

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Bruna Ferreira Barboza

Bruno Silva Calheiro

**Sistema de controle de refrigeração utilizando célula
Peltier**

Taubaté – SP

2017

Bruna Ferreira Barboza

Bruno Silva Calheiro

**Sistema de controle de refrigeração utilizando célula
Peltier**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Controle de Automação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Rubens Castilho Junior

Taubaté – SP

2017

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

B239s Barboza, Bruna Ferreira
Sistema de controle de refrigeração utilizando célula Peltier. / Bruna Ferreira Barboza, Bruno Silva Calheiro. - 2017.

31f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2017
Orientador: Prof. Rubens Castilho Junior, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

1. Célula Peltier. 2. Sistema fechado. 3. Refrigeração. I. Título.

BRUNA FERREIRA BARBOZA

BRUNO SILVA CALHEIRO

SISTEMA DE CONTROLE DE REFRIGERAÇÃO UTILIZANDO CÉLULA PELTIER.

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Data: 21/11/2017

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Prof. Rogério Caspary Junior
Assinatura _____

Universidade de Taubaté

Prof. EDER SOLIM MINHOLO
Assinatura _____

Universidade de Taubaté

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente as nossas famílias, principalmente aos nossos pais que nunca mediram esforços para nos proporcionar o melhor que podiam nos dar. Ao nosso orientador, Rubens que sempre se dispôs a nos ajudar e dar idéias. A todos os nossos professores que nos ensinaram ao longo desse período. E aos nossos colegas de classe e de trabalho, dividindo histórias e experiências.

Esse é um enorme passo em nossas vidas que cada um dos envolvidos acima pôde contribuir em nossas realizações.

Sistema de controle de refrigeração utilizando célula Peltier. 2017. Trabalho de Graduação (Bacharel em Engenharia de Controle e Automação) – Departamento de Engenharia Mecânica – DEM, Universidade de Taubaté, Taubaté, Brasil.

RESUMO

O protótipo do sistema de refrigeração é composto por uma caixa metálica que contém quatro células Peltier que tem a função de resfriar um líquido contido em um recipiente ocluso através de um sistema fechado. Porém, como o princípio de funcionamento da célula é esfriar de um lado e esquentar do outro, o ar do lado quente é direcionado para fora do sistema por meio de um ventilador. O fluido resfriado será conduzido para fora do recipiente por meio de serpentinas, onde em uma determinada parte, haverá um ventilador que jogará o ar por meio dessas serpentinas, resfriando o ambiente, ou seja, fazendo a troca de calor com o ambiente.

Todo esse conjunto estará contido dentro de um recipiente de isolamento térmica, para se ter um melhor aproveitamento do fluido resfriado e para que não haja perda de calor do recipiente para o ambiente externo.

O sistema será controlado por meio de um programa, feito no Arduino, que fará o controle da temperatura, tanto monitorando as condições internas, como as condições externas, possibilitando a alteração para as condições de temperaturas desejadas.

Palavras-chave: (Célula Peltier; Sistema fechado; Isolação térmica; Arduino).

Cooling control system using Peltier cell. 2017. Graduation work (Bachelor's degree in Control Engineering and Automation) – Department of Mechanical Engineering – DEM, University of Taubaté, Taubaté, BRAZIL.

ABSTRACT

The prototype of the cooling system consists of a metal housing containing four Peltier cells which has a function of cooling a liquid contained in an occluded container through a closed system. However, as the principle of cell operation and cooling on one side and heat on the other, the air from the hot side is directed to the system by means of the fan. The cold fluid will be driven to shipping packages through coils, where in a particular part, there is a navigation module, through a serpentine, cooling the environment, ie, making a heat exchange with the environment.

This whole assembly is available inside a thermal insulation vessel, for a good use of the cooled fluid and so that there is no loss of heat from the vessel to the external environment.

The system is controlled by means of a program, has no Arduino, which will control the temperature, both monitoring as internal conditions and as external conditions, allowing a change to the desired temperature conditions.

Keywords: (Peltier cell; Closed system; Thermal insulation; Arduino).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Compressor	15
Figura 2 - Tubo Capilar	16
Figura 3 – Evaporador de ar	17
Figura 4 – Condicionadores de ar em funcionamento	19
Figura 5 – Efeito na célula Peltier	20
Figura 6 – Exemplos de Utilização (Mini geladeiras, bebedouros, assentos) ..	21
Figura 7 – Sensor de temperatura	22
Figura 8 – Arduíno UNO R3.....	23
Figura 9 – Princípio de funcionamento	24
Figura 10 – Ligações no Arduíno	24
Figura 11 – Shields mais utilizados	25
Figura 12 – Modelos de Shield	25
Figura 13 – Sensores.....	26
Figura 14 – Como conectar	26
Figura 15 – Funcionamento do sistema utilizando Célula Peltier	28
Figura 16 – Funcionamento lógico do sistema	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características Arduíno27

