

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

**FELIPE HOFFMANN
GIANCARLO MOURA FERRAZ
LEONARDO DE OLIVEIRA FENDT**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR
PROJETO SMARTGLASS**

CURITIBA

2014

**FELIPE HOFFMANN
GIANCARLO MOURA FERRAZ
LEONARDO DE OLIVEIRA FENDT**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR
PROJETO SMARTGLASS**

Relatório de Projeto apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia II.

Orientador: Prof. MSC Afonso Ferreira Miguel

**CURITIBA
2014**

AGRADECIMENTOS

Nós da equipe de desenvolvimento do projeto agradecemos ao professor Afonso Miguel, professor Valter Klein e ao professor Marcelo Gaiotto por nos ajudarem e a Pontifícia Universidade Católica do Paraná por ceder o local para realizar o projeto.

RESUMO

O projeto a ser desenvolvido tem a função de acionamento do vidro de um carro e ar condicionado. Sensores LM35 irão coletar a temperatura e calcular uma média. Após o cálculo da média, ocorrerá a abertura/fechamento do vidro do carro ou o acionamento do ar condicionado de forma inteligente, no qual o projeto saberá qual acionar para tornar cômodo para o usuário, fazendo com que a temperatura do carro sempre esteja o mais agradável possível. Não estamos levando em consideração nenhum tipo de clima diferente como chuva, onde não seria possível o acionamento do vidro, para isso teríamos que implementar mais sensores, no qual não iremos fazer no momento. O projeto tem intuito de fazer com que o ambiente onde o usuário esteja no, caso o carro, seja o mais agradável possível em questão de temperatura, no qual o SmartGlass irá tomar a decisão de abrir o vidro ou acionar o ar condicionado no ambiente.

Palavras-chave: Eletrônico. Conforto. Facilidade.

ABSTRACT

The project to be developed has the function of activating the glass of a car and air conditioning. LM35 with the aid of sensors which will collect informations such as temperature and calculating an average. After the calculation will trigger the opening of the window of the car or drive air conditioning wisely, in which the project will know which trigger to make comfortable for the user. Causing the temperature of the car is always a pleasant one. We are not considering any kind of different weather like rain, which would not be possible to drive the glass, it would have to implement more sensors, in which we will not do at the moment. The project's aim to make the environment where the user is if the car is as pleasant as possible in a matter of temperature, where the SmartGlass will make the decision to open the glass or trigger the air conditioner in room.

Key-words: Electronic. Comfort. Ease.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funcionamento do vidro inteligente com a camada de VO2 (Fonte: Foco Sebrae)	11
Figura 2 - Vidro Inteligente que permite passagem de radiação solar (Fonte: Intelligent Home)	12
Figura 3 - Sensor de Chuva (Fonte: Quatro Rodas).....	12
Figura 4 - Vidro Elétrico com motor e armação (Fonte: Mercado Livre)	16
Figura 5 – Funcionamento da célula peltier (Fonte: MSPC).....	16
Figura 6 - Célula Peltier (Fonte: Lab de Garagem)	17
Figura 7 - LM 35 (Fonte: Datasheet LM35)	17
Figura 8 - Sensor de Temperatura LM 35, usado no Projeto SmartGlass (Fonte: Eng Comper)	18
Figura 9: Caixas e protótipo do vidro.....	21
Figura 10: Diagrama elétrico	22
Figura 11: Arduino e relés pré montados	23
Figura 12: Diagrama Funcional	24
Figura 13: Caixa PB-114 (Fonte: Site Patola)	27
Figura 14: Abertura do vídeo.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais mecânicos para o Projeto SmartGlass.....	20
Tabela 2: Materiais Eletrônicos para o Projeto SmartGlass	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SO	Sistema Operacional
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RoHS	Restriction of Certain Hazardous Substances

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	HISTÓRICO DO PROJETO	9
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo Geral	9
1.2.2	Objetivos Específicos	9
2	ESTADO DA ARTE	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	VIDRO ELÉTRICO AUTOMOTIVO	13
3.2	CÉLULA PELTIER.....	14
3.3	SENSOR LM35.....	14
4	METODOLOGIA	19
4.1	MATERIAS MECÂNICOS.....	20
4.2	MATERIAS ELETRÔNICOS.....	20
5	O PROJETO	21
5.1	PROJETO MECÂNICO	21
5.2	PROJETO ELETRÔNICO	21
5.3	PROJETO DE SOFTWARE	23
6	RESULTADOS	25
7	IMPACTO AMBIENTAL	26
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS	29
	ANEXO A – CÓDIGO ARDUINO	31
	ANEXO B – VÍDEO SMARTGLASS	32

1 INTRODUÇÃO

O projeto SmartGlass automatiza sistemas como vidro elétricos de carros e ar condicionados, com sensores que captam a temperatura e fazem uma média. Com a média ele toma a decisão de abrir os vidros ou ligar o ar condicionado. Deixando sempre a temperatura no interior do veículo o mais agradável possível para o usuário.

1.1 HISTÓRICO DO PROJETO

O projeto surgiu através da ideia do aluno Felipe Hoffmann de criar um dispositivo no qual automatize o acionamento do vidro elétrico de automóveis e o ar condicionado de automóveis. Com o intuito de melhorar a comodidade do usuário, fazendo com que o ambiente esteja sempre o mais agradável possível tornando-o mais confortável para o usuário.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Fazer com que o ambiente onde o usuário esteja seja o mais confortável possível, no qual o SmartGlass irá calcular a média obtida pelos sensores de temperatura analisar os dados e tomar a decisão de abrir o vidro ou ligar o ar condicionado para climatizar o ambiente em que o usuário estiver, nesse caso será o carro.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Acionar o ar condicionado através do Arduino;
- b) Abrir o vidro do carro através do Arduino.
- c) Calcular a média de temperatura.
- d) Analisar os dados obtidos da média.

