

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ACELERADOR ELETRÔNICO

Ismael Noronha de Oliveira, ismaelnoronha@gmail.com¹
D. Albertino, da Silva Júnior, dorgival.silva@ufersal.edu.br²

^{1,2}Universidade Federal Rural do Semi-Árido, BR 233, km 01, Sítio Esperança II, zona rural, CEP 59780000, Caraúbas -RN, Brasil

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo a projeção e fabricação de um acelerador eletrônico de velocidade. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica para dá referência ao artigo. Foi utilizado o software de modelagem tridimensional Autodesk Inventor 2015 para a modelagem do mesmo e fabricado de forma mecânica a partir de chapas e tarugos de aço AISI 304. Foi utilizado máquinas e ferramentas para a usinagem do aço. Cada componente deste projeto está conectado a placa do Arduino® UNO, onde o mesmo interpreta o estado de cada setpoint e aciona o circuito de potência e motor. Assim, por meio do sensor (encoder) acoplado ao eixo do motor obtém-se a leitura da rotação por minuto (RPM). A programação do acelerador eletrônico é feita em linguagem C/C++, a qual foi testada e inserida na placa do Arduino® para gerenciar as atividades do controlador de velocidade ao relacionar a posição do pedal com a rotação do tacômetro. O código implementado contempla o controle de velocidade eletronicamente ao se acionar botões para aumentar ou diminuir a velocidade de rotação do motor. A relação de proporcionalidade linear entre a velocidade de rotação do tacômetro com a tensão ficou evidenciada nos resultados. O gráfico da relação entre velocidade pela tensão mostrou-se aproximadamente linear, assim como o da tensão pelo ângulo, indicando ser possível modelar matematicamente o sistema através de uma função afim. A viabilidade do projeto mostrou-se eficiente a partir do baixo custo dos materiais utilizados.

Palavras-chave: Mecânica. Automóveis. Acelerador. Eletrônico. Arduino

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de acelerador eletrônico com o custo menor do que é praticado no mercado, para isso será realizada uma pesquisa de mercado para saber o preço de um controlador de velocidade.

É notável que nas últimas décadas houve uma expansão na produção de conhecimento, com incontáveis mudanças políticas e econômicas nas sociedades do mundo. Isso ocorreu devido a apresentação de diversas inovações tecnológicas que permitiram a universalização da informação, possibilitando a população ter informação quase que em tempo real do que se passa em qualquer lugar do planeta. Com o desenvolvimento do conhecimento, todas as áreas de informação cresceram, e com a tecnológica não foi diferente, com o mundo cada vez mais automatizado a área de programação teve uma importância significativa para o desenvolvimento de novas tecnologias (AGUIA; PASSOS, 2014).

Como a programação e a eletrônica são áreas de pesquisa de diversos estudantes do mundo e os materiais de pesquisa e prototipagem não são de baixo custo, Massimo Banzi e outros pesquisadores do instituto de *design* de interação Ivrea, no ano de 2005, na Itália, desenvolveram uma placa que consiste em um microcontrolador Atemga de 8 bits, com componentes complementares, com código aberto e uma linguagem de programação baseada na C/C++; ajudando a todos os estudantes desenvolverem sistemas de prototipagem em eletrônica (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013, p.25).

O Arduino® é utilizado para solucionar os mais diversos problemas, um deles foi desenvolver um sistema de segurança que controlasse o acesso de pessoas e automóveis em condomínios. Assim foi desenvolvido por Almeida e Luz (2014) um projeto para melhorar o sistema de segurança dos condomínios, o qual tinha o objetivo de desenvolver um sistema de controle de acesso unificado que tratasse principalmente da segurança dos moradores através de tecnologias como Identificação por Rádio Frequência (RFID) e Reconhecimento Automático de Placas Veiculares (ANPR). O uso de tecnologias como o Arduino® na área de automação em segurança proporciona em um ambiente residencial um controle fácil, rápido e barato (ALMEIDA; LUZ, 2014).

