

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



AUTOMAÇÃO DE MOVIMENTOS VEICULARES

PEDRO JORGE OLIVEIRA BRAGA

GOIÂNIA

2022

PEDRO JORGE OLIVEIRA BRAGA

AUTOMAÇÃO DE MOVIMENTOS VEICULARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sibelius Lellis Vieira

Banca examinadora: Prof. Ms. Mirian Sandra Rosa Gusmão

Prof. Ms. Fernando Gonçalves Abadia

GOIÂNIA

2022

PEDRO JORGE OLIVEIRA BRAGA

AUTOMAÇÃO DE MOVIMENTOS VEICULARES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação, e aprovado em sua forma final pela escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em ____/____/____.

Profa. Ma. Ludmilla Reis Pinheiro dos Santos
Coordenadora de Trabalho de Conclusão de Curso

Banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Sibelius Lellis Vieira

Prof. Ms. Mirian Sandra Rosa Gusmão

Prof. Ms. Fernando Gonçalves Abadia

GOIÂNIA

2022

RESUMO

Este trabalho traz o estudo de um sistema de automação de movimentos veículos por meio de um carro robô e análise de desempenho. Para isto foram realizados estudos do tema e foi analisado um protótipo simplificado deste sistema desenvolvido a parte, que, associado a um programa computacional e utilização de instrumentos de medição, permite realizar comparações teórico-experimentais da sua forma de atuação. Através de comparativos entre as respostas do sistema real e do protótipo, é possível avaliar o desempenho do método. A relevância do tema nas áreas de medição de distancias, de *Automated guided vehicle*, eletrônica embarcada também será abordada. Como resultados, percebe-se que o sistema tem potencial para a automação de movimentos veiculares.

Palavras-chave: Sensores, grandezas físicas, analógico-digital, microcontroladores, automação.

Abstract

This work brings the study of a vehicle movement automation system through a robot car and performance analysis. For this, studies on the subject were carried out and a simplified prototype of this system developed separately was analyzed, which, associated with a computational program and the use of measuring instruments, allows theoretical-experimental comparisons of its way of acting to be carried out. Through comparisons between the answers of the real system and the prototype, it is possible to evaluate the performance of the method. The relevance of the theme in the areas of distance measurement, Automated guided vehicle, on-board electronics will also be addressed. As a result, it is clear that the system has potential for the automation of vehicle movements.

Keywords: Sensors, physical quantities, analog-digital, microcontrollers, automation.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACC - *Adaptive Cruise Control.*

ADC - Conversor analógico-digital

AGVS – *Automated guided vehicle system*

AGV - *Automated guided vehicle*

AC - *Alternating Current*

A/D - Conversor analógico/digital

CPLD - Dispositivo lógico complexo programável

DC - *Direct Current*

IDE - *Integrated development environment*

I/O - *Input/output*

PIC - *Programmable Interface Controller*

PWM - *Pulse Width Modulation*

RAM - *Random access memory*

SSD - *Solid State Drive*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Blocos de componentes de hardware	15
Figura 2 - Pinagem do PIC 18F4550	16
Figura 3 - Funcionamento do motor de corrente contínua	18
Figura 4 - Motor elétrico rotativo: Com estator e rotor.....	18
Figura 5 - Circuito da Ponte H.....	19
Figura 6 - sensor ultrassônico	21
Figura 7 - Servo motor utilizado	22
Figura 8 - Sinal padrão de acionamento de servos motores	22
Figura 9 - MPLAB X IDE	23
Figura 10 - Interface do programa PRO kit 2.....	25
Figura 11 - Ferramenta de gravação	25
Figura 12 - Sistema de controle de tração	30
Figura 13 - Microcontrolador PIC 18F4550	30
Figura 14 - Circuitos NOT:A e NOT:B	31
Figura 15 - Localização do sensor	32
Figura 16 - Terminais do sensor ultrassônico.....	32
Figura 17 - Portas do sensor no microcontrolador	33
Figura 18 - Estrutura de posicionamento do sensor.....	34
Figura 19 - Portas do Servo no microcontrolador.....	34
Figura 20 - Portas do microcontrolador para o servomotor	35
Figura 21 - Fluxo do código demonstrativo	36
Figura 22 - Baterias e chave de desligamento	39

TABELAS

Tabela 1 - Descrição da pinagem do PIC18F4550.....	17
Tabela 2 - Configuração do chaveamento da Ponte-H	19
Tabela 3 - Especificações do sensor ultrassônico.....	21

Sumário

1. Introdução	10
1.1 Contextualização.....	10
1.2 Justificativa	12
1.3 Objetivo.....	12
1.3.1 Objetivo geral.....	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Estrutura do trabalho.....	13
2. Referencial teórico	14
2.1 Veículos autônomos em fabricas	14
2.2 Componentes de <i>hardware</i>	14
2.2.1 Microcontrolador PIC 18F4550	15
2.2.2 Motores e ponte H	17
2.2.3 Sensores.....	20
2.2.4 Servomotor	21
2.3 Ferramentas de software	22
2.3.1 Ambiente de desenvolvimento MPLAB.....	23
2.3.2 Linguagem C	23
2.3.3 Compilador XC8.....	24
2.3.4 Ferramenta de gravação.....	24
2.4 Estudos correlatos	25
3. Materiais e métodos	27
3.1 Métodos	27
3.2 Materiais	28
3.1.2 Desenvolvimento prático.....	28
4. Resultados e discussão.....	29
4.1. Descrição do carro robô	29
4.1.1 Sistema de controle de tração	29
4.1.2 Leitura de obstáculo.....	31
4.1.3 Movimento do sensor ultrassônico.....	33
4.1.4 Alimentação do sistema.....	38
5. Conclusão e trabalhos futuros.....	40

REFERÊNCIAS.....	41
------------------	----

1. Introdução

1.1 Contextualização

Segundo Garcia (2015), o desenvolvimento de veículos autônomos sempre esteve presente na indústria automobilística e passou por várias etapas relevantes. Muitos do que existe nos veículos como o controle de cruzeiro foi aperfeiçoado com o passar do tempo e desenvolvido a algumas décadas. Outro fator relevante para o estudo e desenvolvimento de um sistema de automação de movimentos veiculares é a quantidade de acidentes, pois os acidentes com colisão traseira ou com objetos são muito recorrentes, e o propósito da automação de movimentos veiculares é evitar acidentes como esses.

Ainda segundo Garcia (2015), um objetivo do controle de cruzeiro adaptativo é controlar a velocidade do veículo, tendo em conta o seu entorno, também conhecido como piloto automático, que apenas mantém a velocidade do veículo constante. Sua função é ajustar a velocidade do veículo levando em consideração as variáveis da situação geral incluindo outros veículos próximos, condições da estrada, condições meteorológicas e outros Fatores que podem exigir redução ou aumento de velocidade.

Outro objetivo do sistema de controle de cruzeiro adaptativo é reduzir a carga de trabalho do condutor do veículo e tornar a condução do veículo mais segura e confortável ajustando automaticamente a velocidade com base ao ambiente ao seu redor e principalmente veículos ou objetos a sua frente, em viagens longas, as respostas do motorista perdem eficiência devido à fadiga, desatenção a probabilidade da ocorrência de acidentes tornou-se mais comum. Isto na ausência de sistemas automáticos de assistência, depois de muito tempo de condução, é possível motoristas que pisaram no freio com mais força em algum momento porque não perceberam um obstáculo muito mais lento ou estacionário à sua frente pode cometer um erro e provocar um acidente. Além do objetivo de melhorar a segurança devido à fadiga do motorista, o sistema também leva em consideração o impulso automático de prevenção de colisão traseira segurança do veículo.

Para Groover (2018), a automação pode ser definida como a tecnologia pela qual um processo ou procedimento é realizado sem assistência humana. É implementado usando um programa de instruções combinado com um sistema de controle que executa as instruções. Para automatizar um processo, energia é

necessária, tanto para conduzir o próprio processo quanto para operar o programa e o sistema de controle. Embora a automação seja aplicada em uma ampla variedade de áreas, é mais associada às indústrias transformadoras.

