

# Parametrização entre o Arduino e um motor de corrente contínua

1

**Resumo.** *Este artigo apresenta a parametrização da velocidade de rotação de um veículo robótico. As medidas foram coletadas a partir do movimento do veículo em torno de seu próprio eixo de acordo com os parâmetros atribuídos no microcontrolador. Com os resultados obtidos a partir dos parâmetros atribuídos ao robô, possibilitou despertar o interesse de alunos em desenvolver trabalhos científicos, utilizando equações teóricas e conseguindo entender suas grandezas.*

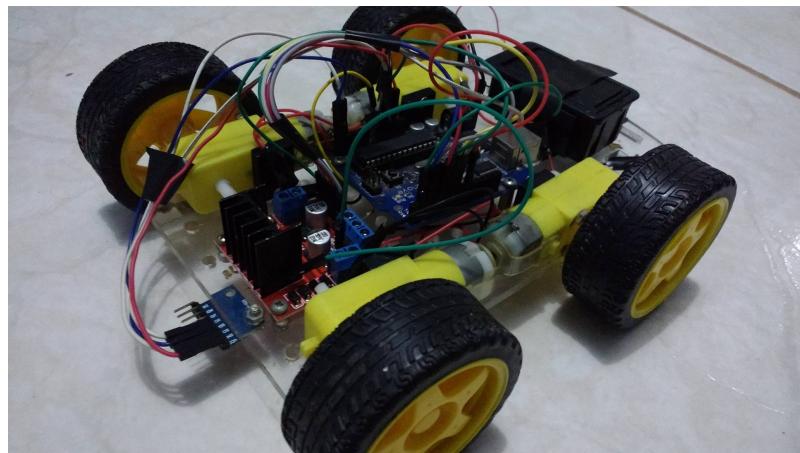
**Abstract.** *This paper presents the parameterization of the rotation speed of a robotic vehicle. The measurements were collected from the vehicle movement around its own axis according to the parameters given in the microcontroller. With the results obtained from the parameters assigned to the robot allowed to awake the interest of the students in developing scientific papers, using theoretical equations and getting to understand its greatness.*

## 1. Introdução

É notório o impacto no aprendizado de estudantes quando recorre-se a atividades lúdicas como método de ensino, ocasionando um aumento significativo no interesse do aluno pelo conteúdo ministrado pelo professor. A literatura mostra que as diferenças faixas etárias podem se beneficiar com este método de ensino [HEBERLE 2011], juntamente com o crescente interesse em introduzir a robótica em sala de aula, tem viabilizado fomentar pesquisas com métodos lúdicos aplicado a esta área [Soares and Borges 2011].

### 1.1. Motivação

Esta pesquisa teve iniciado durante a aula de Sistemas Digitais do curso de Sistemas de Informação (UFMS/CPAN), que atendendo a iniciativa de um aluno em apresentar o microcontrolador Arduino, resultou no interesse de outros dois alunos<sup>2-3</sup> consolidarem os trabalhos finalizados há dois anos durante a disciplina. Neste cenário, um dos professores<sup>4</sup> do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul (IFMS) providenciou um material recém adquirido pela instituição, Figura 1, bem como, ofereceu espaço em um curso ministrado no IFMS para capacitação do professor da UFMS.



**Figura 1. Material adquirido pelo IFMS**

## 1.2. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho consiste em parametrizar a relação entre a velocidade de rotação de um veículo robótico em torno de seu próprio eixo, e o parâmetro inserido no algoritmo que gerencia a tensão elétrica aplicada pelo periférico do microcontrolador Arduino.

Medidas do ângulo instantâneo serão medidas por um Giroscópio integrado ao artefato, e posteriormente calculado a velocidade de rotação em relação ao tempo de cada iteração requerida pelo algoritmo inserido no microcontrolador.

