

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Eletrônica Automotiva

GABRIEL NUNES MATOS
MÁRCIO ALESSANDRO ORTEGA

SISTEMA DE SEGURANÇA VEICULAR
BASEADO EM SENSOR DE CHUVA

Santo André – São Paulo
2013

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Eletrônica Automotiva

GABRIEL NUNES MATOS
MÁRCIO ALESSANDRO ORTEGA

SISTEMA DE SEGURANÇA VEICULAR
BASEADO EM SENSOR DE CHUVA

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Tecnologia Eletrônica Automotiva da FATEC Santo André, como requisito parcial para conclusão do curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva.

Orientador: Prof. Wesley Medeiros Torres
Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo de Jesus Costa Farias.

Santo André – São Paulo
2013

Matos, Gabriel Nunes.

Sistema de Segurança Veicular Baseado em Sensor de Chuva / Gabriel Nunes, Márcio Alessandro. - Santo André, 2013. – 47 f: il.

Trabalho de conclusão de curso – FATEC- Santo André. Curso de Eletrônica Automotiva, 2013.

Orientador: Prof. Wesley Medeiros Torres

Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo de Jesus Costa Farias

Palavras chave: Sensor de Chuva Vidros Iluminação Climatização.

Dedico este trabalho a minha família e aos meus amigos que sempre estiveram próximos durante esta jornada.

Faculdade de Tecnologia de Santo André

LISTA DE PRESENÇA

SANTO ANDRÉ, 06 DE NOVEMBRO DE 2013.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA "SISTEMA DE SEGURANÇA VEICULAR BASEADO EM SENSOR DE CHUVA VEICULAR" DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

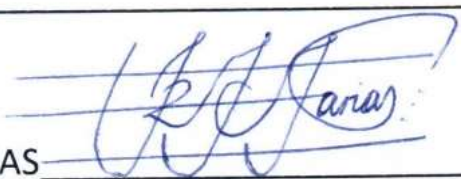
PRESIDENTE:

PROF. WESLEY MEDEIROS TORRES

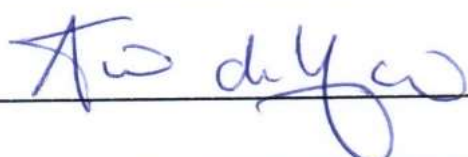


MEMBROS:

PROF. DR. REGINALDO J COSTA FARIAS

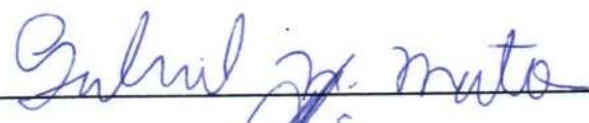


ENG. TAMAS PETER JARMY



ALUNOS:

GABRIEL NUNES MATOS



MARCIO ALESSANDRO ORTEGA



AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e principalmente aos colegas de sala que mantiveram estímulos nos momentos mais árduos desta jornada. Agradeço aos professores, colaboradores e funcionários da Fatec Santo André que sempre estiveram prontos a nos ajudar.

"Não tenha medo de dar o seu melhor naquilo que parecem ser pequenas tarefas. A cada vez que conquista uma, fica mais forte. Se faz os pequenos trabalhos bem, os grandes tendem a cuidar de si mesmos."

Dale Carnegie

RESUMO

Atualmente muitos carros de alto padrão, ou seja, de linhas mais sofisticadas, possuem limpadores de para-brisa inteligentes, com sensor de chuva. Quando o para-brisa é molhado, automaticamente o limpador é acionado, não precisando da intervenção do motorista. Algumas pesquisas e testes já foram feitos para eliminar a utilização do limpador de para-brisa, porém sem sucesso. Por meio deste funcionamento seria possível uma medida de aprimoramento neste sensor de chuva, que consiste basicamente em que quando o veículo estiver com os vidros abertos e se inicia uma situação de tempo chuvoso o mesmo é ativado, acionando o levantamento automático dos vidros para que o interior do veículo não seja molhado, caso os vidros já estejam levantados, então esta função não será executada. Em conjunto ao funcionamento do automóvel será automaticamente acionado o controle limpador de para-brisa, controle de iluminação externa e climatização do veículo mediante a percepção de chuva.

Palavras chaves: Sensor de chuva, Vidros, Iluminação, Climatização.

ABSTRACT

Currently, many high end cars, that is, the ones which belong to a more sophisticated line, have intelligent windscreen wiper with a rain sensor. When the windscreen gets wet, the windscreen wiper is automatically activated without the intervention of the driver.

Some researches and tests have been done aiming at, unsuccessfully though, eliminating the use of the windscreen wiper.

As a result, measures of improvement in the rain sensor were developed, which basically consists in activating the sensor when it starts raining. Even if the vehicle is not working and the windows are lowered, the system lifts the windows so that the interior of the vehicle does not get wet. In case windows are closed such function will not be executed and with the car running will automatically actuated the control of external lighting and air conditioning systems of the vehicle through the detection of rain.

Words key words: Sensor of rain, windows, Lighting, Air Conditioning.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 Objetivos e motivação | 12 |
| 1.2 Organização e Metodologia..... | 12 |
| 2 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS | 13 |
| 2.1 Origens da Luz..... | 13 |
| 2.2 Reflexão interna total e ângulo crítico..... | 14 |
| 2.3 Refração..... | 15 |
| 2.3.1 Índice de refração..... | 15 |
| 2.3.2 Lei da Refração | 16 |
| 2.4 Sensor | 17 |
| 2.4.1 Sensor de chuva | 18 |
| 2.5 Sistema De Vidros Automotivos | 22 |
| 2.5.1 Funcionamento..... | 22 |
| 2.5.2 Movimento Manual dos Vidros | 24 |
| 2.5.3 Movimento Automático Para Cima e Para Baixo..... | 24 |
| 2.5.4 Segurança..... | 24 |
| 2.6 Climatização Automotiva | 25 |
| 2.6.1 Funcionamento..... | 25 |
| 2.6.2 Conforto e Segurança..... | 27 |
| 2.7 Iluminação Automotiva | 28 |
| 2.7.1 Funcionamento..... | 28 |
| 2.7.2 Segurança..... | 29 |
| 3 MODELO EXPERIMENTAL..... | 30 |
| 3.1 Funcionamento do Emissor | 30 |
| 3.1.1 Funcionamento do Receptor | 31 |
| 3.2 Circuito Microcontrolado | 33 |
| 3.3 Circuitos de Potência | 34 |
| 3.3.1 Cálculos do Circuito | 36 |
| 3.4 Motores..... | 39 |
| 3.4.1 Motor Limpador de Para Brisa | 40 |
| 3.4.2 Motor Vidro Elétrico..... | 41 |
| 3.4.3 Lâmpadas | 42 |
| 3.4.4 Climatizador..... | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 4 INFORMAÇÕES IMPORTANTES | 43 |
| 4.1 Dificuldades Encontradas | 43 |
| 4.2 Alterações | 43 |
| 4.3 Resultados Alcançados | 43 |
| 4.4 Melhorias Futuras | 44 |
| 5 CONCLUSÃO | 45 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| 7 ANEXOS | 48 |
| 7.1 Esquema elétrico..... | 48 |

Lista De Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Refração e reflexão de um feixe de luz, para diferentes ângulos de incidência. Adaptada de < http://macao.communications.museum >..... | 15 |
| Figura 2 - Parte dos raios incidentes é refletida e parte é refratada - Extraída de < http://www.edicoessm.com.br >..... | 17 |
| Figura 3 - Interface em um circuito de Sensoriamento - Adaptado de (FRADEN, 2004). | 17 |
| Figura 4 - Posição de montagem do sensor de chuva. Extraída de < http://www.jalopnik.com.br >. | 18 |
| Figura 5 - Corpo de sensor de chuva - Extraída de (KATO e YAGI, 2008). | 19 |
| Figura 6 - Análise de eficiência do conjunto com e sem acoplador óptico. Extraída de (KATO e YAGI, 2008). | 19 |
| Figura 7 - Perturbação das linhas de campo. Adaptado de (OTTE , QAISER, 2010) | 21 |
| Figura 8 - Princípio de funcionamento do sensor de chuva. Extraída de (http://tudosobreautomoveis.blogs.sapo.pt/tag/sensor). | 21 |
| Figura 9 - Diagrama de blocos do funcionamento – Foto do Autor. | 22 |
| Figura 10 - Esquema elétrico do funcionamento dos motores levantadores de vidros. Extraída | 23 |
| Figura 11 - Equipe do programa auto esporte realizando testes antiesmagamento. Extraída de http://arquivo.oficinabrasil.com.br | 25 |
| Figura 12 - Visualização do sistema de ar condicionado automotivo e esquema do ciclo. Extraída de (FERNANDES, 2006). | 25 |
| Figura 13 - Circuito de Refrigeração. Extraída de (SENAI “Oscar Rodrigues Alves”). | 26 |
| Figura 14 - Sistema ar condicionado automotivo. Extraída de (FERNANDES, 2006). | 27 |
| Figura 15 - Tecnologia de Refletores e Lentes. Extraída da (Disciplina Carga e Partida FATEC S.A). | 28 |
| Figura 16 – Visualização do veículo em condições atípicas. Extraída de (Disciplina Carga e Partida FATEC S.A). | 29 |
| Figura 17 - Emissor Infravermelho – Foto do Autor. | 30 |
| Figura 18 - Circuito Emissor – Adaptado de (HOLTEK SEMICONDUCTOR). | 31 |
| Figura 19 - Circuito Receptor. Adaptado de (HOLTEK SEMICONDUCTOR). | 32 |
| Figura 20 - Sinal capturado no Osciloscópio da saída do receptor infravermelho - Foto do Autor (Osciloscópio Laboratório Aleph Telecom). | 33 |
| Figura 21 - Circuito Microcontrolado – Foto do Autor. | 34 |
| Figura 22 - Circuito de Potência para acionamento de 3 motores – Foto do Autor. | 34 |
| Figura 23 - Circuito "Ponte H" – Foto do Autor. | 35 |
| Figura 24 - <i>Protoboard</i> montada com o modelo experimental – Foto do Autor. | 36 |
| Figura 25 - Circuito de potência do Climatizador - Foto do Autor. | 36 |
| Figura 26 - Circuito de potência do Limpador de para-brisa - Foto do Autor. | 37 |
| Figura 27 - Circuito de potência da Lâmpada - Foto do Autor. | 38 |
| Figura 28 - Circuito de potência do Vidro Elétrico - Foto do Autor. | 39 |
| Figura 29 - Motor Limpador de para brisa – Foto do Autor. | 40 |
| Figura 30 - Conector de alimentação do motor - Foto do Autor | 40 |
| Figura 31 - Motor Vidro Elétrico – Foto do Autor. | 41 |
| Figura 32 - Chaves Fim de Curso – Foto do Autor. | 41 |
| Figura 33 - Par de Lâmpadas ligadas em série – Foto do Autor. | 42 |
| Figura 34 - Motor climatizador - Foto do Autor. | 42 |

Lista De Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Índices de refração de alguns meios – Extraída de < http://www.apice.coop.br/fisicanet/TabelasConstantes/Indicederefracao.htm > | 16 |
|---|----|

1 INTRODUÇÃO

No mundo automobilístico a palavra *tecnologia* tornou-se sinônimo de segurança e comodidade. Alguns avanços se disseminaram entre os automóveis de passeio há mais de uma década, tais como: vidro elétrico, injeção eletrônica e direção hidráulica. Outros só agora estão começando a ser mais conhecidos no mercado brasileiro, como o sensor de chuva.

A principal função do dispositivo é acionar automaticamente o limpador de para-brisa dianteiro, toda a vez que houver presença de água no vidro do carro. Com isso, dirigir na chuva fica mais fácil e mais seguro já que o motorista não precisa tirar as mãos do volante para acionar o limpador.

O sensor de chuva também possui um detector (sensor) de luminosidade para ajustar sua sensibilidade, permitindo assim seu correto funcionamento de acordo com a incidência da luz, seja durante a noite, em dia nublado ou durante o dia. Nos modelos mais luxuosos, esse sensor possui ainda uma segunda função: aciona automaticamente os faróis quando há falta de luz - à noite ou mesmo quando o veículo entra num túnel ou numa garagem escura. Como recurso adicional, o sistema conta ainda com uma terceira função, que desativa o farol alto toda vez que o automóvel cruza à noite outro carro numa estrada ou avenida.

Apesar de utilizar modernos recursos, o sensor de chuva tem funcionamento bastante simples. Os veículos equipados com o sistema possuem um pequeno módulo de sensores, com dimensões um pouco maiores do que uma caixa de fósforos. A peça fica geralmente instalada na parte superior do para-brisa dianteiro.

O sensor de chuva atual funciona com a utilização do fenômeno físico da reflexão total. No canto do para-brisa perto do espelho retrovisor é fixado o sensor de chuva. Esse sensor de chuva emite uma luz infravermelha em um ângulo de 45 graus em relação ao vidro, ocasionando a reflexão total, em que é medida a quantidade de luz recebida pelo sensor de chuva. Quando existem gotas no vidro, essa refração é perturbada, desviando o raio de luz para outras direções, diminuindo a incidência sobre o sensor de chuva, que aciona o sistema do limpador de para-brisa.

1.1 Objetivos e motivação

Este trabalho é motivado pelo aprimoramento dos conhecimentos sobre sensores automotivos despertando o interesse de uma pesquisa destes modernos sensores de chuva inclusive para que possamos entender melhor seu funcionamento junto aos princípios físicos que regem seu funcionamento, tendo como objetivo uma melhor visão sobre o tema e o aperfeiçoamento dos seus recursos.

1.2 Organização e Metodologia

Este trabalho está dividido em seis capítulos. No capítulo 1 ficam claros os fatores que levaram a desenvolver esta monografia. O capítulo 2 aborda os conceitos físicos relacionados à óptica, este que possuem suma importância para entendimento do funcionamento dos sensores de chuva nos automóveis e são explicados os atuais sistemas de vidros, climatização e iluminação, respectivamente, que serão integrados ao funcionamento do sensor de chuva. No capítulo 3 é possível verificar o modelo experimental e seus componentes utilizados. O capítulo 4 é possível verificar algumas informações importantes para este trabalho tais como dificuldades e resultados alcançados. No capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho. Por fim no capítulo 6 podem-se localizar referências consultadas ao longo deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

2.1 Origens da Luz

Dá-se o nome de luz ao agente que provoca uma sensação em nosso órgão visual e, a partir dele, cria um fenômeno em nosso interior, dando-se conhecimento no que nos cerca.

