

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ANTÔNIO MARTINHO DIAS NETO

COLETE GUIA PARA DEFICIENTES VISUAIS (CGPDV)

LAGES
2019

ANTÔNIO MARTINHO DIAS NETO

COLETE GUIA PARA DEFICIENTES VISUAIS (CGPDV)

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Centro Universitário Unifacvest como requisito à obtenção do título de engenheiro electricista.

Prof. Dr. Franciéli Lima de Sá.

LAGES

2019

ANTÔNIO MARTINHO DIAS NETO

COLETE GUIA PARA DEFICIENTES VISUAIS (CGPDV)

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao
Centro Universitário Unifacvest como requisito
à obtenção do título de engenheiro eletricista.

Prof. Dr. Franciéli Lima de Sá.

Lages, SC.

Julho de 2019.

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Antônio Martinho Dias Neto
NOME DO ALUNO

Boleto Guia para Deficientes
Visuais (CEP DV)
TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Francieli Lima de Sá
Titulação e nome do Orientador (a)

Nathiele Waldriquis Branco
Titulação e nome do ~~Co-orientador~~ (a).
Avaliador

MSc Silvio Moraes de Oliveira
Titulação e nome do Avaliador (a).

Francieli Lima de Sá
Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 10 de julho de 2019.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
1.2 JUSTIFICATIVA	5
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
1.4 APLICAÇÕES.....	5
1.5 METODOLOGIA.....	6
2 DEFICIÊNCIA VISUAL E TECNOLOGIAS AUXILIADORAS	7
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE DEFICIÊNCIA VISUAL.....	7
2.2 TECNOLOGIAS AUXILIADORAS EXISTENTES.....	10
3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO	12
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O FUNCIONAMENTO DO COLETE.....	12
3.2 FUNCIONAMENTO DO SENSOR ULTRASSÔNICO.....	13
3.3 SURGIMENTO DO ARDUINO.....	15
3.4 A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C.....	17
3.5 SOFTWARE PARA PROGRAMAR O ARDUINO.....	18
3.6 MOTORES ELÉTRICOS E O <i>VIBRACALL</i>	20
3.6.1 O MOTOR ELÉTRICO.....	20
3.6.2 O <i>VIBRACALL</i> E SEU USO NO COLETE	21

3.7 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE O FUNCIONAMENTO DO COLETE.....	22
3.8 CARACTERÍSTICAS DA BATERIA DE ÍON DE LÍTIO.....	24
4 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	26
4.1 OBSERVAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO.....	26
4.2 DRIVER DE PROTEÇÃO PARA O ARDUINO.....	34
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES ELÉTRICOS UTILIZADOS.....	35
4.2.2 DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES E SUAS LIGAÇÕES.....	37
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXO 1.....	44
ANEXO 2.....	51
APÊNDICE A.....	59
APÊNDICE B.....	61

RESUMO

Devido as grandes dificuldades em realizarem tarefas de mobilidade de maneira segura e confortável, os deficientes visuais se tornam pessoas dependentes de outros indivíduos e estruturas, assim, o colete guia para deficientes visuais (CGPDV), tem como seu principal objetivo servir aos deficientes visuais como auxílio à locomoção. No formato de um colete, o auxílio a locomoção utilizará um microcontrolador, para efetuar os cálculos e controle de periféricos e sensores ultrassônicos, para o monitoramento de presença e distância. Além disso será composto por motores de vibração (*vibracalls*), como atuadores para alertar e informar sobre o ambiente, e um algoritmo computacional desenvolvido especificamente para esse conjunto de componentes elétricos e objetivos. O projeto tem como intento tornar esse equipamento um auxílio para deficientes visuais em sua locomoção nos afazeres diários, identificando obstáculos e barreiras por meio de sinais vibratórios. As várias formas e frequências de vibrações informaram a distância, tipo e direção dos eventuais causadores de acidentes, sendo essas informações repassadas por sinais vibratórios no próprio colete, cabendo ao usuário a maneira de reagir ao sinal indicativo, evitando assim acontecimentos indesejáveis. Isso tudo para facilitar, orientar e garantir uma maior segurança na mobilidade de deficientes visuais, com um aparelho de excelente relação custo-benefício, quando comparado a projetos apresentados com os mesmos fins. Assim, tornando esses indivíduos mais autônomos e confiantes com relação a própria locomoção.

Palavras-chaves: Deficiência Visual; Colete Guia; Locomoção; Autônomo.

ABSTRACT

Due to the great difficulties in carrying out mobility tasks safely and comfortably, the visually impaired become dependent on other individuals and structures, so the guide for the visually impaired (CGPDV) has as its main objective to serve the visually impaired as an aid to locomotion. In the form of a vest, the locomotion aid will use a microcontroller, to perform the calculations and control of peripherals and ultrasonic sensors, for the presence and distance monitoring. In addition, it will consist of vibration motors (vibracalls), as actuators to alert and inform the environment, and a computational algorithm developed specifically for this set of electrical components and objectives. The project aims to make this equipment aids for the visually impaired in their daily locomotion, identifying obstacles and barriers through vibratory signals. The various forms and frequencies of vibrations informed the distance, type and direction of the eventual accident causers, being this information transmitted by vibrating signals in the vest itself, being the user the way to react to the signal indicative, thus avoiding undesirable events. All this to facilitate, guide and ensure a greater safety in the mobility of the visually impaired, with a device of great cost-benefit when compared to projects presented with the same ends. Thus, making these individuals more autonomous and confident with regard to their own locomotion.

Keywords: Disability Visual; Vest Guide; Locomotion; Autonomous.

1 INTRODUÇÃO

Os deficientes visuais, precisam ser mais cuidadosas já que são expostos à maiores riscos de acidentes com relação a locomoção, devido a própria deficiência. Isso ocorre pelo fato de não existir uma maneira de colher e informar aos mesmos possíveis obstáculos ou barreiras, que no caso do indivíduo comum ocorre por meio da visão e varredura do campo que ela faz, repassando ao cérebro e deixando por conta do próprio indivíduo a forma com que irá reagir aos obstáculos.

Como alternativas de visão e reconhecimento de campo ou varredura de obstáculos em um ambiente, surgiram diversas ideias que pudessem auxiliar os deficientes visuais, assim temos bengalas ou bastões guias, cães-guias treinados para auxiliar os deficientes, pisos táteis, dentre outras e menos conhecidas alternativas. Esses dispositivos funcionam auxiliando os deficientes, dando lhes sinais ou indicando obstáculos e empecilhos, porém, sobre as bengalas, apresentam grande margem de erro causando acidentes ou dando margem e possibilidade à ocorrência de sinistros. Com relação a cães-guias, demandam cuidado, tratamento e responsabilidade para manter a qualidade e garantia de sobrevivência do animal. Em ambos os casos, o principal objetivo é servir de visão a esses cidadãos.

No Brasil, utilizando dados do IBGE de 2010, Freitas afirma que das mais de 6,5 milhões de pessoas com alguma deficiência visual, 528.624 pessoas são incapazes de enxergar (cegos), 6.056.654 pessoas possuem baixa visão ou visão subnormal (grande e permanente dificuldade de enxergar), além de que 29 milhões de pessoas declararam possuir alguma dificuldade permanente de enxergar, mesmo que usando óculos ou lentes. De acordo com informações levantadas pela *World Report on Disability* 2010 e do *Vision* 2020, a cada 5 segundos, 1 pessoa se torna cega no mundo. Além disso, do total de casos de cegueira, 90% ocorrem nos países emergentes e subdesenvolvidos. Estima-se que, até 2020, o número de pessoas com deficiência visual poderá dobrar no mundo (Freitas, 2017).

Com o mesmo propósito, porém com maior confiabilidade e conforto, esse projeto apresenta o CGPDV (colete guia para deficientes visuais), com o mesmo intuito utilizado pelas demais opções, que é servir de alternativa a visão que lhes falta.

Com o colete guia para deficientes visuais, o indivíduo necessitado desse recurso poderá utilizá-lo como alternativa para sua falta de visão. Seu funcionamento acontecerá da seguinte forma: o usuário do CGPDV receberá informações em tempo real enquanto caminha, sobre a rota e possíveis obstáculos a uma distância considerável, garantindo segurança e tempo de reação ao formato e tipo do obstáculo, essas informações serão transmitidas por meio de vibrações no colete, o que também obriga aos usuários o conhecimento e treinamento sobre os vários tipos de sinais vibratórios, para garantir a leitura correta e compreensão dessas informações.

O CGPDV se baseia em um conjunto de *hardwares* e *softwares*, que combinados, serviram como uma espécie de radar, fazendo o escaneamento e informando ao usuário sobre o campo a sua frente, dando-lhes alertas vibratórios que serão traduzidos pelo próprio indivíduo em tipos e formas de obstáculos.

No projeto serão utilizados sensores ultrassônicos responsáveis pela leitura e informações do cenário que se encontra à frente do usuário, todo o processamento, cálculos e controles serão realizados por meio de um micro controlador em conjunto com um algoritmo computacional, os alertas vibratórios serão efetuados por pequenos motores de corrente contínua conhecidos popularmente como “*vibracalls*”, esse conjunto de *hardwares* e *software* serão alimentados tanto por bateria como direto de fontes de tensão e corrente contínuas.

O colete serve como uma opção a mais dentre as várias alternativas dadas à falta de visão, porém, o CGPDV dispensa a responsabilidade que é exigida com relação aos cães-guias e apresenta maior confiabilidade e garantia de segurança quando comparado as bengalas e bastões, também possibilita aos deficientes estarem com as mãos livres, deixando-os com mais confiança, autonomia e liberdade.

1.2 JUSTIFICATIVA

Embora sofram com a falta de visão, os deficientes visuais conseguem levar uma vida normal e rotineira, exceto quando precisam andar por ambientes compartilhados e desconhecidos, onde a deficiência os deixam mais suscetíveis a acidentes e eventos indesejáveis. Por isso o CGPDV vem sendo elaborado, com a justificativa de evitar esses transtornos e acontecimentos imprevisíveis a estes cidadãos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Facilitar a mobilidade de deficientes visuais e tornar sua vida e locomoção num sentido geral, mais seguras com maior confiabilidade e conforto, através da elaboração de um colete guia para deficientes visuais.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os principais objetivos do trabalho, podemos citar:

- Revisar bibliograficamente sobre o assunto;
- Descrever o princípio de funcionamento do protótipo;
- Construir e testar o protótipo;

1.4 APLICAÇÕES

Sua maior aplicação seria como alternativa aos olhos e visão, que impossibilitam ou dificultam os deficientes visuais de serem mais autônomas e confiantes no dia a dia. Sendo utilizada em anexo ao corpo do usuário.

1.5 METODOLOGIA

Este trabalho está baseado em uma pesquisa qualitativa e de cunho social, no qual visa colaborar com o bem-estar da sociedade, no que diz respeito a colaboração com os deficientes visuais, através da construção e desenvolvimento de um protótipo para auxiliar a locomoção dos mesmos.

O CGPDV (colete guia para deficientes visuais) é constituído de uma união de hardwares e softwares que possibilitam ao deficiente visual identificar obstáculos e barreiras. Sensores ultrassônicos são utilizados como receptores com principal função de escanear e transformar os obstáculos em informações digitais e analógicos. Esses sinais são enviados ao circuito eletrônico responsável por todo o processamento digital, cálculos e previsões programadas. Essas programações emitem sinais a emissores vibratórios que por sua vez emitem vibrações de acordo com as características desse obstáculo, permitindo o funcionamento correto do colete e sua função em rastrear e identificar objetos.

O presente trabalho é composto do seguinte:

- Capítulo 1: O presente capítulo apresentado a introdução do tema abordado.
- Capítulo 2: Este capítulo aborda a revisão bibliográfica sobre o assunto estudado.
- Capítulo 3: Este capítulo apresenta o princípio de funcionamento do colete desenvolvido no trabalho.
- Capítulo 4: Neste capítulo será apresentada a descrição da construção do protótipo, e mostrado os comentários pertinentes ao desenvolvimento do colete.
- Capítulo 5: Neste capítulo serão apresentadas as conclusões.

2 DEFICIÊNCIA VISUAL E TECNOLOGIAS AUXILIADORAS

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE DEFICIÊNCIA VISUAL.

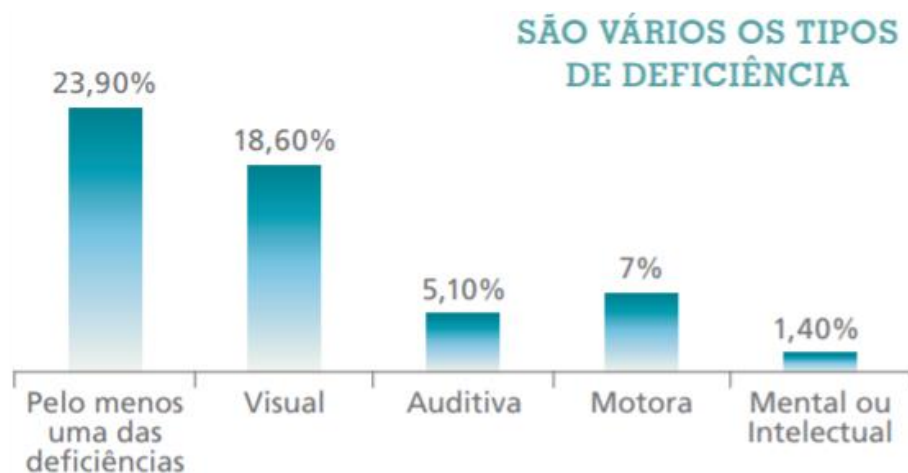
A deficiência visual de acordo com Ampudia, trata-se do comprometimento parcial de 40% a 60% ou total da visão. Sendo assim não se consideram deficientes visuais as pessoas com doenças do tipo miopia, astigmatismo ou hipermetropia, pois esses problemas são resolvidos com aplicação de lentes ou outros métodos como por exemplo cirurgias (Ampudia, 2011).

Sabendo que a deficiência visual compreende se considerando a escala numérica da medida de acuidade visual apontada pela Dra. Aparecida em entrevista, são aqueles que possuem no mínimo três vezes menos visão do que uma pessoa normal, isso após o paciente ter passado pelos recursos de tratamentos disponíveis para curar a doença ocular de base e também já testados todos métodos óticos possíveis para melhorar sua visão. Para facilitar a compreensão sobre o problema a qual se deseja resolver, levaremos em consideração uma pessoa com deficiência visual aquela cuja locomoção esta impossibilitada ou restrita, de maneira que a visão não permite uma mobilidade fácil e segura (Haddad, 2019).