Também no processo de automação, o controle automático de movimento é importante. Nos layouts de processo, uma variedade de peças e/ou produtos são fabricados em pequenas ou tamanhos de lotes médios. O sistema de manuseio deve ser flexível para lidar com as variações. Caminhões e empilhadeiras (para mover cargas de paletes de peças) são comumente usados em processos layouts. As aplicações de fábrica de sistemas de veículos guiados automatizados estão crescendo porque eles representam um meio versátil de lidar com as diferentes configurações de carga em médias e produção de baixo volume. O trabalho em andamento é muitas vezes armazenado no chão de fábrica em proximidade das máquinas programadas. GROOVER (2018)

Um microcontrolador é um sistema de microprocessador de chip único que contém dados e programas memória, entrada serial e saída paralela, temporizadores, interrupções externas e internas, tudo integrado em um único chip. Cerca de 40% do microcontrolador aplicações estão em automação de escritório, como PCs, impressoras a laser, aparelhos de fax, telefones etc. Cerca de um terço dos microcontroladores são encontrados em eletrônicos de consumo bens. Produtos como *CD players*, equipamentos *hi-fi*, videogames, máquinas de lavar, fogões, e assim por diante se enquadram nesta categoria. O mercado de comunicações, o mercado automotivo e os militares compartilham o resto das áreas de aplicação. (IBRAHIM, 2014).

Microcontroladores são importantes em movimentos autônomos de veículos porque permitem que estes movimentos sejam programáveis e adaptáveis. Nesse trabalho é abordado a automação de movimentos veiculares que trata de um sistema responsável por movimentar o veículo em todas as direções do plano evitando os obstáculos quando detectado. A distância mínima do veículo em relação ao obstáculo é determinada no código que é carregado para o sistema programado e o veículo se mantém a uma velocidade determinada. À medida que o veículo se aproxima do objeto e através do sensor ultrassônico é feito o cálculo da distância do objeto, e assim o veículo emite um alerta sonoro indicando que se aproxima de um objeto.

Assim que o veículo se aproxima do objeto, ele aciona o sistema de controle de tração, a fim de se mudar a posição do veículo evitando a colisão do veículo com o objeto detectado

1.2 Justificativa

A motivação do trabalho deriva da necessidade de explorar as maneiras de implementar um sistema de automação de movimentos veiculares, preferencialmente a automação para que o veículo possa evitar obstáculos sem a necessidade da interferência do ser humano para evitar a colisão.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar um sistema de automação de movimentos veiculares, capaz de direcionar o veículo e fazer com que o mesmo evite a colisão com obstáculos e direcionando o veículo para outra rota ou reduzindo a velocidade do veículo.

O trabalho visa o baixo custo do protótipo final de modo a ser acessível para implementação do usuário

1.3.2 Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o projeto com a utilização do PIC 18F4550;
- Identificar a forma de utilização de um sensor ultrassônico para a aferição da distância;
- Analisar um sistema de tração para a movimentação e direcionamento do veículo com a utilização de motores elétricos;
- Utilização de um servomotor para movimentação do sensor no veículo e de seu ângulo;

- Examinar e testar a rotina de acionamentos de acordo com a movimentação do veículo.

1.4 Estrutura do trabalho

Para a organização do trabalho, o mesmo foi estruturado em 4 capítulos, sendo o capítulo 1 (um) referente Problematização, justificativa e uma das possíveis soluções para o problema apresentado. Definição dos objetivos gerais a serem alcançados no decorrer do projeto. No capítulo 2: Descrição, fundamentação detalhada dos componentes essenciais utilizados na montagem do projeto e estudos correlatos. No capítulo 2: são tratados os procedimentos metodológicos, sobre os materiais e métodos que correspondem à utilização do trabalho de automação de movimentos veiculares. No capítulo 4: Apresentação dos resultados, aplicação do sistema desenvolvido e descrição do carro robô e discussão.

2. Referencial teórico

2.1 Veículos autônomos em fabricas

Um AGVS (*automated guided vehicle system*) consiste em um sistema de manuseio de objetos que usa veículos equipados com motores operados independentemente e guiados ao longo de uma rota específica. As alimentações do sistema de um AGVS são compostos por baterias integradas capazes de ter várias horas de duração.

Algumas variações de transportadores de carga unitária incluem AGVS de carga leve, que são relativamente pequenos, normalmente com menos de 250 (duzentos e cinquenta) kilogramas. Ele não necessita da mesma largura de corredor grande como um AGV (*automated guided vehicle*) convencional, e são projetados para mover pequenas cargas (peças avulsas, pequenas caixas de peças) por meio de plantas de tamanho limitado. Uma linha de montagem AGV é projetada para transportar uma submontagem por meio de uma sequência de estações de trabalho de montagem para construir o produto. (GROOVER, 2018)

Um AGV tem aplicação em geral quando diferentes materiais são movidos de vários pontos de carga para vários pontos de descarga. A principal aplicação da AGV em logística e produção são: operação sem motorista, armazenamento de distribuição, aplicações de linha de montagem e sistemas flexíveis de fabricação.

A segurança dos seres humanos que estão ao longo da via de circulação dos AGVS é um objetivo importante na sua operação. Um recurso de segurança do AGVS é a velocidade que é menor que o ritmo de uma caminhada humana, e isso minimiza o perigo dele ultrapassar um humano andando pelo caminho na frente do veículo.

Um recurso de segurança incluído na maioria dos sistemas de orientação é a parada automática do veículo se ele se desviar mais do que uma curta distância, normalmente 50-150 mm (2-6 pol.) da rota estabelecida. (GROOVER, 2018)

2.2 Componentes de *hardware*

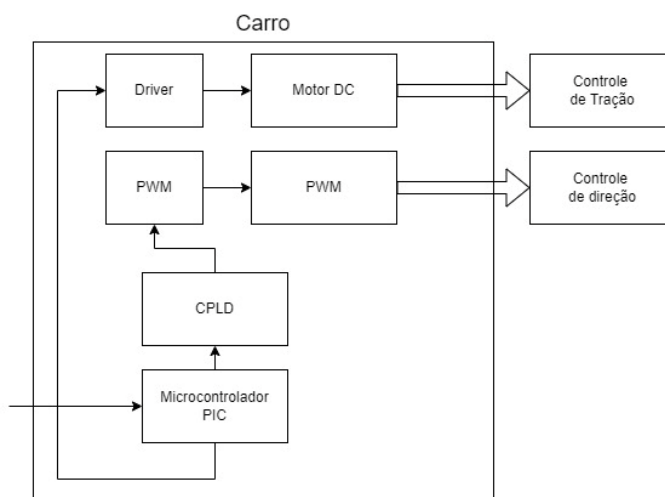
Um veículo autônomo é um veículo capaz de se movimentar sem a necessidade de um operador humano. Esse sistema é composto por vários componentes de *hardware* tais como baterias que alimentam todo o sistema, motores

de acionamentos e movimentação, servos motores e detectores de obstáculos para evitar colisões e acidentes e um microcontrolador que gerencia e controla todos esses componentes.

Esses componentes de hardware são operados por um *software* que é armazenado no microcontrolador, que recebe instruções do *software* e através dos pinos de entrada e saída, recebe as informações do ambiente, transforma em sinais digitais de que o *software* do microcontrolador é capaz de ler e realiza os cálculos para executar a tarefa que o programador aplicou ao *software* que opera o microcontrolador.

A figura 1 mostra os blocos de componentes de *hardware* de um veículo autônomo, que consiste em um motor DC para movimentar o veículo, servomotor para fazer o direcionamento e os meio de acionamento desses dispositivos de hardware são gerados pelo microcontrolador PIC (*Programmable Interface Controller*) e pelo CPLD (Dispositivo lógico complexo programável). (FRACAROLLI, 2012)

Figura 1 - Blocos de componentes de hardware



Fonte: Autoria própria.

