas. É muito complicado para um usuário de um remédio controlado que necessita de refrigeração fazer uma longa viagem sem que este remédio não pereça, com este refrigerador há garantia que o remédio ficará refrigerado.

Por outro lado traz conforto para os usuários que desejam refrigerar alimentos.

3. NÃO ESTÁ INCLUSO NO ESCOPO DESTRE PROJETO

No escopo deste projeto não foram incluídos displays de sete segmentos ou displays de LCD para exibir a temperatura que está no interior do compartimento do refrigerador.

4. O PROJETO

O projeto Peltier Fridge, foi iniciado a partir de pesquisas para definição do tema e dos componentes necessários para a realização do mesmo, foi imprescindível conhecimentos obtidos a partir de outras disciplinas como física, sistemas digitais e eletrônica para que o projeto tenha um comportamento satisfatório e seja compatível com a teoria.

Será seguido um cronograma, com datas específicas determinadas pelo professor orientador que devem ser seguidas e as atividades distribuídas entre os membros do grupo de acordo com estas datas.

Requisitos:

- Equipamentos: a partir das pesquisas realizadas pela equipe de desenvolvimento foi criada uma lista com componentes que serão necessários durante o desenvolvimento, abaixo segue a lista:

- Microprocessador ATMEL 89S52;
- Sensor de temperatura – LM35;
- Potenciômetro de 10K Ω ;
- Resistores de 1k Ω ;
- Capacitores cerâmicos de 33pF;
- cooler de 8 mm;
- cooler de 4 mm.
- 2 dissipadores de calor;
- Célula Peltier;
- Conversor analógico – digital: ADC0808CCN;
- Relé modelo: AY1RC - 5V;
- Transistor BC 547C;
- Cristal oscilador de 12KHz;
- Barra de pinos;
- Fios para conexão;
- Bornes;
- LED;
- Botão on/off;
- Caixa de isopor;
- Fonte de alimentação ATX, modelo LC-B450E;
- Gerador de funções.

Estes são os principais componentes, frisando que haverá um circuito para controlar e chavear o relé que estará conectada à célula Peltier, logo componentes como transistores e diodos devem ser utilizados também, além das placas de circuito impresso e materiais para soldá-los.

Na figura 2, abaixo segue uma imagem do processador que será utilizado e em seguida nas figuras 3 e 4 os sensores de temperatura e o CAD 0808 respectivamente.



Figura 2: Processador de modelo 89S52



Figura 3: Sensor de temperatura – LM35



Figura 4: Conversor analógico digital modelo 0808

- Desenvolvimento: em se tratando do desenvolvimento do projeto, inicialmente foram estudadas as diversas maneiras de criar um sistema de arrefecimento, o planejamento dos componentes, os modelos de sensores já mostrados no item acima, em seguida serão necessários desenvolver o código

do programa em linguagem Assembly e a confecção das placas de circuitos eletrônicos.

-Testes: Concluído o código do programa, deverão ser realizados testes a fim de corrigir possíveis erros e aplicar os ajustes necessários, em paralelo realizar testes com o circuito, os sensores e a célula peltier, pois deve ser mantida uma temperatura pré-selecionada pelo usuário, podem haver variações dependendo da temperatura do ambiente, logo deve ser testado e monitorado.

Na figura 4, segue um diagrama que pode ser utilizado como referência para desenvolvimento de atividades como este projeto:

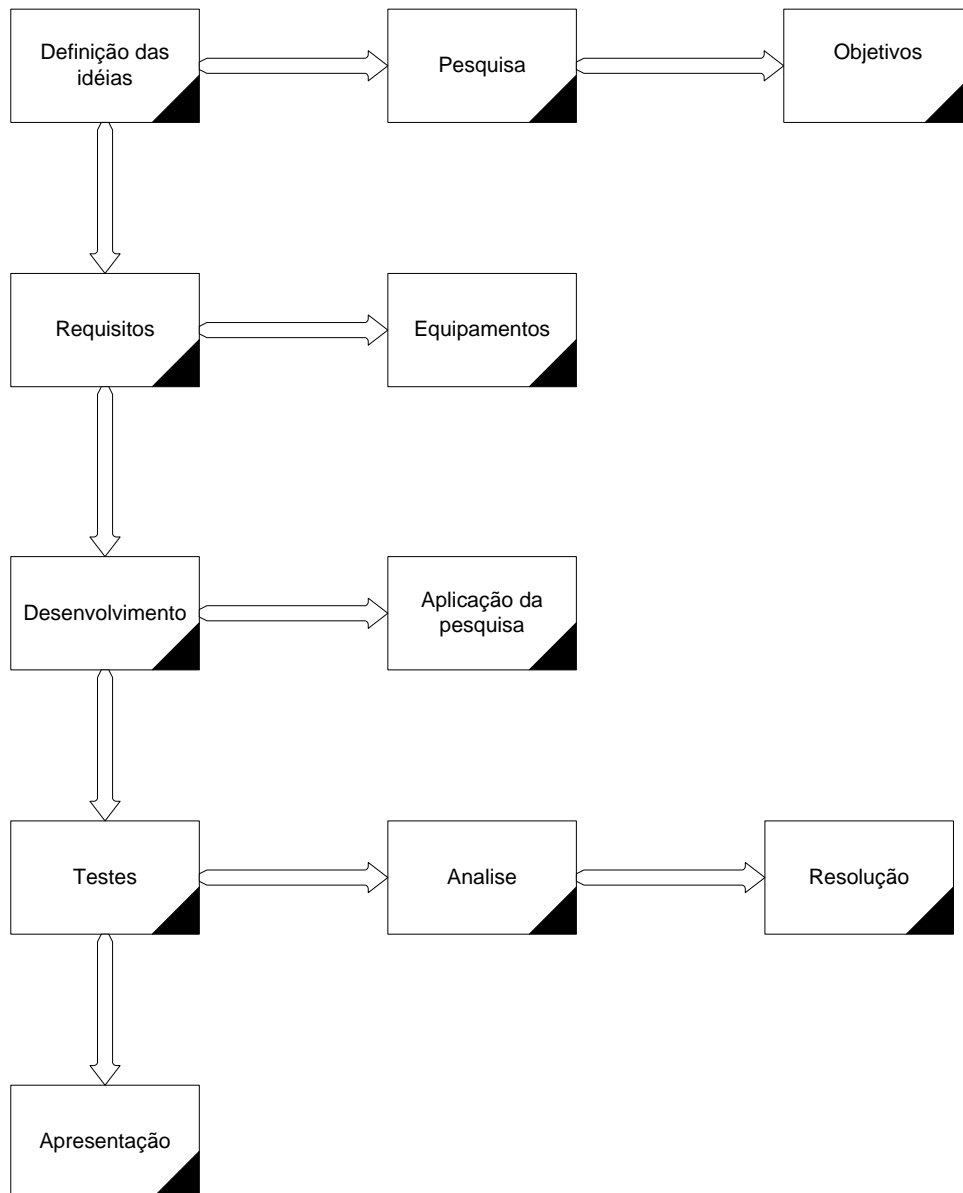


Figura 4: Diagrama das atividades a serem realizadas

Software:

Para este projeto o software será desenvolvido totalmente em linguagem Assembly, o mesmo terá a função de fazer o projeto executar tarefas, de acordo com o que foi programado para tal atividade, a partir do seu código deverá tomar certas decisões, como por exemplo, ajustar o ganho de corrente de acordo com a temperatura medida, é imprescindível citar que será criada uma tabela com valores de corrente, que definirão a temperatura sob a célula

Peltier, logo estes valores serão incorporados ao escopo do programa que será criado.

Para este projeto existirão duas entradas de sinais, do sensor de temperatura e do potenciômetro, na saída estará conectada a célula peltier.

O código Assembly será desenvolvido na ferramenta Keil μ Vision e será programado no microprocessador 89S52.

