

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

**MARCELO MONIZ CRAVEIRO**

**SISTEMA DINÂMICO DE CONTROLE DE ESPELHOS**  
**RETROVISORES**

Santo André – SP

2014

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

**MARCELO MONIZ CRAVEIRO**

**SISTEMA DINÂMICO DE CONTROLE DE ESPELHOS**  
**RETROVISORES**

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

Orientador: Prof. WESLEY MEDEIROS TORRES

Co orientador: Prof. Dr. ARMANDO ANTONIO M. LAGANÁ

Santo André – SP

2014

**LISTA DE PRESENÇA**

SANTO ANDRÉ, 13 de dezembro de 2014.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA "SISTEMA DINÂMICO DE CONTROLE DE ESPELHOS RETROVISORES" DO ALUNO DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

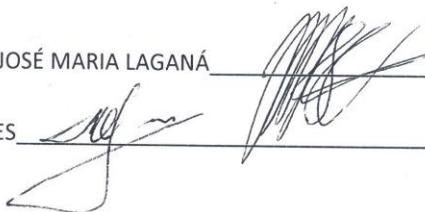
PROF. WESLEY MEDEIROS TORRES



MEMBROS:

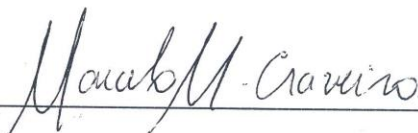
PROF. DR. ARMANDO JOSÉ MARIA LAGANÁ

MARCO AURÉLIO FROES



ALUNO:

MARCELO MONIZ CRAVEIRO



Dedico este trabalho a minha família e aos meus colegas que estiveram próximos durante esta jornada, me auxiliando no desenvolvimento deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e principalmente a minha esposa que teve paciência e compreensão para entender as minhas dificuldades e um pouco da minha ausência no lar. Agradeço aos professores e colaboradores e funcionários da Fatec Santo André que na medida do possível estiveram prontos a me ajudar.

*“A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta”.*

*Isaac Newton*

## **RESUMO**

Atualmente um dos meios de locomoção muito utilizado em nosso país é o carro. Este meio de transporte atende a população em muitas finalidades, tanto no lazer quanto no comércio. Estes veículos dispõem de dispositivos de controle e de auxílio para que possam ser conduzidos, dentre eles o espelho retrovisor, que vem sofrendo melhorias desde sua existência. O desenvolvimento deste trabalho será baseado na utilização de retrovisores elétricos e sensores já existentes no mercado, tendo como objetivo a diminuição de acidentes ao realizar mudanças de faixa nas vias de trânsito. É proposto um sistema que modifique o ângulo da lente automaticamente na realização de manobras, fazendo com que a área visualizada seja sempre longitudinal à pista, este sistema é comandado por um microcontrolador.

Palavras chaves: Motor DC, Volante, Lente, Retrovisor Elétrico.

## **ABSTRACT**

Currently one of the widely used means of transportation in our country is the car. This form of transportation serves the population in many purposes, both leisure and commerce. These vehicles have control devices and assistance so that they can be conducted including the mirror, which has undergone improvements since its existence. The development of this work will be based on the use of electric mirrors and existing sensors on the market, with the objective of reducing accidents when performing lane changes in traffic lanes. It is proposed a system which changes the lens angle automatically in accordance with maneuvers, causing the displayed area being always the longitudinal track, this system is controlled using a microcontroller.

**Keywords:** Motor DC, Steering Wheel, Lens, Rearview Mirror.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Piloto e Mecânico. Extraído de [11].....	15
Figura 2 Etapas fabricação do espelho [33].....	17
Figura 3 Imagem Espelho Plano. Extraído de [17].....	18
Figura 4 Espelho Convexo. [do autor].....	18
Figura 5 Espelho Côncavo. Extraído de [19].....	19
Figura 6 Espelho Côncavo para ampliar a visão do dentista. Extraído de [19] .....	19
Figura 7 Campo de visão correspondente a espelhos da classe I. Extraído de [8].....	20
Figura 8 Campo de visão correspondente a espelhos da classe III. Extraído de [8] .....	20
Figura 9 Pontos Cegos. Extraído de [2].....	21
Figura 10 Desenvolvimento Andrew R. Extraído de [29] .....	22
Figura 11 Retrovisor esquerdo VW Kombi ano 1971. Extraído de [4] .....	22
Figura 12 Retrovisor esquerdo VW Fusca ano 1980. Extraído de [4] .....	23
Figura 13 Retrovisor esquerdo VW Santana ano 1985. Extraído de [4].....	23
Figura 14 Vista explodida espelho retrovisor. Extraído e adaptado [4].....	24
Figura 15 Retrovisor do lado do motorista Extraído de [36] .....	25
Figura 16 Retrovisor do lado do passageiro Extraído de [36] .....	26
Figura 17 Campo de visão do retrovisor interno Extraído de [36] .....	26
Figura 18 Ajuste Dia ou Noite. Extraído de [2].....	27
Figura 19 Alavanca para Ajuste Manual. Extraído de [20] .....	27
Figura 20 Botão para Ajuste Retrovisor Elétrico. Extraído de [20] .....	27
Figura 21 Análise do movimento curvilíneo [do autor] .....	29
Figura 22 Cremalheira. Extraído de [7].....	31
Figura 23 Geometria de Ackerman. Extraído de [21] .....	32
Figura 24 Curva Característica. Extraído de [27] .....	34
Figura 25 Desenho mecânico Extraído de [27] e Sensor Resistivo. [do autor] .....	34
Figura 26 Bobina entre Imãs. Extraído de [27] .....	35
Figura 27 Rotor, e Estatores de Imãs. Extraído de [27].....	36
Figura 28 Vista Explodida do Motor DC. Extraído de [26] .....	36
Figura 29 Curvas Características do Motor DC. Extraído de [27] .....	37
Figura 30 Relação entre Segurança Passiva e Ativa com a Condução do Veículo. Extraído de [23].....	38
Figura 31 Sistema Convencional. Extraído e Adaptado de [8].....	41
Figura 32 Sistema Proposto. Extraído e Adaptado de [8].....	42
Figura 33 Volante e Pedal Acelerador [do autor] .....	43
Figura 34 Programador, cabos e placa adaptadora [do autor] .....	44
Figura 35 Programador sem placa adaptadora [do autor].....	44
Figura 36 Programação In Circuit Serial Programming Extraído de [Fatec Prof Edson, 2011] .....	45
Figura 37 Interface LCD [do autor].....	47
Figura 38 Tecla Pull Up. [do autor].....	47
Figura 39 Pinagem L 298 Extraído [31] .....	48
Figura 40 Bloco Diagrama L298. Extraído [31].....	49
Figura 41 Tabela de controle do Drive L298 Extraída de [31] .....	50
Figura 42 Motores do retrovisor [do autor] .....	51
Figura 43 Características Elétricas PIC 16f877a Extraído [9] .....	52
Figura 44 Fonte de Alimentação. [do Autor].....	54
Figura 45 Diagrama básico de uma planta Extraído de [28] .....	54
Figura 46 Pinagem PIC 16F877A. Extraído de [9] .....	55
Figura 47 Diagrama Bloco Periféricos PIC Extraído de [9] .....	57
Figura 48 Circuito Interface dos Motores [do autor] .....	59
Figura 49 Variação de Ângulo da Lente. [do autor] .....	60
Figura 50 Circuito Microcontrolador [do autor].....	61
Figura 51 Protótipo. [do autor] .....	62
Figura 52 Diagrama em Blocos. [do autor] .....	63
Figura 53 Tensão x Velocidade da Lente [do autor] .....	66
Figura 54 PWM x Velocidade da Lente [do autor] .....	67
Figura 55 Display com informações [do autor] .....	68
Figura 56 Circuito Impresso L298 Vista Superior (Ponte H). [do Autor] .....	74
Figura 57 Circuito Impresso L 298 Vista Inferior. [do Autor] .....	74

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 Velocidade linear Extraído de [32] .....	28
Equação 2 Velocidade angular média Extraído de [32].....	29
Equação 3 Velocidade linear do movimento curvilíneo Extraído de [32] .....	29
Equação 4 Velocidade angular Extraído de [32] .....	30
Equação 5 Aceleração média Extraído de [36].....	30
Equação 6 Velocidade angular variável Extraído de [36] .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Pinagem LCD 16X2. Extraído de [30] .....	46
Tabela 2 Características Elétricas L 298 [31].....	48
Tabela 3 CI L298. Extraído [31] .....	50
Tabela 4 Características Técnicas LM 7805 Extraído de [10].....	53
Tabela 5 Tabela verdade L 298 [do autor].....	59
Tabela 6 Cálculos teóricos [do autor].....	68

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

ABS- *Anti-Lock Braking System*

BAT- Bateria

CONTRAN - Conselho Nacional de Transito

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

DC - *Direct Current*

DENATRAN - Departamento Nacional de Transito

DNIT- Departamento Nacional Infraestrutura de Transporte

ECU - *Electronic Control Unit.*

EUA - Estados Unidos da América

ICSP - *In Circuit Serial Programming*

LCD - *Liquid Cristal Display*

LED - *Light Emitter Diode*

MCU - *Microcontroller Unit*

PIC - *Programmable Interrupt Controller*

SI - Sistema Internacional

UC - Unidade de controle.

V- *Volt*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivo e motivação.....	14
1.2 Conteúdo .....	14
1.3 Metodologia.....	14
2. CONCEITOS BÁSICOS.....	15
2.1 História do Retrovisor .....	15
2.2 Óptica .....	15
2.2.1 Óptica Geométrica.....	16
2.3 Espelhos .....	16
2.3.1 Tipos de espelhos .....	17
2.3.1.1 Espelho Plano .....	17
2.3.1.2 Espelho Convexo.....	18
2.3.1.3 Espelho Côncavo .....	19
2.4 Campo de visão .....	19
2.4.1 Ponto Cego .....	20
2.4.2 Desenvolvimento de Andrew R. Hicks .....	21
2.5 Evolução dos Retrovisores .....	22
2.5.1 Retrovisores.....	24
2.5.2 Estrutura do Espelho retrovisor .....	24
2.5.3 Retrovisores Externos.....	25
2.5.4 Retrovisor Interno.....	26
2.5.5 Comando Manual .....	27
2.5.6 Comando Elétrico .....	27
2.6 Movimento circular .....	28
2.6.1 Movimento circular uniforme (MCU) .....	28
2.6.2 Movimento circular uniforme variado (MCUV) .....	30
2.7 Sistema de Direção.....	31
2.8 Geometria de Ackerman.....	31
2.9 Sensores.....	33
2.10 Atuadores.....	34
2.11 Segurança Veicular.....	37
2.11.1 Segurança Ativa.....	38
2.11.2 Segurança Passiva .....	38
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	40
3.1 Sistema Convencional .....	40
3.2 Sistema Proposto .....	41
3.3 Materiais.....	42
3.3.1 Volante e pedal de Aceleração .....	42
3.3.2 Programador .....	43
3.3.3 Display .....	45
3.3.4 Tecla.....	47
3.3.5 Ponte h dupla (1298) .....	47
3.3.6 Retrovisor elétrico .....	51
3.3.7 Fonte de Alimentação.....	51
3.3.8 MicroControlador (PIC16f877a ).....	54
3.4 Circuitos .....	58

3.4.1 Circuito de interface do retrovisor.....	58
3.4.2 Circuitos condicionadores de sinais .....	59
3.4.3 Variação de graus da lente no retrovisor .....	60
3.4.4 Circuito Microcontrolador.....	61
3.5 Protótipo do Sistema.....	62
3.5.1 Diagrama em Blocos .....	62
3.5.2 Dados e Realização dos Testes.....	63
3.5.3 Testes Práticos no Carro.....	64
4. RESULTADOS .....	66
5. CONCLUSÕES.....	69
5.1 Propostas futuras .....	69
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
7. APÊNDICES .....	74
a- Placa de circuito impresso do Drive de Potencia L298 (Ponte H).....	74
b- Fluxograma do software.....	75
c- Código do Programa.....	76

# 1. INTRODUÇÃO

Atualmente os veículos automotores possuem um sistema eletrônico para gerenciar seu funcionamento com desempenho, segurança e principalmente atender a legislação no caso das emissões de poluentes. Também são estes sistemas eletrônicos que controlam uma grande parte dos sistemas de conforto e segurança no veículo. E apesar dos sistemas eletrônicos serem responsáveis por mais de 90% das inovações tecnológicas, nem sempre os consumidores desses veículos enxergam essas tecnologias [5].

Devido a grande quantidade de veículos fabricados no mundo, as legislações governamentais cada vez mais exigem que os veículos automotores minimizem os poluentes gerados na combustão, como é praticamente impossível de se conseguir este controle apenas com dispositivos mecânicos, é utilizada a eletrônica para ajudar nessa tarefa, por isso são desenvolvidos sistemas eletrônicos dedicados para cada sistema do veículo, além disso, a eletrônica também é utilizada dentro das indústrias nos processos de fabricação de peças para produção dos veículos garantindo a qualidade, também tem uma grande importância nos automóveis, chamada de eletrônica embarcada é usada como arma de competitividade pelo baixo custo relativo de produção desses componentes.

Além do controle das emissões, estamos passando por mudanças no quesito de melhorias em segurança veicular, pois isso afeta na economia do país. Pensando nisso o governo está adotando alguns padrões internacionais de segurança veicular, como por exemplo: *ABS (Anti Locking Brake System)* e *Airbag*, dois sistemas um de cada classe de segurança: Ativa que tem a finalidade de evitar o acidente e a passiva amenizar os traumas ou a intensidade quando não foi possível evitá-lo. Também podemos citar como item de segurança ativa, os retrovisores que vem passando por melhorias desde sua existência, tanto na parte funcional (ajuste, formas de controle, basculamento, aerodinâmica, etc.), como estética (acabamentos, *design*, etc.). A importância deste item é simplesmente que sem ele, não seria possível conduzir um veículo com o mínimo de segurança.

De acordo com tabelas de acidentes por tipo e gravidade divulgada pelo DNIT (Departamento Nacional Infraestrutura de Transporte), o índice de acidentes por abalroamentos no Brasil tem aumentado. Um dos fatores contribuintes é o ajuste errado dos espelhos retrovisores e o ponto cego existente ao entrar em uma rodovia pela via local sem ter ângulo suficiente para visualização dos veículos que já estão trafegando nela. Cada vez mais, o governo está investindo em educação, fiscalização, palestras e criando legislações rigorosas

para diminuir esses índices, e em paralelo as indústrias automotivas desenvolvem sistemas de segurança para baixar esses índices. [16]

## **1.1 OBJETIVO E MOTIVAÇÃO**

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema dinâmico de controle e ajuste de ângulo dos espelhos retrovisores externos de acordo com variação angular do volante e velocidade do veículo. Será desenvolvido um circuito de hardware para realização dos testes feitos em bancada, para obter uma relação de ângulo do volante e abertura adequada dos retrovisores, este *hardware* será controlado por um microcontrolador através de *software*.

## **1.2 CONTEÚDO**

O primeiro capítulo deste trabalho descreve brevemente a importância da eletrônica automotiva e o motivo para o desenvolvimento do trabalho baseado em índices de acidentes e também com ênfase nos retrovisores elétricos, no segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica sobre temas relacionados, no terceiro capítulo apresenta o desenvolvimento do trabalho descrevendo a execução das atividades, metodologia empregada, e materiais utilizados no *hardware*, no quarto apresenta os resultados, no quinto capítulo a conclusão e propostas futuras, no sexto as referências bibliográficas, e no último capítulo os anexos.

## **1.3 METODOLOGIA**

O primeiro passo foi realizar pesquisas sobre temas que é relevante para o desenvolvimento desse trabalho como: funcionamento do retrovisor elétrico, características técnicas, índices de acidentes, patentes de mesmo propósito, formas de controle, temas relacionados. O segundo passo é montar protótipo para simular funcionamento em bancada de teste como se fosse utilizar em um veículo, o terceiro passo simular para condições pré-

estabelecidas com o objetivo do trabalho, último passo registrar os resultados obtidos, realizar a conclusão e deixar propostas futuras.

## 2. CONCEITOS BÁSICOS

### 2.1 HISTÓRIA DO RETROVISOR

Em 30 de maio de 1911, na primeira corrida de 500 milhas de Indianápolis os pilotos carregavam seus mecânicos no banco do passageiro para ajudar em reparos no veículo ao longo da corrida, e auxiliar o piloto nas corridas orientando-o se aproximavam carros atrás tentando ultrapassar para não causar acidentes. Mas o piloto Ray Harroun teve a idéia de não levar o mecânico, pois com menos peso gastaria menos combustível, pneus, correria mais rápido e pararia menos nos *boxes*. Porém os outros pilotos alegaram que sem o mecânico poderia causar graves acidentes, então este piloto resolveu o problema colocando um grande espelho na sua frente para visualizar o que acontecia atrás, dessa forma os outros pilotos não poderiam reclamar e proibi-lo de participar da corrida, assim surgiu um dos primeiros retrovisores automotivos da época [11].



Figura 1 Piloto e Mecânico. Extraído de [11]

### 2.2 ÓPTICA

É o ramo da ciência que estuda a origem da propagação da luz e suas diferentes interações dos fenômenos que estão ligados a ela. Trata basicamente de dois seguimentos: óptica física e geométrica. Aqui comentaremos basicamente a óptica geométrica por se tratar da formação de imagens em lentes, espelhos e outros objetos.

### 2.2.1 ÓPTICA GEOMÉTRICA

Estuda os fenômenos luminosos baseados em leis empíricas (experimentais), que são explicados sem que haja necessidade de se conhecer a natureza física da luz e utilizando como ferramenta de estudo a geometria. São três os princípios da óptica geométrica.

**Lei da propagação retilínea da luz:** nos meios homogêneos e transparentes a luz se propaga em linha reta, conhecidas como “retas de luz” e cada reta dessas são chamadas de raio de luz. Este princípio pode ser observado ao vermos a sombra de um objeto, sendo projetada numa superfície plana.

**Lei da independência dos raios luminosos:** quando raios luminosos se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem. Por exemplo, ao iluminar dois atores em um palco, cada um com um holofote, mesmo que eles mudem de posição e os holofotes tenham que cruzar seus raios de luz, nenhum raio interferirá no outro.