LISTA DE FÓRMULAS

Formula 1 – Lei geral dos gases.....	17
--------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO.....	13
2.1 CONDICIONADORES DE AR.....	13
2.1.1 COMPONENTES	13
2.1.1.1 COMPRESSOR DE AR.....	13
2.1.1.2 CONDENSADORES	14
2.1.1.3 VÁLVULA DE EXPANSÃO.....	14
2.1.1.4 EVAPORADOR	15
2.1.1.5 FILTRO SECADOR.....	16
2.1.2 FUNCIONAMENTO.....	16
2.1.3 UTILIZAÇÃO	18
2.2 CÉLULA PELTIER	18
2.2.1 EFEITO PELTIER.....	18
2.2.2 APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA CÉLULA PELTIER.....	19
2.3 SENSOR DE TEMPERATURA	20
2.4 ARDUÍNO.....	21
3 METODOLOGIA.....	26
4 RESULTADOS	29
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Com a metade da população vivendo nos trópicos, lugar onde a radiação solar é mais intensa e possuem temperaturas elevadas, e com o aumento da temperatura nos últimos anos, tendo o aquecimento global como um dos principais fatores, a procura por uma forma de se refrescar e se sentir mais confortável em ambientes fechados vem aumentando a cada dia.

Para se ter um ambiente mais confortável termicamente, ou seja, mais fresco, precisamos retirar energia térmica deste mesmo ambiente, sendo a única maneira de se fazer isso, levar algo que já estivesse gelado, como exemplo, um pouco de neve, porém não seria uma solução ideal.

Então, uma das formas encontradas para se refrescar em um determinado local, foram através dos ventiladores, porém ainda assim esses equipamentos não são capazes de diminuir as altas temperaturas, não conseguem resfriar o ambiente totalmente. Assim, um dos meios descobertos e mais utilizados para amenizar o calor, foram os condicionadores de ar.

A procura por esse tipo de sistema vem aumentando, os consumidores estão em busca de aparelhos de ar condicionado mais modernos, mais compactos, que sejam ao mesmo tempo eficientes e requerem menos manutenção ao longo de seu ciclo de vida. Porém uma das dificuldades encontradas por esses consumidores é de que, na maioria das vezes, esses aparelhos requerem muita energia, o que faz com que haja um aumento nas contas elétricas, além de seu ruído indesejado durante seu funcionamento. Um outro problema é em relação a sustentabilidade, pois alguns fluidos refrigerantes que circulam pelo sistema de condicionadores de ar são altamente prejudiciais ao meio ambiente.

Pensando nestes aspectos, foi criado o estudo de um controle de refrigeração utilizando Célula Peltier. Estas pastilhas termoelétricas, como também são conhecidas, já são utilizadas em diversos outros equipamentos, como exemplo, bebedouros que possuem tanto água a temperatura ambiente como gelada, essas pastilhas tem a finalidade de resfriamento, ou até, aquecimento.

Por meio desse estudo e da criação de um protótipo foi possível obter uma maior eficiência no controle da temperatura, com menor ruído e gasto de energia elétrica.

2 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

2.1 CONDICIONADORES DE AR

Os condicionadores de ar são equipamentos que realizam um resfriamento artificial, ou seja, são responsáveis por controlar a temperatura de um ambiente fechado mantendo a sua umidade controlada por meio de um sistema.

A teoria do resfriamento artificial foi criada pelo engenheiro Willis Carrier em 1902, para solucionar um problema em uma grande editora nos Estados Unidos (EUA), onde o clima dentro da sede da empresa possuía uma alta umidade fazendo com que assim as páginas dos livros enrugassem e as tintas borrassem. Willis solucionou esse problema criando os condicionadores de ar.

2.1.1 COMPONENTES

Os condicionadores de ar são compostos basicamente por um compressor de ar, um condensador, tubo capilar ou válvula de expansão, evaporador, filtro secador e pelos ventiladores.

2.1.1.1 COMPRESSOR DE AR

O compressor de ar é responsável por criar uma diferença de pressão no circuito de refrigeração, ou seja, tem a finalidade de elevação da pressão e da temperatura de condensação do fluido (temperatura na qual o fluido passa do estado gasoso para o estado líquido).

É responsável também por circular o fluido refrigerante pelo sistema.

No compressor o fluido refrigerante em forma de vapor é comprimido fortemente por meio de êmbolos alternativos em movimento sincronizado de “vai e

vem”, em um processo denominado compressão por duplo efeito, esta característica faz do compressor um equipamento pequeno, porém de alto desempenho.

Figura 01- Compressor.



Fonte: RT Car Import (2015).

2.1.1.2 CONDENSADORES

Os condensadores tem a função de rejeitar o calor retirado do interior do refrigerador para o ambiente externo. Os condensadores são responsáveis por eliminar o calor contido no fluido refrigerante para o ambiente externo. O condensador recebe o fluido no estado de vapor superaquecido, em alta pressão e temperatura, entra na serpentina do condensador, perde o calor para o ambiente, e conseqüentemente é condensado, até o estado de líquido saturado.