Abaixo está contido o diagrama 1 de software:

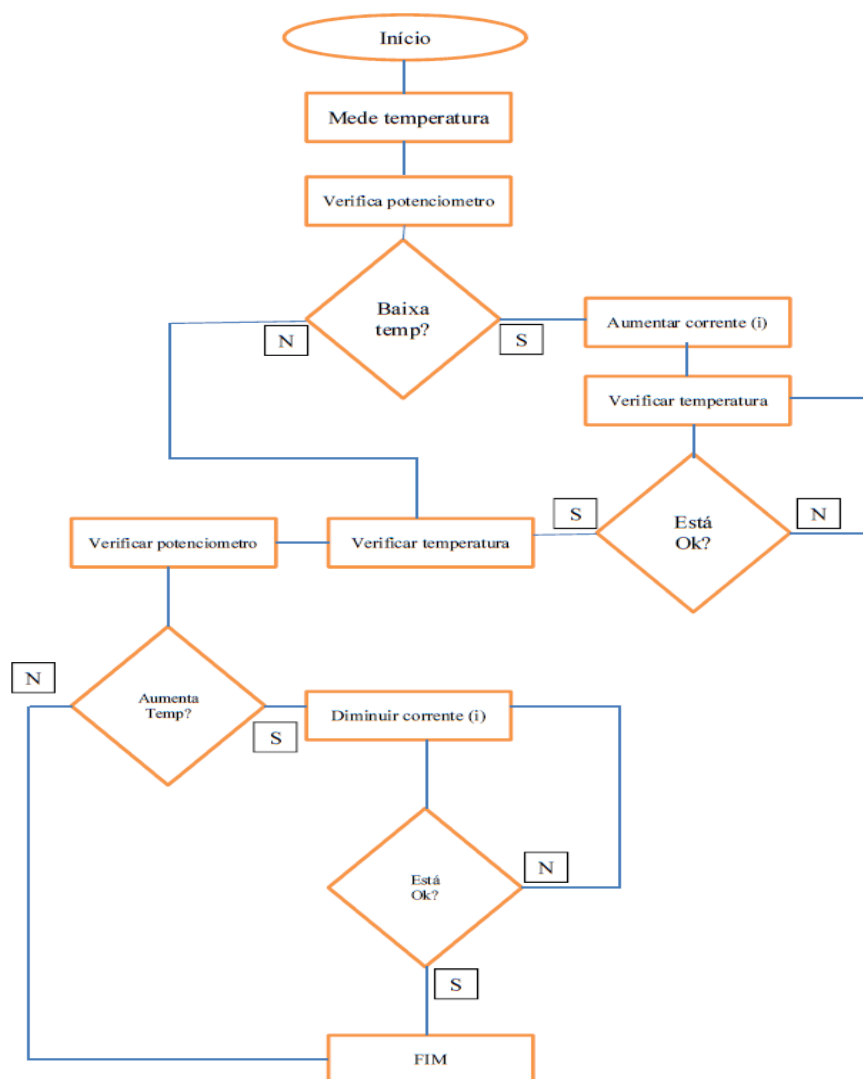


Diagrama 1: Diagrama de software do projeto Peltier Fridge.

Foi desenvolvido também o diagrama de blocos, segue abaixo:

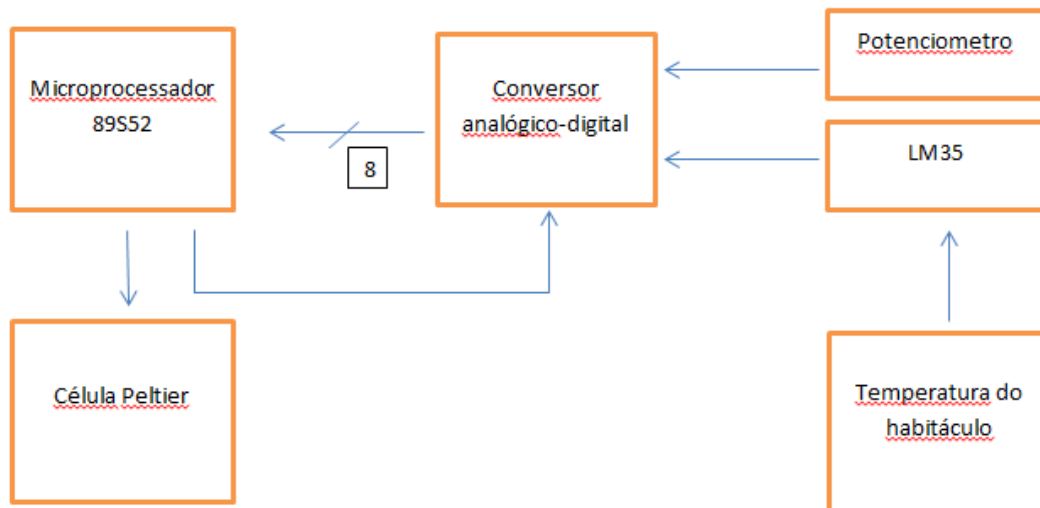


Diagrama 2: Diagrama de blocos do projeto Peltier Fridge

Outro ponto que foi discutido pela equipa, foi a questão da sustentabilidade, logo os materiais que serão utilizados como dissipadores, coolers e a caixa térmica serão reaproveitados de computadores antigos, além da caixa térmica que será adquirida em farmácias que utilizem este tipo de compartimento para transporte de medicamentos.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Neste projeto foram visados os seguintes resultados:

- 1 – Que os sensores de temperatura façam a leitura correta para o circuito receber os sinais de forma coerente;
- 2 – O programa que será desenvolvido para o microprocessador 89S52 deve receber sinais dos sensores e realizar todos os procedimentos programados de forma satisfatória, livre de erros;
- 3 – A célula Peltier deverá ser capaz de refrigerar o compartimento de acordo com a temperatura pré-determinada pelo usuário, com uma tolerância de erro baixa, sendo para mais ou para menos.

4 - Documentação do projeto, fotos e vídeos a serem divulgados no site do professor orientador assim como a apresentação para o professor responsável e os demais alunos que desejarem.

6. A EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO

Este projeto é composto por uma equipe de três integrantes: Marcel, Ricardo e Thiago, logo estes são responsáveis pela pesquisa, desenvolvimento e confecção de todos os programas e circuito necessários, além disso ficam comprometidos a adquirir os materiais e componentes que são necessários e foram citados neste plano de trabalho.

Dentre os três serão divididas funções como: pesquisas dos sensores de temperatura e da célula Peltier, definição do modelo desta célula, confecção do circuito eletrônico, testes e posteriormente a confecção do circuito em placa. Finalmente realizar diversos testes para a apresentação em tempo hábil.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O projeto de Microprocessadores I teve suas datas definidas pelo professor orientador, tendo como data de início o dia de 13/02/2012, sendo que o prazo final será no dia 22/06/2012 durante a aula desta disciplina.

Além disso, foram definidos responsáveis dentro da equipe para cada tarefa durante o desenvolvimento do projeto, sendo que todo o cronograma está contido neste trabalho em seguida.

Responsáveis:

- Marcel – Software;
- Ricardo – Circuito eletrônico;
- Thiago – Maquete.

8. EXECUÇÃO

A execução deste projeto foi iniciada com a aquisição dos componentes eletrônicos como resistores, capacitores, cristal oscilador que possuem baixo custo, posteriormente a aquisição do microprocessador.

Componentes como fonte de alimentação, conversor analógico-digital, dissipadores e coolers foram reaproveitados de trabalhos anteriores realizados durante o curso de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná nas matérias como teoria das comunicações e eletrônica, ou adquiridos de microcomputadores que já foram desmontados.

A partir de então foram iniciados testes com a célula Peltier, conversor analógico-digital e microprocessador, em seguida o circuito foi montado em protoboard para testes iniciais, a figura 5 representa a foto do circuito montado inicialmente para testes.