Na antiguidade existia um conceito criado por Platão de que o olho humano emanava raios luminosos como um projetor e iluminava todos os objetos. No entanto, essa teoria foi considerada errônea devido à impossibilidade de explicar-se a diferença entre o dia e a noite.

Muitos séculos depois, Maxwell elaborou o que hoje conhecemos como a teoria eletromagnética clássica. Nela demonstrou-se que as radiações procedentes do sol e de outras fontes luminosas pertencem ao grupo dos geradores de ondas e radiações eletromagnéticas.

Essas ondas estão compreendidas desde as correntes alternadas, produzidas em geradores, até as oscilações *hertzianas*, radiações caloríficas e luminosas.

Em todas essas radiações realizam-se verdadeiros transportes de energia, por exemplo: a ação química dos raios ultravioletas, ou seja, sua transformação em energia química no processo de uma chapa fotográfica. Conhecemos também a transformação em energia calorífica das ondas eletromagnéticas radiadas pelo sol, que produz a evaporação da água e a fusão do gelo. Na telegrafia e telefonia sem fio, utilizam-se as radiações produzidas na antena de emissão para o acionamento dos receptores.

Como definição, podemos dizer que a luz é uma energia eletromagnética em forma de onda. Sua velocidade de propagação é de 2.997.924,58m/s (valor definido como exato) e as radiações que formam o espectro eletromagnético diferem entre si por sua frequência e pelo comprimento da onda.

A radiação que provoca uma sensação de claridade em nosso olho está compreendida entre os comprimentos de onda 380 e 760nm (nanômetro $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), limitado em um extremo pelas radiações infravermelhas (comprimento de onda maior) e no extremo pelas radiações ultravioletas (comprimento de onda menor).

Através da equação de Maxwell, podemos calcular o índice de refração por:

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu/\epsilon_0\mu_0} \quad \text{Eq.01}$$

Na qual:

c é a velocidade da luz no vácuo;
 v é a velocidade da luz no meio;
 μ é a permeabilidade magnética do meio;
 ε é a permitividade dielétrica do meio;
 n é a índice de refração do meio;
 ε_0 é a permitividade dielétrica do vácuo;
 μ_0 é a permeabilidade magnética do vácuo.

No início do século XX, embasado nos estudos prévios de Max Planck, o conceito de pacotes de energia foi validado por Albert Einstein sobre a teoria do efeito fotoelétrico. Através deste conceito, cada pacote possui uma quantidade de energia denominada *quantum*, podendo ser calculada pela equação de Planck a seguir:

$$E = h \cdot f \equiv E = h \cdot v \quad \text{Eq. 02}$$

Na qual:

E é Nível energético;
 h é constante de Planck = $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s ;
 f ou V é frequência ou oscilação da radiação emitida;

2.2 Reflexão interna total e ângulo crítico

Quando o raio de luz embate na fronteira entre dois meios diferentes, com certo ângulo de incidência, uma parte é refratada, com um ângulo de refração e a outra parte é refletida de volta para o meio original, com um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência.

Quando um feixe de luz se propaga de um meio com alto índice de refração, n_1 , para um meio com baixo índice de refração, n_2 , não há refração se o ângulo de incidência for maior que um determinado ângulo, chamado por ângulo crítico, conforme mostrado na figura a seguir. O feixe de luz é totalmente refletido no meio original, designando-se este fenômeno por reflexão interna total.

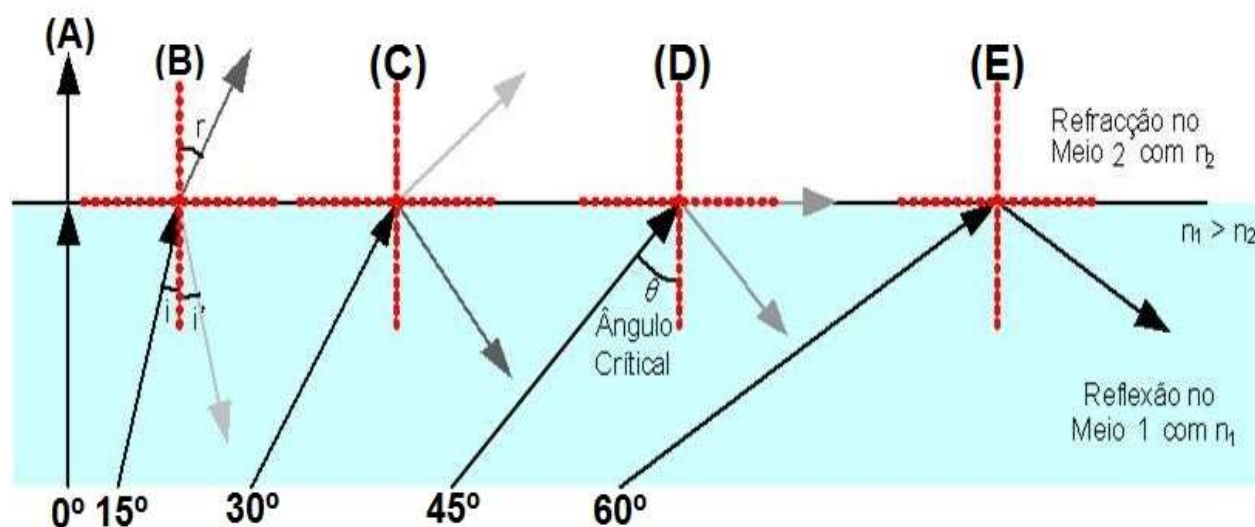


Figura 1 - Refração e reflexão de um feixe de luz, para diferentes ângulos de incidência. Adaptada de < <http://macao.communications.museum>>.

2.3 Refração

Alguns fenômenos ópticos, como o arco-íris, as miragens e a sensação de que uma piscina é mais rasa do que parece, ou que seus azulejos estão distorcidos, são explicados, em partes ou totalmente, por uma mesma lei física — a lei da refração da luz.

A refração da luz é a mudança na direção de propagação dos raios luminosos quando estes passam de um meio para outro diferente, como o ar e a água. A refração acontece devido ao fato de a luz se propagar com velocidades diferentes em meios diferentes. Quando a luz atravessa a interface de um meio para outro, essa mudança em sua velocidade faz com que os raios mudem a direção de propagação. É como se o raio de luz “entortasse” ou se “quebrasse” ao passar de um meio para outro, por exemplo, do vácuo para o ar ou do ar para a água.

É importante observar que a mudança de direção dos raios de luz ocorre apenas na *interface* que separa os dois meios. Em cada um dos meios, os raios de luz se propagam em linha reta (Apostila Reprodução SP Física 2).

2.3.1 Índice de refração

Para estudar a refração da luz é suficiente usar o modelo físico de raios luminosos que se propagam em linha reta. Mas, como a velocidade da luz muda dependendo do meio no qual se propaga, é conveniente definir uma grandeza que permita fazer comparações entre a velocidade da luz nos diferentes meios. Esse valor é chamado de índice de refração de um meio e

é representado pela letra n . O índice de refração é definido como a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio em questão (v), ou seja, $n = \frac{c}{v}$.

A tabela seguinte apresenta o valor do índice de refração para alguns meios materiais. Esta grandeza é adimensional e mede apenas o quanto o meio material dificulta mais que o vácuo a passagem da luz.

| Substância | Índice de refração |
|-------------------------------|--------------------|
| Vácuo | 1,0 |
| Ar Seco (0°C, 760 mmHg) | 1,000292 |
| Gás Carbônico (0°C, 760 mmHg) | 1,00045 |
| Gelo (0°C) | 1,310 |
| Água (20°C) | 1,333 |
| Álcool etílico (20°C) | 1,362 |
| Tetracloreto de Carbono | 1,466 |
| Glicerina | 1,470 |
| Vidro Crown | 1,520 |
| Monoclorobenzeno | 1,527 |
| Vidro Flint | 1,660 |
| Diamante | 2,417 |
| Sulfeto de antimônio | 2,700 |
| Germânio | 5,000 |

Tabela 1 - Índices de refração de alguns meios – Extraída de
<<http://www.apice.coop.br/fisicanet/TabelasConstantes/Indicederefracao.htm>>

2.3.2 Lei da Refração

O raio incidente e o raio refratado se encontram em um mesmo plano e os ângulos de incidência e de refração estão relacionados pela **lei de Snell**

$$n_1 \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r, \quad \text{EQ. 03}$$

na qual n é uma constante que não depende dos ângulos de incidência e de refração, e sim das características do meio e da frequência da luz (Siqueira Ronaldo, Uma contribuição ao estudo dos Sensores de chuva veiculares, Faculdade de tecnologia de Santo André, 2012).

Quando um raio de luz incide na superfície que separa dois meios diferentes, uma parte dos raios é refletida de volta ao primeiro meio e outra parte penetra no segundo meio. Tem-se então o raio incidente, o raio refletido e o raio refratado, como mostrada abaixo, em que um raio de luz passa do ar para a água. A figura mostra também a reta normal, perpendicular à superfície que separa os dois meios, e que passa pelo ponto onde os raios incidem nessa su-

perfície. O ângulo θ_1 , entre o raio incidente e a normal, é o ângulo de incidência. O ângulo de reflexão, entre o raio refletido e a normal, também mede ângulo θ_1 . O ângulo θ_2 mostrado na figura, entre o raio refratado e a normal, recebe o nome de ângulo de refração. Observe que nesta abordagem não estamos considerando a absorção da luz pelo meio.

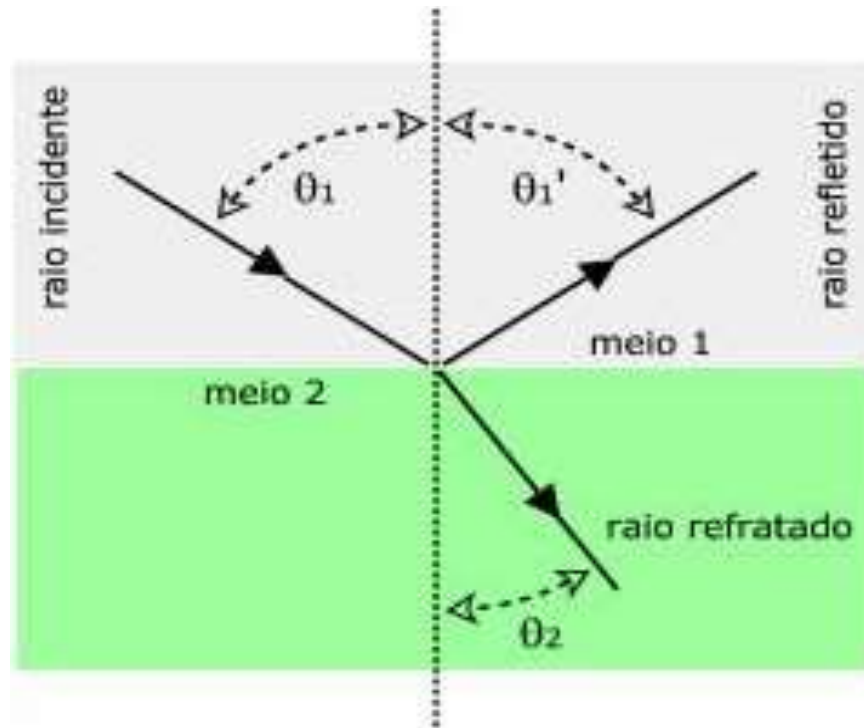


Figura 2 - Parte dos raios incidentes é refletida e parte é refratada - Extraída de <http://www.edicoessm.com.br>.

De acordo com o modelo da propagação retilínea dos raios de luz, e usando considerações geométricas, podem-se estabelecer as relações entre o raio incidente e o refratado.

2.4 Sensor

Um sensor pode ser definido como um dispositivo que recebe e responde a algum estímulo ou sinal, com o propósito de convertê-lo em um sinal elétrico compatível com um circuito eletrônico e, como não funciona sozinho, é sempre parte um sistema maior (FRADEN, 2004). Veja a figura abaixo:

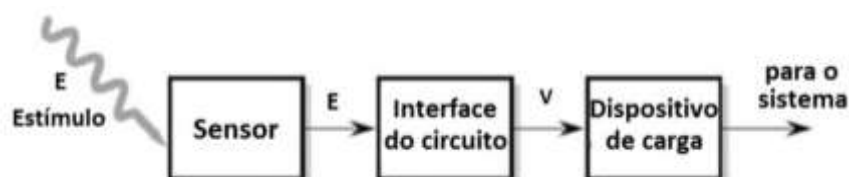


Figura 3 - Interface em um circuito de Sensoriamento - Adaptado de (FRADEN, 2004).

Um sensor também pode ser chamado de transdutor à medida que converte uma forma de energia em outra. No caso dos sensores de chuva a luz é uma radiação eletromagnética com comprimento na região do espectro visível e o índice de refração assume o sentido físico de representar a interação dessa radiação com a matéria (Siqueira Ronaldo, Uma contribuição ao estudo dos Sensores de chuva veiculares, Faculdade de tecnologia de Santo André, 2012).

2.4.1 Sensor de chuva

Quando existe a presença de gotas de chuva no para-brisa o índice de refração do meio é alterado, aumentando assim a potência óptica do raio refratado e diminuindo a do raio refletido. Assim, o foto receptor percebe esta perturbação e o sistema está pronto para acionar o conjunto mecânico do limpador de para-brisa.

A função deste sensor é manter a área envidraçada à frente do condutor limpa, de forma automática, sem intervenção do motorista, visto que isso aumenta a segurança e o conforto no automóvel; uma vez que os motoristas atualmente possuem inúmeros fatores externos e modernos equipamentos competindo por sua atenção (OTTE, QAISER, *et al.*, 2010).

Para que isto ocorra são utilizados os sensores ópticos, que são geralmente instalados na parte superior do vidro para-brisa, atrás do espelho retrovisor para que não comprometa o campo de visão do condutor; Veja um exemplo de aplicação prática na figura 06:



Figura 4 - Posição de montagem do sensor de chuva. Extraída de <<http://www.jalopnik.com.br>>.

O fato é que os sistemas ópticos são na atualidade os sistemas construtivos dos modernos sensores de chuva mais utilizados, e funcionam pelo conceito da reflexão total, no qual, há um par de diodos, sendo um emissor de infravermelho que emite um feixe de raios infravermelho acima do ângulo crítico do vidro. Desta forma, temos para um sistema sem perturbações externas (gotas de chuva acumuladas no para-brisa) potência óptica máxima, com a

consequente reflexão interna total do raio emitido a ser detectada pelo dispositivo foto receptor (HAUS, 2010).