Para que o fluido refrigerante libere calor no ambiente, ele precisa estar mais quente que este mesmo ambiente, ou seja, a temperatura de condensação precisa estar maior que a temperatura ambiente. Como o condensador estará sempre em ambiente externo, não corre o risco de formar gelo nas serpentinas, porém está sujeito as alterações climáticas, tanto ao longo do ano quanto ao longo do dia. Os condensadores podem ser também montados em uma estrutura juntamente com o compressor, essas estruturas são chamadas de unidades condensadoras. O ventilador do condensador é geralmente direcionado no sentido do compressor, para auxiliar no seu resfriamento.

2.1.1.3 VÁLVULA DE EXPANSÃO

Um dispositivo de expansão tem como objetivo gerar uma perda de carga controlada, entre a linha de baixa e de alta pressão do sistema, ou seja, esse

dispositivo recebe líquido resfriado em alta pressão e temperatura expandindo esse líquido até que ele caia para um nível de pressão baixa e conseqüentemente sua temperatura também será baixa, este artifício descarrega o fluido já com uma mistura, predominantemente líquida, possui uma parcela evaporada porém muito pequena. A válvula de expansão, também conhecido como tubo capilar, é um tubo comprimento de diâmetro pequeno, onde um fluxo de líquido entra nele, e com a queda do diâmetro, o fluido apresenta dificuldade ao passar por ele, gerando uma resistência na passagem do líquido, assim, quanto menor o diâmetro e menor o comprimento maior será a perda de carga, a queda de pressão.

Figura 02- Tubo Capilar.



Fonte: Josh Peterson (2016).

2.1.1.4 EVAPORADOR

Os evaporadores tem a finalidade de absorver o calor interno do refrigerador. O evaporador recebe um fluido proveniente da válvula de expansão, esse fluido estará no estado saturado, com uma parcela de líquido e uma parcela de vapor, quando entra no evaporador ela recebe calor do ambiente e então evapora por completo e é descarregado como vapor superaquecido. Para que o fluido receba calor do ambiente, ele precisa estar mais frio que o ambiente, justamente porque o calor vai sempre do lugar mais quente para o lugar mais frio, então se estiver mais quente ele estará jogando calor para o ambiente, que não é o ideal, então ele precisa evaporar para uma temperatura mais baixa pelo ambiente. Quanto maior for a diferença de temperatura entre o ambiente e o evaorador, mais seco será o ar do ambiente, pois quanto mais frio a serpentina estiver, mais ela irá atrair a temperatura do ambiente.

Figura 03- Evaporador de ar.



Fonte: Polipartes (2011).

2.1.1.5 FILTRO SECADOR

O filtro secador tem três funções em um sistema de ar condicionado, a primeira reter e absorver partículas sólidas que se eventualmente se desprendem do sistema oriundas do desgaste do compressor. A segunda função é como secador, ou seja, ele possui um composto chamado Zeolito, que tem a finalidade de absorver a umidade do sistema. Já a terceira finalidade, é de acumular fluido refrigerante, servindo como um reservatório para mandar fluido para a válvula de expansão.

2.1.2 FUNCIONAMENTO

Para entender o funcionamento do sistema de um ar condicionado é necessário o entendimento de dois princípios básicos.

O princípio da transferência de calor, onde se tem que, para transformar um fluido líquido em gasoso é necessária uma troca de energia térmica dos arredores para o sistema sem aumentar a sua própria temperatura, ou seja, a troca de temperatura entre o ambiente externo e o interno.

E o princípio da lei geral dos gases, onde se diz que, se mantermos o volume constante, mas diminuirmos a pressão, a temperatura também irá diminuir. Esse princípio é dado pela função:

$$P \times V = T \times K$$

(1)

Isso quer dizer que em baixas pressões, como por exemplo, em um topo de uma montanha, a água irá ferver em uma temperatura menor.

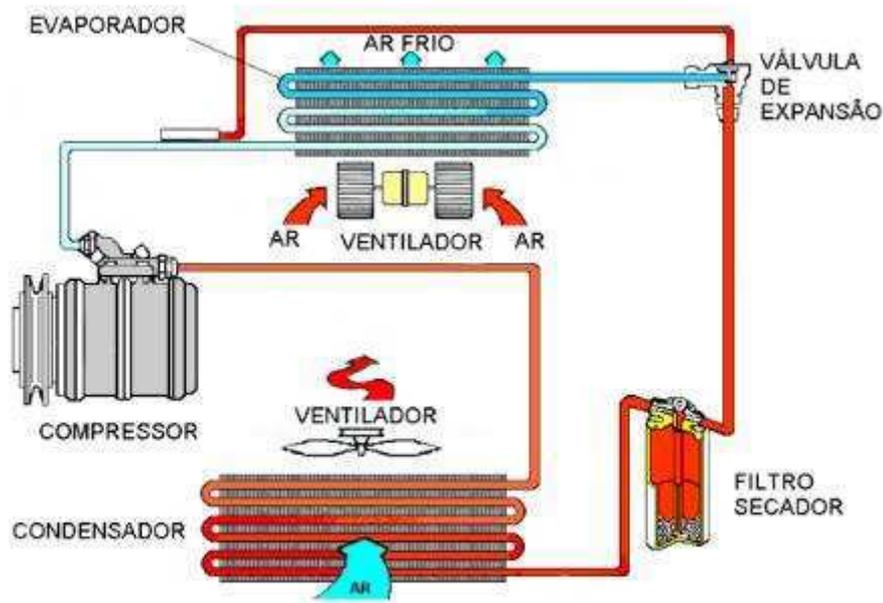
O princípio de funcionamento do ar condicionado baseia-se em um tubo que forma um circuito fechado, onde em seu interior está contido um fluido que pode ser tanto um gás quanto um líquido. Existem diversos fluidos que podem cumprir este trabalho, geralmente usam-se os que possuem ponto de ebulição próximos ao da temperatura do lugar a ser resfriado (temperatura em que passa do estado líquido para o estado gasoso), pois quando este fluido passa na forma líquida no interior da casa ele está frio, e transfere energia térmica sem aumentar tanto a sua temperatura, contribuindo para a eficiência do processo. Esses componentes químicos que correm pelos tubos são os hidrofluorcarbono (HFC).