Visto que no Brasil, dados levantados pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2010, apontam que existem 45.606.048 pessoas com algum tipo de deficiência, isso equivale a 23,9% da população, sendo essas deficiências classificadas como visão, audição, motora, mental ou intelectual (Cartilha do Censo, 2010, p 6).

Observe a Figura 1, do total dessas pessoas que sofrem alguma deficiência cerca de 18,6% são afetadas com algum tipo de distúrbio visual.

Figura 1 - Classificação da população com algum tipo de deficiência.



Fonte: Cartilha do Censo (2010).

O estudo também indica que 3,46% da população sofre com deficiência visual severa, sendo destes, 1,6% totalmente cegas. Por região, a Tabela 1 a seguir indica a quantidade de pessoas que sofrem com algum problema de visão.

Tabela 1 – População com algum distúrbio visual, por região.

Pessoas com deficiência visual por região	Total	% população local
Norte	574.823	3,6
Nordeste	2.192.455	4,1
Sudeste	2.508.587	3,1
Sul	866.086	3,2
Centro-Oeste	443.357	3,2

Fonte: Fundação Dorina Nowill, (2012)

Mundialmente a Organização Mundial de Saúde – OMS, afirma que existem aproximadamente 39 milhões de cegos, e que 246 milhões sofrem com perda moderada ou severa da visão. Calcula-se que 19 milhões sejam crianças menores de 15 anos, das quais 1,5 milhões possuem cegueira irreversível, ou seja, não enxergaram nunca mais (Nações Unidas Brasil, 2013).

Para os deficientes visuais a locomoção é algo muito desafiador, as pessoas que sofrem severamente com a falta de visão além de possuírem uma vida limitada com riscos e inseguranças, sofrem ainda mais pela ausência de projetos que facilitem a acessibilidade e inclusão. Focando na questão de locomoção, essa ausência de estruturas com fins facilitadores e de inclusão fazem muita falta, pois são de enorme importância para uma qualidade de vida ao menos digna e respeitável. Porém o descaso por parte de autoridades e representantes é alto, embora projetos voltados a melhores condições de vida pra portadores da deficiência estejam sendo elaborados, ainda assim se vê muito pouco esforço e movimentos para esse bem comum.

Elizabet Dias de Sá, educadora, sofre com a deficiência desde de criança, comenta em entrevista, “que caminhava pisando em ovos”, tropeçava e caía com frequência, o que causava danos tanto físicos como psicológicos (Acessibilidade Brasil, 2014).

O Brasil não possui estrutura que garanta segurança e conforto na mobilidade dos cidadãos que sofrem com a falta de visão. Essa ausência de interesse nas necessidades e desatenção para essa deficiência não são exclusividade do Brasil, já que em vários lugares do planeta também se observam desafio similares. Então, a solução encontrada tanto aqui no país como no exterior, é a criação de alternativas e ideias que buscam solucionar essas necessidades com muita segurança e praticidade, além de focar em uma melhor qualidade de vida para a classe.

As ideias que utilizam mecanismos variados, partindo de tecnologias que envolvem a eletricidade, tecnologias biológicas e demais alternativas inovadoras, exemplos atuais são o uso de cães guias, bengalas, calçadas com relevo, entre outros protótipos em teste. E esses exemplos infelizmente são bem ausentes, não sendo uma realidade comum para muitos indivíduos que sofrem com o distúrbio de visão, isso por questões de custo e viabilidade. Uma breve comparação para melhor compreender esse problema, é que no Brasil, Hyndara afirma haver apenas 160 cães guias contra 500 mil cegos, de um total de aproximadamente 6 milhões de cidadãos sofrendo com algum tipo de problema de visão, contemplando apenas alguns privilegiados (Estadão, 2016).

2.2 TECNOLOGIAS AUXILIADORAS EXISTENTES.

Já existem diversos protótipos com intuito de auxiliar na locomoção de indivíduos portadores de deficiência visual, como exemplo, o aparelho conhecido por *Point Locus* apresentado na Revista Galileu, um protótipo em formato de colete, conta com *GPS* – Sistema de Posicionamento Global, reconhecimento de voz e mais algumas funções conforme ilustra a Figura 2 (Revista Galileu, 2011).

Figura 2 – Protótipo Point Locus.



Fonte: Revista Galileu, 2011.

Um outro exemplo é o *Eyeronman*, constituído por sensores ultrassônicos, sensores a laser e atuadores vibratórios, num conjunto para servir de guia ao usuário, como ilustrado na Figura 3 (Quem Inova, 2014).

Figura 3 – Protótipo *Eyeronman*.



Fonte: Quem Inova (2014).

Existem muitos outros protótipos, alguns inclusive foram elaborados e já nem estão mais em estudo de viabilidade. O que se observa vindo de uma necessidade existente já a bastante tempo, é que a locomoção de deficientes visuais tem sido negligenciada até mesmo pelos elaboradores de protótipos, já que muitos deles nem se tem mais informações sobre o desenvolvimento dos mesmos, talvez foram cancelados ou provaram se inviáveis.

Podemos observar uma necessidade a qual existem meios e possibilidades de solução, de maneira inovadora e sem perder o foco no custo final de aquisição. Assim sendo, tornando a vida dos deficientes visuais um pouco mais tranquila com relação a locomoção, além de garantir segurança, conforto, confiança e uma melhora qualitativa no dia a dia em suas vidas.

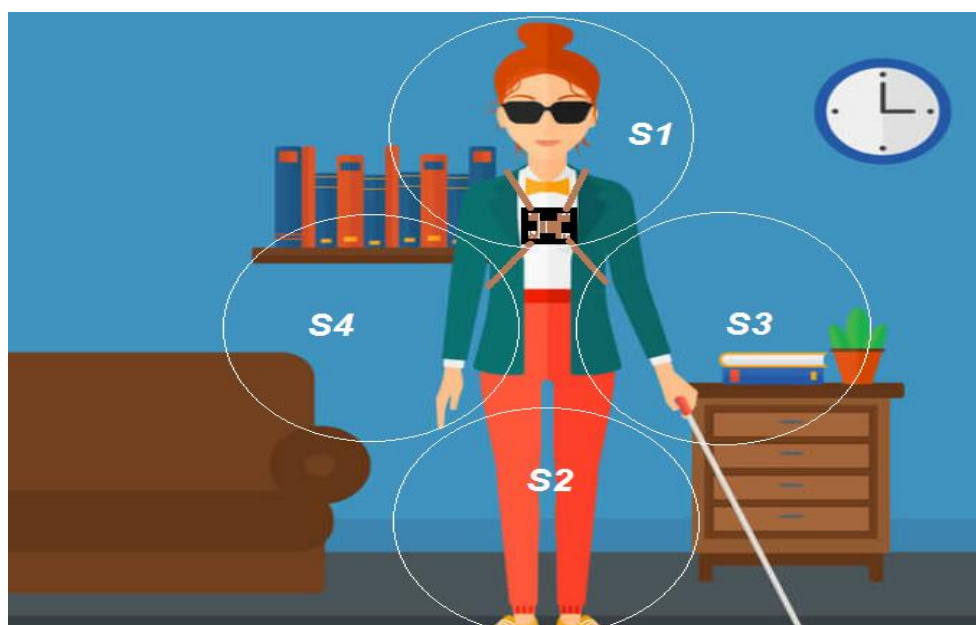
3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O FUNCIONAMENTO DO COLETE

Basicamente o colete que efetua a leitura de barreiras e obstáculos que se encontrarem à frente do usuário, tanto no lado esquerdo como no direito, também informa barreiras próximos da cabeça e pernas, simultaneamente com o portador estando em movimento ou repouso. Todas essas informações são transmitidas por vibrações, que variam de intensidade em 4 localidades diferentes do colete, dispostos em formato de cruz, indicando os tipos, distâncias e localizações de barreiras e objetos, a uma distância que lhe garanta segurança e tempo de reação, sem riscos a sua integridade física, lhe proporcionando mais autonomia e segurança.

Para a construção do colete são necessários 4 sensores ultrassônicos, que farão o sensoriamento da distância, presença ou ausência de qualquer empecilho físico. Os sensores estão dispostos em formato de cruz. O sensor número 1 supervisiona a parte superior do corpo do indivíduo, o sensor 2 a parte inferior do corpo, os sensores 3 e 4 observando respectivamente os lados esquerdo e direito, representado na Figura 4.

Figura 4 - Áreas de monitoramento dos sensores, respectivamente.

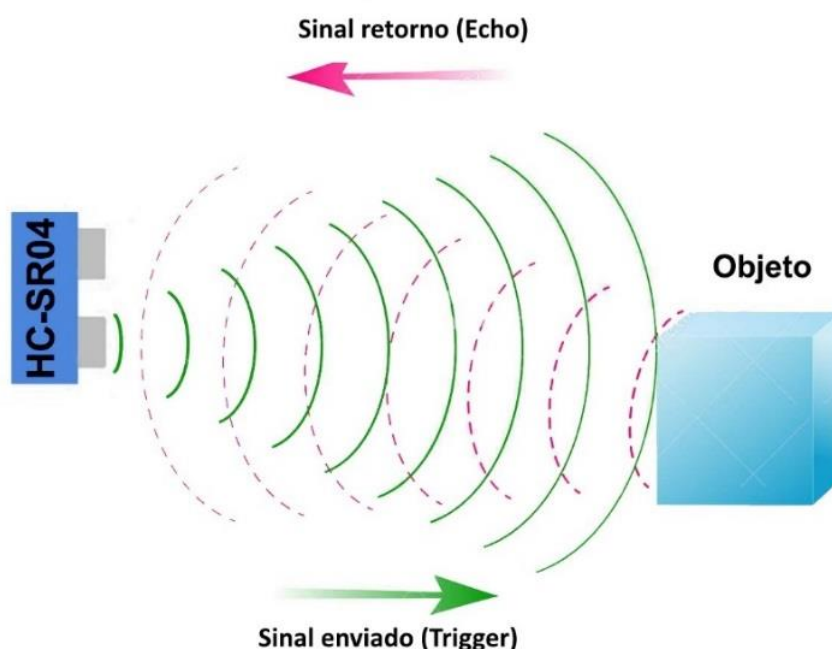


Fonte: blog coioftalmologia (2018).

3.2 FUNCIONAMENTO DO SENSOR ULTRASSÔNICO

O princípio de funcionamento dos sensores ultrassônicos baseia-se na emissão de uma onda sonora de alta frequência, e na medição do tempo levado para a recepção do eco produzido quando esta onda se choca com um objeto capaz de refletir o som. Eles emitem pulsos ultrassônicos ciclicamente. Quando um objeto reflete estes pulsos, o eco resultante é recebido e convertido em um sinal elétrico, como pode ser observado na Figura 5.

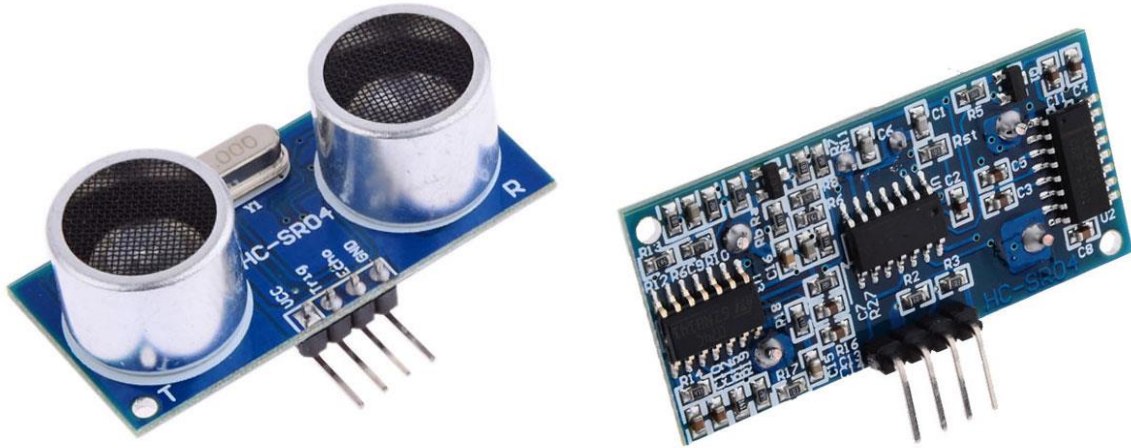
Figura 5 – Sinais de envio e de retorno ao sensor ultrassônico.



Fonte: Filipeflop (2018).

Sobre os sensores, no qual se exemplifica o modelo HC-SR04, ilustrado na Figura 6, segundo Thomsen, possibilitam medir distâncias de 2 centímetros até 4 metros com precisão de 3 milímetros. Cada módulo possui o emissor e receptor acoplados e 4 pinos, sendo esses pinos VCC (pólo positivo), **Trigger** (sinal de envio), **Echo** (sinal de recebimento) e GND (pólo negativo) (Thomsen, 2011).

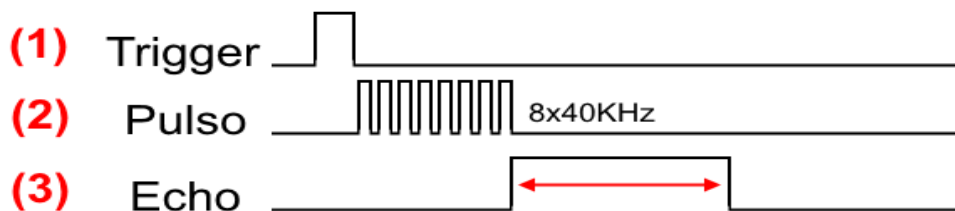
Figura 6 - Sensor ultrassônico, modelo HC-SR04.



Fonte: Filipeflop (2018).

Para iniciar o sensor, Thomsen afirma ser necessário alimentar o módulo e colocar o pino **Trigger** em nível alto por mais de $10\mu s$, depois disso, são enviados 8 pulsos de 40 KHz . Assim, o sensor emitirá uma onda sonora que, ao encontrar um obstáculo, rebaterá de volta em direção ao módulo. Durante o tempo de emissão e recebimento do sinal, o pino **Echo** ficará em nível alto. Veja a Figura 7 (Thomsen, 2011).

Figura 7 – funcionamento dos sinais no HC-SR04.



Fonte: Filipeflop (2018).

Sendo assim, Thomsen também afirma que o cálculo da distância pode ser feito de acordo com o tempo em que o pino **Echo** permaneceu em nível alto após o pino **Trigger** ter sido colocado em nível alto.