Para (KATO e YAGI, 2008), apesar de utilizarem em seus veículos os detectores ópticos, afirmam que o problema com estes equipamentos reside no fato de a área sensível ser insuficiente, além de problemas com a não uniformidade da sensibilidade. Para tanto, adotaram como solução um conjunto óptico com uma lente denominada acoplador óptico, que nada mais é uma lente de Fresnell que tem como função aumentar a área sensível do conjunto pelo conceito da reflexão especular. Como mostrado nas figuras 05 e 06:



Figura 5 - Corpo de sensor de chuva - Extraída de (KATO e YAGI, 2008).

Na figura a seguir pode-se observar claramente o aumento da área de sensibilidade para atuação do sensor de chuva. Com os acopladores ópticos fica notória a eficácia e precisão, assim podendo corrigir cada vez mais possíveis falhas de funcionamento do mesmo.

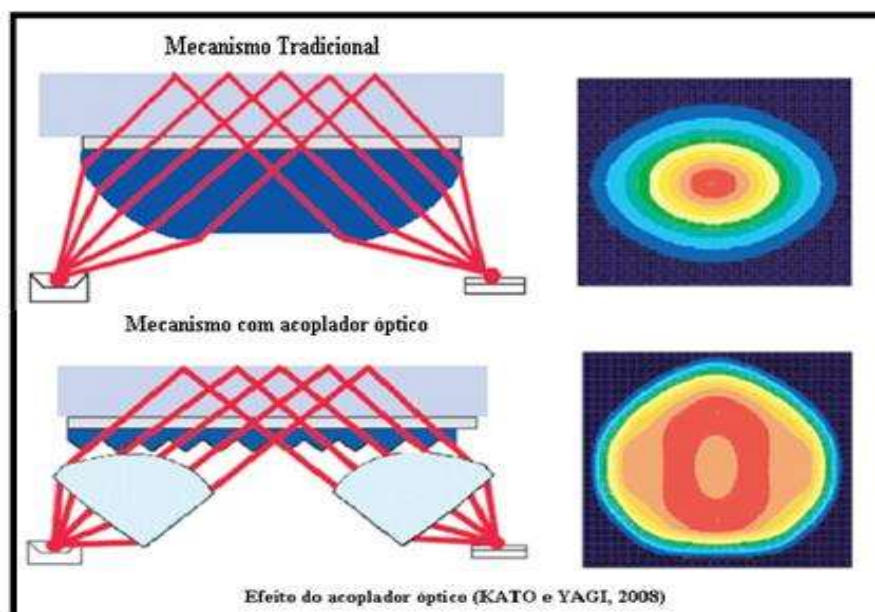


Figura 6 - Análise de eficiência do conjunto com e sem acoplador óptico. Extraída de (KATO e YAGI, 2008).

As lentes de Fresnel são elementos fundamentais para o funcionamento de sensores pi-roelétricos. Sem elas, a quantidade de radiação captada pela pequena superfície do sensor não seria suficiente para obter a sensibilidade desejada numa aplicação prática.

Da mesma forma, somente com este tipo de lente pode-se obter a precisão necessária e a sensibilidade com uma radiação que normalmente não pode ser trabalhada com lentes de vidro comuns <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/1024-as-lentes-de-fresnel-art148.htm>>.

Segundo (OTTE, QAISER) muitas tentativas foram feitas para construir sensor de detecção da chuva e um sistema de controle eficaz, de confiança e baratos para limpador para veículos. Um sistema perfeito podia subtrair mais uma tarefa do motorista á carga de trabalho e permite que melhorem o sustento de seus olhos na estrada. Apesar disto, os sistemas de detecção automática dos limpadores são relativamente raros em veículos modernos para um número de razões: é frequentemente demasiado caros ou pouco desejados em automóveis novos. Quando foi feito um número de aproximações diferentes do projeto, as melhoras em cima destes sensores foram bem sucedidas, suficiente para que a tecnologia torne-se apta extensamente em veículos novos.

Além disso, afirma que a solução para tal consiste na substituição dos detectores ópticos por sensores capacitivos gerando um campo elétrico (que atravessa o vidro que é um material não magnético, por isso, não interfere nas linhas de campo) pela aplicação de uma tensão CA (corrente alternada) em seus terminais gerando uma capacitância, como podemos observar o exposto na figura 09, dada pela equação:

$$C = (A * \epsilon) / d \quad \text{Eq. 04}$$

Na qual:

A = área da placa do Condutor;

ϵ = permitividade dielétrica do meio;

d = distância entre as placas / condutores.

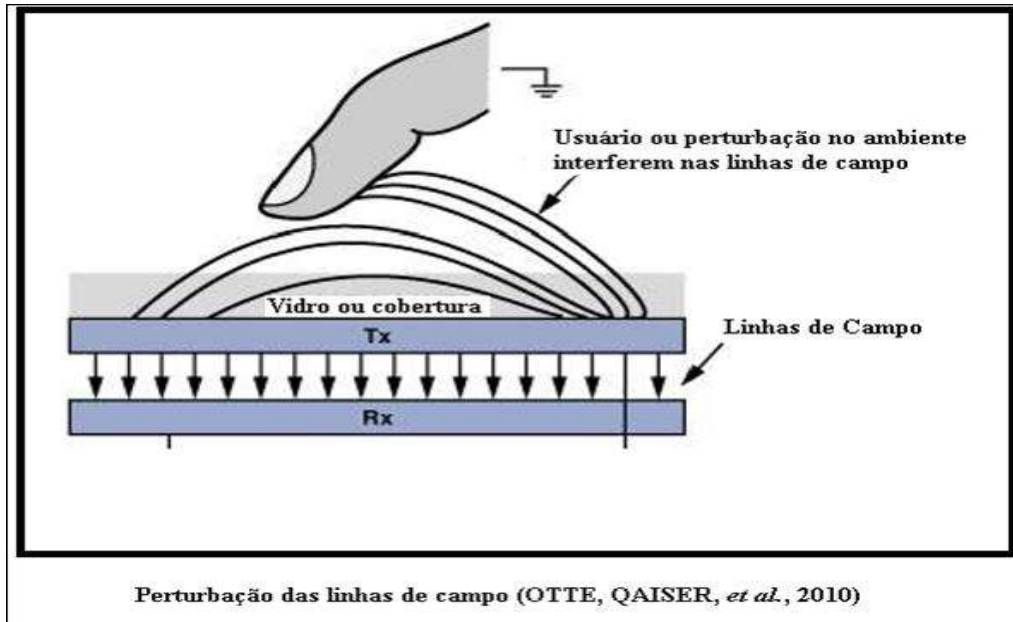


Figura 7 - Perturbação das linhas de campo. Adaptado de (OTTE , QAISER, 2010)

Isto posto, pode-se compreender porque os sistemas ópticos são na atualidade os sistemas construtivos dos modernos sensores de chuva mais utilizado e funcionam pelo conceito da reflexão total.

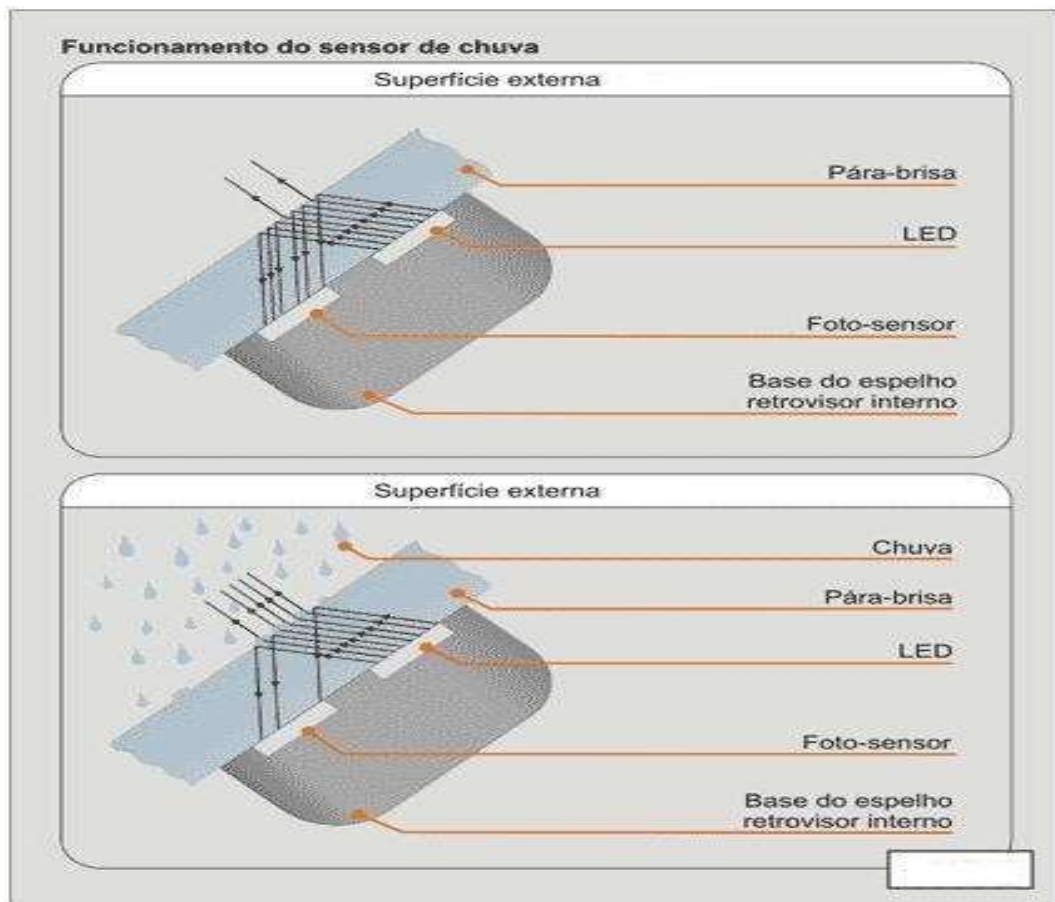


Figura 8 - Princípio de funcionamento do sensor de chuva. Extraída de (<http://tudosobreautomoveis.blogs.sapo.pt/tag/sensor>).

Na ilustração acima pôde ser observado o par de diodos, sendo um emissor de infravermelho que emite um feixe de raios infravermelho acima do ângulo crítico do vidro. Com isto, temos um sistema sem interferências externas, como as gotas de chuva no para-brisa. Quando existe a presença de gotas de chuva no para-brisa, o índice de refração do meio é alterado. Assim, o foto receptor percebe esta perturbação e o sistema está pronto para acionar o conjunto mecânico do limpador de para-brisa. Visando esta tecnologia para maior conforto ao motorista foi implementado o acionamento além dos limpadores, o acendimento automático das lanternas, climatizador evitando que os vidros embaçam e o fechamento automático, caso os vidros do veículo estejam abertos, assim evitando que molhe o interior do veículo e proporcionando uma viagem mais segura e confortável perante as dificuldades das condições climáticas. Abaixo pode ser visto um diagrama de funcionamento do projeto proposto.

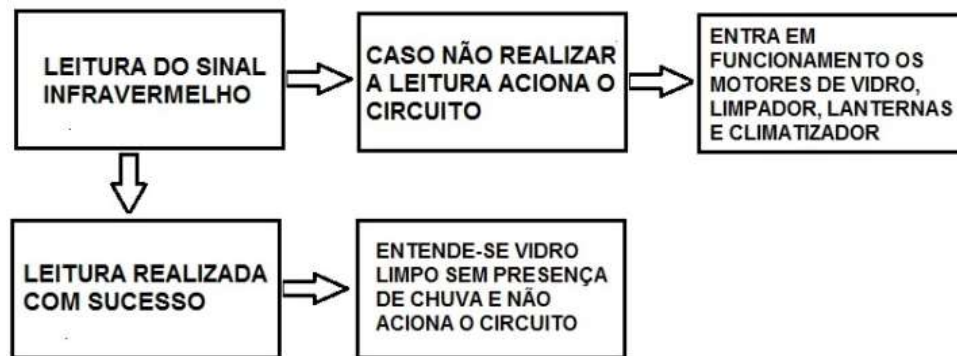


Figura 9 - Diagrama de blocos do funcionamento – Foto do Autor.

2.5 Sistema De Vidros Automotivos

2.5.1 Funcionamento

O funcionamento é composto por elementos mecânicos (coluna, canaleta, cabo de aço e roldana) e por elementos elétricos (motor elétrico, relé, botão e chicote elétrico). O vidro se prende por pressão na canaleta. Esta está afixada num suporte que desliza na coluna como se fosse um elevador. O suporte é preso às suas extremidades por cabos de aço flexíveis. Logicamente, para que a canaleta se desloque para cima e para baixo, o cabo de aço deve se mover. O elemento responsável pela movimentação do cabo é uma roldana (normalmente de nylon) com rosca sem fim. Quando a roldana gira num sentido ou no outro, esta libera um cabo e puxa a outra extremidade. Já no sistema elétrico, quem move a roldana é um motor elétrico com dois sentidos de rotação. O sentido de rotação do motor elétrico é determinado

pela sua polarização. Invertendo-se essa polarização, inverte-se o sentido de rotação do motor <<http://sistemasautomotivos.blogspot.com.br>>.

O sistema *Ripple* (variação da corrente elétrica no tempo gerada pela indutância do motor elétrico) é um sistema de comando dos vidros elétricos com as funções de descida e subida expressa aliada à proteção antiesmagamento. Particularmente, a função antiesmagamento se baseia nas variações de corrente consumida pelos motores elétricos dos mecanismos, variação essa chamada de *Ripple*. Por meio da leitura do sinal de *Ripple* a central eletrônica é então capaz de saber a real posição dos vidros.

Na ilustração a seguir é possível verificar o esquema elétrico do acionamento dos vidros.