O fluido refrigerante ao entrar no sistema, passa pelo compressor de ar, este é comprimido nas duas extremidades dos êmbolos simultaneamente, estes deslocamentos sequenciais permitem que o fluido refrigerante seja admitido da linha que comunica o evaporador ao compressor e seja descarregado sob pressão, na linha que comunica o compressor ao condensador. Após o fluido passar pelo condensador, ele passa pelo filtro secador que retira suas impurezas.

No outro lado do circuito, na válvula de expansão, ocorre o contrário, o fluido refrigerante que sai do condensador sob alta pressão, reduz sua pressão ao passar por um pequeno orifício no seu interior, o volume ainda permanece o mesmo, assim parte do sistema fique em alta pressão e a outra em baixa, e pela lei geral dos gases faz com que uma fique quente e a outra fria. Durante esse processo uma pequena parte do fluido vaporiza e sua temperatura é novamente reduzida para aproximadamente 0°. Em seguida o fluido é conduzido ao evaporador onde o ciclo recomeça. O ventilador presente juntamente ao evaporador é responsável por distribuir o ar gelado ao ambiente que se deseja uma baixa temperatura, e o ventilador próximo ao condensador tem a finalidade de despejar o ar quente para fora do ambiente, geralmente condicionadores que possuem saídas de ar para fora do ambiente.

Contendo assim estes componentes no qual funcionam simultaneamente e continuamente, promovem o deslocamento do fluido e o transporte de energia térmica do interior para o exterior do ambiente.

Figura 04- Condicionadores de ar em funcionamento.



Fonte: Vitor Rafael Galisteo Soares (2009).

2.1.3 UTILIZAÇÃO

Os condicionadores são amplamente utilizados em diversos ambientes, desde um local apenas para se sentir mais confortável, até a necessidade de se ter para a conservação de alimentos, como exemplo.

São utilizados em casas, salas de cirurgia, onde a umidade precisa ser controlada para que não haja a desidratação de pacientes, em carros, em aeronaves, para conforto dos passageiros e devido à alta altitude, em laboratórios químicos, para conservação de alimentos e para vários outros ambientes nos quais necessitem de temperatura e umidade controlados.

2.2 CÉLULA PELTIER

Uma célula Peltier é composta por uma camada de cerâmica, uma de semicondutor e outra camada de cerâmica.

2.2.1 EFEITO PELTIER

O efeito Peltier, descoberto no ano de 1834, pelo físico Frances Jean Charles Athanase Peltier, se baseia na teoria de que, ao aplicar um fluxo de corrente elétrica

na interface de dois condutores diferentes, se estabelece entre eles uma diferença de temperatura. Ou seja, quando essas peças de cerâmicas são alimentadas com uma corrente elétrica, uma corrente contínua de 12 volts, por exemplo, ocorre uma transferência de calor, onde uma face da pastilha libera calor, ou seja, esquenta, e a outra parte absorve calor, ela resfria.

Figura 05 - Efeito na célula Peltier.



Fonte: Projeto Garagem (2015).

Durante os anos, após várias experiências, decidiu-se usar os semicondutores por conseguirem gerar um potencial elétrico maior, tendo ele a propriedade de transportar o calor de uma camada para outra.

2.2.2 APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DA CÉLULA PELTIER

As células Peltier são usadas em sistemas que necessitam de resfriamento rápido em um tempo curto, como por exemplo, bebedouros, minigeladeiras, coolers e desumidificadores.

Figura 06 - Exemplos de Utilização (Mini geladeiras, bebedouros, assentos).



Fonte: Peltier (2010).

A vantagem de se utilizar células Peltier na refrigeração é a ausência de peças móveis, como são utilizados em refrigeradores atuais, fluido refrigerante, ausência de ruído e vibração, além de seu tamanho reduzido, possibilitando a criação de compartimentos pequenos, alta durabilidade e atinge a uma determinada temperatura com alta precisão.