Logo a equação de cálculo da distância pode ser representada da seguinte maneira, conforme a equação 1:

$$\text{Distância} = \frac{(\text{Tempo Echo em nível alto} * \text{Velocidade do Som})}{2} \quad (1)$$

Tendo o som, velocidade idealmente igual a 340 m/s , o resultado é obtido em metros se considerado o tempo em segundos. Na fórmula, a divisão por 2 deve-se ao fato de que a onda é enviada e rebatida, ou seja, ela percorre 2 vezes a distância procurada (Thomsen, 2011).

Especificações do sensor:

- Alimentação: 5V DC;
- Corrente de Operação: 2mA;
- Ângulo de efeito: 15° ;
- Alcance: 2cm ~ 4m;
- Precisão: 3mm;

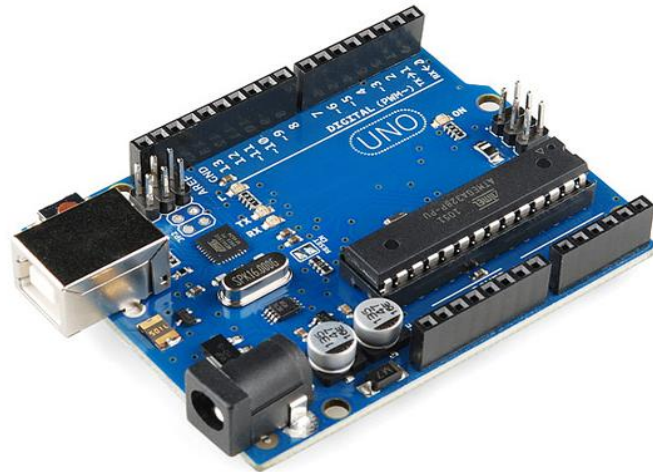
Para maiores detalhes sobre as características e funcionamento do sensor HC-SR04 consultar manual do fabricante (*datasheet*) simplificado, no anexo 1.

3.3 SURGIMENTO DO ARDUINO

Sobre o Arduino e sua história, Costa afirma que seu surgimento foi devido a necessidade que o professor Massimo Banzi da disciplina de *design* de interação passava com seus alunos. Ele precisava achar um jeito fácil e com bom custo-benefício para que seus alunos pudessem criar dispositivos eletrônicos que interagissem fisicamente de acordo com estímulos específicos. Isso foi por volta de 2002 em uma antiga escola de *design* na Itália, conhecida como *Interaction Design Institute Ivrea (IDII)*. Desde então o microcontrolador vem passando por várias revisões e aperfeiçoamentos, além de uma diversificação de modelos, da qual podemos citar exemplos como o Pro Mini, o Arduino Nano, o Arduino Lilypad, entre outros (Costa, 2019).

O microcontrolador estudado para o projeto do colete guia é o Arduino Uno R3, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – microcontrolador.



Fonte: Filipeflop (2018).

Especificações do Uno R3:

- Micro controlador: ATmega328;
- Tensão de Operação: 5V;
- Tensão de Entrada: 7-12V;
- Portas Digitais: 14 (6 podem ser usadas como PWM);
- Portas Analógicas: 6;
- Corrente Pinos I/O: 40mA;
- Corrente Pinos 3,3V: 50mA;
- Memória Flash: 32KB (0,5KB usado no bootloader);
- SRAM: 2KB;
- EEPROM: 1KB;
- Velocidade do Clock: 16MHz;

Para maiores informações sobre o microcontrolador Arduino Uno R3 consultar o manual do fabricante (*datasheet*) simplificado, no Anexo 2.

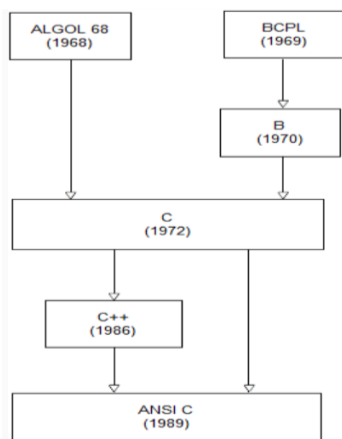
3.4 A LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C

O Arduino é uma plataforma *open-hardware* (componente de uso livre), que possui seu próprio ambiente de desenvolvimento baseado na linguagem de programação C. De acordo com Casavella a linguagem de programação C surgiu em 1972, para ser implementada a um computador modelo DEC PDP-11 por Dennis Ritchie no Bell Laboratories. Afirma que o nome da linguagem dada por “C” está ligado à sua derivação de outras duas linguagens, a Algol 68 e BCPL (Casavella, 2019).

A partir dos anos 80 a linguagem C já era a mais reconhecida e utilizada como uma linguagem com propósito geral, contando com vários tipos de compiladores e com grande exploração por diversos fabricantes do mundo da tecnologia da informação.

Devido a ampla utilização por vários desenvolvedores, isso ocasionou várias discrepâncias entre compiladores C semelhantes, gerando varias incompatibilidades. Logo, observou-se a necessidade de padronização que foi iniciada pela **ANSI (American National Standard Institute)**, no ano de 1983 com a sua conclusão em 1989, sofreu com uma revisão em 1999 do padrão adquirindo novas funcionalidades que ficou conhecida como C99. A imagem a seguir apresenta a origem e evolução da linguagem C.

Figura 9 – origem da linguagem C.



Fonte: Intellectuale (2019).

3.5 SOFTWARE PARA PROGRAMAR O ARDUINO

O Arduino IDE é um programa computacional multiplataforma desenvolvida em Java, uma linguagem computacional derivada dos projetos *Processing e Wiring*. Possui uma arquitetura e interface intuitiva o que facilita o entendimento e uso por pessoas leigas em programação computacional.

O programa é capaz de compilar, auxiliar com sintaxes além de identificar erros e problemas nas linhas de um algoritmo em construção (GOMES, 2016).

Observe a imagem a seguir com a interface do programa Arduino IDE.

Figura 10: Interface Arduino IDE.



```
col_guia_arduino | Arduino 1.8.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

col_guia_arduino
#include <Ultrasonic.h>

#define pino_trigger1 2
#define pino_trigger2 3
#define pino_trigger3 4
#define pino_trigger4 5

#define pino_echo1 6
#define pino_echo2 7
#define pino_echo3 8
#define pino_echo4 9

//Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
Ultrasonic ultrasonic1(pino_trigger1, pino_echo1);//sensor 1
Ultrasonic ultrasonic2(pino_trigger2, pino_echo2);//sensor 2
Ultrasonic ultrasonic3(pino_trigger3, pino_echo3);//sensor 3
Ultrasonic ultrasonic4(pino_trigger4, pino_echo4);//sensor 4

float s1;
float s2;
float s3;
float s4;

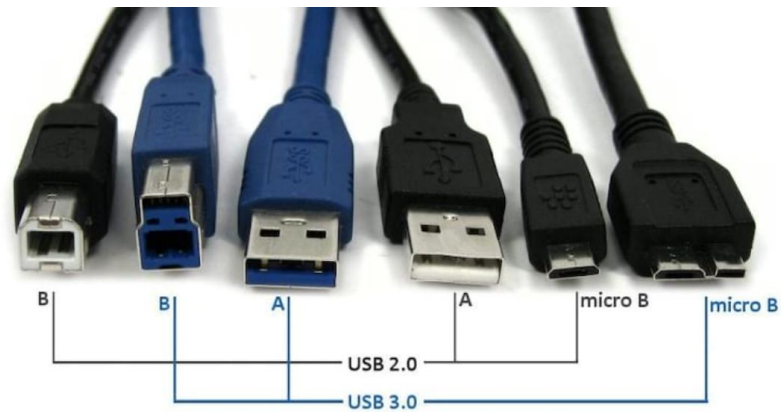
void setup()
{
  pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(11,OUTPUT);
  pinMode(12,OUTPUT);
  pinMode(13,OUTPUT);
}
```

Fonte: Própria autoria (2019).

A comunicação e transferência de dados entre a plataforma e o microcontrolador é feita via cabo **USB (Universal Serial Bus)**, os cabos **USB** se dividem em velocidades principais de 1.0, 2.0 e até o momento como a mais rápida 3.0 (Kinast, 2019).

A figura 11 representa os padrões mais encontrados de cabos **USB** atualmente, conforme suas velocidades e formatos.

Figura 11 – Padrões *USB*.



Fonte: Oficina da net (2019).

Além das variações em velocidade também possuem variados formatos de encaixe. O cabo utilizado para conectar o microcontrolador é do tipo A-B, onde um terminal é do padrão A e o outro terminal o padrão B, como podemos observar na figura a seguir.

Figura 12 – Cabo *USB* padrão A-B.



Fonte: DHgate (2019).

3.6 MOTORES ELÉTRICOS E O VIBRACALL

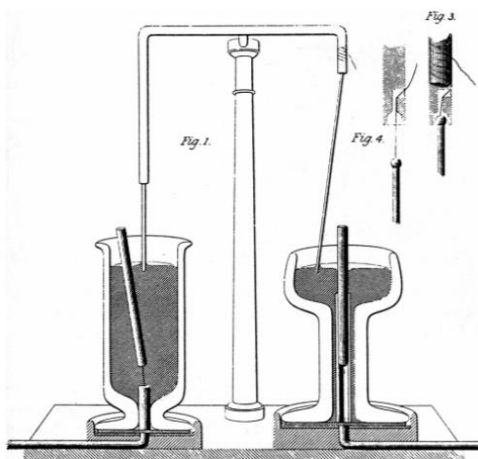
3.6.1 O MOTOR ELÉTRICO

A primeira experiência relacionando movimentos físicos pela utilização da eletricidade foi em 1820, um cientista dinamarquês chamado Hans Christian Oersted (1777-1851) descobriu a relação entre eletricidade e magnetismo, quando passando corrente elétrica por um fio condutor observou ao aproximar uma bússola que a agulha da mesma se movia alinhando-se perpendicularmente ao fio (Heymann, 2019).

Em seguida o físico André-Marie Ampere (1775-1836) começa a formular a lei do eletromagnetismo além de estudar outros casos da eletricidade. Nesse sentido também estava o inglês Michael Faraday (1791-1867) pesquisando a ligação entre o magnetismo e a eletricidade, que conseguiu demonstrar em 1822 o campo magnético circular. Além de criar o primeiro motor elétrico feito com mercúrio em duas taças, onde numa delas ele fixou uma barra magnetizada, verticalmente, e na outra tinha outro magneto frouxo. As taças eram desenhadas de modo que tinha fios saindo do fundo. Quando na primeira taça o fio elétrico pendurado a cima tocava o mercúrio começava a girar em volta do ímã. A outra taça com o fio frouxo, ao ligar à corrente o magneto girava em volta do fio central (Heymann, 2019).

Na figura 13 observa-se o primeiro motor elétrico fruto da experiência de Faraday.

Figura 13 – Primeiro motor elétrico.



Fonte: Unicamp (2019).

Em seguida, começaram a crescer as pesquisas e estudos sobre o assunto, onde vários cientistas e pesquisadores puderam descobrir e criar diversos fenômenos eletromagnéticos até então impensáveis, são dentre esses importantes indivíduos o engenheiro eletricista Zénobe Théophile Gramme, o físico e engenheiro Nikola Tesla, entre outros (Heymann, 2019).

3.6.2 O *VIBRACALL* E SEU USO NO COLETE

O *vibracall* foi uma invenção da Motorola na década de 1980, com o intuito de alertar e notificar o usuário de um aparelho celular dessa marca sobre mensagens e ligações recebidas, o recurso se tornou uma excelente ideia que acabou se espalhando rapidamente e hoje está presente em diversos aparelhos, principalmente nos *smartphones* (Atilio, 2018).

Por meio de pequenos motores elétricos, os mecanismos conhecidos como *vibracalls* são configurados com peças conhecidas de meia lua, quando acionados geram a sensação de vibração pelo fato de ter seu centro de giro levemente descentralizado do centro do eixo rotor do motor. Observe a Figura 14.

Figura 14 - Motores para vibração (*vibracalls*).



Fonte: Maxcelltelecom (2018).

Especificações técnicas dos motores vibratórios:

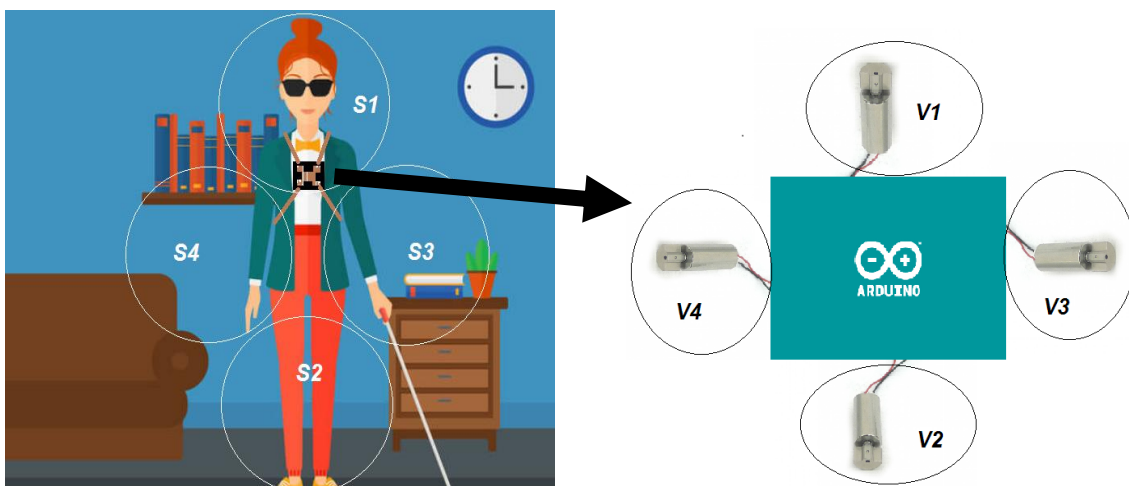
- Tensão de Operação: 1,5-3,0V;
- Corrente de trabalho: 0,02-0,05A;
- Dimensões do motor (CxL): 12,5 x 5 mm;

A escolha em transmitir os dados e informações para o usuário, deficiente visual por meio de vibrações, se dá pelo fato de que a inexistência ou dificuldade na visão torna os outros sentidos como a audição e o tato super valorizados e aperfeiçoados para auxiliar o indivíduo na locomoção, então de maneira alguma o colete deve inibir ou alterar o funcionamento destes receptores sensoriais naturais. Assim, a vibração torna-se uma espécie de receptor extra, que informa e monitora o ambiente próximo, ou seja, uma maneira diferente de sentir o exterior e seus perigos e barreiras, evitando qualquer tipo de evento indesejável.

3.7 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE O FUNCIONAMENTO DO COLETE

Os indicativos de vibração funcionam de acordo com o tipo de obstáculo, que se caracterizam da seguinte forma. Observe a ilustração na Figura 15:

Figura 15 - Relação entre os sensores e os *vibracalls*.