2.2.1 Microcontrolador PIC 18F4550

Os microcontroladores podem ser utilizados em computadores com propósito geral, como *smartphones*, *tablets*, *laptops* e os *desktops* e em geral são projetados para executar vários tipos de tarefas, podendo ler livros, assistir filmes e até mesmo escrever programas, pois são projetados para esse tipo de utilização, em função da

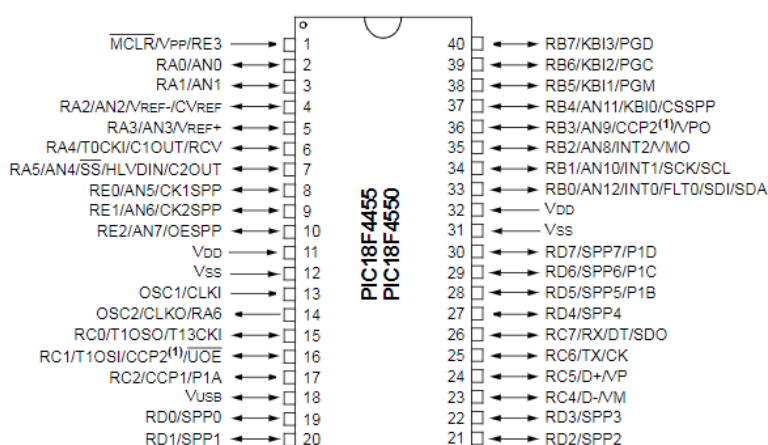
integração dos microprocessadores presentes nesses *chips*, que permitem implementar muitas tarefas diferentes. (SUBERO, 2018)

A escolha é baseada na solução que atende aos seguintes requisitos: baixo consumo, interface serial para receber os dados, um número de portas o suficiente para a geração dos sinais de controle, fácil de ser encontrado no mercado e boa documentação, dentre outros.

O processador é dependente de componentes adicionais para cumprir sua tarefa e funcionar corretamente. Entre estes componentes pode-se citar por exemplo *chips* de memória RAM, SSD e outros periféricos. Embora sendo uma boa escolha para desempenhar tarefas com funções gerais, não é a melhor solução para uma tarefa apenas pois, se aplicado a pequenas tarefas, algumas considerações básicas devem ser levadas em consideração para a execução da tarefa. (SUBERO, 2018)

O microcontrolador PIC 18F4550 tem a aplicação ideal para muitas situações devido a utilização em projetos de baixa potência, possuindo 13 canais A/D, e entradas I/O para conexão de periféricos. Por muitas razões práticas, vários pinos I/O possuem duas ou três funções e, se configurada para uma função, não poderá ser usada como pino de entrada/saída, por exemplo. Na figura 2 é apresentada a visão geral do PIC 18F4550 e na tabela 1 descrita a função de cada pino. (PINHEIRO, 2016)

Figura 2 - Pinagem do PIC 18F4550



Fonte: (MICROCHIP, 2009)

Tabela 1 - Descrição da pinagem do PIC18F4550

PINO	Nome	Tipo	Função
1	MCLR/VPP	In-In	Reset externo e programação CSP
2	RA0/AN0	I/O e input A/D	I/O digital e entrada AD0
3	RA1/AN1	I/O e input A/D	I/O digital e entrada AD1
4	RA2/AN2/Vref-	I/O e input A/D	I/O digital e entrada AD2
5	RA3/AN3/Vref+	I/O e input A/D	I/O digital e entrada AD3 e referência alta do A/D
6	RA4/TOCK1	I/O e input TMR0	I/O digital e entrada TMR0
7	RA5/AN4/SS/LVDIN	I/O e Inputs	I/O digital, entrada do AD4, entrada do SPI e Detector de LV
8	RE0/RD/AN5	Fonte	I/O digital, Leitura da Porta Paralela e entrada do AD5
9	RE1/WR/AN6	Fonte	I/O digital, Escrita da Porta Paralela e entrada do AD6
10	RE2/CS/AN7	Fonte	I/O digital, Seleção da Porta Paralela e entrada do AD7
11	VCC	Fonte	Positivo da Fonte de Alimentação
12	GND	Fonte	Negativo da Fonte de Alimentação
13	OSC1/CLK1	Input	Entrada do Cristal e entrada do Clock externo
14	OSC2/CLK2/RA6	I/O e Inputs	I/O digital, Saída do Cristal e saída do Clock externo
15	RC0/T10S0/T1CK1	I/O Out e In	I/O digital, saída do 2 oscilador e entrada do contador externo Timer1/Timer3
16	RC1/T10S1/CCP2	I/O In e Out	I/O digital, entrada do 2 oscilador e saída do Módulo CCP2
17	RC2/CCP1	I/O e Out	I/O digital e saída do Módulo CCP1
18	RC3/SCK/SCL	I/O, I/O e I/O	I/O digital, in e out do Clock serial para modo SPI e in/out do Clock serial para modo I2C
19	RD0/PSP0	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
20	RD1/PSP1	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
21	RD2/PSP2	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
22	RD3/PSP3	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
23	RC4 / SDI / SDA	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
24	RC5 / SD0	I/O e I/O	I/O digital e saída de dados SPI
25	RC6 / TX / CK	I/O e I/O	I/O digital, Transmissão UART e Clock de sincronismo UART
26	RC7 / RX / DT	I/O e I/O	I/O digital, Recepção UART e Dados do UART
27	RD4 / PSP4	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
28	RD5 / PSP5	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
29	RD6 / PSP6	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
30	RD7 / PSP7	I/O e I/O	I/O digital e Porta de Comunicação Paralela
31	GND	Fonte	Negativo da Fonte de Alimentação
32	VCC	Fonte	Positivo da Fonte de Alimentação
33	RD0 / INT0	I/O e In	I/O digital e entrada de Interrupção Externa 0
34	RD0 / INT1	I/O e In	I/O digital e entrada de Interrupção Externa 1
35	RD0 / INT2	I/O e In	I/O digital e entrada de Interrupção Externa 2
36	RB3 / CCP2	I/O e I/O	I/O digital Módulo CCP2
37	RB4	I/O e In	I/O digital e entrada de Interrupção por Mudança de Estado
38	RB5 / PGM	I/O e In	I/O digital, Interrupção por Mudança de Estado e Habilita ICSP baixa tensão
39	RB6 / PGC	I/O e In	I/O digital, Interrupção por Mudança de Estado e ICSP in-circuit Debugger
40	RB7 / PGD	I/O e In	I/O digital, Interrupção por Mudança de Estado e ICSP in-circuit Debugger

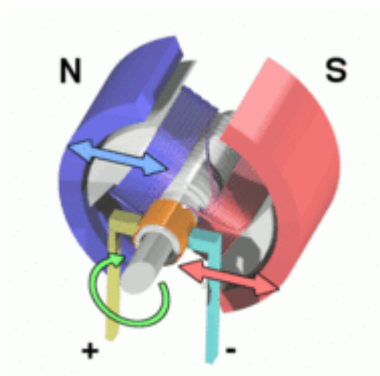
Fonte: (MICROCHIP, 2009)

2.2.2 Motores e ponte H

Segundo Subero (2018), comentando introdutoriamente a atuação em sistemas embarcados, existem os três tipos comuns de atuadores, os pneumáticos, hidráulicos e elétricos. Os atuadores elétricos são, devido à sua própria característica física, os mais fáceis e baratos de se projetar. Uma grande parte de dispositivos, de fechaduras eletrônicas, carros de brinquedos e robôs usam motores elétricos, que fazem parte deste conjunto de atuadores.