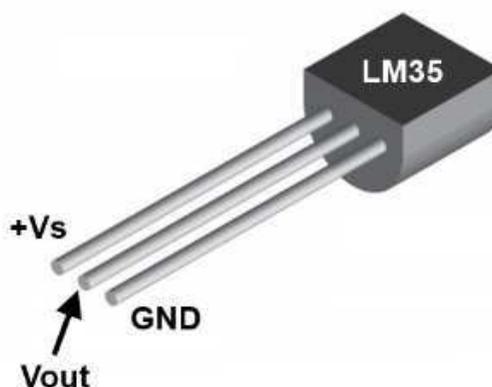
2.3 SENSOR DE TEMPERATURA

Os sensores de temperatura são sensores que são capazes de fazer a leitura de variáveis físicas do ambiente e converterem em informações que possam ser lidas por um devido sistema. O sensor mais utilizado para projetos devido a sua facilidade de uso é o do tipo LM35.

Este sensor possui uma entrada de 4V a 30V, uma saída, que é a saída da temperatura e um aterramento, o negativo da fonte. O modo de saída do sensor de temperatura funciona da seguinte forma, a cada 10mV na saída significa 1°C, então se a saída for de 200mV, como exemplo, o LM35 terá uma saída de 20°C.

Este tipo de sensor pode variar sua leitura de temperatura de -55°C à 150°C.

Figura 07 - Sensor de temperatura.



Fonte: Arduinoecia (2013).

2.4 ARDUÍNO

O Arduíno é um dispositivo que foi criado para facilitar o desenvolvimento de projetos, é considerado um minicomputador, ou seja, uma plataforma para desenvolvimento de sistemas embarcados, onde os sistemas embarcados são formados por Hardware e Software com o objetivo de desempenho e a execução de funções muito específicas. São dispositivos diferentes de sistemas de uso geral, como por exemplo, nossos computadores, pois estes permitem a execução de um grande conjunto de atividades, como edição de textos e planilhas e acesso à internet, já os conjuntos embarcados são criados para a execução de um conjunto restrito e bem definido de funções.

O arduino foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores: Massimo Banzi, Cuatielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O intuito era criar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo facilmente programável, com baixo custo e funcional, sendo dessa forma de fácil acesso a projetistas iniciantes e estudantes. Ainda, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode personalizar o arduino, melhorar e modificar, começando do mesmo hardware básico.

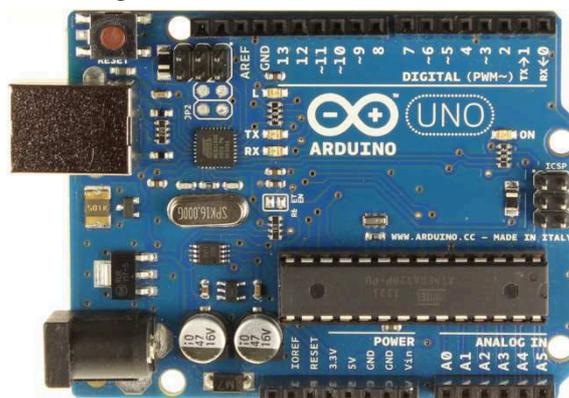
Desse modo, foi criada uma placa composta por um micro controlador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada a um computador e programada via IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) empregando uma linguagem baseada em C/C++, sem a indispensabilidade de equipamentos extras além de um cabo USB.

Após programado, o micro controlador arduino pode ser usado de forma independente, ou seja, você pode colocá-lo para aparelho controlar um robô, uma lixeira, um ventilador, as luzes de sua casa, a temperatura do ar condicionado, pode utilizá-lo como um aparelho de medição ou qualquer outro projeto que planejar desenvolver.

O arduíno possui software e hardware em uma única plataforma. O software é composto por Sketches, que são os programas, ou seja, os algoritmos que são criados para que o arduíno desempenhe as atividades desejadas, onde sua programação pode ser em linguagem C, C++ ou Wiring (uma linguagem própria do arduíno). A comunicação com o software pode ser feita também por meio da linguagem Java ou Phytton.

O Hardware utiliza e é baseado no microcontrolador da família ATmega, um Circuito Integrado no qual pode variar de acordo com o modelo do arduino. Este microcontrolador possui portas de comunicação para realização de entradas e saídas de dados, assim como alimentação da placa, permite a comunicação com a entrada USB por meio de dispositivos auxiliares na própria placa, possuem memória interna (Flash e EPROM) onde de acordo com o modelo do arduíno essa capacidade de armazenamento pode variar, permite a comunicação serial utilizando as portas 0 (leitura de dados serial) e 1 (envio de dados serial), possuem também conversores Analógico/ Digital, onde são lidos dados analógicos e são convertidos para dados digitais por meio dos Sketches e possuem por fim saídas PWM (permite envio de valores intermediários para o exterior de 0V a 5V). ou seja possuem um conjunto de recursos comuns a sistemas computadorizados.