Este artigo inicialmente apresenta uma breve introdução sobre robótica seguido de uma fundamentação teórica, depois apresenta-se os materiais e métodos utilizado para atingir objetivo proposto, por fim e realizado uma discussão dos resultados e apresenta-se a conclusão e trabalhos futuros.

## 2. Metodologia de Pesquisa

Para este trabalho foi utilizado um microcontrolador Arduino; Ponte H; Carrinho com quatro motores DC; Micro cartão SD e um Acelerômetro e giroscópio (MPU-6050).

O primeiro passo foi implementar individualmente os dispositivos mencionados anteriormente e integrado posteriormente ao artefato da Figura 1, seguindo para etapa de analisar a rotação do artefato, sendo coletado as medidas do ângulo instantâneo para cada loop do microcontrolador mensurados pelo Giroscópio.

## 3. Fundamentação Teórica

Pode-se definir robôs móveis como artefatos programados para se locomover utilizando rodas, esteiras, patas, entre outros dispositivos de locomoção. Segundo [de Melo Machado 2016], recentemente surgiram robôs móveis semiautônomos e

autônomos aplicados a exploração de ambientes hostis, e com decorrer do tempo são inseridos em automóveis de passeios. A aplicação desta tecnologia aos automóveis será um dos maiores avanços verificados neste sector [COUTINHO 2014].

Segundo [Russell and Norving 2013], arquitetura de agentes robóticos são melhores projetadas quando construídas pensando no ambiente em que irá atuar, sendo este responsável por determinar quais os melhores atuadores e ações para este agente. A eficiência em conduzir um robô móvel em determinado ambiente evitando obstáculos ou outras situações que lhe possam surgir durante o seu percurso, são problemas abordados pela área conhecida como navegação autônoma de um robot móvel [COUTINHO 2014]. [Russell and Norving 2013] categoriza algumas propriedades do ambiente de tarefas para um agente, diferenciando os possíveis ambientes de acordo com suas características.

Devido à complexidade do mundo real, modelos de navegação robótica devem conter algumas simplificações, bem como as equações físicas que regem os atuadores e controlam o movimento do robô devem conter algumas aproximações, principalmente devido ao ruído intrínseco ao ambiente, que são variáveis não mensuráveis encontradas em um ambiente não ser ideal. Desse modo, considerando um determinado ambiente estático e determinado.

É comum a literatura dividir os sensores em duas classes, sendo que a primeira se fragmenta em proprioceptivos e exteroceptivos (relacionado com a origem das informações sensoriais obtidas), e a segunda em Passivos e Ativos (relacionado com forma como a recolha de informação é efetuada). Sendo que os sensores Proprioceptivos mensuram grandezas internas ao agente robótico como a carga de sua bateria ou ângulo de orientação deste robô. Os sensores Exteroceptivos mensuram informações do meio externo ao agente robótico como distâncias ou intensidade de luz. Os Sensores passivos mensuram apenas informações do exterior e os sensores ativos distingui-se por emitirem energia para o ambiente externo ao agente, para mais detalhes das definições ver em [COUTINHO 2014].

O Giroscópio é classificado como um sensor proprioceptivo, e determina a orientação e inclinação do robô em relação ao referencial fixo, podendo também fornecer a velocidade e aceleração de rotação em torno de algum de seus três eixos ortogonais. O giroscópio pode ser ótico dependendo da variação de frequência de dois feixes de raios laser, ou mecânico que dependem da inércia de rotação de estruturas.

A literatura apresenta três tipos de rodas, roda fixa, roda orientável centralizada, e roda orientável não-centralizada (roda louca). Sendo os robôs móveis diferenciados em Uniciclo, Triciclo, e quadriciclo, possibilitando a Tração e direção em eixos independentes, como também, Tração e direção num mesmo eixo, e por fim, a Tração e direção em todos os eixos [Secchi 2008].