Os motores de corrente contínua funcionam com o princípio da corrente fluindo através de um campo magnético, assim criando uma força. Os motores elétricos são usados para transformar energia elétrica em energia mecânica, como mostrado na figura 3. Os motores possuem dois terminais de entrada e a aplicação de uma tensão nesses terminais fazem com que o eixo do motor gire. (SUBERO, 2018)

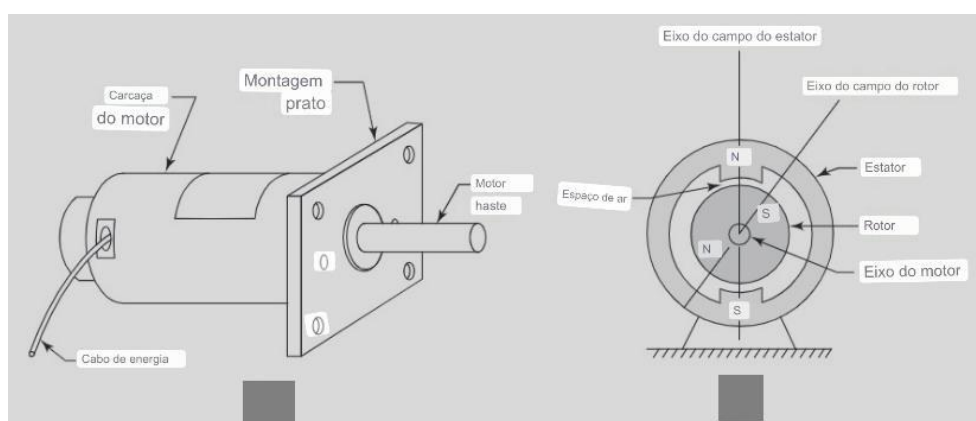
Figura 3 - Funcionamento do motor de corrente contínua



Fonte: Wikipedia contributors. Acessado em 25/09/2022

Os motores DC (*Direct Current*) são alimentados por uma corrente e tensão constantes. O campo magnético de comutação contínua é obtido por meio de um dispositivo de comutação rotativo, chamado comutador, que gira com o rotor e capta corrente de um conjunto de escovas de carvão que são componentes do conjunto do estator como na figura 4. Sua função é mudar continuamente a polaridade relativa entre o rotor e o estator para que o campo magnético produza um torque para girar continuamente o rotor. O uso de um comutador é a construção tradicional de um motor DC. Esta é uma desvantagem porque resulta em arcos, escovas desgastadas e problemas de manutenção. Um tipo especial de motor DC evita o uso do comutador e das escovas. Chamado de motor DC sem escovas, ele usa circuitos de estado sólido para substituir as escovas e os componentes do comutador. A eliminação dessas peças tem o benefício adicional de reduzir a inércia do conjunto do rotor, permitindo maior velocidade de operação. (SUBERO, 2018)

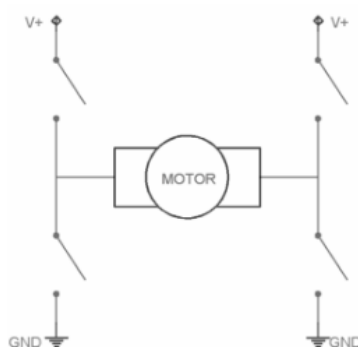
Figura 4 - Motor elétrico rotativo: Com estator e rotor.



Fonte: (GROOVER, 2018)

Quando a tensão positiva é aplicada, o motor gira em uma direção; quando a tensão negativa é aplicada, ele gira no sentido oposto. Para conectar corretamente os motores CC (Motor corrente contínua) a um microcontrolador utiliza-se uma Ponte-H como uma maneira de chavear a corrente, fazendo com que o motor gire para um lado para outro. A ponte H tem um formato como a letra “H” como mostrado na figura 5 e de acordo com o chaveamento desse circuito, é possível se direcionar o sentido da corrente no motor fazendo com que ele gire em um sentido ou outro. A tabela 2 que mostra a configuração do chaveamento. (SUBERO, 2018)

Figura 5 - Circuito da Ponte H



Fonte: (FRACAROLLI, 2012)

Tabela 2 - Configuração do chaveamento da Ponte-H

SE	SD	IE	ID	Ação
1	0	0	1	Motor gira em um sentido X
0	1	1	0	Gira em um sentido oposto a X
1	1	1	1	Estado proibido
X	0	X	0	Motor parado
0	X	0	X	Motor parado
Legenda:				
				Estado:
0	Chave aberta			
1	Chave fechada			
X	Qualquer estado			

Fonte: Aatoria própria.

2.2.3 Sensores

Segundo Groover (2018), as técnicas ultrassônicas fazem uso de som de frequência muito alta (superior a 20.000 Hz) para várias tarefas de inspeção. Algumas das técnicas são realizadas manualmente, enquanto outros são automatizados.

Existe uma grande variedade de sensores disponíveis para a coleta de dados de um determinado processo sendo um sensor é um transdutor. O transdutor consiste em um dispositivo converte um estímulo físico ou variável de interesse (como temperatura, força ou deslocamento) para uma forma mais conveniente (geralmente como quantidade elétrica ou como uma voltagem) com a finalidade de se medir o estímulo recebido. (GROOVER, 2018)

Ainda segundo Groover (2018), um sensor analógico produz um sinal analógico contínuo como tensão elétrica, cujo valor varia de uma maneira análoga com a variável que está sendo medida. Os sinais de saída de um dispositivo de medição analógico devem ser convertidos em dados digitais por um conversor digital para poder ser utilizado por sistema digital.

O sensor ultrassônico mostrado na figura 6 opera emitindo um sinal ultrassônico TX (transmissão) de 40 kHz (Quilohertz) de saída e em seguida recebe o eco, pois este sinal trafega no ar na velocidade do som, atinge o objeto e logo em seguida é ecoado e recebido pelo sensor RX (Recepção). (IBRAHIM, 2014)

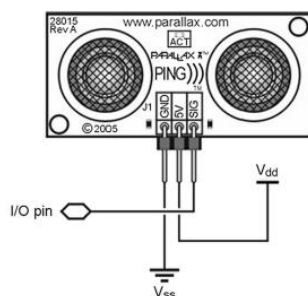
O sensor emite um pulso para o microcontrolador que é interrompido quando esse eco é detectado. Portanto, essa largura de pulso é proporcional à distância do alvo. O tempo que esse eco fica em nível alto lógico corresponde ao tempo de ida e volta até o obstáculo. Obtendo assim a distância até o obstáculo em unidades de tempo, sendo qual for multiplicada por 2. É possível se estimar a distância em uma unidade conhecida através da fórmula:

$$\text{Distância} = [\text{Tempo Eco em alto nível} * \text{velocidade do som}] / 2.$$

Considerando a velocidade do som igual a 340 m/s (trezentos e quarenta metros por segundo) no ar multiplicado ao tempo do eco, o resultado dessa

multiplicação é dividido por 2 já que é um sinal que é emitido e recebido, e desta forma tem-se a distância do objeto com o sensor. A tabela 3 mostra as especificações técnicas do sensor ultrassônico. (GARCIA, 2015)

Figura 6 - sensor ultrassônico



Fonte: (IBRAHIM, 2014)

Tabela 3 - Especificações do sensor ultrassônico

Alimentação:	5V DC
Corrente em espera:	< 2 mA
Corrente de operação:	15 mA
Ângulo de efeito:	< 15°
Alcance:	2cm ~ 4m
Precisão:	3mm
Dimensões	45x20x15mm

Fonte: (GARCIA, 2015)

2.2.4 Servomotor

O servo motor como mostrado na figura 7, é utilizado para movimentar o sensor para a posição em que o sensor faça a leitura da distância do objeto. O servo normalmente tem três fios. Um fio está conectado à energia, o outro ao pino terra, e o último é conhecido como fio de sinal e está conectado ao pino do microcontrolador. Para indicar ao servomotor qual posição girar, é enviado um pulso no fio de sinal, conforme ilustrado na figura 8. De acordo com a largura do pulso (essencialmente quanto tempo o pulso é alto), o motor irá girar para o local desejado. Um servo motor pode se mover em vários ângulos diferentes dependendo do modelo aplicado. (SUBERO, 2018)