A placa utilizada para realizar esse trabalho foi a Arduino® Uno, pois a mesma é de fácil aquisição, outro motivo por se utilizar essa placa é que o usuário tem a sua disposição uma plataforma já modelada, que possibilita ser reconfigurada via *firmware*, dispensando conhecimentos aprofundados em eletrônica digital e arquitetura de microcontroladores. Sendo necessário conhecimentos em algoritmos para realizar uma aplicação.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é desenvolver um protótipo de acelerador eletrônico de um carro, utilizando aço AISI 304 e uma placa do Arduino® UNO.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1. Eletrônica

A programação do acelerador eletrônico é feita em linguagem C/C++, a qual foi testada e inserida na placa do Arduino® para gerenciar as atividades do controlador de velocidade ao relacionar a posição do pedal com a rotação do tacômetro. A viabilidade do projeto mostrou-se eficiente a partir do baixo custo dos materiais utilizados.

O controlador de velocidade fornece mais autonomia para o carro, mais segurança e conforto em situações adversas para os motoristas, assim o condutor do veículo pode limitar a velocidade máxima do automóvel de acordo com a permitida na via, mantendo-a constante, contribuindo para que o motorista não receba multa por ultrapassar a velocidade máxima permitida.

O acionamento do piloto automático é realizado por comandos através de botões que ficam localizados na direção. Há duas formas de regular a velocidade, a primeira é acelerar o carro até a velocidade desejada e pressionar o botão piloto automático, a segunda é após o modo piloto automático já estiver ativado, pressionar o botão piloto automático para aumentar ou diminuir a velocidade. O sistema tem duas formas de ser desabilitado, pressionando o botão piloto automático ou pressionando o pedal do acelerador até ultrapassar a velocidade pré-definida. Em alguns veículos, o sistema é desativado automaticamente quando o condutor pisa firmemente no pedal do acelerador ou do freio ou da embreagem (caso o carro não seja de câmbio automático) (ROCHA, 2011).

A Tabela 1 descreve os componentes utilizados na fabricação do protótipo de piloto automático e o custo médio de cada material no mercado virtual.

Tabela 1 – Componentes do protótipo – Custos.

Descrição	Referência	QTD	Custo (R\$)
Arduino UNO	-	1	35,00
Motor DC (12V)	-	1	11,00
Capacitor (Cerâmico)	100nF	1	5,00
Diodo	1N4007	1	0,10
Protoboard	HK-P50	1	15,00
Resistor	1k Ω	2	0,20
Potenciômetro	10k Ω	3	3,60
Display LCD	16x1	1	24,40
Sensor <i>Encoder</i>	-	1	6,50
Botão	-	1	0,30
Porta pilha	pilha AA	1	5,00
Transistor	TIP122C	1	1,50
Jumper fio	Macho	1	5,00
Madeirito 14mm	-	1	6,00
Pedal do Acelerador	Aço	1	30,00
Total			148,6

Fonte: Próprio Autor (2017).

3.2. Mecânica

As ferramentas e máquinas utilizadas para a fabricação do pedal foram: uma lixadeira para cortar e fornecer acabamento final nas barras redondas e chapas, um torno mecânico para fabricação dos eixos, mancais de deslizamento e molas, uma máquina de solda para ligar os componentes como mancais, base e chapa do pedal, uma furadeira para fazer alguns furos na base do potenciômetro e base de fixação do pedal; uma fresa mecânica e módulo de fresa para a fabricação das engrenagens

Os materiais utilizados foram uma chapa de aço carbono SAE 1020 com acabamentos lisos e bordas aparadas, com espessura 3,17 mm e dimensões 1000x2000 mm; uma chapa galvanizada de aço carbono SAE 1020, com acabamento liso e bordas não aparadas, espessura 0,95 mm, com dimensões 1000x3000 mm, densidade 8,07 kg/m², e uma barra cilíndrica de aço AISI 304 trefilada, bruta, com dimensão da seção 12,70 mm, peso nominal 0,99 kg/m, uma barra cilíndrica, de aço liga SAE 1020, laminada, bruta, com dimensão da seção 7,94 mm e peso nominal 0,39 kg/m.