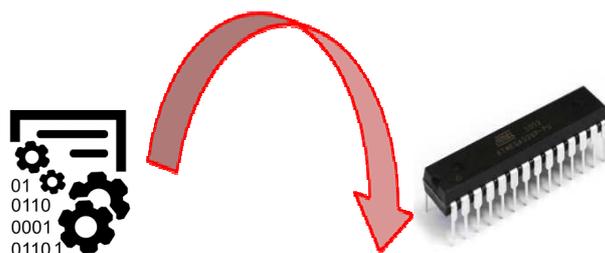
Figura 08 - Arduíno UNO R3.



Fonte: Deal Extreme (2006).

O Bootloader do Arduino é um sistema básico inicializado sempre que o chip é ligado, esse programa executa funções de gerenciamento da programação. Ele permite que novos programas sejam carregados sem a necessidade de um programador específico para o chip.

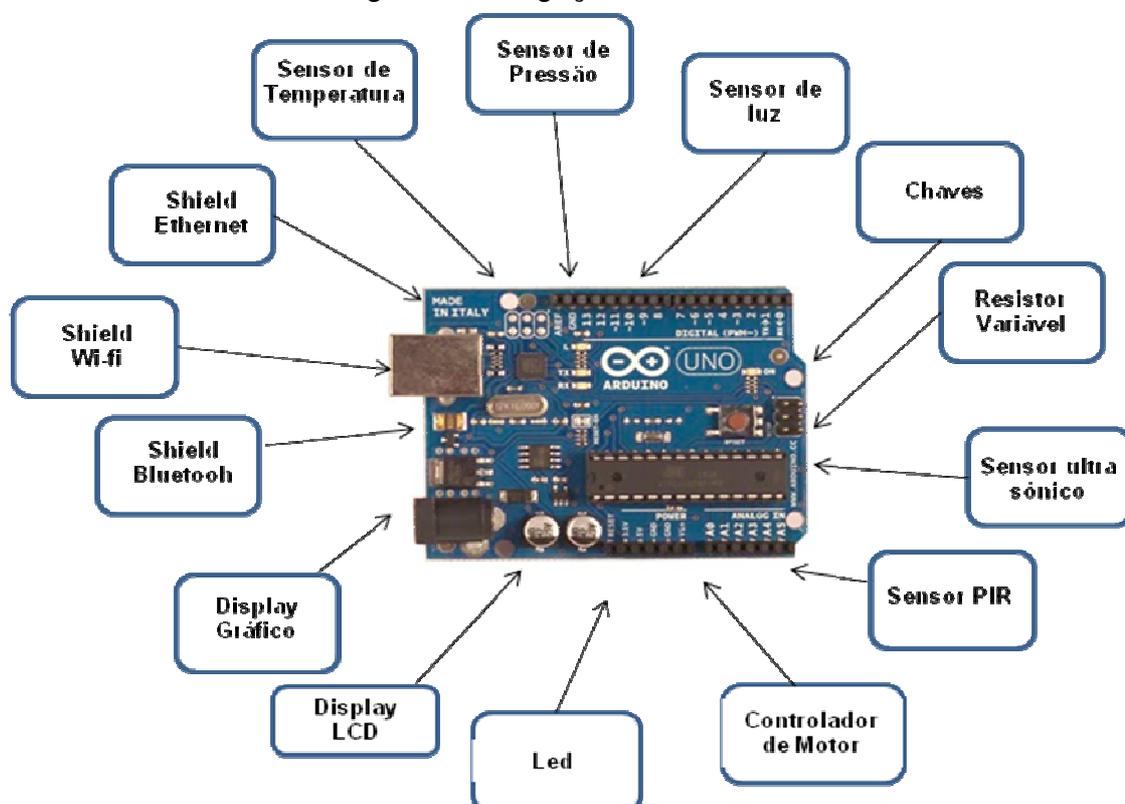
Figura 09 – Princípio de funcionamento.



Fonte: Autor (2017).

As ligações são feitas da seguinte forma:

Figura 10 – Ligações no Arduino.



Fonte: Autor (2017).

O Arduino e seus clones fazem uso de shields placas de circuito impresso normalmente fixadas no topo do aparelho através de uma conexão alimentada por pinos-conectores. São expansões que disponibilizam várias funções específicas, desde a manipulação de motores até sistemas de rede sem fio.

Figura 11 – Shields mais utilizados.



Fonte: Fábio Souza (2014).

Figura 12 – Modelos de Shields.



