

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO – IFSP

ANTONIO GABRIEL DOS SANTOS CARVALHO
CARLA ANDRADE ROCHA
VICTOR BAPTISTA HONÓRIO PEREIRA

SENSORIAMENTO ANTICOLISÃO
PARA CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA

SÃO PAULO
2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO – IFSP

ANTONIO GABRIEL DOS SANTOS CARVALHO
CARLA ANDRADE ROCHA
VICTOR BAPTISTA HONÓRIO PEREIRA

SENSORIAMENTO ANTICOLISÃO
PARA CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP, Câmpus São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.

Orientadores:

Prof Me José Antônio Alves Neto
Prof Dr Tarcísio Fernandes Leão

SÃO PAULO
2019

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio fundamental do professor Paulo Marcos, diretor de pesquisa do Laboratório de Robótica e Reabilitação do campus São Paulo do IFSP (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo). Ao professor Daniel Rodrigues de Sousa por disponibilizar a cadeira de rodas com um sistema de motorização implementado por ele.

A instituição de ensino, pela oportunidade e aos professores orientadores José Antônio Alves Neto e Tarcísio Fernandes Leão, pelo suporte, incentivo e correções durante a elaboração desse projeto.

A Deus, e aos familiares, pela compreensão e apoio incondicional, e aos amigos e colegas essenciais em todas as etapas de graduação para alcançar o objetivo conjunto da aprovação.

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

A – Ampère.

B – Bytes.

C – Capacitância.

CC – Corrente contínua.

cm – Centímetros.

F – Faraday.

f – Frequência.

Hz – Hertz.

IDE – Integrated Development Environment (Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

IFSP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

Labore – Laboratório de Robótica e Reabilitação.

m – Metro.

mm – Milímetros

PWM – Pulse Width Modulation (Modulação de Largura de Pulso).

R – Resistência.

RPM – Rotações por minuto.

s – Segundos.

V – Volt.

Xc – Reatância do capacitor.

π – Constante Pi.

Ω – Ohm.

μ – Micro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Cadeira de rodas motorizada modelo Lumina.....	14
Figura 2.2 - Chave liga/desliga.....	15
Figura 2.3 - Pulsos por tempo da modulação PWM.	16
Figura 2.4 - Módulo Joystick Analógico.	16
Figura 2.5 - Sensor ultrassônico detectando objeto.	17
Figura 2.6 - Circuito seguidor de tensão.....	18
Figura 2.7 - Filtro Passa Baixa.	18
Figura 3.1 - Diagrama de blocos do funcionamento da Cadeira de Rodas com o Sensoriamento Anticolisão.....	19
Figura 3.2 - Microcontrolador PIC16F876/873.	23
Figura 3.3 - Circuito de motorização da cadeira.....	23
Figura 3.4 - Identificação dos cabos do circuito de motorização.....	24
Figura 3.5 - Circuito de proteção para ligar a bateria no Arduino.	25
Figura 3.6 - Desenho do circuito da placa integradora na placa de fenolite.	27
Figura 3.7 - Placa integradora.	27
Figura 3.8 – Circuito da placa integradora conectada ao Arduino.....	28
Figura 3.9 - Posição da cadeira de rodas para o segundo teste.	28
Figura 3.10 - Entradas no controlador do sistema de Sensoriamento.....	29
Figura 3.11 - Teste dos sensores.....	30
Figura 3.12 - Posição dos sensores na cadeira motorizada.....	31
Figura 4.1 – Duty cycle de 50% do sinal de entrada e saída da placa integradora.	33
Figura 4.2 - Duty cycle de 25% do sinal de entrada e saída da placa integradora.	33
Figura 4.3 - Duty cycle de 75% do sinal de entrada e saída da placa integradora.	34
Figura 4.4 - Sensor lateral direito.	35
Figura 4.5 - Sensores frontais e traseiro.	36
Figura 4.6 - Sensor lateral esquerdo.	36

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 3.1 - Metas.	20
Tabela 3.2 - Mês de realização das metas.....	20
Tabela 3.3 - Orçamento dos matérias e componentes utilizados no projeto. ...	21
Tabela 3.4 - Dados técnicos da plataforma Arduino UNO.....	24
Tabela 4.1 - Movimentação dos motores no teste de comunicação.....	34
Tabela 4.2 - Tabela do resultado da detecção dos sensores.	37

RESUMO

O presente projeto apresenta o desenvolvimento de um sistema de sensoriamento anticolisão para cadeira de rodas motorizadas. Sua concepção surgiu da dificuldade em que usuários de cadeira de rodas apresentam para se locomover em diversos ambientes, onde, muitas vezes, por distração ou falta de controle não conseguem se desviar a tempo e acabam se acidentando. Visando maior segurança e acessibilidade destas pessoas, este projeto implementa um sistema de sensoriamento que evita quedas em buracos ou escadas, e colisões com paredes ou objetos. Para a montagem, toma-se como base sensores ultrassônicos ao redor da cadeira, identificando paredes e objetos, e um sensor a laser inclinado na parte frontal focado na identificação de buracos e escadas. O controle desse sistema utiliza a plataforma Arduino em conjunto com uma placa para ajuste do sinal enviado ao microcontrolador da motorização da cadeira de rodas.

Palavras-Chave: Cadeira de Rodas, Cadeira Motorizada, Sensores Ultrassônicos, Sensor Laser, Segurança, Acessibilidade.

ABSTRACT

This paper presents the development of an Anti-collision Sensing System for motorized wheelchairs. Its conception arose from the difficulties that wheelchair users have in move themselves in different places, where, many times, for distraction or lack of control they can't dodge from an obstacle and crash. Aiming at improve their safety and accessibility, this project implements a sensing system that will avoid falls in holes or stairs, and collisions with walls or objects. For mounting, takes as base ultrasonic sensors installed around the wheelchair, identifying walls and objects, and a laser sensor in the front side of the wheelchair, focused on identification of holes and stairs. This system control uses Arduino platform in conjunction with a circuit board to adjust the signal sent to the wheelchair motorization microcontroller.

Key words: Wheelchair, Motorized Wheelchair, Ultrasonic Sensor, Laser Sensor, Safety, Accessibility.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo	11
1.1.1 Objetivos Específicos	11
1.2 Justificativa.....	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Tecnologia assistiva	13
2.2 Cadeiras motorizadas	13
2.3 Cadeiras Autônomas.....	14
2.4 Arduino.....	14
2.5 Modulação PWM	15
2.6 Joystick	16
2.7 Sensor Ultrassônico	16
2.8 Sensor Laser	17
2.9 Amplificador Operacional – Seguidor de tensão	17
2.10 Filtro RC	18
3. DESENVOLVIMENTO – MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Descrição	19
3.2 Diagrama de Blocos Funcionais.....	19
3.3 Cronograma e Responsabilidades	20
3.3.1 Reponsabilidades do grupo	20
3.4 Lista de materiais	21
3.5 Orçamento.....	21
3.6 Cadeira motorizada	22
3.6.1 Controlador da cadeira motorizada.....	23
3.6.2 Circuito para motorização da cadeira de rodas	23
3.7 Controlador do Sistema do Sensoriamento Anticolisão	24
3.8 Joystick	26
3.9 PWM	26
3.10 Placa Integradora.....	26
3.10.1 Teste de sinal	28
3.10.2 Teste de comunicação.....	28
3.11 Sensores	29

3.11.1	Sensor ultrassônico	29
3.11.2	Sensor laser.....	30
3.11.3	Teste dos sensores	30
3.12	Montagem do sistema na cadeira motorizada.....	31
3.12.1	Posicionamento dos sensores	31
3.12.2	Teste da integração total do sistema	32
4.	RESULTADOS	33
4.1	Placa Integradora	33
4.1.1	Resultado de sinal	33
4.1.2	Resultado de comunicação.....	34
4.2	Sensores	34
4.2.1	Resultado dos sensores	34
4.2.2	Posicionamento	35
4.3	Integração total do sistema	37
5.	DISCUSSÃO.....	38
6.	CONCLUSÃO	39
6.1.1	Trabalhos futuros.....	39
	REFERÊNCIAS.....	41
	APÊNDICE A – PROGRAMAS COMPUTACIONAIS	
	APÊNDICE B – CALIBRAÇÃO DA CADEIRA DE RODAS	
	APÊNDICE C – MANUAL TÉCNICO	
	APÊNDICE D – MANUAL DO USUÁRIO	

1. INTRODUÇÃO

Os resultados do Censo Demográfico 2010 apontaram 45.606.048 milhões de pessoas que declararam ter pelo menos uma das deficiências investigadas (sendo elas auditiva, motora, visual e mental ou intelectual), correspondendo a 23,9% da população brasileira, e cerca de 7% da população possui algum tipo de deficiência motora (IBGE, 2012).

Pessoas que possuem dificuldades físicas, ou que não conseguem se sustentar com as pernas por algum motivo, devem optar pelo o uso da cadeira de rodas. Apesar de facilitar a locomoção, a cadeira de rodas manual exige muito dos membros superiores e são estruturas que não foram preparadas para gerarem altas taxas de forças e movimentos repetitivos. Dessa forma, uma alternativa que o mercado oferece, é a cadeira de rodas motorizada. Possuindo um acionamento diferencial, com dois motores elétricos independentes para cada uma das rodas fixas, as cadeiras de rodas motorizada exigem pouco ou nenhum esforço do usuário dependendo de seu meio de controle.

1.1 Objetivo

Visando proporcionar ao cadeirante maior segurança e comodidade este projeto integra um sensoriamento na cadeira de rodas motorizada, capaz de visualizar 360° a sua volta, analisando assim situações de perigo e reconhecimento de obstáculos com maior rapidez quando comparado ao ser humano. Assim, os dados recebidos pelos sensores que identificam os obstáculos agem de forma a parar gradativamente os motores até que não seja possível ocorrer uma colisão ou queda.

1.1.1 *Objetivos Específicos*

Projetar um software que não possua falhas, para que não ocorra nenhum problema com o usuário e implementar todo o controle a uma cadeira, a partir de sensores ultrassônicos e um sensor laser, um microcontrolador e dois motores que farão o movimento conforme for solicitado pelo usuário.

A acessibilidade e segurança são as principais motivações deste projeto, pois o Sistema de Sensoriamento Anticolisão deve dar mais proteção ao usuário, pois

muitos não possuem o total controle de sua mão o que acaba provocando muitos acidentes, com isso a acessibilidade e a independência dessas pessoas se tornam reduzidas, e com este sistema o usuário pode se proteger de interferências externas e realizar tarefas que não poderia antes.

1.2 Justificativa

Produzir um dispositivo de tal magnitude deve-se atentar há alguns cuidados básicos, tanto para o conforto quanto para a segurança do usuário. Após projetar o driver que fará o acionamento do motor, através da detecção dos sensores, é utilizado uma ponte H para reversão do mesmo, e opto-acopladores para o isolamento eletrônico, além de proteção contra surtos para a proteção do motor. Alguns métodos devem ser considerados para que ele não tenha problemas ao se locomover em ambientes públicos sem acompanhante.

O conjunto de sensoriamento deve prever todos os pequenos problemas e obstáculos que o usuário terá e agir de forma que a atender com eficiência todos os requisitos. Para isso se faz necessário um estudo preliminar com todas as dificuldades e problemas que podem aparecer enquanto se estiver utilizando a cadeira além de uma modelagem eficaz do sistema.

No mercado produtos para este tipo de público ainda é muito escasso e muitas vezes possuem um custo altíssimo, o que acaba se tornando algo com um acesso muito restrito, um produto dessa magnitude ainda é algo que não existe no mercado brasileiro, por conta disso o produto pode ser muito importante para essas pessoas que necessitam de algo que possibilite a ter uma vida mais independente, pois além de algo com baixo custo a principal motivação é inserir algo novo no mercado, que melhore e inove a vida de pessoas que dependem dessas tecnologias.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção revisa sobre alguns conceitos e funcionamento de equipamentos, dispositivos e materiais utilizados no projeto.

2.1 Tecnologia assistiva

A tecnologia assistiva é um termo que se utiliza de dispositivos, técnicas e processos, com o intuito de prover ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente proporcionar a vida independente e inclusão. Podemos chamar uma bengala de tecnologia assistiva, pois foi utilizada por nossos avós para proporcionar conforto e segurança no momento de caminhar, bem como um aparelho de amplificação utilizado por uma pessoa com surdez moderada (MANZINI, 2005).

Com este conhecimento, observa-se que a cadeira de rodas é resultado do desenvolvimento das tecnologias assistivas, assim como seu aperfeiçoamento tecnológico. Neste contexto o design da cadeira de rodas, além de outros fatores, também pode diminuir dificuldades de mobilidade dos deficientes físicos.

2.2 Cadeiras motorizadas

No mercado atual são encontrados os mais variados tipos de cadeiras de rodas motorizadas, sendo os modelos mais comuns compostos por dois motores e controlados por joystick. A maior divergência entre os modelos comuns são os chassis e presença ou não de reclinção do encosto ou até elevação do usuário.

