

CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ETEC JORGE STREET

Técnico em Eletrotécnica

Alexandre Cavalcante de Lima

Edilson Alves Ribeiro

João Wesley Dias Carlos de Oliveira

Jordana Dias Lopes

Marcos Pereira de Andrade

Renan Almeida de Oliveira

Ronie Miguel Ora

Sergio José Francisco

RMT: RECIPIENTE MANTENEDOR DE TEMPERATURA

SÃO CAETANO DO SUL/SP

2017

Alexandre Cavalcante de Lima

Edilson Alves Ribeiro

João Wesley Dias Carlos de Oliveira

Jordana Dias Lopes

Marcos Pereira de Andrade

Renan Almeida de Oliveira

Ronie Miguel Ora

Sergio José Francisco

RMT: RECIPIENTE MANTENEDOR DE TEMPERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrotécnica da ETEC Jorge Street, orientado pela Professor Rogério Ferezin Raposo, como requisito para obtenção do título de Técnico em Eletrotécnica.

SÃO CAETANO DO SUL/SP

2017

RMT: RECIPIENTE MANTENEDOR DE TEMPERATURA

BANCA EXAMINADORA

Professor:

Professor:

Professor:

Local, _____ de _____ de _____.

Dedicamos este projeto A Deus primeiramente a quem rogamos todos os nossos dias de vida, saúde e experiência.

Aos nossos pais, filhos, e toda as nossas famílias pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas, pelo incentivo e apoio constante que com carinho não mediram esforços para que nós pudéssemos chegarmos até essa etapa de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A todos que direta ou indiretamente, colaboraram na execução desse trabalho, aos nossos professores e amigos que foram sem dúvidas as pessoas mais importantes, as nossas conversas durante e além dos grupos de estudos foram fundamentais.

Ao nosso orientador Rogério Ferezin Raposo pelo apoio e compressão com quem compartilhamos o que era intenção e daquilo veio a ser o nosso trabalho.

RESUMO

O transporte rápido de alimentos é sempre um grande desafio, este é um mercado existente e com grande senso de qualidade, o tema central deste trabalho busca um produto que possa colaborar positivamente com estas demandas de mercado e ajustar os parâmetros do projeto para atender o mercado e as normas são os pontos de desafio para este trabalho acadêmico, de forma alguma este trabalho pretende esgotar o tema proposto, o mercado de entregas de fast-food tem como meta entregar os alimentos no estado mais próximos de quando preparado a temperatura é o ponto crítico para isso, dessa forma pode satisfazer seus clientes exigentes, a entrega de pizza foi o mercado selecionado inicialmente para este projeto, chamada de recipiente mantenedor, o qual utiliza as pastilhas termoelétricas, conhecidas como pastilhas de PELTIER, e que vem ganhando espaço em projetos sendo empregadas tanto em sistemas de resfriamento como em aquecimento, aliando baixo consumo de volume e massa, tornando se ainda um elemento agradável para quaisquer sistemas que contam com estas demandas bem como vibração e baixo ruído de operação.

Palavras-chave: Pastilhas termoelétricas, mantenedor de temperatura, transporte fast-food.

ABSTRACT

The rapid transportation of food is always a great challenge, this is an existing market and with a great sense of quality, the central theme of this work seeks a product that can positively collaborate with these market demands and adjust the parameters of the project to meet the market. And standards are the challenge points for this academic work, in no way this work intends to exhaust the proposed theme, the market of fast food deliveries aims to deliver the food in the state closer to when prepared temperature is the critical point. For this, in order to satisfy its demanding customers, pizza delivery was the market initially selected for this project, called the maintainer vessel, which uses thermoelectric pellets, known as PELTIER pellets, and which has gained space in projects being used in both cooling and heating systems, combining low volume and mass consumption, A pleasant element for any systems that rely on these demands as well as vibration and low operating audible noise.

Keywords: Peltier effect, temperature maintainer, heated food

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dissipador de calor	13
Figura 2 – Pastilha PELTIER	14
Figura 3 – Sentido da corrente	15
Figura 4 – Construção da Pastilha PELTIER.....	15
Figura 5 - Diagrama de Blocos do CI555.....	16
Figura 6 - CI 555 modo astável.....	16
Figura 7 - Forma de onda da saída e do Capacitor do CI555.....	17
Figura 8 - Teste com o ambiente vazio, temperatura a 64°C.....	19
Figura 9 - Teste com um pedaço de bolo e copo d'água	20
Figura 10 - Circuito do CI 555 Astável.	20
Figura 11 - testes realizados com o temporizador	21
Figura 12 - Circuito Regulador de Tensão com NTC	24
Figura 13 – Experiência com circuito Regulador de tensão.....	25
Figura 14 – Resultados após 1 hora de funcionamento	26
Figura 15 – Teste com controlador Fullgauge modelo TIC-17RGti.....	29
Figura 16 – Esquema elétrico de instalação	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores retirados da tabela de condutividade térmica.....	11
Gráfico 2: Experimento de queda de temperatura com o ambiente diretamente	12
Gráfico 3: Experimento de queda da temperatura com a caixa de isopor fechada.	12
Gráfico 4 - Curva Característica do NTC 10k	26
Gráfico 5 – Variação da temperatura.....	28
Gráfico 6 – Variação da temperatura Setpoint 58° C.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Tema e delimitação	10
1.2. Objetivos geral e específicos	10
1.3. Justificativa	10
1.4. Metodologia	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1. Pastilhas Termoelétricas	13
2.2. O Circuito De Controle O CI 555 Modo Astavel.....	15
2.3. Termistor NTC	17
3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	18
3.1. Cronograma.....	18
3.2. Testes de funcionamento da pastilha	19
3.3. Divisor de Tensão com NTC.....	22
3.4. Teste final	27
3.5. Custos com o projeto em desenvolvimento	31
3.6. Resultados Obtidos	33
4. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais existe um grande apreço pela comodidade, solicitar uma refeição deixou de ser um artigo de luxo e passou a permear outras classes sociais, o tempo é o maior inimigo quando se trata do preparo de pratos e o tempo de servir ao cliente, e na maioria das vezes sendo entregue, a refeição chega fria ao cliente.

Este projeto tem como objetivo criar um produto que pudesse manter a temperatura da refeição como se estivéssemos jantando em um restaurante, este é o que o Recipiente Mantenedor de Temperatura tem como objetivo, ele foi pensado para o mercado de entrega de alimentos, contudo observamos que este sistema pode facilmente com alguns ajustes e algumas mudanças superar o universo que será apresentado neste trabalho.

Foi neste contexto que o Recipiente Mantenedor de Temperatura (RMT) foi pensado, os sistemas atuais são compostos de camadas de isolamento para manter o alimento o mais próximo da temperatura de preparo. Os sistemas atuais utilizam uma camada de isopor, uma caixa de papelão e ainda alumínio, e com estes pontos e barreiras espera-se que o alimento ao ser entregue ao destino, esteja com a temperatura ainda agradável ao paladar do cliente.

Ao pesquisarmos outros projetos escolhemos este de forma a contribuir para o tema em questão, tendo como desafios, manter aquecido um alimento que ficará em movimento em relação a um referencial com trepidações e solavancos. Como ponto de partida pesquisamos como aquecer e depois qual termo elemento utilizar, uma vez selecionado a pastilha de PELTIER, iniciamos a estratégia de integração e montagem.

O sistema atende dois pontos específicos, ser capaz de manter a temperatura no restaurante enquanto aguarda disponibilidade de entregadores, e também quando estivesse em deslocamento. Neste caso as motos ou carros utilizados para a entrega.

1.1. Tema e delimitação

O RMT é para o aquecimento de produtos tais como comidas, fast-food, e salgados através da pastilha efeito PELTIER que terá a função de aquecer havendo o controle da temperatura para dentro do isopor. E também dentro do delivery alimentício.

1.2. Objetivos geral e específicos

O objetivo era criar um produto finalizado para manter aquecido alimentos recém preparados para entrega, de maneira a aliar o custo menor quando possível e qualidade. A caixa de isopor, onde é carregado os alimentos foi onde experimentalmente avaliamos quanto tempo o isopor consegue manter o alimento com sua temperatura seguindo à Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, da ANVISA que no artigo 4.8.15 estabelece o valor da temperatura segura e o tempo ideal para consumo de alimentos após submetidos a cocção.