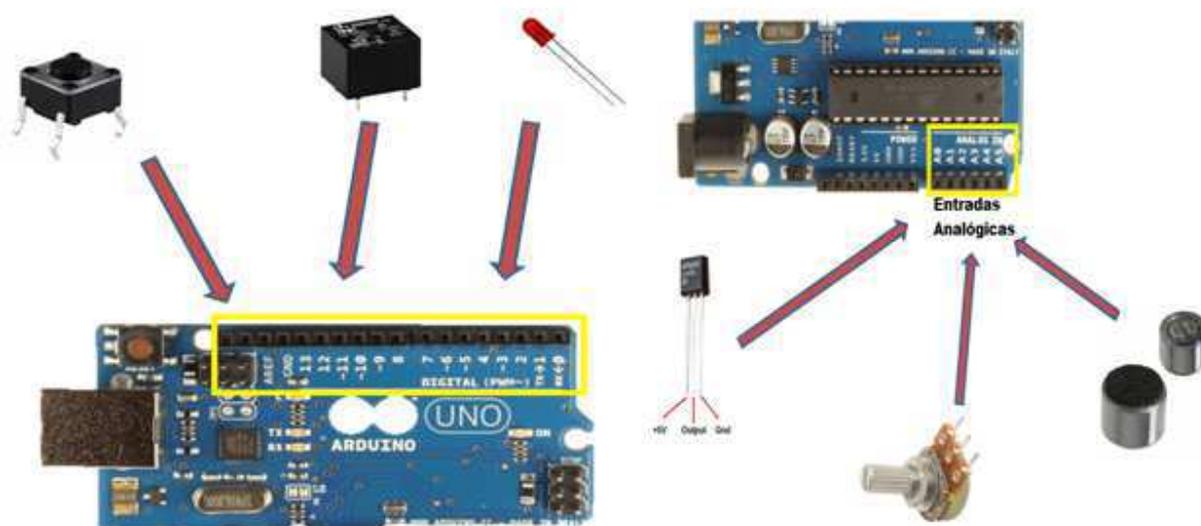
Fonte: Fábio Souza (2014).

Figura 13 – Sensores.



Fonte: Fábio Souza (2014).

Figura 14 – Como conectar.



Fonte: Fábio Souza (2014).

Tabela 01 - Características Arduino

Microcontrolador	ATmega328
Voltagem Operacional	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	6
Corrente CC por pino E/S	40 mA
Corrente CC para o pino 3,3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) dos quais 0,5KB são utilizados pelo bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte: Comphaus (2010).

3 METODOLOGIA

O sistema de refrigeração é composto por uma caixa metálica onde quatro células peltier serão coladas em sua superfície com a função de resfriar um fluido através de um sistema fechado. Esse fluido, por sua vez, trocará calor com o ar forçado por um ventilador que será lançado para o ambiente, resfriando-o. Porém, como o princípio de funcionamento da célula é esfriar de um lado e esquentar do outro, o ar do lado quente é direcionado para fora do sistema por meio de um ventilador. Todo esse conjunto está contido dentro de um recipiente de isolado termicamente.

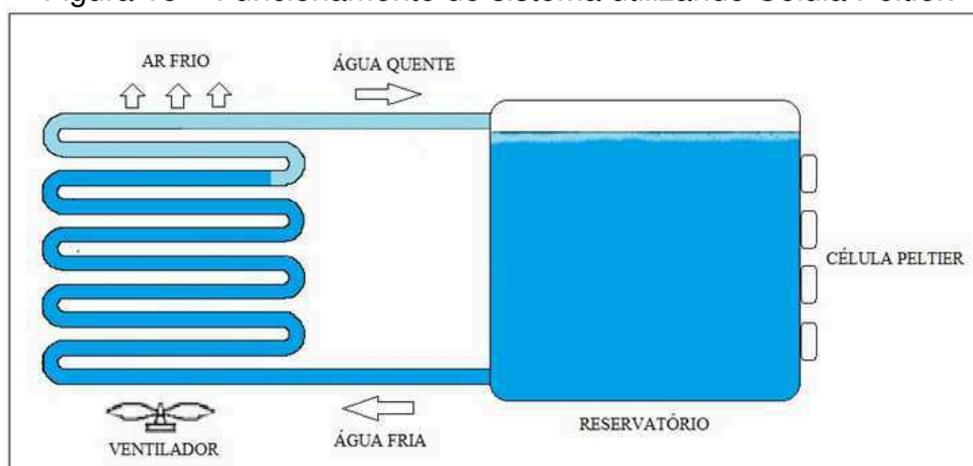
Serão colocados dois sensores de temperatura, sendo um medindo o ambiente externo e outro dentro do fluido que coletará informações e enviará para o micro controlador que terá duas de suas entradas monitorando os sensores e duas de suas saídas controlando as células peltier fazendo assim um controle mais preciso e mais econômico para o sistema, acionando as células duas a duas ou simultaneamente, além disso, o ventilador também será controlado pelo micro

controlador que monitorará a temperatura externa aumentando e diminuindo o fluxo de ar a ser lançado para o ambiente, esse controle será através de um PWM ou um controle de ângulo de disparo de tiristor, as temperaturas internas e externas enviarão o sinal para o micro controlador que decidirá se as células peltier serão ou não lidas, quando a célula ligar, a temperatura do fluido descerá até a temperatura pré-estabelecida pelo usuário.

O driver tem como finalidade transformar à corrente que chegará até os componentes e distribuir a quantidade necessária para que os mesmos funcionem corretamente.

Quando a temperatura atingir um valor pré-definido os sensores serão acionados e as células entrarão em funcionamento fazendo a temperatura do fluido reduzir consideravelmente.

Figura 15 – Funcionamento do sistema utilizando Célula Peltier.