**Reversibilidade dos Raios de Luz:** Se revertermos o sentido de propagação de um raio de luz ele continua a percorrer a mesma trajetória, em sentido contrário. Podendo ser comprovado através da utilização do retrovisor, que ao observar alguém através dele, você percebe que também pode ser observado. [4]

### 2.3 ESPELHOS

Os espelhos possuem três camadas: superfície de metal polida, camada escura e camada de vidro. A principal é a superfície de metal polida, que reflete muito bem a luz e fica no meio do espelho, por trás dela existe uma camada escura que é normalmente de tinta preta, para que possa absorver a luz que vem de trás do espelho e impede que ela "vaze" pela camada refletora de metal. Na frente do metal fica uma camada de vidro, que dá solidez e serve como estrutura do espelho também protege a película metálica contra riscos que distorçam a reflexão dos raios de luz. Um bom espelho reflete 90% dos raios de luz que incidem sobre ele, por isso o processo de fabricação deve ser delicado iniciando pela limpeza e polimento do vidro. Feito isso, é hora de aplicar uma camada de prata, o metal mais usado nos espelhos atuais, junto com um produto químico que a faz aderir completamente ao vidro. A terceira etapa é pulverizar uma camada de tinta preta atrás da superfície de prata. Como esse metal é sensível ao ambiente, os fabricantes preferem usar tintas pretas impermeáveis a umidade é um dos principais inimigos da prata. Depois, o artefato passa por uma estufa para

secar a tinta e o espelho já está pronto Na figura 2 está as etapas da construção do espelho. [18]

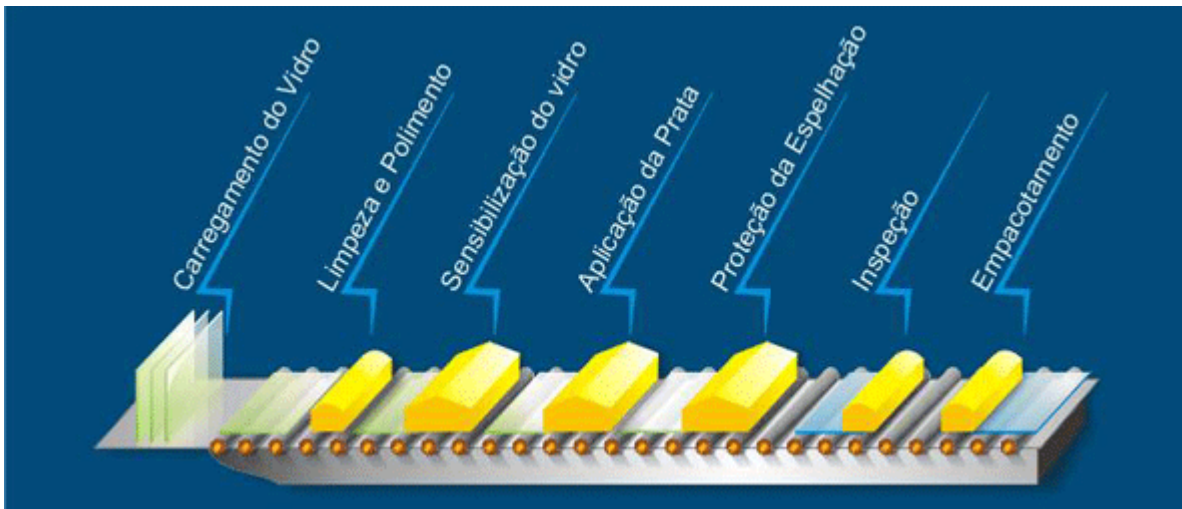


Figura 2 Etapas fabricação do espelho [33]

### 2.3.1 TIPOS DE ESPELHOS

Existem vários tipos de espelhos, para atender finalidades diferentes foi desenvolvida técnicas de construção e formatos que refletem desde imagens distorcidas a diversos tamanhos. Neste trabalho será descrito as características básicas de três tipos: plano, convexo e côncavo.

#### 2.3.1.1 ESPELHO PLANO

Em um espelho plano comum, vemos nossa imagem com a mesma forma e tamanho, que parece encontrar-se atrás do espelho. Essa imagem é enantiomorfa, e se encontra à mesma distância do objeto ao espelho. No caso de um espelho plano a distância da imagem,  $A'$ , é sempre igual em módulo a distância do objeto,  $A$  (ver figura 3). Os raios que partem de um objeto, diante de um espelho plano, refletem-se no espelho e atingem nossos olhos. Assim, recebemos raios luminosos que descreveram uma trajetória angular e temos a impressão de que são provenientes de um objeto atrás do espelho, em linha reta, isto é, mentalmente prolongamos os raios refletidos, em sentido oposto, para trás do espelho. [34]

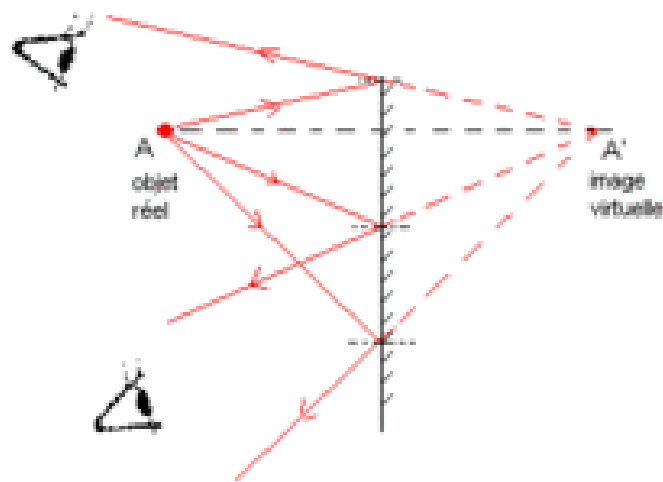


Figura 3 Imagem Espelho Plano. Extraído de [17]

### 2.3.1.2 ESPELHO CONVEXO

Segundo Cavalcanti, o espelho convexo tem forma de um segmento de uma esfera, o mesmo é revestido com uma película prateada e devido à mesma, a luz é refletida na superfície externa, convexa. Os espelhos retrovisores no lado direito dos automóveis são fabricados com uma superfície convexa. Isso permite ao motorista um campo de visão mais amplo da área de trás do automóvel do que ele teria com um espelho plano. Sendo assim, esses espelhos apresentam uma distorção de percepção (ver figura 4), fazendo os carros atrás parecerem menores, portanto mais distantes. A figura abaixo mostra um exemplo de um espelho convexo dentro de uma loja de pisos. [2]



Figura 4 Espelho Convexo. [do autor]

### 2.3.1.3 ESPELHO CÔNCAVO

O espelho côncavo também tem forma de um segmento de uma esfera, é caracterizado como sendo um espelho esférico, e pode ser encontrado em qualquer superfície interna na forma de uma calota esférica, desde que essa superfície seja capaz de refletir os raios de luz que incidirem, o espelho côncavo está contido em uma “fatia” de esfera, essa fatia é chamada de calota esférica, e o reflexo está localizado na parte interna da calota. Na figura 5 segue uma ilustração de uma calota esférica, a localização da superfície de onde podemos ter um espelho côncavo e na figura 6 um exemplo de utilização prática desse tipo de espelho. [19]

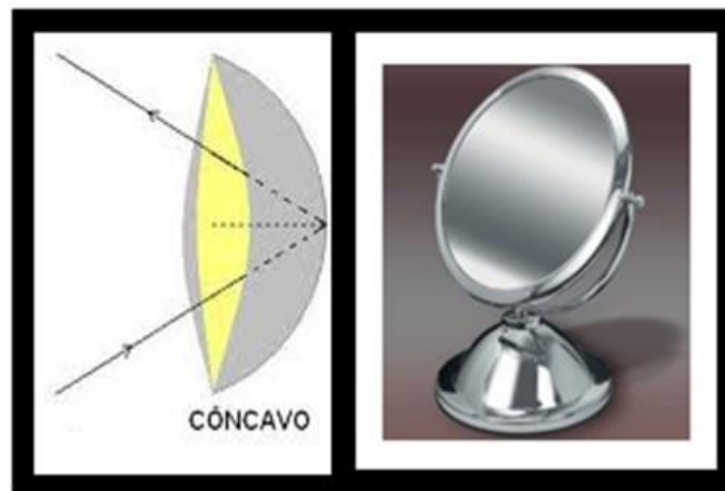


Figura 5 Espelho Côncavo. Extraído de [19]



Figura 6 Espelho Côncavo para ampliar a visão do dentista. Extraído de [19]

## 2.4 CAMPO DE VISÃO

O campo de visão é proporcional ao ângulo de visão e inversamente proporcional à distância do objeto, ou seja, quanto mais próximo do objeto maior ele parecerá e quanto maior a distância, menor é a imagem deste objeto formada nas retinas. [17] O campo de visão também pode ser limitado ao se olhar por uma janela ou espelho, que dependerá do ângulo, tipo, dimensões e distância em relação ao observador. As figuras 7 e 8 exemplificam as zonas de visibilidade mínima requeridas pela legislação para classe I e III.

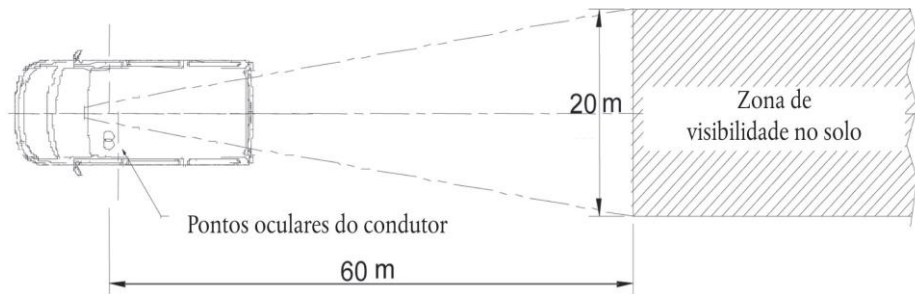


Figura 7 Campo de visão correspondente a espelhos da classe I. Extraído de [8]

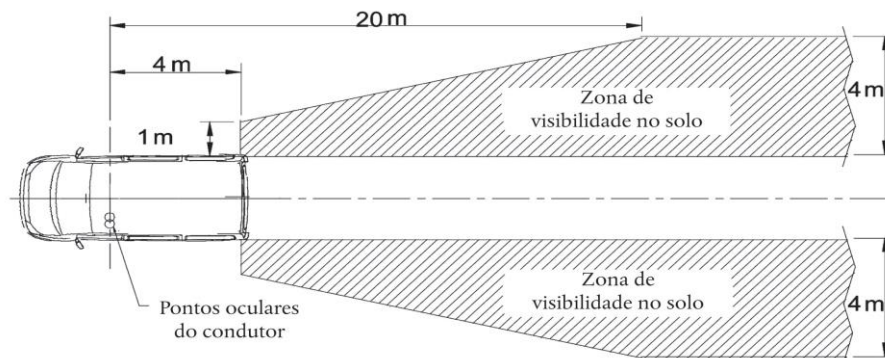


Figura 8 Campo de visão correspondente a espelhos da classe III. Extraído de [8]

#### 2.4.1 PONTO CEGO

Segundo CAVALCANTI, são classificadas como pontos cegos as áreas em que um elemento, na parte exterior do carro é ocultado por uma obstrução ou limitação da visibilidade, ou seja, essas áreas ficam bem do lado do veículo, mas fora do campo de visão do motorista, conforme demonstra a figura 9. Um dos pontos em destaque é que esta obstrução é causada, devido às colunas de sustentação do teto, portas malas altos e até mesmo por limitação dos retrovisores, a mesma é ampliada conforme cresce a distância entre o automóvel e o artefato observado. Por outro lado, ao se observar o sentido vertical dessas colunas, os pontos cegos surgem das próprias dimensões do veículo, causando riscos de

incidentes, especialmente no momento de mudar de faixa na via e em manobras de marcha à ré. [2]

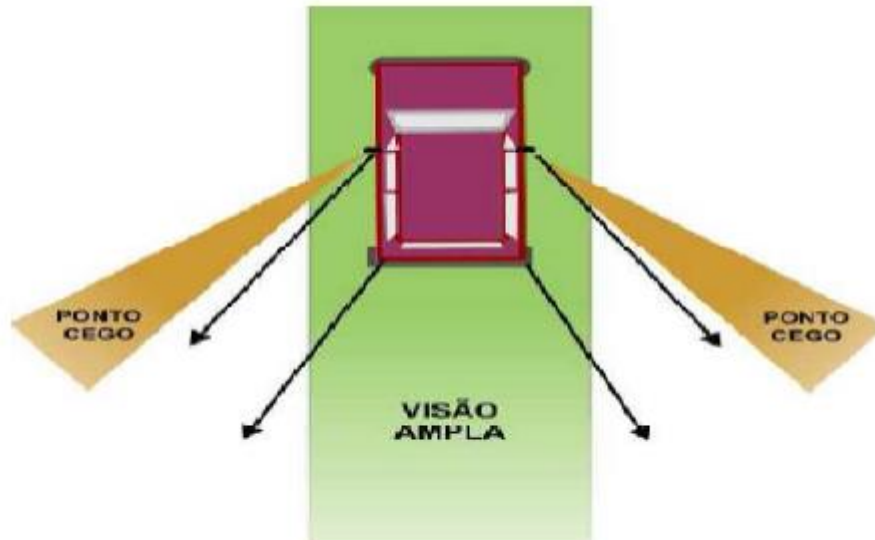


Figura 9 Pontos Cegos. Extraído de [2]

#### 2.4.2 DESENVOLVIMENTO DE ANDREW R. HICKS

Um professor da Universidade Drexel, na Filadélfia (EUA), resolveu o problema do ponto cego dos espelhos retrovisores externos de carros. O responsável pela invenção é Andrew R. Hicks, sua inspiração foi baseada em um acessório utilizado em discoteca, o globo, com mini espelhos dispostos em diferentes ângulos. Para chegar ao produto final, o mestre desenvolveu um algoritmo que controla o modo como a luz é refletida, para que ele não se pareça como um espelho curvo (figura 10). O campo de visão do artefato de Hicks é de 45 graus – um grande avanço em relação à maioria dos retrovisores, os quais oferecem ao motorista área de 15 a 17 graus. [29]



Figura 10 Desenvolvimento Andrew R. Extraído de [29]

## 2.5 EVOLUÇÃO DOS RETROVISORES

Nos veículos produzidos no Brasil até 1980, a preocupação existente para desenvolvimento do espelho retrovisor era somente atendimento a legislação. Naquela época, o corpo dos espelhos era produzido com material metálico ou polimérico, que alojava diretamente uma lente de espelho plana e possuía uma articulação simples, que permitia a rotação em torno de um eixo ou uma articulação esférica, para ser possível a regulagem diretamente utilizando o corpo. Ver figuras 11 e 12. [4]



Figura 11 Retrovisor esquerdo VW Kombi ano 1971. Extraído de [4]



Figura 12 Retrovisor esquerdo VW Fusca ano 1980. Extraído de [4]

Na década de 1980, iniciou uma melhora na forma de ajuste do espelho, dando condição do motorista realizar esse ajuste sem a necessidade do motorista abrir os vidros. Em alguns modelos mais caros e luxuosos, os espelhos passaram a ter um mecanismo que permitia a regulagem da lente de maneira independente em relação ao corpo do espelho, através de um manípulo que ficava na parte interna da porta. Para ser possível essa forma de movimentação, foi necessário adicionar um suporte que de um lado fixa-se rigidamente ao corpo e do outro permite que a lente se movimente através do manípulo, que conecta-se ao suporte da lente usando cabos (ver figura 13). Nessa época, os polímeros passaram a ser utilizados frequentemente, pois os espelhos tinham formas complexas, já objetivando um melhor desempenho aerodinâmico. Também começaram a surgir os primeiros modelos com retrovisores externos do lado direito. [4]



Figura 13 Retrovisor esquerdo VW Santana ano 1985. Extraído de [4]

A partir de 1985, outros recursos começaram a ser incluídos nos espelhos, como acionamento elétrico e aquecimento da lente para evitar problemas de visualização. Com o aumento da quantidade de componentes e funções do espelho retrovisor, foi necessário estruturá-lo com uma parte interna metálica para garantir resistência e rigidez ao conjunto. [4]

### 2.5.1 RETROVISORES

Os Retrovisores dos automóveis servem para mostrar uma área que o motorista não consegue visualizar e dirigir simultaneamente, são áreas adjacentes ao veículo, que necessariamente deve ser observada enquanto está no volante conduzindo veículo ou fazendo manobras. Após ajustar o assento, ajusta-se o retrovisor de forma a conseguir visualizar a maior área possível sem perder totalmente a referência da lateral do veículo. Os retrovisores podem ser de ajuste manual ou elétrico.

### 2.5.2 ESTRUTURA DO ESPELHO RETROVISOR

O conjunto espelho retrovisor externo é um dispositivo para visão indireta obrigatório, conforme legislação brasileira em vigor, e tem a função de ampliar a visão do motorista a fim de ajudá-lo a se locomover de maneira mais segura. Abaixo (figura 14) uma vista explodida de um retrovisor da Volkswagen modelo Fox e breve descrição dos seus componentes.

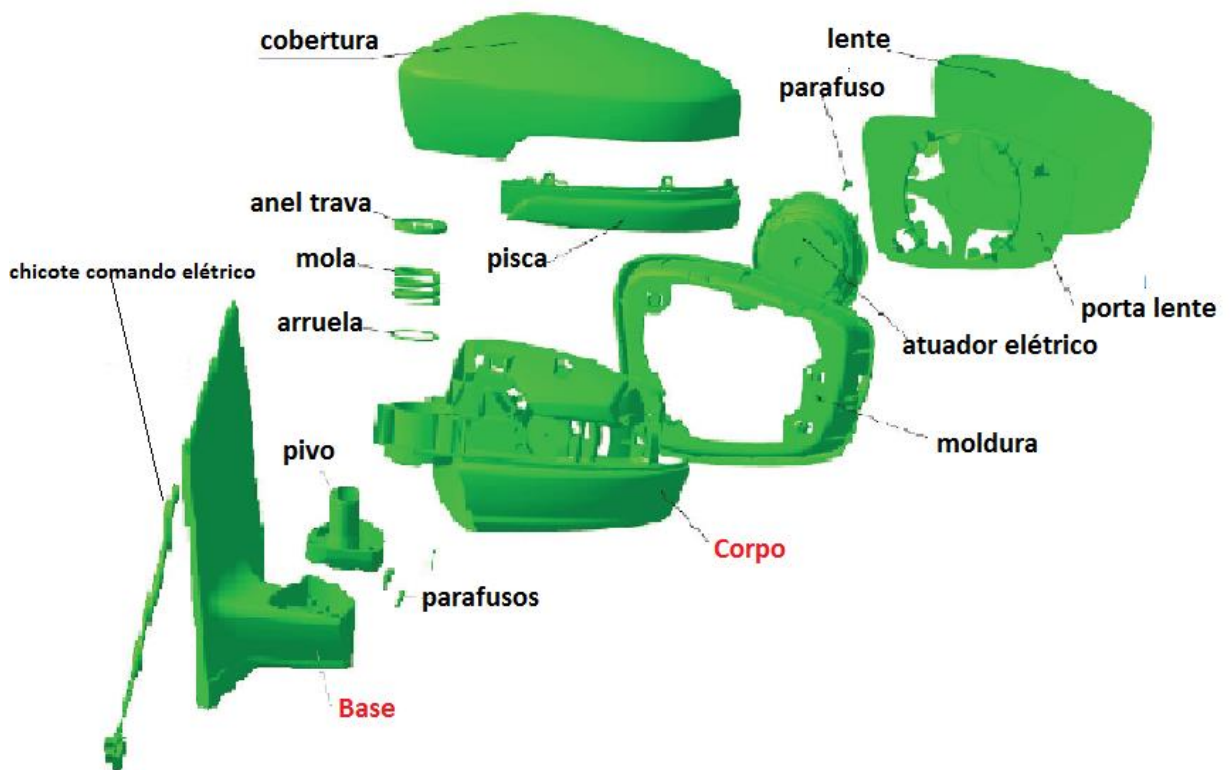


Figura 14 Vista explodida espelho retrovisor. Extraído e adaptado [4]

**Base:** Suporte que é fixado na lateral do veículo para sustentar o retrovisor.

**Pivô:** Fixo na base e permite a articulação do retrovisor.

**Corpo:** Onde é montada a maior parte dos componentes do retrovisor.

**Atuador elétrico:** Dois motores que movimentam a lente para ajustá-las.

**Mola:** Mantém retrovisor na posição sem vibrações.

**Porta Lente:** Serve como superfície de fixação da lente e é fixa no atuador elétrico.

**Pisca:** Seta adicional para alertar motoristas e motociclistas.

**Cobertura:** Protege contra intempéries, e ajuda na aerodinâmica.

**Moldura:** Facilita na acomodação e acabamento.

### 2.5.3 RETROVISORES EXTERNOS

Retrovisor do lado do motorista: Espelho com lente plana, não altera o tamanho da imagem, apresenta imagem real, veja figura 15.