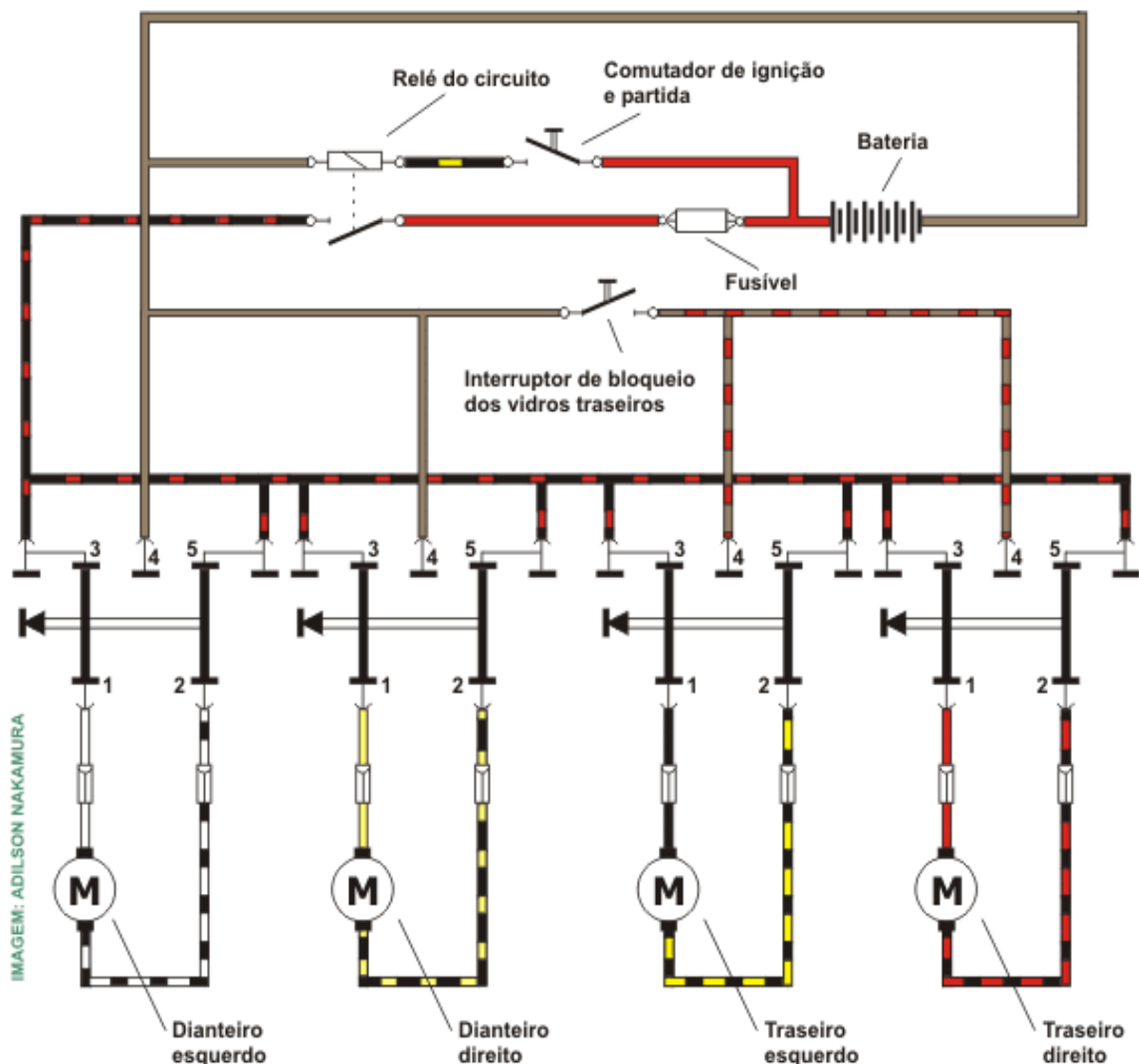


Figura 10 - Esquema elétrico do funcionamento dos motores levantadores de vidros. Extraída de <http://r19club.com>

2.5.2 Movimento Manual dos Vidros

Esse modo de operação do vidro funciona em ambas as direções. É comandado pressionando o interruptor do levantador de vidros por até 300 ms + 30 ms (de outro modo - o automático é acionado). O vidro fica se movimentando enquanto o interruptor do levantador estiver pressionado e para quando o interruptor do levantador de vidros for liberado (<http://arquivo.oficinabrasil.com.br>).

2.5.3 Movimento Automático Para Cima e Para Baixo

Essa característica de conforto é a operação automática de um toque dos vidros. É acionada quando o usuário mantém o interruptor pressionado por mais de 300 ms + 30 ms. O vidro automaticamente fechará (ou abrirá) completamente. Enquanto o vidro estiver em movimento automático, uma atuação momentânea do interruptor em qualquer direção vai parar o vidro imediatamente (<http://arquivo.oficinabrasil.com.br>).

2.5.4 Segurança

Questões relacionadas à segurança possuem cada vez mais funções eletrônicas e que nunca devem ser negligenciados. A janela pode causar graves, ou em alguns casos lesão fatal aos passageiros, portando fortes contramedidas são necessárias para evitar que isso não ocorra.

A proteção antiesmagamento de segurança pretende prevenir ferimentos ao usuário e consiste na reversão automática do movimento ascendente do vidro quando for encontrado um obstáculo. Essa característica é habilitada quando o modo automático para cima estiver habilitado. Este meio de proteção realiza o movimento reverso do vidro quando o vidro está fechando pelo movimento automático para cima, o qual é acionado quando um objeto medindo de 4 a 200 mm de diâmetro for colocado através da área de abertura. Se o movimento de subida for iniciado dentro da região de 4 a 200 mm, ao detectar um obstáculo, o levantador do vidro retrocederá o mesmo por uma distância de 75 mm (mais ou menos 5 mm). Caso um objeto maior que 200 mm ficar preso, a função de reversão não será ativada. Nesse caso, o vidro simplesmente vai parar (<http://arquivo.oficinabrasil.com.br>). Na figura abaixo se pode verificar um modo de teste da função antiesmagamento.



Figura 11 - Equipe do programa auto esporte realizando testes antiesmagamento. Extraída de(<http://arquivo.oficinabrasil.com.br>).

2.6 Climatização Automotiva

2.6.1 Funcionamento

Os sistemas de condicionador de ar automotivo possuem componentes fundamentais para seu correto funcionamento. O compressor, o evaporador, o condensador e a válvula de expansão são os principais componentes do sistema (FERNANDES, 2006) como pode ser observado na figura a seguir.

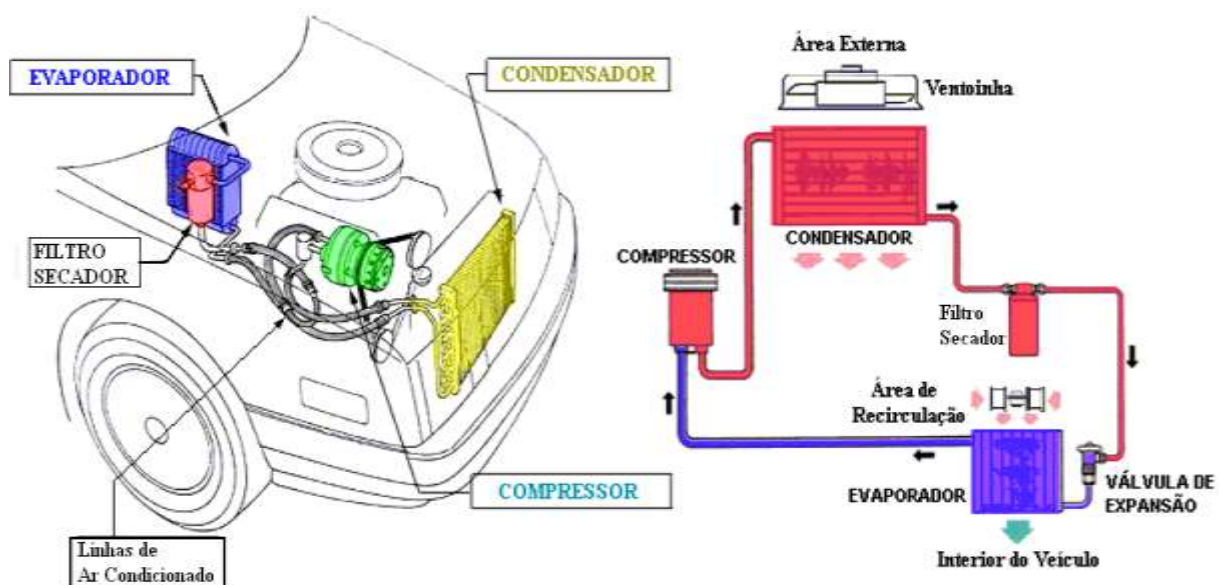


Figura 12 - Visualização do sistema de ar condicionado automotivo e esquema do ciclo. Extraída de (FERNANDES, 2006).

O compressor succiona o fluido refrigerante no estado gasoso do evaporador (vapor superaquecido) e descarrega em alta pressão para o condensador.

Ao entrar no condensador, o fluido refrigerante transforma-se do estado gasoso para o estado líquido, devido ao fluxo de ar frontal e dos eletroventiladores que auxiliam na dissipação do calor absorvido pelo fluido refrigerante, o qual ao sair pelo condensador (líquido sub-resfriado e ainda em alta pressão), se armazena no filtro, mantendo uma reserva líquida, onde serão absorvidas impurezas e umidade, provenientes do desgaste de componentes e exposição do sistema “em aberto”. Seguindo ainda o circuito, o fluido refrigerante sai do filtro para a válvula de expansão, onde será “pulverizado” em estado líquido e em baixa pressão no evaporador.

Através do fluxo de ar insuflado no evaporador, pelo ventilador da caixa distribuidora de ar, o fluido refrigerante absorve o calor do habitáculo do veículo, transformando-se do estado líquido para gasoso, passando pelo retorno da válvula de expansão e seguindo para a linha de sucção do compressor, iniciando novamente o ciclo (SENAI “Oscar Rodrigues Alves”).

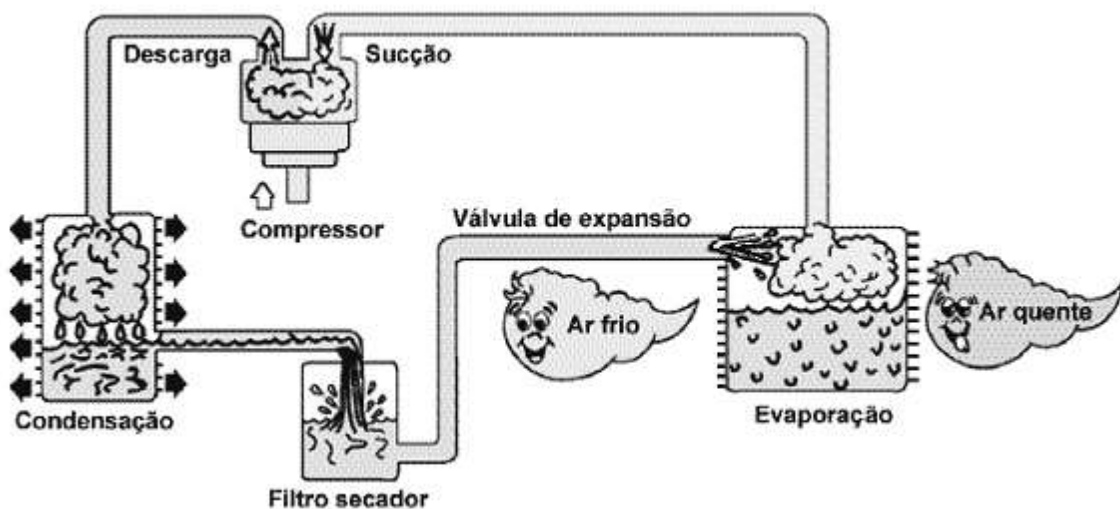


Figura 13 - Circuito de Refrigeração. Extraída de (SENAI “Oscar Rodrigues Alves”).

Segundo Fernandes (FERNANDES, 2006), o resfriamento é feito através da passagem do fluido refrigerante pelo evaporador, o calor é retirado pelo ar que escoar pelo aparato, vaporizando o refrigerante e, conseqüentemente, resfriando o ar.

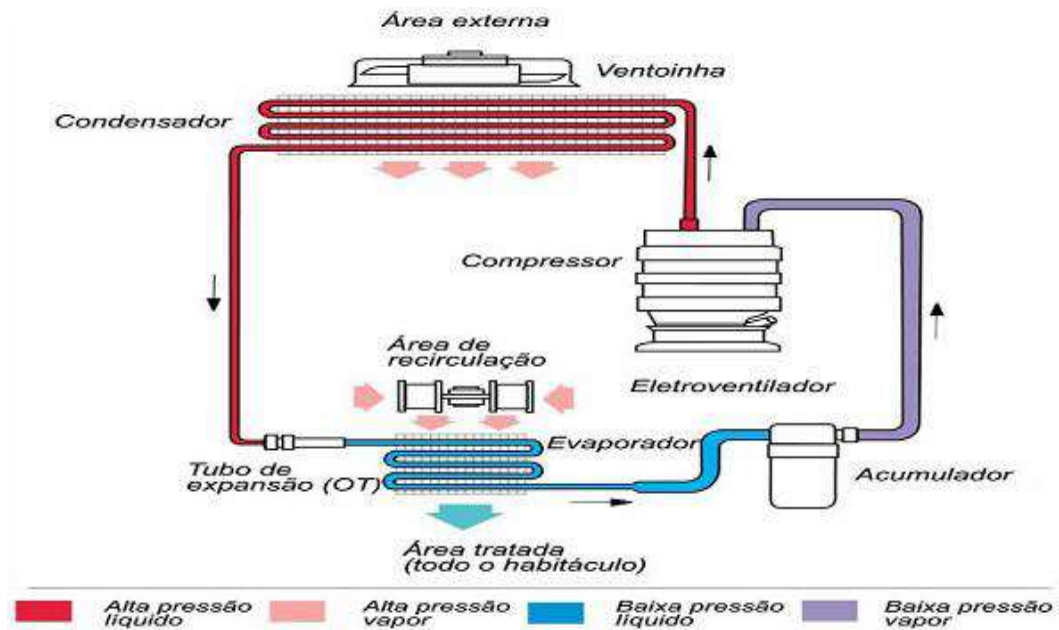


Figura 14 - Sistema ar condicionado automotivo. Extraída de (FERNANDES, 2006).

2.6.2 Conforto e Segurança

Diversos aspectos de conforto térmico em automóveis estão relacionados com questões da segurança veicular, como o desembaçamento e descongelamento dos vidros.