Também foi utilizado uma barra cilíndrica de aço AISI 304, laminada, bruta, com dimensão da seção 15,88 mm e peso nominal 1,55 kg/m. Eletrodo revestido de aço carbono, classificação E6013, revestimento rutílico, corrente alternada/continua, polaridade positiva, diâmetro da alma 2,50 mm, comprimento 350 mm, ESAB OK 46.00. Uma mola

helicoidal cilíndrica, tipo de carregamento tração, de aço mola, sem revestimento, tipo de torção a direita, extremidade plana, diâmetro do arame 1,00 mm, com diâmetro interno 8,00 mm e comprimento livre 27,00 mm.

A Figura1 apresenta a imagem do pedal do acelerador.

Figura 1 – Pedal de Aceleração

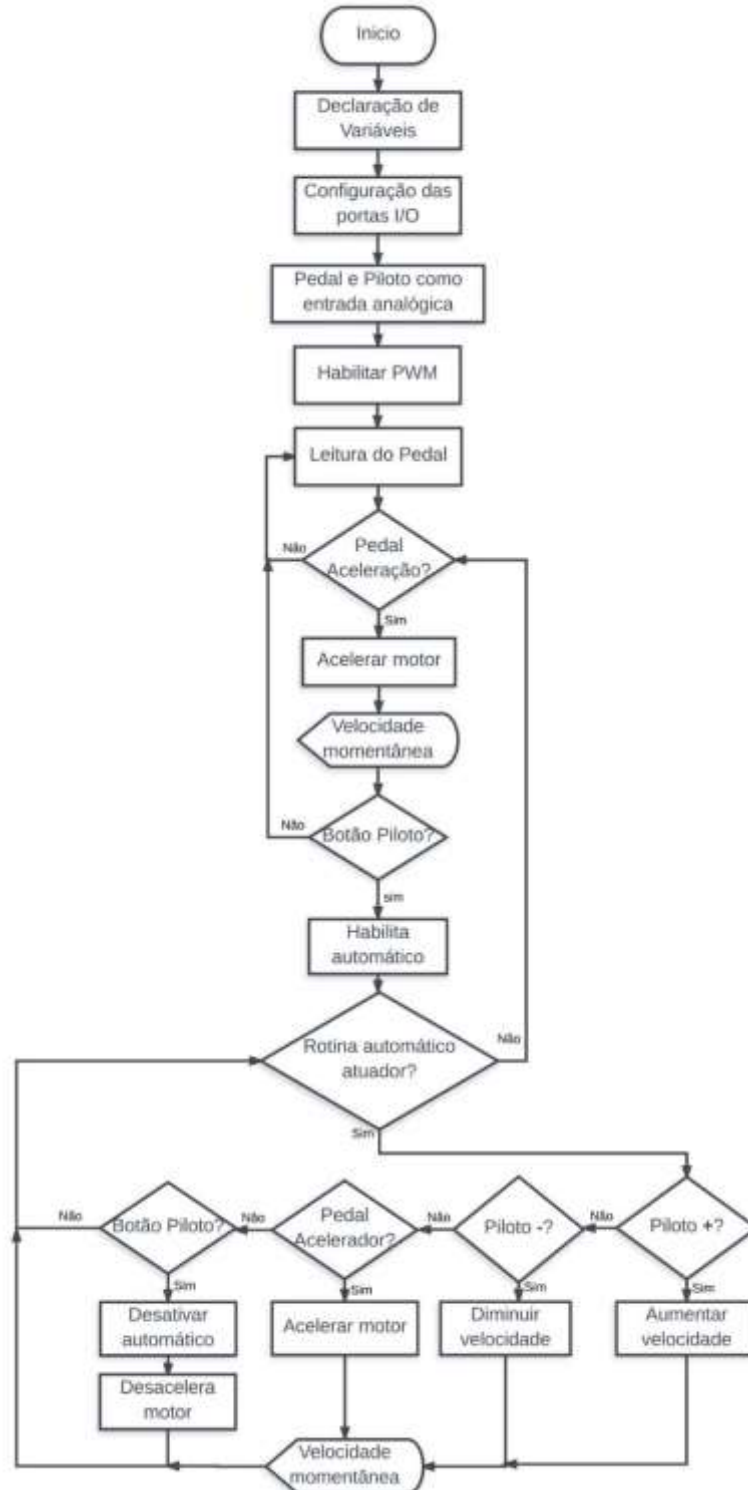


Fonte: Próprio Autor (2017).