Figura 15 Retrovisor do lado do motorista Extraído de [36]

Retrovisor do lado do passageiro: Espelho com lente convexa (figura 16) apresenta imagem diminuída e é utilizada essa lente pelo fato deste retrovisor estar mais longe do ponto ocular do motorista, são desenvolvidas para mostrar uma área ampla só que faz a imagem parecer distante, onde na realidade está mais próxima do que parece, se não utiliza-se dessa técnica este retrovisor deveria ser maior do que o direito prejudicando na aerodinâmica do veículo.



Figura 16 Retrovisor do lado do passageiro Extraído de [36]

#### 2.5.4 RETROVISOR INTERNO

Este espelho retrovisor também possui lente plana para refletir a imagem real atrás do veículo. Geralmente é instalado no para-brisa dianteiro ou no teto no interior do veículo de forma que não atrapalhe o campo de visão frontal do motorista (figura 17). A visualização dos objetos atrás do veículo dependem da distância em que se encontram, da área do vidro traseiro e o quanto tem de obstruções entre o retrovisor e o para-brisa traseiro. [2]



Figura 17 Campo de visão do retrovisor interno Extraído de [36]

Segundo CAVALCANTI, “Nos últimos tempos, os fabricantes de automóveis estão adotando uma nova tecnologia que é o ajuste dos espelhos retrovisores um para o dia e outro para a noite. Dessa forma o ajuste para a noite faz com que a intensidade da luz seja reduzida, de forma que as luzes dos outros carros diminuem bastante a intensidade da imagem, de modo que as luzes dos outros veículos não ofusquem os olhos do motorista“. [2]

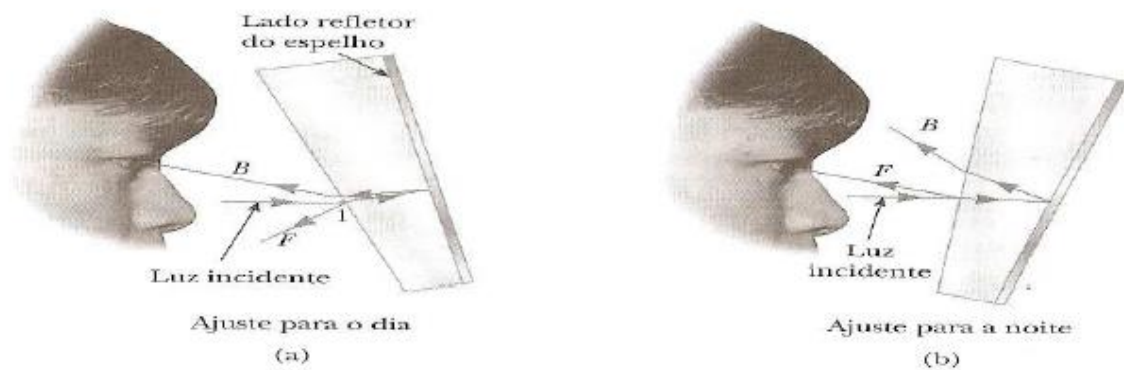


Figura 18 Ajuste Dia ou Noite. Extraído de [2]

### 2.5.5 COMANDO MANUAL

**Ajustar:** rode a alavanca ① para cima, para baixo, para a direita ou para a esquerda.



Figura 19 Alavanca para Ajuste Manual. Extraído de [20]

### 2.5.6 COMANDO ELÉTRICO

O elemento de comando encontra-se na porta do condutor.



Figura 20 Botão para Ajuste Retrovisor Elétrico. Extraído de [20]

Assegure-se de que a chave se encontra na fechadura da ignição na posição **1**.

**Definir o lado a ajustar:** rode o interruptor de seleção do retrovisor 1 para a direita ou para a esquerda.

**Ajustar a posição:** empurre o botão de regulação 2 para cima, para baixo, para a direita ou para a esquerda.

## 2.6 MOVIMENTO CIRCULAR

Um movimento circular (MC), na mecânica clássica pode ser definido como sendo a trajetória circular de um objeto ou partícula. Uma das características desse movimento é a presença da força centrípeta que por consequência gera uma aceleração centrípeta, podendo ter aceleração tangencial que é compensada por um incremento na intensidade da aceleração centrípeta para que não deixe de ser circular a trajetória. O MC classifica de acordo com a ausência ou presença da aceleração tangencial, sendo respectivamente movimento circular uniforme (MCU) e movimento circular uniformemente variado (MCUV). [32]

### 2.6.1 MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

O Movimento Circular Uniforme acontece quando, sua trajetória é uma circunferência e o módulo de sua velocidade permanece constante no decorrer do tempo. Para analisarmos a parte teórica dessas utilizações precisamos relembrar os movimentos realizados por um móvel em trajetória retilínea. A velocidade constante e linear de um móvel é representada pela equação a seguir. [32]

$$V = \Delta S / \Delta t$$

Equação 1 Velocidade linear Extraído de [32]

V = Velocidade linear

$\Delta S$  = Variação de espaço

$\Delta t$  = Variação de tempo

Agora, quando a velocidade do móvel ocorre de forma curvilínea (curva) ou circular teremos a análise da velocidade angular.

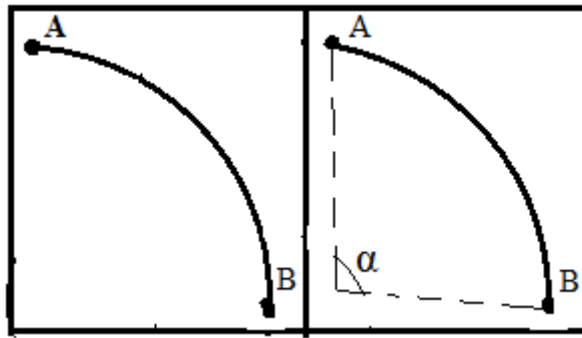


Figura 21 Análise do movimento curvilíneo [do autor]

É importante observar que quando a velocidade do móvel ocorre de forma curva, é necessário analisar, além da velocidade linear, outro tipo de velocidade presente: a velocidade angular, que é exatamente o ângulo  $\alpha$ , formado imaginariamente entre a ligação dos pontos da trajetória. A representação matemática do cálculo da velocidade angular é dada pela equação 2.

$$\omega_m = \Delta\alpha / \Delta t$$

Equação 2 Velocidade angular média Extraído de [32]

$\omega_m$  = Velocidade angular média

$\Delta\alpha$  = Deslocamento angular

$\Delta t$  = Variação tempo

Podemos concluir que, a velocidade angular do movimento circular uniforme é a relação existente entre o ângulo da trajetória descrito e o tempo gasto para se concluir essa trajetória. No Sistema Internacional de unidades (SI), a velocidade angular é medida em radianos por segundo (*rad/s*). A junção dessas duas velocidades (linear e curvilínea) proporciona o nascimento de uma nova equação (equação 3), para se calcular o movimento circular.

$$V = \omega \cdot R$$

Equação 3 Velocidade linear do movimento curvilíneo Extraído de [32]

V = Velocidade linear

$\omega$  = Velocidade angular

R = Raio

Se isolarmos  $\omega$ , temos:

$$\omega = V/R$$

Equação 4 Velocidade angular Extraído de [32]

## 2.6.2 MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME VARIADO (MCUV)

É quando um objeto ou elemento ao movimentar descreve trajetória circular, e sofre mudança na sua velocidade angular, tendo aceleração média angular constante diferente de zero (equação 5). Para este projeto, consideramos a variável raio também como um elemento que pode alterar a velocidade angular, pois as equações do MCVU são obtidas quando divididas pelo raio da trajetória a que se movimenta o objeto. [32]

$$\alpha_m = \Delta\omega / \Delta t$$

Equação 5 Aceleração média Extraído de [36]

Se calcularmos a aceleração média com a equação anterior, conseguimos achar a velocidade angular em relação ao tempo e a posição angular.

$$\omega = \omega_0 + \alpha_m \cdot t$$

Equação 6 Velocidade angular variável Extraído de [36]

Onde temos:

$\omega$  = Velocidade angular;

$\omega_0$  = Velocidade angular inicial;

$\alpha_m$  = Aceleração média;

t = Tempo

## 2.7 SISTEMA DE DIREÇÃO

Um sistema de direção envolve tudo o que contribui para realizar a mudança de trajetória que o condutor do veículo deseja, basicamente constituído de volante, barra e caixa de direção. Movimentando o volante as rodas giram no mesmo sentido com uma relação de transmissão que depende de cada tipo de sistema. O volante é o dispositivo que recebe o torque das mãos do motorista e transmite para a barra de direção presa em um conjunto de engrenagens e cremalheira chamada de caixa de direção, esta que transforma o movimento do torque em movimento linear. [7]

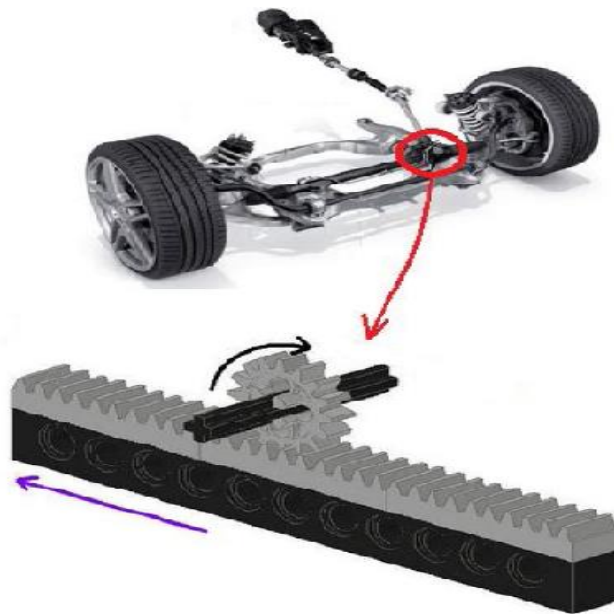


Figura 22 Cremalheira. Extraído de [7]

## 2.8 GEOMETRIA DE ACKERMAN

O termo geometria de Ackerman é frequentemente utilizado para determinar o ângulo de esterçamento maior da roda interna ( $\Theta_i$ ) em relação a roda externa ( $\Theta_o$ ), por realizar um raio de curva menor. Os desvios que o sistema pode apresentar em relação à geometria de Ackerman têm influência significativa no desgaste dos pneus dianteiros, mas não influenciarão a resposta direcional do veículo. Com a correta geometria de Ackerman os torques do sistema de direção tendem a crescer uniformemente com o ângulo de esterçamento, fornecendo desta forma, uma resposta adequada ao motorista. Se no outro extremo considerarmos as rodas descrevendo trajetórias paralelas, esse torque inicialmente cresce com o ângulo, mas em um determinado ponto, ele diminui, podendo alcançar valores

negativos, o que representaria um esterçamento mais brusco no meio da trajetória. Isso gera uma sensação inadequada para quem dirige o veículo.

Na figura 23 podemos observar o centro de curvatura considerando pequenas velocidades, ou seja, desconsiderando escorregamento entre pneus e solo. Na figura,  $L$  é o entre eixos do veículo, “ $t$ ” é a bitola e  $R$  é o raio de curvatura da trajetória do ponto central do eixo traseiro. [21]

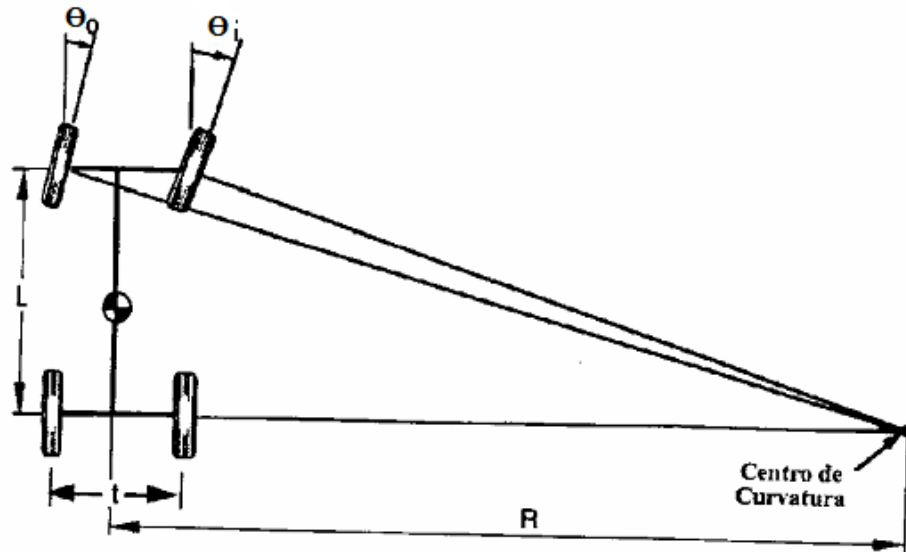


Figura 23 Geometria de Ackerman. Extraído de [21]

$$\begin{aligned}\theta_i &= L / (R - t/2) \\ \theta_0 &= L / (R + t/2)\end{aligned}$$

**Onde:**

$\theta_i$  = Ângulo da roda interno [rad]

$\theta_0$  = Ângulo da roda externo [rad]

$L$  = Comprimento entre eixos do veículo [m]

$R$  = Raio formado [m]

$t$  = Distância entre rodas [m]

Analisando pela figura acima vemos que o veículo tem um ângulo próprio de viragem que é onde se encontram as linhas perpendiculares de cada roda. Também possui um raio mínimo com ângulo máximo de esterçamento que teoricamente não deve ser menor que a distância entre eixos. A geometria de Ackerman pode determinar o raio de curvatura instantâneo de um veículo em baixas velocidades. [21]

## 2.9 SENSORES

São dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer diretamente ou indiretamente um sinal que indica esta grandeza e quando operam diretamente, convertendo uma forma de energia em outra, são chamados transdutores. Os de operação indireta alteram suas propriedades, como a resistência, a capacitância ou a indutância sob ação de uma grandeza, de forma mais ou menos proporcional. O sinal de um sensor pode ser usado para detectar variações de desvios e dar condição para corrigi-los através de sistemas de controle, e nos instrumentos de medição que frequentemente estão associados aos sistemas de malha aberta (não automáticos), orientando o usuário. O sensor que foi utilizado neste trabalho foi o potenciômetro (ver figura 25), tipo de sensor resistivo que converte variação de resistência em variação de tensão e corrente elétrica. Este componente geralmente tem um comportamento linear ou logarítmico, e o motivo da escolha é por se tratar de um componente que não precisa de muitas adaptações para o funcionamento neste projeto.

### **Características:**

**Linearidade:** é o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo. Os sensores mais utilizados são lineares, conferindo mais precisão ao circuito. Os sensores não lineares são usados em faixas limitadas, em que os desvios são aceitáveis, ou com adaptadores especiais, que corrigem o sinal.

### **Funcionamento do Potenciômetro:**

Quando se aplica uma tensão nos extremos de um potenciômetro linear, a tensão entre o extremo inferior ou superior e o centro (eixo) é proporcional à posição linear (potenciômetro deslizante) ou angular (rotativo), na figura 24 é mostrada a curva característica dos dois tipos de comportamentos, logarítmico e linear.

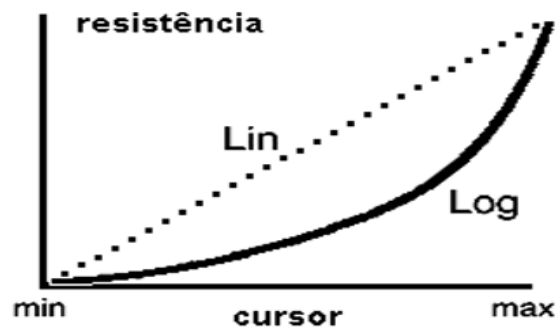


Figura 24 Curva Característica. Extraído de [27]

Para este projeto foi instalado e adaptado um acionamento mecânico entre a extremidade da lente e o ponto de acionamento do cursor do potenciômetro, de forma que a variação da posição da lente representa a mesma variação mecânica no potenciômetro, assim é possível representar essa variação como variação do ângulo da lente.

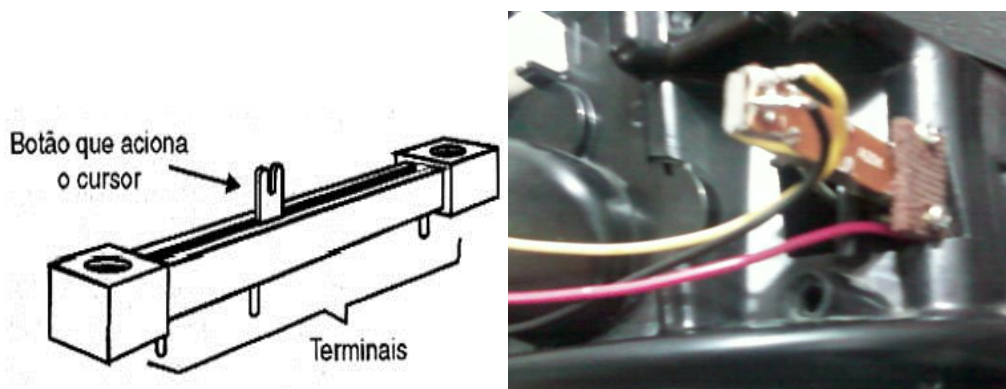


Figura 25 Desenho mecânico Extraído de [27] e Sensor Resistivo. [do autor]

## 2.10 ATUADORES

“Define-se atuadores como sendo todos os componentes do sistema de controle responsável por gerar uma ação sobre a planta, a partir de um sinal de controle” (MILHOR, 2002, p.34). Neste trabalho utiliza se motores de corrente contínua, como atuadores, mas existem outros tipos, por exemplo: Relés, Válvulas (hidráulicas, pneumáticas, eletromecânicas), Cilindros (hidráulicos, pneumáticos), solenoides. [24]

### 2.10.1 MOTOR DC

Motores de corrente contínua (Motores D.C.) são amplamente utilizados em várias aplicações que se encontram no dia-a-dia, desde os equipamentos presentes nas cozinhas, como forno micro-ondas, nos banheiros como os barbeadores elétricos, até os freios ABS dos carros, o leque de aparelhos e utilidades que têm em sua composição um motor C.C. é muito amplo no mundo de hoje. Esta característica também se verifica, com grande evidência, na indústria automobilística. Um automóvel, atualmente, pode utilizar até cerca de cem motores C.C. (de ímã permanente) para aplicações, como por exemplo: trava elétrica, levantador do vidro elétrico, ajuste do espelho retrovisor, ajuste da inclinação dos bancos, direção assistida, freios ABS, entre outros. [25]

Os motores de corrente contínua (CC) ou motores DC (*Direct Current*), como também são chamados, são dispositivos que operam aproveitando as forças de atração e repulsão geradas por eletroímãs ou ímãs permanentes. Na eletricidade quando fazemos passar corrente elétrica em uma bobina geramos campo eletromagnético esse campo possui polaridade convencionalizada como norte e sul, campos estes que se repelem em polaridade igual e se atraem com polaridade oposta. Com isso surge a idéia de montar uma bobina entre ímãs permanentes ou eletro ímãs conforme figura 26.

