

**SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DE PEDAIS DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
PARA AUXÍLIO DE CONDUTORES PCD**

Guarulhos
2023

1. RESUMO

Cerca de 6,7% da população brasileira, o equivalente a mais de 13,9 milhões de pessoas, possui algum tipo de deficiência. Desse total, 3,8% apresentam deficiência física. No entanto, apenas cerca de 1,36% dos motoristas com carteira brasileira pertencente à categoria “B” são deficientes, o que é bem inferior ao número de pessoas com deficiência no país. Os desafios enfrentados pelas pessoas com deficiência, especialmente aquelas com deficiência de membros inferiores, na aquisição de veículos com as adaptações necessárias para seu uso, apesar de estarem isentos de ICMS para veículos novos com valor de até R\$ 100.000,00. Portanto, o artigo teve como objetivo desenvolver um sistema de adaptação não invasivo para veículos para automatizar o funcionamento dos pedais, que pode ser instalado na maioria dos veículos com câmbio manual, para auxiliar condutores com deficiência. O sistema foi projetado para acionar o pedal automaticamente por meio de um controle manual e não afetar o sistema mecânico do veículo. A metodologia utilizada neste estudo foi exploratória e várias ferramentas de software foram usadas para desenvolver o protótipo. O mecanismo projetado utilizará um motor DC, um carretel com fio e um potenciômetro multivoltas para acionar o pedal da embreagem.

Palavras-chave: deficiência. Sistema. Veículos.

2. INTRODUÇÃO

Como levantado por Rodas (2019) 6,7% da população brasileira, equivalente a mais de 13,9 milhões de habitantes são portadores de alguma deficiência. Com isso foi levantado que 3,8% da população nacional possui deficiências físicas nos membros inferiores. Também foi constatado que no Brasil havia mais de 27.635.000 pessoas com CNH da categoria “B”, sendo pouco mais de 400.000 ou por volta de 1,36% desses condutores portadores de deficiência, sendo esse número muito inferior ao número total de pessoas com deficiência.

Como é definido na lei do direito de ir e vir, qualquer cidadão pode se locomover pelo território nacional, sem qualquer impedimento a não ser por questão legal vinculada ao cidadão. Como descrito em Rodrigues (2019), 75% dos PCD's do país vivem com renda abaixo de 2 salários mínimos. Então mesmo com a isenção de ICMS de veículos novos com valor até 100 mil reais é difícil para a maioria dos portadores de deficiência adquirir um automóvel, que possua as características ou adaptações necessárias para o seu uso. sendo na maioria das vezes comprados veículos automáticos, deixando mais difícil a compra de

veículos por conta de seu valor elevado.

Por isso esse artigo veio a acompanhar o desenvolvimento de um sistema responsável por automatizar o acionamento dos pedais de automóveis, através de uma adaptação não invasiva ao sistema mecânico do veículo, podendo ser instalado na maioria dos veículos com câmbio manual.

3. ABSTRACT

Around 6.7% of the Brazilian population, equivalent to more than 13.9 million people, has some type of disability. Of this total, 3.8% have a physical disability. However, only around 1.36% of drivers with a Brazilian license belonging to category “B” are disabled, which is much lower than the number of people with disabilities in the country. The challenges faced by people with disabilities, especially those with lower limb disabilities, in purchasing vehicles with the necessary adaptations for their use, despite being exempt from ICMS for new vehicles worth up to R\$100,000.00. Therefore, the article aimed to develop a non-invasive adaptation system for vehicles to automate the operation of the pedals, which can be installed in most vehicles with manual transmission, to assist disabled drivers. The system was designed to activate the pedal automatically through manual control and not affect the vehicle's mechanical system. The methodology used in this study was exploratory and several software tools were used to develop the prototype. The designed mechanism will use a DC motor, a spool of wire and a multi-turn potentiometer to activate the clutch pedal.

4. OBJETIVOS

Objetivo geral:

Desenvolver sistema para automatizar o acionamento dos pedais de um veículo automotor para auxiliar condutores PCD's.

Objetivos específicos:

- Acionar pedal de forma automática a partir de um controle manual ●

Desenvolver um protótipo

- Desenvolver sistema que possa ser instalado sem afetar o sistema mecânico do veículo
- Fazer com que a adaptação do veículo não impossibilite outras pessoas de dirigir o veículo.

5. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo foi utilizada a metodologia exploratória, visto que este artigo veio a acompanhar o desenvolvimento de um sistema responsável por adaptar um veículo automotor sem interferir no sistema mecânico do veículo para auxílio de condutores com deficiência nos membros inferiores.