2 ESTADO DA ARTE

Na pesquisa do estado da arte não foi encontrado projetos que executem as funções do Projeto SmartGlass, porém a ideia de abrir ou fechar os vidros dependendo da temperatura já foi abordada em projetos envolvendo domicílios. No que diz respeito aos carros, não foi encontrado resultados que relacionam a ligação do vidro com o ar condicionado, só com os sensores realizando um tipo específico de tarefa.

Os resultados obtidos sobre vidros inteligentes com relação às casas foram: o primeiro, encontrado no site Inovação Tecnológica, apresenta a ideia de vidros inteligentes a partir da temperatura externa, ele funciona como um bloqueador térmico e não deixa o calor que está armazenado na casa, seja perdido. Explicação do vidro inteligente segundo o site Inovação Tecnológica(2011) apud Zhong Lin Wong(2011) et al:

Durante o inverno, o vidro funciona como um bloqueador térmico, evitando com que calor interno da casa ou edifício escape. Durante o verão, o vidro reflete a radiação infravermelha, evitando o aquecimento do ambiente. Tudo funciona de forma automática, sem qualquer atuação externa, a “inteligência” é imbutida no vidro.

Para o funcionamento do vidro inteligente foi necessário a utilização do dióxido de vanádio, dióxido de titânio e FTO, que vem do inglês para os elementos flúor, estanho e oxigênio. Explicação do vidro inteligente de acordo com o site Foco Sebrae:

Quando aplicado um filme de dióxido de vanádio(VO_2), que possui a propriedade de transformações em altas temperaturas. Na baixa temperatura, esse vidro é transparente, permitindo que a radiação infravermelha passe. Por outro lado, quando em altas temperaturas, o material fica semi-transparente, deixando a radiação infravermelha do lado de fora.

O segundo, encontrado no site Intelligent Home, apresenta a ideia dos vidros inteligentes, utiliza a ideia dos vidros inteligentes para minimizar o consumo de energia elétrica, para que o usuário use menos as luzes e o ar condicionado, ele conta com duas funções principais que fazem esse trabalho, a térmica e a estética, que são definidas pelo usuário com o objetivo de controlar as entradas/saídas de ar

conforme sua escolha. Explicação do vidro inteligente de acordo com o site Intelligent Home:

Desenvolvido a partir de vidros (eletrocromicos+motores+sensores de temperatura+controlador inteligente), possibilitam minimizar o consumo de energia de uma edificação com a racionalização do uso de sistemas de ar condicionado e de iluminação artificial. Para a função térmica, o usuário pode definir quando permitirá ou não a passagem de radiação solar tornando o vidro opaco ou transparente, além de poder abrir e fechar os vidros permitindo entrada de ar exterior, sendo assim economizando eletricidade. Para função estética, o usuário pode definir o grau de opacidade que desejar para suas paredes ou janelas.

Já para os carros, as ideias dos sensores de temperatura são relacionadas ao motor e partes mais internas, porém o sensor de chuva, que foi encontrado no site Quatro Rodas, tem alguns pontos relacionados com o do Projeto SmartGlass, já que utiliza a temperatura externa para a realização de tarefas, a função desse sensor de chuva, chamado de QRS, é ativar automaticamente os para-brisas quando a chuva começar, além de controlar sua velocidade dependendo da força com que a chuva estiver caindo, Explicação do Sensor de Chuva segundo o site Quatro Rodas.

O princípio de funcionamento do QRS é o mesmo dos sensores de chuva originais. No interior do módulo estão localizados leds que emitem raios de luz em direção ao para-brisa. Ao caírem sobre o vidro, as gotas de chuva alteram o ângulo de refração da luz. O sensor detecta a mudança e aciona o limpador, em uma velocidade proporcional à intensidade da chuva.

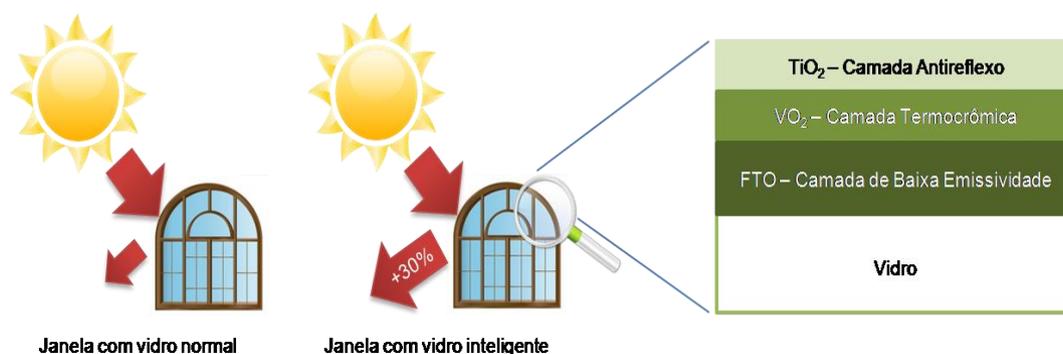


Figura 1 - Funcionamento do vidro inteligente com a camada de VO_2 (Fonte: Foco Sebrae)