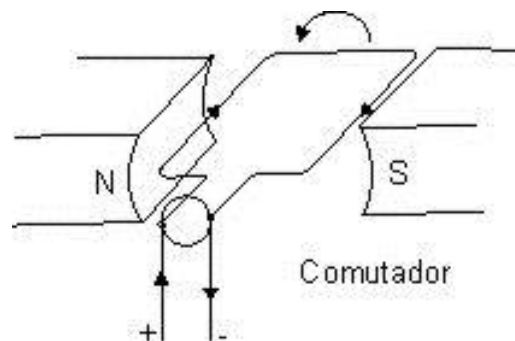


Figura 26 Bobina entre Imãs. Extraído de [27]

Se fixarmos os ímãs (estatores), e montarmos a bobina (rotor) de forma que ela possa girar livremente, conseguiremos energizar essa bobina através de pólos ou escovas com ela em movimento. Toda vez que circular corrente elétrica pela bobina surge um campo eletromagnético e sua polaridade depende do sentido da corrente, portanto ela é atraída ou repulsada com a interação entre os campos magnéticos, isto fará realizar movimentos circulares gerando energia mecânica em forma de torque. Veja figura 27.



Figura 27 Rotor, e Estatores de Imãs. Extraído de [27]

Abaixo temos na figura 28 que identifica as partes básicas de um motor DC, esse tipo de motor vem sendo utilizado dentro do retrovisor elétrico, e já é comum para as montadoras.

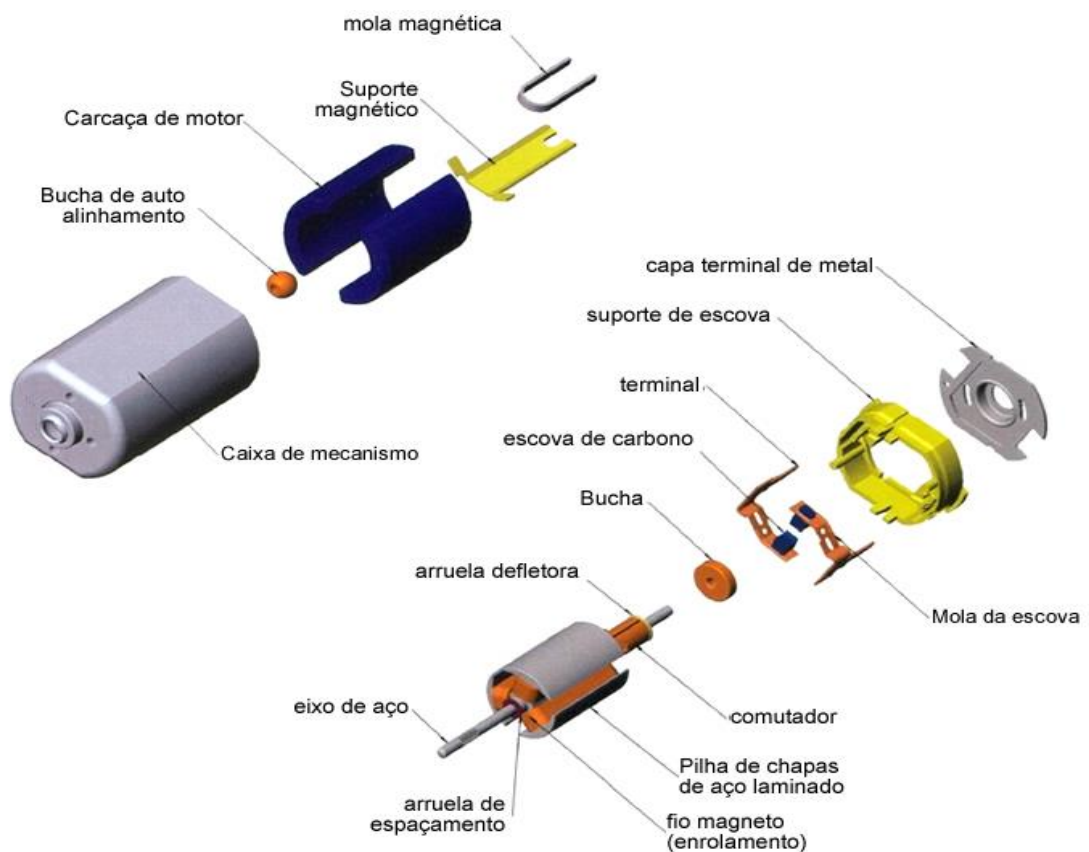


Figura 28 Vista Explodida do Motor DC. Extraído de [26]

**Características:** Os pequenos motores admitem uma flexibilidade em relação à rotação e carga, que depende da tensão aplicada, essa tensão determina a corrente e como consequência a intensidade do campo magnético criado, ver figura 29.

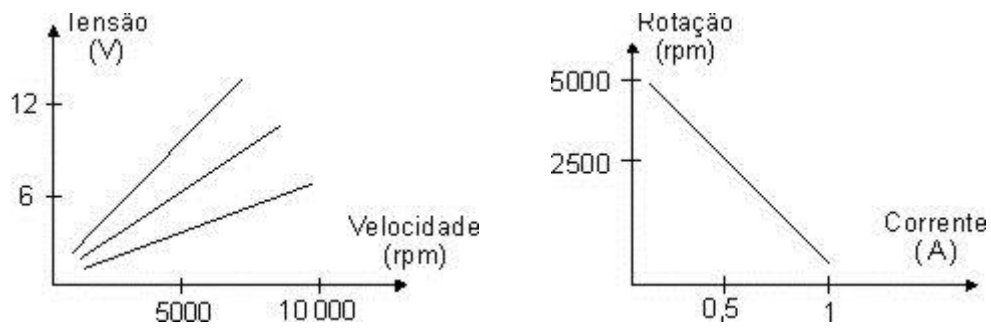


Figura 29 Curvas Características do Motor DC. Extraído de [27]

Esses motores podem inverter o sentido de rotação invertendo a polarização da alimentação, então a corrente circula em outro sentido alterando o sentido do fluxo magnético.

## 2.11 SEGURANÇA VEICULAR

O desenvolvimento da segurança veicular não foi realizado apenas para garantir a integridade física dos ocupantes do automóvel, mas também para garantir a proteção dos demais seres que compartilham as vias e o próprio meio ambiente. Os sistemas de segurança são divididos em duas classes de atuação: segurança ativa e segurança passiva. O objetivo de ambos os sistemas é garantir a integridade física dos passageiros, porém em momentos diferentes. Na figura 30 temos o comparativo entre a segurança ativa, segurança passiva e a relação delas com a condução do veículo e o apoio ao motorista em um sistema de segurança e conveniência baseados em sensores de varredura do ambiente. Em cada um dos quadrantes encontram-se sistemas que tendem para a segurança ou a conveniência, além de informar se são sistemas ativos ou passivos. [23]



é dividida em dois ambientes que devem se complementar para que a eficiência do sistema seja garantida, são eles: segurança externa e segurança interna.

É considerado segurança externa todas as medidas tomadas com relação ao veículo que são realizadas para minimizar os efeitos de um acidente sobre pedestres, ciclistas e motociclistas. Já a segurança interna abrange soluções implementadas no veículo, com o intuito de amenizar os danos causados aos ocupantes dos mesmos. Fazem parte da segurança passiva interna: o cinto de segurança, os *Air Bags*, vidros não estilhaçáveis, para-choques dianteiro e traseiro, sistema de freios *ABS (Anti-Lock Braking System)*, a capacidade da carroceria absorver a energia do impacto com a menor deformação possível no ambiente do habitáculo, a proteção contra incêndio através da estanqueidade do combustível, etc. [23]

### **3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

Este capítulo aborda como será o desenvolvimento do trabalho proposto, iniciando com uma pequena demonstração da diferença do sistema convencional e o proposto, logo após uma breve descrição dos materiais a ser utilizados, confecção de placa de circuito impresso da parte potência e suporte para demonstração em bancada, montagens de circuitos para testar isoladamente os periféricos envolvidos no trabalho, teste do protótipo completo de *hardware* com um *software* de controle básico através de microchaves e por ultimo a definição de um método de controle teórico e prático para desenvolvimento do *software* do sistema dinâmico.

#### **3.1 SISTEMA CONVENCIONAL**

Na figura 31, está uma representação do funcionamento do sistema convencional, ou seja após ajustado o retrovisor não mexe mais até uma nova necessidade. Nota se que ao realizar uma curva para esquerda a área que o retrovisor do lado esquerdo mostra, é longitudinal ao veículo, podendo chegar a um ponto da curva que mostrará uma área que não tem utilidade para o motorista naquele momento.

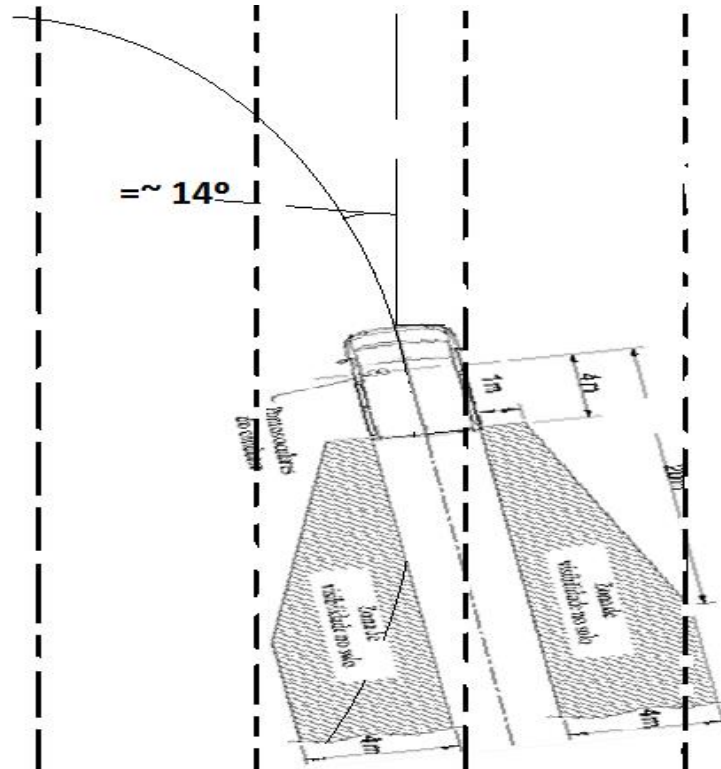


Figura 31 Sistema Convencional. Extraído e Adaptado de [8]

### 3.2 SISTEMA PROPOSTO

Na Figura 32 está uma demonstração do sistema proposto, onde a princípio considera-se ângulo de esterçamento e velocidade constante para simulação, também podemos visualizar na figura que a área visualizada pelo motorista é longitudinal à pista e a variação da lente é a mesma da velocidade angular.

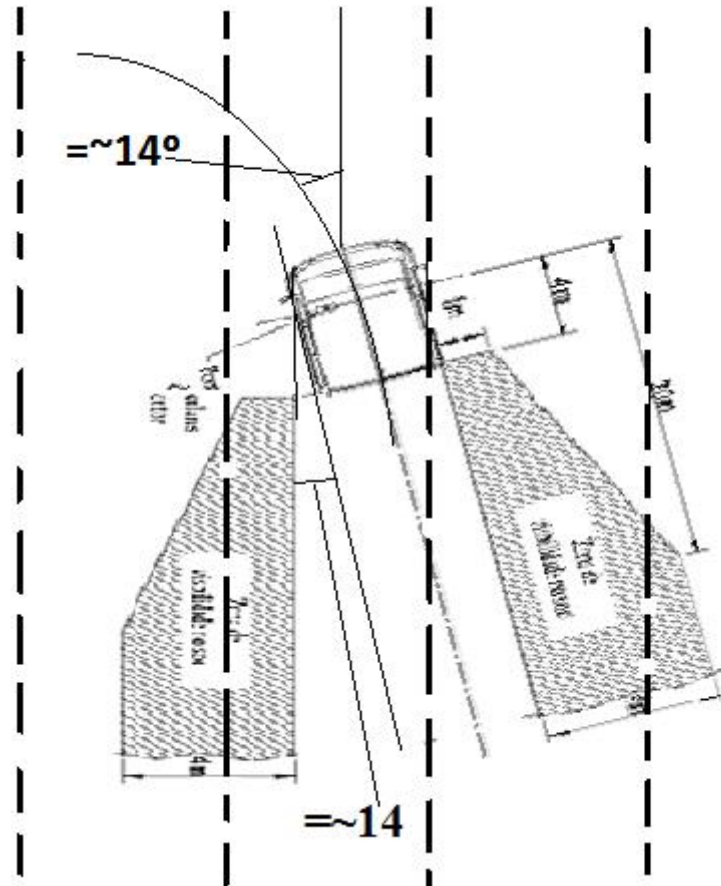


Figura 32 Sistema Proposto. Extraído e Adaptado de [8]

### 3.3 MATERIAIS

Para desenvolver esse projeto foi necessário adquirir alguns materiais, ferramentas e dispositivos que serão descritos no início deste capítulo.

#### 3.3.1 VOLANTE E PEDAL DE ACELERAÇÃO

Utilizados para fazer a simulação de funcionamento do sistema proposto, foi usado um volante e pedal acelerador de vídeo *game*, estes possuem um potenciômetro de 10 K $\Omega$  para representar o ângulo e a velocidade. Neste trabalho convencionou que a variação máxima do volante é de 0 a 90 graus e velocidade 0 a 127 km/h.



Figura 33 Volante e Pedal Acelerador [do autor]

### 3.3.2 PROGRAMADOR

O gravador utilizado é o PICKit 2 da Microchip, é uma ferramenta de programação de baixo custo para desenvolvimento. Ele é capaz de programar a maioria dos microcontroladores e memórias seriais EEPROM da Microchip. Ele possui um software básico, suporte para dispositivos específicos ou novos deve se atualizar o software de programação na página da Microchip para PICKit2 [www.microchip.com/pickit2](http://www.microchip.com/pickit2). Resumidamente as seguintes famílias de dispositivos Microchip são compatíveis: PIC10F, PIC12F, PIC16F, PIC18F, PIC24, dsPIC30, dsPIC33, Memórias 24XXX, Memórias 93XXX. Maiores detalhes pode ser encontrado no site da Microchip. É possível utilizar o software MPLAB IDE da Microchip com o PICKit2 como programador e depurador. Para utilizar como programador, conecte o PICKit2 ao computador através do cabo USB, abra o programa e selecione a opção *Programmer>Select Programmer>PICKit2*.

#### Componentes:

- 1 Programador/Depurador PICKit 2
- 1 Cabo USB (conecta com Computador)
- 1 Cabo Flat (conecta Programador e Placa para gravação)
- 1 Placa adaptadora para gravação



Figura 27 Programador, cabos e placa adaptadora [do autor]

Por se tratar de um software que foi desenvolvido praticamente do zero e necessitar de frequentes depurações, tive a ideia de descartar o uso da placa adaptadora e usar a programação via ICSP (*In Circuit Serial Programming*), para isto confeccionei um cabo que conecta o programador com o micro controlador direto na matriz de contatos. Ver figura 35 cabo com conectores amarelos.



Figura 35 Programador sem placa adaptadora [do autor]

Como citado acima, foi montado uma conexão para programação via ICSP. Na figura 36 temos a visualização desse tipo de circuito, onde inserido um *jumper* em JP1 damos condição para programar o microcontrolador, ou no MKBL3 para o circuito entrar em funcionamento.

### Circuito de Reset e Programação via ICSP

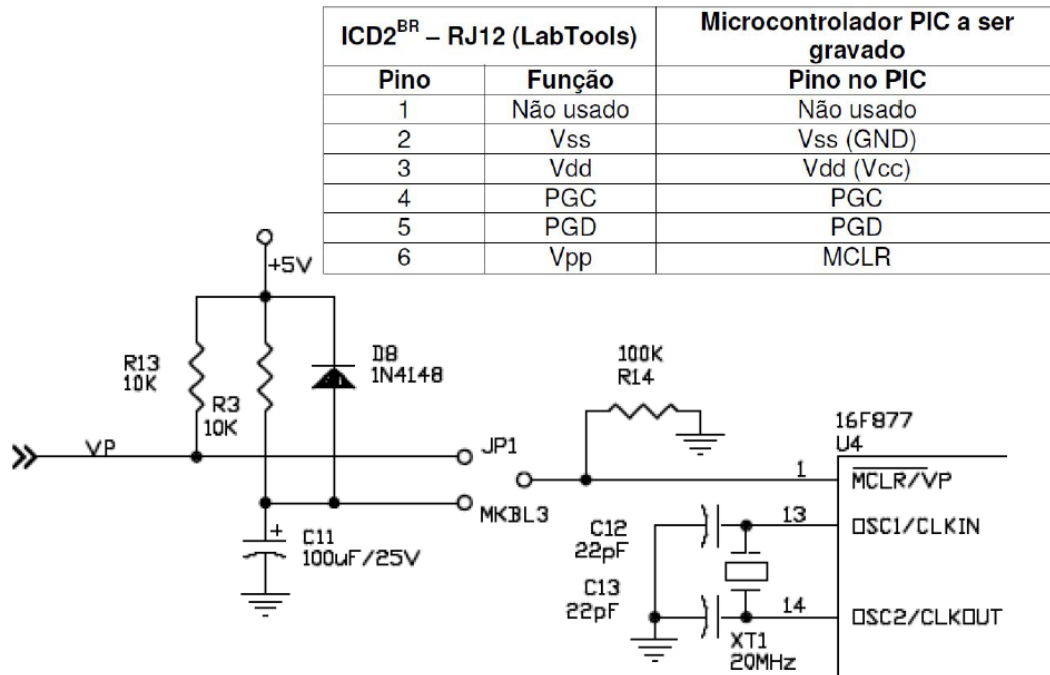


Figura 36 Programação In Circuit Serial Programming Extraído de [Fatec Prof Edson, 2011]

### 3.3.3 DISPLAY

Os módulos LCD (*Liquid Cristal Diode*) são interfaces de saída muito útil em sistemas micro processados. Estes módulos podem ser gráficos e a caracteres. Os LCD comuns (tipo *character*) são especificados em número de linhas por colunas e são encontrados em várias configurações, mas o utilizado neste projeto é o 16 colunas, 2 linhas. Podem ser encontrados com *LED backlight* (com uma iluminação de fundo) para facilitar as leituras durante a noite. Neste caso, a alimentação deste *LED* faz se normalmente pelos pinos 15 e 16 para os módulos comuns e 19 e 20 para os módulos gráficos, sendo os pinos 15 e 19 para ligação ao anodo e os pinos 16 e 20 para o catodo. A corrente de alimentação deste LED varia de 100 a 200mA, dependendo do modelo. Estes módulos utilizam um controlador próprio, permitindo sua interligação com outras placas através de seus pinos, onde deve ser alimentado o módulo e interligado o barramento de dados e controle do módulo com a placa do usuário. Naturalmente que além de alimentar e conectar os pinos do módulo com a placa do usuário

deverá haver um protocolo de comunicação entre as partes, que envolve o envio de bytes de instruções e bytes de dados pelo sistema do usuário.