Fonte: Multcomercial (2018).

O V1 (*Vibracall* 1) estará respondendo aos parâmetros calculados pelo micro controlador, de acordo com as informações transmitidas pelo S1 (sensor 1), sendo assim, V1 vibra quando o S1 indicar presença, e os intervalos de vibrações variam de acordo com a distância a qual se encontra o obstáculo, ou seja, quanto mais perto do indivíduo o objeto se encontrar menor será o intervalo das vibrações, estando o empecilho muito próximo a ponto de oferecer risco a segurança do civil, o *vibracall* ficara constantemente vibrando, sem intervalos. Assim sendo respectivamente para os demais componentes, V2 (*Vibracall* 2) estará respondendo aos parâmetros calculados pelo microcontrolador de acordo com as informações transmitidas pelo S2 (sensor 2), logo, V2 vibra quando o S2 indicar presença. V3 (*Vibracall* 3) estará respondendo aos parâmetros calculados pelo microcontrolador de acordo com as informações do S3 (sensor 3), e V4 (*Vibracall* 4) respondendo aos parâmetros calculados pelo microcontrolador de acordo com as informações transmitidas pelo S4 (sensor 4).

Essa configuração de sensores e *vibracalls* permite ao usuário identificar as dimensões e perigos desses obstáculos, por exemplo: se em uma situação temos todos os *vibracalls* ativos, isso indica um obstáculo de grande dimensão, o qual não possibilita mobilidade ao indivíduo obrigando o mesmo a fazer a volta, provavelmente se trata de uma parede ou uma porta fechada, ou seja, toda sua região frontal estará obstruída.

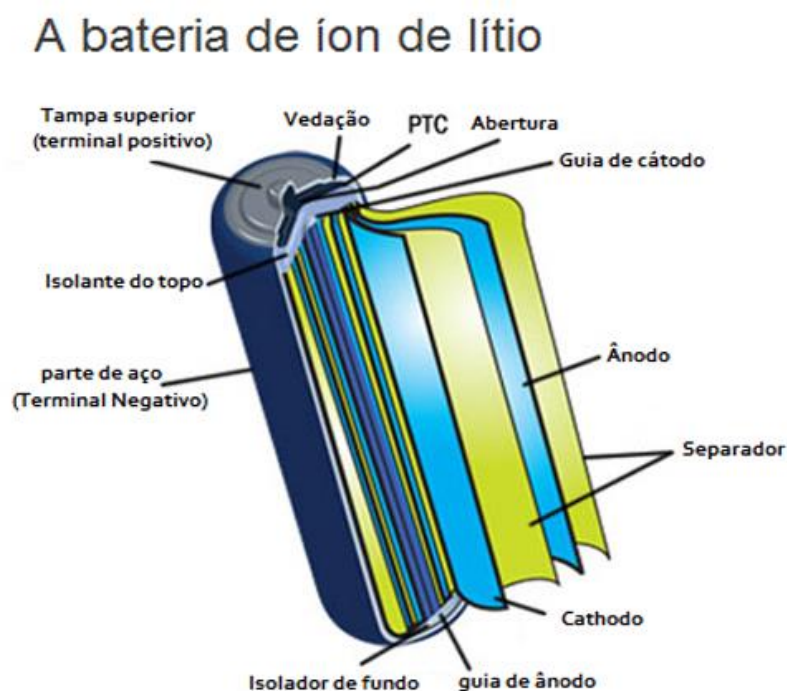
Se temos apenas o V3 (lado esquerdo) acionado, basta ele andar um pouco para a sua direita, assim desviando do obstáculo, e sem precisar parar, pôs como ele é informado antes de estar muito próximo do obstáculo consegue fazer essa manobra sem sustos. Isso serve para as demais direções.

Outro exemplo é, se temos o V2, V3 e V4 ativos, significa obstáculo partindo do chão até a linha da cintura. Provavelmente um balcão, sofá, cadeira, etc. Se temos somente V3 e V4 acionados, temos um empecilho apenas na linha da cintura. E se somente em V1 acionado, temos uma provável colisão com a cabeça ou rosto. Se somente V3 e V4, possível passagem por uma porta ou entre dos obstáculos, mas com possibilidade de continuar adiante sem grandes riscos de se machucar. Provavelmente duas pessoas acabaram de passar ao seu lado. Dentre outras possibilidades ainda sobre análise.

3.8 CARACTERÍSTICAS DA BATERIA DE ÍON DE LÍTIO

A alimentação do equipamento, por se tratar de um aparelho portátil, será via baterias de lítio, de acordo com a Figura 16, já que é o mais utilizado para equipamentos eletrônicos portáteis, pode ser recarregada, apresenta uma boa eficiência junto a esse conjunto de componentes, além de um bom preço para aquisição. Nessas baterias, é possível armazenar uma grande quantidade de energia sendo pequenas e leves, se fosse utilizar outros tipos de bateria, como por exemplo, bateria de hidreto metálico de níquel ou bateria de níquel cádmio, para armazenarmos uma determinada quantidade de energia, teríamos baterias com o tamanho e peso duas ou até mesmo três vezes maiores que as baterias de íons de lítio.

Figura 16 – Bateria de íon de lítio.



Fonte: Blog BB baterias (2018).

A maior vantagem, afirma Clemente desse tipo de bateria é o fato delas não possuírem o efeito memória, popularmente conhecido como o vício da bateria. Isso possibilita carregar

apenas uma parte da bateria quando se desejar e também não é preciso esperar que ela se descarregue totalmente para então recarregá-la, como acontece nos outros tipos de bateria. Devido a essa característica que facilita a vida do usuário, ela não requer tanta atenção quanto ao processo de carga e descarga, mas isso também não significa que esses processos devem ser feitos de qualquer maneira, afinal de contas as baterias são os componentes que garantem a portabilidade dos aparelhos eletrônicos (Clemente, 2018).

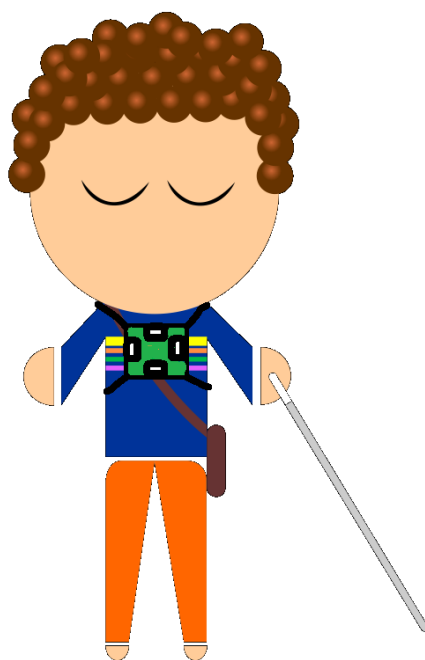
Pode se afirmar basicamente que existem dois estágios para a carga das baterias de íons de lítio, a carga rápida e a carga completa. A carga rápida compreende a fase inicial, cerca de 70% a 80% da carga total da bateria e ela recebe este nome pois é a fase mais rápida do processo de carga. Já o segundo estágio é o momento em que se finaliza o processo, é a fase mais demorada mas também é a fase mais importante, pois é neste momento em que ocorre um aumento significativo na autonomia da bateria. Nesta fase se torna mais difícil para os íons se prenderem nos átomos de Lítio, este é um dos motivos responsáveis pela demora da recarga quando esta se encontra em sua fase final e também o motivo de representar o aumento na autonomia da bateria, pois o desprendimento dos íons dos eletrodos é mais lento uma vez que eles se tornam mais estáveis. Segue-se a linha de raciocínio em que quanto menor for a facilidade de carga, mais energia armazenará, é como se fosse uma boia que quando está quase cheia cada sopro parece se tornar menos efetivo. Um dos cuidados que se deve tomar é não deixar que ela se descarregue totalmente pois podem se tornar inutilizáveis (Clemente, 2018).

4 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

4.1 OBSERVAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo é composto pelos periféricos citados anteriormente no capítulo 3, de acordo com os princípios de funcionamento do protótipo, os componentes foram organizados e testados de maneira ilustrativa e imaginativa usando conhecimentos técnicos teóricos e práticos de maneira que corroborassem com os objetivos e resultados esperados. A Figura 17 mostra a posição e local onde o colete se localiza.

Figura 17 – Esboço de indivíduo com o colete.



Fonte: UFSCar (2018).

A Tabela 2 apresenta os componentes utilizados na construção do protótipo, relação de valores médio para aquisição buscados em diversos sites da internet e o valor total, incluindo os valores de insumos para construir o colete separado dos componentes elétricos.

Tabela 2 – componentes utilizados.

Tipo de componente	Quantidade	Valor unitário (reais)	Valor total (reais)
Microcontrolador	1	36,35	36,35
Sensor ultrassônico	4	11,00	44,00
Motores de vibração	4	10,00	40,00
Transistor	4	0,40	1,60
Bateria	1	119,00	119,00
Resistor	8	0,07	0,56
Insumos para o colete	1	60,00	60,00
		Valor total(reais)	301,51

Fonte: Própria autoria (2019).

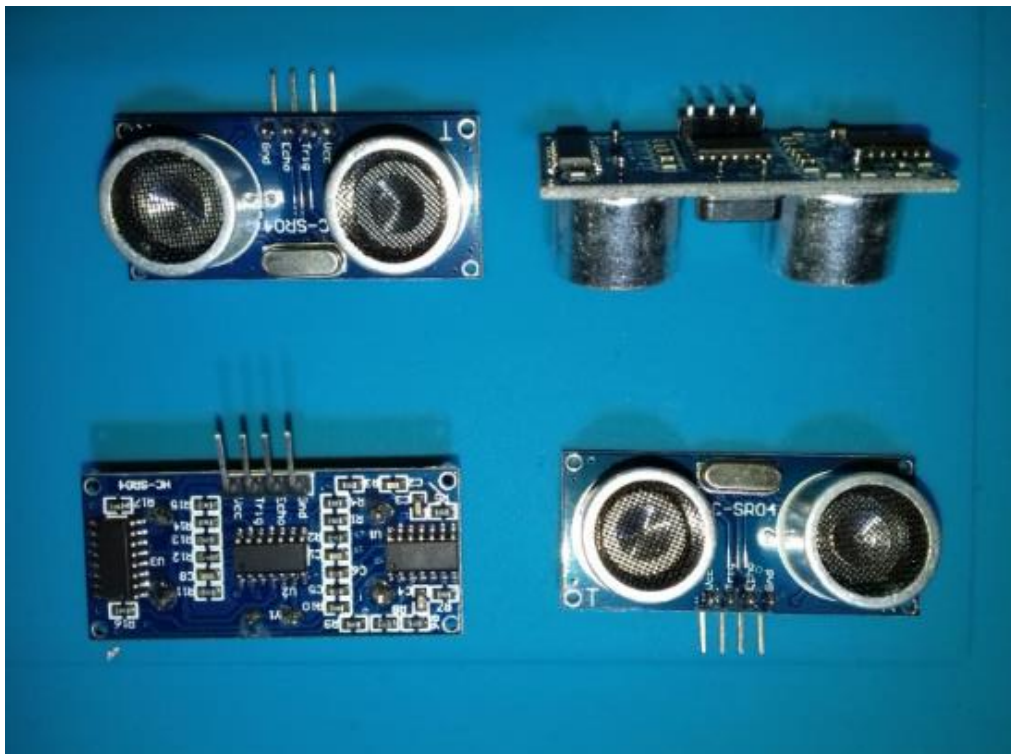
Dos componentes utilizados para testes práticos temos eles organizados por ordem de maior importância, sem desmerecer os demais componentes que também são essenciais para o conjunto total do projeto. Sendo eles representados nas figuras 18, 19, 20, 21 e 22 a seguir.

Figura 18 – Microcontrolador (Arduino UNO), vista superior.



Fonte: Própria autoria (2019).

Figura 19 – Sensores de ultrassom.



Fonte: Própria autoria (2019).

Figura 20 – Motores de vibração (*Vibracalls*).



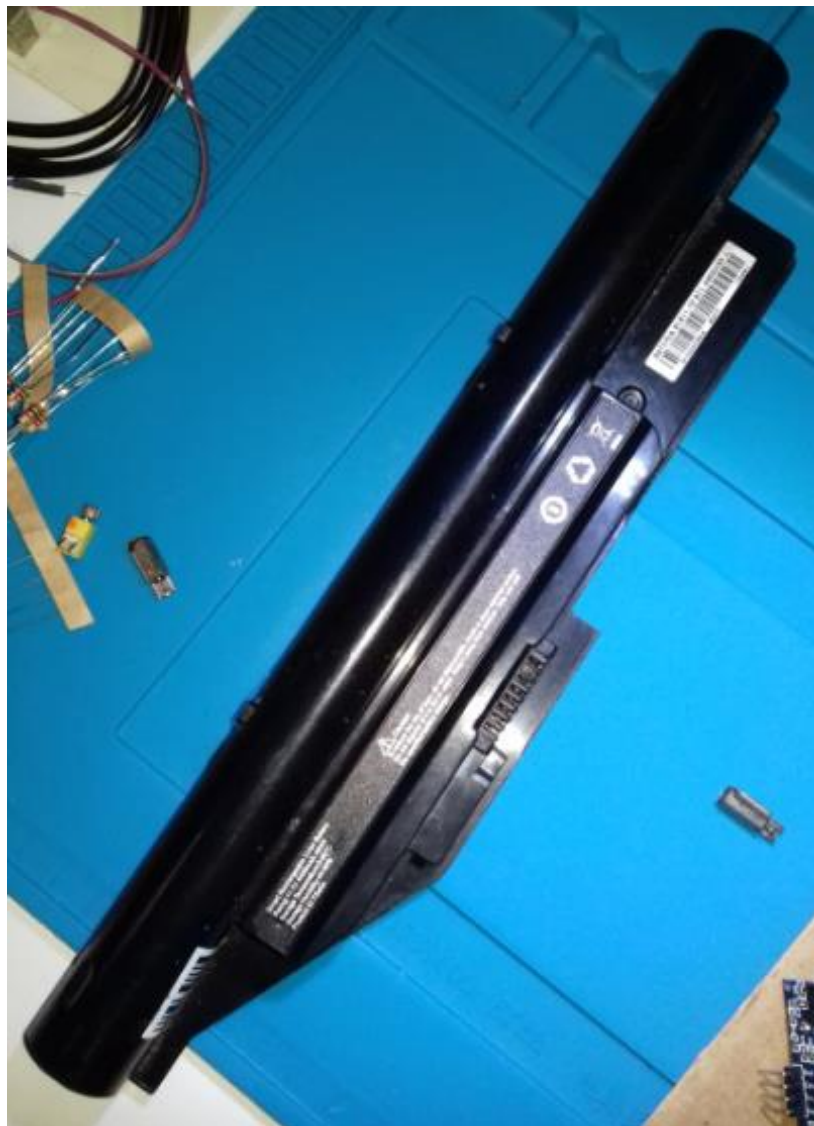
Fonte: Própria autoria (2019).