1.3. Justificativa

O mercado de manter os alimentos aquecidos é vasto e amplo, e há sempre na eletrotécnica um limite a ser cruzado, o da eficiência e o do domínio da técnica. Como ponto de trabalho, procuramos costear os dois, uma vez que o grande desafio era o de contribuir para sistemas de transporte de alimentos de forma a manter a característica mais próxima do ponto de quando preparado.

Decidimos elaborar esse projeto pois o mercado existente demanda por produtos novos. Observamos todos os dias ao pedirmos uma pizza que as últimas entregas sempre chegam um pouco mais fria, é nessa linha que julgamos ser justificável colaborar positivamente com um produto nessa linha. Há ainda ambulante que vendem o café da manhã em feiras e para estes que contam somente com a garrafa térmica e um isopor este projeto também se encaixa de forma peculiar.

1.4. Metodologia

Muitos dos questionamentos nos indicaram que deveríamos montar protótipos e efetuar medições, os pontos que se seguem demonstram que a metodologia empregada foi empírica e algumas partes científicas, construir o protótipo, medir e observar para só então chegarmos à conclusão que somente a caixa de isopor não é capaz de atender ao solicitado pela ANVISA.

Pode-se observar que os materiais utilizados como isolantes térmicos tornam-se uma barreira, um impedimento para o fluxo de calor, mas mesmo assim não conseguem fazer com que a temperatura interna fique a mesma por muitas horas seguidas.

Ao pesquisar materiais para a isolamento do calor foi avaliado qual teria menor custo, maior leveza, pois na maioria das vezes será carregado por pessoas, com isso constatamos que o isopor seria a melhor opção. O gráfico 1 abaixo ilustra e compara o fluxo de calor em diferentes tipos de materiais.

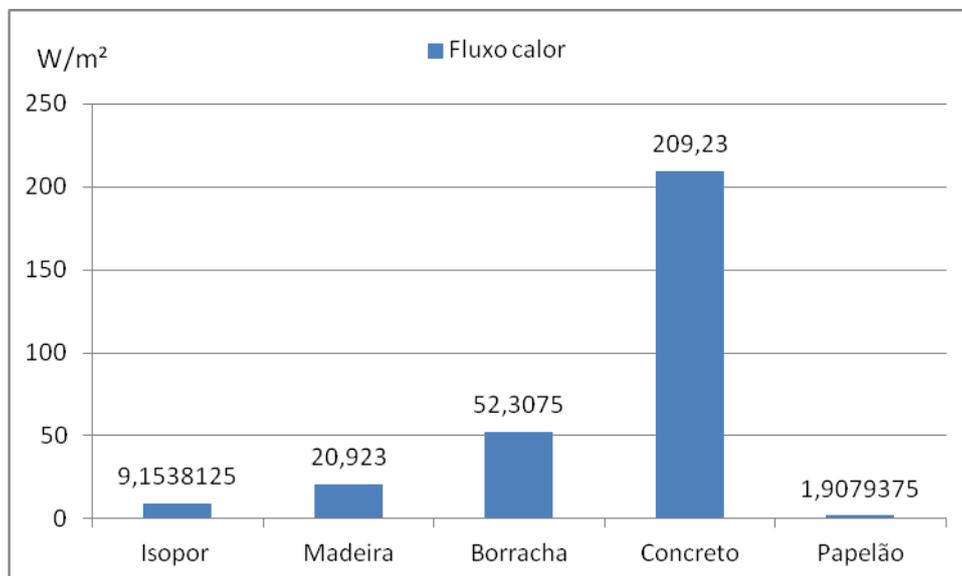


Gráfico 1: Valores retirados da tabela de condutividade térmica

Fonte: Protolab

Esta observação nos levou a utilizar um elemento que aquecesse o ar interno, criando uma atmosfera favorável a uma redução do fluxo de calor perdido

para o exterior por parte do alimento. O Gráfico 2 abaixo demonstra este experimento realizado.

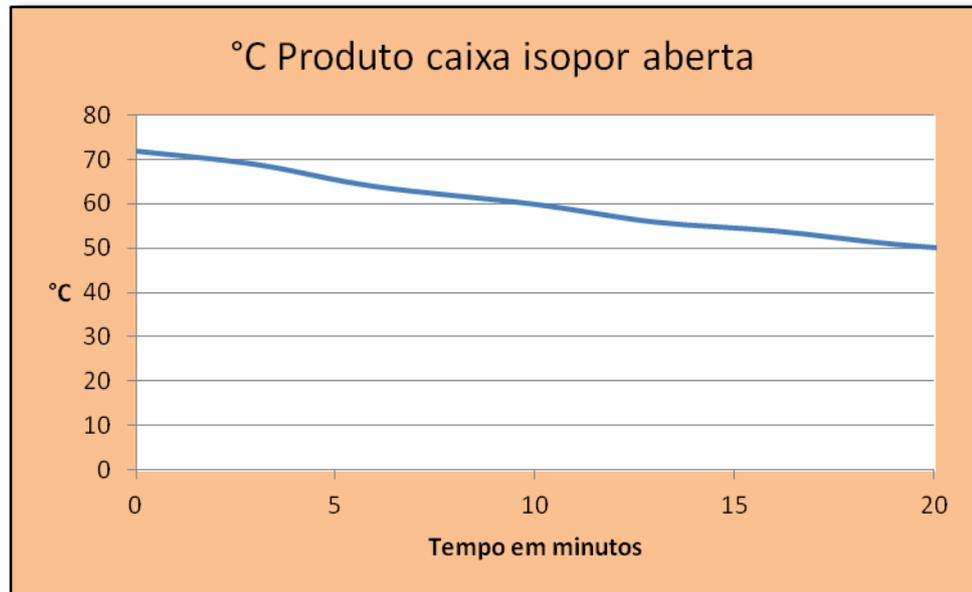


Gráfico 2: Experimento de queda de temperatura com o ambiente diretamente

Fonte: Própria

Seguindo com os experimentos no gráfico 3 temos a evidência que o isopor realmente é uma barreira para o fluxo de calor do alimento.

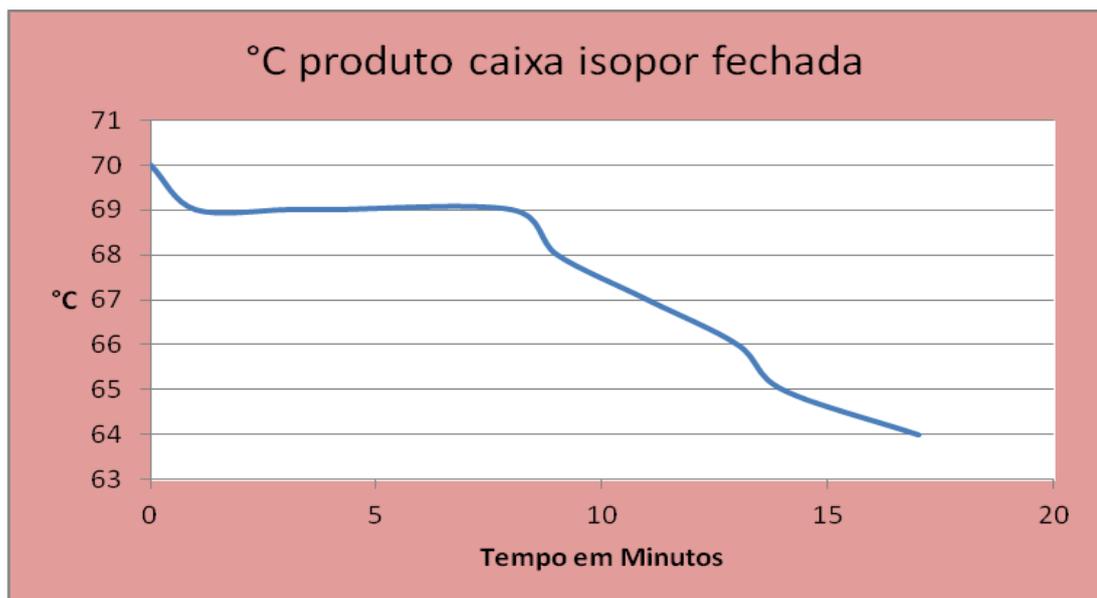


Gráfico 3: Experimento de queda da temperatura com a caixa de isopor fechada

Fonte: Própria

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Pastilhas Termoelétricas

Os processos de transferência de calor são conhecidos desde o ensino médio através dos livros de ensino de Física, onde aborda que, a condução que é o processo onde o calor é transferido através do meio, este é o princípio utilizado com a pastilha de PELTIER que em contato com o dissipador conduz o calor da pastilha para o dissipador. Utilizando ainda ventiladores provocamos o segundo método de transferência que é o da convecção que se dá pela circulação forçada do ar que é o fluido em movimento. E o terceiro método que é o da radiação térmica cujo qualquer corpo acima da temperatura zero Kelvin emite energia em forma de onda eletromagnética, e observando os fornos industriais onde a convecção forçada por ventiladores acelera o processo de aquecimento interno do forno, percebemos que o uso de ventiladores era essencial ao projeto.