A Figura 2 Apresenta o fluxograma para auxiliar na visualização e compreensão do funcionamento de controle do acelerador eletrônico.

O programa inicia com a declaração das variáveis e configuração dos pinos I/O: definindo como entrada analógica do pedal de aceleração, entrada digital o piloto automático, e saída o sinal de PWM no motor DC. Em seguida, o programa entra em um “laço infinito” (loop) onde é realizado a leitura do pedal para habilitar o PWM (Pulse-Width Modulation) de acionamento da velocidade do motor conforme variação do ângulo do pedal.

Figura 2 – Fluxograma do Sistema Proposto



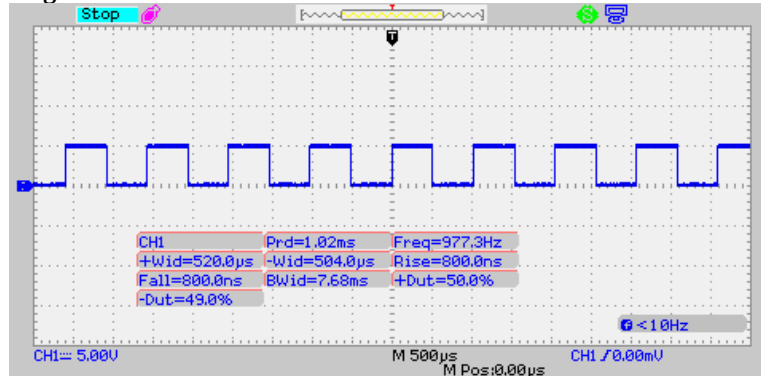
Fonte: Próprio Autor (2017).

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Para a obtenção dos resultados desse trabalho foram elaborados experimentos para gerar gráficos que mostrem o desempenho do protótipo. Para realizar a medição desse experimento foi utilizado um osciloscópio digital da marca Minipa e modelo MO-2100D para a coleta de dados de frequência, f , e período, T , do motor.

A Figura 3 apresenta a forma de onda do sinal PWM do motor, onde mostra um ciclo de trabalho do motor DC de faixa de 50% da tensão de alimentação.

Figura 3 – Forma de Onda do Sinal PWM do Sinal do Motor DC.



Fonte: Próprio Autor (2017).

A equação da velocidade em RPM é:

$$RPM = f \frac{60}{32} \quad (1)$$

Onde RPM é a rotação por minuto, f é a frequência, 60 é a quantidade de segundos que tem em um minuto, e 32 é quantidade de laminais que o disco do *encoder* possui.

Foram realizados experimentos para medir a variação de tensão quando se pressiona o pedal do acelerador, nessa etapa foi observado que a tensão mínima para o motor CC (Corrente Contínua) funcionar é de 1,5 V, isso ocorre por causa das características dos motores CC que necessitam de uma tensão significativa para atuar. Assim, foi elaborado uma tabela com os dados do desempenho do motor utilizado no protótipo, nessa tabela buscou-se observar qual a variação de período e a frequência quando se varia a tensão, dessa forma, obteve-se os valores de RPM (Rotação Por Minuto), utilizando a equação 1.