A Tabela 1 descreve a função dos pinos do *display* para conexão deste em outras placas.

Pino	Função	Descrição
1	Alimentação	Terra ou GND
2	Alimentação	VCC ou +5V
3	V0	<b>Tensão para ajuste de contraste (ver Figura 1)</b>
4	RS Seleção:	1 - Dado, 0 - Instrução
5	R/W Seleção:	1 - Leitura, 0 - Escrita
6	E Chip select	1 ou (1 → 0) - Habilita, 0 - Desabilitado
7	B0 LSB	Barramento de Dados
8	B1	
9	B2	
10	B3	
11	B4	
12	B5	
13	B6	
14	B7 MSB	
15	A (qdo existir)	Anodo p/ <i>LED backlight</i>

Tabela 1 Pinagem LCD 16X2. Extraído de [30]

Geralmente esses módulos LCD permite um ajuste no contraste da tela, isto é possível variando-se a tensão no pino 3, alguns fabricantes recomenda o uso de um resistor de 4K7 em série com o potenciômetro ou um *trimpot* de 10K. Nesta interface os dados visualizados são velocidade, ângulo do volante, ângulo das rodas e posição em graus da lente do retrovisor. Na figura 37 indicam os pontos de ligação e o componente de ajuste do contraste feito por RV1. [28]

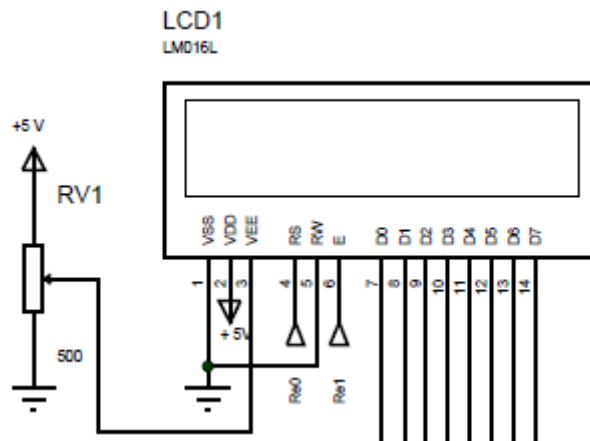


Figura 37 Interface LCD [do autor]

### 3.3.4 TECLA

Além do LCD como interface, está sendo utilizada uma tecla para dar o início da demonstração do funcionamento do protótipo. Essa tecla está configurada como *pull-up*, ou seja, o sinal que permanece no microcontrolador fica em nível alto até ser pressionada a tecla. Na figura 38 mostra o esquema elétrico da tecla, o R1 limita a corrente em 500 uA.

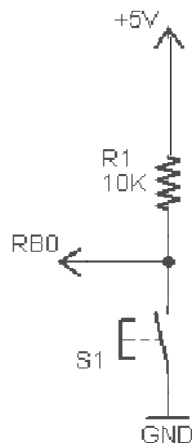


Figura 38 Tecla Pull Up. [do autor]

### 3.3.5 PONTE H DUPLA (L298)

Uma das soluções mais simples e barata em atuação de controle de motores consiste utilizar um integrado como o L298. Este integrado possibilita o controle de dois motores CC, utilizando quatro pinos de saída do microcontrolador. O circuito integrado L298 deve ter duas alimentações. Uma para comando (5V) no pino 9 e outra para potência (12V ou 5V) no pino

4. Os motores percebem uma queda de 0,7V em relação à tensão da fonte externa. As entradas nos pinos 5,6 e 7 são para acionar o motor A e entradas nos pinos 10,11 e 12 são para acionar o motor B. O pino 8 é conectado à fonte de alimentação dos motores que tem o mesmo GND (*Ground*) do circuito de controle. Na figura abaixo mostra a pinagem desse integrado. [28]

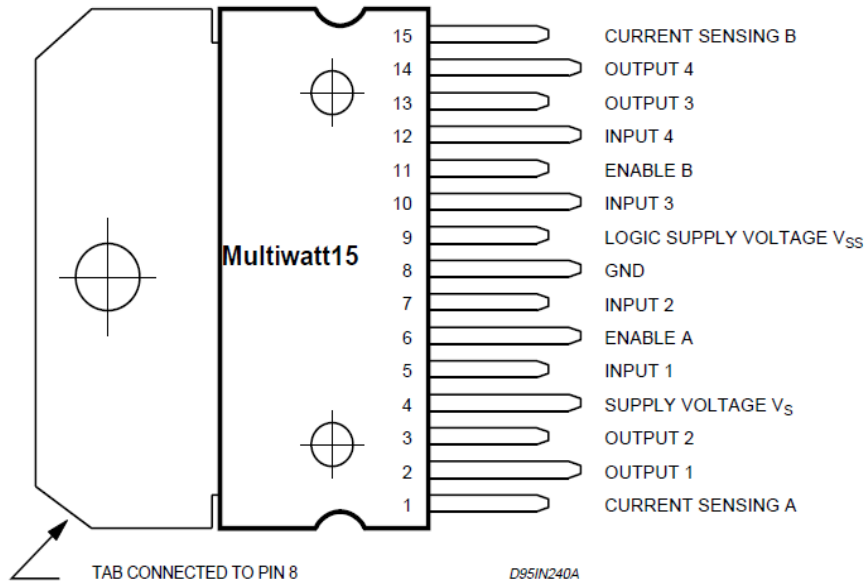


Figura 39 Pinagem L 298 Extraído [31]

Na tabela 2, temos as características elétricas básicas do L 298.

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_S$	Power Supply	50	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage	7	V
$V_i, V_{en}$	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
$I_o$	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ( $t = 100\mu s$ )	3	A
	- Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$ )	2.5	A
	-DC Operation	2	A
$V_{sens}$	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
$P_{tot}$	Total Power Dissipation ( $T_{case} = 75^\circ C$ )	25	W
$T_{op}$	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
$T_{stg}, T_j$	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

Tabela 2 Características Elétricas L 298 [31]

Esse CI trabalha com quatro drives, cada um deles fornecendo tensão alimentação (+12V) ou (0V) de acordo com nível que recebe na entrada correspondente, após habilitar no *Enable 1* ou *2*, o nível da entrada do respectivo drive passa para saída, ver figura 40. A mudança dos sinais nos pinos de entrada tem o efeito de produzir a alteração do sentido da corrente no enrolamento do motor, logo do seu sentido de rotação.

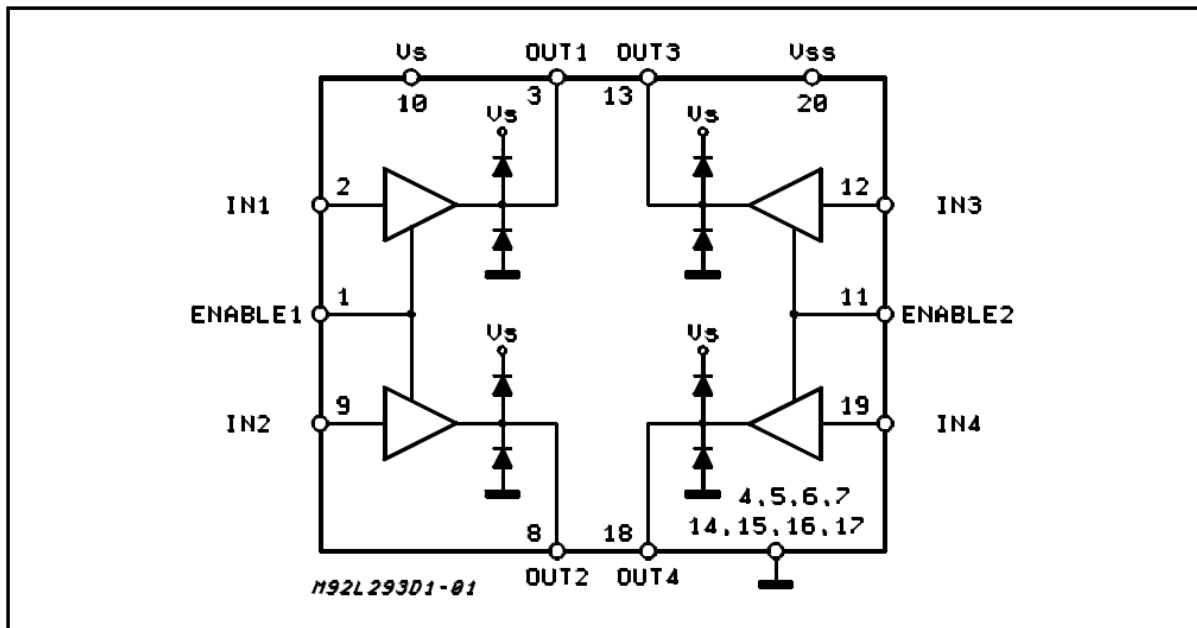


Figura 40 Bloco Diagrama L298. Extraído [31]

Abaixo (tabela 3) as características elétricas para controle das entradas e saídas do CI L298.

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_S$	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	$V_{IH} + 2.5$		46	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
$I_S$	Quiescent Supply Current (pin 4)	$V_{en} = H; I_L = 0$ $V_i = L$		13	22	mA
		$V_i = H$		50	70	mA
$I_{SS}$	Quiescent Current from $V_{SS}$ (pin 9)	$V_{en} = L$ $V_i = X$			4	mA
		$V_{en} = H; I_L = 0$ $V_i = L$		24	36	mA
		$V_i = H$		7	12	mA
		$V_{en} = L$ $V_i = X$			6	mA
$V_{iL}$	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
$V_{iH}$	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		$V_{SS}$	V
$I_{iL}$	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = L$			-10	$\mu A$
$I_{iH}$	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	$\mu A$
$V_{en} = L$	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{en} = H$	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		$V_{SS}$	V
$I_{en} = L$	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{en} = L$			-10	$\mu A$
$I_{en} = H$	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{en} = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	$\mu A$
$V_{CEsat} (H)$	Source Saturation Voltage	$I_L = 1A$	0.95	1.35	1.7	V
		$I_L = 2A$		2	2.7	V
$V_{CEsat} (L)$	Sink Saturation Voltage	$I_L = 1A$ (5)	0.85	1.2	1.6	V
		$I_L = 2A$ (5)		1.7	2.3	V
$V_{CEsat}$	Total Drop	$I_L = 1A$ (5)	1.80		3.2	V
		$I_L = 2A$ (5)			4.9	V
$V_{sens}$	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

Tabela 3 CI L298. Extraído [31]

A figura 41 mostra como controlar o sentido de rotação dos motores, parar ou deixar livre o seu eixo.

Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.

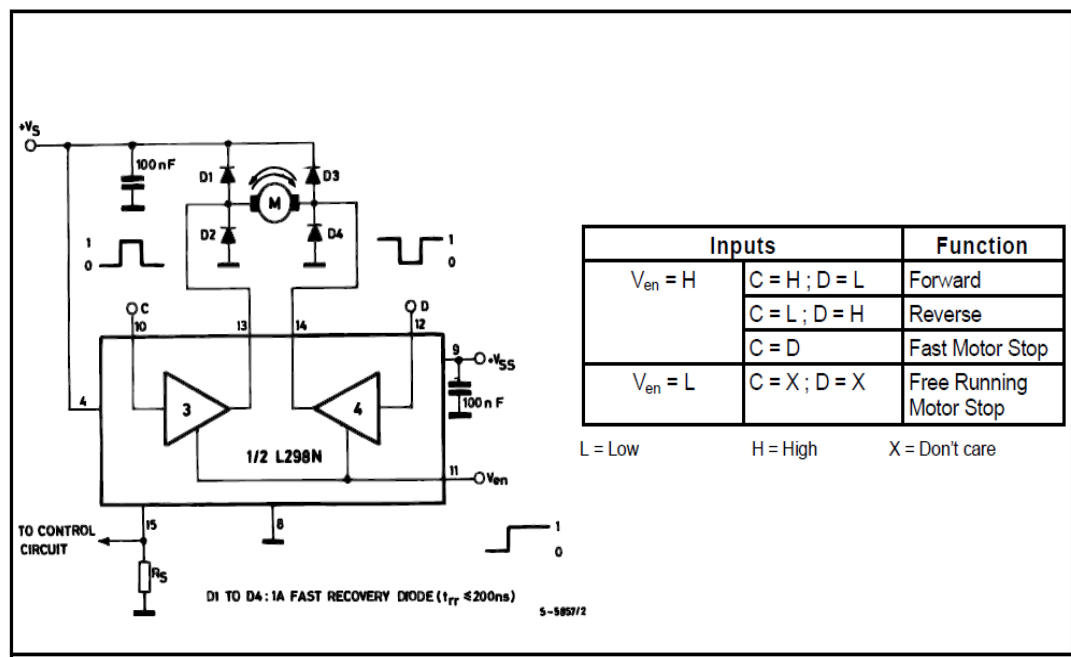


Figura 41 Tabela de controle do Drive L298 Extraída de [31]

### 3.3.6 RETROVISOR ELÉTRICO

O retrovisor utilizado foi do *Fiat Idea Adventure 2011/12*, possui dois motores de corrente contínua de 12volts (figura 42), um faz acionamento para realizar o movimento de abertura e fechamento da lente, e o outro para movimento da inclinação. No eixo desses motores possuem uma espécie de embreagem que faz patinar a transmissão do torque na engrenagem que está conectada a uma cremalheira responsável pela movimentação da base onde fica presa a lente espelhada. Essa patinação é devido a lente chegar a posição final e o motor não possuir nenhum limite mecânico ou sensor de indicação de limite. O sentido de rotação dos motores é que determina o lado que moverão a base da lente.

Existe uma característica muito própria nesse retrovisor, apesar de possuir dois motores, eles não têm alimentação individual, compartilham um ponto de alimentação comum. Portanto ficou este assunto técnico para o autor do trabalho resolver.

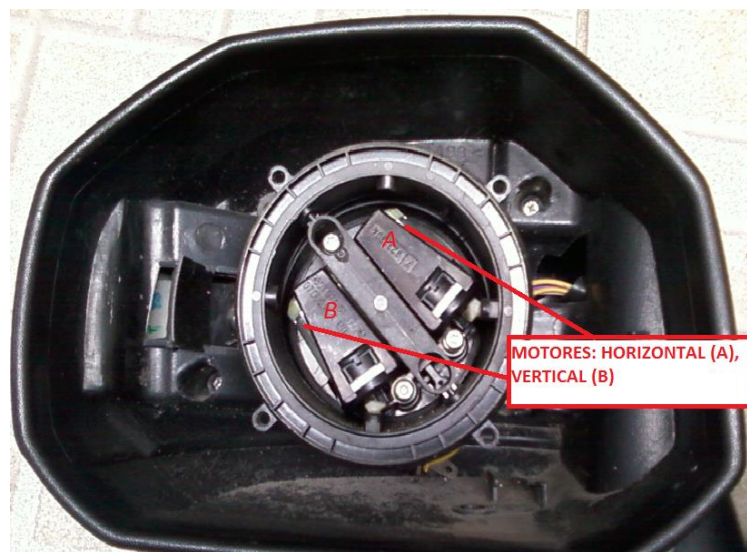


Figura 42 Motores do retrovisor [do autor]

### 3.3.7 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Para determinar a corrente necessária para este projeto, foi somado o consumo de cada carga envolvida, dados fornecidos por *data sheet* e medidos ao energizar os componentes com uma fonte de energia capaz de fornecer corrente alta (bateria automotiva).

**Microcontrolador:** Considerando a utilização de três entradas e quatro saídas, mais a alimentação do microcontrolador, não ultrapassa 500mA, isto pode ser visto na figura 43, características do microcontrolador.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings †

Ambient temperature under bias .....	-55 to +125°C
Storage temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on any pin with respect to V <sub>SS</sub> (except V <sub>DD</sub> , $\overline{\text{MCLR}}$ and RA4) .....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)
Voltage on V <sub>DD</sub> with respect to V <sub>SS</sub> .....	-0.3 to +7.5V
Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ with respect to V <sub>SS</sub> ( <b>Note 2</b> ) .....	0 to +14V
Voltage on RA4 with respect to V <sub>SS</sub> .....	0 to +8.5V
Total power dissipation ( <b>Note 1</b> ) .....	1.0W
Maximum current out of V <sub>SS</sub> pin .....	300 mA
Maximum current into V <sub>DD</sub> pin .....	250 mA
Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > V <sub>DD</sub> ) .....	± 20 mA
Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > V <sub>DD</sub> ) .....	± 20 mA
Maximum output current sunk by any I/O pin .....	25 mA
Maximum output current sourced by any I/O pin .....	25 mA
Maximum current sunk by PORTA, PORTB and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sourced by PORTA, PORTB and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA
Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....	200 mA

Figura 43 Características Elétricas PIC 16f877a Extraído [9]

**L 298:** 5v 24mA, 12V 13mA (de acordo com *data sheet*);

Foi feito medições de corrente dos motores do retrovisor e do circuito de controle com multímetro da Minipa modelo ET2030.

**Circuito de controle:** 12V 63mA stand by e 125mA em funcionamento normal (retrovisor ligado);

**Motor do Retrovisor:** 12V 60mA (posição final) e 50mA (nominal) (medido);

Foi montado um conversor e regulador de tensão de 12 V para 5 V com corrente aproximada de 1A para alimentar os circuitos. Utilizado regulador de tensão LM 7805C da *National Semiconductor*, o fabricante me garante que alimentando com o mínimo de 7,5 V e Máximo de 20 V a tensão típica de saída é de 5 V com corrente mínima de 1 Ampér, condição esta que supre a demanda do protótipo, o micro-controlador e os periféricos utilizados neste projeto. [22]

<b>Electrical Characteristics LM78XXC</b> (Note 2)													
0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 125°C unless otherwise noted.													
Output Voltage			5V			12V			15V			Units	
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V				
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
V <sub>O</sub>	Output Voltage	T <sub>J</sub> = 25°C, 5 mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1A	4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V	
		P <sub>D</sub> ≤ 15W, 5 mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1A	4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V	
		V <sub>MIN</sub> ≤ V <sub>IN</sub> ≤ V <sub>MAX</sub>			(7.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 20)			(14.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 27)			(17.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 30)	V	
ΔV <sub>O</sub>	Line Regulation	I <sub>O</sub> = 500 mA	T <sub>J</sub> = 25°C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV <sub>IN</sub>		(7 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 25)		14.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 30)		(17.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 30)		V		
		0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ +125°C			50		120		150		mV		
		ΔV <sub>IN</sub>		(8 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 20)		(15 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 27)		(18.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 30)		V			
ΔV <sub>O</sub>	Load Regulation	I <sub>O</sub> ≤ 1A T <sub>J</sub> = 25°C	T <sub>J</sub> = 25°C			50		120		150		mV	
			ΔV <sub>IN</sub>		(7.5 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 20)		(14.6 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 20)		(17.7 ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 150)		V		
			250 mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 750 mA			25		60		75		mV	

Tabela 4 Características Técnicas LM 7805 Extraído de [10]

Diodo 12 pertence à família 1N4007 e possui corrente direta de 1A, tensão reversa maior que 100 V (e sua função neste trabalho é não permitir a inversão da polarização).