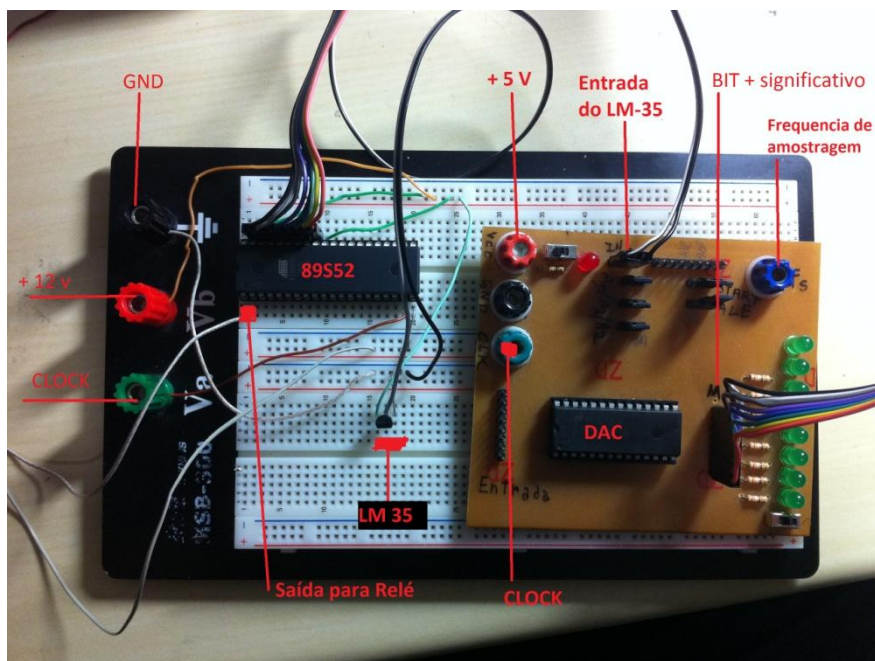


Figura 5: Foto do circuito montado em protoboard.

Alguns testes foram realizados e foi visto que o conversor ADC não estava em perfeita sincronia com o microprocessador, uma vez que estava em outra placa de circuito impresso, a qual já havia sido utilizada para realizar conversões de sinais analógicos para digitais.

Visando um melhor rendimento, a equipe decidiu integrar todos os componentes em um único circuito.

Na figura 6, é possível visualizar o esquemático de ligação dos componentes além de portas de entrada e saída. Em seguida na figura 7, o esquemático contendo as trilhas da placa do circuito impresso.