Visando ter conhecimento do número de condutores PCD presentes no país foi feito um levantamento bibliográfico de artigos e publicações recentes, que vieram a demonstrar os números de condutores portadores de deficiência e apresentar dados sobre a renda financeira da maioria dos portadores de deficiência do país.

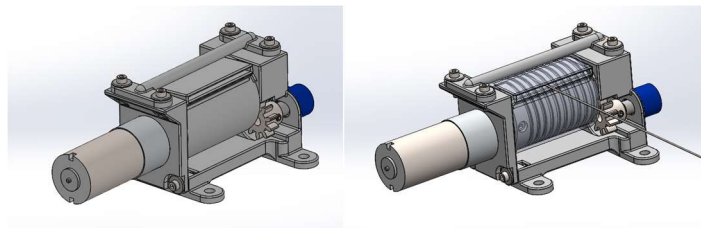
Durante o avanço do projeto foram utilizados alguns softwares como Visual Studio para a escrita do algoritmo, easyEDA para elaboração do circuito eletrônico, e SolidWorks onde foram elaboradas as peças a serem impressas em uma impressora 3D para montagem do protótipo.

6. DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa seguiu o intuito de desenvolver um protótipo de um mecanismo responsável por puxar o pedal da embreagem fazendo com que a embreagem fosse controlada pelas mão ao invés do pé, esse protótipo foi modelado em *software* CAD e feito em impressora 3D, e para controlar o protótipo foi utilizado um microcontrolador com auxílio de alguns sensores.

Para que o pedal da embreagem possa ser controlada a partir da mão ao invés do pé, foi modelado um mecanismo representado na Figura 01, que vai contar com um motor DC acoplado a um carretel com um cabo de aço preso ao pedal da embreagem, esse mecanismo será responsável por puxar o pedal da embreagem até o fim do curso do pedal.

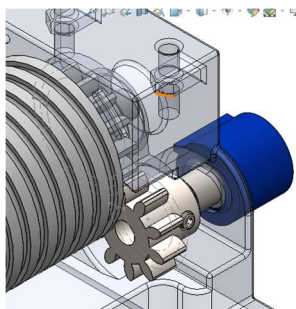
Figura 01 - (Esquerda) modelagem do mecanismo de contração do pedal, (direita) modelagem do mecanismo com apresentação do carretel e cabo de aço.



Fonte: Autor, 2023.

Previendo a necessidade de saber a posição em que o pedal se encontra, o mecanismo contará com um potenciômetro multivoltas anexado a rotação do motor através de engrenagens, como demonstrado na Figura 02, Este potenciômetro tem a função de coletar a informação de posição do motor enviá los para o microcontrolador que por sua vez controla o motor através de um driver de ponte H.

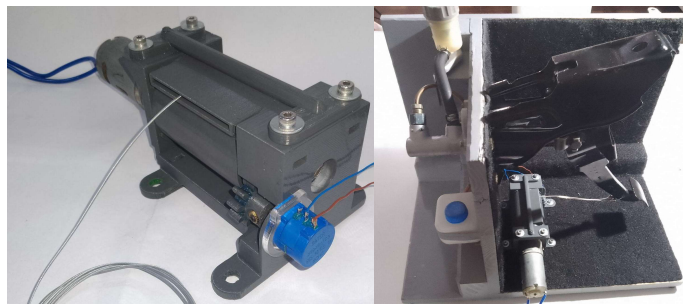
Figura 02 - Mecanismo para anexar o potenciômetro ao eixo do motor



Fonte: Autor, 2023.

Após todas as peças do mecanismo de contração do pedal terem sido fabricadas, o mesmo foi montado como demonstrado na Figura 03. Para que o mecanismo pudesse ser testado foi montado uma estrutura de testes com um sistema de pedal de embreagem e sistema hidráulico do mesmo para realização de testes. Com a estrutura de testes montada, o sistema de contração foi instalado na estrutura, como demonstrado na Figura 03.

Figura 03 - (Esquerda) Montagem do mecanismo de contração do pedal, (direita) mecanismo de contração do pedal instalado na estrutura para testes.

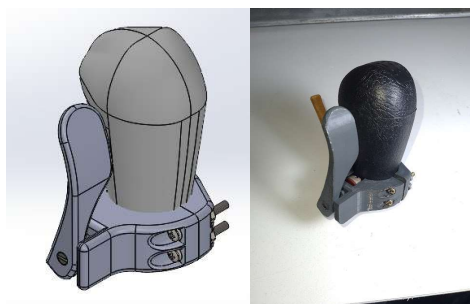


Fonte: Autor, 2023.