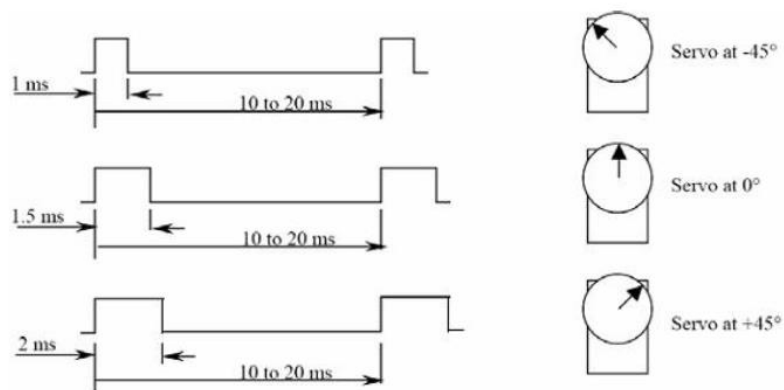
O servo motor possui em sua estrutura, junto ao seu eixo, um potenciômetro, que indica ao contador em que ângulo em que este se encontra. Desta forma, o sistema de controle atua no motor até que o erro entre o ângulo atual e o ângulo desejado seja o menor possível. Em vários modelos de servomotores para indicar ao sistema qual ângulo desejado, é utilizado o PWM (*Pulse Width Modulation*) que é uma técnica para gerar sinais analógicos de um dispositivo digital, funciona modulando o ciclo ativo (*duty cycle*) de uma onda quadrada. Quanto mais largo o pulso, maior a quantidade de corrente fornecida à carga. (FRACAROLLI, 2012).

Figura 7 - Servo motor utilizado



Fonte: (GARCIA, 2015)

Figura 8 - Sinal padrão de acionamento de servos motores



Fonte: (GARCIA, 2015)

2.3 Ferramentas de software

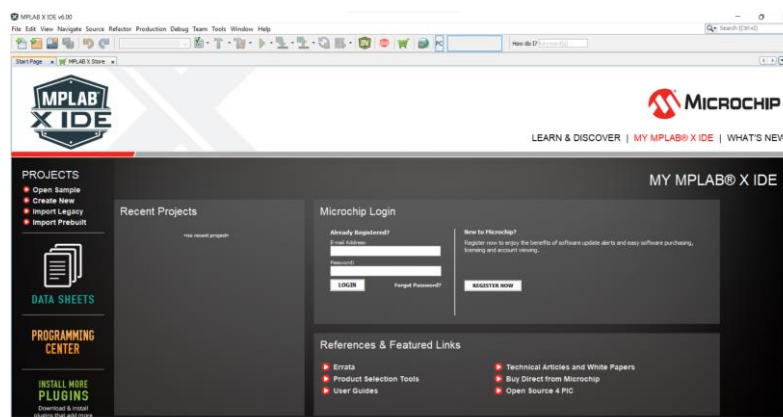
As ferramentas de software englobam o processo de escrita, compilação e gravação do programa em um microcontrolador e se compõe de um ambiente de desenvolvimento que se materializa em aplicativos de computadores. (GARCIA, 2015)

Ainda segundo Garcia (2015), algumas ferramentas reúnem dispositivos e programas para atender as três necessidades, que permite a escrita, processo de compilação de acordo com compilador que atende a necessidade da aplicação e o processo de gravação do microcontrolado com o código gerado no compilador. Esses aplicativos que possuem essas funções são chamados usualmente de IDE (*Integrated development environment*) ou ambiente de desenvolvimento integrado.

2.3.1 Ambiente de desenvolvimento MPLAB

O MPLAB X IDE mostrada na figura 9 é um ambiente de desenvolvimento integrado, que permite que o usuário crie um código fonte, edite o código, compile, simule, depure e envie o código gerado para o microcontrolador. O aplicativo auxilia no processo de desenvolvimento e programação por reunir todas as funções no mesmo aplicativo. (IBRAHIM, 2014)

Figura 9 - MPLAB X IDE



Fonte: Autoria própria.

2.3.2 Linguagem C

Segundo Subero (2018), mesmo em um ambiente com várias linguagens de programação a linguagem C permanece intacta. A linguagem Assembly costumava ser a principal escolha para microcontroladores de 8 bits. No entanto, os microcontroladores PIC tem uma arquitetura mais otimizada para C e muita memória.

Assembly tem suas vantagens, ainda que seja necessário otimizar código, já que C normalmente ocupa mais espaço que um programa Assembly equivalente.

No mercado de microcontroladores existem vários compiladores para série de microcontroladores PIC 18. Esses compiladores têm muitos recursos semelhantes e todos podem ser usados para desenvolver programas em alto nível em C para microcontroladores PIC 18. (IBRAHIM, 2014)

2.3.3 Compilador XC8

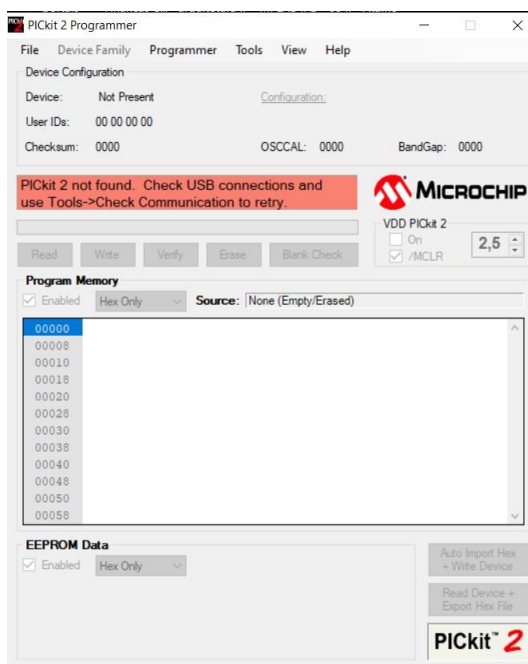
O compilador MPLAB XC8 é o mais recente compilador C Microchip Inc. que suporta toda família de microcontroladores PIC10/12/16/18 (há também versões para microcontroladores PIC de 24 e 32 bits). O compilador está disponível para download gratuito. (IBRAHIM, 2014)

Para Subero (2018) a arquitetura da linguagem C otimiza a necessidade de um programa em Assembly, a não ser a necessidade de uma manutenção em um sistema legado e utilizando a versão gratuita do XC8 e possível se gerar uma codificação assembly.

2.3.4 Ferramenta de gravação

Para a gravação do código no PIC, pode ser utilizada a plataforma de gravação PIC kit 2, que composta por uma interface de usuário mostrada na figura 10 e a ferramenta de gravação mostrado na figura 11. A ferramenta possibilita, além da gravação, remover a codificação no microcontrolador, identificar o microcontrolador que está conectado e verificar a conexão e através dessa ferramenta é possível transferir o arquivo com formato .hex para o microcontrolador.

Figura 10 - Interface do programa PRO kit 2



Fonte: Autoria própria.

Figura 11 - Ferramenta de gravação



Fonte: Autoria própria.

2.4 Estudos correlatos

Há vários trabalhos relevantes disponíveis relacionando microcontroladores para automação de tarefas repetitivas e mecânicas, sendo um desses o de Garcia (2015), no qual realizaram um estudo cujo objetivo é expor as diferenças e semelhanças entre as respostas dos dois tipos de sistema: o utilizado atualmente pela indústria automobilística e o desenvolvido e testado no protótipo, comparando duas

respostas de forma gráfica e o trabalho de Fracarolli (2012) que propõe a construção de uma miniatura de carro que é operado via rede sem fio.

Ainda segundo Garcia (2015) foi possível se atingir todos os objetivos, o conceito do sistema se mostrou possível de ser implementado e a comparação gráfica do sistema com o conceito normalmente utilizado na indústria automobilística mostrou bons resultados, sendo possível se construir um protótipo de baixo custo. Como propostas de melhorias do projeto foi proposto uma blindagem do sistema contra a interferência para evitar comportamentos diferentes dos esperados, aprimorar a precisão dos sinais e melhorar a precisão dos gráficos.