Conforto térmico é definido pela norma ASHRAE 55 (ASHRAE, 2004) como sendo “um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa” (SANTOS Eduardo, Dimensionamento E Avaliação Do Ciclo De Refrigeração De Sistema De Climatização Automotivo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

Visando um dos grandes aspectos de segurança ligado diretamente à climatização veicular seria a questão de desembaçamento dos vidros, como já citado, este fenômeno na qual ganha suma importância quando o condutor do veículo encontra-se em uma situação de chuva torrencial. O comportamento normal quando um motorista se depara com uma forte chuva é o fechamento imediato dos vidros de todo o automóvel, pois bem, quando o mesmo ocorre à temperatura no interior do carro geralmente é maior do que a de fora e com isso surge o fenômeno de embaçamento dos vidros, as moléculas de água que se encontram vaporizadas no interior do carro são condensadas em razão da diferença de temperatura. Quando as moléculas da água vaporizada (Estado Gasoso) são condensadas (Líquido) elas se agregam ao vidro, tornando-o translúcido, pois a superfície torna-se irregular (Brasil Escola), assim prejudicando a visão do condutor.

Em alguns casos o condutor do veículo deixa uma fresta aberta para que os vidros não fiquem embaçados, porém, outros ao menos fazem isso por motivos de segurança, uma pessoa

hoje em dia pode permanecer todo o tempo da viagem em um veículo sem a necessidade de abrir os vidros basta ter um bom sistema de ar-condicionado, com isto acaba se tornando uma segurança a mais para todos do veículo.

2.7 Iluminação Automotiva

2.7.1 Funcionamento

O sistema de iluminação de um automóvel é constituído por dispositivos de sinalização montados ou integrados nas partes frontais, laterais e traseiras do veículo. As tarefas de iluminar dentro e fora do carro eram realizadas pelas lâmpadas comuns incandescentes. Estas são formadas por um bulbo do qual se retira o oxigênio para evitar a combustão do filamento, uma rosca ou baioneta para seu encaixe num receptáculo apropriado.

As lâmpadas de uso automotivo podem ter diversas potências e tamanhos, além de configurações dependendo da sua utilização. Por exemplo, as lâmpadas usadas nos faróis possuem filamentos duplos que permitem que elas operem com duas potências, conforme a quantidade de luz desejada. A comutação é feita pela alavanca junto a direção. Estas lâmpadas podem ter potências que vão de 20 a 40 W o que significa uma corrente que supera os 3 A numa fiação de 12 V. As lâmpadas que iluminam o interior, lanternas e outras aplicações são de menor consumo, normalmente exigindo correntes na faixa de 200mA e 500mA (BRAGA, Newton C. em 27/03/2013).

A seguir é mostrada uma ilustração com a incidência dos raios de luz durante os acionamentos entre luz baixa e luz alta, sendo a esquerda um exemplo de luz alta e a direita um exemplo de luz baixa.

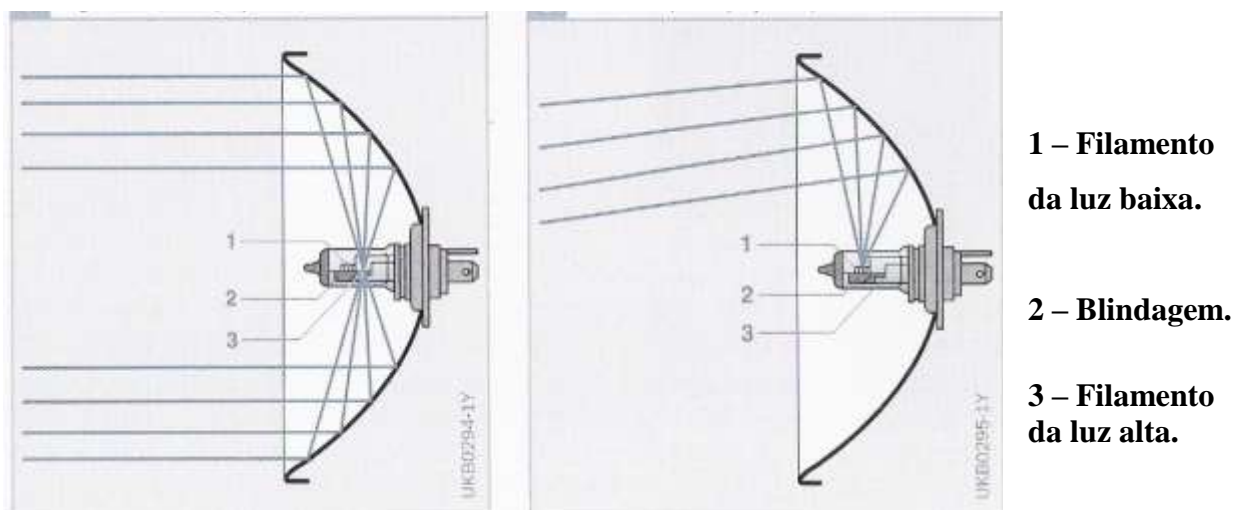


Figura 15 - Tecnologia de Refletores e Lentes. Extraída da (Disciplina Carga e Partida FATEC S.A).

2.7.2 Segurança

O objetivo deste sistema é fornecer iluminação para o motorista a conduzir o veículo com segurança, para aumentar sua nitidez, e para exibir informações sobre a presença do automóvel, posição, tamanho, direção de viagem, e as intenções do condutor sobre direção e velocidade da viagem, mesmo durante o dia, as fortes chuvas reduzem a visibilidade dos condutores e aumentam o risco de acidentes no trânsito. Muitos tipos de lâmpadas são usados para luzes de freio, luzes de presença lateral e de apuramento, e as lâmpadas de interiores. Lâmpadas de sinalização podem ter lâmpadas claras, ou podem ser revestido de vermelho ou amarelo para proporcionar contraste adicional, não há outras cores permitidas, exceto em veículos de emergência. Adaptado de <<http://en.wikipedia.org>>.

O sistema de iluminação tem por finalidade comunicar-se com os demais veículos que trafegam, portanto precisam estar sempre em perfeitas condições de uso para assegurar tanto a sua viagem quanto a dos demais passageiros.

Abaixo é possível visualizar como são úteis o uso de uma iluminação adequada como, por exemplo, durante dias chuvosos ou nevascas.



Figura 16 – Visualização do veículo em condições atípicas. Extraída de (Disciplina Carga e Partida FATEC S.A).

3 MODELO EXPERIMENTAL

Como abordado anteriormente, os sensores de chuva automotivos funcionam por meio de um sistema com emissor e receptor infravermelho. Com isto foi realizada a simulação por meio de um *diodo* emissor e um receptor de luz infravermelho. Enquanto o sensor receptor capta a luz, o sensor está ligado. Porém, sem percepção de chuva no vidro de para-brisa. Quando o mesmo não recebe a iminência de luz, o circuito entra em funcionamento, pois isto ocorre devido à percepção de outro meio, no caso, água. Abaixo podemos visualizar em funcionamento a emissão de luz.

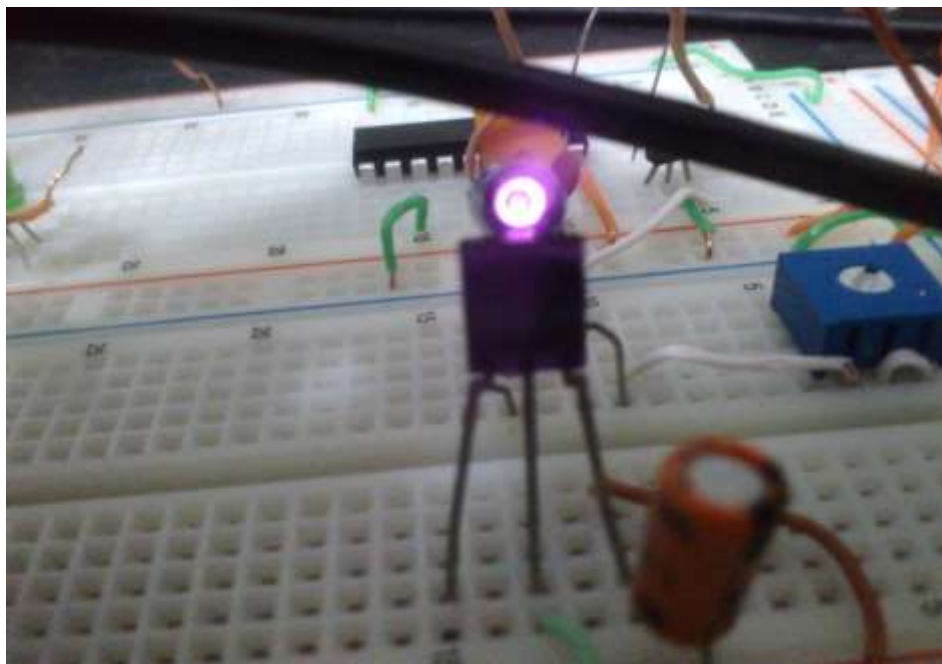


Figura 17 - Emissor Infravermelho – Foto do Autor.

Após o sensor detectar a presença de outro meio aciona-se automaticamente o motor limpador de para-brisa, os vidros são fechados, lanternas se acendem e o motor de climatizador é acionado para evitar que os vidros fiquem embaçados.

3.1 Funcionamento do Emissor

Para montagem de um circuito emissor foi empregado um circuito integrado codificador HT 12 A que possui diversas aplicações e funcionalidades, “tais como” a boa imunidade a ruídos; e o baixo consumo.

Este codificador possui 8 *bits* que podem ser ajustados em 128 diferentes combinações, além de 4 *bits* a serem transmitidos com 24 possibilidades de combinações.

Quando o codificador recebe os dados, ele automaticamente os modula em uma portadora de 38 KHz e transmite serialmente os 12 *bits* (endereços e dados), junto a um *bit* de sincronização.

Para este trabalho foi codificado o endereço e dados em nível lógico 0. Na figura seguinte pode ser observado o circuito elétrico do emissor completo.

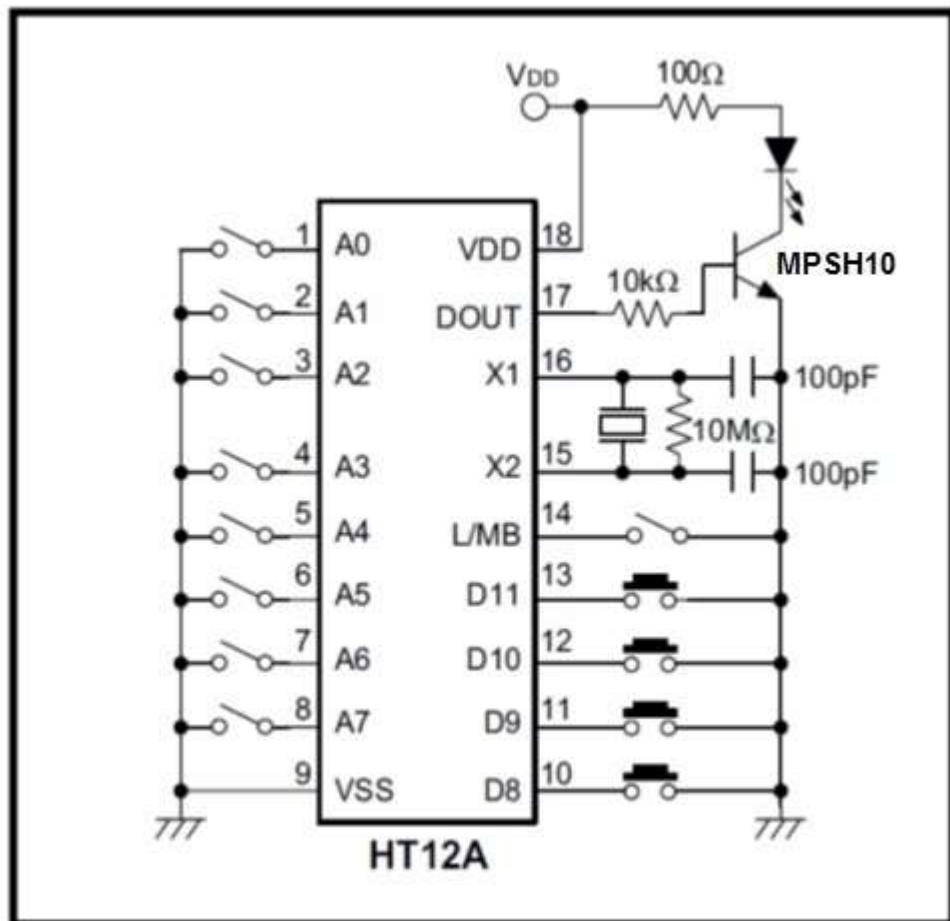


Figura 18 - Circuito Emissor – Adaptado de (HOLTEK SEMICONDUCTOR).

3.1.1 Funcionamento do Receptor

Para montagem de um circuito receptor foi empregado um circuito integrado decodificador HT 12 D.

O decodificador HT 12 D funciona em conjunto com os codificadores da série HT 12, *Holtek*. Para correta operação, o par codificador/decodificador escolhido deve possuir o mesmo numero de *bits* de dados e endereços, que no caso deste trabalho é usado o nível lógico 0.

O decodificador recebe a mensagem de forma serial (infravermelho) contendo endereço e dados programados no codificador. Essa informação é comparada com a informação de endereço no decodificador, e caso não sejam encontradas diferenças, os dados contidos na

informação de entrada são decodificados e disponibilizados nos pinos de saída de dados e a saída VT (*valid transmission*) vai a nível alto para indicar que a transmissão foi recebida corretamente. Na figura 19 pode ser observado o circuito elétrico do receptor completo.