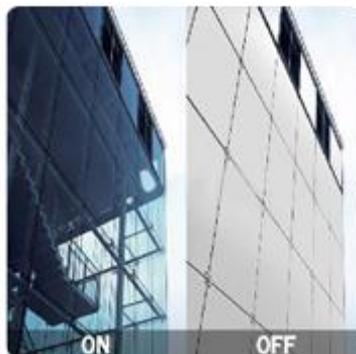


Figura 2 - Vidro Inteligente que permite passagem de radiação solar (Fonte: Intelligent Home)



Figura 3 - Sensor de Chuva (Fonte: Quatro Rodas)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a realização do Projeto SmartGlass, era necessário saber a linguagem do arduino para que o projeto fosse executado, além dos seguintes procedimentos:

1. Funcionamento dos componentes do vidro elétrico automotivo
2. Funcionamento da célula peltier (será um simulador do ar condicionado)
3. Funcionamento do sensor de temperatura

3.1 VIDRO ELÉTRICO AUTOMOTIVO

O funcionamento do vidro elétrico depende do motor que é considerado a peça chave do sistema, ele está ligado a uma engrenagem helicoidal e outras engrenagens dentadas, toda essas ligações de engrenagens permite com que o mecanismo possa criar o torque para que o vidro possa subir/descer.

Para que essas engrenagens funcionem, é necessário a utilização de botões que fazem com que o sistema opere, para isso a engrenagem helicoidal no mecanismo de acionamento é necessário.

O sistema elétrico tem sua cabeção concentrada nas portas, suas ligações dependem de carro e do modelo do veículo, os carros apresentam uma fiação que é acionada a partir de disjuntor de 20 ampères.

Funcionamento segundo o site Salão do Carro:

Para conseguir ter um vidro que sobe ou desce apenas apertando um botão é necessário que o carro tenha um mecanismo de levantamento que funciona com um pequeno motor que fica localizado na parte interna da porta. Este motor é considerado a peça chave para que os mecanismos funcionem de forma correta. Este motor está ligado a uma engrenagem helicoidal e a diversas outras engrenagens dentadas. Todo este conjunto permite com que o mecanismo crie torque suficiente para levantar o vidro. A janela só pode se mover ao acionar os botões que ficam do lado de dentro do carro. Para isso, a engrenagem helicoidal no mecanismo de acionamento é fundamental. Os carros com vidros elétricos possuem uma vasta fiação que corre pela porta, sendo que a quantidade e a forma como esta fiação está instalada depende sempre do carro e do modelo do veículo, Geralmente, nos sistemas mais básicos de vidros elétricos, os carros apresentam uma fiação que acionada através de um disjuntor de 20

ampères. A energia acaba chegando até o painel de controle dos interruptores e é distribuída para um contato no centro do interruptor de cada vidro. Os contatos que estão instalados em cada extremidade da estão conectados ao terra do veículo e ao motor.

3.2 CÉLULA PELTIER

A célula Peltier usa um processo de termopares, sendo que um lado da célula fica quente e outra fica fria, porém ele faz o processo inverso da termopar uma vez que a corrente elétrica é induzida a passar pela junção de metais diferentes.

Para esse funcionamento a célula Peltier usa semicondutores para uma maior densidade de corrente. Quando a corrente é circulada pelas junções, o calor é transferido de um lado para o outro do metal, sendo assim o dispositivo funciona com um refrigerador. Informações segundo o site MSPC:

Termopares são dispositivos que geram corrente elétrica a partir de duas junções de metais diferentes em diferentes temperaturas. O efeito Peltier é o inverso do termopar: uma corrente elétrica é forçada a passar por junções de metais diferentes, resultando em aquecimento de uma e resfriamento de outra. Os termopares usam metais para as junções e os valores de tensão e corrente são bastante baixos, os dispositivos práticos de efeito Peltier usam semicondutores para uma maior densidade de corrente e, assim, de potência. Ao circular corrente pelas junções calor é transferido de uma para outra e o dispositivo funciona como um refrigerador sem partes móveis.

3.3 SENSOR LM35

O sensor LM 35 mostra uma saída de tensão linear conforme a temperatura que está sendo mostrada no instante em que for alimentado por um tensão de entre 4 e 20 V e o GND, possuindo em sua saída, um sinal de 10 mV para cada Grau Celsius de temperatura.

O sensor LM 35 não necessita de calibração com o meio externo para fornecer os dados com exatidão, ele possui uma saída de baixa impedância, tensão linear e calibração inerente, fazendo com que a leitura dos dados seja um processo simples.

Este sensor pode ser sustentado com uma alimentação simples, dependendo apenas do sinal de saída para o funcionamento, independente disso sua saída ainda será de 10 mV/°C. Funcionamento do Sensor de Temperatura LM 35:

O sensor LM35 é um sensor de precisão, fabricado pela National Semiconductor, que apresenta uma saída de tensão linear relativa à temperatura em que ele se encontrar no momento em que for alimentado por uma tensão de 4-20Vdc e GND, tendo em sua saída um sinal de 10mV para cada Grau Celsius de temperatura, sendo assim, apresenta uma boa vantagem com relação aos demais sensores de temperatura calibrados em "KELVIN", não necessitando nenhuma subtração de variáveis para que se obtenha uma escala de temperatura em Graus Celsius. O LM35 não necessita de qualquer calibração externa ou "trimming" para fornecer com exatidão, valores temperatura com variações de ¼°C ou até mesmo ¾°C dentro da faixa de temperatura de -55°C à 150°C. Este sensor tem saída com baixa impedância, tensão linear e calibração inerente precisa, fazendo com que o interfaceamento de leitura seja especificamente simples, barateando todo o sistema em função disto. Este sensor poderá ser alimentado com alimentação simples ou simétrica, dependendo do que se desejar como sinal de saída, mas independentemente disso, a saída continuará sendo de 10mV/°C. Ele drena apenas 60µA para estas alimentações, sendo assim seu auto-aquecimento é de aproximadamente 0.1°C ao ar livre. O sensor LM35 é apresentado com vários tipos de encapsulamentos, sendo o mais comum o TO-92, que mais se parece com um transistor, e oferece ótima relação custo benefício, por ser o mais barato dos modelos e propiciar a mesma precisão dos demais. A grande diversidade de encapsulamentos se dá devido à alta gama de aplicações deste integrado.