A forma construtiva nos ilustrou que dissipadores de computadores são excelentes condutores de calor. A figura 4 foi ilustra o dissipador utilizado no protótipo.



Figura 1 – Dissipador de calor

Fonte: Google/imagens

Para aquecer a caixa de transporte foram utilizadas as pastilhas termoelétricas TEC, ou como é conhecida na literatura pastilha de PELTIER, apesar do nome TEC significar Termoelectric Cooler, o elemento termoelétrico

pode ser utilizado para aquecer também, antes de explicar o efeito PELTIER é preciso falar de Seebeck primeiro.

Em 1821, Thomas Johann Seebeck descobriu que quando dois metais diferentes, exemplo um termopar tipo K possui como termoelemento positivo (KP): Ni90%Cr10% (Cromel) e como termoelemento negativo (KN): Ni95%Mn2%Si1%Al2% (Alumel), a diferença de temperatura produz e o potencial elétrico (tensão) que pode conduzir uma corrente elétrica em um circuito fechado. A tensão produzida é proporcional à diferença de temperatura entre as duas junções.

Mais tarde em 1834 Jean Charles Athanase PELTIER descobriu que uma corrente elétrica produziria aquecimento ou refrigeração na junção de dois metais diferentes. Em 1838, Lenz mostrou que, dependendo da direção do fluxo de corrente, o calor poderia ser removido de uma junção para congelar a água no gelo, ou ao reverter a corrente, o calor pode ser gerado para derreter o gelo. O calor absorvido ou criado na junção é proporcional à corrente elétrica. A constante de proporcionalidade é conhecida como coeficiente de PELTIER.

As pastilhas de PELTIER são chamadas de bombas de calor de estado sólido, são construídas em duas placas de cerâmica paralelas, onde os termopares são ligados em série. Quando uma tensão é aplicada aos terminais o sentido da corrente (DC) irá determinar qual lado esquentará e qual lado ficará frio, o lado frio é quem retira calor da região onde se encontra e bombeia para o lado quente, este é o efeito descoberto por PELTIER.

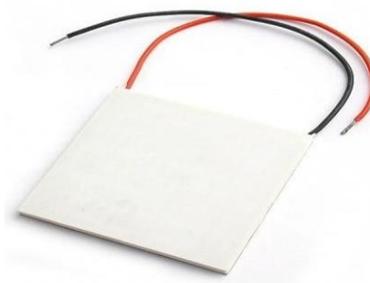


Figura 2 – Pastilha PELTIER

Fonte: Google/imagens

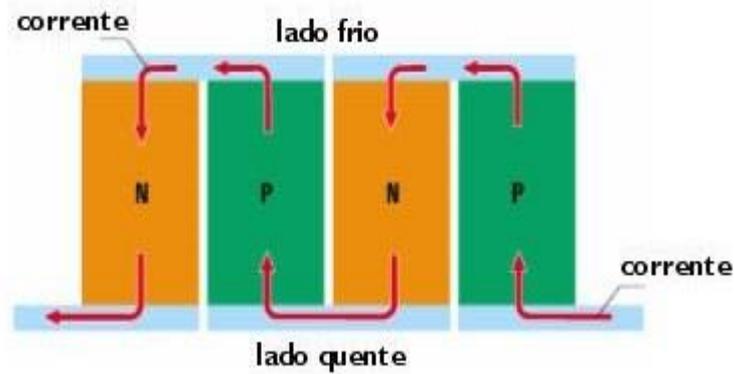


Figura 3 – Sentido da corrente

Fonte: Index

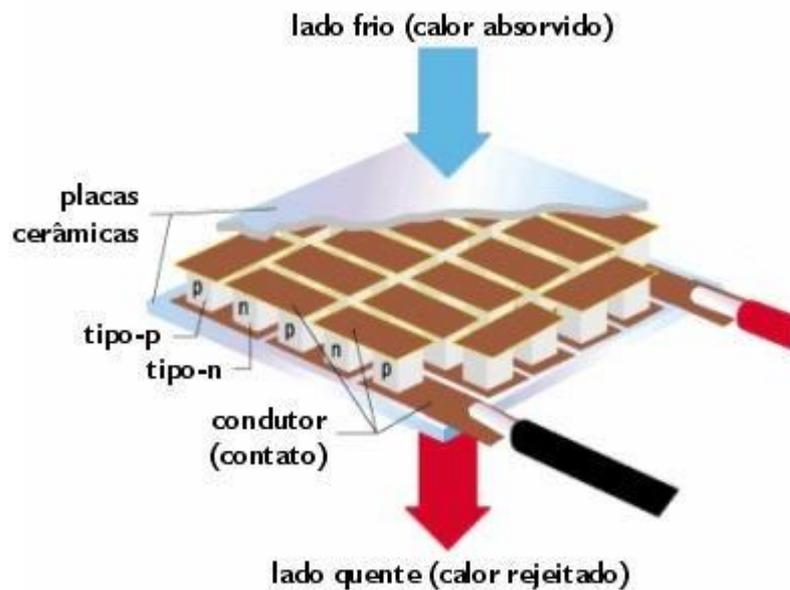


Figura 4 – Construção da Pastilha PELTIER

Fonte: Index

2.2. O Circuito De Controle O CI 555 Modo Astavel

Na escolha do sistema houve uma busca por sistemas de controles simples e de baixo custo e com confiabilidade, o CI 555 traz uma sólida bagagem desde sua criação em 1971 pelo engenheiro suíço Hans R. Camenzind quando trabalhava na empresa Signetics, que posteriormente foi comprada pela Phillips Components, O CI 555 é muito versátil podendo ser utilizado em várias configurações a figura 5 abaixo mostra o diagrama de blocos simplificado do

CI555. A configuração utilizada no projeto foi a chamada Circuito Astavel Básico conforme a figura 6, neste circuito a saída 3 oscila entre ligado e desligado ajustado pelos resistores e o capacitor C1 conforme a forma de onda da figura 7.