As diferenças nas configurações dos chassis são diversas, começando pelos tipos e quantidades de rodas. Tradicionalmente, as cadeiras motorizadas possuem duas rodas motrizes traseiras e duas rodas passivas dianteiras, com as traseiras de raios maiores. Esta configuração é a que mais se assemelha às cadeiras de rodas manuais.

Dentre as variações, há adições de rodas passivas na parte de trás, rodas dianteiras motrizes e esterçáveis ao invés de passivas, mudanças no tamanho do raio das rodas, largura dos pneus e distância entre eixos, e até colocação de esteiras no lugar das rodas e pneus.

Um exemplo de cadeira de rodas motorizada que se assemelha a uma cadeira de rodas manual é o modelo Lumina fabricada pela Freedom Veículos Elétricos (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Cadeira de rodas motorizada modelo Lumina.



Fonte: FREEDOM, 2019.

2.3 Cadeiras Autônomas

Existem poucas cadeiras de rodas motorizadas que possuem sensores no mercado. Geralmente são encontradas as cadeiras de rodas autônomas, ou robotizadas, onde a maioria ainda estão em estudo e desenvolvimento.

Essas cadeiras normalmente utilizam sensores ultrassônicos combinados a algum outro sensor, como infravermelho ou laser, para realizar a leitura do ambiente e navegação. Esses sensores têm como principal objetivo evitar obstáculos. São desenvolvidos para uma maior segurança do usuário da cadeira e para auxiliar aqueles que possuem uma maior dificuldade de mobilização.

2.4 Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica e de código aberto. Ele é capaz de processar informações de dispositivos e componentes através de suas entradas e saídas. Estes pinos recebem dados de sensores, por exemplo, e lidam de forma a controlar atuadores (motores, luzes, relês e entre outros) conforme programação desenvolvida.

Seu funcionamento necessita do *upload* da programação na placa, criada através do programa IDE (Integrated Development Environment) do Arduino, (chamada de sketch) desenvolvida em linguagem C/C++.

Existem diversas placas Arduino, e basicamente se diferenciam para poder adequar aos projetos, como por exemplo, uma placa com o tamanho reduzido

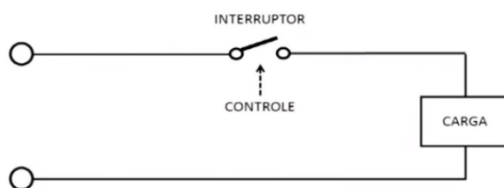
para projetos menores (Nano), ou talvez uma quantidade maior de pinos de entrada ou saída para projetos maiores (Mega), entre outras diferenças das placas disponíveis no mercado.

2.5 Modulação PWM

A fim de controlar a tensão e, conseqüentemente, a potência entregue a sistemas eletrônicos, desenvolveu-se nos anos 60 uma técnica denominada PWM (Pulse Width Modulation, ou Modulação por Largura de Pulso), que consiste na comparação de dois sinais de tensão, um de baixa frequência (referência) e outro de alta frequência (portadora), resultando em um sinal alternado com frequência fixa e largura de pulso variável.

Imagine uma chave liga/desliga simples em série com uma carga como na figura 2.2, quando a chave está fechada, 100% da tensão e da potência é aplicada a carga e quando aberta a tensão é nula, logo a potência é 0.

Figura 2.2 - Chave liga/desliga.

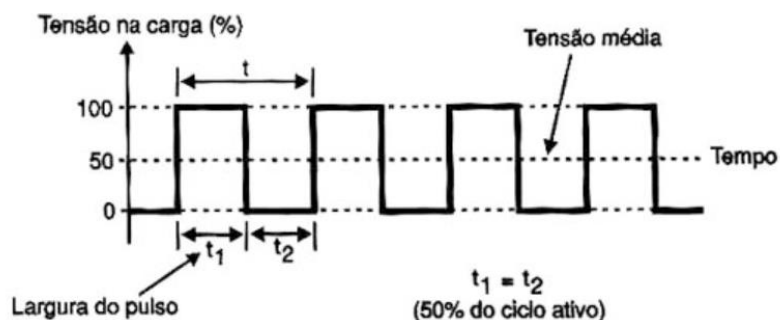


Fonte: GHIRARDELLO, 2015.

Supondo que a chave fique 50% ligada e 50% desligada, tem-se em média 50% do tempo com corrente, e 50% do tempo sem. Assim, a potência média aplicada na carga é a própria tensão média. Pode-se verificar a partir da figura 2.2 que o interruptor fechado define uma largura de pulso com base no tempo que ele fica nesta posição, e o intervalo entre os pulsos é o tempo em que ele fica em aberto.

Estes dois tempos juntos definem o período, e, portanto, uma frequência de corte. Variando a largura de pulso e o intervalo, é possível controlar a potência média aplicada a uma carga, assim quando a largura de pulso varia a potência varia na mesma proporção.

Figura 2.3 - Pulsos por tempo da modulação PWM.



Fonte: GHIRARDELLO, 2015.

2.6 Joystick

O módulo joystick (Figura 2.4) analógico é um dispositivo geral de controle, consiste em uma haste vertical que controla dois potenciômetros (eixos X e Y) e um push-button (eixo Z). Sua ligação é feita por meio de 5 pinos, por onde recebe tensão, o terra, e envia os sinais dos três eixos (+5V, GND, Vrx, Vry e Sw)

Figura 2.4 - Módulo Joystick Analógico.



Fonte: INSTITUTO DIGITAL, 2018.

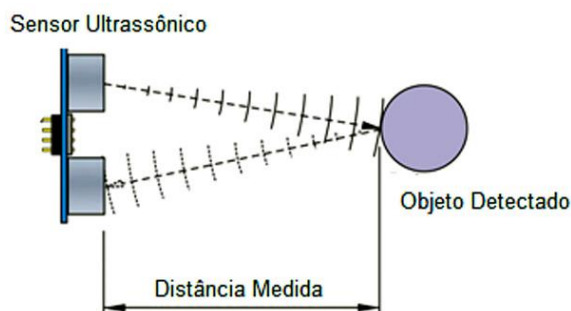
2.7 Sensor Ultrassônico

Amplamente utilizado em aplicações industriais, o sensor ultrassônico é composto de um emissor e um receptor de ondas ultrassônicas (na faixa de 40KHz) e funciona como um dispositivo de detecção sem contato. Em uma linha de montagem por exemplo, é capaz de detectar e contar a passagem de objetos, mesmo em ambientes com poeira ou vapor, não importando a cor.

A detecção sem contato utiliza a técnica de pulso-eco, os métodos para a medida de distância baseiam-se na determinação do tempo de trânsito que gasta uma onda ultrassônica em percorrer o trajeto de ida e volta (BASTOS, 1991).

Como a velocidade do som no ar é conhecida (343 m/s), através do produto da multiplicação da velocidade do som no ar pelo tempo obtido no sensor, dividido por dois (pois o tempo medido no sensor é a soma de ida e volta do sinal) obtêm-se a distância entre o objeto e o sensor (Figura 2.5).

Figura 2.5 - Sensor ultrassônico detectando objeto.



Fonte: BAÚ DA ELETRÔNICA, 2017.

2.8 Sensor Laser

O sensor a laser, possui uma precisão maior que a do ultrassônico e é capaz de realizar medições com mais exatidão.

O funcionamento é igual ao sonar, se baseia na propagação da luz laser (emissão e recepção), após ser refletido de volta, é possível medir com exatidão o tempo de resposta, fazendo a conversão na medida correspondente.

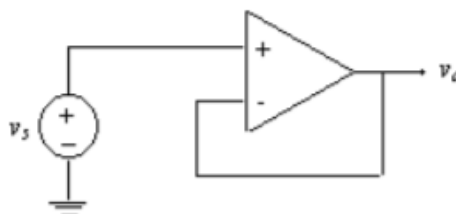
Estes sensores possuem tecnologia de alto desempenho e são capazes de detectar alvos independentemente de sua cor, material ou brilho de forma precisa e confiável, destacando-se em aplicações importantes como a detecção de quebra de fio em indústrias do segmento têxtil, onde é fundamental para manter a qualidade e a produtividade (BRITTO, 2018).

2.9 Amplificador Operacional – Seguidor de tensão

O amplificador operacional se baseia na junção de resistores, capacitores e transistores, e é utilizado como elemento de cálculo matemático analógico. Podendo também ser utilizado como isolador, têm-se o seguidor de tensão (também chamado de buffer).

Este circuito (Figura 2.6), tem o objetivo de apresentar na saída exatamente o que foi aplicado na entrada, com o ganho igual a 1, além de características como alta impedância de entrada e baixa impedância de saída.

Figura 2.6 - Circuito seguidor de tensão.



Fonte: UFRGS, 2001.

2.10 Filtro RC

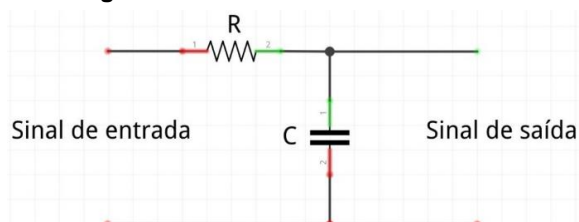
Um filtro RC é formado basicamente por um resistor e um capacitor, ligados em série. Possui duas formas de ligação diferentes, o filtro passa-alta, utilizado para cortar certas frequências inferiores e apenas utilizar aquelas que estão acima do valor previamente calculado (com base na capacitância e resistência do circuito), e o filtro passa-baixa, que faz o contrário, permitindo frequências menores e eliminando as maiores que o valor estipulado.

Isso acontece pois para frequências altas, o capacitor tende a se comportar como um curto circuito, já para frequências baixas, o capacitor tende a se comportar como um circuito aberto. A partir do cálculo da reatância do capacitor, é possível entender que o capacitor tem uma resistência maior para frequências menores, o que dificulta a passagem do sinal pelo capacitor. Obtida pela fórmula:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

O passa-baixa (Figura 2.7) é composto por um resistor em série com um capacitor que fica em paralelo com a saída, como a resistência será menor com frequências baixas, as frequências altas não passarão.

Figura 2.7 - Filtro Passa Baixa.



Fonte: GUIMARÃES, 2015.

3. DESENVOLVIMENTO – MATERIAIS E MÉTODOS

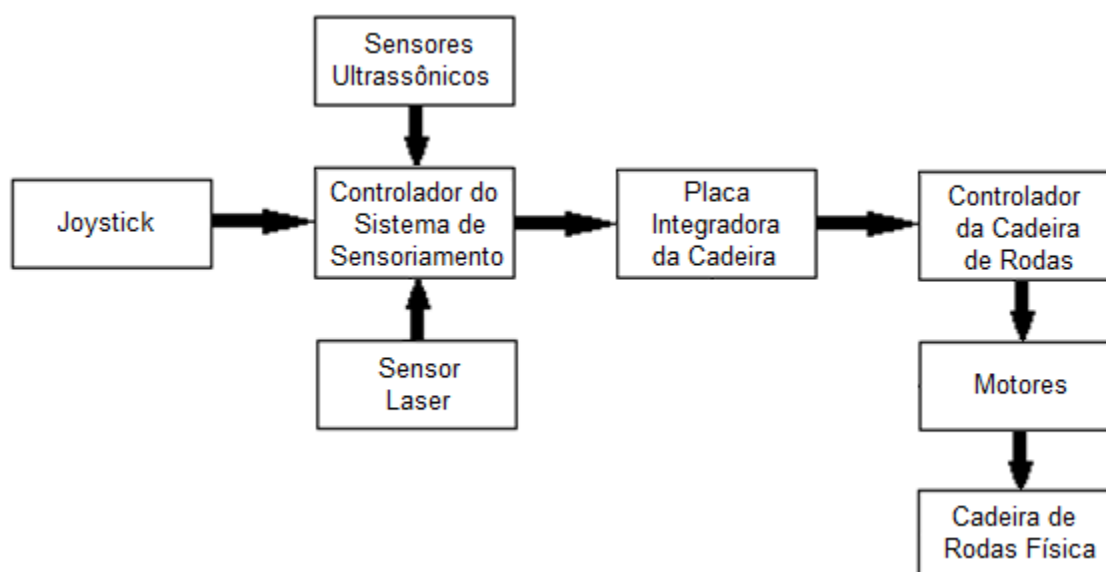
3.1 Descrição

Este Sistema de Sensoriamento Anticolisão trabalha realizando a leitura do ambiente ao redor da cadeira de rodas, a fim de evitar uma colisão ou queda. Os sensores ultrassônicos foram utilizados para encontrar os principais obstáculos, como paredes, móveis e objetos. O sensor a laser complementa a leitura dos sensores ultrassônicos, encontrando obstáculos côncavos, como buracos e escadas. O microcontrolador recebe os sinais dos sensores, que envia, ou não, algum comando para o sistema de controle da cadeira. O comando é enviado caso o sistema de sensoriamento detecte algum obstáculo no caminho da cadeira, fazendo com que os motores sofram desaceleração em rampa, até a parada total da cadeira de rodas.