O led é de 2V, indica a presença de tensão de entrada (+12V) e abaixo está o cálculo da limitação de sua corrente.

#### Cálculo do resistor do LED:

LED 2V ; I LED = 0,020 A;

V<sub>Bat</sub> = V Led – VR1;

V<sub>Bat</sub> - V<sub>Led</sub> = VR1

12 V – 2 V = VR1

VR1 = 10 V

V/I=R, Portanto: VR1 / I<sub>LED</sub> = R1; 10V/0,02 A = 500 Ω

Logo R1 = 500 Ω, mas adotou o valor comercial mais próximo, de 470 Ω.

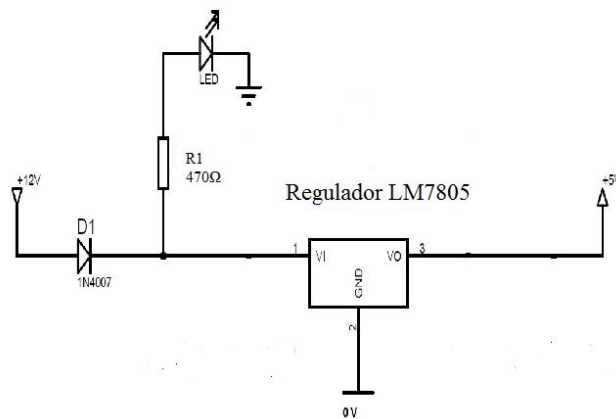


Figura 44 Fonte de Alimentação. [do Autor]

### 3.3.8 MICRO-CONTROLADOR (PIC16F877A )

Podemos definir o microcontrolador como um CI (Circuito Integrado) programável, utilizado no controle de processos lógicos. O controle de processos deve ser entendido como o controle de periféricos, tais como: *led*, botões, *display* de cristal líquido (LCD), resistências, relês, sensores diversos (pressão, temperatura, etc.) e muitos outros. São chamados de controles lógicos pois a operação do sistema baseia-se nas ações lógicas que devem ser executadas, dependendo do estado dos periféricos de entrada e/ou saída (figura 45). [28]

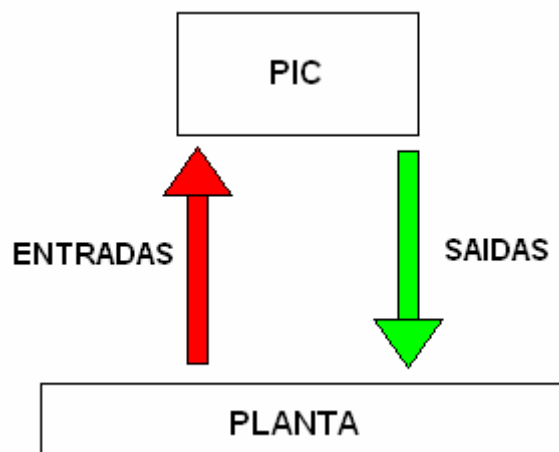


Figura 45 Diagrama básico de uma planta Extraído de [28]

Na figura 46, temos o formato, a disposição dos pinos e suas possíveis utilizações.

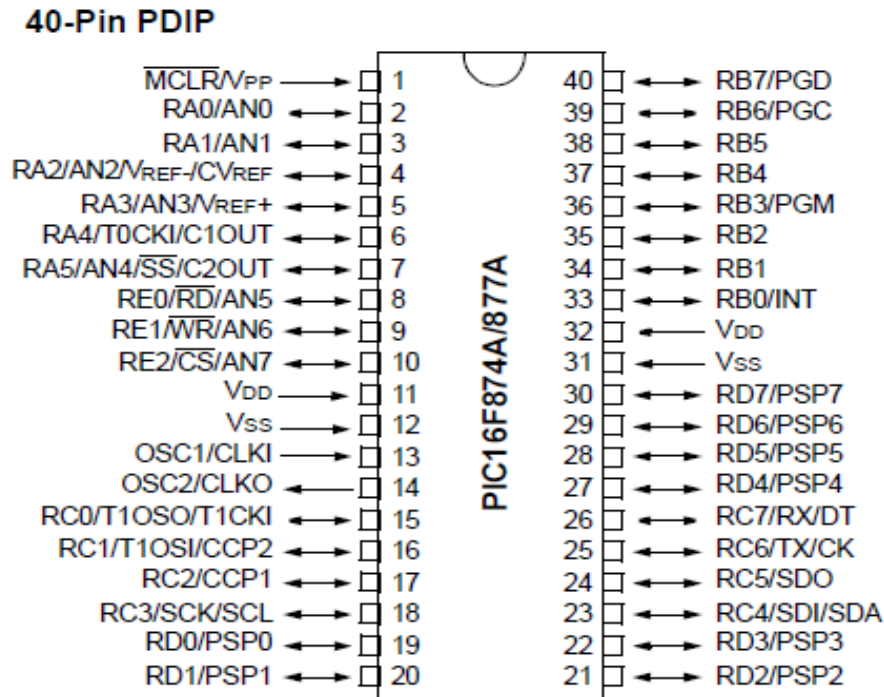


Figura 46 Pinagem PIC 16F877A. Extraído de [9]

Apesar da classificação dos micro controladores em famílias, existem periféricos comuns e necessários a praticamente todas as aplicações, que são: memória de dados e a memória de programa. A memória de dados mais utilizada é a RAM (*Random Access Memory*), que é uma memória volátil, ou seja, não preserva o seu conteúdo sem uma fonte de alimentação.

A seguir serão apresentadas as características e aplicações dos principais periféricos encontrados em microcontroladores, tais como: portas de entrada e saída, temporizadores, portas de comunicação serial e conversores Analógico-digitais (A/D).

### Descrição detalhada do PIC16F877

Desenvolvido pela MICROCHIP é uma CPU RISC de alta performance, baseado em uma arquitetura *Havard* modificada. Suas características mais significativas são:

- Opera com somente 35 instruções (ASSEM-BLY)
- Operações com duração de um único ciclo. Cada ciclo equivale a quatro pulsos de clock
- Operação em até 20 MHz (200 ns por ciclo)
- 8 KWords de *Flash* ROM (Word com 14 bits), suportando mais de 8 mil instruções em um programa.

- 368 Bytes de memória RAM
- 256 Bytes de memória EEPROM (não volátil)
- Capacitado para interrupções com 14 fontes diferentes (timer, contagem, pulso externo, serial, etc.)
- Pilha física com 8 níveis de profundidade
- Endereçamento direto, indireto e relativo
- *Power-on Reset; power-on timer; oscillator start-up timer*
- *Watchdog Timer* baseado em oscilador RC interno para tratar um possível travamento de *software*
- Opção para proteção de código executável
- Modo SLEEP para poupar energia
- Tecnologia CMOS FLASH/EEPROM de baixo consumo e alta velocidade, permitindo armazenamento não volátil na memória EEPROM interna em tempo de execução.
- Programação ICSP (recurso embutido de gravação) através de dois pinos, facilitando a gravação do microcontrolador.
- Capacidade opcional de gravação com tensão de 5V (LVP)
- Opção de depuração *in-circuit* através de dois pinos
- Tensão de trabalho de 2 a 5.5V
- Baixo consumo de energia (abaixo de 1mA)
- 3 timers (2 de 8 bits e 1 de 16 bits)
- 2 pinos para captura, comparação e módulos PWM
- 8 canais analógicos para um AD de 10 bits
- Porta serial síncrona com SPI (master) e I2C(master/slave)
- Porta serial universal (RS232 ou RS485) com buffer via hardware (2 bytes)
- Porta paralela escrava de 8 bits
- Detector Brown-out
- 33 pinos de entrada/saída configuráveis

Definindo periféricos utilizados, e uma breve descrição do uso neste projeto, na figura 47 estão circulos os periféricos.

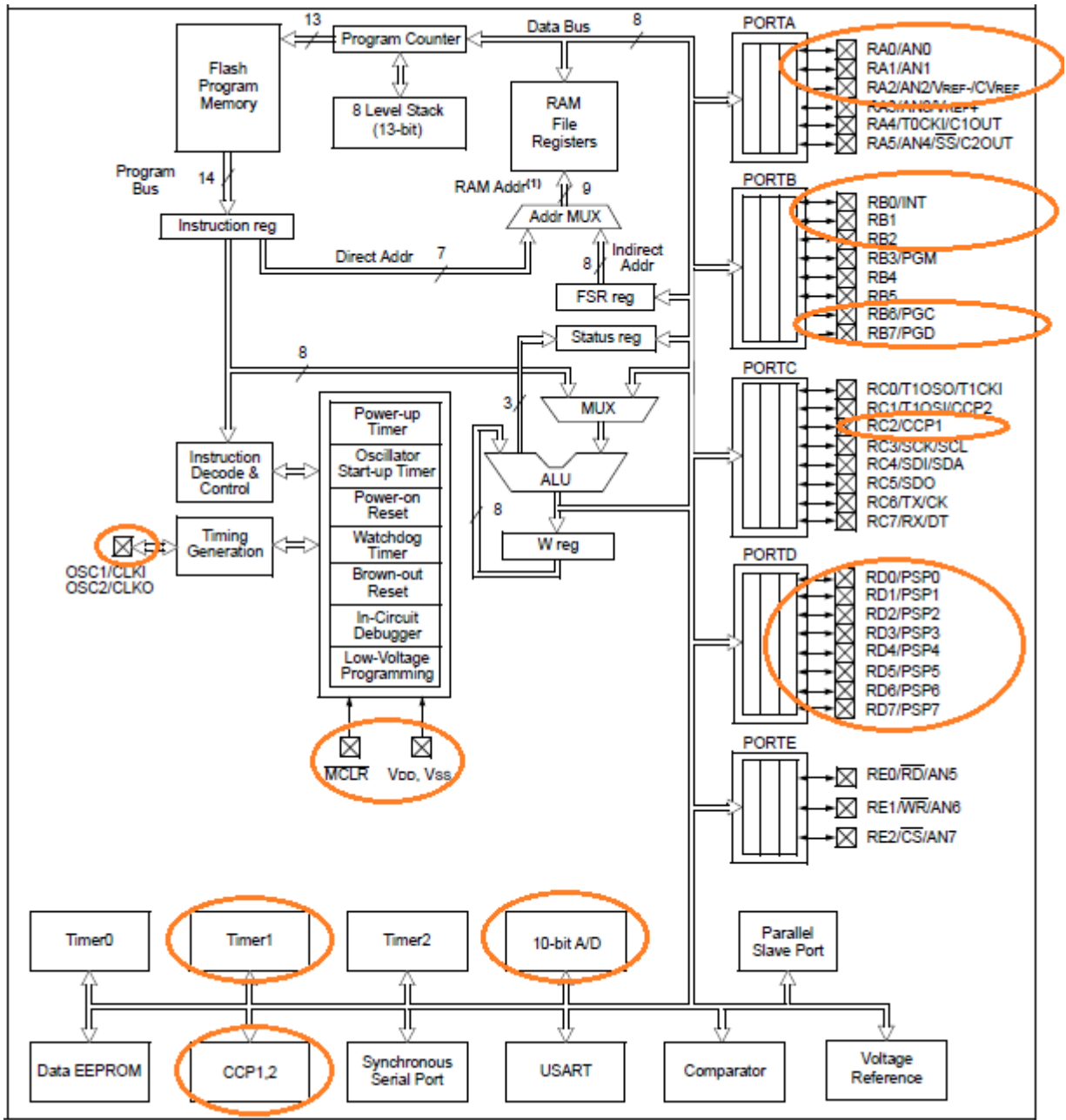


Figura 47 Diagrama Bloco Periféricos PIC Extraído de [9]

**Timer 1:** Realiza a contagem dos tempos e decrementa as variáveis utilizadas no programa.

**Conversor A/D:** Converte as tensões analógicas em sinal digital.

**MCLR:** Usado para permitir programação *In-Circuit Serial Protocol* e inicialização do sistema ou *reset*.

**CCP1:** Realiza o controle gradual da velocidade do motor do retrovisor através do chaveamento de PWM.

**OSC:** Cristal de 20 Mhz como *clock* de entrada.

**PORT D:** Envia os dados para o *display*.

**RA0, RA1, RA3:** Entradas que recebem os sinais analógicos do ângulo de volante, velocidade, posição da lente respectivamente, e são convertidos para digitais.

**RB0:** Configurado como entrada da tecla S1.

**RB1, RB2:** Configurado como saída para acionar led's para indicação do acionamento das lentes.

O motivo da escolha foi por ter aprendido na faculdade sobre suas características, trabalhado com este CI em outros projetos ao longo do curso e por me atender tecnicamente (velocidade de processamento, hardware, entradas e saídas analógicas e digitais).

## 3.4 CIRCUITOS

### 3.4.1 CIRCUITO DE INTERFACE DO RETROVISOR

O dispositivo escolhido como interface de potência foi o L 298 (ST Microelectronics) também conhecido como ponte H dupla. Este componente trabalha com chaveamento até 40 KHz (pulsos mínimos de 25us), sendo compatível com sinal do CCP1 do microcontrolador, que faz o controle dos motores por PWM (*Pulse Wave Modulation*). Na figura 48 está o esquema e ligação do CI nos motores, a alimentação de +5V é da parte de controle e +12V da potência com o ponto terra comum para as duas tensões. Não foi utilizado o sinal de SENS A e SENS B, por isso foi fechado para o negativo como recomenda o fabricante. De acordo com tabela 2 no tópico 3.3.5 esse componente suporta uma corrente de até 2.5 A, os motores não ultrapassam 150 mA.

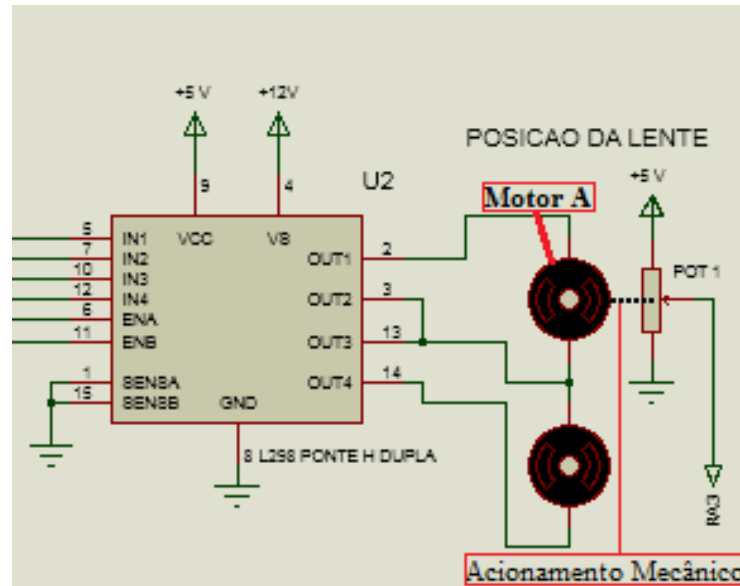


Figura 48 Circuito Interface dos Motores [do autor ]

Abaixo está a tabela 5, desenvolvida para atender a configuração do sistema de controle acima, esta tabela foi baseada na figura 41 do tópico 3.3.5. pelo fato dos motores já estarem fechados fisicamente dentro do retrovisor, tive que fechar os pinos 3 e 13 do CI L298 em comum.

Sentido Da Lente	ENTRADAS						SAÍDAS			
	<i>IN1</i>	<i>IN2</i>	<i>IN3</i>	<i>IN4</i>	<i>ENA</i>	<i>ENB</i>	<i>OUT1</i>	<i>OUT2</i>	<i>OUT3</i>	<i>OUT4</i>
<i>OPEN</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>CLOSE</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>UP</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>DOWN</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1

Tabela 5 Tabela verdade L 298 [do autor]

### 3.4.2 CIRCUITOS CONDICIONADORES DE SINAIS

Os sinais que são lidos e levados ao microcontrolador bem como os sinais processados que saem do mesmo precisam ser condicionados por meio de circuitos eletrônicos instalados no próprio sistema microcontrolado, ou em alguns casos podem ser utilizado, técnicas de software para tratar um tipo de sinal chamado de bouncer, que é conhecido como “ruído” gerado por contatos mecânicos. Este ruído geralmente aparece em chaves e botões com acionamentos mecânicos, ao serem operados esses componentes.

Condicionadores de sinais são dispositivos utilizados para alterar os valores do sinal de um sensor de forma controlada tais como amplitude e frequência. Ainda podem ser aplicados quando necessários: filtros e moduladores de sinais. Segundo Ferreira (FERREIRA, s.d.), a função de um condicionador é realizar a adequação dos sinais e servir como elemento de interface com os outros dispositivos e sistemas presentes no circuito do projeto.

Neste projeto não houve a necessidade de um destes dispositivos, por se tratar da utilização de sensor que trabalha com sinais compatíveis com as entradas do microcontrolador. Mas no software foi desenvolvido um pequeno código que trata do sinal do botão utilizado no projeto. [35]

### 3.4.3 VARIAÇÃO DE GRAUS DA LENTE NO RETROVISOR

Neste levantamento foi utilizado transferidor, esquadro, uma folha de sulfite e uma mesa plana, e procedeu da seguinte forma: a lente foi deslocada para o ponto central nos dois eixos (paralela a borda da carcaça do retrovisor), então foi realizada a abertura e fechamento máximo do espelho sem variar a inclinação para cima ou pra baixo, nos dando condição de registrar com um transferidor esses graus. Foi registrado aproximadamente quinze graus de variação, ver figura 49.

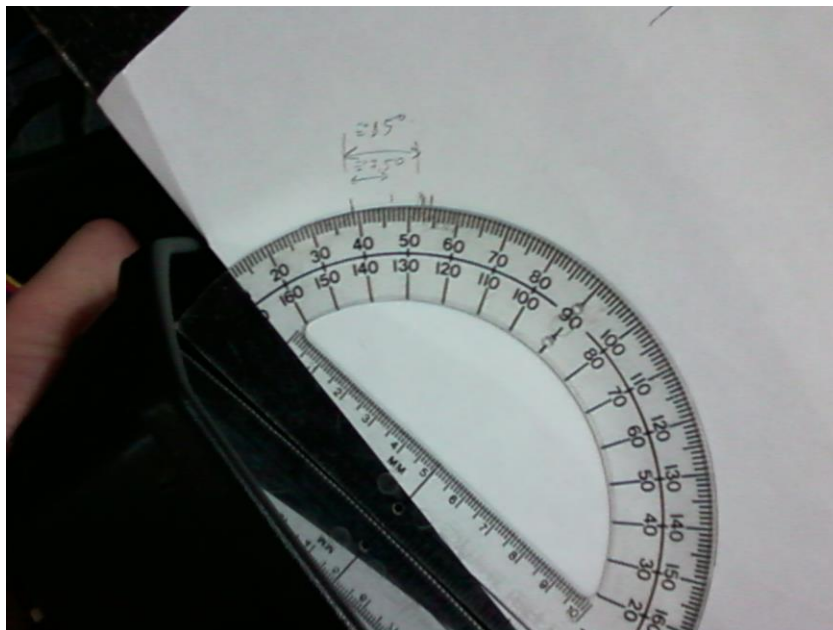


Figura 49 Variação de Ângulo da Lente. [do autor]



### 3.5 PROTÓTIPO DO SISTEMA

O protótipo é constituído de um circuito de controle montado em uma matriz de contatos, onde temos a placa do drive de potencia (L298) conectada nela junto com os periféricos do sistema através de cabos e pinos. A fonte é externa da MM Eletrônicos e fornece potencia de 24VA para todo sistema. Foi confeccionado uma base, com um suporte para fixar o retrovisor (ver figura 51).