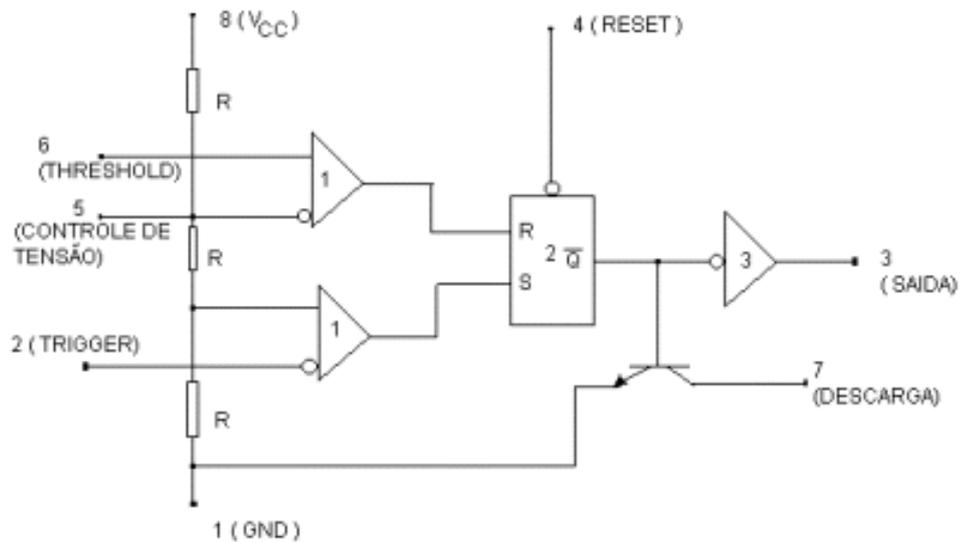


Figura 5 - Diagrama de Blocos do CI555

Fonte: Google/imagens

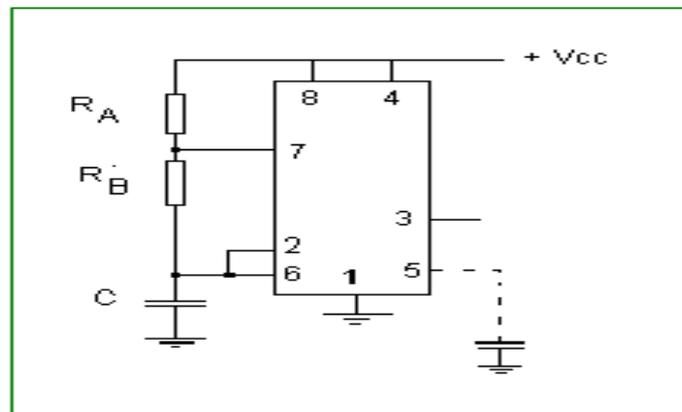


Figura 6 - CI 555 modo astavel

Fonte: Google/imagens

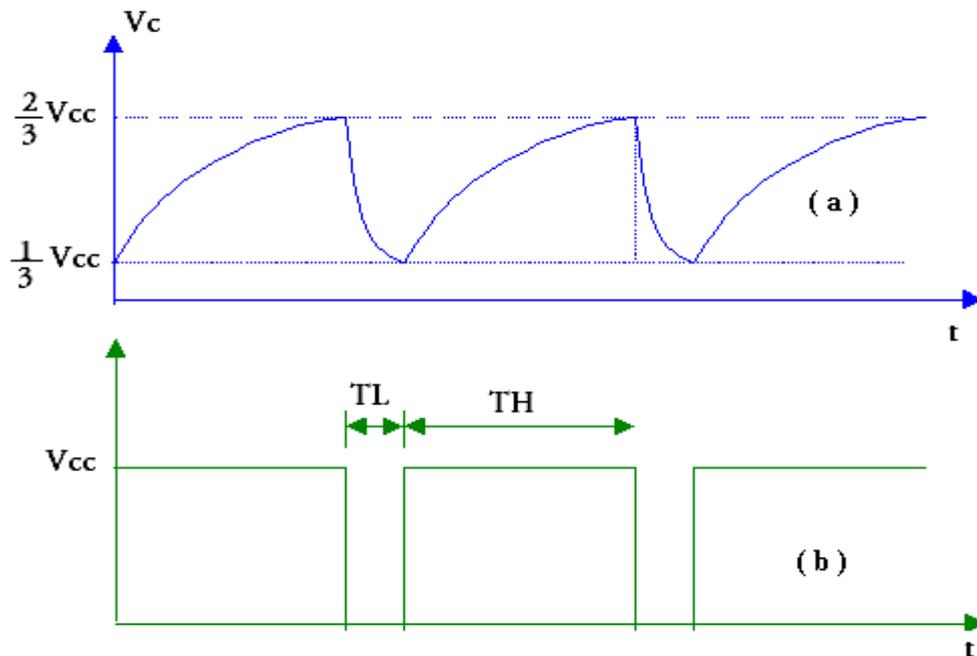


Figura 7 - Forma de onda da saída e do Capacitor do CI555

Fonte: Google/imagens

Os tempos alto (T_H) e baixo (T_L) são calculados por:

$$T_H = 0,69 \times (R_A + R_B) \times C$$

$$T_L = 0,69 \times R_B \times C$$

2.3. Termistor NTC

Termistores são dispositivos elétricos que tem sua resistência alterada em função da variação da temperatura. Existem dois tipos de termistor: O PTC (Positive Temperature Coefficient), que tem a sua resistência aumentada de acordo com o aumento da temperatura, e o NTC (Negative Temperature Coefficient), a sua resistência diminui de acordo com que a temperatura aumenta.

São muito usados para controlar dispositivos eletrônicos tais como: dissipadores de calor, termômetros, ar condicionados e circuitos eletrônicos de compensação térmica.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

3.1. Cronograma

Planejamento do Projeto		Estado	Decisão
Mês de Agosto de 2016	Definição dos grupos	Executada	Membros escolhidos entre os próprios colegas
Mês de Setembro de 2016	Escolha do projeto	Executada	Recipiente Mantenedor de Temperatura
Mês de Outubro de 2016	Aquisição de matérias para testes / parte teórica	Executada	Alexandre/ pastilhas PELTIER Sérgio/fonte de alimentação
Mês de Novembro de 2016	Designação das funções de cada membro / parte prática e desenvolvimento	Executada	João/testes
Mês de Fevereiro de 2017	Reunião para definição do protótipo final	Executada	Adquirir Caixa definitiva, fonte de tensão e dissipador
Mês de Março de 2017	Aprendemos um novo circuito para controle da temperatura	Executado	Aquisição de componentes para o teste
Mês de Maio de 2017	Montagem final	Executada	Testes de carga e duração
Mês de Junho de 2017	Testes finais e apresentação	Aguardo	

Fonte: Própria

3.2. Testes de funcionamento da pastilha

A montagem de um protótipo foi o ponto de partida inicial para que pudéssemos enxergar estes pontos críticos e para análise do funcionamento. Os primeiros testes foram realizados com duas caixas de isopor de porte médio vazias, com apenas a placa PELTIER e seus dissipadores com o objetivo de através de um termômetro bimetálico, medir a temperatura do lado frio e do lado quente. Foi observado que imediatamente a temperatura começa a se alterar e chega a 60° C com facilidade, já o lado frio chega a seus 15°C também com facilidade.

Após ser realizado testes com o ambiente vazio, foi colocado um pedaço de bolo frio no ambiente do lado quente da pastilha, e foi observado que a temperatura da caixa começou a se alterar e após 5 minutos o termômetro nos indicou que a temperatura ambiente estava em 64°C, verificou se também alteração na temperatura do bolo.



Figura 8 - Teste com o ambiente vazio, temperatura a 64°C

Fonte: própria

Com o objetivo de testar o lado frio da pastilha, mantemos o bolo no recipiente quente e adicionamos um copo com água na caixa do lado da pastilha

que tende a resfriar, após o teste foi observado que a temperatura do ambiente frio se altera, mas a temperatura do copo com água não.

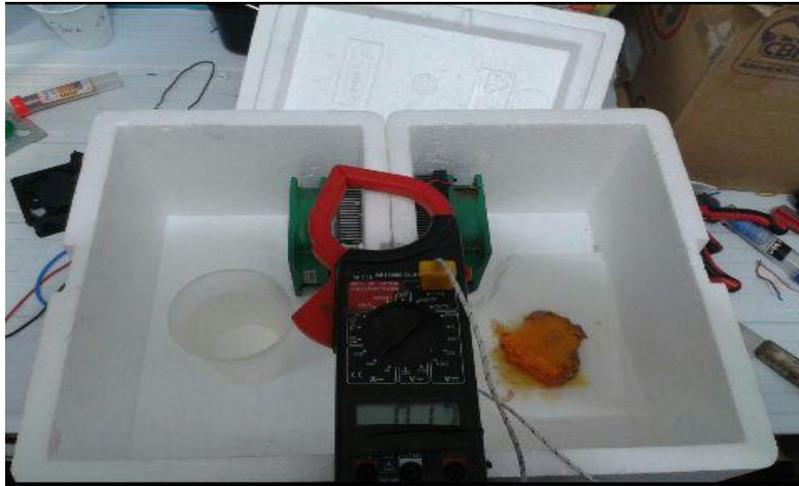


Figura 9 - Teste com um pedaço de bolo e copo d'água

Fonte: própria

Com o objetivo de controlar a temperatura do ambiente, para que se mantivesse estável primeiramente foi utilizado um circuito temporizador com CI 555 no modo astável. Com a intenção de que ao atingir cinco minutos de funcionamento, a alimentação da pastilha seria desligada ficando outros cinco minutos desligada. Assim, esperava que a temperatura se estabilizaria, já que ao atingir 60° C a pastilha seria desligada e diminuiria a sua temperatura.