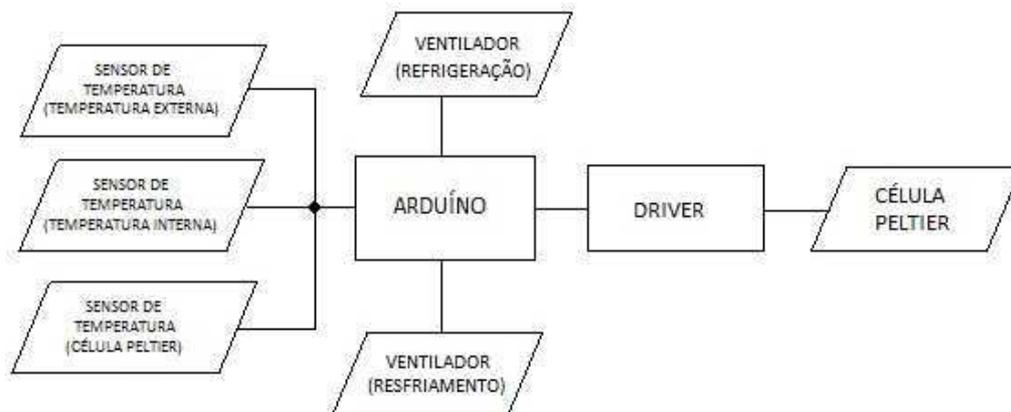
Fonte: Autor (2017).

Para fazer a circulação do fluido será utilizado sistema fechado como de um radiador, onde o fluido frio por diferença de densidade desce fazendo o quente circule voltando para o recipiente de armazenagem, até atingirem a mesma temperatura por convecção.

Para fazer a ventilação será colocado um cooler na parte de trás do sistema por onde o fluido refrigerado circulará fazendo com que o ar fique mais fresco, uma forma de deixar o fluido em uma temperatura mais baixa é colocar um dissipador de calor acoplado a um cooler para refrigerar as células e obter um resultado ainda melhor.

Todo o sistema será revestido por isolante térmico onde terá a função de manter a temperatura interna por mais tempo conservada, evitando que o calor externo entre no sistema com facilidade e aumente o consumo de energia.

Figura 16 – Funcionamento lógico do sistema.



Fonte: Autor (2017).

4 RESULTADOS

Foram feitos testes e viu-se que o sistema consegue resfriar o ambiente, porém não foram coletados dados concretos, pois o protótipo ainda está em fase de desenvolvimento.

Quanto ao consumo vamos supor que a potência de um desses aparelhos portáteis seja de 1.000W, que é a potência média aproximada.

Também é necessário saber o preço que a concessionária de energia da sua região cobra pelo kWh. Esse preço vem indicado na conta de luz. Vamos supor que o kWh custa R\$ 0,70. Isso quer dizer que um aparelho com potência de 1.000W ligada por uma hora custaria R\$ 0,70.

O novo projeto tem como objetivo obter um consumo de energia baixo estimado em 350 W, isso significa que se o aparelho permanecer ligado por uma hora custaria R\$ 0,24, uma economia de 65,72% de energia por hora.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o sistema com célula peltier é funcional e consegue atingir uma economia de energia de mais de 65% comparado a um ar condicionado portátil, porém precisa de mais testes, pois está em fase de desenvolvimento.

Conseguindo mesmo assim proporcionar uma boa satisfação aos seus usuários oferecendo uma diminuição considerável da temperatura ambiente, podendo ser utilizado em outros cômodos por ser de fácil locomoção e ainda com baixo custo de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

AMBIENTAIR. **Aprenda mais sobre ar condicionado**. Disponível em:
<<http://www.ambientair.com.br/aprenda-mais-sobre-ar-condicionado.html>>.
Acesso em: 03 set. 2017.

DANVIC. **Introdução ao efeito peltier**. Disponível em:
<<http://www.peltier.com.br/index.php?url=home>>. Acesso em: 06 ago. 2017.

EBAH. **Curso ar condicionado auto 1**. Disponível em:
<<http://www.ebah.com.br/content/abaaagvziaa/cursoarcondicionadoauto-1?part=5>>. Acesso em: 03 set. 2017.

INFOPÉDIA. **Efeito de peltier**. Disponível em:
<[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$efeito-de-peltier](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$efeito-de-peltier)>. Acesso em: 19 ago. 2017.

WIKIPEDIA. **Condicionamento de ar**. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/condicionamento_de_ar>. Acesso em: 03 set. 2017.

YOUTUBE. **Como ar condicionados funcionam**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=ilzpbrcsduy>>. Acesso em: 03 set. 2017.

CURSO DE REFRIGERACAO. **Curso de refrigeracao gratis aula 3**.
Disponível em: <<http://cursoderefrigeracao.com/blog/curso-de-refrigeracao-gratis-aula-03/>>. Acesso em: 07 out. 2017.

EMBARCADOS. **Arduino**. Disponível em:
<<https://www.embarcados.com.br/arduinoentradasaidas-digitais/>>. Acesso em:
28 out. 2017.