3.2 Diagrama de Blocos Funcionais

O diagrama de blocos serve para uma visualização rápida e simplificada de um sistema. Na figura 3.1 pode-se ver o diagrama de blocos do funcionamento da cadeira de rodas com o sistema de Sensoriamento Anticolisão adaptado, representado pelos sensores ultrassônicos, sensor laser, controlador do sistema de Sensoriamento e a placa integradora.

Figura 3.1 - Diagrama de blocos do funcionamento da Cadeira de Rodas com o Sensoriamento Anticolisão.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.3 Cronograma e Responsabilidades

Tabela 3.1 - Metas.

METAS	DESCRIÇÃO
1	Discussão e seleção de ideias sobre o projeto de conclusão de curso
2	Organização e construção da lista de materiais que serão utilizados
3	Parte escrita parcial do projeto 24/05/2019
4	Pesquisa de artigos relacionados ao tema para novas adaptações
5	Adaptação da lista de materiais conforme a nova ideia do projeto
6	Reformas físicas necessárias no antigo projeto para seu funcionamento
7	Adaptação do sistema de sensoramento no projeto e testes
8	Finalização da parte escrita e entrega do projeto

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Tabela 3.2 - Mês de realização das metas.

	MESES											
METAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	X											
2		X										
3			X	X	X							
4						X	X	X				
5							X	X	X			
6								X	X	X		
7								X	X	X	X	
8											X	

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.3.1 Responsabilidades do grupo

Todos os integrantes participam em conjunto das tarefas necessárias para realização do projeto, das quais estão inclusas a programação, pesquisas e montagem. Para melhor foco no projeto, dividimos as tarefas da seguinte forma:

- Programação: Antonio Gabriel
- Pesquisa: Carla Andrade
- Montagem: Victor Baptista

3.4 Lista de materiais

Nesta seção tem-se a lista de materiais e componentes utilizados no projeto.

- 1 Arduino UNO R3
- 2 Câmaras de ar de aro 20
- 1 Módulo de Joystick analógico
- 1 Sensor de Distância VL53L0X
- 5 Sensores de Distância Ultrassônicos HC-SR04
- 2 Resistores de 4,7K Ω
- 2 Resistores de 1,0K Ω
- 2 Capacitores de 10 μ F
- 2 Capacitores de 33 μ F
- 1 Capacitor de 1000 μ F
- 1 Diodo 1N4007
- 10 Jumpers Macho-macho
- 10 Jumpers Macho-fêmea
- 10 metros de cabos rígido 0,5mm
- 1 Bateria de 12v e 1,3A

3.5 Orçamento

Conforme a tabela 3.3, é possível analisar o orçamento dos materiais e componentes utilizados já listados anteriormente.

Tabela 3.3 - Orçamento dos matérias e componentes utilizados no projeto.

Item	Especificação	Quantidade	Valor total
Arduino	UNO R3	1	R\$ 52,90
Câmara de ar	Aro 20	2	R\$ 24,00
Joystick	Módulo	1	R\$ 16,00
Sensor a laser	VL53L0X	1	R\$ 89,90

Sensor ultrassônico	HC-SR04	5	R\$ 87,50
Resistor de corrente 1/4W	4,7KΩ	2	R\$ 00,14
Resistor de corrente 1/4W	1,0KΩ	2	R\$ 00,14
Capacitor eletrolítico	10μF	2	R\$ 00,22
Capacitor eletrolítico	33μF	2	R\$ 00,22
Capacitor eletrolítico	1000μF	1	R\$ 00,80
Diodo	1N4007	1	R\$ 02,00
Jumper Macho-macho	10cm	10	R\$ 05,00
Jumper Macho-fêmea	10cm	10	R\$ 05,00
Cabo rígido	1m com 0,5mm	10	R\$ 05,00
Bateria	12V 1,3A	1	R\$ 50,00
Total	-	-	R\$ 401,32

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

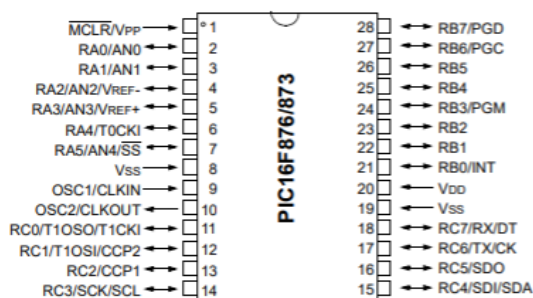
3.6 Cadeira motorizada

Este sistema de sensoriamento, foi implementado como teste na cadeira motorizada do Labore (Laboratório de Robótica e Reabilitação) situada no campus de São Paulo do IFSP. Seu sistema de motorização foi feito com duas engrenagens (uma em cada roda) que giram através de dois motores CC de 24V, alimentados por duas baterias em série de 12v e 7A cada uma. Na parte elétrica e eletrônica, esta cadeira é comandada por um joystick que envia os sinais para as entradas controlador e este possui em sua saída uma ponte H, que é capaz de acionar os motores necessários para realizar o movimento do joystick.

3.6.1 Controlador da cadeira motorizada

Como controlador da cadeira, foi utilizado o PIC16F876 (Figura 3.2) da Microchip. Possui 22 pinos para entradas e saídas, uma tensão de alimentação de 2V até 5.5V e corrente máxima de 25mA.

Figura 3.2 - Microcontrolador PIC16F876/873.

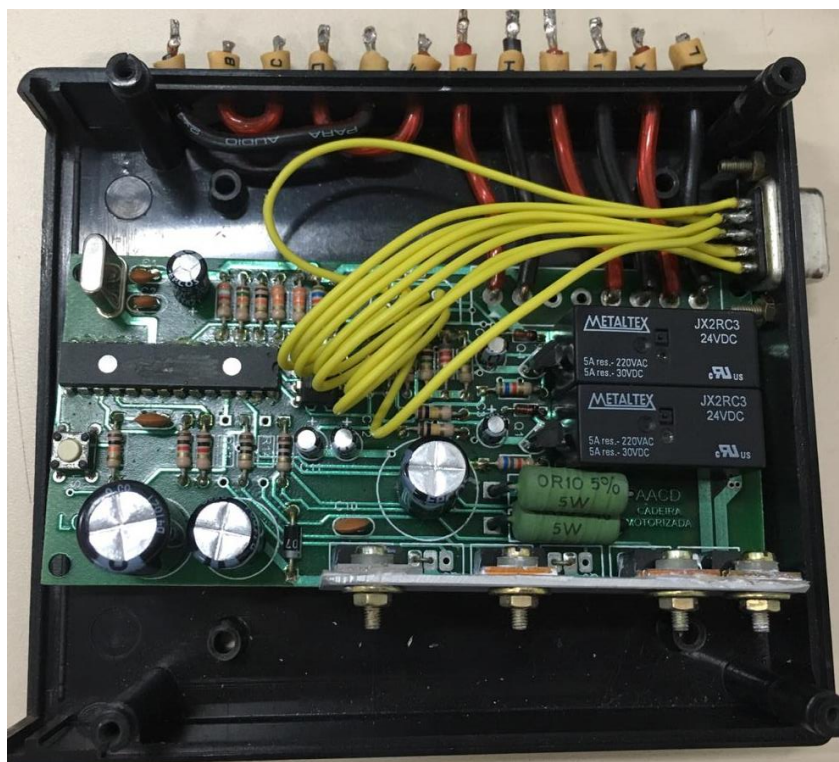


Fonte: MICROCHIP, 1998.

3.6.2 Circuito para motorização da cadeira de rodas

A partir de análises foi possível identificar um pouco do circuito que faz a motorização da cadeira de rodas (Figura 3.3). Ele é composto por dois transistores BC337 que acionam os relés miniatura com 2 contatos reversíveis cada, estes são utilizados para formar uma ponte H, e cada um possui um diodo zener em paralelo para proteger que uma tensão reversa vá para o controlador.

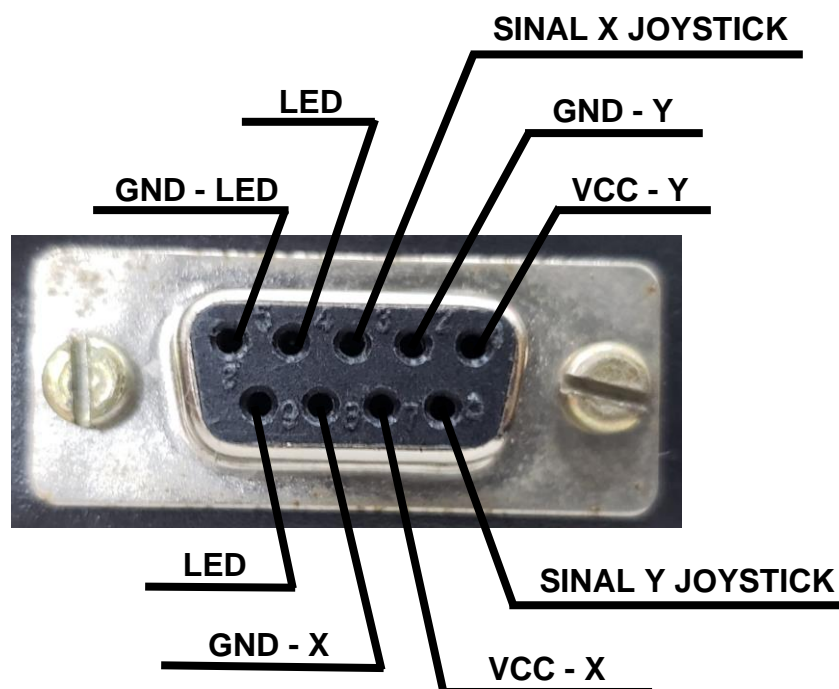
Figura 3.3 - Circuito de motorização da cadeira.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Para conseguir integrar nosso sistema com este circuito de motorização, foi necessário a identificação de todos os cabos que entram na placa através do conector DB9 (conforme Figura 3.4) situado no lado direito da Figura 3.3.

Figura 3.4 - Identificação dos cabos do circuito de motorização.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.7 Controlador do Sistema do Sensoriamento Anticolisão

Como controlador, foi escolhido o Arduino UNO por possuir características que se encaixam na necessidade do nosso projeto. Ele é responsável por receber como entrada os dados dos sensores, e encaminhar para o controlador da cadeira.

Tabela 3.4 - Dados técnicos da plataforma Arduino UNO.

Tensão de funcionamento	5V
Tensão de entrada (recomendado)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Corrente DC por Pinos E / S	40 mA
Corrente DC para 3.3V	50 mA
Memória Flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade do relógio	16 MHz

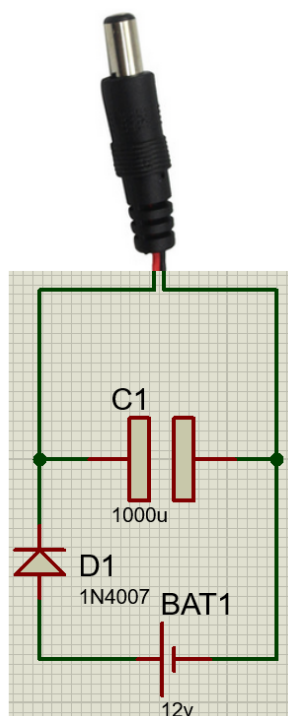
Fonte: ARDUINO, 2019.

Na tabela 3.4 é possível analisar dados técnicos sobre a plataforma que são de suma importância para entender e desenvolver projetos com esta placa. A versão UNO possui um microcontrolador ATmega328, além de 14 pinos digitais utilizados tanto como entrada ou saída, e 6 pinos analógicos utilizados somente como entradas.

Além de possibilidade de ser alimentado com um conector USB, também possui um conector para fonte DC. Para o funcionamento, a placa pode ser alimentada de 5V até 20V, sendo o mais recomendado estar entre 8V a 12V. Possui também, pinos que disponibilizam a alimentação para dispositivos ou componentes, estes pinos regulam a tensão recebida pela fonte em 3.3V e 5V, além de um pino “Vin” que não possui regulador de tensão, fornecendo então o valor exato da fonte que alimenta o controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão (Arduino).

Como fonte para alimentar o controlador foi utilizada uma bateria de 12v e 1,2A. Em conjunto com um circuito de proteção formado por um diodo 1N4007 e um capacitor de 1.000 μ F conforme figura 3.5, foi ligada a bateria no pino de energia do Arduino.

Figura 3.5 - Circuito de proteção para ligar a bateria no Arduino.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.8 Joystick

O módulo joystick que utilizamos é o analógico comum, que contém dois eixos (x e y) e um botão (push-button). No caso estamos usando apenas os dois eixos, que mandam sinal para o controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão (Arduino), indicando o sentido de movimento desejado pelo condutor.

A cadeira em si, quando controlada desta forma, já contém um joystick. Porém, o funcionamento da cadeira ocorre com o joystick enviando sinal diretamente para o controlador da cadeira. No presente projeto, o controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão fica entre o joystick e o controlador da cadeira de rodas. Sendo assim, o joystick envia sinais para o controlador do sistema de Sensoriamento, que por sua vez realiza as ações necessárias e envia os sinais para o controlador da cadeira de rodas.