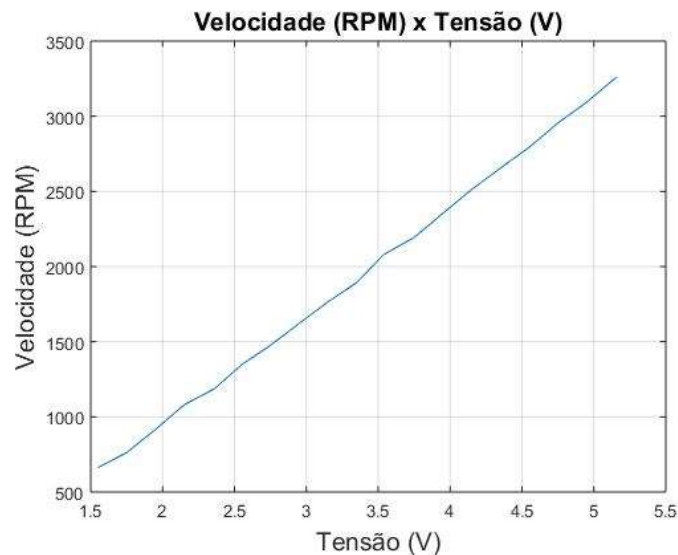
Tabela 2 – Medições para determinações do período e frequência do motor

Tensão (V)	Período (ms)	Frequência (Hz)	Velocidade (RPM)
1,500	3,570	280,100	662,060
1,700	2,500	399,600	762,190
1,900	2,330	429,900	924,560
2,100	1,920	520,800	1080,000
2,300	1,670	597,300	1186,690
2,500	1,490	671,100	1346,810
2,700	1,350	741,800	1469,440
2,900	1,220	818,300	1621,880
3,100	1,100	907,400	1754,810
3,300	1,000	996,000	1893,750
3,500	0,940	1060,000	2081,250
3,700	0,874	1140,000	2193,750
3,900	0,816	1230,000	2362,500
4,100	0,784	1280,000	2512,500
4,300	0,728	1370,000	2662,500
4,500	0,690	1450,000	2793,750
4,700	0,654	1530,000	2962,500
4,900	0,620	1610,000	3093,750
5,100	0,594	1680,000	3262,500

Fonte: Próprio Autor (2017).

Através dos dados da Tab. 2 foi possível descobrir a velocidade em RPM e gerar um gráfico da relação entre a velocidade (RPM) e a tensão (V), para a elaboração desse gráfico foi utilizado o *software* MATLAB. A Figura 4 apresenta o gráfico da relação entre Velocidade (RPM) e Tensão (V).

Figura 4 – Gráfico da Relação Entre Velocidade (RPM) Versus Tensão (V)



Fonte: Próprio Autor (2017).

Utilizando conceitos de trigonometria foi possível obter o valor de cada ângulo quando se pressiona o pedal do acelerador. Com o auxílio de um multímetro foi possível obter o valor da tensão para cada variação de ângulo. Foi elaborada uma tabela relacionando a variação da tensão que foi gerada e a variação do ângulo do pedal. Foi observado que quanto mais aumenta-se o ângulo, maior é a tensão gerada. A Tabela 3 apresenta os dados coletados.

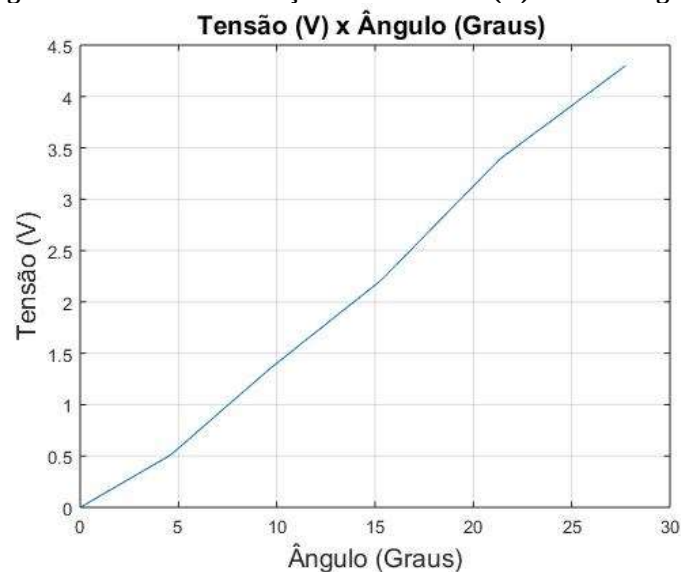
Tabela 3 – Medições para determinações do período e frequência do motor

Tensão (V)	Ângulo (Graus)
0,00	0,00
0,51	4,60
1,36	9,71
2,21	15,30
3,39	21,34
4,30	27,74

Fonte: Próprio Autor (2017).