Após testes de contração utilizando o mecanismo de acionamento foi identificado que a ponte H não iria suportar a corrente consumida pelo motor no momento que o pedal está totalmente contraído, com isso foi optado por alterar o módulo de ponte H para um modelo que aguentasse a corrente consumida pelo motor, por isso foi escolhido o driver de ponte H *Bts7960b*.

Para que o acionamento da embreagem ocorresse através do controle da mão foram modeladas e impressas peças responsáveis por que os componentes necessários para o controle do pedal fossem fixados na manopla do câmbio do veículo. Na Figura 04 abaixo estão presentes imagens da modelagem das peças e a montagem das peças impressas.

Figura 04 - (Esquerda) Modelagem das peças para fixação dos componentes na manopla, (direita) Montagem das peças modeladas com os componentes de controle do pedal.

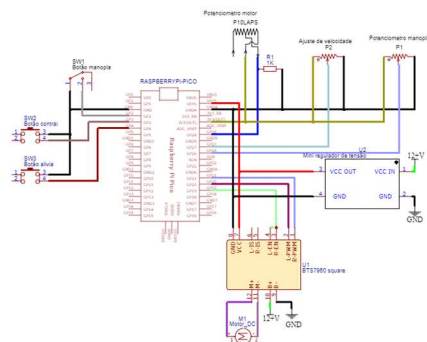


Fonte: Autor, 2023.

Para esse projeto foi utilizado o *raspberry PI pico*, ele será responsável por coletar os sinais do controle na manopla do câmbio para interpretá-los e poder assim controlar a posição

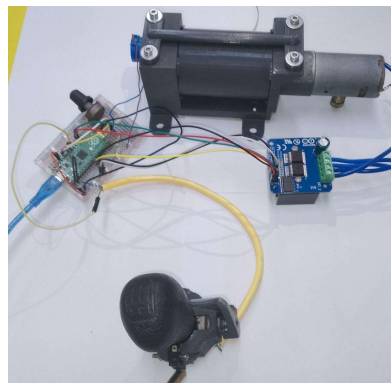
Para que o ele pudesse interpretar os sinais enviados pelo controle na manopla, e controlasse o servo motor foi feito um algoritmo em linguagem C++, para isso foi utilizado o *software* VS Code para escrever o algoritmo. Depois de o algoritmo estar pronto, o mesmo também foi utilizado para compilar e enviar a programação para o microcontrolador.

Figura 05 - Diagrama do circuito elétrico.



Depois de o esquemático estar pronto foi montado um circuito na protoboard junto ao mecanismo de contração, Como apresentado na Figura 06, para que fossem realizados testes do sistema de acionamento, esses testes foram realizados para testar o funcionamento da parte eletrônica e mecânica para que caso fossem identificados algum erro ou falha na programação, circuito ou mecanismo o mesmo fosse corrigido.

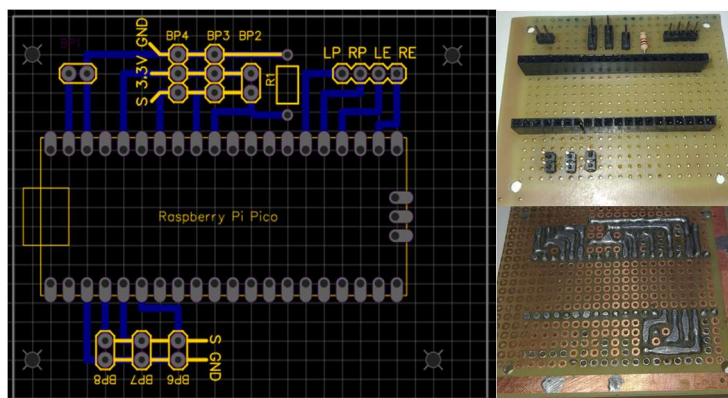
7



Fonte: Autor, 2023.

Após os testes do circuito eletrônico em conjunto ao mecanismo de contração terem acontecido e os erros ou falhas terem sido corrigidos, foi desenvolvida no *software easyEDA* um diagrama de pcb que veio a ser feito em uma placa ilhada como demonstrado na Figura 07, para que os componentes eletrônicos ficassem fixados com menor chance de desconexão dos componentes.

Figura 07 - (Esquerda) diagrama do pcb no software easyEDA (direita) soldagem do circuito na placa ilhada.

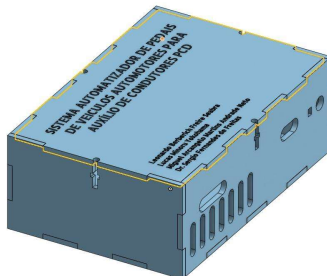


Fonte: Autor, 2023.