No caso da cadeira de rodas que utilizamos, toda vez que se faz uma modificação no circuito ou no tipo de sinal que é enviado para o controlador da cadeira de rodas, é necessária realizar uma calibração do sistema, que está disponível no apêndice B. O LED presente no painel da cadeira permanecerá piscando verde quando for necessária essa calibração.

3.9 PWM

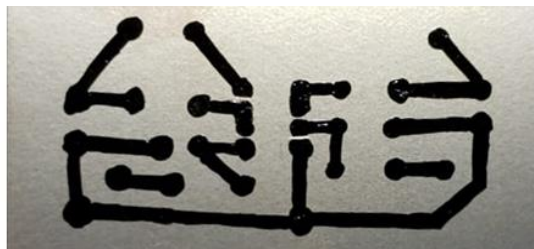
Dos 14 pinos digitais que o Arduino UNO possui, 6 deles tem funcionalidades que tornam possível o controle de dispositivos PWM (Pulse Width Modulation ou Modulação de Largura de Pulso). Com o intuito de controlar a velocidade de um motor DC através dos sinais do joystick, utilizamos as saídas PWM do Arduino. Nesse tipo de motor, a velocidade de giro (RPM) pode ser controlada variando a sua tensão de alimentação, além disso, o RPM é diretamente proporcional à tensão aplicada. Com este conhecimento, utilizamos um sinal PWM para controlar o RPM dos motores CC que controlam as rodas da cadeira.

3.10 Placa Integradora

Na conexão entre o controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão (Arduino) e do controlador da cadeira de rodas (PIC) é necessário fazer uma filtragem e modificação do sinal PWM para um quase linear.

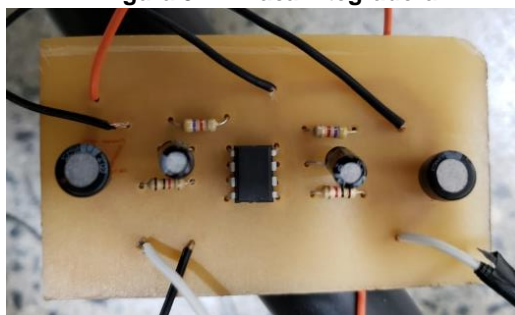
Devido este fato, utilizamos uma placa integradora, feita por nós (Figuras 3.6 e 3.7), por onde passa dois sinais do controlador do sistema de Sensoriamento para o da cadeia de rodas. Nesta placa integradora temos quatro filtros RC (dois para cada sinal) e dois seguidores de tensão (um para cada sinal).

Figura 3.6 - Desenho do circuito da placa integradora na placa de fenolite.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 3.7 - Placa integradora.

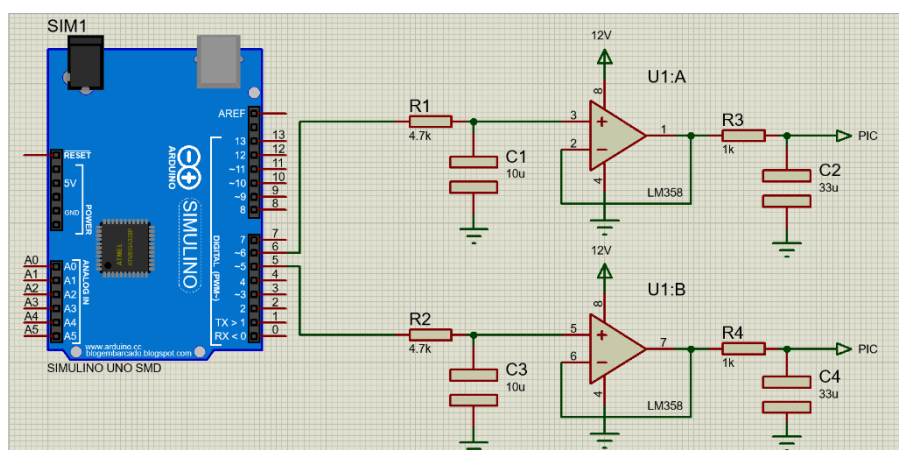


Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Os sinais PWM do controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão a serem mandados para o controlador da cadeira de rodas entram na placa integradora e são inicialmente filtrados, passando por um filtro RC passa-baixa, com um resistor de $4,7k\Omega$ e um capacitor de $10\mu F$.

Seguindo, temos o seguidor de tensão ou buffer, com um amplificador operacional LM358, com o objetivo de realizar o casamento de impedância dos dois controladores. Por último, o sinal é novamente filtrado em um RC, para eliminar ruídos e deixar o sinal mais linear, e é enviado ao controlador da cadeira de rodas, como pode ser visto na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Circuito da placa integradora conectada ao Arduino.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.10.1 Teste de sinal

Este teste irá averiguar, através do osciloscópio, a transformação do sinal PWM utilizando a placa integradora. Será feito com a ponta de prova do canal 1 na entrada da placa (Sinal PWM do Arduino) e a ponta de prova do canal 2 na saída da placa integradora, será testado três valores de duty cycle para confirmar a funcionalidade do sistema.

3.10.2 Teste de comunicação

Este consiste no acionamento dos motores, através da comunicação entre o controlador do sistema de Sensoriamento com o controlador da cadeira, por intermédio da placa integradora. Com a cadeira de rodas apoiada lateralmente no chão para evitar cargas (Conforme figura 3.9), será verificada a movimentação dos motores de acordo com o posicionamento do joystick.

Figura 3.9 - Posição da cadeira de rodas para o segundo teste.

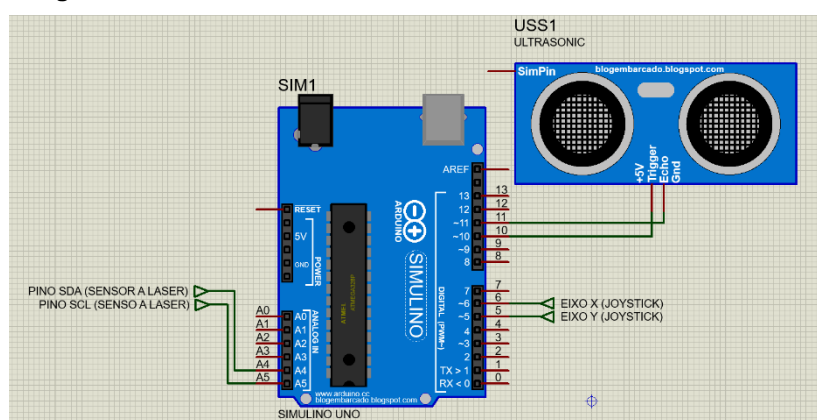


Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.11 Sensores

Como mostra a figura 3.10, o controlador do sistema recebe 3 sinais diferentes, sendo eles o do joystick, do sensor ultrassônico e do sensor a laser. Estes são lidados da seguinte maneira: o sinal recebido pelo joystick é simulado na programação conforme os dados que recebemos dos sensores ultrassônicos e a laser, ou seja, se qualquer um dos sensores identificarem que foi ultrapassado a distância mínima estipulada na programação, o movimento da cadeira para este local que o sensor identificou, terá a velocidade reduzida até parar caso o movimento continue, para que não haja colisão ou queda.

Figura 3.10 - Entradas no controlador do sistema de Sensoriamento



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.11.1 Sensor ultrassônico

Para o sensor ultrassônico utilizamos o modelo HC-SR04. Segundo o fabricante, ele oferece um alcance de 2cm até 400cm, com uma resolução de até 0,3cm (ELECTFREAKS, 2018). O sensor possui 4 pinos: o Vcc, que recebe a alimentação de 5V, o Trig, responsável por disparar o pulso ultrassônico, o Echo, responsável por gerar um pulso com o mesmo tempo necessário para o eco ser recebido pelo sensor, e o GND.

São utilizados 5 sensores HC-SR04, dispostos ao redor da cadeira, e são programados para operar da seguinte forma: quando um objeto estiver relativamente próximo da cadeira (a distância será programada e testada adiante) o motor irá reduzir a velocidade gradativamente, até chegar em uma distância muito próxima que irá fazer com que os motores parem. O sensor traseiro em específico, irá parar com uma distância maior devido a presença dos motores na traseira que não estão na visão do cadeirante.

3.11.2 Sensor laser

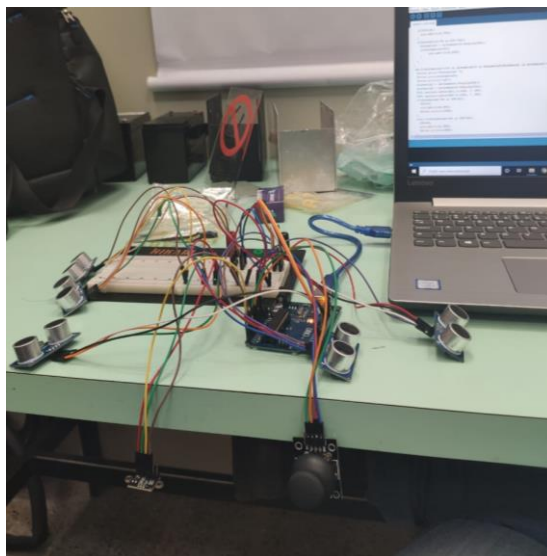
Para o sensor a laser foi utilizado o modelo VL53L0X da STMicroelectronics. Segundo o fabricante (ADAFRUIT, 2016), trabalha com distância de medição de até 2 metros e trabalho com uma tensão de 3V a 5V, possuindo também um regulador integrado. Por ser de alta precisão, este sensor é utilizado no projeto para detectar buracos e escadas, sendo posicionado na parte frontal da cadeira.

3.11.3 Teste dos sensores

Utilizando os sensores ultrassônicos será feito um teste de integridade do sinal de resposta, nele todos os sensores serão conectados à uma protoboard, e passarão para o Arduino, e ambos estarão energizados através do USB do computador (Conforme a figura 3.11). Dessa forma é possível observar e conferir através do monitor serial do Arduino todas as respostas para ter a constatação da efetividade do sinal enviado.

O joystick deve ser testado em todas as direções e após isso colocado um objeto em frente de cada um dos sensores ultrassônicos, afim de obter uma resposta da distância no monitor serial, então com a movimentação do joystick consegue-se ter a certeza que o sensor irá bloquear a movimentação naquela direção. Este processo deve ser repetido em cada um dos 5 sensores ultrassônicos e com o sensor laser será semelhante, porém o teste deve ser simulando buracos também.

Figura 3.11 - Teste dos sensores.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

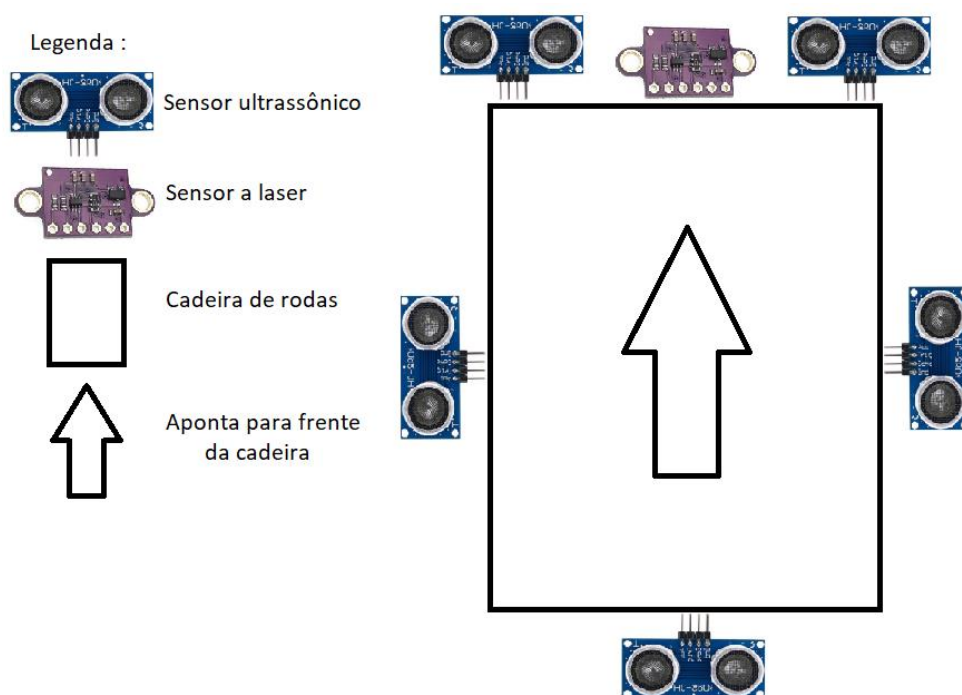
3.12 Montagem do sistema na cadeira motorizada

O controlador do sistema (Arduino) e a placa integradora serão posicionados na parte de baixo da cadeira, no lado oposto onde está localizado o controlador da cadeira motorizada. Todas as ligações que vão do Arduino até os sensores e o joystick, serão fixadas com abraçadeira de nylon juntamente com os cabos utilizados na motorização da cadeira.