Fracarolli (2012), propôs em seu trabalho a implementação do controle remoto de uma miniatura de carro operado via computador utilizando comunicação *wireless*, desenvolvendo um software atuando como uma interface entre o usuário e o carro, garantindo maior flexibilidade na hora de implementar novas funções no controle remoto. A interface de comunicação entre o PC e o carro utiliza uma rede wireless com o protocolo ZigBee, por meio de modems XBee. A construção do hardware é bastante simplificada utilizando um microcontrolador para fazer a comunicação e o envio de comandos para os motores e servos. A transmissão de sinal utilizando o modem XBee não apresentou falhas na transmissão de dados e na interpretação de dados e apesar da transmissão não apresentar mal funcionamento, mesmo tendo um alcance de 120 metros foi observado que quando se passa de 100 metros de distância os comandos responderam com atraso.

Ainda segundo Fracarolli 2012 foi constatado que o consumo de energia dos motores com baterias convencionais é ineficiente para o carrinho, assim implicando no funcionamento dos componentes e implicando na necessidade de melhorias na parte de baterias. Como solução do problema foi proposto o estudo de novas formas de alimentar o sistema, sendo uma proposta a implementação de sensores que sejam capazes de medir a distância de um obstáculo do carrinho, evitando a colisão com obstáculos. Foi proposto também a implementação de uma interface gráfica para o programa que opera o carrinho utilizando python.

3. Materiais e métodos

O objetivo deste capítulo é descrever os materiais e métodos utilizados na realização deste trabalho, bem como as etapas associadas às atividades realizadas, a fim de compreender o processo que ajudará a obter os resultados.

3.1 Métodos

Segundo Gil (2017), uma investigação pode ser definida como procedimentos concebidos para fornecer respostas às questões colocadas, ou seja, quando não há informações suficientes para responder a uma pergunta. Assim, pesquisas podem ser realizadas para entender algo de forma mais eficaz.

A pesquisa em seu contexto científico pode ser classificada de acordo com a sua natureza, objetivos ou procedimentos técnicos. Este trabalho, quanto à natureza é classificado como trabalho original no qual busca conhecimento novo com base em observações e teorias construídas para compreender e explicá-las. (WAZLAWICK, 2014).

Quanto aos seus objetivos, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória e descritiva, pois inicialmente o propósito foi de criar uma maior familiaridade com a automação de movimentos veiculares. Em um segundo momento, são aplicadas técnicas de programação e construção de hardware em um conjunto de ferramentas de software como XC8 com o propósito de fazer testes no protótipo.

Essa pesquisa é quantitativa pois os resultados são apresentados em termos numéricos e qualitativa em que os resultados são comparados de forma descrita. (GIL, 2017). Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica e experimental, sendo que a pesquisa bibliográfica foi elaborada a partir de estudo de artigos, livros, teses e monografias, com o objetivo de obter conhecimento já escrito sobre automação de movimentos veiculares.

Segundo Gil (2017), a pesquisa exploratória considerando muitas vezes um processo de pesquisa inicial de algo mais longo, requer de o autor examinar um conjunto de fenômenos, para poder encontrar falhas, assim tendo com uma base concreta formada, tornando a pesquisa mais elaborada.

3.2 Materiais

O carro robô é composto por componentes responsáveis por fazer a leitura de obstáculos à frente do veículo, pois o veículo tem um sensor ultrassônico preso por uma estrutura em um servomotor. O veículo possui códigos demonstrativos que podem ser carregados no microcontrolador com ajuda do gravador PIC.

O princípio da automação de movimentos veiculares atualmente na indústria está em busca de veículos capazes de realizarem determinadas tarefas sem a interferência humana na realização de um objetivo como desviar de um obstáculo à sua frente. Para isso o sistema realiza a leitura do campo a frente com a utilização de um sensor ultrassônico posicionado a parte frontal do veículo e preso a um servomotor, o servomotor tem a função de movimentar o sensor nas posições de zero a cento e oitenta graus.

Desta forma é possível que o sensor seja exposto a toda área a sua frente e não apenas de uma maneira fixa. A vantagem de se ter um sensor que é capaz de ser movimentado é que um objeto que esteja se aproximando de forma diagonalmente ele é possível de se detectar, já que o sensor se posiciona em diferentes posições.

Quando um objeto é detectado, o microcontrolador através do sensor ultrassônico é capaz de medir a distância do veículo ao objeto e com o servomotor movimentando o sensor, o servo motor consegue indicar para o microcontrolador em que posição do eixo do servomotor foi detectado o objeto, com a informação da distância e posição do objeto é possível o microcontrolador enviar comandos para o sistema de controle de tração para que vire, reduza a velocidade ou pare.

3.1.2 Desenvolvimento prático

O projeto prático possui seu controle baseado em um microcontrolador PIC18F4550 responsável por gerenciar todo o sistema, desde o controle da distância pelo sensor ultrassônico até o controle do sistema de tração. A ideia é trabalhar com uma escala reduzida que determina alguns valores limites, como por exemplo, a distância máxima detectada, a altura mínima do objeto para ser detectado e a sincronia da velocidade do controle de sistema de tração.

O sensor baseia-se em ultrassom, e consegue se estimar a distância de um objeto até o veículo com precisão, até cerca de 1,50m. A exemplificação do

funcionamento do projeto será dada em um modelo de escala reduzida com a utilização de uma miniatura de um veículo.

4. Resultados e discussão

Neste capítulo são descritos os resultados no desenvolvimento do projeto com base nas informações teóricas fornecidas no capítulo 2. Cada componente utilizado na montagem do sistema é apresentado nas subseções seguintes.

4.1. Descrição do carro robô

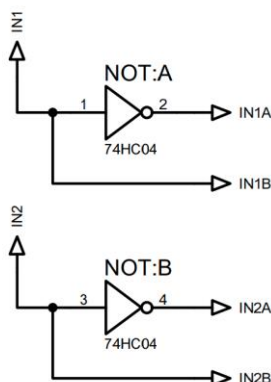
O carro robô possui diversas conexões para que todos os componentes possam interagir e executar a tarefa de se movimentar, ler a distância de obstáculos, posicionar o sensor para fazer a leitura e inverter o sentido de rotação dos motores de tração.

4.1.1 Sistema de controle de tração

O sistema de tração do carro robô é composto pelo motor DC, ponte H e *encoders*, que fica localizado na parte inferior do veículo. Conforme mostrado a figura 13, o microcontrolador PIC 18F4550 utiliza as portas 16 e 17 para gerar o sinal PWM para a ponte H modularizando o sinal digital e assim controlando a sua velocidade de rotação aumentando ou diminuindo a voltagem.

A ponte H tem a alimentação de 5V no pino 15 e o GND (*ground*) no pino 8 para o seu funcionamento, e os sinais de chaveamento da ponte H são enviados pelas portas 4 e 5 do microcontrolador da figura 14 que antes de passar pela ponte H passam pelos circuitos NOT:A e NOT:B, como mostrado na figura 15. Nesta figura é observado os sinais para os terminais 2, 3, 5 e 6 da ponte H. Esses circuitos fazem que a ponte H não entre em estado proibido e faz o chaveamento do sinal do microcontrolador, para que seja possível girar os motores individualmente em sentido horário ou anti-horário.

Figura 14 - Circuitos NOT:A e NOT:B



Fonte: Dispositivo pessoal

4.1.2 Leitura de obstáculo

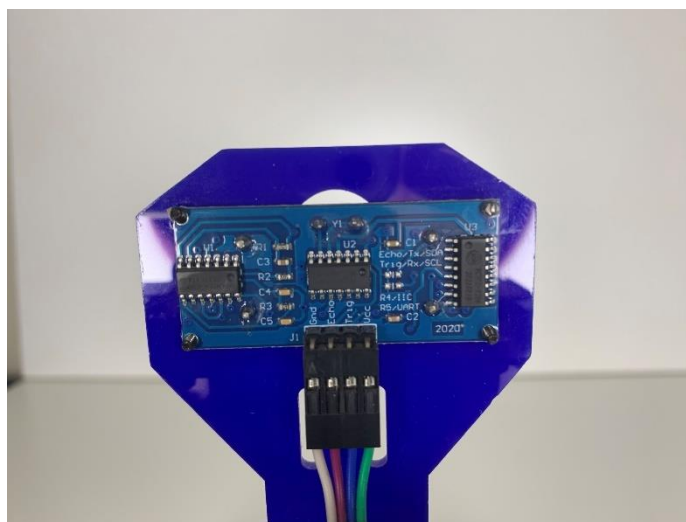
O sistema de leitura de obstáculo é feito pelo sensor ultrassônico que fica localizado na parte frontal do veículo como na figura 16. O sensor é disposto de quatro terminais, como mostrado na figura 17, sendo o pino 1 a entrada de alimentação de 5V, pino 4 sendo o GND (*ground*) do circuito do ultrassônico e os pinos 2 e 3 sendo responsáveis pelo disparo do sinal e o retorno do sinal sendo pino 2 TRIG que é o gatilho e o 3 que é ECHO (retorno).