Com os dados da Tab. 3 já coletados, foi utilizado o *software* MATLAB para gerar a curva que representa a relação entre a tensão e o ângulo. A Figura 5 mostra a curva que representa a relação entre a tensão e o ângulo.

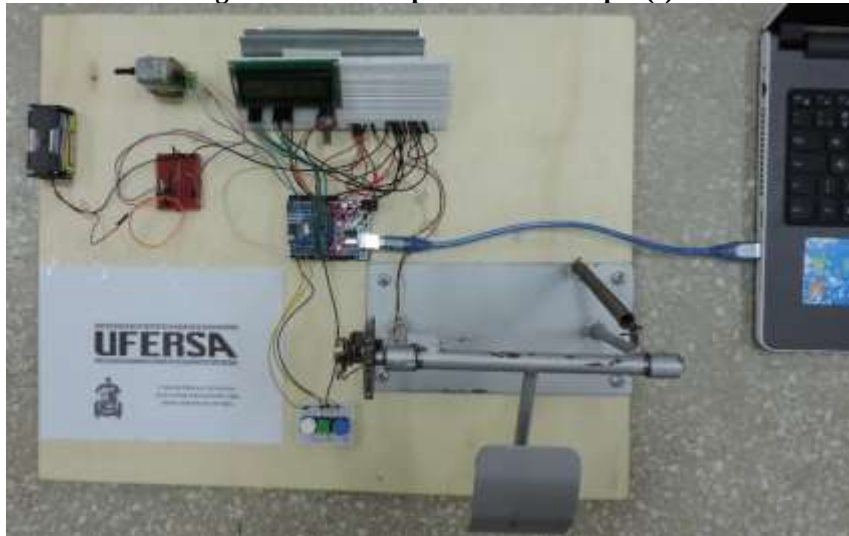
Figura 5 – Gráfico da Relação Entre Tensão (V) Versus Ângulo (°)



Fonte: Próprio Autor (2017).

Na Tabela 1 desse trabalho verificou-se que o custo total do protótipo foi de 148,60 reais. Foi realizada uma pesquisa de mercado sobre os preços dos pilotos automáticos para carros e nessa pesquisa constatou-se que o preço médio de um piloto automático é de 1800,00 reais. Por utilizar materiais de baixos custos, o protótipo teve gastos reduzidos significativamente, comparando-se com um modelo de controlador de velocidade comercializado. As Figuras 6 e 7 apresentam a visão superior e frontal, respectivamente, do protótipo concluído.

Figura 6 – Vista Superior do Protótipo. (°)



Fonte: Próprio Autor (2017).

Figura 7 – Vista Frontal do Protótipo. (°)



Fonte: Próprio Autor (2017).

5. CONCLUSÃO

O acelerador eletrônico é uma tecnologia que veio para somar positivamente com os automóveis. O mesmo permite que os usuários façam viagens mais confortáveis e econômicas. O desenvolvimento dessa ferramenta é importante para estimular os pesquisadores a criar novas tecnologias mais acessíveis para o público em geral.

A fabricação mecânica do pedal ocorreu de forma satisfatória, pois atendeu o requisito de proporcionar a relação entre o deslocamento angular e a rotação do *encoder*. Assim, o seu projeto foi pensado e elaborado de forma a também promover uma semelhança com os pedais comercializados nas principais montadoras.

O circuito proposto para o trabalho foi feito com malha aberta devido ao não monitoramento do sistema em tempo real, dessa forma o projeto elétrico foi simplificado, possibilitando menos custo computacional na plataforma do *software* Arduino®, ainda assim, atendendo aos objetivos propostos.