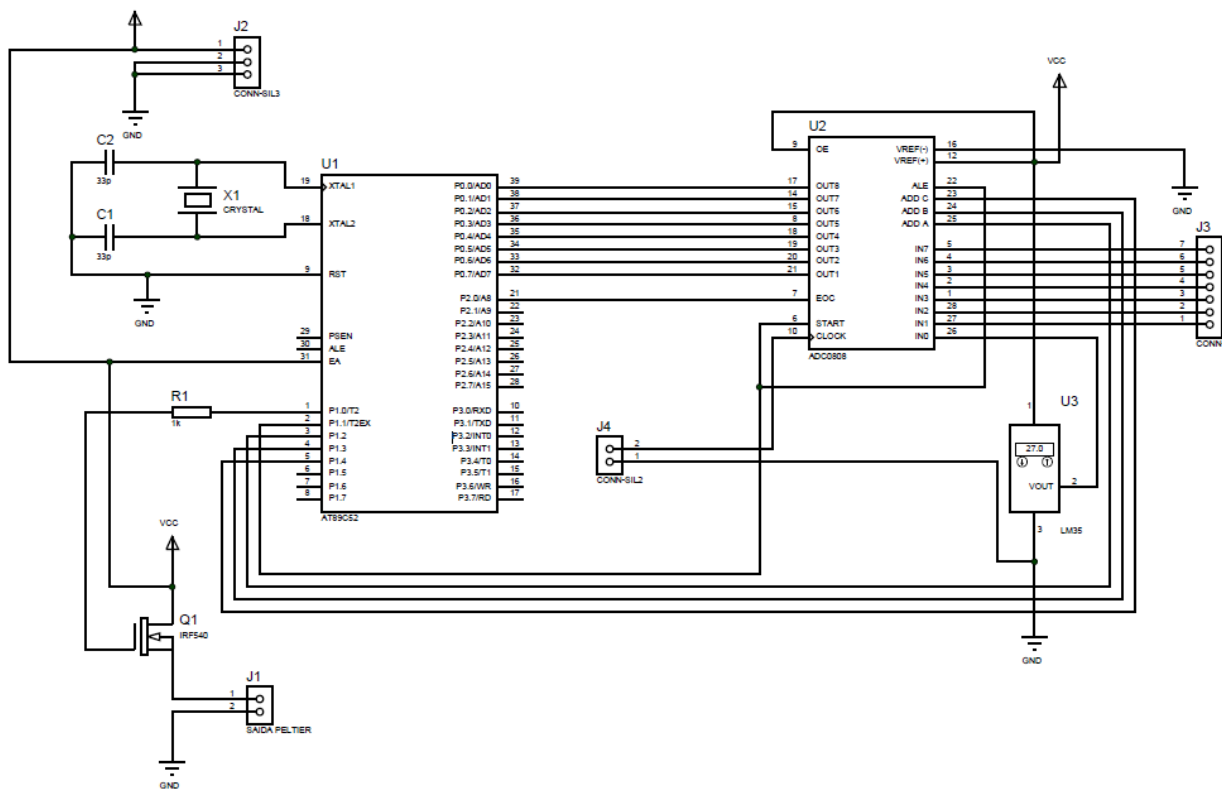


Figura 6: Conexão entre os componentes para o circuito.

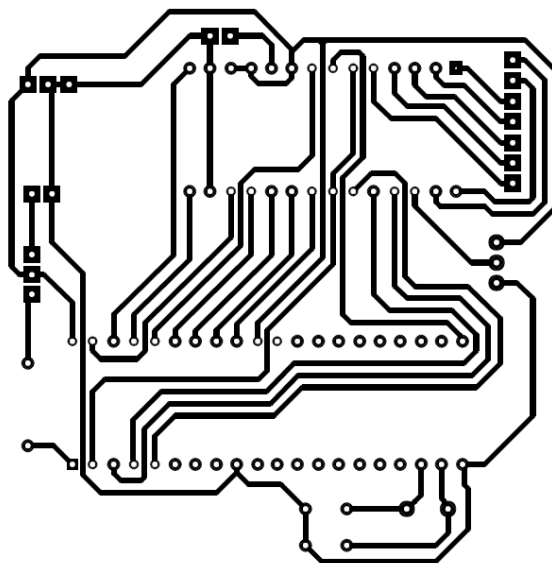


Figura 7: Esquemático das conexões do circuito.

Este circuito possui os componentes já citados acima, foi desenvolvida a placa fisicamente, contudo a equipe realizou alguns testes e verificou que o regulador de tensão do modelo IRF540N não estava realizando o chaveamento para acionar e desativar o a célula Peltier.

A solução encontrada foi a substituição deste componente por um transistor do modelo BC547B e a adição de um relé, para que o transistor funcionasse como chave para o relé e a ativação da célula passou a funcionar de maneira esperada.

A partir da figura 8 a qual segue abaixo, é possível ter uma ideia de como ficará a placa em formato real que terá uma foto incluída na parte de resultados deste trabalho.

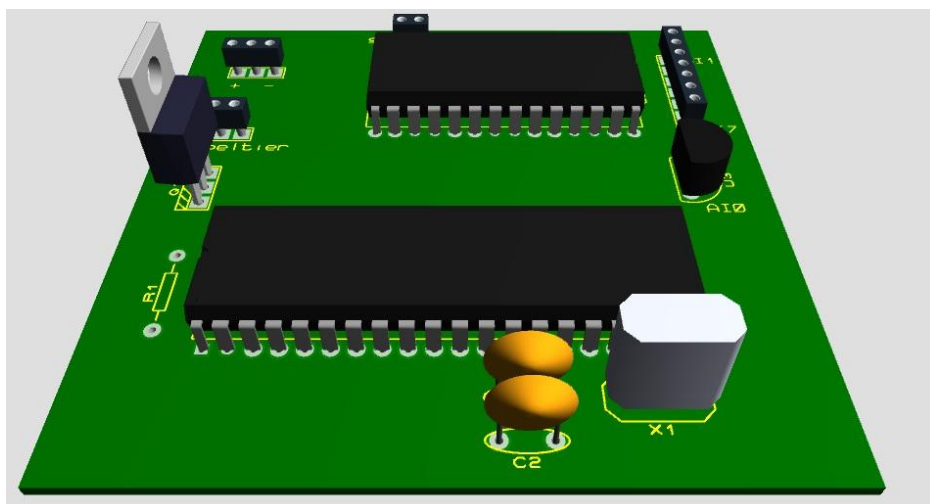


Figura 8: Imagem da placa de circuito do projeto.