3.12.1 Posicionamento dos sensores

Os 6 sensores, que compõem o sistema são distribuídos na cadeira conforme a figura 3.12. O foco principal será na parte frontal da cadeira composto de 2 ultrassônicos e um a laser, pois foi considerado o local com maiores riscos a acidentes, e nas partes laterais e traseira terão um sensor ultrassônico em cada lado.

Figura 3.12 - Posição dos sensores na cadeira motorizada.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

3.12.2 *Teste da integração total do sistema*

Após a montagem e testes individuais do funcionamento da placa integradora, do sinal de entrada no sistema e dos sensores, este teste tem como objetivo averiguar o funcionamento do sistema por completo. A partir do acionamento do joystick, espera-se que a cadeira se movimente, e no momento em que um dos sensores identificarem alguma situação de queda ou colisão, o sistema irá atuar em desaceleração. Além disso devem ser testadas as distâncias de detecção dos sensores já posicionados na cadeira.

O teste será realizado em um trajeto com obstáculos pré-definidos para teste dos sensores e, posteriormente, em locais públicos com situações reais.

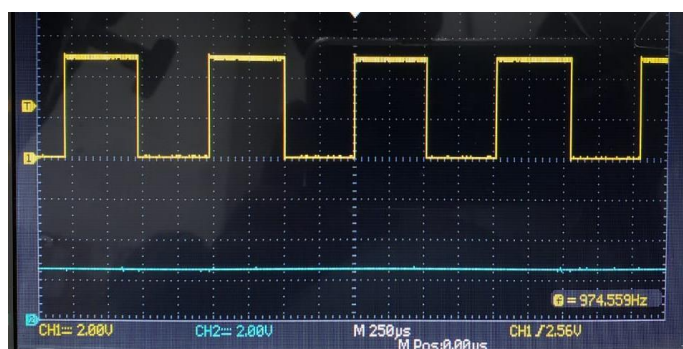
4. RESULTADOS

4.1 Placa Integradora

4.1.1 Resultado de sinal

A placa integradora no sistema é responsável por filtrar e modificar o sinal PWM, que é gerado pelo controlador do sistema de Sensoriamento Anticolisão para ser recebido pelo controlador da cadeira de rodas. Utilizando um osciloscópio, primeiramente foi testado o duty cycle do sinal em 50%, analisando a figura 4.1, tem-se em amarelo o sinal de entrada na placa integradora e em azul o sinal de saída da placa integradora. No sinal de saída do controlador do sistema, sinal amarelo, é possível observar uma onda quadrada de amplitude de 5V. Já na saída da placa integradora, sinal azul, obtêm-se um sinal linear de amplitude de 2,5V, comprovando assim o duty cycle programado anteriormente no Arduino.

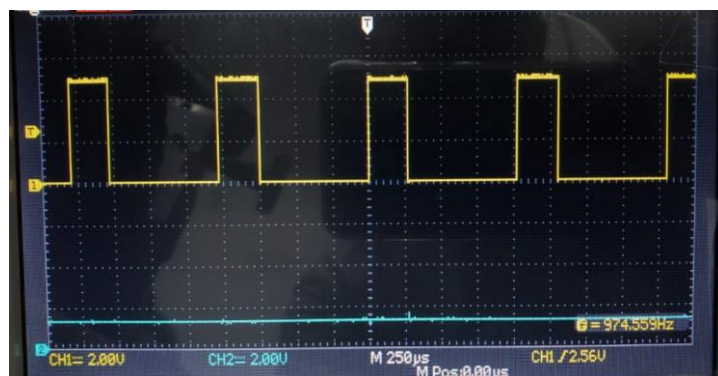
Figura 4.1 – Duty cycle de 50% do sinal de entrada e saída da placa integradora.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

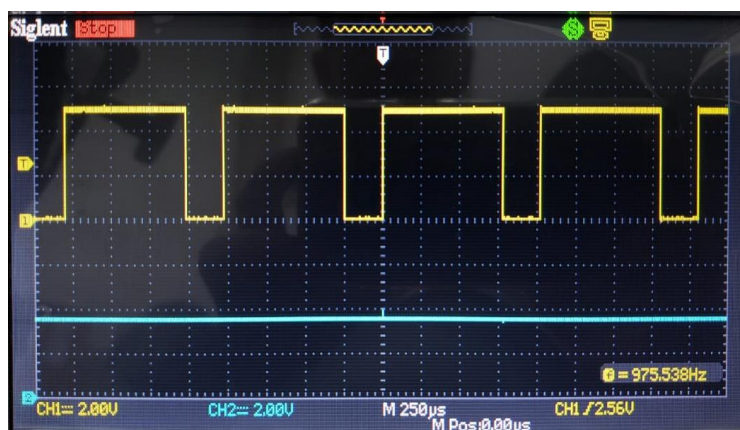
Afim de obter mais de uma confirmação do resultado do teste, as figuras 4.2 e 4.3 mostram os resultados com duty cycle em 25% e 75% respectivamente.

Figura 4.2 - Duty cycle de 25% do sinal de entrada e saída da placa integradora.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 4.3 - Duty cycle de 75% do sinal de entrada e saída da placa integradora.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

4.1.2 Resultado de comunicação

Feito o teste do tópico 3.10.2, obteve-se uma boa comunicação entre o controlador do sistema de Sensoriamento e o controlador da cadeira de rodas. A tabela 4.1 apresenta a resposta dos motores conforme acionamento do joystick.

Tabela 4.1 - Movimentação dos motores no teste de comunicação.

Teste	Posição do Joystick	Motor Direito	Motor Esquerdo
1	Frente	Rotacionando para frente	Rotacionando para frente
2	Trás	Rotacionando para trás	Rotacionando para trás
3	Direita	Rotacionando para trás	Rotacionando para frente
4	Esquerda	Rotacionando para frente	Rotacionando para trás

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

4.2 Sensores

4.2.1 Resultado dos sensores

Ao efetuar o teste no monitor serial foi possível observar o funcionamento do joystick, que se posicionava corretamente em todas as posições sem muito atraso. Também foi possível observar todas as medições que os sensores faziam quando entravam em sua área de detecção.

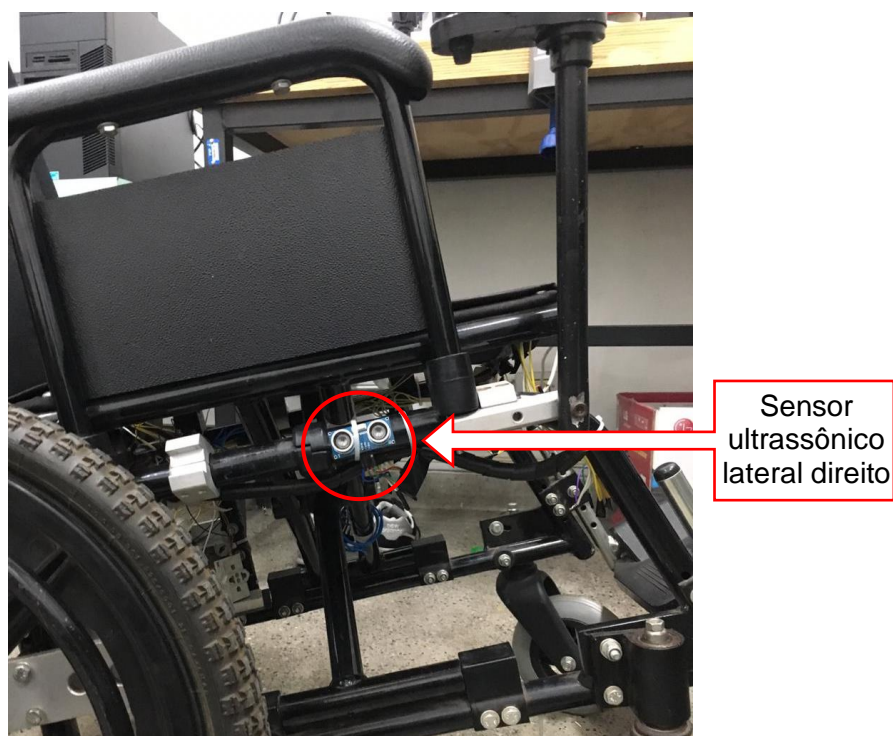
Cada sensor era responsável por efetuar o bloqueio do movimento do joystick em determinada direção, ou até mais de uma, como o sensor frontal e traseiro, que bloqueiam tanto a ré e a frente como também as laterais caso o sensor estivesse próximo a alguma coisa.

Os sensores conseguem identificar rápidas variações de distância, principalmente o sensor laser, que mostrava os valores em milímetros, com uma precisão muito superior aos ultrassônicos.

4.2.2 Posicionamento

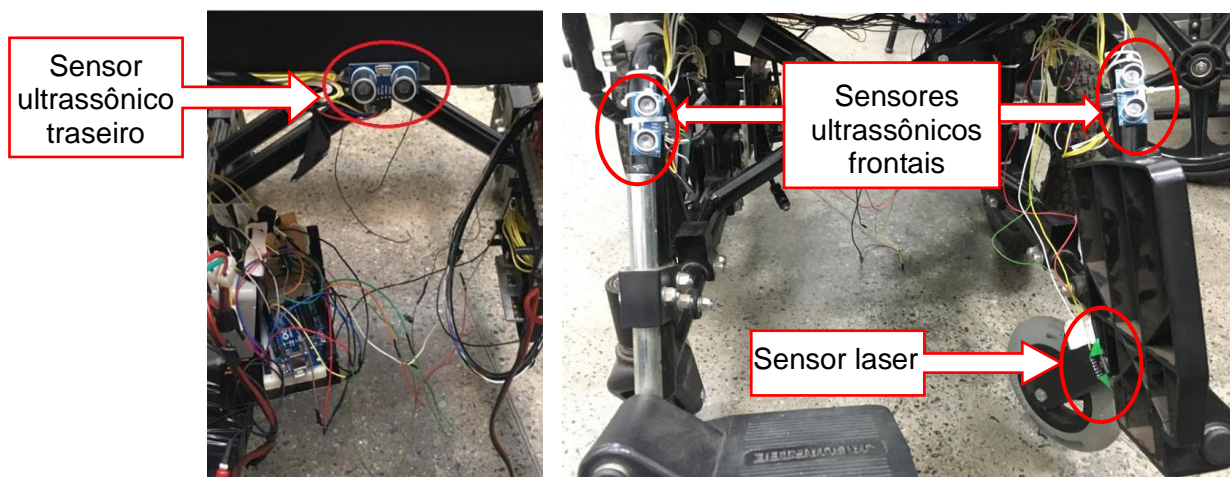
As posições dos sensores foram conforme planejado e podem ser vistas nas Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 da cadeira já montada. O sensoramento, testado no computador através do monitor serial da plataforma Arduino, está respondendo como o previsto. Sendo assim, é capaz de realizar a redução do sinal enviado pelo controlador do sistema de sensoramento (que faz a desaceleração do motor), conforme se aproxima de um obstáculo, e parando quando se encontra muito próximo.

Figura 4.4 - Sensor lateral direito.



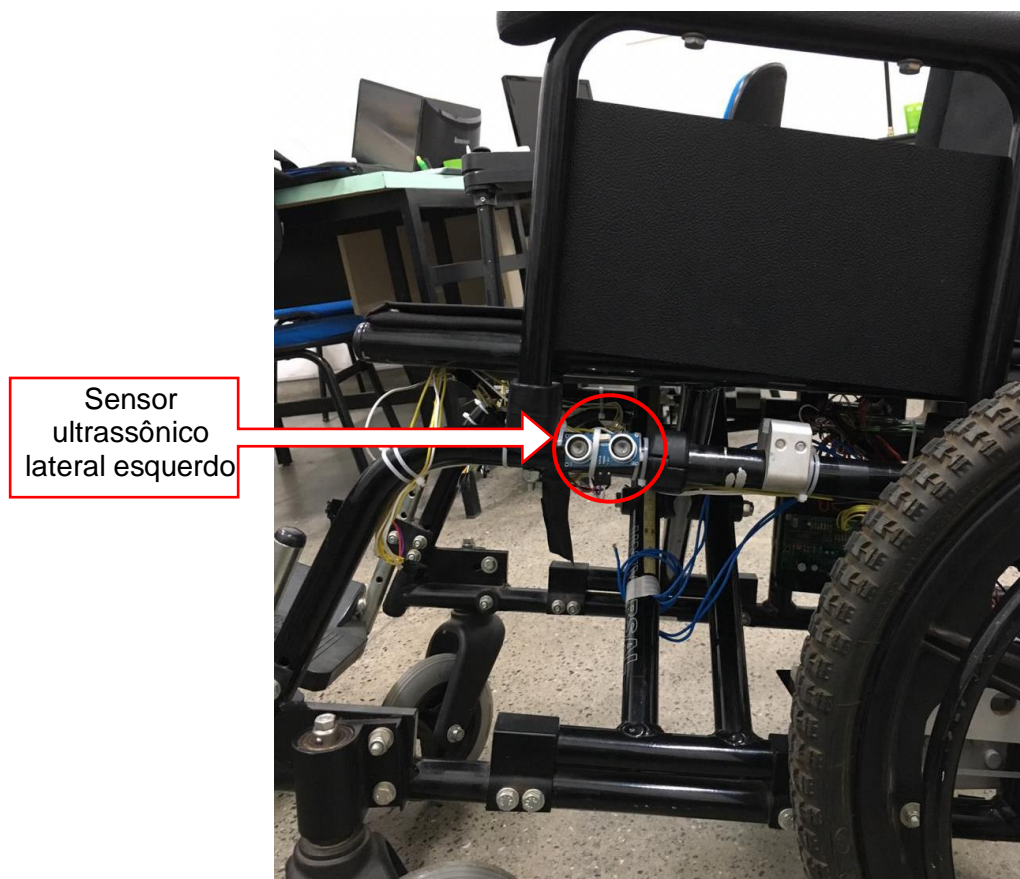
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 4.5 - Sensores frontais e traseiro.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Figura 4.6 - Sensor lateral esquerdo.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

A partir da tabela 4.2, é possível analisar os resultados que foram obtidos de cada sensor.