Figura 21 – Motor de vibração (*Vibracall*).



Fonte: Própria autoria (2019).

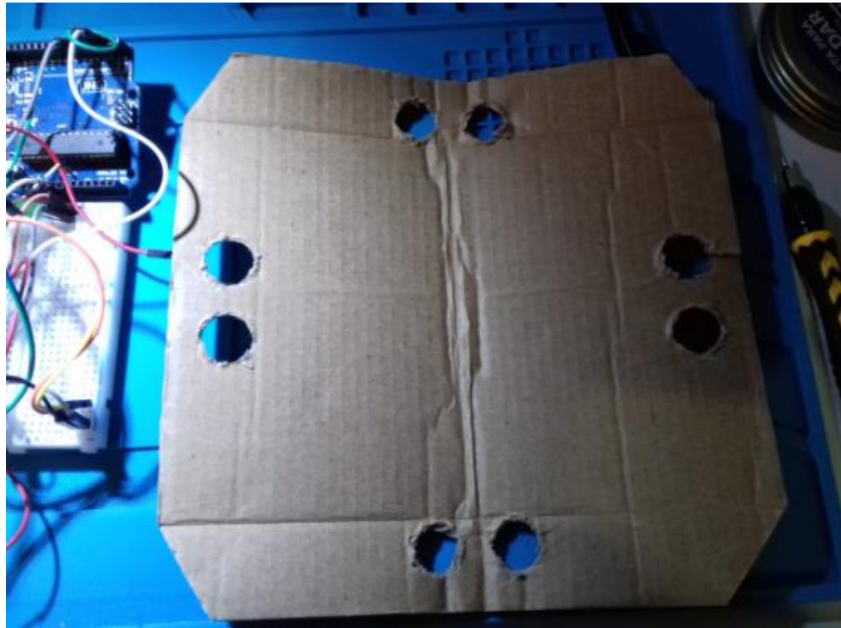
Figura 22 – Bateria lítio 12 volts.



Fonte: Própria autoria (2019).

O colete foi moldado em um material composto de papelão, com alças de tecido, de acordo com a Figura 23 e a Figura 24. Assim, foi possível montar os componentes para os teste iniciais.

Figura 23 – Colete de papelão.



Fonte: Própria autoria (2019).

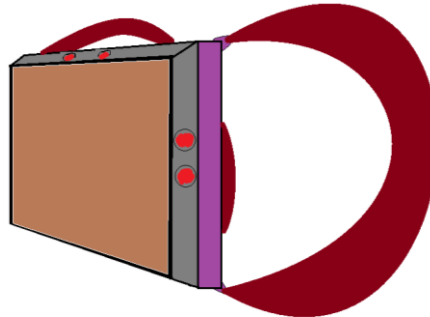
Figura 24 – Colete de papelão.



Fonte: Própria autoria (2019).

A ilustração representada na Figura 25, demonstra um breve esboço do formato do colete e sua dimensão visual.

Figura 25 – Esboço do colete.



Fonte: Própria autoria (2019).

A escolha da linguagem de programação em C, por partes é intrínseca ao microcontrolador, é uma das mais usadas para programação em geral, e também de fácil compreensão. Além de toda essa flexibilidade, em C pode se gerar programas extremamente rápidos em tempo de execução, com uma sintaxe simples e poderosa, e instruções de alto nível.

O algoritmo desenvolvido para testes dos sensores ultrassônicos está apresentado no apêndice A. Esse algoritmo possibilita a leitura dos dados do sensor ultrassônico, e junto ao microcontrolador, concluem o próximo passo para informar o usuário. Nesse código está sendo utilizado um **LED** (diodo emissor de luz), no lugar dos motores, pôs facilita a visualização e estudo para testes. Sendo assim, a lâmpada responde aos sinais do controlador de acordo com as informações do sensor, piscando na presença de obstáculos, e o intervalo entre piscadas diminui quanto menor a distância do indivíduo ao obstáculo, até que, ao alcançar uma distância delimitada com risco de colisão, ficará continuamente ligada. Tudo para facilitar a análise, e após confirmação de parâmetros de segurança, serão substituídos pelos motores correspondente a ideia do projeto e readequados para o sistema.

O algoritmo computacional elaborado seguiu os mesmos parâmetros e especificações atribuídas ainda no capítulo 3 nos principais de funcionamento. O código está apresentado no apêndice B.

Todos esses componentes em conjunto permitiram um colete capaz de responder de acordo com os planos e objetivos dados e apresentados nesse projeto.

O colete guia para deficientes visuais tem a proposta de apresentar uma solução para os deficientes visuais por meio da tecnologia, visando um bom custo de aquisição. A figura 26 e 27 representam o colete já confeccionado e em uso.

Figura 26 – Colete confeccionado.



Fonte: Própria autoria (2019).

Figura 27 – Colete confeccionado em uso.



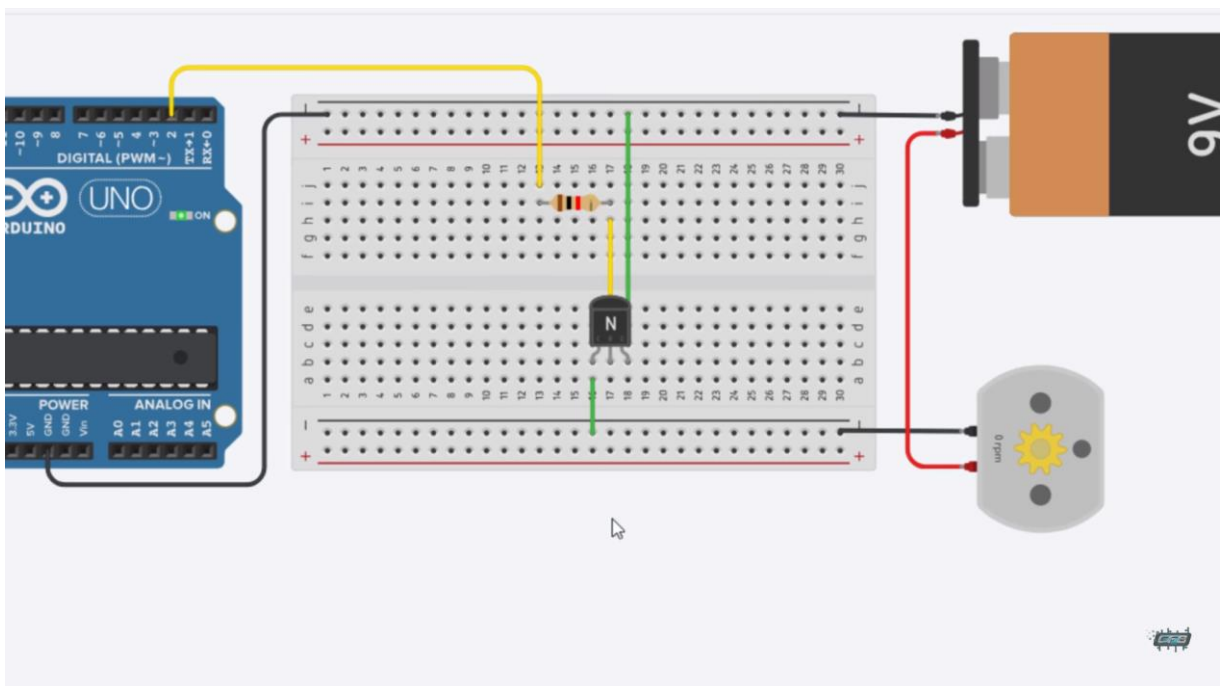
Fonte: Própria autoria (2019).

4.2 DRIVER DE PROTEÇÃO PARA O ARDUINO

Componentes eletrônicos foram adicionados para fazer com que o conjunto funcione adequadamente em um todo. Foi necessário elebarar um circuito em paralelo com o arduino devido aos motores que possuem cargas indutivas, que em primeiro momento seriam colocados em série com o Arduino, porém essa configuração poderia causar danos as portas digitais do microcontrolador. Assim, foi projetado um circuito composto por resistores e transistores.

Temos a presença de resistores para limitar a tensão de funcionamento dos motores vibratórios que possuem tensão de funcionamento de 2 volts. E para a proteção do Arduino temos o acionamento dos motores por meio de transistores que fazem o chaveamento para que os motores funcionem de acordo com os sinais de comando do microcontrolador, assim o Arduino fica isolado do risco de danos pelas cargas indutivas dos motores. Por exemplo, com o microcontrolador em funcionamento, os sensores ultrassônicos emitiram sinais que correspondem ao campo de leitura espacial, esses sinais acionam os transistores que permitiram ou não o acionamento dos *vibracalls*. Veja na figura 28, uma simulação do driver e suas ligações.

Figura 28– Circuito de proteção do microcontrolador.



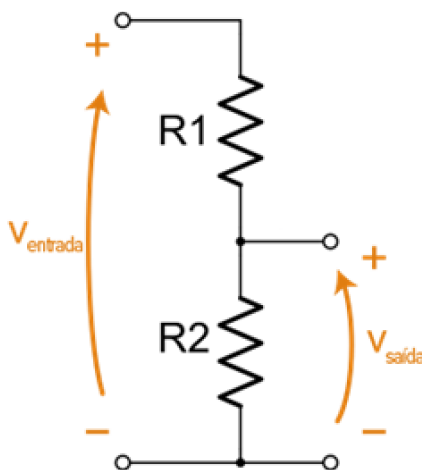
Fonte: cfbcursos (2019).

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES ELÉTRICOS UTILIZADOS

Sobre os resistores, Júnior afirma que são dispositivos elétricos com a finalidade básica de transformar energia elétrica em calor ou mudar o valor de ddp (diferencial de potência), por meio de resistência à passagem de corrente elétrica. Servem para limitar a passagem de corrente elétrica o que nos permite diminuir a tensão de um sistema quando usados em conjunto. Assim criando as condições ideais de funcionamento dos periféricos para o projeto (Júnior, 2019).

Os valores dos resistores foram selecionados para que permitissem a presença de uma tensão de 2 volts para alimentação dos motores, isso é possível utilizando o cálculo de divisão de tensão com os resistores alocados da seguinte maneira:

Figura 29 - Resistores em série.



Fonte: pt.khanacademy.org. (2016)

A tensão de entrada $V_{entrada}$ é aplicada às partes superior e inferior dos resistores em série, e a tensão de saída V_{saida} é a medida do nó central até a parte inferior do resistor R2.

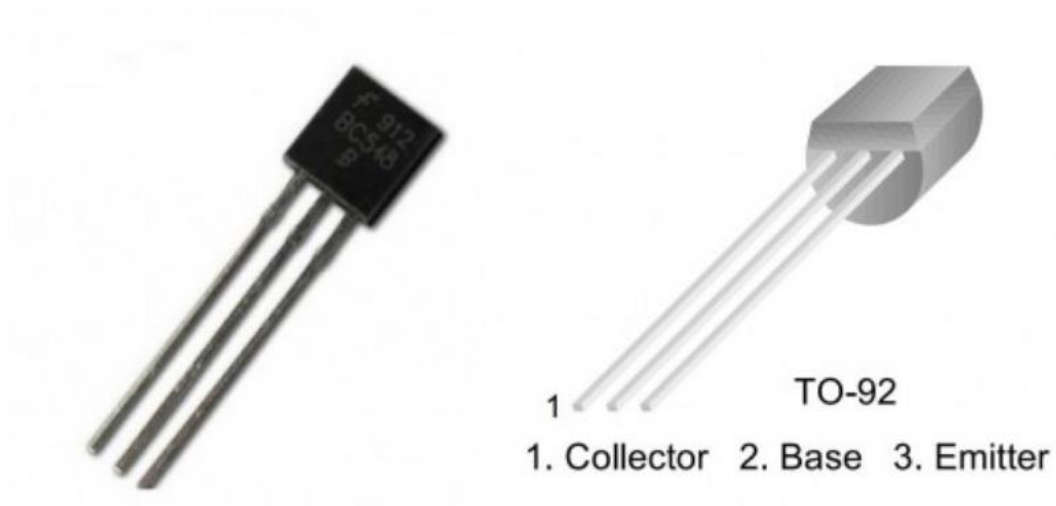
Sabendo que nossa fonte geradora é uma bateria de 12 volts, tem-se a seguinte equação 2, elaborada por McAllister (2016) com fundamentos na eletricidade e leis de ohm:

$$v_{out} = v_{in} \frac{R2}{R1 + R2} \quad (2)$$

Temos então: $V_{out} = 2 \text{ volts}$, $V_{in} = 12 \text{ volts}$, $R1 = 5Kohms$ e $R2 = 1Kohms$.

Os transistores são responsáveis por isolar e proteger o microcontrolador das cargas indutivas dos motores, por meio de sua função de chaveamento. De acordo com Helerbrock, os transistores possuem duas funções básicas, uma de amplificar correntes elétricas e a outra de impedir a passagem de corrente elétrica em um circuito (Helerbrock, 2019).

Figura 30 – Transistor.



Fonte: Fairchild semiconductor (2019).

Como podemos observar na Figura 30, temos o transistor de código BC548 do tipo NPN, com as seguintes características representadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Especificações do transistor.

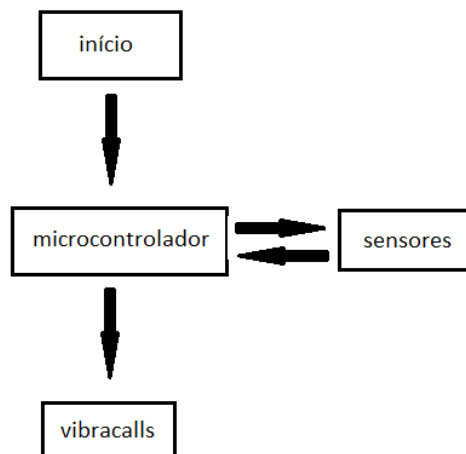
Símbolos	Parâmetros	Valor	Unidades
V_{ce0}	Tensão Coletor Emissor	30	V
V_{ces}	Tensão Coletor Base	30	V
V_{ebo}	Tensão Emissor Base	5.0	V
I_c	Corrente de Coletor	100	mA
T_j, T_{stg}	Range de Temperatura de Armazenagem e Operação	-55 para +150	°C

Fonte: Fairchild semiconductor (2019).