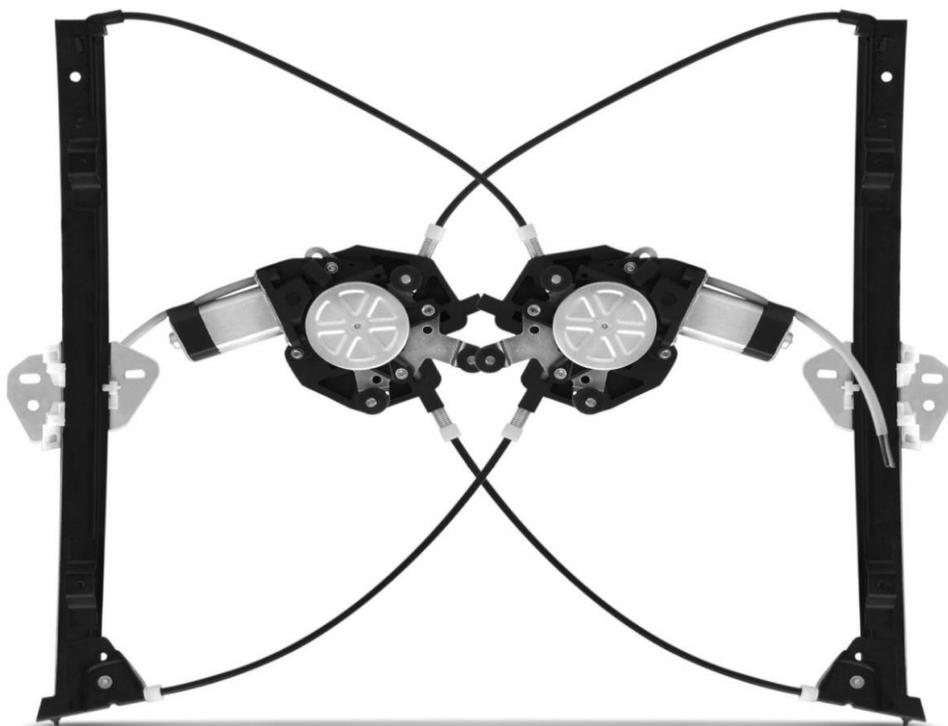


Figura 4 - Vidro Elétrico com motor e armação (Fonte: Mercado Livre)

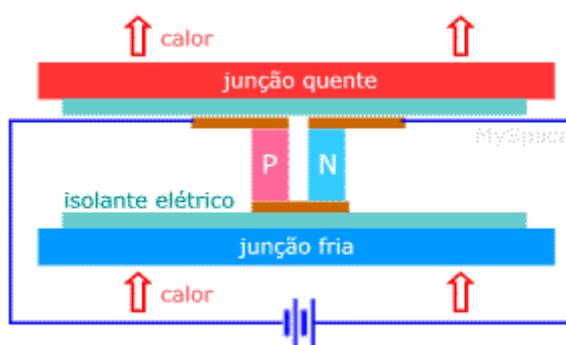


Figura 5 – Funcionamento da célula peltier (Fonte: MSPC)

Obs: material semiconductor é telureto de bismuto altamente dopado para criar semicondutores tipo P e tipo N.



Figura 6 - Célula Peltier (Fonte: Lab de Garagem)

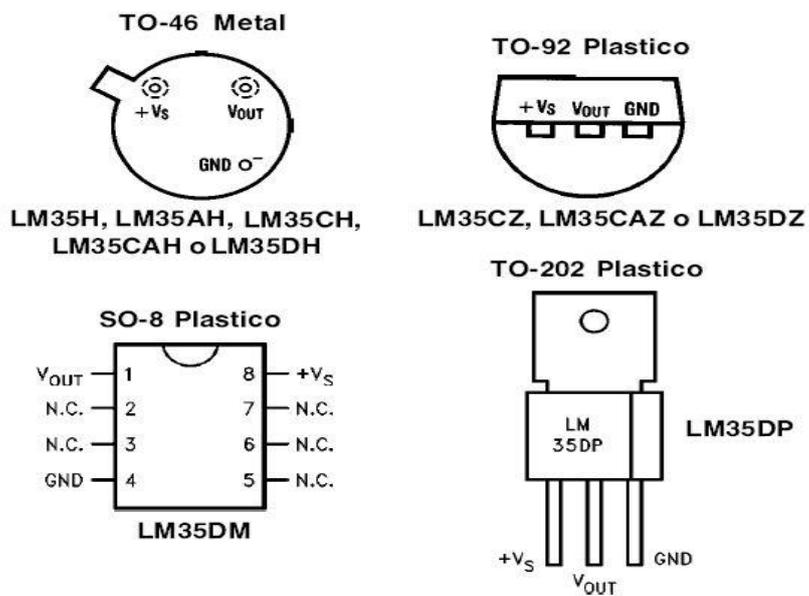


Figura 7 - LM 35 (Fonte: Datasheet LM35)