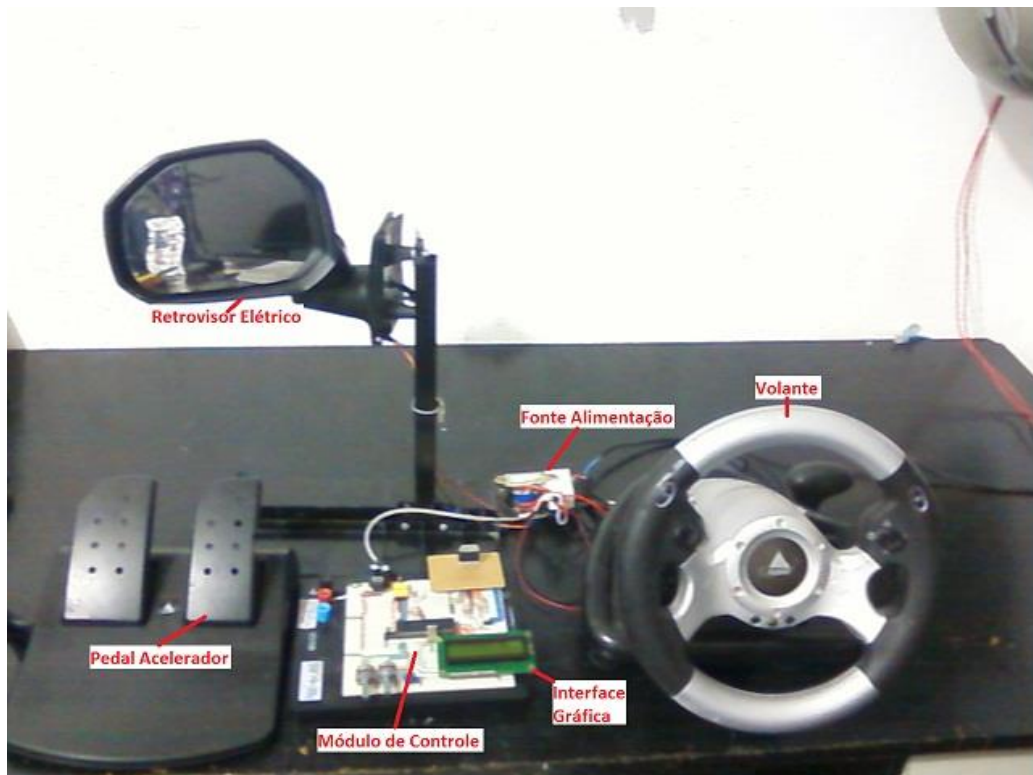


Figura 51 Protótipo. [do autor]

#### 3.5.1 DIAGRAMA EM BLOCOS

O micro controlador é responsável por realizar as leituras dos sensores de velocidade, ângulo do volante, posição da lente do retrovisor e botão, fazer os cálculos e comandar o retrovisor através do *drive* de potência. A velocidade é simulada por um pedal de aceleração, o ângulo da roda é uma relação de aproximadamente 1: 6 do ângulo do volante e vai ser representada por um cálculo que o software fará após a leitura do ângulo do volante, a tela de interface é um display de LCD de 16x2 e nele vai ser impresso as informações desses ângulos

e velocidade do veículo, o botão será para comandar a demonstração. Abaixo (figura 52) do diagrama em blocos.

O volante utilizado é de *vídeo game*, possui um mecanismo que aciona um potenciômetro ao ser esterçado e retorna o volante através de mola instalada nesse mecanismo, neste a variação máxima de giro é de 90 graus. No conjunto de pedais o pedal utilizado é o da direita e também trabalha da mesma maneira que o volante, este simula a velocidade linear de 0 a 127 Km/h. O botão servirá para iniciar a demonstração após a inserção dos dados de velocidade e angulo do volante. O LCD é para visualizar as informações citadas acima, mais a posição da lente variando na demonstração. Como o microcontrolador não tem potencia suficiente para acionar cargas com correntes maiores que 25 mA, foi utilizado um drive de potencia para acionamento dos motores do retrovisor.

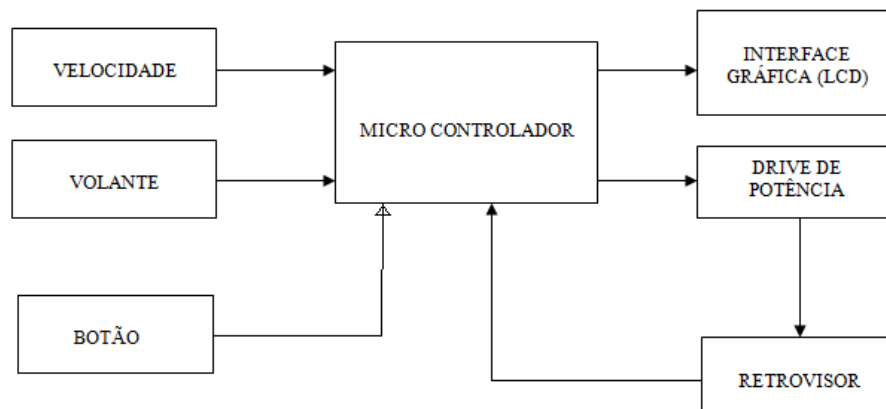


Figura 52 Diagrama em Blocos. [do autor]

### 3.5.2 DADOS E REALIZAÇÃO DOS TESTES

Para realização dos cálculos foi utilizado as dimensões do Fiat Siena EL 1.4 14/15.

- $L = 2.374$  mm
- $t = 1.378$  mm

Para encontrar o raio de curva, é utilizado fórmula da geometria de Ackerman, e para facilitar o entendimento não foi considerado a distância entre rodas, onde temos:

$$\Theta = L / R \text{ [rad]}$$

Isolando o raio, temos:

$$R = L / \Theta \text{ [m]}$$

**Onde:**

$L$  = Distância entre eixos [m]

$R$  = Raio [m]

$\Theta$  = Ângulo da roda [rad]

$t$  = Distância entre rodas

A velocidade angular é dado por:

$$\omega(t) = V(t)/R \text{ [rad/s]}$$

**Onde:**

$\omega(t)$  - velocidade angular

$V(t)$  = Velocidade linear [m/s]

$R$  = Raio [m]

Substituindo  $R$  na  $\omega = V/R$

$\omega(t) = V/(L/\Theta)$  implica  $\omega = V \times \Theta/L$

$\omega(t) = V \times \Theta/L \text{ [rad/s]}$

Se multiplicarmos por  $57.3^\circ$  (um radiano)

$\omega(t) = V/R \times 57.3 \text{ [graus /s]}$

### 3.5.3 TESTES PRÁTICOS NO CARRO

Para ter um parâmetro, foi realizado algumas manobras de esterçamento em mudança de faixas e em curvas fechadas a  $90^\circ$ , veículo utilizado, Fiat Siena 14/15.

Realizando uma curva de  $90^\circ$  à esquerda, foi observado a necessidade do espelho retrovisor, abrir mais  $10^\circ$  além da abertura máxima do retrovisor padrão para continuar tendo um campo de visão amplo, essa análise e medição foi feito na prática com um espelho e transferidor de graus.

Em mudança de faixa o tempo total aproximado que levou para a realização dessas manobras do início ao término foi de aproximadamente 4 segundos, foi marcado no volante de 0 a 90 graus com graduações de 3 em 3 graus partindo com volante alinhado em zero graus. Determinado um ponto fixo como referência e registrado por câmera filmadora a variação do ângulo do volante enquanto cantava e realizava as manobras. Na tabela 6 estão os registros desses testes, nela mostra o lado que o veículo saiu e o lado que ele foi, a variação do

ângulo do volante do início até o máximo esterçado e no retorno a necessidade de passar pelo zero grau para alinhar o veículo na faixa pretendente.

<b>Mudança de faixas (tempo médio 4 s)</b>						
<b>Mudança de faixa da direita para esquerda</b>	<b>Graus Volante</b>				<b>Velocidade (km/h)</b>	
	<b>início</b>	<b>esq.</b>	<b>dir.</b>	<b>Final</b>		
		0	11	-7	0	60
		0	10	-5	0	70
	0	10	-8	0	80	
<b>Mudança de faixa da esquerda para direita</b>	<b>início</b>	<b>dir.</b>	<b>esq.</b>	<b>Final</b>		
	0	11	-6	0	60	
	0	9	-5	0	70	
	0	8	-9	0	80	

Tabela 6 Mudança de Faixa e Graus do volante [do autor]

A média da variação do volante da tabela acima é 16.5 graus, se dividir pelo tempo médio implica em aproximadamente 4 graus/s isso é o que nosso sistema deveria atender. Nesse teste foi observado que para manter este veículo na pista alinhado, a variação do volante gira em torno de aproximadamente seis graus positivos e negativos no volante a partir do zero.

## 4. RESULTADOS

Após realização de testes práticos no acionamento dos motores do retrovisor foi constatado que a movimentação da lente só inicia aplicando aproximadamente 7.2V de alimentação, isto é devido as cargas que tem para movimentar, sistema de engrenagens e potenciômetro deslizante. Portanto a movimentação da lente possui uma velocidade mínima referente a essa tensão. Esse levantamento foi feito da seguinte forma: alimentou o motor através de um potenciômetro e variou a tensão até iniciar movimento da lente, mediu a tensão de 7.2V. Com essa tensão aplicada foi cronometrado o tempo que levou para a lente sair da posição toda fechada para toda aberta, registrando um tempo médio de 15s, nos dando aproximadamente 1°/s. Esse mesmo procedimento foi aplicado para tensão de 12V e foi registrado o tempo médio de 6s, correspondendo aproximadamente 2.5°/s. Para que o sistema possa ser eficaz neste trabalho, os limites das manobras não deveria gerar velocidade angular máxima do carro maior que 2.5°/s e menor de 1°/s, ou se gerar acima ou abaixo disso o sistema considerará esses limites. Essa informação pode ser visualizada na figura 53.

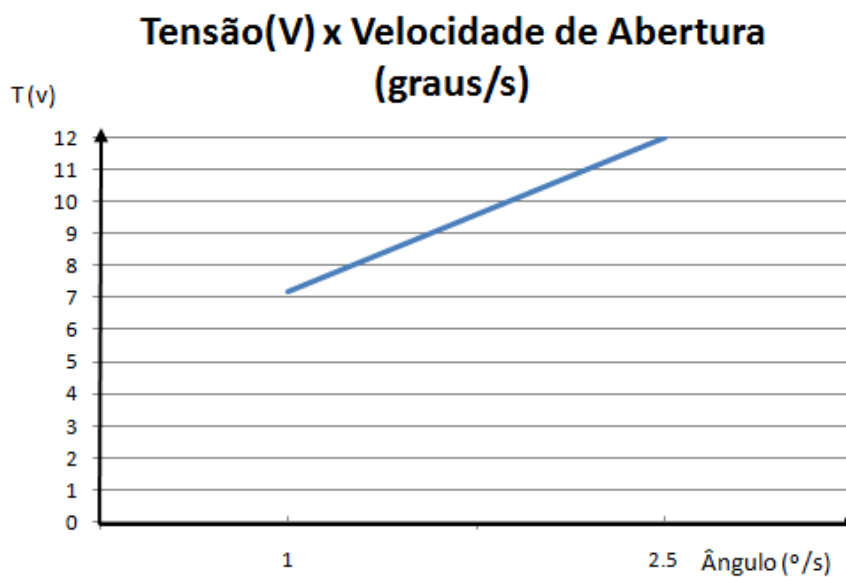


Figura 53 Tensão x Velocidade da Lente [do autor]

Também está representada na figura 54, velocidade de abertura da lente em porcentagem de *duty cycle* (PWM), foi desta forma que consegui o controle linear da velocidade de abertura ou fechamento.

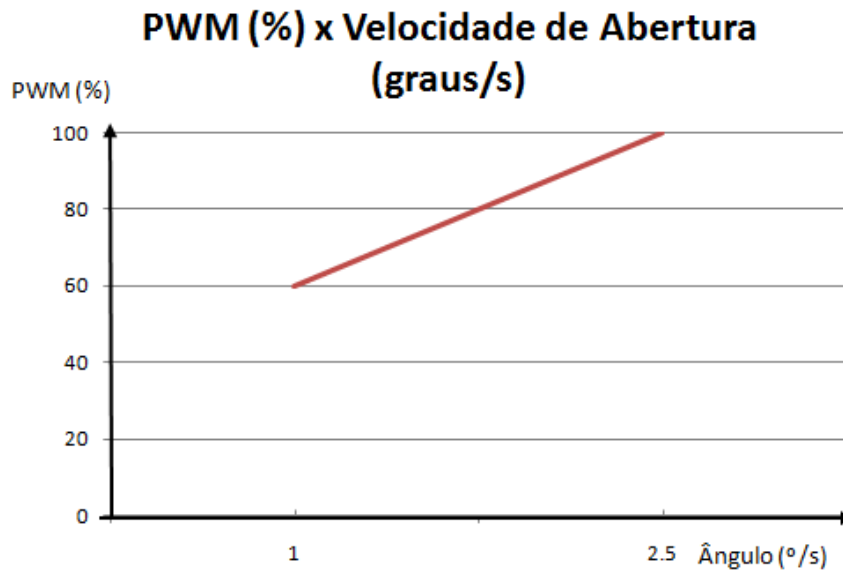


Figura 54 PWM x Velocidade da Lente [do autor]

Forma da demonstração prática em bancada:

É inserido uma velocidade em km/h e um ângulo de volante no display, este último que corresponde a um ângulo de roda, esses dados aparecem no display (figura 55), após isso pressionar o botão (start) para iniciar a demonstração do sistema. O microcontrolador calcula a velocidade que o retrovisor deverá abrir de acordo com as informações inseridas, respeitando o limite mínimo e máximo do sistema. Para visualizar na demonstração o sistema divide por dez a velocidade real que implica numa aceitação de velocidade angular de 10 a 25 graus/s do veículo, se a velocidade for maior que o máximo será considerado o máximo da velocidade do sistema e se mínimo, será velocidade mínima. Como nem sempre é possível observarmos a movimentação da lente foi instalado dois leds que indicam quando está movimentando o sistema, um para abertura e outro para fechamento.

Para realizar a demonstração novamente é necessário aguardarmos o término da apresentação anterior, que vai ser indicada pela parada da lente e o desligamento do led. Após essa indicação de parada aperta-se o mesmo botão para a lente voltar na posição inicial considerada neste trabalho (lente toda fechada), então poderá inserir novos dados para uma nova demonstração. Observação: para o retorno o software comanda a lente com 100 % de *duty cycle* do PWM.



Figura 55 Display com informações [do autor]

Na tabela 7, mostra a velocidade angular teórica desenvolvida por um carro e qual deveria ser o tempo de abertura da lente caso esses dados fossem aplicados para testes reais.

**Cálculos teóricos: considerando 15 graus do retrovisor e relação 6:1 do volante e roda.**

Velocidade Linear (km/h)	Ângulo do volante (graus)	Ângulo da Roda (graus)	Velocidade Angular carro (graus/s)	Tempo de Abertura Total da Lente 15° (s)
60	3	0.5	3,60	4,16
60	6	1	7,21	2,08
60	9	1.5	10,81	1,38
60	12	2	14,42	1,04
60	15	2.5	18,02	0,83
60	18	3	21,63	0,69
60	21	3.5	25,23	0,59
60	24	4	28,84	0,52
60	27	4.5	32,44	0,46
60	30	5	36	0,41

Tabela 7 Cálculos teóricos [do autor]

## 5. CONCLUSÕES

A proposta inicial deste trabalho foi alcançada parcialmente, pois ficou apenas no funcionamento básico do que foi proposto. Se fosse para concretizar essa idéia deveria ter um atuador mais rápido, uma abertura maior da lente e também desenvolver um *software* mais detalhado, envolvendo mais recursos e conhecimentos em níveis de profissionais que atuam com isso no dia a dia, além de não ter um retrovisor com características para atender este projeto no momento. Podemos observar no gráfico de resposta de abertura da lente que a velocidade não é suficiente para acompanhar a variação da posição angular do veículo, há uma deficiência de velocidade da lente do retrovisor por possuir mecanismos de transformação de torque entre os motores e o acionamento da lente, impedindo a eficiência do sistema mesmo com velocidade máxima dos motores. Dentro dos limites de abertura da lente o protótipo respondeu linearmente, mas temos que garantir que fique entre 1 a 2,5 graus/s que multiplicado pelo tempo da manobra realizada não seja maior que 15 graus, correspondendo ao seu limite total de abertura.

Ao fazer uma análise através da tabela 6 (prática), que trata de conhecimento empírico do autor, chegamos à conclusão de que o retrovisor em questão não atinge na prática as velocidades exigidas nela e também de acordo com a tabela 7 (teórica), logo na primeira linha o sistema entraria em funcionamento desnecessário, pois de acordo com os testes práticos realizado no carro o volante varia +6 e -6 graus quando em pista “reta”.

Como solução deve se pesquisar ou projetar um retrovisor que tenha características compatíveis com a velocidade angular máxima do veículo nessas manobras, e para que o sistema não funcione desnecessariamente pode se programar no software os limites mínimos de funcionamento. Atualmente os motoristas se inclinam para conseguirem ter um campo de visão melhor da pista que pretendem se deslocar ou adentrar.

### 5.1 PROPOSTAS FUTURAS

Para melhorar e dar continuidade a este trabalho, deixamos algumas sugestões que poderão ser aplicadas no protótipo.