4.2.2 DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES E SUAS LIGAÇÕES

O diagrama de blocos a seguir representado pela Figura 31, demonstra os passos do sistema e seu funcionamento.

Figura 31 – Diagrama de blocos.

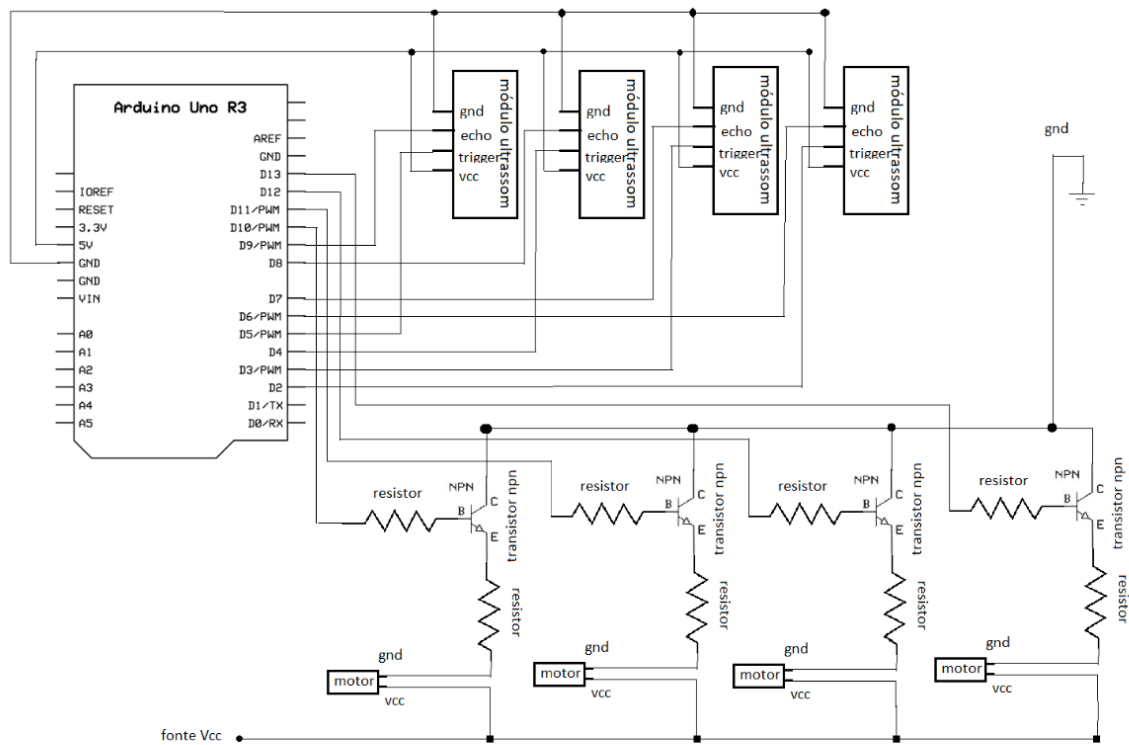


Fonte: Própria autoria (2019).

O diagrama do circuito elétrico dos componentes e suas ligações estão apresentadas na Figura 32.

Temos a alimentação dos motores em paralelo com o circuito do microcontrolador, assim conseguimos proteger o microcontrolador das oscilações e ruídos indutivos causados pelos motores.

Figura 32 – Diagrama elétrico.



Fonte: Própria autoria (2019).

De acordo com o Instituto Íris, Freitas afirma que um cão guia pode custar até R\$ 35.000,00 e que no Brasil existem apenas 150 deles, com um tempo de espera de até 3 anos para os afortunados (Freitas, 2018).

Infelizmente muitas das soluções existentes ou são inacessíveis ou caras de mais, veja a simples comparação de custos na Tabela 4.

Tabela 4 – comparativo de valores para soluções.

Tipo de solução	Custo (reais)
Bengala	86,00
Cão-guia	35.000,00
Colete	301,51

Fonte: Própria autoria (2019).

Embora o microcontrolador e seus periféricos tenham sido dimensionados corretamente, e apresentando um funcionamento correto, pode se observar um pequeno *delay*, um tempo de atraso entre a entrada e saída no processo que se aproxima de 1 segundo. Sendo assim o microcontrolador apesar de conseguir suportar e funcionar de acordo com o exigido pelo projeto, ele não satisfaz por completo a ideia inicial do trabalho, ao que se desejava um *delay* menor do que 1 segundo, para que a interação homem máquina se torna-se mais síncrono e instantâneo, esse pequeno atraso ocorre pelo tempo intrínseco que o processador leva para ler os sinais, calcular e responder aos periféricos. Logo podemos considerar a ideia de melhorias e futuros projetos que utilizem estratégias diferentes e até mesmo outros microcontroladores.

5 CONCLUSÃO

Com o intuito de servir aos deficientes visuais, este trabalho foi desenvolvido como alternativa para falta de visão e para as demais ideias com o mesmo objetivo, e também provar que é viável a elaboração de um projeto desses em prol dos deficientes visuais de maneira simples e eficaz. Os componentes e bases para o funcionamento do CGPDV foram escolhidos visando menor custo de produção para que não perdesse o foco na questão de acessibilidade.

De acordo com os testes, pode se observar alguns possíveis ajustes e uma pequena margem de erro o que mesmo assim ainda o torna um excelente projeto que pode sim sofrer mais alterações e melhorias sem perder o foco principal que é o custo e acessibilidade. Porém, pode se afirmar que com o sucesso na finalização do projeto e seu perfeito funcionamento, os deficientes visuais poderão se beneficiar quanto a segurança, conforto, eficiência e melhorias na qualidade de vida em geral.

Dos custos do projeto, foram gastos R\$ 301,51 em componentes e insumos para a construção do colete, um valor muito baixo se comparado a um cão-guia que custa R\$ 35.000,00 e um excelente custo-benefício se comparado a bengalas, calçadas e outras soluções. Tendo em vista que esse foi o valor de um protótipo podemos ter a projeção de um produto final muito mais barato e acessível quando fabricado em grandes escalas.

Outra observação foi o fato de o microcontrolador apresentar um pequeno *delay*, o que sugere futuras melhorias para o protótipo, principalmente na substituição do microcontrolador por outras marcas e modelos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acessibilidade Brasil, Elizabet Dias de Sá. **Inclusão dos deficientes visuais ainda é desafio.** Disponível em: <www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/noticias/382-inclusao-dos-deficientes-visuais-ainda-e-desafio>. Acesso em: 13 de abril de 2019, 10:15:00.

Ampudia, Ricardo. **O que é deficiência visual.** Disponível em: <www.novaescola.org.br/conteudo/270/deficiencia-visual-inclusao>. Acesso em: 12 de abril de 2019, 21:18:00.

Atilio, Dan. **Como surgiu a vibração nos celulares (VibraCall)?**. Disponível em: <<https://terminaldeinformacao.com/2018/02/01/como-surgiu-vibracao-nos-celulares-vibracall/>>. Acesso em 22 de julho de 2019.

Cartilha do Censo 2010. **Pessoas com Deficiência.** Disponível em: <www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>. Acesso em: 13 de abril de 2019, 09:14:00.

Casavella, Eduardo. **Breve história da linguagem C.** Disponível em: <<http://linguagemc.com.br/breve-historia-da-linguagem-c/>>. Acesso em: 19 de maio de 2019, 21:15:00.

Clemente, Isaac. **Bateria de Íons de Lítio.** Disponível em: <www.infoescola.com/eletricidade/bateria-de-ions-de-litio/>. Acesso em: 02 de julho de 2018, 14:00:00.

Costa, Fabio. **História do Arduino - como surgiu esta incrível plataforma de prototipagem eletrônica.** Disponível em: <<https://eletronicapratica.com/historia-do-arduino/>>. Acesso em 03 de julho de 2019, 15:20:00.

Dra. Aparecida Haddad, Maria. **Deficiência visual, entrevista por Drauzio Varella.** Disponível em: <www.drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/deficiencia-visual/>. Acesso em: 14 de abril de 2019, 19:15:00.

Estadão, Hyndara Freitas. **Brasil tem 6 milhões de pessoas com deficiência visual, mas apenas 160 cães-guia.** Disponível em: <www.emais.estadao.com.br/noticias/comportamento,brasil-tem-6-milhoes-de-pessoas-com-deficiencia-visual-mas-apenas-160-caes-guia,10000094416>. Acesso em: 11 de abril de 2019, 11:24:00.

Freitas, Fernando. **Estatísticas da deficiência visual.** Disponível em: <www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual>. Acesso em: 01 de julho de 2018, 15:30:00.

Freitas, Fernando. **8 curiosidades sobre o cão guia.** Disponível em: <www.fundacaodorina.org.br/blog/8-curiosidades-sobre-o-cao-guia/>. Acesso em: 02 de julho de 2019, 09:30:00.

GOMES, Tássio José Gonçalves. **INTRODUÇÃO A PLATAFORMA ARDUINO.** 2016. Disponível em: <<https://tassiogoncalves.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Minicurso-de-Introdução-a-Plataforma-Arduino-2016.pdf>>. Acesso em: 02 de maio 2019, 14:00:00.

Helerbrock, Rafael. **"Transistor"; Brasil Escola.** Disponível em <www.brasilecola.uol.com.br/fisica/transistor.htm>. Acesso em: 25 de maio de 2019, 12:10:00.

Heymann, Gisela. **O motor elétrico.** Disponível em < <https://super.abril.com.br/ciencia/o-motor-eletrico/>>. Acesso em: 07 de março de 2019, 18:15:00.

Júnior, Joab Silas Da Silva. **"O que são resistores?"**; *Brasil Escola*. Disponível em <www.brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-resistores.htm>. Acesso em 21 de maio de 2019, 12:00:00.

Kinast, Priscilla. **Quais os tipos de cabos USB e qual deles usar?**. Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/hardware/24810-quais-os-tipos-de-cabos-usb-e-qual-deles-usar>>. Acesso em 05 de junho de 2019, 14:35:00.

McAllister, Willy. **Divisor de tensão**. Disponível em: <www.pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-voltage-divider>. Acesso em 18 de maio de 2019, 14:05:00.

Nações Unidas Brasil. **OMS afirma que existem 39 milhões de cegos no mundo**. Disponível em: <www.nacoesunidas.org/oms-afirma-que-existem-39-milhoes-de-cegos-no-mundo/>. Acesso em: 15 de abril de 2019, 13:45:00.

Quem Inova. **Roupa inovadora promete ser solução para pessoas com problemas visuais**. Disponível em: <www.queminova.catracalivre.com.br/inventa/roupa-inovadora-promete-ser-solucao-para-pessoas-com-problemas-visuais/>. Acesso em: 02 de abril de 2019, 13:27:00.

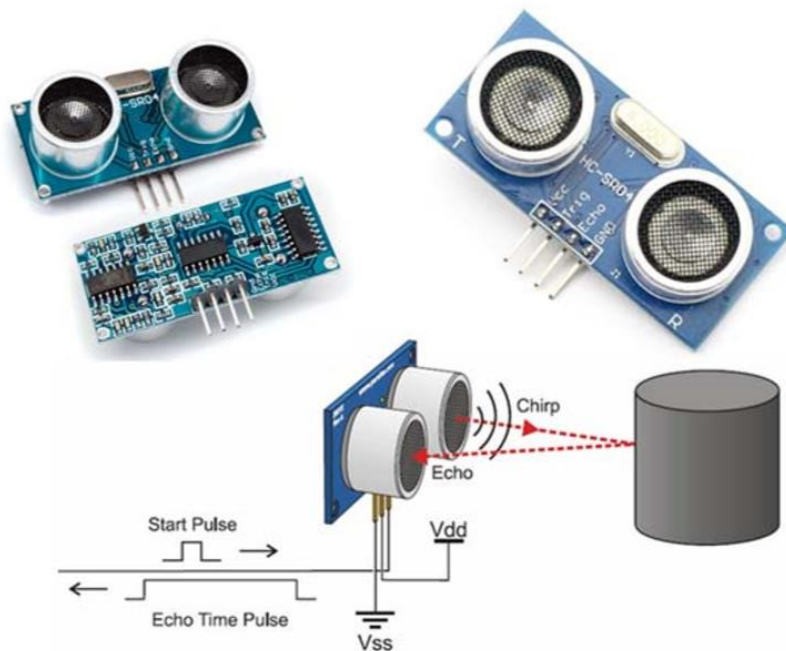
Revista Galileu. **Colete com GPS ajuda a guiar deficientes visuais**. Disponível em: <www.revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI227419-17770,00-COLETE+COM+GPS+AJUDA+A+GUIAR+DEFICIENTES+VISUAIS.html>. Acesso em: 21 de janeiro de 2019, 15:42:00.

Thomsen, Adilson. **Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino**. Disponível em: <www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>. Acesso em: 01 de julho de 2018, 18:00:00.

Anexo 1:



HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module



User Guide: Ultrasonic Sensor V1.0

Table of Contents

1.0 Introduction:	3
2.0: Module Specification	3
2.1: Sensor Element Construction.....	4
3.0: Ultrasonic Real Application	4
3.1 Car Parking Reverse Sensors	4
3.2: Liquid Level Detection.....	4
4.0: Pins Assignment and Dimension	5
4.1 Pin Assignment.....	5
4.2 Mechanical Dimension.....	5
4.3 Timing Diagram	6
5.0:HandsOn Technology Products Quality Commitments	7
5.1WARRANTY.....	7

1.0 Introduction:

Ultrasonic is an excellent way of figuring out what's in the immediate vicinity of your Arduino. The basics of using ultrasound are like this: you shoot out a sound, wait to hear its echo back, and if you have your timing right, you'll know if anything is out there and how far away it is. This is called echolocation and it's how bats and dolphins find objects in the dark and underwater, though they use lower frequencies than you can use with your Arduino. Figure-1 shows the working principle of ultrasonic ranging concept.

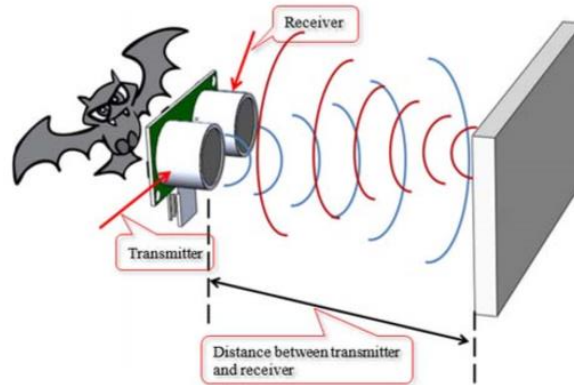


Figure-1

HC-SR04 Ultrasonic Sensor is a very affordable proximity/distance sensor that has been used mainly for object avoidance in various robotics projects. It has also been used in turret applications, water level sensing, and even as a parking sensor.