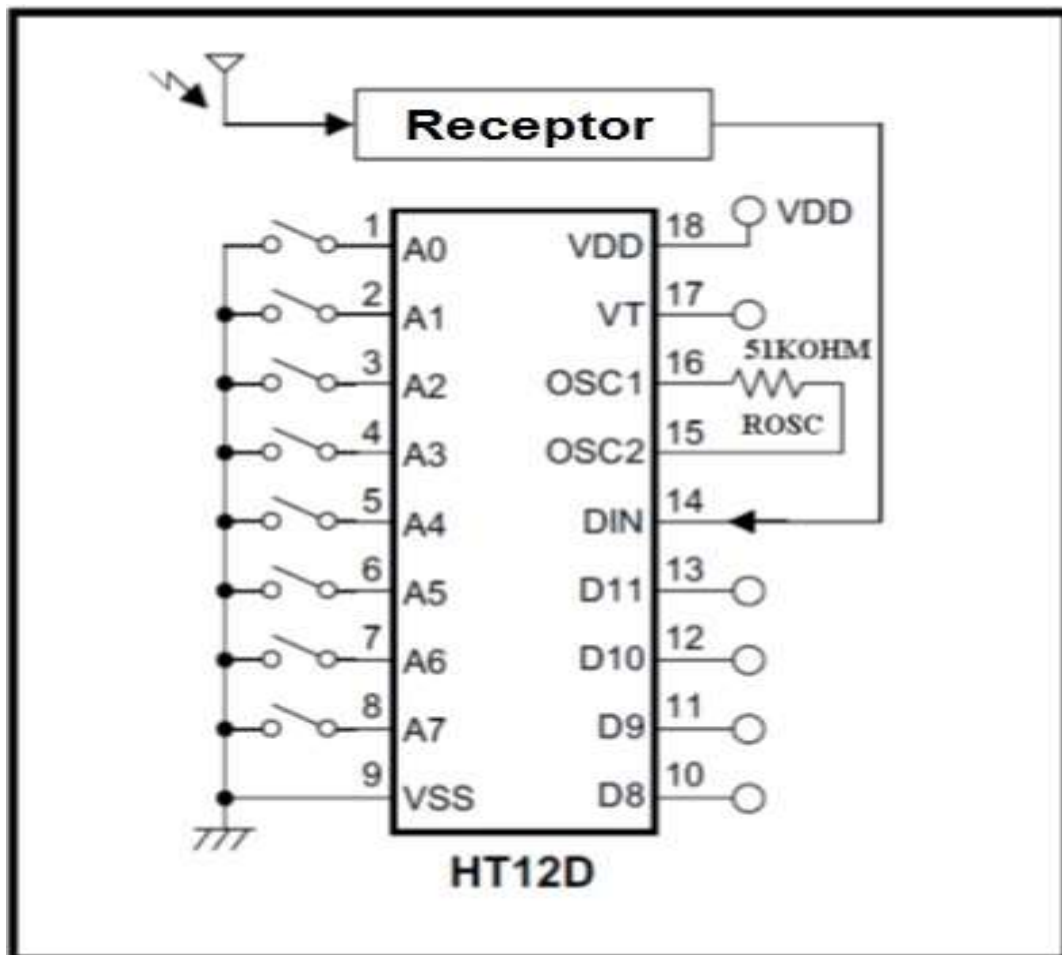


Figura 19 - Circuito Receptor. Adaptado de (HOLTEK SEMICONDUCTOR).

O receptor recebe a informação via infravermelho serialmente, realiza primeiramente um filtro de frequência.

Já na figura abaixo, pode ser observado o sinal capturado no osciloscópio na saída do receptor infravermelho e na qual é recebido pelo *decoder*.

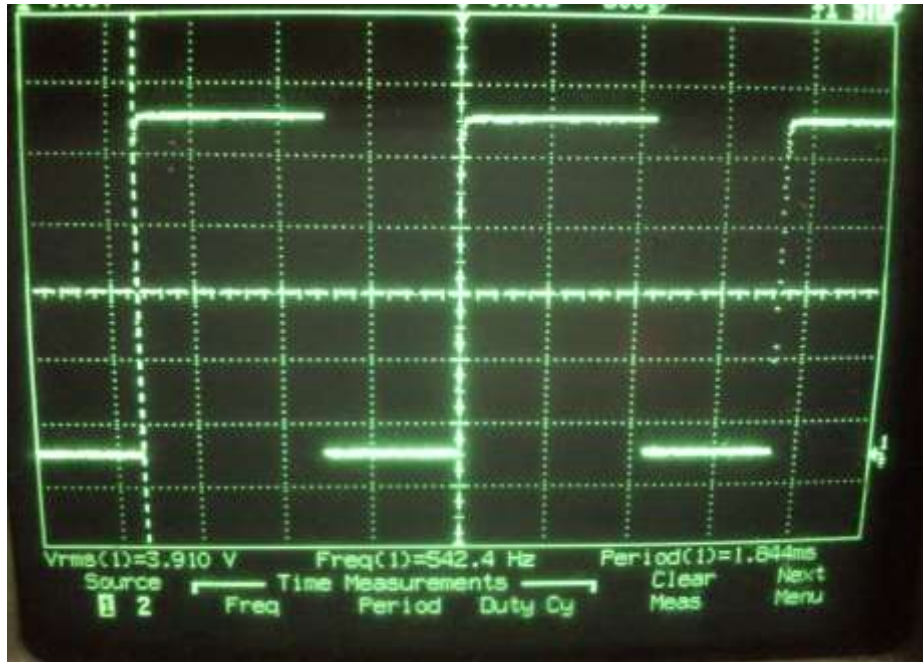


Figura 20 - Sinal capturado no Osciloscópio da saída do receptor infravermelho - Foto do Autor (Osciloscópio Laboratório Aleph Telecom).

3.2 Circuito Microcontrolado

Quando a incidência de luz sobre o receptor for alterada o mesmo envia nível lógico "0" e conseqüentemente será a informação vinda do pino VT (*valid transmission*) do decodificador HT 12 D, o sinal passa por uma porta lógica inversora, circuito integrado "7404", e agora o sinal passa a ter nível lógico "1", este sinal é enviado para a entrada RB0 do Microcontrolador "PIC 16f877A" e então com esta informação chegando ao "PIC" é acionada outras 4 saídas do mesmo (RB1, RB2, RB3, RB4) na qual entra em funcionamento os motores de climatização, limpador de para-brisa, lanternas e motor acionador de vidros (caso os vidros estejam abertos). O sinal "fim de curso" é enviado através do pino RC2 do Microcontrolador. Caso o motorista não queira que o circuito seja acionado, basta desligar o mesmo através da chave liga/desliga, localizada na entrada do Microcontrolador, onde esta pode ser utilizada para cortar o acionamento, por exemplo, durante o acionamento do esguicho.

Neste trabalho a frequência de oscilação do "PIC 16f877A" trabalha com 20Mhz e sua alimentação é de 5V, na qual o mesmo é enviado para o pino 1 do Microcontrolador para que evite o reinício do programa, conforme imagem abaixo.

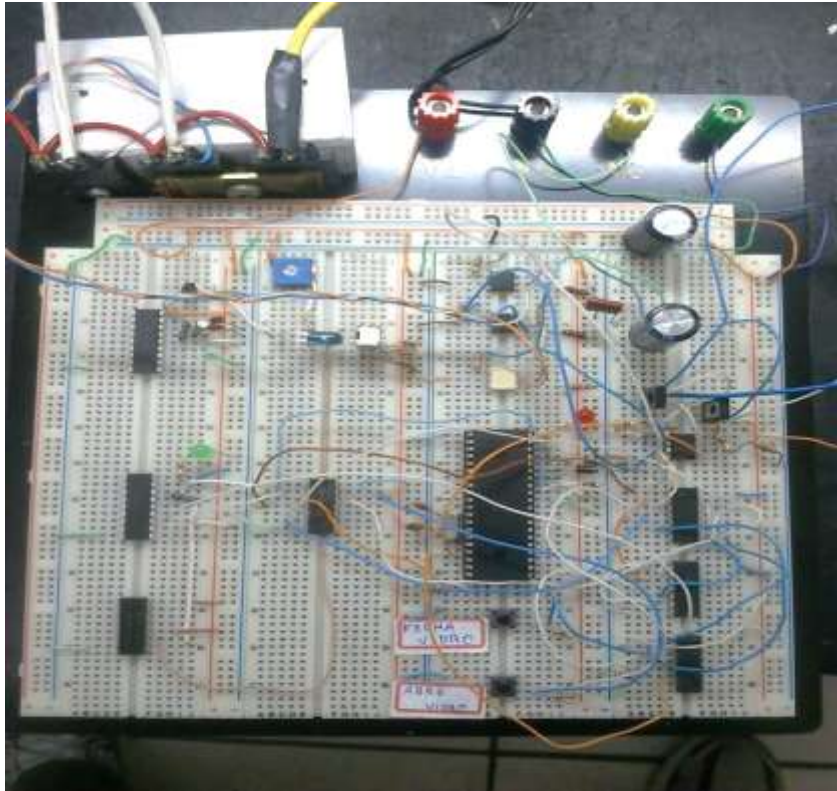


Figura 21 - Circuito Microcontrolado – Foto do Autor.

3.3 Circuitos de Potência

Para o acionamento dos respectivos motores foi desenvolvido o circuito de potência para acionamento dos motores limpador de para-brisa, climatizador e lanternas utilizando *Transistores* do tipo F.E.T junto ao dissipador para evitar que os mesmos esquentem. Este circuito foi montado individualmente devido o fato dos contatos dos componentes serem muito próximos na *protoboard* e com isso quando acionado os motores o microcontrolador esquentava de forma rápida e alcançando temperaturas elevadas. Veja abaixo o circuito citado.



Figura 22 - Circuito de Potência para acionamento de 3 motores – Foto do Autor.

O circuito para movimentação do motor de vidro elétrico conhecido usualmente como circuito ponte H também foi montado de forma individual devido aos mesmos motivos citados acima. Este tipo de configuração se torna comum para realizar inversões de rotação, hora sentido horário e hora sentido anti-horário. O que torna possível esta inversão de rotação é a troca de tensão na saída da ponte. Para um sentido terá uma saída de +12vcc e para outra saída -12vcc. Para que isto ocorra as informações são enviadas através do circuito montado na *Protoboard*. O circuito de ponte H também foi montado utilizando os mesmos *Transistors* do tipo F.E.T junto a um dissipador para evitar que os mesmos esquentem, acionando o motor sem dificuldade. Pode-se visualizar o circuito em questão.

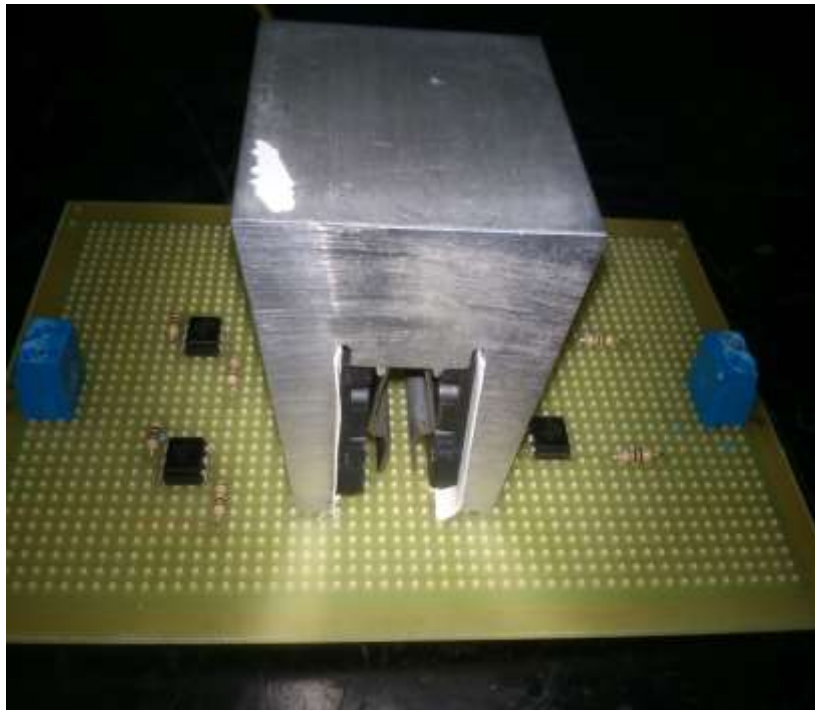


Figura 23 - Circuito "Ponte H" – Foto do Autor.

A seguir pode-se visualizar o modelo experimental finalizado montado em uma placa de matriz de contato, usualmente conhecida como *Protoboard*, facilmente encontrada no mercado junto ao circuito de potência e “ponte H”.

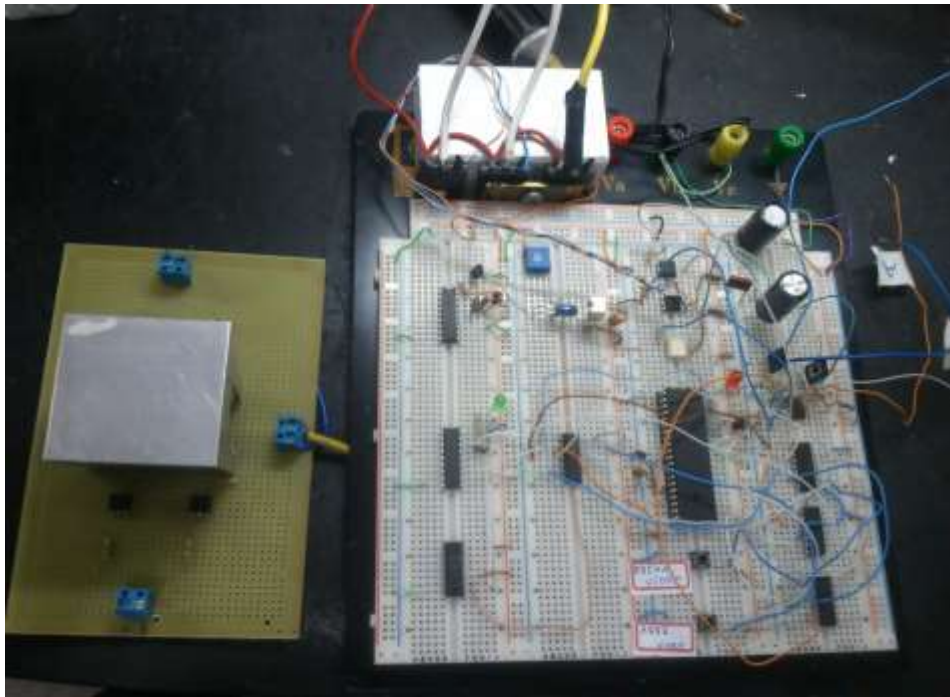
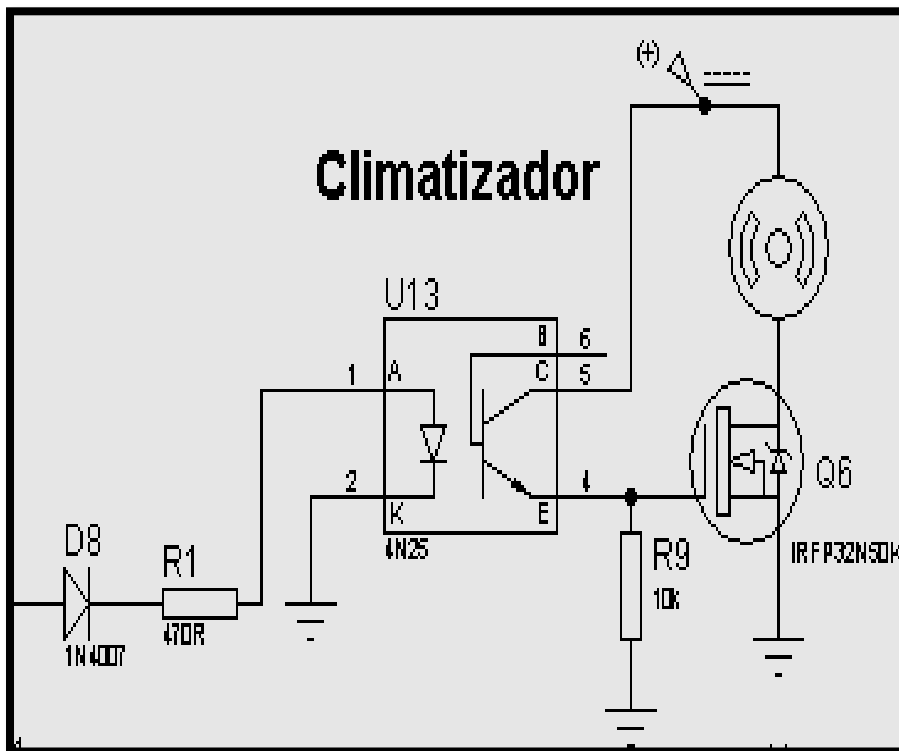


Figura 24 - Protoboard montada com o modelo experimental – Foto do Autor.