Após estar pronto a placa ilhada com o circuito soldado, foi identificado a necessidade de que os componentes pudessem ficar fixados sem problema de o conectores soltarem com a vibração do veículo. por isso foi modelado uma caixa que veio a ser cortada em uma cortadora laser, nessa caixa foram fixados à placa ilhada, ponte H e o regulador de tensão. Como

demonstrado na Figura 08.

Figura 08 - Modelagem da caixa para fixação dos componentes.



Fonte: Autor, 2023.

7. RESULTADOS

Com o sistema montado foi feita uma bancada para realização de testes do sistema, essa bancada tem a função de simular o funcionamento do pedal de um veículo automotor, nesta bancada está presente um pedal e um cilindro mestre para simular a força exercida necessária para compressão do pedal, com a bancada montada foi instalado o sistema de automatização para realização de testes, como demonstrado na Figura 09.

Figura 09 – Sistema de automatização acoplado bancada para realização de testes.



Fonte: Autor, 2023.

Após realizados todos os testes, foi feito o levantamento dos gastos para a montagem do protótipo, para isso levou-se em consideração os custos relacionados ao desenvolvimento do protótipo, incluindo materiais e mão de obra. Todos os componentes foram adquiridos ao

decorrer do desenvolvimento do projeto, não sendo possível a comparação entre um orçamento previsto e um orçamento final.

Tabela 01 - Levantamento de gastos para desenvolvimento do protótipo

ITEM	Qtde.	Valor	Valor geral
Motor DC 12v 350rpm	1	R\$ 109,00	R\$ 109,00
Raspberry Pi Pico	1	R\$ 47,95	R\$ 47,95
Módulo Driver Motor PonteH - BTS7960B	1	R\$ 67,41	R\$ 67,41
Potenciômetro 10k	3	R\$ 2,50	R\$ 7,50
Potenciômetro multivoltas 10k	1	R\$ 19,90	R\$ 19,90
Rolamento 8x22x7	1	R\$ 9,50	R\$ 9,50
Fim de curso Kw11-3z 5a 250 vac	1	R\$ 2,50	R\$ 2,50
Peças feitas em impressora 3D		R\$ 195,48	R\$ 195,48
Parafusos porcas e arruelas		R\$ 9,00	R\$ 9,00
		Total:	R\$ 468,24

Fonte: Autor, 2023.

O sistema possui um tempo de resposta de 50 milissegundos, desde o acionamento do potenciômetro até a resposta do motor. O sistema é adaptável a qualquer um dos três pedais, visto que é necessário somente acoplar o sistema no assoalho do veículo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento de custos foi identificado que o valor do projeto poderia ser reduzido se ao invés de o sistema de contração ser inteiramente feito com o uso de uma impressora 3D, parte poderia ser feito a partir de uma chapa de aço cortada com plasma e depois dobrada, isso diminuiria o custo do projeto e tornaria mais resistente a estrutura do sistema de contração.

Depois de o circuito ter sido soldado em uma placa ilhada, foi concluído que futuramente a placa deveria ser feita em um placa de circuito impresso para que possam ser feitas uma maior quantidade de placas em um menor tempo e com menor chance de erros durante a produção.

Após a realização de testes com o sistema de automatização, foi identificado que para a realização da calibração do mecanismo de contração era necessário um computador para que pudesse ser realizado a configuração dos pontos máximo e mínimo do pedal, para isso seria implementado a o *hardware* e *firmware* a possibilidade de configurar os limites do pedal sem a necessidade de um computador, facilitando a instalação do sistema de automatização.

9. FONTES CONSULTADAS

MAKEHERO, **Programando a *Raspberry Pi Pico* no *Visual Studio Code***[2021]. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/programando-a-raspberry-pi-pico-no-visual-studio-code/>. Acesso em: 25 mar, 2023.

NARDI, Marlon. **Super servo com motor de vidro elétrico de carro! Faça em casa!**[2021]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dBXq8kVYm6M&t=577s>. Acesso em: 20 mar, 2023.

RASPBERRY PI, ***Raspberry Pi Documentation***. Disponível em: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/raspberry-pi-pico.html>. Acesso em 27 mar, 2023.

RODAS, **Dados complementares sobre veículos para pessoas com deficiência. [2019]**. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-ago-08/olhar-economico-dados-complementares-veiculos-pessoas-deficiencia>. Acesso em: 2 fev, 2023.

RODRIGUES, Pedro Paulo Silva Junior. **Pessoas portadoras de necessidades especiais e sua inclusão no universo automobilístico nacional [2019]**. Disponível em: <https://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/rep/article/view/1415>. Acesso em: 1 fev, 2023.