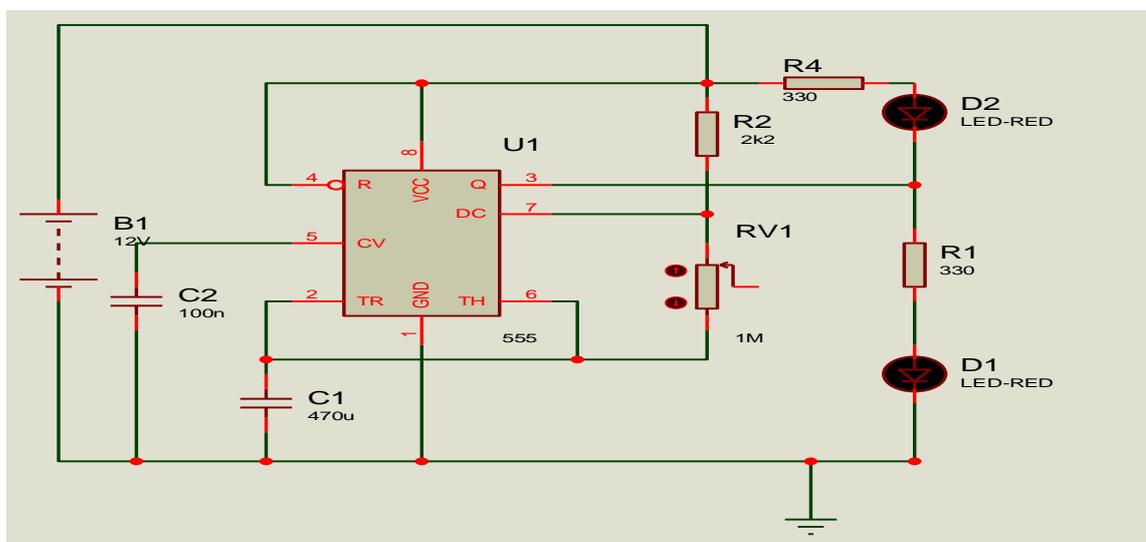


Figura 10 - Circuito do CI 555 Astável.

Fonte: própria

Após um tempo de funcionamento a temperatura do ambiente e da pastilha entram em equilíbrio, e continuou subindo. O temporizador não foi eficiente, já que os dois tempos ligados e desligados eram iguais e não foram o suficiente para controlar o aquecimento da pastilha. Conforme ilustrado na figura 14 abaixo, o primeiro tempo está ligado e o segundo desligado.



Figura 11 - testes realizados com o temporizador

Fonte: Própria

3.3. Divisor de Tensão com NTC

A ideia inicial foi de usar um divisor de tensão utilizando como sensor um termistor, afim de controlar a temperatura impedindo que subisse demais além dos 60° C.

O termistor utilizado NTC 10KΩ, que ao subir a temperatura diminui sua resistência liberando a passagem de corrente em direção a terra, e diminuindo a alimentação do regulador de tensão.

A meta era, com o aumento da temperatura, a tensão que alimentava a pastilha PELTIER caísse. Ao testar o circuito notou-se que o NTC não atuava no controle da temperatura, foi verificado que o mesmo tem uma queda na resistência somente acima dos 100°C, não sendo segura para a pastilha podendo ocasionar a queima da mesma.

Para isolamento do calor gerado pela pastilha, foi usado uma caixa de isopor, duas pastilhas PELTIER, dois termômetros, sendo que um foi fixado diretamente no dissipador de calor, e outro no fundo da caixa térmica.

Entre um termômetro e outro, teve uma diferença normal de temperatura. Com o passar do tempo, foi se equilibrando até que se estabilizou, e ambos os termômetros mediam o mesmo valor de temperatura, ou seja a temperatura da pastilha.

A alimentação do circuito foi de 12v, porém os transistores causam uma queda de tensão de 2V, então a pastilha foi alimentada com 10V, o que automaticamente causou uma queda da potência da pastilha, tendo assim um aquecimento mais lento do projeto. Isso prova que ao diminuir a tensão de alimentação da pastilha, diminui-se a sua potência.

Inicialmente foi ligado as pastilhas em série, com a finalidade de ter uma corrente consumida menor, porém os resultados obtidos não foram aceitáveis.

Abaixo resultados da diferença de temperatura gerado com as pastilhas ligadas em série.

Quadro 1 – Resultados com pastilhas ligadas em série

Cronometragem	Lado da pastilha	Temperatura
Início	Frio	16°C
Início	Quente	22,1°C
04 minutos	Frio	15°C
04 minutos	Quente	30°C
08 minutos	Frio	14°C
08 minutos	Quente	34°C
12 minutos	Frio	14°C
12 minutos	Quente	35,6°C
16 minutos	Frio	15°C
16 minutos	Quente	37°C
20 minutos	Frio	16°C
20 minutos	Quente	38°C
25 minutos	Frio	17°C
25 minutos	Quente	39,2°C
30 minutos	Frio	18°C
30 minutos	Quente	39,9°C

*Lado frio da pastilha não foi utilizado ventilador

Fonte: Própria

Com as duas pastilhas ligadas em série, os resultados de aquecimento e resfriamento não são satisfatórios, pois teve um aquecimento muito lento não atendendo os requisitos exigidos.

Notou-se também que no lado frio teve uma pequena queda de temperatura, porém com o passar do tempo voltou a subir. Com isso foi constatado que ao aproveitar as duas temperaturas geradas pela PELTIER após um tempo essa diferença de temperatura tende ao equilíbrio. Isso ocorre por causa da isolação térmica que não é 100% eficiente e também pela própria pastilha que internamente transfere calor para o lado frio da mesma.

Com os resultados negativos da ligação em serie das pastilhas, foi alterado a sua ligação para paralelo, assim a corrente consumida por cada uma das pastilhas seria de 3,8 Amperes. Desta forma a potência foi aumentada e a

diferença de temperatura gerada foi elevando rapidamente, assim atendendo o que foi previsto que era atingir 60°C na face quente. Desligou-se as pastilhas para resfriar e iniciou os testes utilizando o regulador de tensão com o termistor NTC.

Para controlar a temperatura da pastilha PELTIER foi utilizado um regulador de tensão variável, com termistores para controlar a queda de tensão com base na variação da temperatura. O termistor utilizado foi o NTC que tem o coeficiente negativo, ou seja, diminui a sua resistência com o aumento da temperatura. O potenciômetro serve para fixar uma resistência mínima na base do transistor regulador de tensão 2N3055, servindo assim como um regulador para a tensão de base junto com o Termistor.