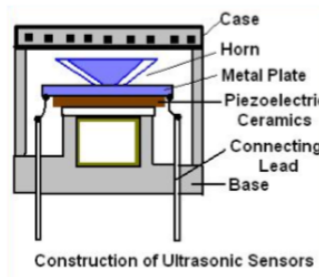
This module is the second generation of the popular HC-SR04 Low Cost Ultrasonic Sensor. Unlike the first generation HC-SR04 that can only operate between 4.8V~5V DC, this new version has wider input voltage range, allow it to work with controller operates on 3.3V. HC-SR04 ultrasonic sensor provides a very low-cost and easy method of distance measurement. It measures distance using sonar, an ultrasonic (well above human hearing) pulse (~40KHz) is transmitted from the unit and distance-to-target is determined by measuring the time required for the echo return. This sensor offers excellent range accuracy and stable readings in an easy-to-use package. An on board 2.54mm pitch pin header allows the sensor to be plugged into a solderless breadboard for easy prototyping.

2.0: Module Specification

Electrical Parameters	Value
Operating Voltage	3.3Vdc ~ 5Vdc
Quiescent Current	<2mA
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHz
Operating Range	2cm ~ 400cm (1in ~ 13ft)
Sensitivity	-65dB min
Sound Pressure	112dB
Effective Angle	15°
Connector	4-pins header with 2.54mm pitch
Dimension	45mm x 20mm x 15mm
Weight	9g

2.1: Sensor Element Construction

Piezoelectric crystals are used for sensor elements. Piezoelectric crystals will oscillate at high frequencies when electric energy is applied to it. The Piezoelectric crystals will generate electrical signal when ultrasound wave hit the sensor surface in reverse.



3.0: Ultrasonic Real Application

3.1 Car Parking Reverse Sensors

The main purpose is the distance range detection, which is widely used parking sensor for car. The sensor is used for calculating the distance, or direction of an object from the time it takes for a soundwave to travel to the object and echo back. The effective detective range is 0.3m ~ 3.0m. Refer to Figure-2.

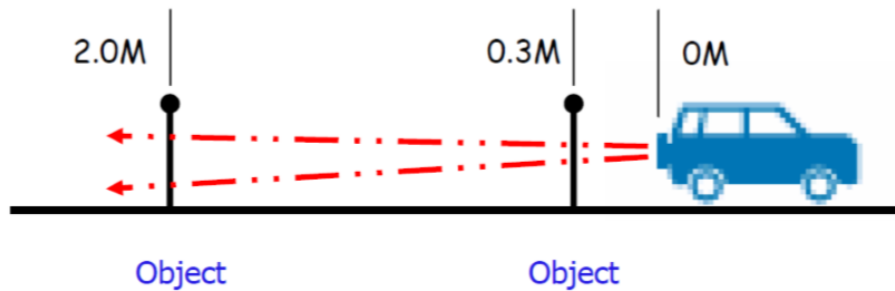


Figure-2.

3.2: Liquid Level Detection

Ultrasonic sensors are widely used for liquid level detection. In such cases, place a pipe on top of the sensor head as shown Figure-3. By detecting the liquid level inside the pipe, a wavy surface or bubbles which can disturb stable reading can be prevented.

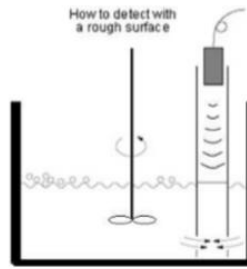
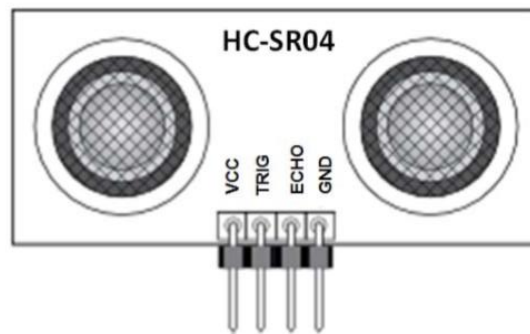


Figure-3.

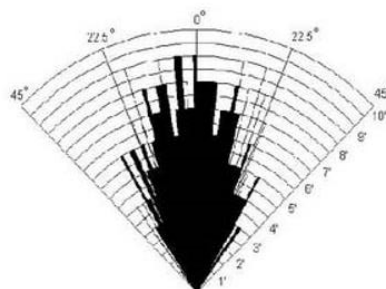
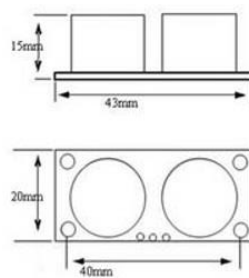
4.0: Pins Assignment and Dimension

4.1 Pin Assignment



VCC	3.3v ~ 5V
TRIG	Triggering Input Pin. 10uS TTL Pulses
ECHO	TTL Logic Output Pin. Proportional to distance
GND	Ground Pin

4.2 Mechanical Dimension



Practical test of performance,
Best in 30 degree angle

4.3 Timing Diagram

The timing diagram, Figure-4 is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to “Trigger Input” pin to start the ranging. The module will send out 8-cycles burst of ultrasound at 40KHz and raise its “Echo” pin, refer to Figure-5. The echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal.

Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$

or: the range = high level time * sound velocity (340m/s) / 2;

Suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.

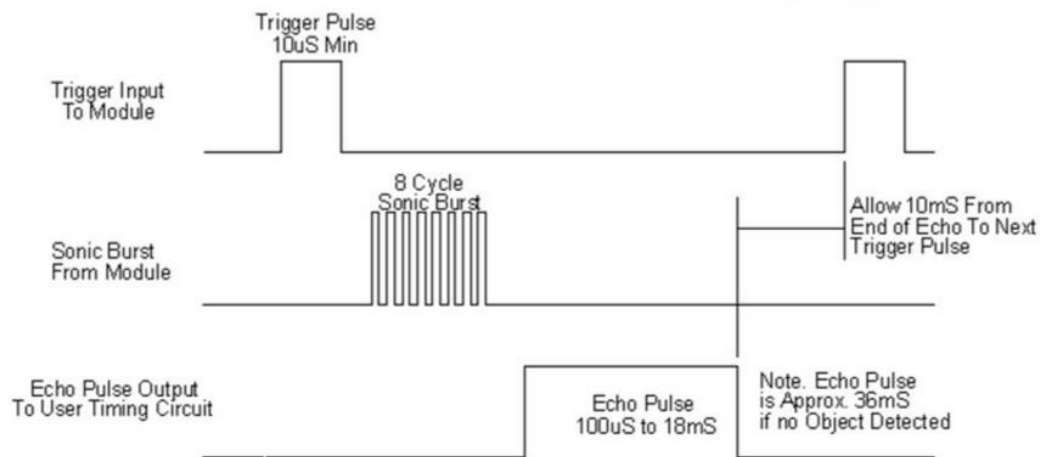


Figure-4: Timing Diagram

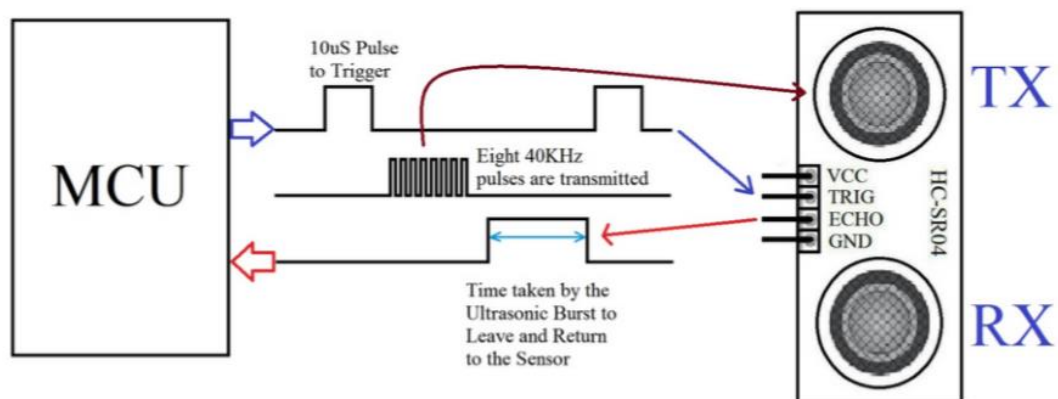


Figure-5: Microcontroller Interfacing

Please make sure the surface of object to be detected should have at least 0.5m² area for better performance.

5.0:HandsOn Technology Products Quality Commitments

HandsOn Technology wish to be perceived as simple and affordable by our customers. However the joy over a low price is never greater than the disappointment over poor quality products. All our parts are original genuine parts with proper data specifications from manufacturers. This is to ensure you always get the high quality genuine original part as stated in our products information.

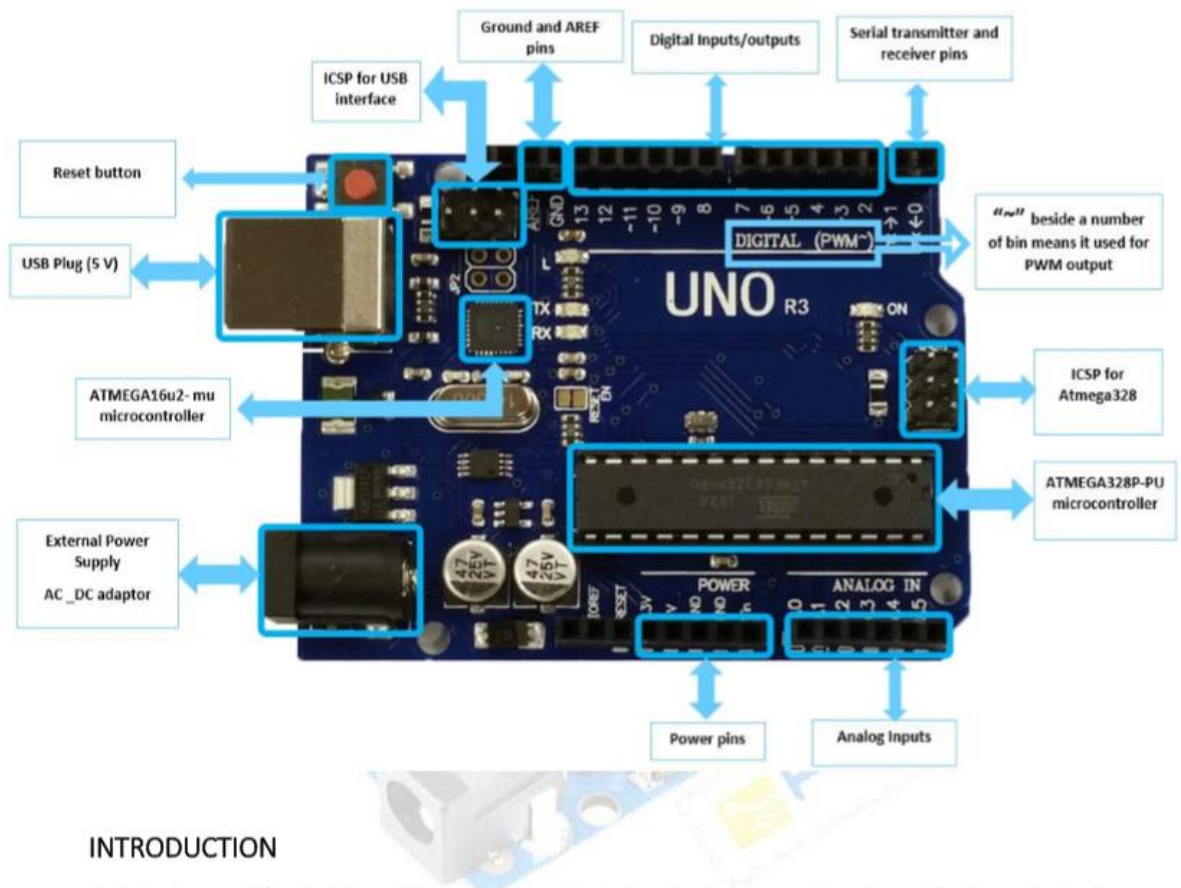
5.1WARRANTY

- Product warranty is valid for 6 months.
- Warranty only applies to manufacturing defect.
- Damaged caused by misuse is not cover under warranty.
- Warranty does not cover freight cost for both ways.

Anexo 2:



Arduino Uno R3



INTRODUCTION

Arduino is used for building different types of electronic circuits easily using of both a physical programmable circuit board usually microcontroller and piece of code running on computer with USB connection between the computer and Arduino.

Programming language used in Arduino is just a simplified version of C++ that can easily replace thousands of wires with words.