4 METODOLOGIA

Para a realização desse projeto utilizamos placas Arduino: Arduino Mega 2560, Arduino Ethernet Shield, Arduino Bluetooth, utilizamos o software próprio disponibilizado pela Arduino sendo instalados em computadores com SO Microsoft Windows Seven e Windows 8.1. Para a programação do Arduino foi utilizado um software e linguagem do próprio Arduino, baseada em C e C++. Na parte de testes usamos o Arduino interligado ao motor do vidro e a Pastilha Termoelétrica Peltier em um ambiente controlado para a abetura e fechamento do vidro conforme foi programada. Os testes foram desenvolvidos em um vidro de um automóvel Renault Clio e um caixas PB114 simulando o interior do veículo, sendo ela acionado através de um motor programado utilizando o Arduino, conforme foi utilizado um intervalo de temperatura para fechamento e abertura do vidro e acionamento ou desligamento da pastilha termoelétrica Peltier sendo esse medido por um sensor LM35 e feito a média das temperaturas capturadas por ele. Nos testes utilizamos os laboratórios da PUCPR, para que se fosse necessário emprestar equipamentos, além lá de ter segurança. A escolha pelo Arduino deve se pois é um hardware de baixo custo e facilmente programável em C e C++ sendo que seu software é livre e de fácil aquisição e de baixo custo.

4.1 MATERIAS MECÂNICOS

Tabela 1: Materiais mecânicos para o Projeto SmartGlass

Produto	Quantidade	Preço Individual	Preço total
Madeira MDF 60x60 cm	1 Unidade	R\$30,00	R\$30,00
Estrutura Vidro Modelo Renault Clio	1 Unidade	R\$36,00	R\$30,00
Caixa PB114	2 Unidades	R\$44,00	R\$44,00
Parafusos	14 Unidades	R\$1,00*	R\$14,00
Canaleta Plástico	1 Unidade	R\$3,50	R\$3,50
TOTAL			R\$123,50

*Preço estimado para o item.

Tabela referente aos custos da parte mecânica do projeto SmartGlass e seu preço individual e total referente ao mesmo.

4.2 MATERIAS ELETRÔNICOS

Tabela 2: Materiais Eletrônicos para o Projeto SmartGlass

Produto	Quantidade	Preços Individual	Preços
Arduino Mega 2560	1 Unidade	R\$80,00	R\$80,00
Pastilha Termoelétrica Peltier TEC1-12706 91,2 Watts	1 Unidade	R\$21,90	R\$21,90
Relé Shield	1 Unidade	R\$25,00	R\$25,00
Fonte 12V 1 ^a	1 Unidade	R\$18,00	R\$18,00
Fonte 24V 700mA	1 Unidade	R\$28,00	R\$28,00
Cooler + Dissipador Intel Socket 775	1 Unidade	R\$25,00	R\$25,00
Motor Vidro Modelo Renault Clio	1 Unidade	R\$40,00	R\$40,00
LM35	1 Unidade	R\$2,00	R\$2,00
Pinos Macho e Fêmea	5 Unidades	R\$1,00*	R\$5,00
Cabos Macho/Fêmea	40 Unidades	R\$0,50*	R\$20,00
Cabos Macho/Macho	40 Unidades	R\$0,50*	R\$15,00
TOTAL		R\$280,90	R\$280,90

*Preço estimado para o item

Tabela referente aos custos da parte eletrônica do projeto SmartGlass e seu preço individual e total referente ao mesmo.

5 O PROJETO

O projeto SmartGlass controlará os vidros e ar condicionado de um veículo de acordo com a temperatura interior. Sensores captam a temperatura e, dependendo do que foi configurado, a ação necessária acontece, deixando sempre a temperatura no interior do veículo o desejado pelos ocupantes.

5.1 PROJETO MECÂNICO

A madeira está sendo utilizada para fixação do protótipo, simulando uma janela de um automóvel, nele está também as caixas PB114. As caixas PB114 estão sendo utilizadas para simular o ambiente do carro e para armazenar o Arduino e o Relé Shield. O vidro utilizado para o projeto foi a estrutura e o motor específico de um automóvel Renault Clio.

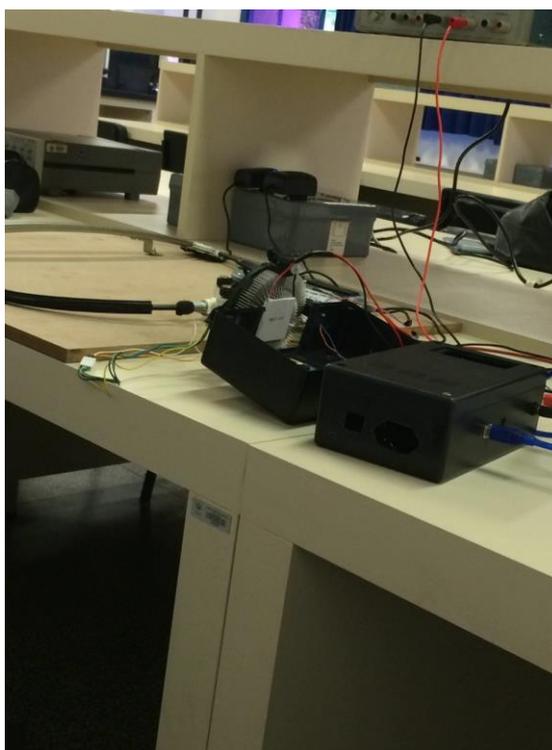


Figura 9: Caixas e protótipo do vidro

5.2 PROJETO ELETRÔNICO

O Arduino será usado para controle do motor, célula peltier e sensor de temperatura. Três relés são alimentados por uma fonte 12v. O Relé 1 aciona a célula

peltier e os Relés 2 e 3 funcionam como uma ponte H, controlando o acionamento e todas as tarefas do motor do vidro. Tanto para o motor quanto para a célula podemos usar baterias de 9v para alimentação. O sensor de temperatura LM 35 é alimentado e controlado pelo próprio Arduino.