- Modificar os atuadores, por atuadores mais rápidos;

- Integrar com outros sistemas como: sensor de detecção lateral, sistema de marcha ré (*Tilt Down*), assento ajustável eletricamente, movimentos do veículo (guinada, rolagem e arfagem);
- Desenvolver sistema para operar em *Real Time*;
- Instalar em um veículo real;
- Usar recurso *Tilt Down* para aumentar o ângulo de visão, ( $22^\circ$ , aproximadamente 50% a mais que o normal);
- Auxiliar de marcha a ré para atuação (Audi, Mercedes);
- Aumentar o range de tensão de operação do atuador;

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOSCH, Manual de Tecnologia Automotiva 25° Ed. Editora Edgard Blücher; 2005.
- [2] CAVALCANTI, Fabiana Aparecida Dias. “*A alfabetização científica e tecnológica de condutores e os espelhos retrovisores*”, Universidade Católica de Brasília, 2009.
- [3] ANDRADE, Gustavo Matos de; FREDIANI, Tiago “*Assistente de mudança de faixa*”, FATEC/AS- Faculdade de tecnologia de Santo André - Trabalho de conclusão de curso, 2012.
- [4] SILVA DE P. M. “*Evolução de produtos automotivos: o caso do conjunto espelho retrovisor externo*” Marcio de Puccio Silva. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.
- [5] Iannis Nicolaos Papaioannou “*Estudo Da Eletrônica Embarcada Automotiva E Sua Situação Atual No Brasil*” Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado em Engenharia Automotiva;2005.
- [6] Atual No Brasil” Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado em Engenharia Automotiva;2005.
- [7] BARBOSA, Douglas Pereira, *Simulação de Direção Elétrica de Imãs Permanentes / Douglas Pereira Barbosa*. --São Carlos, SP, 2010.
- [8] DENATRAN – Ministério das cidades – Legislação Contran. Brasília, Resolução 226. 2011.
- [9] MICROCHIP. PIC16FXX2 Data Sheet U.S.A.: 2002.
- [10] Disponível em <http://www.ST.com> Acesso em 09 de junho de 2013.
- [11] Disponível em [www.totalrace.com.br/site/retrovisor/2012/05/quando-indianopolis-inventou-o-espelho-retrovisor](http://www.totalrace.com.br/site/retrovisor/2012/05/quando-indianopolis-inventou-o-espelho-retrovisor) Acessado em 11 de Maio de 2014.
- [12] Disponível em <http://alexandremedeirosfisicaastronomia.blogspot.com/2011/10/fisica-no-dia-dia010-espelhos.html> Acessado em 05 de maio de 2014
- [13] VAZ, Ricardo Moreira “*Automatizando o agendamento de mensagens no protocolo Flexray*”; FATEC/SA – Faculdade de tecnologia de Santo André - Trabalho de conclusão de curso: 2011.
- [14] Disponível em [www.brasilescola.com.br](http://www.brasilescola.com.br) Acessado em 04 de Maio de 2014
- [15] Disponível em [www.alldatasheet.com.br](http://www.alldatasheet.com.br) Acessado em 10 de Maio de 2014

- [16] Disponível em <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operções-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes> Acessado em 11 de Maio 2014.
- [17] Disponível em <http://www.brasilecola.com/fisica/tamanho-imagem-campo-visao.htm> Acesso em 11 de junho de 2013.
- [18] Disponível em <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-e-feito-o-espelho> Acesso em 23 de julho de 2014.
- [19] Disponível em <http://www.mundoeducacao.com/fisica/espelhos-concavos-convexos.htm> Acesso em 02 de Agosto 2014.
- [20] Disponível em <http://www.fiat.com.br/manual-do-seu-fiat> Acessado em 03 de junho de 2014
- [21] ARMELIN, Rafael Tytko; “Viabilidade física do mecanismo de esterçamento e suspensão de um eixo direcional e tracionado para veículos 4x4 com esterçamento em dois estágios”, Poli USP- Politécnica da Universidade de São Paulo – Dissertação de Mestrado. São Paulo – SP, 2007.
- [22] NATIONAL SEMICONDUCTOR. LM 7805 Data Sheet. U.S.A.: May 2000
- [23] PEREIRA, Felipe de; SOUZA, R. “*Segurança Veicular Ativa Sistemas de Monitoramento do Motorista*”, FATEC/SA- Faculdade de tecnologia de Santo André - Trabalho de conclusão de curso, 2013.
- [24] MILHOR, Carlos Eduardo; “*Sistema de Desenvolvimento para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna Ciclo Otto*”, Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos - SP, 2002.
- [25] BATTEZATI, Guilherme Bittencourt; “Estudo de Modificação na Construção de um Motor CC Produzido em Indústria da Cadeia de Suprimentos Automotivos” - Curitiba 2014.
- [26] Disponível em <http://www.johnsonelectric.com/pt/resources-for-engineers/automotive-applications/motion-technology/pmdc-motor.html> Acesso em 08 de junho de 2013.
- [27] Disponível em <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/2829-mec060> Acesso em 11 de maio de 2013.
- [28] Disponível em [www.tinyurl.com/sanusb](http://www.tinyurl.com/sanusb) Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo prof: Marco Antonio *Apostila de: Programação de Microcontroladores Pic Usando Linguagem C* UNED – Serra / Automação Industrial Vitoria, Agosto 2006  
Acesso em 09 de junho de 2013

- [29] Disponível em <http://revistaautoesporte.globo.com/revista/autoesporte/espelhoretrovisor>  
Acessado em 05 de Novembro de 2014
- [30] Disponível em [www.microfire.com.br](http://www.microfire.com.br) Acesso em 09 de junho de 2013.
- [31] Disponível em [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com) Acesso em 08 de maio de 2013.
- [32] Disponível em <http://educar.sc.usp.br/fisica/circeteo.html> Acessado em 08 de Outubro de 2014.
- [33] Disponível em <http://www.guardianbrasil.com.br/NossosProdutos/SolucoesInteriores/EspelhoGuardian/Fabracao/index.htm> Acesso em 29 de outubro de 2014.
- [34] Disponível em <http://www.brasilecola.com/fisica/reflexao-luz-espelhos-planos.htm>  
Acesso em 10 de junho de 2013.
- [35] TESHIMA, Fabio Yoshiaki; MELO, Raphael de Oliveira “*Sistema de gerenciamento para partida remota*”, FATEC/AS- Faculdade de tecnologia de Santo André - Trabalho de conclusão de curso, 2012.
- [36] Disponível em <https://www.google.com.br/imagens/area-dos-retrovisores.html>  
Acesso em 03 de Agosto 2014.

## 7. APÊNDICES

### A- PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO DRIVE DE POTENCIA L298 (PONTE H)

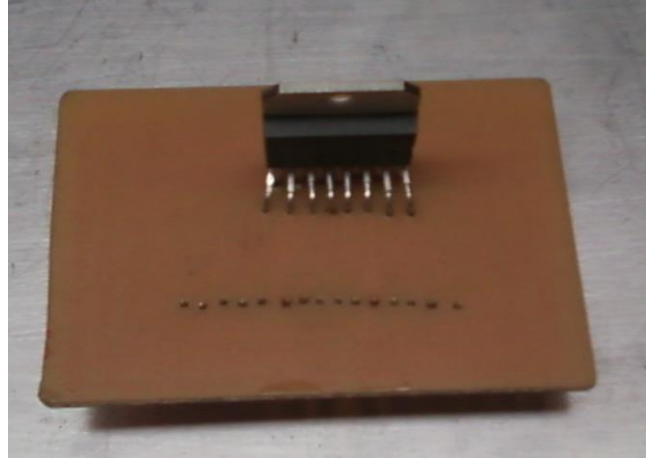


Figura 28 Circuito Impresso L298 Vista Superior (Ponte H). [do Autor]

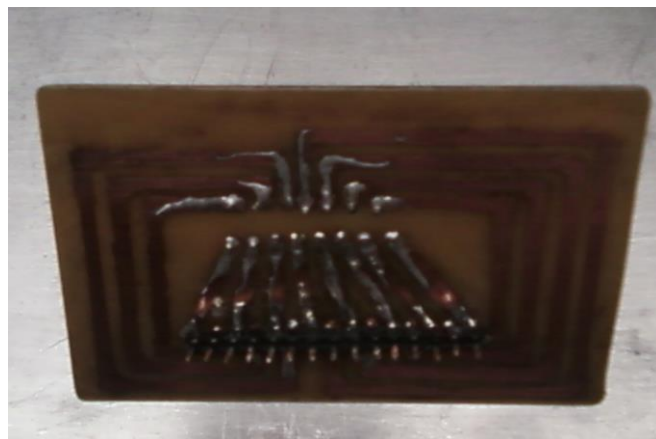
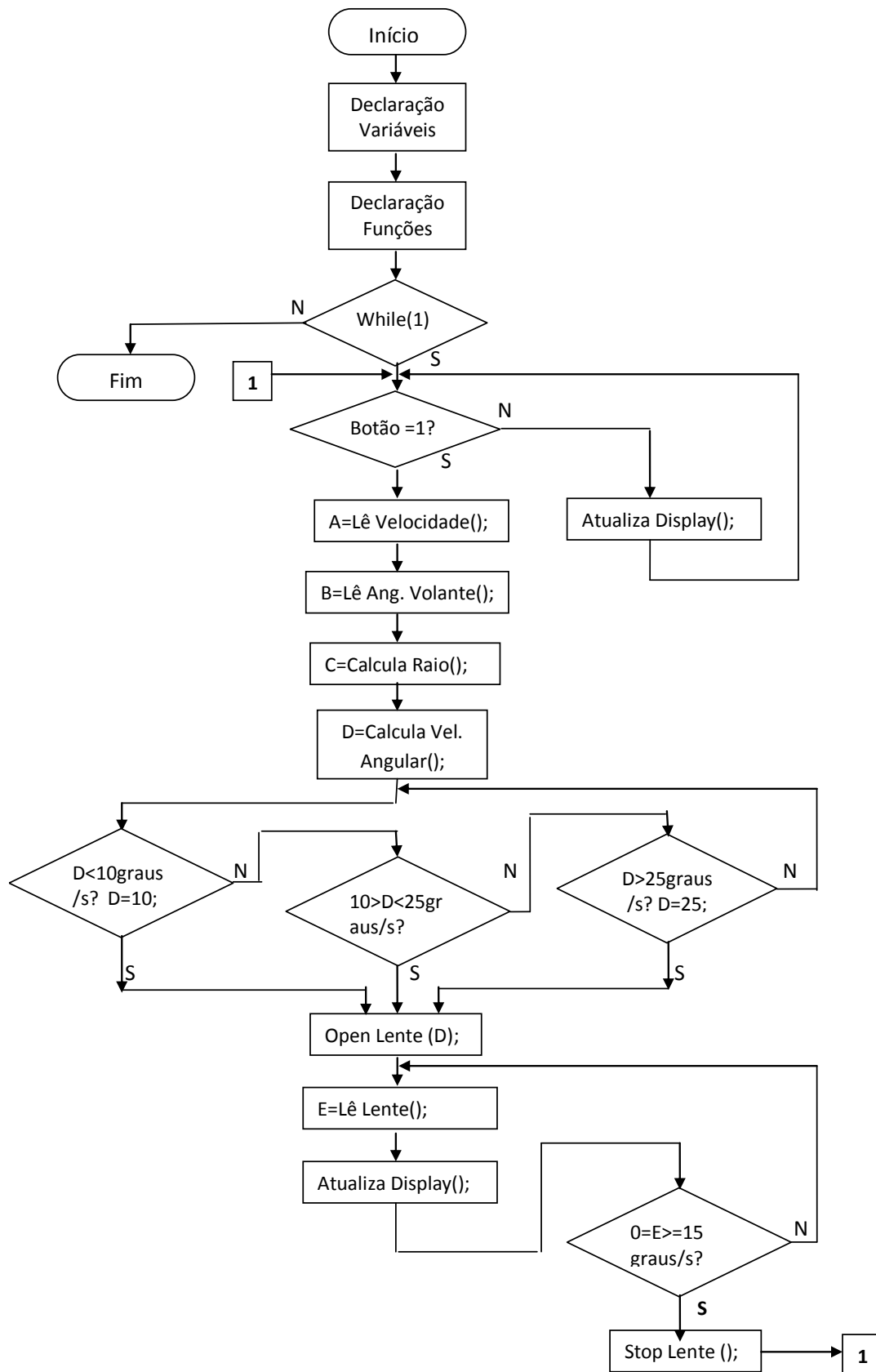


Figura 29 Circuito Impresso L 298 Vista Inferior. [do Autor]

## B- FLUXOGRAMA DO SOFTWARE



## C- CÓDIGO DO PROGRAMA

```

#include <ControleAutomatico.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#fuses HS, WDT, PUT, BROWNOUT, DEBUG //cristal >4Mhz, deug mode for ICD
#zero_ram

#define BOTAO1 (pin_b0)
#define LED (pin_b1)
#define LED2 (pin_b3)

char texto[]=" "; // Caractere ao display
float Ang_Roda, Posicao_Lente1;
float Ang_Volante1;
unsigned int Posicao_Lente, Ang_Volante, Velocidade, Velocidade1, Velocidade2;
unsigned int Tempo_Inercia, Tempo_Botao, Tempo_Atualizacao;
unsigned int Velocidade_Ang, Velocidade_Ang1;
boolean Flag_Botao;

void Open_Lente (void);
void Close_Lente(void);
void Para_Lente (void);

void Ler_Posicao_lente (void);
void Ler_Ang_Volante (void);
void Ler_Velocidade (void);
void inicializaDisplay (void);
void Atualiza_Ang_Vol (void);
void Atualiza_Ang_Roda (void);
void Atualiza_Ang_Lente(void);
void Atualiza_Velocidade(void);
void Inicia_Programa (void);

#include <display.h>

void Open_Lente (void)
{
    set_pwm2_duty(0);
    set_pwm1_duty(Velocidade_Ang1); //Velocidade_Ang1; //Velocidade_Ang
    Output_high(LED); // rb0 pin 33 do pic
    Output_low(LED2); // rb1 pin 34 do pic
}
void Close_Lente(void)
{
    set_pwm1_duty(0);
    set_pwm2_duty(Velocidade_Ang1);
    Output_low(LED); // rb0 pin 33 do pic
    Output_high(LED2); // rb1 pin 34 do pic
}
void Para_Lente (void)
{
    set_pwm2_duty (0);
    set_pwm1_duty (0);
    Output_LOW(LED2); //rb1
    Output_low(LED); //rb0
}

void Ler_Posicao_lente(void)
{

```

```

delay_ms(50);
set_adc_channel(3);
delay_us(40);
Posicao_Lente=read_adc();
Posicao_Lente1=(Posicao_Lente/2);
}
void Ler_Ang_Volante (void)
{
set_adc_channel(1);
delay_us(30);
Ang_Volante=read_adc();
Ang_Volante1=Ang_Volante/2.8; //0 a 90 graus para atualizar no display
Ang_Roda=Ang_Volante1/6.5; //6.56; // para atualizar no display 6,56 é relacaoda roda e volante
ateé90graus
}
void Ler_Velocidade (void)
{
set_adc_channel(0);
delay_us(30);
Velocidade=read_adc();
Velocidade1=(Velocidade)/2; // transforma em km/h e para atualizar no display
Velocidade2=(Velocidade1)/3.6; //transforma em m/s
}

void Atualiza_Velocidade(void)
{
printf (texto,"Vel%2uKm ", Velocidade2); // Prepara impressao
Posicao(0,0); // Posicionamento no Dislay
Escrever_Tela(texto);
}
void Atualiza_Ang_Roda (void)
{
printf (texto,"Roda %.1f", Ang_Roda ); // prepara impressão
Posicao(8,1); // posicionamento no display
Escrever_Tela(texto);
}
void Atualiza_Ang_Lente (void)
{
printf (texto,"Lent %.1f ",Posicao_Lente1); // prepara impressão
Posicao(8,0); // posicionamento no display
Escrever_Tela(texto);
}
void Atualiza_Ang_Vol (void)
{
printf (texto,"Vol %.0f ", Ang_Volante1);//Ang_Volante1); // prepara impressão
Posicao(0,1); // posicionamento no display
Escrever_Tela(texto);
}
void Inicia_Programa (void)
{
setup_adc_ports(ra0_ra1_ra3_analog); // ConfiG analógicas
setup_adc(ADC_CLOCK_div_4); // Configura divisão do clock ADC
setup_psp(PSP_DISABLED); // PSP não utilizado
setup_spi(FALSE); // SPI não utilizado
setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1); //8 bits
setup_timer_1(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_8); //(T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_4); //Configura timer 1 ;
16 bits=65536;
setup_timer_2(T2_DIV_BY_1,250,4); // Config.Timer2,250us; 16bits; (modo,per,ps); per x ps= tempo de
interrupção neste caso =3000 contagens uma interrupcao
set_timer1(3036);

```

```

setup_comparator(NC_NC_NC_NC); // Comparador não utilizado
setup_vref(false); // Tensão de referência não utilizada
set_tris_a(0b00001101); // Configuração de I/O do PORTA
set_tris_b(0b00000001); // Configuração de I/O do PORTB
set_tris_c(0x00); // Configuração de I/O do PORTC
set_tris_d(0x00); // Configuração de I/O do PORTD
set_tris_e(0b000); // Configuração de I/O do PORTE
output_a(0x00);
//output_b(0x00);
output_c(0x00);
output_d(0x00);
output_e(0x00);
set_adc_channel(0); // Seta RA0 como entrada analógica
enable_interrupts(global);
enable_interrupts(int_timer1);
setup_ccp2 (ccp_pwm);
setup_ccp1 (ccp_pwm);
delay_ms (30);
}

void main(void)
{
  Inicia_Programa();
  InicializaDisplay();

  sprintf (texto, "System Mirror"); // Prepara impressao
  Posicao(1,0); // Posicionamento no Display linha 0 coluna 0
  Escrever_Tela(texto);
  sprintf (texto, "Dinamic"); // Prepara impressao
  Posicao(4,1); // Posicionamento no Display linha 0 coluna 0
  Escrever_Tela(texto);
  delay_ms(1500);

  sprintf (texto, " "); // Prepara impressao
  Posicao(0,0); // Posicionamento no Display linha 0 coluna 0
  Escrever_Tela(texto);
  sprintf (texto, " "); // Prepara impressao
  Posicao(0,1); // Posicionamento no Display linha 0 coluna 0
  Escrever_Tela(texto);

  Tempo_Atualizacao=0, Tempo_Botao=0, Tempo_Inercia=0, Flag_Botao=0, Ang_Roda=0, Posicao_Lente1=0;
  Ang_Volante1=0, Posicao_Lente=0, Velocidade=0, Ang_Volante=0, Velocidade_Ang=0,
  Velocidade_Ang1=0;

  While(true)
  {
  Ler_Posicao_Lente();

  if(!input(BOTAO1)&&(!Tempo_Botao))
  {
    Ler_Velocidade();
    Ler_Ang_Volante();

    // Velocidade_Ang = Velocidade;
    Velocidade_Ang = (Velocidade2 * Ang_Roda); //2.3; //graus por seg.
    Velocidade_Ang1 = (Velocidade_Ang)/2.3;

    //Velocidade_Ang1= Velocidade_Ang; // ((Velocidade_Ang) * 10)+ 105;

    if (Velocidade_Ang1 <= 105) Velocidade_Ang1=105;
  }
}

```

```

        if (Velocidade_Ang1 >= 255) Velocidade_Ang1=255;

if (!Flag_Botao)
{
    if(Posicao_Lente <=3 ) // Se a lente está pelo menos um pouco aberta manda fechar
    {
        Close_Lente();
    }
}
if (Flag_Botao) // Se flag=1
{
    if(Posicao_Lente >= 21) // se lente esta toda fechada
    {
        Open_Lente();
    }
}
Flag_Botao=!Flag_Botao;
Tempo_Botao=8; //x 100 ms
Tempo_Inercia=50; //x 100 ms
} //Fim do 1º IF

Ler_Posicao_lente();

if (!Tempo_Inercia) //Tempo para lente sair da posicao
{
    if((Posicao_Lente<=0)||(Posicao_Lente>=23))
    {
        Para_Lente(); //Se a lente esta toda aberta limite de abertura
    }
}

Ler_Ang_Volante();
Ler_Velocidade();

if (!Tempo_Atualizacao)
{
    Atualiza_Velocidade();
    Atualiza_Ang_Lente();
    Atualiza_Ang_Vol();
    Atualiza_Ang_Roda();
    Tempo_Atualizacao=10;
}

} // While
} // Main
#int_timer1
void TrataTimer1(void)
{
    set_timer1(3036 + get_timer1()); // a cada 100ms o timer 1 estoura e decrementa 1
    if(Tempo_Botao) Tempo_Botao--;
    if(Tempo_Inercia) Tempo_Inercia--;
    if(Tempo_Atualizacao) Tempo_Atualizacao--;
}

```