Após verificados os componentes e testados para as diversas situações que podem vir a acontecer, foi o momento de mexer com a parte de software. Em se tratando de software, o mesmo foi desenvolvido totalmente em linguagem Assembly como foi determinado no início deste projeto pelo professor orientador.

Basicamente o software deve fazer uma comparação do valor selecionado no potenciômetro e o valor da temperatura do compartimento do protótipo do refrigerador, ambos sinais devem passar pelo conversor analógico-

digital para serem digitalizados, ou seja, transformados em sinais binários para que o microprocessador possa interpretar estas informações.

A comparação se dá da seguinte maneira:

- Caso o valor comparado pelo programa seja diferente, significa que a temperatura no compartimento está acima da desejada, portanto a célula Peltier precisa ser ativada para refrigerar o sistema.
- Caso o valor comparado seja igual ou menor, significa que a temperatura do compartimento está nas condições ideais selecionadas pelo usuário, logo a célula Peltier pode ser desativada.
- O ciclo vai se repetindo, uma vez que a temperatura do compartimento é constantemente verificada e a célula Peltier é ativada e desativada tantas vezes quantas forem necessárias para manter a temperatura almejada.

Após a finalização da programação a preocupação foi a confecção da maquete e da caixa que irá comportar toda a parte de circuito eletrônico. Para esta parte se faz necessário os seguintes materiais

- Caixa de isopor;
- Caixa de plástico;
- Parafusos;
- Furadeira;
- Brocas;
- Cola quente;
- Fios;
- Cabo termo retrátil;
- Ferro de solda;
- Estanho;
- Alicates;
- Régua;
- Pasta térmica.

Com o auxílio destes componentes e materiais para testes, como multímetro, termômetro, fonte de alimentação são indispensáveis.

A figura 9, por exemplo, é uma foto dos principais materiais adquiridos que serão necessários para a confecção da maquete e dos demais compartimentos necessários.



Figura 9: Foto dos materiais deste projeto.

Além destes componentes citados acima e que podem ser visualizados nas imagens, deve ser comentado que os três integrantes do projeto Marcel, Ricardo e Thiago tiveram tarefas separadas, cada um com sua responsabilidade, mas nos encontros todos devem estar presentes para colaborar com sua parte do projeto.

No site do professor Afonso Ferreira Miguel, este que é o orientador deste projeto é possível assistir dois vídeos contendo testes no conversor analógico-digital e no sensor de temperatura.

9. RESULTADOS OBTIDOS

Foi concluído pela equipe que resultados obtidos foram satisfatórios, principalmente porque o principal objetivo que é resfriar alimentos e remédios foi cumprido.

A começar pela placa de circuito impresso, a mesma foi confeccionada, montada e a partir de testes foi verificado que teve um perfeito funcionamento entre todos os componentes que este circuito contém, após reparados alguns contratempos notados pela equipe de desenvolvimento como é o caso da troca do regulador de tensão pelo transistor e a adição de um relé como já foi citado acima. Na figura 10 está contida uma foto da placa. Em seguida na figura 11, a placa de circuito do relé que foi necessário adicionar.