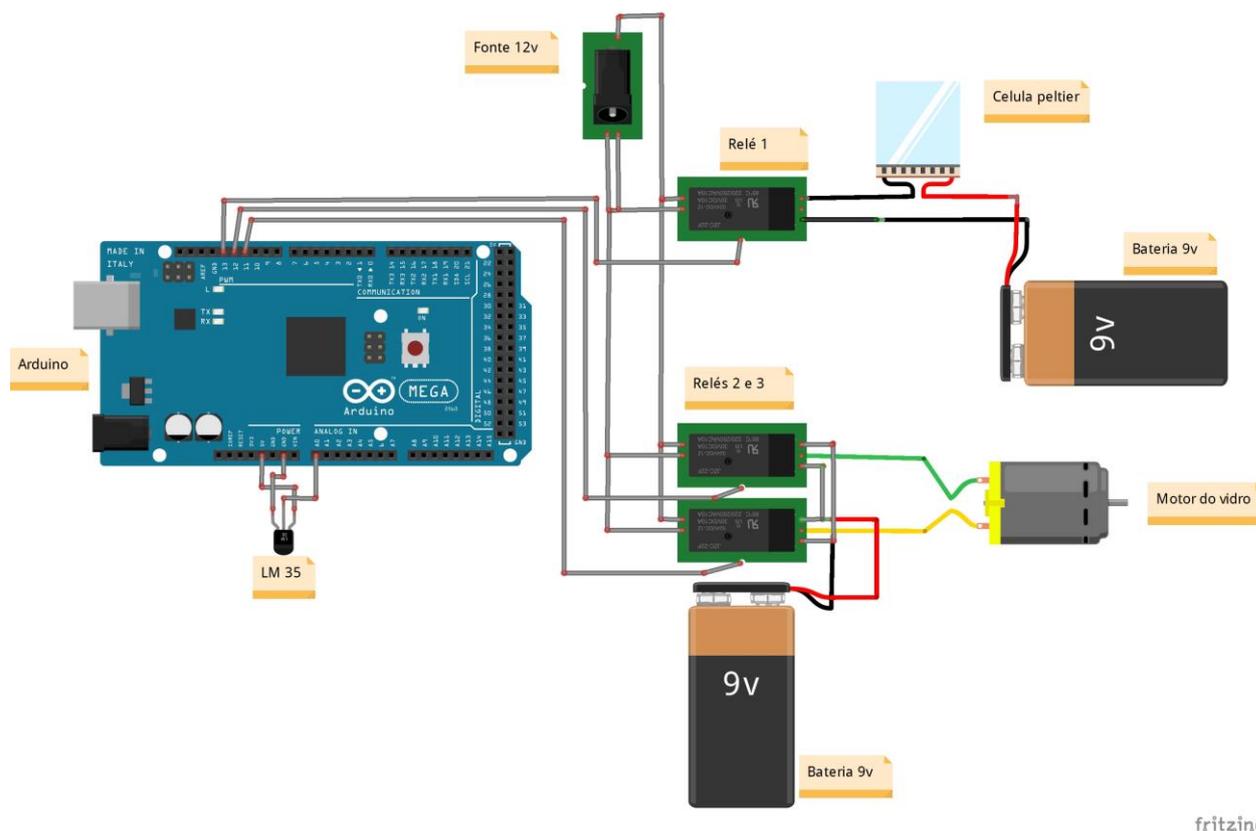


Figura 10: Diagrama elétrico

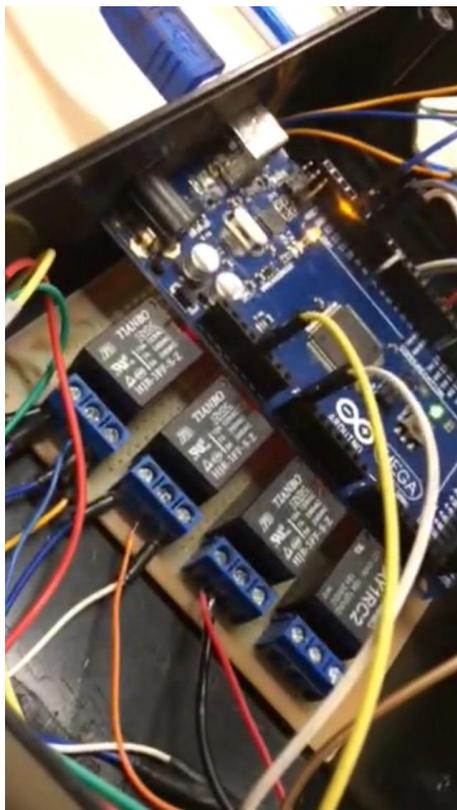


Figura 11: Arduino e relés pré montados

5.3 PROJETO DE SOFTWARE

A programação do Arduino é feita em software para o próprio Arduino, em uma linguagem semelhante a C++. Usando conhecimentos prévios e modelos incluídos no programa, conseguimos desenvolver o código sem problemas. Os sensores capturam a temperatura do ambiente, fazendo uma média e, caso a temperatura esteja acima do que foi configurado, ocorre o acionamento do ar condicionado e fechamento das janelas. Se a temperatura registrada for menor do que a previamente configurada, as janelas se abrem e o ar condicionado desliga. Caso não ocorra nenhuma das duas ações anteriores, o sistema se mantém constante.