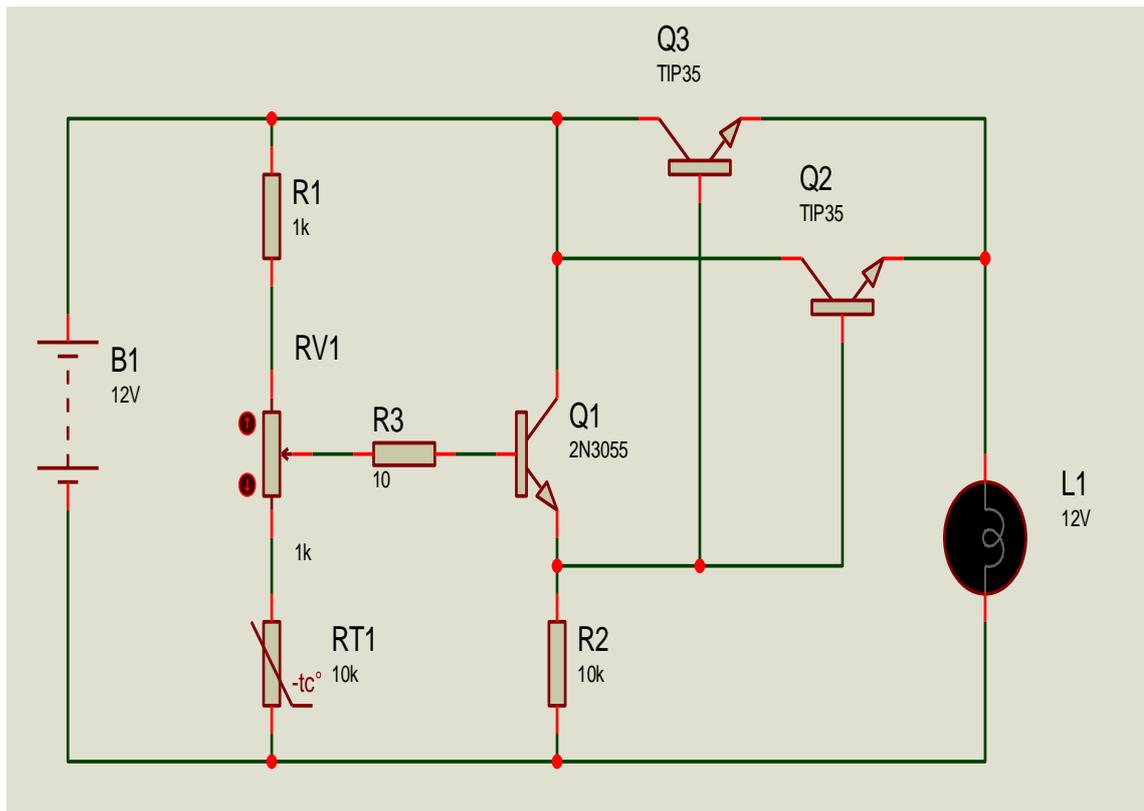


Figura 12 - Circuito Regulador de Tensão com NTC

Fonte: Própria

Para efetuar os testes com o regulador de tensão, utilizamos uma fonte de 12 volts para alimentação do circuito, esta fonte simboliza a bateria da motocicleta. Porém a tensão de saída caiu para 10 V, isto devido à queda de tensão natural que ocorre nos transistores.

Ao ligar as pastilhas com alimentação de 10 V, as mesmas atingiram 60°C em torno de 06 minutos, notou-se que o termistor não influenciou na alimentação das pastilhas. Com tal temperatura esperava-se uma queda de tensão na base dos transistores e na alimentação das pastilhas, com isto decidiu-se diminuir tensão manualmente aumentando a resistência do potenciômetro até atingir uma tensão de 08 V na saída do circuito.

Após regular a tensão de saída, que alimentava as pastilhas PELTIER a temperatura subiu mais 5°C até atingir 65°C diretamente na pastilha e 57,7°C no ponto mais distante das pastilhas e se estabilizou assim durante 13 minutos.

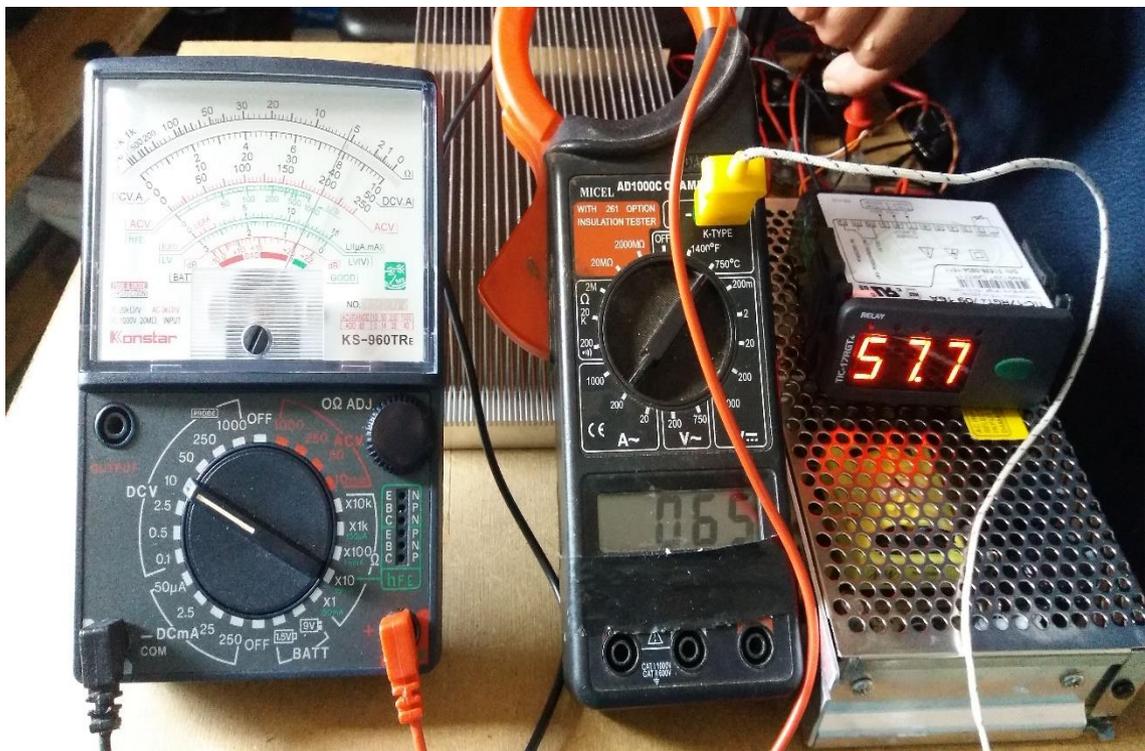


Figura 13 – Experiência com circuito Regulador de tensão

Fonte: Própria

Após uma hora notou-se uma pequena variação das temperaturas, conforme mostra a imagem abaixo, a temperatura da pastilha está em 64°C e no ponto mais distante das pastilhas PELTIER dentro da caixa 57,7°C.

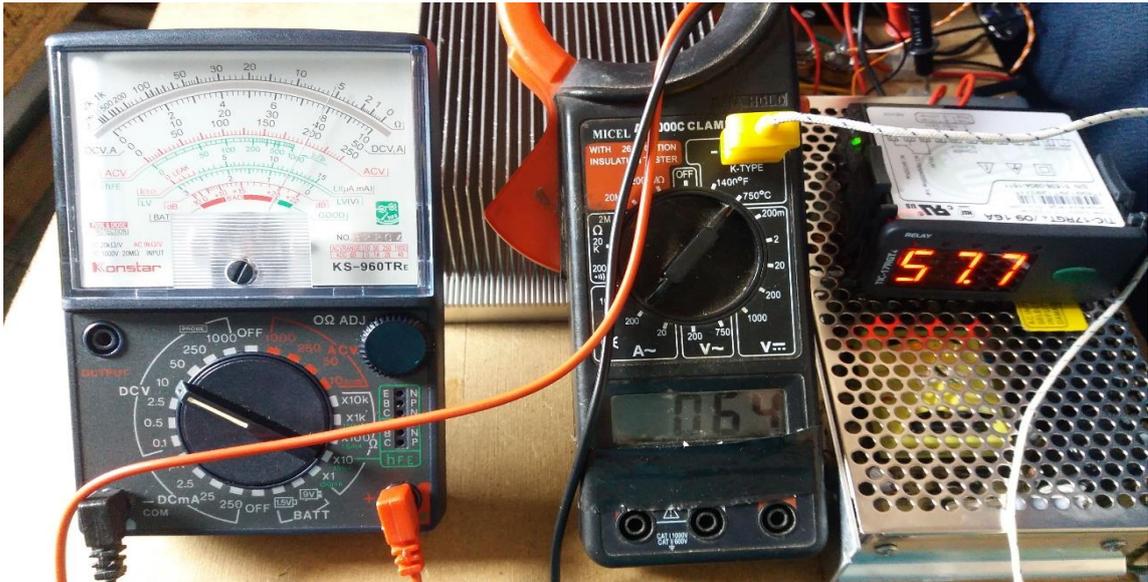


Figura 14 – Resultados após 1 hora de funcionamento

Fonte: Própria

Apesar do termistor utilizado não ter influenciado no controle da temperatura, com a regulagem da tensão por meio do potenciômetro foi obtido o controle desejável, comprovando que com a determinada queda na alimentação pode-se controlar o calor gerado pelas pastilhas. O circuito só não foi totalmente eficiente por conta dos termistores utilizados não variarem a resistência dentro dos 60°C e causando a queda de tensão.