Tabela 4.2 - Tabela do resultado da detecção dos sensores.

Motores	Sensores frontais	Sensor laser	Sensor traseiro	Sensores laterais
Começam a reduzir	70 cm	-----	50 cm	50 cm
Param	22 cm	< 220 e > 800	45 cm	30 cm

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Em específico, o sensor laser, não irá reduzir e somente parar por se tratar de um sensor de emergência, além disso os resultados dos testes se aplicam apenas a posição instalada na cadeira (a 22 cm, na vertical em linha reta, de altura do chão e 66cm de distância na diagonal do chão). Dependendo do piso em que se encontra, a detecção do laser poderá ser afetada.

4.3 Integração total do sistema

Após concluir o posicionamento dos sensores na cadeira e comprovar seu funcionamento através do monitor serial do Arduino, passamos para os testes indicados no tópico 3.12.2. Os sensores foram conectados a uma protoboard e desta passam para as entradas do Arduino. Os 2 sensores frontais e os 2 sensores laterais funcionam por par, ou seja, o pino Echo dos dois sensores frontais se unem para entrar em um mesmo pino do Arduino, funcionando juntos, afim de possuir um maior campo de visão. O mesmo se aplica nos sensores laterais, como a cadeira gira em torno de seu próprio eixo, é necessário que eles estejam juntos para evitar colisões tanto na parte traseira quanto frontal.

Em seguida, após todas as ligações feitas e com o sistema calibrado no novo joystick, foi possível controlar a cadeira através do nosso sistema normalmente. Contudo, a detecção dos sensores não foi totalmente como o esperado, o sensor traseiro não está com uma detecção boa, demora muito para que o objeto seja detectado, porém não deixa de parar a cadeira. Além disso, as posições trás e lateral esquerda, as vezes podem detectar um erro no qual deixa o led em “piscante vermelho”, quando isso ocorre é necessário desligar a cadeira e ligar novamente para que volte a seu funcionamento normal. Os sensores frontais, laterais e laser estão com um funcionamento muito bom detectando os objetos na distância prevista.

5. DISCUSSÃO

A primeira dificuldade enfrentada foi a comunicação do controlador da cadeira motorizada com o controlador do sistema anticolisão. Pela falta de informações da cadeira motorizada (Programação e referencial teórico) houve um bom tempo perdido descobrindo cada cabo de ligação, assim como a tensão enviada pelo joystick, componentes que constituem o controlador da cadeira motorizada e a calibração do joystick necessária para conectar qualquer controlador que não seja o original (Disponível no Apêndice B).

Após essa etapa, a montagem da placa integradora e o sistema de sensoramento no Arduino tiveram os resultados obtidos conforme planejado. A placa integradora foi capaz de eliminar as harmônicas do espectro do sinal PWM que o Arduino manda, e transformar em um sinal analógico compatível com o PIC. Além disso, após a calibração do joystick foi possível controlar os motores da cadeira com o nosso sistema, onde o joystick manda sinal para o Arduino, passa pela integradora e entra no PIC, que controla os motores com o sinal recebido. O sistema de sensoramento foi implementado no Arduino, juntamente com a programação do joystick e seu funcionamento foi comprovado totalmente através de testes no monitor serial do Arduino.

A etapa final que contava com a junção das duas etapas anteriores, não teve um funcionamento totalmente como o esperado, alguns posicionamentos da cadeira apresentaram problemas. Como por exemplo, o sensor traseiro, que não estava com uma detecção tão boa, demorando para detectar o objeto ou fica travando a cadeira aos poucos até parar. Além disso, o sistema em si possui um erro de “led piscante vermelho” que para o movimento da cadeira, onde é necessário desligar o sistema e ligar novamente. Os outros sensores, laterais e frontais e o laser, funcionam como o esperado, parando quando for detectado um objeto.

6. CONCLUSÃO

O objetivo principal do projeto foi obtido, tendo-se o sistema de Sensoriamento Anticolisão para cadeira de rodas funcionando. Foram realizados testes da programação com todos os sensores, no monitor serial da plataforma Arduino. Perante a detecção de um obstáculo, o sinal enviado ia sendo reduzido, o que faz a desaceleração dos motores da cadeira. Porém, na integração total do sistema alguns movimentos da cadeira apresentaram falhas como por exemplo, pequenas paradas no acionamento de algumas posições, e trava do sistema, onde é necessário reiniciá-lo. Porém, como o sistema foi testado em diversas formas, seu funcionamento conseguiu ser comprovado e as falhas não comprometeram tanto o projeto, por se tratar de falhas que melhor analisadas podem ser ajustadas por completo.

6.1.1 *Trabalhos futuros*

Como trabalhos futuros o ideal seria trocar o controlador da cadeira motorizada, com um Arduino por exemplo. O atual controlador da cadeira esta inserido dentro de uma placa com a motorização, porém não se tem nenhuma documentação teórica desta placa, então caso necessite de alguma manutenção ou implementação exigirá muito tempo ou não será possível identifica-la totalmente.

Outro ponto a melhorar seria utilizar como controlador do sistema de Sensoriamento um Arduino Mega, este possui mais pinos de entrada, o qual possibilitaria a entrada de mais sensores (para melhor detecção em alguns ângulos), e possui mais interrupções que podem ser utilizadas para os sensores na hora da detecção, ou seja caso detectasse algo, programa original seria interrompido e começaria o programa da detecção.

REFERÊNCIAS

(ADAFRUIT) Adafruit VL53L0X Time of Flight Micro-LIDAR Distance Sensor Breakout. Adafruit, nov. 2016. Disponível em: <https://learn.adafruit.com/adafruit-vl53l0x-micro-lidar-distance-sensor-breakout>
Acesso em: 15 nov. 2019.

(ARDUINO). Arduino Uno Rev3. Arduino, 2019. Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Acesso em: 11 nov. 2019.

(BASTOS). Uso de sensores ultra-sônicos na medição de parâmetros em robótica e outras aplicações. Revista SBA – Controle e Automação, Volume 3, 1991. Disponível em: <http://www.sba.org.br/revista/volumes/v3n1/v3n1a06.pdf>
Acesso em: 16 nov. de 2019

(BAÚ DA ELETÔNICA). Sensor Ultrassônico HC-SR04 com Arduino Uno. Baú da eletrônica, São Paulo, dez.2017. Disponível em: <http://blog.baudaeletronica.com.br/arduino-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04/>.
Acesso em: 03 nov. 2019.

(BRITTO). Sensor a Laser: Princípios Básicos. Enio Britto, 22, nov. 2018. Disponível em: <http://www.blog.sense.com.br/2018/11/sensor-laser-principios-basicos.html>. Acesso em: 16 nov. 2019

(CAIRES) Apostila sobre modulação PWM. Francisco Caires, nov. 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7656193-Eletronica-industrial-apostila-sobre-modulacao-pwm-pagina-1-de-6-introducao.html>
Acesso em: 05 nov. 2019.

(ELECTFREAKS). HC-SR04 Ultrasonic Sensor Distance Measuring Module Ultra01+. Elec Freaks, 2018. Disponível em: <https://www.electfreaks.com/store/hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-measuring-module-ultra01.html>
Acesso em 11 nov. 2019.

(FREEDOM) Cadeira de Rodas Freedom Lumina Motorizada 20, 2019. Disponível em: <http://www.freedom.ind.br/produto/saude/cadeiras-de-rodas-motorizadas/freedom-lumina-motorizada/>

Acesso em: 16 out. 2019.

(GUIMARÃES) Filtro capacitivo passa-baixa e passa-alta. Fábio Guimarães, nov. 2019. Disponível em: <http://mundoprojetado.com.br/filtro-capacitivo-passa-baixa-e-passa-alta/>

Acesso em: 14 nov. 2019

(IBGE). Censo Demográfico. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. São Paulo, jun. 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticiascenso?id=3&idnoticia=2170&view=noticia>
Acesso em: 05 nov. 2019.

(INSTITUTO DIGITAL) Módulo Joystick Analógico, 2018. Disponível em: <https://www.institutodigital.com.br/pd-127d35-modulo-joystick-analogico.html>
Acesso em: 10 nov. 2019.

(MANZINI). MANZINI, E. J. Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados. In: Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86, 2005.

(MICROCHIP). 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers. Microchip, 1998. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292d.pdf>
Acesso em: 15 nov. de 2019.

(UFRGS) Circuitos com AmpOps. UFRGS, 2001. Disponível em: http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap_15/circampo.htm
Acesso em: 14 nov. 2019

APÊNDICE A – PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

O seguinte software é o programa em linguagem C utilizado no controlador do sistema do Sensoriamento Anticolisão (Arduino).

```
#include <Ultrasonic.h>                                //INCLUSÃO
DA BIBLIOTECA NECESSÁRIA PARA FUNCIONAMENTO DOS SENSORES
ULTRASSONICOS

#include <Wire.h>                                        //INCLUSÃO
DA BIBLIOTECA NECESSÁRIA PARA FUNCIONAMENTO DO I2E

#include <VL53L0X.h>                                    //INCLUSÃO
DA BIBLIOTECA NECESSÁRIA PARA FUNCIONAMENTO DO SENSOR
LASER

const int echoPin = 2;                                  //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 ECHO FRENTE

const int trigPin = 3;                                  //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 TRIG FRENTE

const int echoPin2 = 4;                                  //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 ECHO TRÁS

const int trigPin2 = 7;                                  //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 TRIG TRÁS

const int echoPin3 = 13;                                 //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 ECHO LATERAL

const int trigPin3 = 12;                                 //PINO
DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04 TRIG LATERAL

VL53L0X sensor;                                         //INCLUSÃO
DO SENSOR LASER

int XIS = 0;                                             //DEFINIÇÃO
DA VARIÁVEL PARA DECOBRIR O X DO JOYSTICK
```

```
int YPS = 0;                                     //DEFINIÇÃO
DA VARIÁVEL PARA DECOBRIR O Y DO JOYSTICK
```

```
Ultrasonic                                     ultrasonic(trigPin,echoPin);
//SENSOR FRENTE
Ultrasonic                                     ultrasonic2(trigPin2,echoPin2);
//SENSOR TRÁS
Ultrasonic                                     ultrasonic3(trigPin3,echoPin3);
//SENSOR LATERAL
```

```
int      distancia1,      distancia2,      distancia3,      distancia4;
//DECLARAR TODAS AS VARIÁVEIS DISTANCIA DO TIPO INTEIRO
```

```
void setup(){
  pinMode(6, OUTPUT);                           //PINO
  QUE ENVIA A RESPOSTA DO JOYSTICK EM X
  pinMode(5, OUTPUT);                           //PINO
  QUE ENVIA A RESPOSTA DO JOYSTICK EM Y
  pinMode(A0, INPUT);                           //PINO
  QUE RECEBE O X DO JOYSTICK
  pinMode(A1, INPUT);                           //PINO
  QUE RECEBE O X DO JOYSTICK
  pinMode(echoPin, INPUT);                       //DEFINE
  O PINO COMO ENTRADA (RECEBE)
  pinMode(trigPin, OUTPUT);                       //DEFINE
  O PINO COMO SAIDA (ENVIA)
  Serial.begin(9600);                           //INICIALIZA
  A PORTA SERIAL
```

```
  Wire.begin();                                 //TESTE
  PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
```

```

    sensor.setTimeout(500); //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
{ //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
    Serial.println("Failed to detect and initialize sensor!");
//TESTE PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
    while (1) {} //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
} //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
    sensor.startContinuous(); //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER
} //TESTE
PARA VERIFICAR O FUNCIONAMENTO DO SENSOR LASER

void loop(){
    distancia1 = (ultrasonic.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA FRENTE
    distancia2 = (ultrasonic2.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA TRÁS
    distancia3 = (ultrasonic3.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA LATERAL
    distancia4 = sensor.readRangeContinuousMillimeters();
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA DO LASER
    while(distancia4<210 || distancia4>800){
//CASO A DISTÂNCIA MEDIDA DO LASER FOR MENOR QUE 600 E MAIOR
//QUE 1050 FAÇA ESTE LAÇO
        distancia4 = sensor.readRangeContinuousMillimeters();
//ATUALIZAR VALOR DA DISTÂNCIA DO LASER
        XIS= map(analogRead(A1),0,1023, 7 ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM X DO JOYSTICK
        YPS= map(analogRead(A0),0,1023, 7 ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK

```

```

    XIS = 50; //MUDAR
O VALOR EM X DO JOYSTICK PARA 50, OU SEJA PARADO
    YPS = 50; //MUDAR
O VALOR EM Y DO JOYSTICK PARA 50, OU SEJA PARADO
    analogWrite(5,YPS); //ESCREVER
O VALOR DE Y NA PORTA 5
    analogWrite(6,XIS); //ESCREVER
O VALOR DE X NA PORTA 6
    YPS=          map(analogRead(A0),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK
    if(YPS<50){ //CASO
O USUÁRIO COLOQUE O JOYSTICK PARA TRÁS PARA DAR RÉ
        YPS=          map(analogRead(A0),0,1023,          7          ,93);
//ATUALIZAR NOVAMENTE O Y
        analogWrite(5,YPS); //ESCREVER
O VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
}
while(distancia1<=70  &&  distancia1>0  &&  distancia1<distancia2  &&
distancia1!=0 && distancia2!=0){ //LAÇO PARA CONDIÇÃO DO SENSOR
1 FRONTAL
    distancia1          =          (ultrasonic.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL ATUALIZA O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA FRENTE
    distancia2          =          (ultrasonic2.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL ATUALIZA O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA
    XIS=          map(analogRead(A1),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM X DO JOYSTICK
    YPS=          map(analogRead(A0),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK
    if(distancia1<=22 && YPS>50){ //PARAR
CASO A DISTÂNCIA SEJA MENOR QUE 22
        YPS=50; //ATUALIZAR
VALOR DE Y

```

```

        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia1<=30                &&                YPS>50){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA SEJA MENOR QUE 30
        YPS=55;                                            //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia1<=40                &&                YPS>50){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA SEJA MENOR QUE 40
        YPS=58;                                            //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia1<=50                &&                YPS>50){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA SEJA MENOR QUE 50
        YPS=60;                                            //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia1<=60                &&                YPS>50){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA FOR MENOR QUE 60
        YPS=70;                                            //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia1<=70                &&                YPS>50){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA FOR MENOR QUE 70

```

```

        YPS=80; //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS); //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    if(YPS<49){ //PARAR
CASO O USUARIO TENTAR MOVIMENTAR PARA TRÁS
        analogWrite(5,YPS); //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    if(distancia1>30 && XIS!=50){ //PARAR
CASO O USUÁRIO TENDE MOVER PARA OS LADOS
        distancia3 = (ultrasonic3.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA LATERAL
        if(distancia3>50){ //PARAR
CASO O SENSOR LATERAL NÃO TIVER OBSTRUIDO
            analogWrite(6,XIS); //ESCREVER
VALOR DE X NA PORTA 6
        }
    }
}
while(distancia2<=75 && distancia2>0 && distancia2<distancia1 &&
distancia1!=0 && distancia2!=0){ //LAÇO PARA CONDIÇÃO DO SENSOR
2 TRASEIRO
    distancia1 = (ultrasonic.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA FRENTE
    distancia2 = (ultrasonic2.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA TRÁS
    XIS= map(analogRead(A1),0,1023, 7 ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM X DO JOYSTICK
    YPS= map(analogRead(A0),0,1023, 7 ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK

```

[illegible]


```

        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    else                if(distancia2<=75                &&                YPS<49){
//PARAR CASO A DISTÂNCIA FOR MENOR QUE 75
        YPS=15;                                            //ATUALIZAR
VALOR DE Y
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    if(YPS>50){                                            //PARAR
CASO O USUÁRIO QUEIRA IR PRA FRENTE
        analogWrite(5,YPS);                                //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    if(distancia2>30 && XIS!=50){                            //PARAR
CASO O USUÁRIO TENHA TENTADO MOVER PARA OS LADOS
        distancia3                =                (ultrasonic3.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA LATERAL
        if(distancia3>50){                                    //PARAR
CASO O SENSOR LATERAL NÃO TIVER OBSTRUÍDO
            analogWrite(6,XIS);                                //ESCREVER
VALOR DE X NA PORTA 6
        }
    }
}

while(distancia3<=50 && distancia3>0 && distancia1!=0 && distancia2!=0){
//LAÇO PARA CONDIÇÃO DO SENSOR 3 LATERAL
    distancia1                =                (ultrasonic.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA FRENTE
    distancia2                =                (ultrasonic2.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA TRÁS

```

```

    distancia3          =          (ultrasonic3.Ranging(CM));
//VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA LATERAL
    XIS=          map(analogRead(A1),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM X DO JOYSTICK
    YPS=          map(analogRead(A0),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK
    analogWrite(5,YPS);          //ESCREVER
O VALOR DE Y NA PORTA 5
    if(YPS>=85          &&          distancia3>=20          &&          distancia3!=0){
//PARAR CASO O USUÁRIO QUEIRA ANDAR EM FRENTE ENQUANTO OS
SENSORES LATERAIS DETECTAM
    if(XIS==50){          //CASO
O X DO JOYSTICK NÃO OSCILE
    analogWrite(5,YPS);          //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    }
    if(XIS<50){          //CASO
ELE OSCILE X, COLOCAR UM LIMITE NO MESMO
    XIS=40;          //LIMITE
DE 40 ESTABELECIDO
    analogWrite(5,YPS);          //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    analogWrite(6,XIS);          //ESCREVER
VALOR DE X NA PORTA 6
    }
    else if(XIS>50){          //CASO
ELE OSCILE X, COLOCAR UM LIMITE NO MESMO
    XIS=60;          //LIMITE
DE 60 ESTABELECIDO
    analogWrite(5,YPS);          //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    analogWrite(6,XIS);          //ESCREVER
VALOR DE X NA PORTA 6

```

```

    }
}
else if(distancia3<=50 && XIS!=50){                                //CASO
SENSOR LATERAL DETECTAR DISTÂNCIA MENOR QUE 50
    XIS=50;                                                        //ESCREVER
VALOR DE X PARA 50
    analogWrite(6,XIS);                                           //ESCREVER
VALOR DE X NA PORTA 6
    }
}
XIS=          map(analogRead(A1),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM X DO JOYSTICK
    analogWrite(6,XIS);                                           //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    YPS=          map(analogRead(A0),0,1023,          7          ,93);
//VERIFICAR O VALOR EM Y DO JOYSTICK
    analogWrite(5,YPS);                                           //ESCREVER
VALOR DE Y NA PORTA 5
    Serial.println(XIS);                                           //APENAS
PARA PODER VISUALIZAR VALOR DE X NO MONITOR SERIAL
    Serial.println(YPS);                                           //APENAS
PARA PODER VISUALIZAR VALOR DE Y NO MONITOR SERIAL
}

```

APÊNDICE B – CALIBRAÇÃO DA CADEIRA DE RODAS

Toda vez que se realiza uma modificação no circuito ou no sinal que é enviado ao controlador da cadeira de rodas, é necessária uma calibração do sistema. A cadeira de rodas sinaliza que necessita de calibração piscando o LED de seu painel em verde.

Para realizar a calibração do sistema da cadeira, deve-se seguir os seguintes passos:

- Com o sistema da cadeira desligado e o sistema de Sensoriamento Anticolisão ligado, o compartimento do controlador da cadeira de rodas, localizado na parte inferior da cadeira, deve ser aberto.
- Com o compartimento aberto, deve-se pressionar o botão de calibração e ligar o sistema da cadeira de rodas. Quando o sistema ligar, o LED da cadeira acenderá laranja, então o botão poderá ser solto.
- Quando o LED começar a piscar vermelho e verde, aleatoriamente, o botão deve ser apertado novamente. O LED ficará laranja, então o botão deverá ser solto.
- Com o LED piscando vermelho e verde, aleatoriamente, deve-se pressionar o botão e acionar o joystick da cadeira para frente. O LED ficará laranja, então o botão deverá ser solto e em seguida o joystick.
- Quando o LED piscar em vermelho e verde, aleatoriamente, deve-se pressionar o botão e acionar o joystick para trás. O LED ficará laranja, então o botão deverá ser solto e em seguida o joystick.
- Com o LED piscando vermelho e verde, aleatoriamente, deve-se pressionar o botão e acionar o joystick para o lado direito. O LED ficará laranja, então o botão deverá ser solto e em seguida o joystick.
- Quando o LED piscar em vermelho e verde, aleatoriamente, deve-se pressionar o botão e acionar o joystick para o lado esquerdo. O LED ficará laranja, então o botão deverá ser solto e em seguida o joystick.
- Após todos esses passos, o LED deverá ficar verde, sem piscar, sinalizando que a calibração está concluída. Assim, a cadeira de rodas já poderá ser utilizada. Lembre-se de fechar o compartimento do controlador da cadeira.

Obs.: Se o LED não estiver em verde, sem piscar, a calibração não foi efetuada com sucesso. Deve-se desligar o sistema da cadeira e realizar todos os passos novamente.

APÊNDICE C – MANUAL TÉCNICO

MANUAL TÉCNICO

Sensoriamento Anticolisão

Para Cadeira de Rodas Motorizada

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
COMPONENTES DO SISTEMA	4
ESQUEMA ELÉTRICO	6
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	7

INTRODUÇÃO

Este manual é destinado à profissionais especializados

Com o objetivo de fornecer todas as informações necessárias para a manutenção especializada do sistema de sensoramento Anticolisão este manual inclui, características técnicas, informações operacionais, esquema elétrico, lista de componentes para a reposição e outros.

Para completa compreensão do conteúdo, o leitor deve possuir conhecimento das bases fundamentais de eletricidade, eletrônica e seus componentes.

É recomendável que em operações de manutenção, as características originais do kit sejam mantidas. Sempre analisar o esquema elétrico antes de fazer qualquer alteração.

Caso não consiga solucionar o problema do cliente, favor entrar em contato com a fábrica para maiores detalhes.

Se for constatado falta de informações necessárias neste manual, ou que estejam incompletas, por favor, repassar seus comentários e sugestões para que as próximas edições estejam completas.

COMPONENTES DO SISTEMA

Este sistema é composto de um Arduino UNO, cinco sensores ultrassônicos HC-SR04, um sensor a laser VL53L0X, uma placa conversora do sinal PWM para tensão DC, e uma caixa para armazenamento da parte eletrônica.

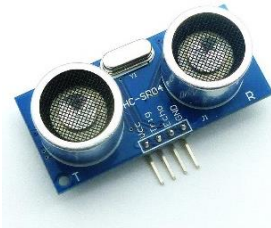
- Especificações importantes:

Arduino UNO R3



- Estar sempre energizado através do conector para fonte DC, e com uma tensão de 12 volts. (Normalmente será utilizado a mesma bateria da cadeira de rodas motorizada do cliente, em casos específicos terá sua própria bateria).

Sensor ultrassônico HC-SR04



- Devem estar posicionados da seguinte forma: 1 sensor em cada lateral da cadeira, 2 sensores na parte frontal, e 1 sensor na traseira da cadeira.

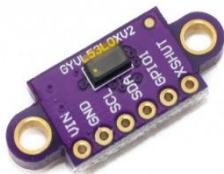
- Devem estar programados da seguinte forma:

Sensores laterais: Param o motor com 30cm de distância

Sensores frontais: Param o motor com 22cm de distância

Sensor traseiro: Para o motor com 45cm de distância

Sensor Laser VL53



- A posição deste sensor sempre será na parte frontal da cadeira de rodas. Com o intuito de identificar buracos e escadas ele deve estar inclinado para detectar o chão.

Placa conversora (PWM em DC)



- Com o intuito de converter o sinal recebido dos pinos PWM do Arduino para um sinal DC, esta placa contém para cada pino (números 5 e 6 do Arduino), um resistor de $4,7k\ \Omega$ e um capacitor eletrolítico de $10\mu F$ que compõem o filtro RC passa baixa para eliminar as harmônicas do espectro. Além disso possui um amplificador LM358 na configuração de Buffer para manter uma menor impedância na saída do circuito.

Caixa para armazenamento



- Esta caixa armazena todos os componentes citados anteriormente, e que compõem o kit. É de suma importância que essa caixa esteja limpa em seu interior, com os fios organizados, bem conectados e isolados, para que ocorra nenhum curto ou mal contato que possam afetar o funcionamento do kit.