O controle do protótipo foi feito a partir do código implementado em linguagem Arduino® baseada na linguagem C/C++ na plataforma Arduino®, e posteriormente inserida no *Hardware*. Portanto, foi possível implementar rotinas para o acelerador eletrônico, de modo a tornar viável a representação da posição angular do acelerador com a rotação do tacômetro. Além disso, a implementação do piloto automático ocorreu através da escrita de sub-rotinas que foram chamadas no programa principal com o objetivo de ativar o controlador de velocidade, sendo este controlador responsável, após ativado, por aumentar ou diminuir a velocidade do sistema. Ainda em funcionamento, o piloto automático é

desativado quando a velocidade informada através do pedal mecânico é maior do que a velocidade setada no momento de ativação do controlador automático.

O gráfico da relação entre velocidade pela tensão mostrou-se aproximadamente linear, assim como o da tensão pelo ângulo, indicando ser possível modelar matematicamente o sistema através de uma função afim. No entanto, o tacômetro só iniciou o seu movimento a partir de uma posição angular de 11 graus, indicando existir uma tensão mínima para vencer a inércia do motor.

A pesquisa de custos mostrou a viabilidade financeira do protótipo, o qual comparativamente é mais viável do que os modelos comerciais por usar materiais eletrônicos de baixo valor no mercado. Desse modo, é possível utilizar os procedimentos desenvolvidos neste trabalho para formular aceleradores eletrônicos competitivos com os já existentes. A partir dessa ideia o custo final pode ser diminuído utilizando componentes eletrônicos mais baratos dos que os utilizados para a confecção do protótipo.

Para trabalhos futuros propõe-se: desenvolver um sistema de frenagem e implementar ao sistema já projetado. Outra proposta seria projetar um sistema em malha fechada, onde possibilitaria um maior controle do sistema.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIA, Iana Assunção de; PASSOS, Elizete. **A tecnologia como caminho para uma educação cidadã**. Revista Cairu, 2014.
- ALMEIDA, Danilo Alves; LUZ, Larissa Pavarini da. **Sistema para controle de acesso a condomínios usando a tecnologia arduino**, Revista E-f@tec, Garça, v.4, n.1, 2014.
- EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em Ação**. 1a Ed. São Paulo: Novatec, 2013. 424 P.
- ROCHA, Tiago Nunes da. **Piloto automático para controle e manobras de navegação do AtlasCar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011.

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC ACCELERATOR PROTOTYPE

Ismael Noronha de Oliveira, ismaelnoronha@gmail.com¹

D. Albertino, da Silva Júnior, dorgival.silva@ufersal.edu.br²

^{1,2}Federal Rural University of the Semi-Arid, BR 233, km 01, Sítio Esperança II, rural area, CEP 59780000, Caraúbas -RN, Brazil

Abstract. The present work has as objective the projection and construction of a electronic throttle speed. A bibliographical search was done for the reference to the article. Autodesk Inventor 2015 three-dimensional modeling software was used for a modeling of the same and mechanically manufactured from AISI 304 steel sheets and billets. Apparently, it was machines and tools for steel machining. Each component of this design is connected to the Arduino® UNO board, where it interprets the state of each setpoint and activates the power and motor circuit. Thus, by means of the sensor (encoder) coupled to the axis of the motor the reading of the rotation per minute (RPM) is obtained. A programming of electronic accelerators in C / C ++ language, a series of tests and tests on the Arduino® board to manage as speed control activities and relate the position of the pedal with tachometer rotation. The implemented code includes speed control, electronically by pressing buttons to increase or decrease the speed of rotation of the engine. The relationship of proportionality between the rotational speed tachometer with the tension was evident in the results. The graph of the relationship between velocity through a set of data, such as the measurement of the angle, indicating that it is possible to mathematically model the system through a related function. A feasibility of the project proved to be efficient from the low cost of the materials used..

Keywords: Mechanics, Automobile, Accelerator, Electronic, Arduino