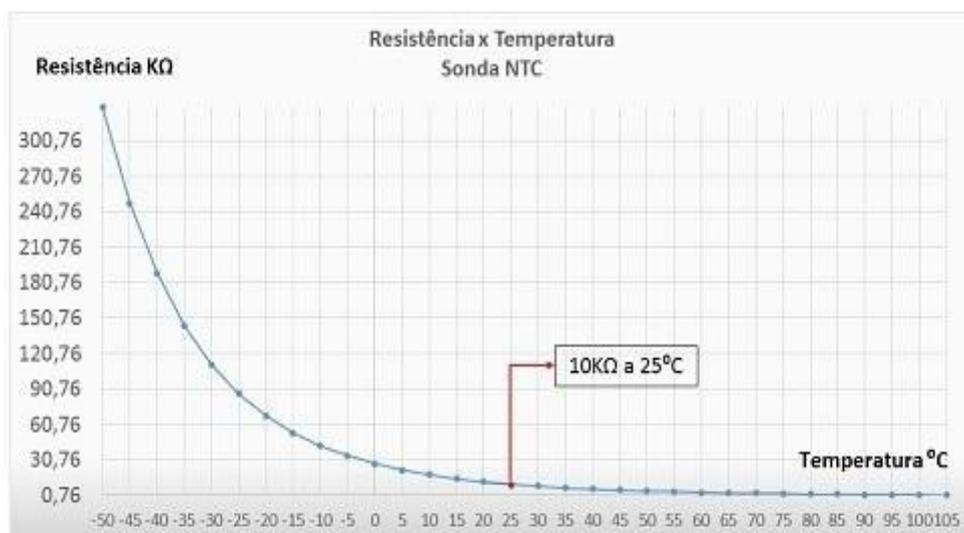


Gráfico 4 - Curva Característica do NTC 10k

Fonte: Mundo Elétrica

De acordo com a curva característica do NTC usado nos experimentos, na qual especifica que ao atingir 60°C já estaria com uma resistência mínima, na prática não foi notado tal variação. Ao ser verificado uma temperatura de trabalho ideal para o funcionamento do NTC, notou-se que o mesmo só variou após atingir 90°C, temperatura obtida com a ajuda de um ferro de solda. Porém com essa temperatura é muito arriscado para as pastilhas, podendo assim queimá-las.

Ao procurar no mercado um termistor ideal para o circuito não foi obtido êxito, não foi encontrado um componente com menor temperatura de trabalho e os vendedores não souberam informar um componente adequado.

Com os resultados obtidos, conclui-se que o ideal para controlar a temperatura da pastilha PELTIER, de uma maneira menos complexa é por controle da tensão, que assim pode-se controlar a potência. A forma de ligação em série não é viável pois o aumento da temperatura é muito lento.

3.4. Teste final

Todos os testes que fizemos contribuíram para o bom desenvolvimento do projeto, dessa forma optamos como estratégia de controle utilizar um controlador de mercado, em virtude das vibrações que testamos em campo, os circuitos testados funcionaram, porém não suportavam o uso crítico, resistores quebraram, os terminais do CI de potência se soltou da placa, foram todos bons efeitos para nosso aprendizado.

O controlador da empresa Fullgauge modelo TIC-17RGti é próprio para controle de aquecimento e refrigeração, isto foi determinante no projeto. A temperatura é mantida próxima do ponto programado, tendo uma variação de 2° C para mais e para menos conforme ilustrados nos gráficos 5 e 6 abaixo.

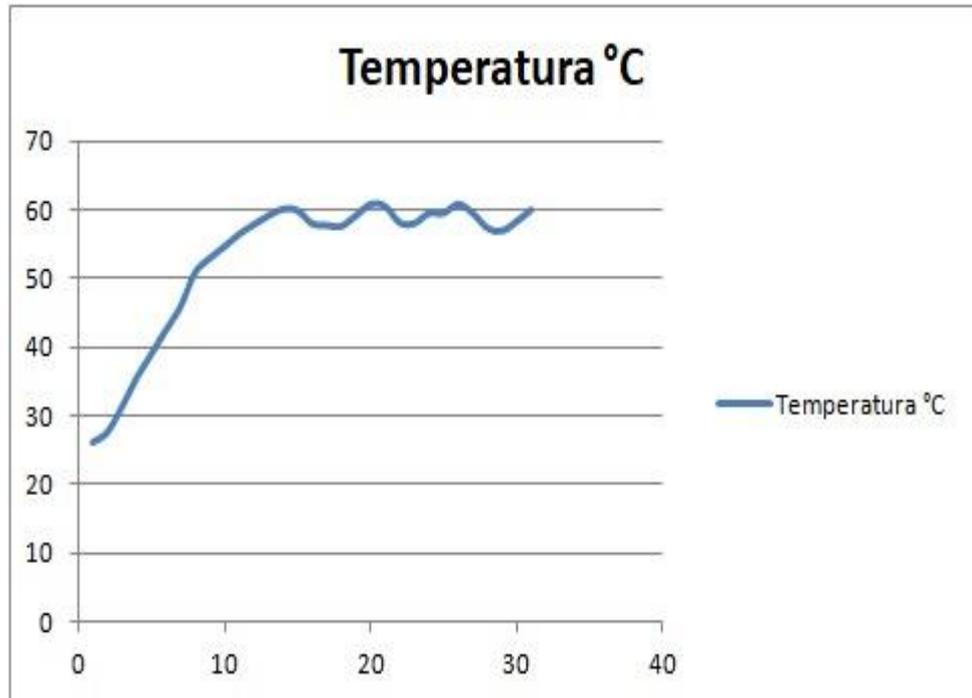


Gráfico 5 – Variação da temperatura

Fonte: Própria



Gráfico 6 – Variação da temperatura Setpoint 58° C

Fonte: Própria

Ajustamos o Setpoint do controlador para 62°C as pastilhas foram montadas com o lado quente voltado para dentro do recipiente, dessa forma o controlador desliga a alimentação das pastilhas quando a temperatura interna da caixa atingir 62°C e retorna a ligar quando a temperatura da caixa atingir 61°C de forma automática e contínua. A figura abaixo mostra os testes e medições.