3.3.1 Cálculos do Circuito

Abaixo podemos visualizar os valores baseado nos cálculos do circuito de potência.

Motor Climatizador: 12V/ 5A



$$V_{RB2} - V_{D8} - V_{R1} - V_{U13} = 0V$$

$$5V - 0,7V - 1,5V = V_{R1}$$

$$V_{R1} = 2,8V$$

$$I_{RB2} = I_{D8} = I_{R1} = I_{U13}$$

$$I_{R1} = \frac{VR1}{R1} = \frac{2,8V}{470\Omega} = 5,95mA$$

$$V_{CC} - V_{CE} - V_{R9} = 0V$$

$$12V - 5V = V_{R9}$$

$$V_{R9} = 7V$$

$$I_{R9} = \frac{VR9}{R9} = \frac{7V}{10K\Omega} = 0,7mA$$

Figura 25 - Circuito de potência do Climatizador - Foto do Autor.

Para MOSFET 32N50:

$$I_{\text{MOTOR}} = 5\text{A}$$

$$R_{\text{DS(ON)}} = 0,135\Omega$$

$$V_{\text{GQ6}} = V_{\text{R9}}$$

$$V_{\text{GQ6}} = 7\text{V}$$

**V_G min. 3v e máx. 10v p/ Disparo.*

$$V_{\text{DS}} = R_{\text{DS(ON)}} \times I_{\text{MOTOR}}$$

$$V_{\text{DS}} = 0,135\Omega \times 5\text{A}$$

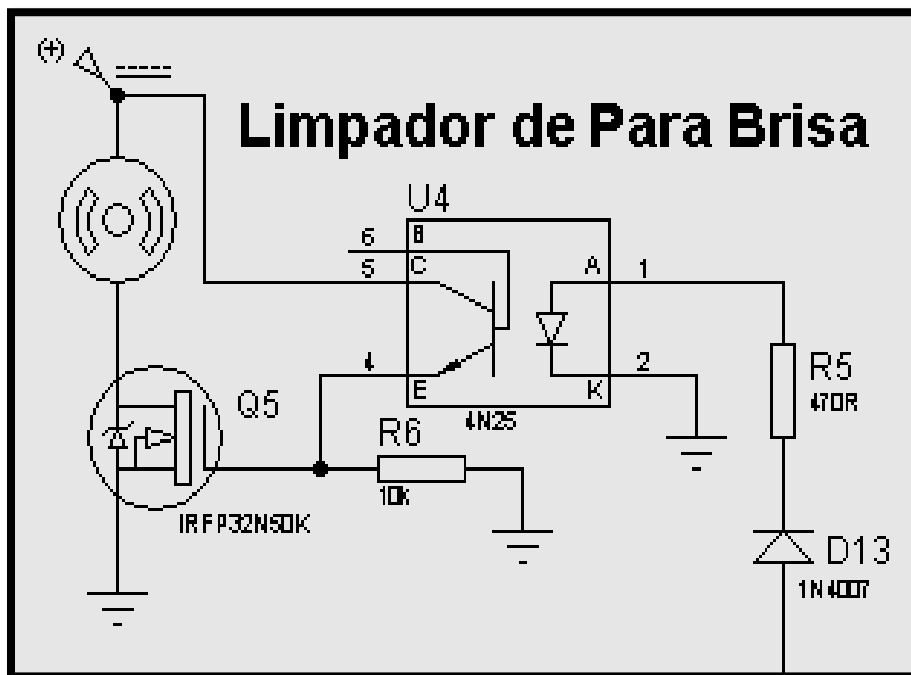
$$V_{\text{DS}} = 0,675\text{V}$$

$$V_{\text{MOTOR}} = V_{\text{CC}} - V_{\text{DS}}$$

$$V_{\text{MOTOR}} = 12\text{V} - 0,675\text{V}$$

$$V_{\text{MOTOR}} = 11,32\text{V}$$

* O mosfet fornece uma corrente máxima de 32A, portanto com a carga de **5A** do motor, o transistor atende a demanda necessária sem que ocorra alguma sobrecarga.

Motor Limpador para-brisa: 12v/1A

$$V_{\text{RB1}} - V_{\text{D13}} - V_{\text{R5}} - V_{\text{U4}} = 0\text{V}$$

$$5\text{V} - 0,7\text{V} - 1,5\text{V} = V_{\text{R1}}$$

$$V_{\text{R5}} = 2,8\text{V}$$

$$I_{\text{RB1}} = I_{\text{D13}} = I_{\text{R5}} = I_{\text{U4}}$$

$$I_{\text{R5}} = \frac{V_{\text{R1}}}{R1} = \frac{2,8\text{V}}{470\Omega} = 5,95\text{mA}$$

$$V_{\text{CC}} - V_{\text{CE}} - V_{\text{R6}} = 0\text{V}$$

$$12\text{V} - 5\text{V} = V_{\text{R6}}$$

$$V_{\text{R6}} = 7\text{V}$$

$$I_{\text{R6}} = \frac{V_{\text{R6}}}{R6} = \frac{7\text{V}}{10\text{K}\Omega} = 0,7\text{mA}$$

Figura 26 - Circuito de potência do Limpador de para-brisa - Foto do Autor.

Para MOSFET 32N50:

$$I_{\text{MOTOR}} = 1\text{A}$$

$$R_{\text{DS(ON)}} = 0,135\Omega$$

$$V_{\text{GQ5}} = V_{\text{R6}}$$

$$V_{\text{GQ5}} = 7\text{V}$$

**V_G min. 3v e máx. 10v p/ Disparo.*

$$V_{DS} = R_{DS(ON)} \times I_{MOTOR}$$

$$V_{DS} = 0,135\Omega \times 1A$$

$$V_{DS} = 0,135V$$

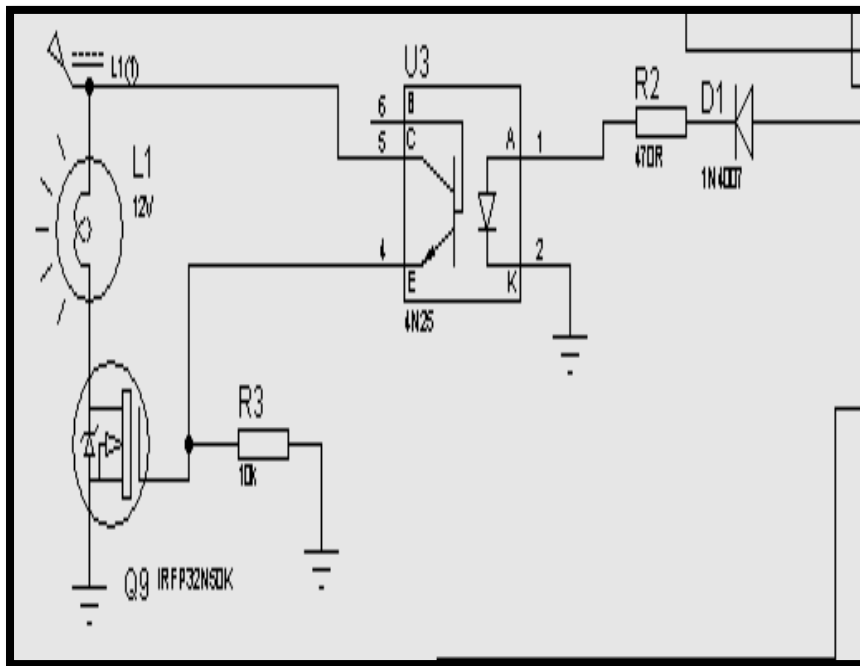
$$V_{MOTOR} = V_{CC} - V_{DS}$$

$$V_{MOTOR} = 12V - 0,135V$$

$$V_{MOTOR} = 11,86V$$

* O mosfet fornece uma corrente máxima de 32A, portanto com a carga de **1A** do motor, o transistor atende a demanda necessária sem que ocorra alguma sobrecarga.

Lanternas: 12v/ 3,5A



$$V_{RB3} - V_{D1} - V_{R2} - V_{U3} = 0V$$

$$5V - 0,7V - 1,5V = V_{R1}$$

$$V_{R2} = 2,8V$$

$$I_{RB3} = I_{D1} = I_{R2} = I_{U3}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R2} = \frac{2,8V}{470\Omega} = 5,95mA$$

$$V_{CC} - V_{CE} - V_{R3} = 0V$$

$$12V - 5V = V_{R3}$$

$$V_{R3} = 7V$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R3} = \frac{7V}{10K\Omega} = 0,7mA$$

Figura 27 - Circuito de potência da Lâmpada - Foto do Autor.

Para MOSFET 32N50:

$$I_{MOTOR} = 3,5A$$

$$R_{DS(ON)} = 0,135\Omega$$

$$V_{GQ7} = V_{R3}$$

$$V_{GQ7} = 7V$$

* V_G min. 3v e máx. 10v p/ Disparo.

$$V_{DS} = R_{DS(ON)} \times I_{MOTOR}$$

$$V_{DS} = 0,135\Omega \times 3,5A$$

$$V_{DS} = 0,472V$$

$$V_{MOTOR} = V_{CC} - V_{DS}$$

$$V_{MOTOR} = 12V - 0,472V$$

$$V_{MOTOR} = 11,52V$$

* O mosfet fornece uma corrente máxima de 32A, portanto com a carga de **3,5A** do motor, o transistor atende a demanda necessária sem que ocorra alguma sobrecarga.

Motor Vidro elétrico: 12v/5A

• *Circuito Ponte H*

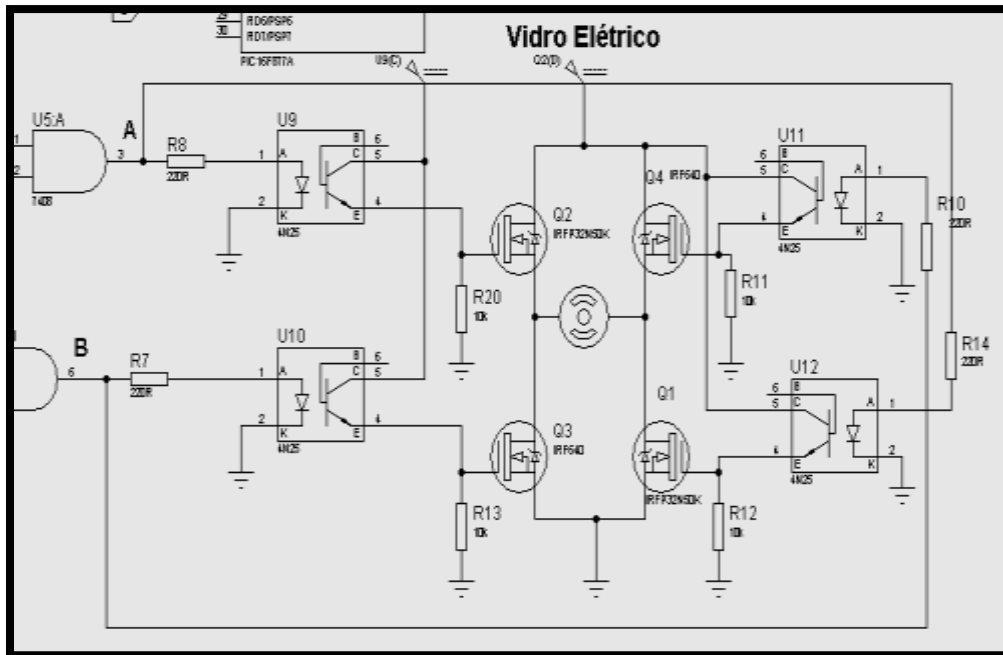


Figura 28 - Circuito de potência do Vidro Elétrico - Foto do Autor.

$$V_A - V_{R8} - V_{U9} = 0V$$

$$5V - 1,5V = V_{R8}$$

$$V_{R8} = 3,5V$$

$$I_{R8} = \frac{V_{R8}}{R8} = \frac{3,5V}{220\Omega} = 15mA$$

Por simetria do circuito

Ponto A = Ponto B

$$V_{R8} = V_{R14} = 3,5V$$

$$I_{R8} = I_{R14} = 15mA$$

Para Ponte H:

$$V_{CEU12} = V_{CEU9} = 5V$$

$$V_{CC} - V_{CE} - V_{R12} = 0V$$

$$12V - 5V = V_{R12}$$

$$V_{R12} = V_{R20} = 7V$$

$$V_{GQ1} = V_{GQ2} = 7V$$

**V_G min. 3v e máx. 10v p/ Disparo*

$$R_{DS(ON)Q2} + R_{DS(ON)Q1} = R_{DS(ON)Qtotal}$$

$$R_{DS(ON)Qtotal} = 0,135\Omega + 0,135\Omega$$

$$R_{DS(ON)Qtotal} = 0,270\Omega$$

$$I_{MOTOR} = 5A$$

$$V_{DS} = R_{DS(ON)Qtotal} \times I_{MOTOR}$$

$$V_{DS} = 0,270\Omega \times 5A$$

$$V_{DS} = 1,35V$$

$$V_{MOTOR} = V_{CC} - V_{DS}$$

$$V_{MOTOR} = 12V - 1,35V$$

$$V_{MOTOR} = 10,65V$$

3.4 Motores

3.4.1 Motor Limpador de Para Brisa

Para este projeto foi utilizado um motor com as seguintes especificações técnicas.