Figura 15 - Localização do sensor



Fonte: Dispositivo pessoal

Figura 16 - Terminais do sensor ultrassônico

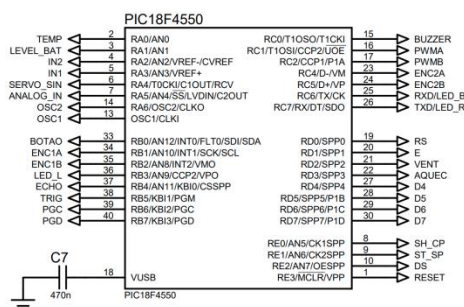


Fonte: Dispositivo pessoal

O sensor é conectado ao microcontrolador pelos pinos 2 e 3 do sensor nos pinos de entrada 37 e 38 do microcontrolador como mostrado na figura 18. No microcontrolador é feito o cálculo da distância de acordo com o tempo de emissão e

retorno do sinal ultrassônico, fazendo as comparações de distância e enviado os comandos para o sistema de tração.

Figura 17 - Portas do sensor no microcontrolador



Fonte: Dispositivo pessoal

4.1.3 Movimento do sensor ultrassônico

O sistema de leitura é composto por um servomotor que fica na parte frontal do veículo e o sensor ultrassônico fica preso por uma estrutura ao servomotor que possibilita a movimentação dos ângulos de 0 a 180 graus da parte frontal do veículo como mostrado na figura 19. Isto possibilita a identificação de um possível obstáculo à sua frente, ou mesmo na sua lateral, evitando a colisão com o objeto e permitindo a escolha da melhor decisão de trajetória

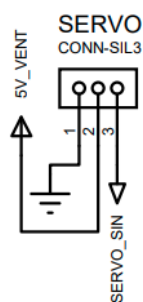
Figura 18 - Estrutura de posicionamento do sensor



Fonte: Dispositivo pessoal

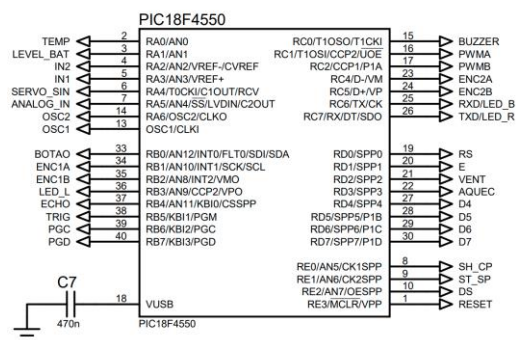
O servomotor possui 3 pinos como mostrado na figura 20, sendo que o pino 1 é o GND, o pino 2 a alimentação de 5V fornecido pela bateria e pelo pino 3 é feita a comunicação do servomotor com o microcontrolador. O microcontrolador faz a geração de sinal para o servomotor no terminal 6, como mostrado na figura 21, para posicionar o servomotor e ajustar a direção do sensor ultrassónico.

Figura 19 - Portas do Servo no microcontrolador



Fonte: Dispositivo pessoal

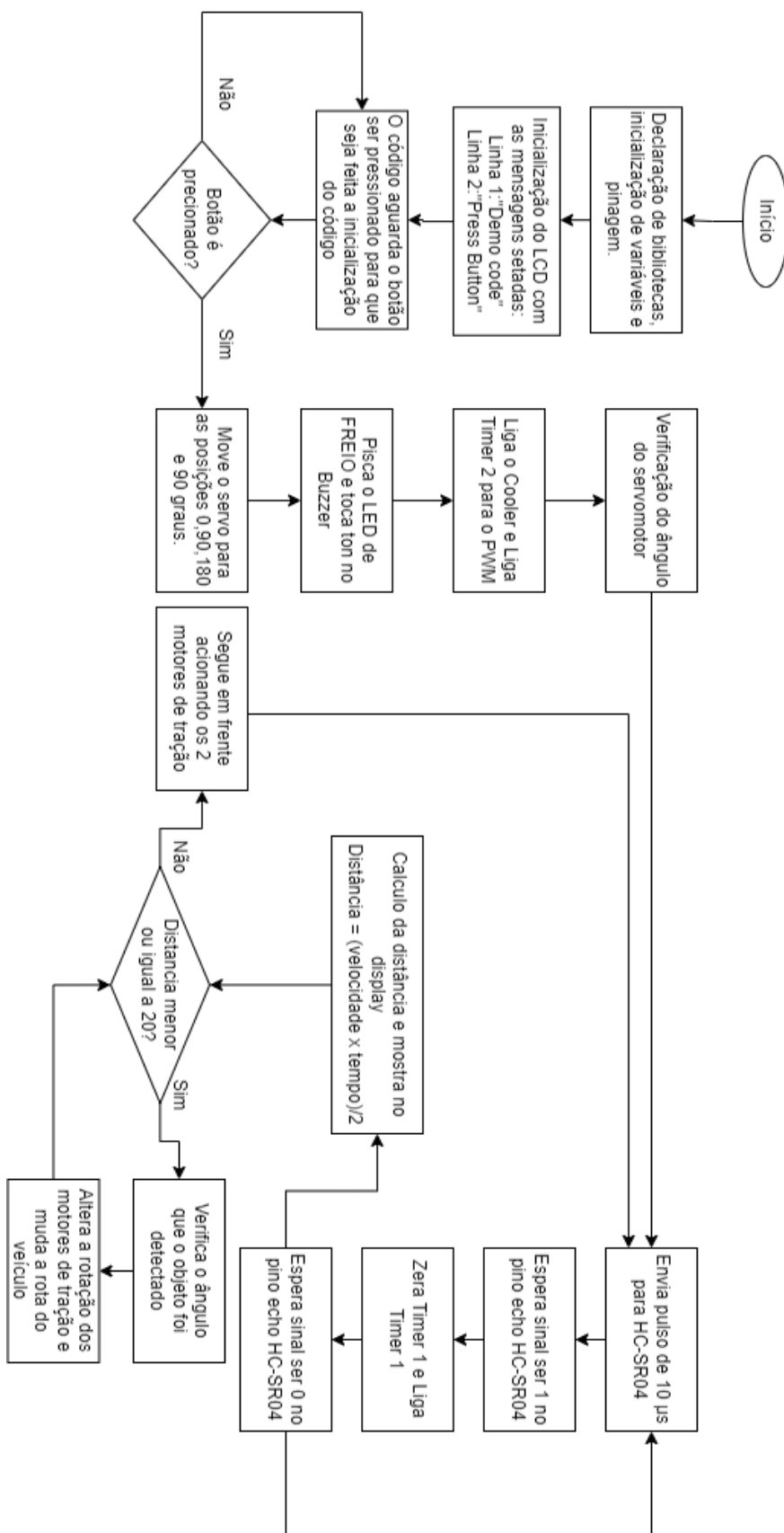
Figura 20 - Portas do microcontrolador para o servomotor



Fonte: Dispositivo pessoa

O código de demonstração possui uma rotina como mostrado na figura 21.