Figura 15 – Teste com controlador Fullgauge modelo TIC-17RGti

Fonte: Própria

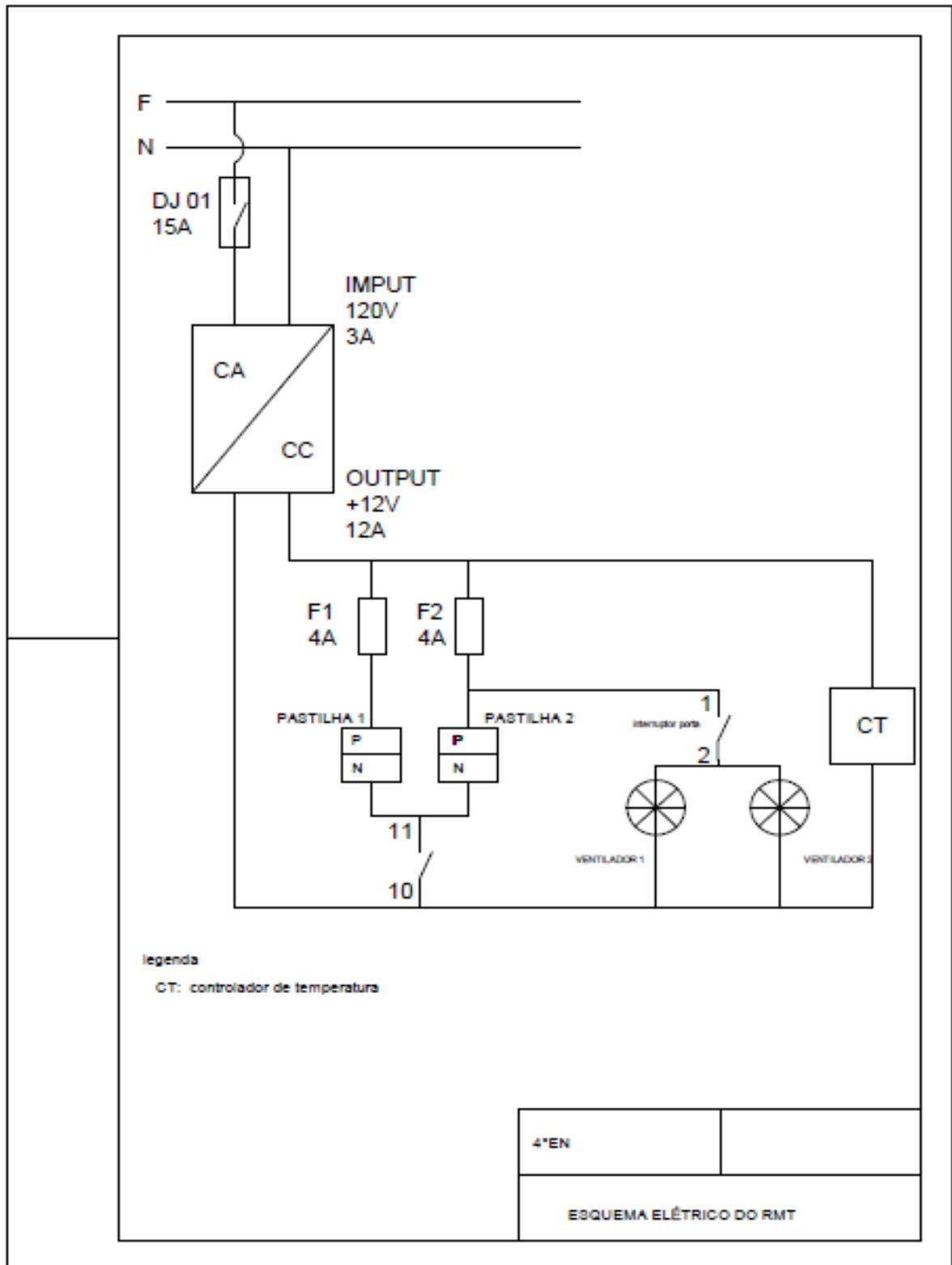


Figura 16 – Esquema elétrico de instalação

Fonte: Própria

3.5. Custos com o projeto em desenvolvimento

Tabela 1 - Custo total do projeto em desenvolvimento

Descrição do Item	Unidade	Qtde	Preço por unidade	Valor Pago
Mochila para transporte pizza	Pc	1	R\$ 108,00	R\$ 108,00
Cano PVC 4"	Metro	0,5	R\$ 10,00	R\$ 5,00
Cabo elétrico 1.5mm ²	Metro	10	R\$ 1,00	R\$ 10,00
Controlador temperatura	Pc	1	R\$ 104,50	R\$ 104,50
Pastilha termoeletrica	Pc	4	R\$ 45,00	R\$ 180,00
Dissipadores com ventilador	Pc	4	R\$ 35,00	R\$ 140,00
Fonte 12vcc /12 a	Pc	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
CI 555	Pc	10	R\$ 1,00	R\$ 10,00
Matriz de contato	Pc	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
Resistores diversos	Pc	20	R\$ 0,09	R\$ 1,80
Led	Pc	8	R\$ 2,24	R\$ 17,92
Calço de alumínio usinado sob medida	Pc	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Transistor TIP 35	Pc	4	R\$ 5,36	R\$ 21,44
Lm35	Pc	3	R\$ 6,90	R\$ 20,70
Lm741	Pc	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
Termistor NTC	Pc	3	R\$ 3,00	R\$ 9,00
Transistor 2n3055	Pc	4	R\$ 5,31	R\$ 21,24
Potenciômetro 1MΩ	Pc	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Fusível	Pc	10	R\$ 2,00	R\$ 20,00
	Valor Unitário		R\$ 540,90	
	Valor Total			R\$ 1.082,60

Fonte: Própria

Tabela 2 - Custo total do projeto

Descrição do Item	Unidade	Qtde	Preço por unidade	Valor Pago
Mochila para transporte pizza	Pc	1	R\$ 108,00	R\$ 108,00
Cano PVC 4"	Metro	0,15	R\$ 10,00	R\$ 1,50
Cabo Elétrico 1.5mm ²	Metro	3	R\$ 1,00	R\$ 3,00
Controlador temperatura	Pc	1	R\$ 104,50	R\$ 104,50
Pastilha termoeletrica	Pc	2	R\$ 45,00	R\$ 90,00
Dissipadores com ventilador	Pc	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
Fonte 12vcc /12 a	Pc	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Fusível	Pc	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
Calço usinado sobre medida de alumínio	Pc	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Margem de lucro na venda	-	1		
Margem de lucro venda				1,25
Valor unitário			R\$ 490,50	
Valor total				R\$ 714,00
Valor venda				R\$ 892,50

Fonte: Própria

Tabela 3 - Custo para Retrofit

Descrição do Item	Unidade	Qtde	Preço por unidade	Valor Pago
Cano PVC 4"	Metro	0,15	R\$ 10,00	R\$ 1,50
Cabo Elétrico 1.5mm ²	Metro	3	R\$ 1,00	R\$ 3,00
Controlador temperatura	Pc	1	R\$ 104,50	R\$ 104,50
Pastilha termoelétrica	Pc	2	R\$ 45,00	R\$ 90,00
Dissipadores com ventilador	Pc	2	R\$ 35,00	R\$ 70,00
Fonte 12vcc /12 a	Pc	0	R\$ 35,00	R\$ 0,00
Fusível	Pc	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
Calço usinado sobre medida de alumínio	Pc	2	R\$ 150,00	R\$ 300,00
Mão de obra de instalação	-	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Valor Unitário			R\$ 582,50	
Valor Total				R\$ 771,00

Fonte: Própria

3.6. Resultados Obtidos

A pastilha PELTIER aqueceu o recipiente da maneira esperada, a resposta ao sistema pode ser melhorada com uma estratégia de controle diferente, ponto que pode ser explorado por novos alunos.

Os testes de longa duração foram satisfatórios para o grupo. A aplicação da pastilha demonstrou-se eficaz na aplicação, a potência média consumida foi de 72W, o tempo de aquecimento depende do material isolante para as pastilhas selecionadas, mas com pastilhas mais potentes é possível atingir maiores valores de temperatura. Os valores de temperatura atende o que é pedido na norma da Anvisa.

4. CONCLUSÃO

A pastilha PELTIER atingiu a temperatura desejada em seu lado quente. Para o isolamento de calor produzido, seu funcionamento necessita de cuidados no controle da temperatura, caso exceda seu limite ocorre a queima. Porém para o aproveitamento do lado frio seu funcionamento tem um limite maior, pois o calor será absorvido pelo dissipador e lançado ao ar pelo cooler. Recomenda – se utilizar a pastilha apenas para umas das funções, ou para aquecer ou resfriar um ambiente isolado.

O projeto foi de grande aprendizado prático, foi possível implementar grande parte do conhecimento adquirido na escola de forma que pudemos empreender um produto para demonstração. O sistema utilizado demonstrou estável nos testes, fica os testes em campo real para colaborar com nosso pensamento.

REFERÊNCIAS

CESAR, **Termistores NTC:** Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef004/20061/Cesar/SENSORES-Termistor.html>> acesso em: 20 de fev. 2017.

ELETRONICA 24h. **C.I 555 Como Astável.** Disponível em: <<http://www.eletronica24h.net.br/aula55501-.html>> acesso em: 31 de out. 2016.

GRAF. **Leituras de Física.** Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo1.pdf>> acesso em: 19 de mai. 2017.

KRONBAUER, Claudia Ana. **Projeto E Construção de Um Mini Refrigerador Com Pastilhas Termoelétricas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Medianeira 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1381/1/MD_COMIN_2012_2_03.pdf> acesso em: 12 de set. 2016.

MATTEDE, Henrique **Sensor de temperatura NTC e PTC.** Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/sensor-de-temperatura-ntc-ptc/>> acesso em: 25 de fev. 2017.

PROTOAB. **Tabela De Condutividade Térmica.** Disponível em: <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Conductividade-Material-Construcao.htm>> acesso em: 07 de abr. 2017.

SANTOS, Bruno André dos; BOTTINO, Daniel Martins; Ferreira Junior, Nerval Paes. **Controle de Temperatura Utilizando Célula PELTIER.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe5vMAL/monografia-engenharia-eletrica?part=9>> Acesso em: 31 de out. 2016.