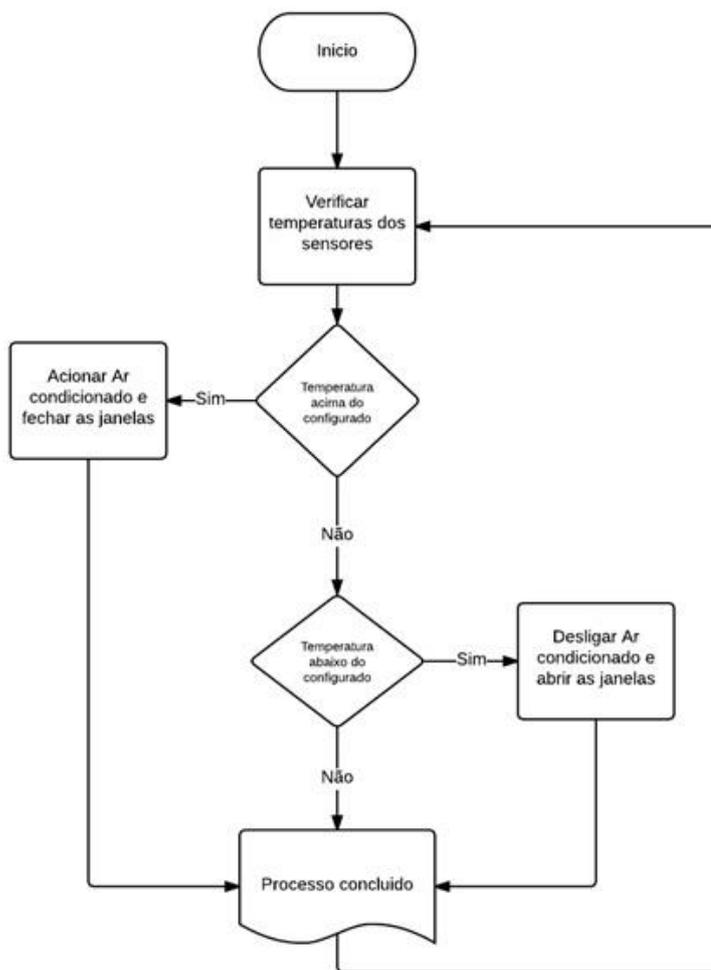


Figura 12: Diagrama Funcional

6 RESULTADOS

O projeto foi dividido entre os três integrantes do grupo, sendo que cada aluno executou alguma parte da tarefa, para que no final cada parte dessas tarefas fossem juntadas para formar o projeto. Foi necessário adquirir a maioria dos componentes para que o projeto fosse realizado.

Com a maioria dos equipamentos comprados o projeto foi iniciado, e já no começo veio o primeiro problema, um relé do módulo de relé foi queimado impedindo com que o teste inicial com o motor DC Mabuchi fosse realizado, como solução foi usado um módulo de relé do aluno Leonardo de Oliveira Fendt. Ocorreu um problema com aquisição do vidro, uma vez que o custo fica inviável, como forma de substituição foi usado apenas a armação de vidro de carro. Outro problema que ocorreu foi com o sensor ultrassônico que precisou ser retirado ao projeto, porque não houve a interação dele com o código, sendo assim o programa não conseguia ser executado.

No geral o projeto saiu de forma esperada, com a maioria dos componentes funcionando corretamente e a ideia principal, controlar o vidro pelo sensor de temperatura, sendo executada.

7 IMPACTO AMBIENTAL

O Projeto SmartGlass utiliza peça de plástico, como a Caixa Patola PB-114, sendo ela facilmente reutilizada e reciclada. Bem como possuiu componente eletrônicos que devem ser descartados em seus devidos lugares, como por exemplo peças com chumbo. O Relé Shield utiliza de solda e deve respeitar o descarte, sendo ele descartado em lugares onde recebem componentens eletrônicos, nesses locais o produto tem o destino correto para descarte ou reaproveitamento. Existe uma diretiva conhecida como “Lei sem Chumbo” (RoHS - *Restriction of Certain Hazardous Substances*). Essa diretiva está em vigor a partir do dia 1º de Julho de 2006, ela consiste na proibição do uso de materias perigosos na confecção de alguns produtos, bem como: Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Cromo Hexavalente (Cr(VI)), Bifenilos Polobromados (PBBs), Éteres Definel-Polibromados (PBDEs) e Chumbo (Pb). Em conjunto dessa diretiva contém uma para reciclagem de componentes eletrônicos, a chamada WEEE (*Waste from Electrical and Electronic Equipment*). Essa diretiva preve que todo produto na Europa siga essas normas para o uso restrito dos materias citados acima e a importação do mesmo. Outro aspecto do nosso projeto é a aplicação dele, pois é instalado em automóveis sendo eles movidos a combustiveis fósies, no qual afetam a camada de ozônio devido os seus gases nocivos como o Gás Carbônico (CO₂). No Brasil a RoHS não se aplica. Informações de acordo com o site Clube do Hardware:

O problema é que a solda tradicional é composta de 60% de estanho (Sn) e 40% de Chumbo (Pb), e os fabricantes terão que buscar outros metais para fazerem a solda. Além da solda todas as outras partes do equipamento eletrônico não deve ter nenhum dos seis materiais banidos para serem considerados “de acordo com o RoHS” e poderem ser vendidos na Europa.