ARDUINO UNO-R3 PHYSICAL COMPONENTS

ATMEGA328P-PU microcontroller

The most important element in Arduino Uno R3 is ATMEGA328P-PU is an 8-bit Microcontroller with flash memory reach to 32k bytes. It's features as follow:

- High Performance, Low Power AVR
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART



- Master/Slave SPI Serial Interface
- Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I2 C compatible)
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator
- Interrupt and Wake-up on Pin Change

• **Special Microcontroller Features**

- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby

• **I/O and Packages**

- 23 Programmable I/O Lines
- 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF

• **Operating Voltage:**

- 1.8 - 5.5V

• **Temperature Range:**

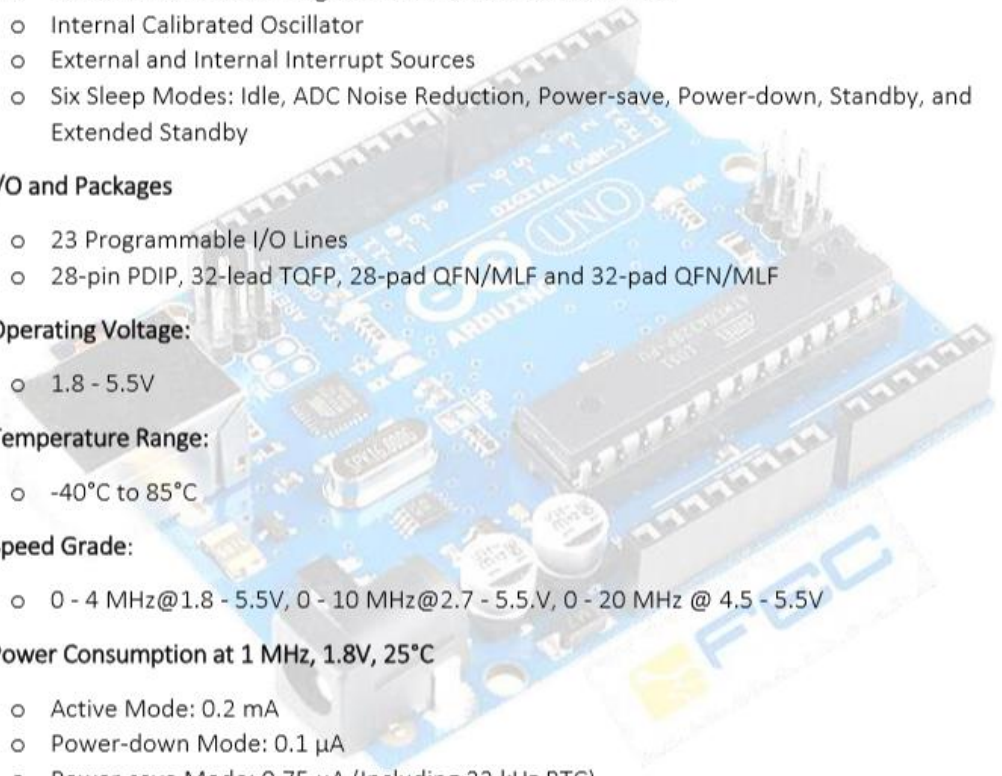
- -40°C to 85°C

• **Speed Grade:**

- 0 - 4 MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz@2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V

• **Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C**

- Active Mode: 0.2 mA
- Power-down Mode: 0.1 μ A
- Power-save Mode: 0.75 μ A (Including 32 kHz RTC)



- Pin configuration

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

ATMEGA16u2- mu microcontroller

Is a 8-bit microcontroller used as USB driver in Arduino uno R3 it's features as follow:

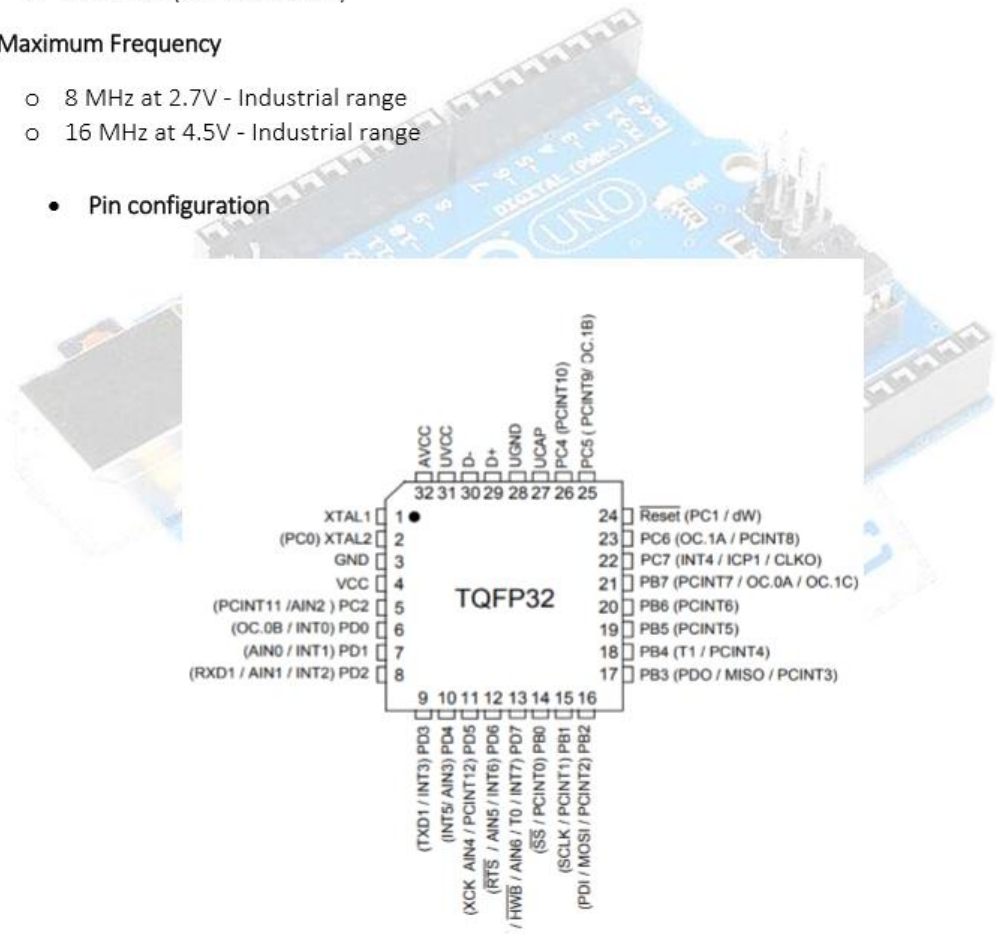
- High Performance, Low Power AVR
- Advanced RISC Architecture
 - 125 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
- Non-volatile Program and Data Memories
 - 8K/16K/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 512/512/1024 EEPROM
 - 512/512/1024 Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C



- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
- In-System Programming by on-chip Boot Program hardware-activated after reset
- Programming Lock for Software Security
- **USB 2.0 Full-speed Device Module with Interrupt on Transfer Completion**
 - Complies fully with Universal Serial Bus Specification REV 2.0
 - 48 MHz PLL for Full-speed Bus Operation: data transfer rates at 12 Mbit/s
 - Fully independent 176 bytes USB DPRAM for endpoint memory allocation
 - Endpoint 0 for Control Transfers: from 8 up to 64-bytes
 - 4 Programmable Endpoints:
 - IN or Out Directions
 - Bulk, Interrupt and Isochronous Transfers
 - Programmable maximum packet size from 8 to 64 bytes
 - Programmable single or double buffer
 - Suspend/Resume Interrupts
 - Microcontroller reset on USB Bus Reset without detach
 - USB Bus Disconnection on Microcontroller Request
- **Peripheral Features**
 - One 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode (two 8-bit PWM channels)
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Mode (three 8-bit PWM channels)
 - USART with SPI master only mode and hardware flow control (RTS/CTS)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- **On Chip Debug Interface (debug WIRE)**
- **Special Microcontroller Features**
 - Power-On Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- **I/O and Packages**
 - 22 Programmable I/O Lines
 - QFN32 (5x5mm) / TQFP32 packages



- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V
- Operating temperature
 - Industrial (-40°C to +85°C)
- Maximum Frequency
 - 8 MHz at 2.7V - Industrial range
 - 16 MHz at 4.5V - Industrial range
- Pin configuration





OTHER ARDUINO UNO R3 PARTS

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 k Ohms. In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` function.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library.
- LED: 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the `analogReference()` function. Additionally, some pins have specialized functionality:

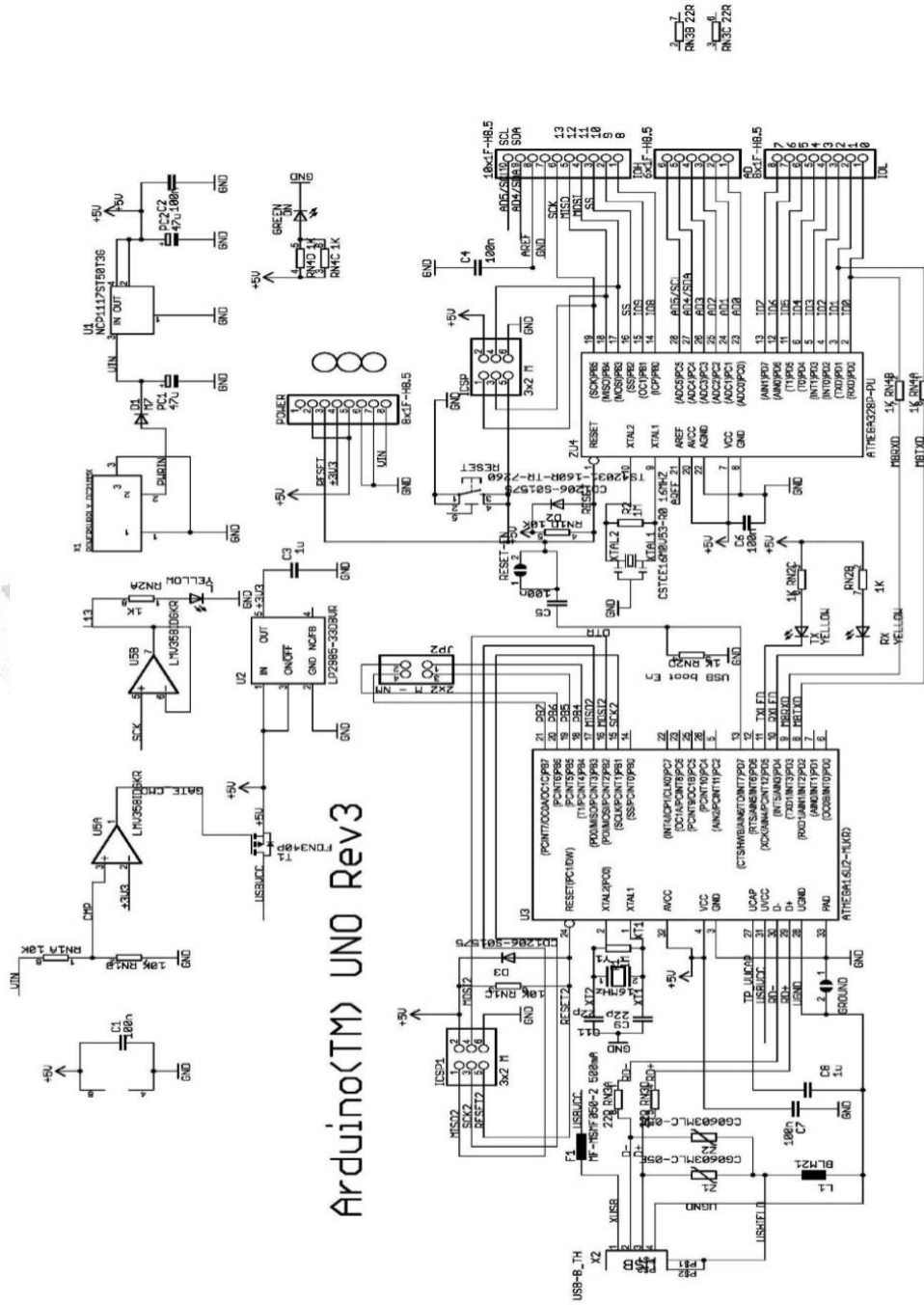
- TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin. Support TWI communication using the Wire library.

There are a couple of other pins on the board:

- AREF: Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- Reset: Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



ARDUINO UNO R3 SCHEMATIC DIAGRAM



Arduino(TM) UNO Rev3



Apêndice A:

```
#include <Ultrasonic.h>

//Definição dos pinos para trigger e echo

#define pino_trigger 4

#define pino_echo 5

//Inicialização do sensor nos pinos atribuidos

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup()

{

pinMode(10,OUTPUT);

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("Lendo informacoes do sensor...");

}

void loop()

{

//para as informacoes do sensor em centimetros

  float cmMsec,x;

  long microsec = ultrasonic.timing();

  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

  //regulagem do atraso de acordo com a distancia

  if (cmMsec > 250)

  {

digitalWrite(10,HIGH);

  delay(1000);

  digitalWrite(10,LOW);

  delay(1000);}

}
```

```
else
{
digitalWrite(10,HIGH);
delay(3000-(cmMsec*10));
digitalWrite(10,LOW);
delay(cmMsec);
}
//demonstra informacoes no serial monitor
Serial.print("Distancia em cm: ");
Serial.print(cmMsec);
delay(250);}
```

APÊNDICE B:

```
#include <Ultrasonic.h>
```

```
#define pino_trigger1 2
```

```
#define pino_trigger2 3
```

```
#define pino_trigger3 4
```

```
#define pino_trigger4 5
```

```
#define pino_echo1 6
```

```
#define pino_echo2 7
```

```
#define pino_echo3 8
```

```
#define pino_echo4 9
```

```
//Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
```

```
Ultrasonic ultrasonic1(pino_trigger1, pino_echo1);//sensor 1
```

```
Ultrasonic ultrasonic2(pino_trigger2, pino_echo2);//sensor 2
```

```
Ultrasonic ultrasonic3(pino_trigger3, pino_echo3);//sensor 3
```

```
Ultrasonic ultrasonic4(pino_trigger4, pino_echo4);//sensor 4
```

```
float s1;
```

```
float s2;
```

```
float s3;
```

```
float s4;
```

```
void setup()
```

```

{ pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(11,OUTPUT);
  pinMode(12,OUTPUT);
  pinMode(13,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados aguarde");
}

void loop()
{
  //Le as informacoes do sensor 1
  long microsec1 = ultrasonic1.timing();
  s1 = ultrasonic1.convert(microsec1, Ultrasonic::CM);

  //Le as informacoes do sensor 2

  long microsec2 = ultrasonic2.timing();
  s2 = ultrasonic2.convert(microsec2, Ultrasonic::CM);

  //Le as informacoes do sensor 3

  long microsec3 = ultrasonic3.timing();
  s3 = ultrasonic3.convert(microsec3, Ultrasonic::CM);

  //Le as informacoes do sensor 4

```

```

long microsec4 = ultrasonic4.timing();
s4 = ultrasonic4.convert(microsec4, Ultrasonic::CM);
delay(10);

//Ajusta o atraso de acordo com a distancia
if ( s1 <= 150)
{
digitalWrite(10,HIGH);
delay(s1);
digitalWrite(10,LOW);
delay(s1/2);
}
else if (s1 > 150)
{
digitalWrite(10,LOW);
}

if (s2 <= 150 || s2 >= 160)
{
digitalWrite(11,HIGH);
delay(s2);
digitalWrite(11,LOW);
delay(s2);
}
else if (s2 > 150 && s2 < 160)
{

```

```
digitalWrite(11,LOW);
}
if ( s3 <= 150)
{
digitalWrite(12,HIGH);
delay(s3);
digitalWrite(12,LOW);
delay(s3/2);
}
else if (s3 > 150)
{
digitalWrite(12,LOW);
}

if ( s4 <= 150)
{
digitalWrite(13,HIGH);
delay(s4);
digitalWrite(13,LOW);
delay(s4/2);
}

else if (s4 > 150)
{
digitalWrite(13,LOW);
}
}
```

```
Serial.print(" - Distancia sensor 1: ");  
Serial.print(s1);  
Serial.print(" - Distancia sensor 2: ");  
Serial.print(s2);  
Serial.print(" - Distancia sensor 3: ");  
Serial.print(s3);  
Serial.print(" - Distancia sensor 4: ");  
Serial.println(s4);  
  
//println coloca eles em paralelo  
  
}
```