Figura 21 - Fluxo do código demonstrativo



Fonte: Dispositivo pessoal

O código de acionamento do sensor ultrassónico utiliza variáveis de pinos de entrada e saída de dados, variável da distância para armazenar o valor da distância, variável de tempo para calcular o tempo da distância do sinal disparado e o pino trig em nível baixo.

O código de acionamento do sensor ultrassónico funciona emitindo um sinal pela porta B5 do microcontrolador e aguardando o retorno do sinal emitido pela porta B4. O tempo de ida e volta desse sinal é armazenado na variável Time e a distância é armazenado na Distance, as variáveis de pulso do pino B5 é inicializada em 1 e a variável de retorno em 0

```

TRISBbits.TRISB5 = 0;
TRISBbits.TRISB4 = 1;
float Distance;
int Time;
float Total_distance[10];
int buttonFlag = 1;
Trigger_Pulse = 0;

```

O servomotor responsável por movimentar o sensor recebe as instruções para movimentar o servo para as posições 0,90,180 e 90. A primeira estrutura de repetição tem o valor máximo a 25 pois é o valor máximo de *duty*, faz um *delay* para porta de saída posicionar o servomotor em microssegundos, até que receba o bit de parada. Assim para as posições desejadas para que possa ser informado ao microcontrolador a posição de que o objeto foi detectado.

```

for(int i = 0; i < 25; i++){
    LATAbits.LATA4 = 0;
    __delay_us(19300); //0
    LATAbits.LATA4 = 1;
    __delay_us(700);
}

```

O sensor quando detecta um objeto a distância programada de maior igual a 20 cm ele aciona a buzina, acende as luzes e altera a rota do veículo. Caso ele não detecte o obstáculo ele não altera o curso do veículo. A variável distancia recebe o

valor do cálculo que foi retornado através do sensor e armazena na variável para que possa ser feita a comparação. Se a distância aferida for maior que 20, os 2 motores recebem comandos para continuar girando no mesmo sentido, senão o microcontrolador ele aciona os leds, buzina e inverte os sentidos dos motores para manobrar o veículo e se o ângulo que foi feita a detecção for menor que 90 graus ele desativa motor da direita se não ele desativa o motor da esquerda

```

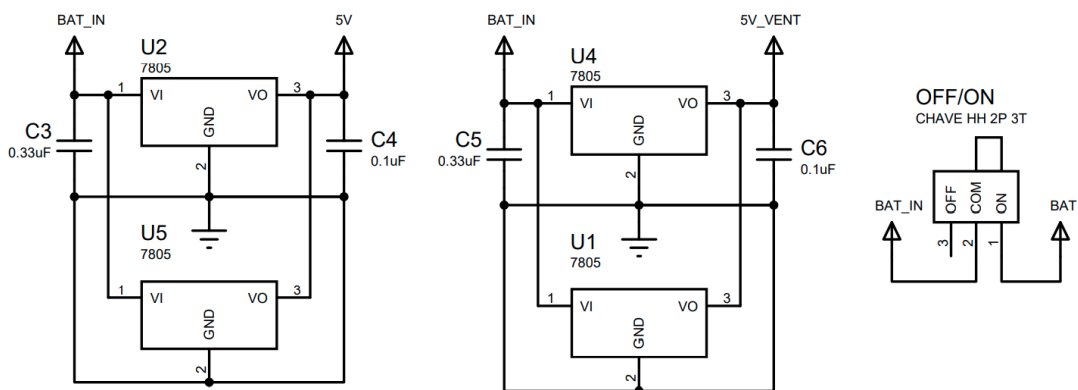
if(Distance >= 20.0){
    IN1 = 1; //Frente
    IN2 = 1; //Frente
    LATCbits.LATC6 = 0; //Desliga LED tras
    LATCbits.LATC0 = 0; //Desliga Buzzer
}else{
    if( angulo >= 90){
        LATCbits.LATC6 = 1; //Liga LED tras
        LATCbits.LATC0 = 1; //Liga Buzzer
        IN1 = 0; //Trás
        IN2 = 1; //Frente
        MSdelay(100);
    }else{
        LATCbits.LATC6 = 1; //Liga LED tras
        LATCbits.LATC0 = 1; //Liga Buzzer
        IN1 = 1; //Frente
        IN2 = 0; //Trás
        MSdelay(100);
    }
}
}

```

4.1.4 Alimentação do sistema

O veículo é alimentado por 2 baterias de 5V em paralelo para que garanta a autonomia do veículo e alimentação dos dispositivos empregados neles. Essas baterias são controladas por uma chave de ON/OFF como mostrado na figura 22 para que seja possível ligar e desligar quando desejado ou em caso de uma emergência.

Figura 22 - Baterias e chave de desligamento



Fonte: Dispositivo pessoal

5. Conclusão e trabalhos futuros

Foi possível se observar que o sistema funciona permitindo o controle de velocidade e de curso, de modo a evitar os obstáculos quando detectados por um sensor ultra-sônico. Os comandos enviados pelo microcontrolador para as portas lógicas direcionam o sensor para fazer a leitura dos obstáculos e fazem com que o sistema de controle de tração manobre o veículo para evitar as colisões.

Verificou-se que o sensor utilizado no veículo possui a aferição precisa e com a margem de erro disponibilizada pelo fabricante tem uma margem aceitável e dentro dos parâmetros. Os motores são acionados corretamente, mas foi possível observar que os dois motores que guiam e direcionam o veículo, quando giram no mesmo sentido fazendo com que faça um caminho reto sobre o plano devido alguma assincronia dos motores mesmo girando no mesmo sentido ele faz curvas indesejadas isso ocorre, pois, um motor acaba girando mais que o outro. Ainda foi possível se observar que devido a altura em que o sensor se dispõe, alguns obstáculos não são detectados com facilidade assim, fazendo com que ocorra a colisão com o obstáculo mais baixo.

O hardware construído mostrou-se bastante simples e de fácil compreensão, podendo ser usado para fins didáticos, além de ser uma aplicação interessante de eletrônica, microcontroladores e sistemas digitais.

Sugestões para trabalhos futuros incluem a calibração do sistema de tração do veículo para evitar curvas indesejadas e aumentar a precisão de trajeto do veículo, a aplicação de mais sensores para que possa ser detectado objetos mais baixos e até mesmo diferença de relevo no trajeto para evitar a queda e colisão do veículo, observar melhor o funcionamento do servomotor para que seja feita a calibração mais ideal para a movimentação do servo, possibilitando um equilíbrio entre a velocidade da movimentação do sensor a ponto de não interferir na leitura feita no sensor

REFERÊNCIAS

FRACAROLLI, J. P. **Implementação do controle remoto de uma miniatura de carro operado via computador utilizando comunicação wireless**. Universidade De São Paulo escola De Engenharia De São Carlos. 2012

GARCIA, D. **SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE CRUZEIRO ADAPTÁVEL COM ANÁLISE DE DESEMPENHO**. Centro Paula Souza Faculdade De Tecnologia Santo André. 2015

GROOVER, M. P. **Automation Production Systems and Computerintegrated Manufacturing**. Pearson. 5ª Edição. 2018.

IBRAHIM, D. **PIC Microcontroller Projects in C**. Newnes. 2014.

MICROCHIP. **PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet**. 2009.

PINHEIRO, P. P. **Controle e automação residencial com uso do PIC 18F4550**. Universidade Estadual de Londrina. 2016.

SUBERO, A. **Programming PIC Microcontrollers with XC8**. Apress, 2018.

Wikipedia contributors. **Motor elétrico**. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_el%C3%A9trico&oldid=64311869



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1066 • Setor Universitário
Caixa Postal 96 • CEP 74805-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Pedro Jorge Oliveira Braga do Curso de Engenharia da Computação, matrícula 2017.1.0033.0268-1, telefone: 62999323904 e-mail pjobraga98@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Automação de movimentos veiculares, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 14 de setembro de 2022.

Assinatura do autor: Pedro Jorge Oliveira Braga

Nome completo do autor: Pedro Jorge Oliveira Braga

Assinatura do professor-orientador: Sibélius Lellis Vieira

Nome completo do professor-orientador: Sibélius Lellis Vieira