Figura 13: Caixa PB-114 (Fonte: Site Patola)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da realização do projeto a equipe conseguiu desenvolver a maioria das atividades destinadas ao longo do semestre, fazendo com que o projeto fosse realizado. Como o projeto SmartGlass é algo diferente no mercado, seria uma boa alternativa para se pensar no momento, para que os motoristas tenham mais conforto e comodidade na hora de dirigir.

O sistema também poderá ser implementado em locais onde há ambientes com ar condicionado, obtendo informações a partir dos sensores e controlando esses ambientes em dias frios ou quentes, além instalar o sistema nos vidros residenciais, para que eles possam ser controlados quando o usuário não estiver em casa no momento, como por exemplo fechar os vidros quando estiver chovendo, ou para somente controlar os vidros dependendo da temperatura externa.

Foi pensado ainda na questão de segurança do projeto, porém não será implementado nada no momento, em razão do custo e disponibilidade de horário, mas a principal ideia seria usá-la como forma de prevenção para possíveis erros que poderiam ocorrer no sistema, seu acionamento seria a partir de um botão para que o usuário possa parar o sistema quando quiser e principalmente para casos de emergência.

REFERÊNCIAS

www.inovacaotecnologica.com.br. **Vidro inteligente reage a variação no clima.**

Disponível em:

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=vidro-inteligente#.VFk3ofnF-So>>. Acesso em: 09 de agosto 2014.

WANG, Zhong Lin; et al. Solution-based fabrication of vanadium dioxide on F:SnO₂ substrates with largely enhanced thermochromism and low-emissivity for energy-saving applications. **Energy & Environmental Science**, set. 2011. Disponível em: <http://www.nanoscience.gatech.edu/paper/2011/11_EES_02.pdf>. Acesso em: 25 out. 2014.

www.focosebrae.com.br. **Vidro inteligente economiza energia.** Disponível em: <<http://www.focosebrae.com.br/boletim.aspx?codBoletim=12>>. Acesso em: 25 de outubro 2014.

www.intelligenthome.com.br. **Smart Glass.** Disponível em:

<<http://www.intelligenthome.com.br/resi-nome-vidros.php>>. Acesso em: 09 de agosto 2014.

www.quatrorodas.com.br. **Conforto a prova d'água.** Disponível em:

<http://quatrorodas.abril.com.br/autoservico/cumpre/conteudo_258690.shtml>. Acesso em: 09 agosto 2014.

www.salaodocarro.com.br. **Como funcionam os vidros elétricos.** Disponível em: <<http://salaodocarro.com.br/como-funciona/vidros-eletricos.html>>. Acesso em: 27 de outubro. 2014.

www.mercadolivre.com.br. **Kit Vidro Elétrico Gol G4.** Disponível em: <

http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-603872231-kit-vidro-eletrico-gol-g4-2006-a-2013-sensorizado-2-portas-_JM>. Acesso em: 27 de outubro. 2014.

www.mspc.eng.br. **Dispositivos de efeito Peltier.** Disponível em:

<http://www.mspc.eng.br/eletn/peltier_110.shtml>. Acesso em: 27 de outubro. 2014.

www.labdegaragem.com. **Como utilizar uma pastilha Peltier com o Arduino.**

Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-como-utilizar-uma-placa-peltier-com-arduino>>. Acesso em: 27 de outubro. 2014.

CRESPI, Roger; CEREON, Tágore Argenta. **Sensor de Temperatura LM 35.**

Universidade de Caxias do Sul: Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. (CRESPI 2008).

www.ti.com. **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors.** Disponível em:

<<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro. 2014.

www.engcomper.blogspot.com.br. **Tutorial: Scratch e Arduino (Sensor de**

Temperatura). Disponível em: <<http://engcomper.blogspot.com.br/2011/08/scratch-e-arduino-temperatura.html>>. Acesso em: 14 de agosto. 2014.

www.clubedohardware.com.br. **Lei sem chumbo – RoHS.** Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/printpage/O-que-e-RoHS/1120>>. Acesso em: 3 de novembro. 2014.

www.patola.com.br. **PB - 114.** Disponível em: <http://www.patola.com.br/index.php?route=product/product&product_id=50>. Acesso em: 16 de novembro. 2014.

ANEXO A – CÓDIGO ARDUINO

```
const int LM35 = A0; // Pino Analogico onde vai ser ligado ao pino 2 do LM35
const int REFRESH_RATE = 2000; //Tempo de atualização entre as leituras em ms
const float CELSIUS_BASE = 0.4887585532746823069403714565; //Base de conversão para Graus Celsius ((5/1023) * 100)

int motorPin1 = 11;
int motorPin2 = 10;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT); //Define o pino como saída
  pinMode(motorPin1, OUTPUT);
  pinMode(motorPin2, OUTPUT);

  digitalWrite(motorPin1, 1); // Motor Deslig.
  digitalWrite(motorPin2, 0);
}

void loop() {
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.println(readTemperature());
  delay(REFRESH_RATE);

  if(readTemperature() > 25){
    digitalWrite(13, HIGH);
    digitalWrite(motorPin1, 1); // Motor para a direita
    digitalWrite(motorPin2, 1);

  }
  if(readTemperature() <= 18){
    digitalWrite(13, LOW);
    digitalWrite(motorPin1, 0); // motor para a esquerda
    digitalWrite(motorPin2, 0);
  }

}

float readTemperature(){
  return (analogRead(LM35) * CELSIUS_BASE);
}
```

ANEXO B – VÍDEO SMARTGLASS

<https://www.youtube.com/watch?v=BmM1jZxwwws&list=UUhZDNuGTNARAJIF6ILTlu>
dw



Figura 14: Abertura do vídeo