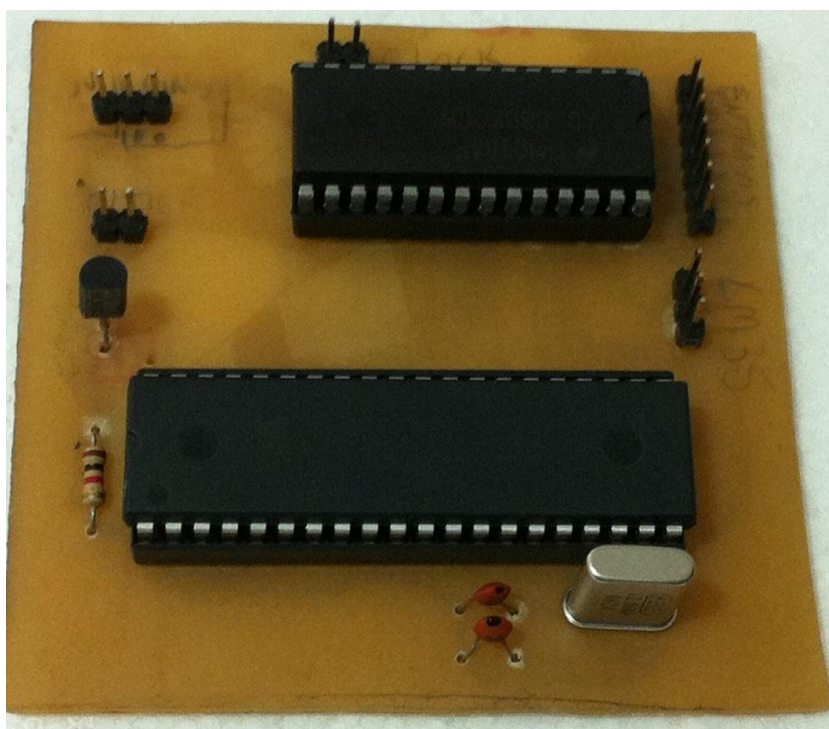


Figura 10: Foto da placa de circuito impresso.



Figura 11: Placa contendo o relé.

Esta foi a parte de hardware do projeto Peltier Fridge, em seguida foi necessário a parte do software, responsável pela comunicação e sincronismo para o funcionamento do circuito eletrônico tendo como principal componente o microprocessador ATMEL 89S52. O código está na parte de anexos, ao final deste trabalho.

Abaixo na figura 12, está contido mais uma foto do projeto agora já concluído e com todas as partes integradas.



Figura 12: Foto do projeto concluído.

É possível afirmar que todos os objetos possível foram reutilizados como:

- Fonte de computador ATX;
- Caixa de isopor;
- Dissipadores;
- Coolers;
- Fios de cabos de rede antigos;
- Potenciômetro.

Conclui-se portanto que a parte visando a sustentabilidade e proteção ao meio ambiente foi com pequenos detalhes cumprida, assim como diz o slogan da figura 13:



Figura 13: Slogan de campanha publicitária a favor da sustentabilidade.

A equipe acredita nesta causa e tem o pensamento que se cada pessoa fizer a sua parte, o mundo pode ser melhor. Em se tratando de um projeto de Engenharia de Computação que utiliza diversas tecnologias e tudo isto está presente cada vez mais em nosso mundo é preciso dar o exemplo.

Por fim deve ser mencionado que os três membros desta equipe cumpriram com seus deveres e obrigações comparecendo aos encontros e apresentando as atividades em tempo hábil ao professor orientador, portanto o trabalho em grupo teve sucesso.

ANEXOS

- Código do programa em Assembly do projeto Peltier Fridge:

```
ALE          BIT P1.1

SC           BIT P1.1
EOC          BIT P2.0
ADDR_A      BIT P1.2
ADDR_B      BIT P1.3
ADDR_C      BIT P1.4
MOSFET      BIT P1.0
MYDATA      EQU P2
```

```
ORG          0

            MOV  MYDATA, #0FFH

            CLR  ALE
            CLR  SC
```

```
BACK:
            CLR  ADDR_C
            CLR  ADDR_B
            CLR  ADDR_A
            SETB SC
```

```
CLR          SC
```

```
HERE:
            JB   EOC, HERE
```

```
HERE1:
```

JNB EOC, HERE1

MOV A, P0

CLR ADDR_C

CLR ADDR_B

SETB ADDR_A

SETB SC

CLR SC

HERE_3:

JB EOC, HERE_3

HERE_4:

JNB EOC, HERE_4

CJNE A,P0,ATIVA

JMP DESATIVA

ATIVA:

SETB MOSFET

JMP BACK

DESATIVA:

CLR MOSFET

JMP BACK

END