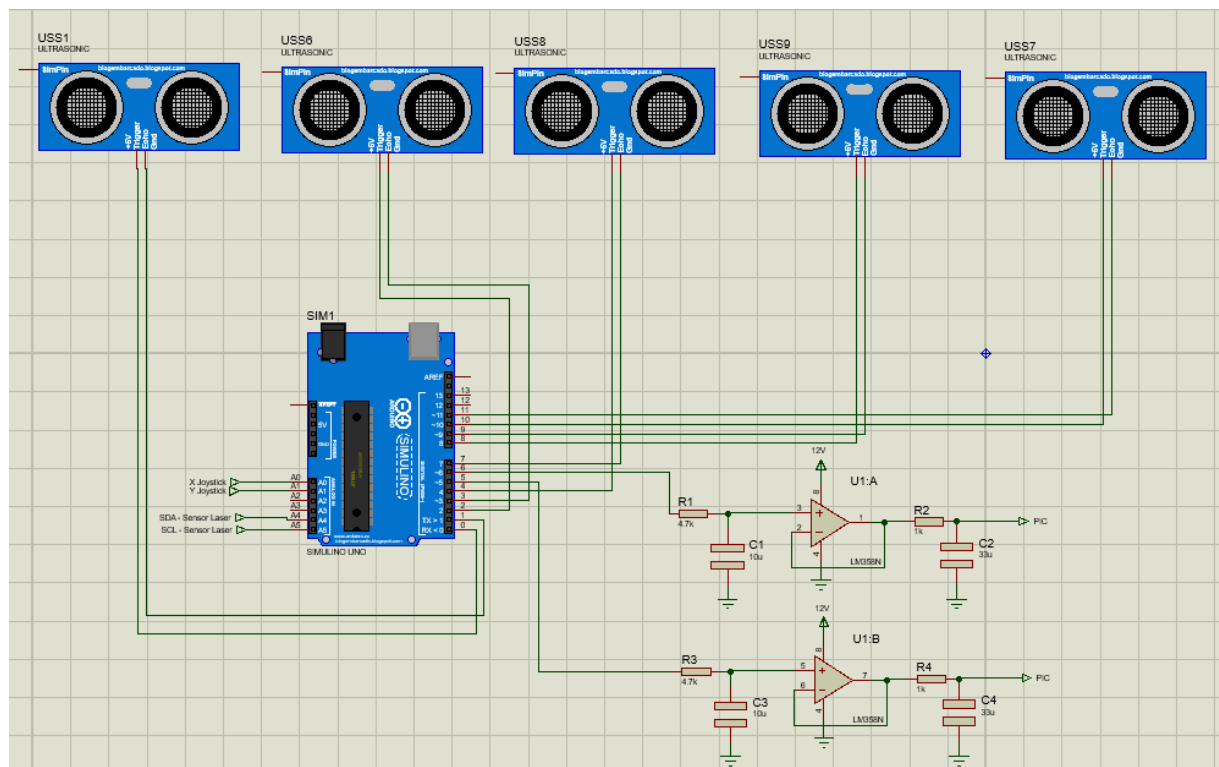


ATENÇÃO: Para maiores informações sobre os componentes consultar o datasheet.

ESQUEMA ELÉTRICO

O funcionamento do Sensoriamento Anticolisão possui o esquema elétrico representado na figura 1.

Figura 1 - Circuito do sistema de sensoriamento anticolisão



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

À fim de encontrar problemas que estão implicando o funcionamento do kit de sensoriamento, realize as etapas de testes que serão listados, conforme a necessidade.

PROBLEMA	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	COMO PROCEDER
A cadeira não se move	Verificar se existem fios, conexões ou componentes soltos	Analisar o esquema elétrico e soldar ou conectar novamente no lugar onde deveria estar.
	Verificar se as baterias estão com 12 volts cada uma	Através de um multímetro na escala de tensão contínua verificar a integridade da tensão, considerando também como correto +/- 15% do estipulado.
	Verificar se a alimentação do Arduino dentro da caixa de armazenamento está em 12 volts.	Conectar uma bateria de 12 volts na entrada do Arduino para fonte DC, provavelmente está bateria é a que alimenta o motor da cadeira motorizada, e pode ter sido desconectada.

A cadeira se move para lados opostos ao que foram solicitados com o Joystick	Verificar se as conexões da bateria estão invertidas	Manter o cabo vermelho sempre no conector vermelho, e o cabo preto sempre no conector preto na bateria
A cadeira está colidindo com objetos ou está parando muito distante do objeto	Verificar se a posição dos sensores estão conforme a informada na seção dos componentes	Fazer o ajuste manual com o auxílio de uma trena e um pouco mais da cola utilizada, para manter os sensores na posição correta
A cadeira está andando muito lentamente	Verificar se as baterias estão com uma tensão de 12volts cada (+/- 10% de tolerância)	Colocar as baterias para carregarem
	Verificar com um multímetro se os sensores estão recebendo a alimentação correta de 5volts cada	Analisar se estava algum cabo solto de alimentação e conectar novamente
O joystick não responde alguma das direções solicitadas O comando do joystick fica travando, ora funciona e ora para	Verificar se tem alguma parte do joystick, cabos ou componentes que estejam molhados e/ou desgastados	Realizar a troca do que for necessário, mantendo o mesmo modelo do que foi tirado e com a mesma ligação conforme o esquema elétrico



ATENÇÃO: Caso esteja ocorrendo problemas com o motor, como ruídos, vibração ou falhas, entrar em contato com a fabricante da cadeira de rodas motorizada.

APÊNDICE D – MANUAL DO USUÁRIO

MANUAL DO USUÁRIO

Sensoriamento Anticolisão

Para Cadeira de Rodas Motorizadas

SUMÁRIO

INFORMAÇÕES GERAIS	3
ADVERTÊNCIAS	4
COMPONENTES	6
FUNCIONAMENTO	7
DIAGNÓSTICO	8
MANUTENÇÃO E LIMPEZA	9

INFORMAÇÕES GERAIS

O Sensoriamento Anticolisão foi desenvolvido para trazer segurança aos usuários de cadeiras de rodas motorizadas, bem como de pessoas ao seu redor. Ao ser instalado em uma cadeira, ele evita a colisão com obstáculos, e até mesmo a queda em escadas e degraus.

Este manual de instruções é referente ao Sensoriamento Anticolisão para cadeiras de rodas motorizadas. Todas as instruções contidas neste manual são de vital importância para a sua segurança e para garantir sua correta utilização. Porém, algumas merecem uma maior atenção, tendo que sua não observância pode gerar consequências para a integridade física do usuário e para o funcionamento do equipamento.

Leia atentamente todos os tópicos deste manual antes da utilização da cadeira com o Sensoriamento Anticolisão, em especial o tópico “ADVERTÊNCIAS”, encontrado na página 5.

A finalidade deste documento é familiarizar o usuário com o funcionamento da cadeira com o Sensoriamento Anticolisão e com os cuidados necessários para que ele tenha uma alta durabilidade.

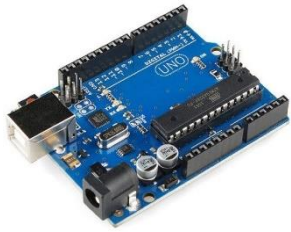


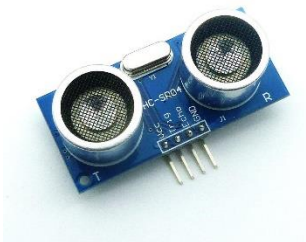
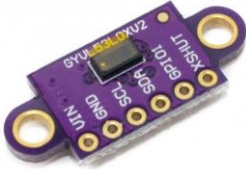
ADVERTÊNCIAS



Geral

1. Não use este produto ou qualquer equipamento opcional disponível sem antes ler e entender completamente estas instruções. Se você não estiver apto para entender os avisos, precauções ou instruções, faça contato com um profissional da saúde, revendedores ou suporte técnico antes de tentar usar este equipamento, caso contrário podem ocorrer acidentes com ferimentos ou danos.
2. No caso da utilização da cadeira de rodas motorizada, existem algumas situações, incluindo algumas condições médicas, onde o usuário da cadeira de rodas motorizada precisará praticar a operação de dirigi-la na presença de um atendente treinado. Um atendente treinado pode ser definido como um membro da família ou profissional especialmente treinado para auxiliar o usuário em várias atividades diárias. Consulte seu médico se você estiver fazendo uso de algum medicamento que possa afetar sua habilidade para operar sua cadeira de forma segura.
3. Nunca utilize a cadeira de rodas motorizada além de suas limitações, como especificado pelo fabricante.
4. Não expor os sensores à respingos de água ou à chuva.
5. Evitar abrir o compartimento das placas do sensoriamento. Para eventuais manutenções procure pela assistência técnica.
6. Nunca utilize a cadeira de rodas com o compartimento das placas aberto, deixando as placas expostas à poeira, respingos de água ou outros contaminantes.
7. Não obstrua ou tampe os sensores, podendo causar mal funcionamento do equipamento e gerar acidentes.

8. Não apoie ou pendure objetos nos sensores, eles são frágeis e sensíveis, podendo ser danificados e ter mal funcionamento.
9. Nunca mova ou desprenda um sensor da cadeira, isso pode gerar um
10. Verifique diariamente o nível de bateria, para evitar mal funcionamento.
11. Sempre desligue o equipamento quando não estiver em uso, evitando a descarga desnecessária da bateria.
12. Para substituição, ajuste ou manutenção de qualquer peça ou parte do sensoriamento anticolisão, procure pela assistência técnica.

COMPONENTES		
1	Arduino Uno R3	
1	Placa Circuito Impresso	
1	Caixa de Plástico	
5	Sensor Ultrassônico HC-SR04	
1	Sensor Laser VL53L0X	

FUNCIONAMENTO

O funcionamento do Sensoriamento Anticolisão consiste em reduzir a velocidade da cadeira de rodas proporcionalmente à aproximação à um obstáculo ou degrau, até a sua parada total. Sua redução gradativa de velocidade evita uma parada brusca e inesperada, diminuindo o risco de acidentes ou lesões ao usuário. Os sensores ultrassônicos detectam paredes e outros objetos que possam impedir a passagem da cadeira, já o sensor laser detecta buracos ou escadas que possam causar a queda da cadeira. Os sensores, geralmente, são dispostos em um ultrassônico na parte de trás, um ultrassônico em cada lado (um na esquerda e um na direita) e dois ultrassônicos em conjunto com um laser na parte da frente.

Sensores Frontais

Quando a cadeira equipada com o Sensoriamento Anticolisão está em movimento (para frente) e detectar um obstáculo à sua frente em uma distância de 70cm, sua velocidade começa a diminuir, mas não totalmente. Quanto mais próximo do obstáculo a cadeira está, menor sua velocidade de movimento. Na distância mínima de 25cm do obstáculo frontal, a cadeira para, não sendo possível andar para frente e em manobrar para os lados. Neste caso, para manobrar a cadeira, é necessário dar ré até uma distância segura de 35cm, então assim a cadeira permite realizar movimentos para os lados.

O sensor laser tem a função de detectar buracos ou degraus à uma distância de até 1 metro à frente da cadeira, fazendo a redução da velocidade da cadeira até a sua parada total, não permitindo que a cadeira avance.

Sensores Laterais

Os sensores laterais bloqueiam a movimentação para o lado que está detectando um obstáculo à uma distância de 50cm.

Sensor Traseiro

O sensor traseiro bloqueia o movimento de ré se detectar um obstáculo à 40cm atrás da cadeira.

DAGNÓSTICO

Se seu Sensoriamento Anticolisão apresentar alguns dos sintomas abaixo, verifique o respectivo item, conforme indicado. Algumas indicações servem apenas para diagnóstico do problema, devendo o mesmo ser reparado por Assistência Técnica.

Caso o problema não seja diagnosticado, ou ainda persistirem dúvidas, entre em contato com a Assistência Técnica

SINTOMA	VERIFICAR
Sensoriamento Anticolisão ou cadeira motorizada não liga.	Se há conexões ou fios soltos. Níveis de bateria.
Sensores não funcionam ou mal funcionamento.	Se há conexões ou fios soltos. Níveis de bateria. Tente desligar e ligar o sistema.
Sistema totalmente ligado, mas a cadeira não se movimenta.	Se há conexões ou fios soltos. Se não está perto demais de objetos. Se o joystick ou o drive foi molhado. Tente desligar e ligar o sistema.

MANUTENÇÃO E LIMPEZA

Para manter a autonomia e conservar tanto do Sensoriamento Anticolisão, quanto da cadeira motorizada que se está instalado, deve-se seguir alguns procedimentos de rotina. Para tal fato, recomenda-se as seguintes verificações:

1. Efetuar sempre a verificação dos níveis de bateria, para não ocorrer descarga total, fazendo com que a mesma perca autonomia.
2. Verificar o estado físico de joystick, se não há sinais de desgaste considerável.
3. Verificar pressão dos pneus, para que não cause desconforto ao usuário da cadeira ou que estrague o equipamento.
4. Verificar fiação elétrica. Certificar que não estejam desgastados, rompidos ou com fios expostos.
5. Manter sempre o painel de controle (joystick) limpo, livre de poeiras ou da chuva.

Limpeza

A limpeza deve ser realizada somente com um pano seco e macio, evitando forçar os sensores. Nunca usar pano úmido ou jogar água na cadeira.

Armazenagem e Transporte

Durante o transporte, manusear com cuidado, tendo atenção especial nos sensores, para evitar qualquer tipo de dano ao produto.

Armazenar o equipamento longe de fontes excessivas de calor.