Observação: Considerado 2ª Velocidade

Quantidade: 01

Corrente Consumida (A): 1

Tensão Bateria (V): 13

Método de Consumo: Constante



Figura 29 - Motor Limpador de para brisa – Foto do Autor.

Para sua alimentação de 12vcc os pontos a serem alimentados são dos fios nas cores laranja (+) e marrom (-), juntos em uma das pontas no conector. Podemos visualizar o exposto na imagem a seguir.



Figura 30 - Conector de alimentação do motor - Foto do Autor

3.4.2 Motor Vidro Elétrico

Foi utilizado neste trabalho o motor com as seguintes especificações.

Quantidade: 01

Corrente Consumida (A): 15

Tensão Bateria (V): 13

Método de Consumo: Esporádico



Figura 31 - Motor Vidro Elétrico – Foto do Autor.

Para que o motor pare o seu funcionamento quando estiver totalmente fechado ou totalmente aberto foi posto em suas extremidades chaves “fim de curso” onde as mesmas quando acionadas enviam a informação para o microcontrolador onde interrompe o funcionamento do motor. Vejamos abaixo.

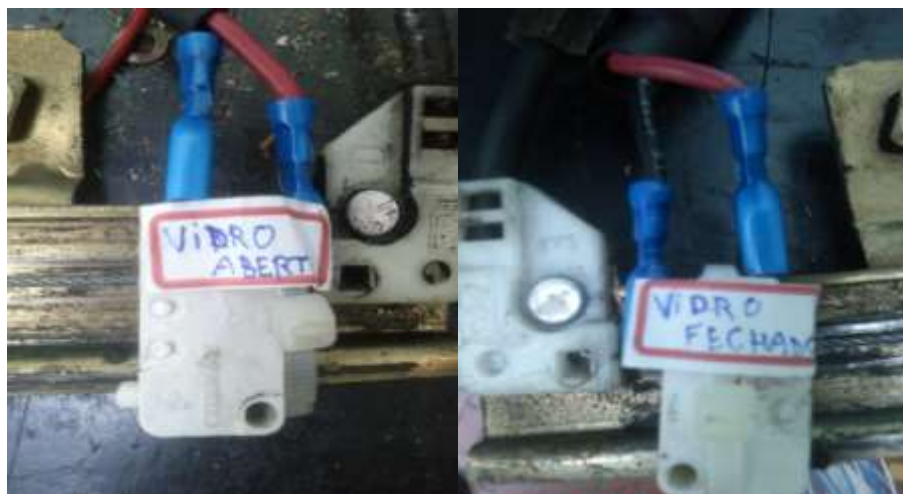


Figura 32 - Chaves Fim de Curso – Foto do Autor.

3.4.3 Lâmpadas

Para representação do sistema de lanternas do veículo foi utilizado lâmpadas ligado em série para um acionamento simultâneo, com as seguintes características.

Observação: Farolete

Potência (W): 21 (x2)

Quantidade: 02

Corrente Consumida (A): 3,5

Tensão Bateria (V): 12

Método de Consumo: Constante



Figura 33 - Par de Lâmpadas ligadas em série – Foto do Autor.

3.4.4 Climatizador

O motor para representar o sistema de climatização veicular foi um ventilador automotivo com as seguintes características.

Quantidade: 01

Corrente Consumida (A): 5

Tensão Bateria (V): 13

Método de Consumo: Constante



Figura 34 - Motor climatizador - Foto do Autor.

4 INFORMAÇÕES IMPORTANTES

4.1 Dificuldades Encontradas

Ao longo da elaboração deste trabalho foram encontradas algumas dificuldades para o perfeito funcionamento do modelo, dentre tais a incidência de raio infravermelho do sinal transmitido num receptor infravermelho que dispare de acordo com a frequência de trabalho do emissor, aquecimento do microcontrolador, uma ponte H utilizando simples *transistors* não fornecia a tensão necessária para acionar o motor do vidro, assim, tendo que utilizar “FET” (*Transistor* de Efeito de Campo) para obter uma ponte H com maior ganho acionando o motor sem dificuldade; e por fim uma “programação” para o Microcontrolador que se adequasse a proposta.

4.2 Alterações

Algumas alterações foram necessárias para que fossem supridas as dificuldades encontradas ao longo do experimento. Por exemplo, a implementação de um controle de potência do sinal emitido através de um potenciômetro linear conectado em série com o emissor infravermelho com o objetivo de controlar a intensidade do sinal emitido para causar o disparo do sistema; alterar a frequência de trabalho do circuito emissor para 10Khz, pois esta frequência obteve um melhor aceitação por parte do receptor infravermelho.

4.3 Resultados Alcançados

Conforme proposto nos objetivos deste trabalho, a implementação referente aos princípios físicos que regem o funcionamento dos sensores de chuva veiculares e o funcionamento em conjunto via *software* ao sistema de segurança automotiva para proporcionar uma condução mais segura e confortável ao condutor.

Por fim, estimamos alcançados os objetivos deste trabalho, acima citados, se mostrando completamente funcional agregando extrema complexidade ao sensor.

4.4 Melhorias Futuras

Ao longo deste trabalho sugeriram algumas alternativas de melhorias. Abaixo, algumas destas ideias que podem ser utilizadas por aqueles que se interessarem em dar continuidade a este trabalho.

- Aviso sonoro ao acionamento.
- Aviso de distância do veículo à frente.
- Controle de velocidade do Limpador de acordo com o fluxo de chuva.
- Construir um modelo real para teste montado em um veículo, considerando os efeitos da curvatura do vidro.

5 CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento destes fundamentos teóricos, os conceitos relacionados ao funcionamento destes sensores ópticos obtém uma correlação com os fenômenos físicos incluídos com os conceitos ópticos. Tais como:

- A luz é um fenômeno bastante complexo, mas, para a maioria das aplicações, pode-se utilizar conceitos bem mais simples, como os da óptica geométrica;
- O índice de refração assume o sentido físico de representar a interação da radiação com a matéria, relacionando a velocidade da luz em diferentes meios;
- Para que um conjunto óptico funcione adequadamente é de suma importância atentar-se para ângulos de incidência acima do ângulo crítico;

Outro ponto importante é a percepção de que através de um sinal infravermelho vindo do sensor de chuva é possível acionar outros dispositivos de segurança, não ficando restrito apenas aos limpadores de para-brisas, assim tornando a viagem mais segura ao motorista e aos demais passageiros do veículo durante condições climáticas tidas como perigosas ao volante.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRADEN, J. **Handbook of Modern Sensors - Physics, designs and Applications**. 3°. ed. New York, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, Inc, 2004.

HECHT, E. **ÓPTICA**.

2° ed. LISBOA: FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN, 2002.

OTTE, E. A. et al. **Capacitive Rain Sensor for automatic Wiper control**.

Hyundai Kia América Technical Center, Inc. michigan. 2010.

KATO, S.; YAGI, T. **Development of rain light sensor**.

Mitsubishi Motors Technical Review nº 20. 2008.

HAUS, J. **Optical sensors Basics and Applications**. Betz Druck GmbH: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010.

Escola SENAI “Oscar Rodrigues Alves”

Apostila, Condicionador de ar automotivo: manutenção e elétrica.

FERNANDES, Rodrigo Vasconcelos; *Análise Computacional de um Sistema de Ar Condicionado Automotivo*, Projeto de Graduação apresentado à Universidade Federal de Brasília, Julho, 2006.

SIQUEIRA, Ronaldo; *Uma contribuição ao estudo dos Sensores de chuva veiculares*.

Faculdade de tecnologia de Santo André, 2012.

DOS SANTOS, Eduardo Oliveira; *Dimensionamento E Avaliação Do Ciclo De Refrigeração De Sistema De Climatização Automotivo*.

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

GAZIOLLA, Helio e GOMES, Rodrigo; *Sistema De Climatização Automotivo*.

Faculdade de tecnologia de Santo André, 2010.

HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. **HT12A/HT12E series of encoders**.

Hsinchu, Taiwan, p. 13. 2000.

Disciplina carga e partida FATEC S.A.

<http://macao.communications.museum/por/exhibition/secondfloor/moreinfo/2_8_4_TotalInternalReflection.html> visitado em **06/08/12**

UOL Educação. **UOL Educação**, 2012. Disponível em:
<<http://educacao.uol.com.br/planos-aula/medio/fisica-reflexao-total-da-luz.jhtm>>.

<<http://www.jalopnik.com.br/conteudo>> visitado em **12/08/12**

<<http://www.edicoessm.com.br/backend/public/recursos/Reproducao%20SP%20Fisica%20%20unidade%204%20capitulo%2012.pdf>> visitado em **20/05/12**

<<http://arquivo.oficinabrasil.com.br/noticias/?COD=2342>> visitado em **05/09/12**

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAempgAE/fisica-geral-experimental-iv-relatorio-2-va>> visitado em **11/10/12**

<<http://www.apice.coop.br/fisicanet/TabelasConstantes/Indicederefracao.htm>> visitado em **08/08/12**

<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/1024-as-lentes-de-fresnel-art148.html>> visitado em **13/10/12**

<<http://sistemasautomotivos.blogspot.com.br/2008/12/acionamento-eltrico-dos-vidros.html>> visitado em **14/03/13**

<<http://www.brasilecola.com/curiosidades/por-que-os-vidros-dos-carros-embacam-dias-chuvosos.htm>> visitado em **26/03/13**

<<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/eletronica-automotiva/2933-eletronica-automotiva-7-indicadores-e-iluminacao>> visitado em **27/03/2013**

<http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_lighting> visitado em **25/03/13**

<http://r19club.com/How-to/materiaacionamentovidros_arquivos/image009.gif> visitado em **14/03/13**.

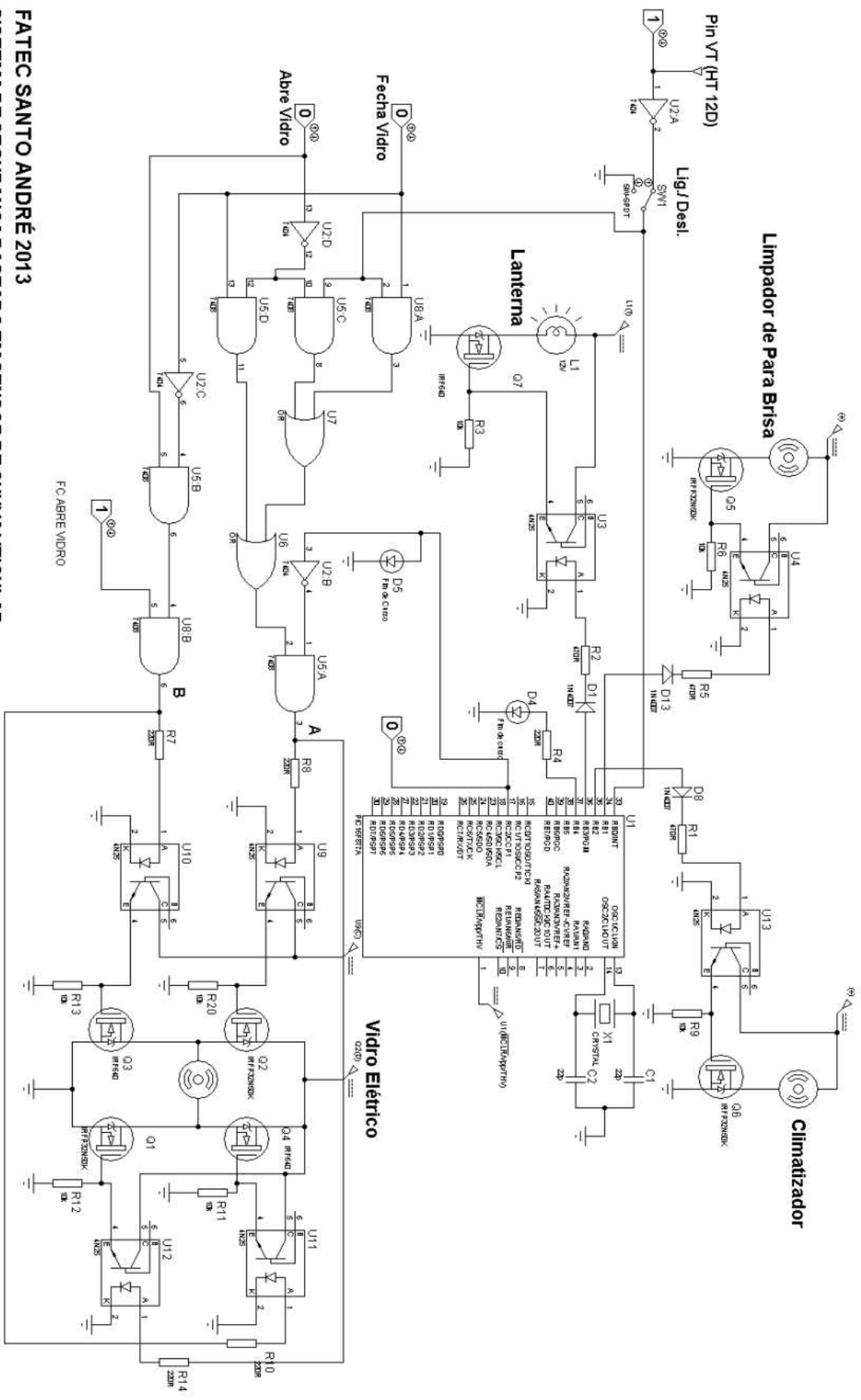
<<http://www.distribuidorabrazilmotors.com.br/noticias/page/2/>> visitado em **14/03/13**.

<<http://tudosobreautomoveis.blogs.sapo.pt/tag/sensor>> visitado em **24/09/13**.

7 ANEXOS

7.1 Esquema elétrico

Pode-se visualizar em anexo nas páginas seguintes, o esquema elétrico do modelo experimental utilizado neste trabalho.



Fonte 110 Vca ~ 5 Vcc