**Tabela 1. Classificação dos diferentes tipos de sensores**

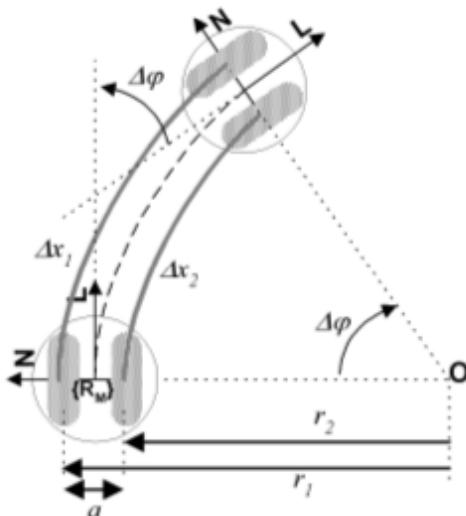
Classificação Geral	Tipo de Sensor	Origem	Recolha de Informação
Sensores Táteis	Barreiras Óticas	Exterocetivo	Ativo
Sensores de Motor/roda	Encoders Ótica	Propriocetivo	Ativo
Sensores de Orientação	Bússola Digital	Exterocetivo	Passivo
Sensores de Referenciais	GPS	Exterocetivo	Ativo
Sensores Medição e Distância	Sensores de Ultrassom	Exterocetivo	Ativo
Sensores Movimento	Radar Doppler	Exterocetivo	Ativo
Sensores Visão Artificial	CCD/CMOS Camaras	Exterocetivo	Passivo

A Figura abaixo mostra um robô com duas trações independentes e dispostas lateralmente com um eixo comum. Temos que a rotação deste veículo em torno da origem O pode ser determinada utilizando as equações (1) e (2) referente ao deslocamento de cada roda,

$$(1) \Delta x_1 = r_1 \Delta \Theta$$

$$(2) \Delta x_2 = r_2 \Delta \Theta$$

sendo  $x_i$  o deslocamento linear de cada roda e  $\Theta$  o ângulo de rotação do veículo.



**Figura 2. Relação do deslocamento angular para um veículo robótico com duas trações independentes e dispostas lateralmente com um eixo comum**

Após realizar a manipulação algébrica, temos o ângulo de rotação  $\Theta$  fornecido pela equação (3), para mais detalhe ver [Secchi 2008], onde a constante  $a$  representa a distância entre as duas rodas.

$$(3) \Delta \Theta = (\Delta x_1 - \Delta x_2) / (r_1 - r_2) = (\Delta x_1 - \Delta x_2) / a$$

Para um movimento circular uniforme, temos que a cinemática propõe a equação (4), onde representa a velocidade angular do veículo e t o tempo. Para mais detalhes ver [Halliday et al. 2009].

$$(4) \Delta\Theta = (x_0 + \omega * t)/a$$

Um microcontrolador consiste de um circuito digital configurado para gerenciar troca de informações representadas por tensões elétricas, sendo os periféricos dos circuitos responsáveis pela troca desses dados. Utiliza-se um software para construir e inserir o algoritmo que gerencia o microcontrolador, que geralmente utiliza determinadas bibliotecas compatíveis com os dispositivos utilizados pelo microcontrolador. Existem microcontroladores em que os algoritmos são reprogramáveis e não reprogramáveis, sendo o Arduino um microcontrolador reprogramável.

Os principais motores encontrados no mercado e na literatura podem ser categorizados em de motor DC (corrente contínua), AC (corrente alternada), os servos motores. Segundo os manuais [HONDA 2006] e [INDUSTRIAS ] , um motor de divide em duas partes o rotor e estator. O estator é composto de uma estrutura ferromagnética com pólos salientes aos quais são enroladas as bobinas que formam o campo, ou de um ímã permanente. O rotor é um eletroímã constituído de um núcleo de ferro com enrolamentos em sua superfície que são alimentados por um sistema mecânico de comutação.

No cenário da robótica a diferença mais significante está no dispositivo necessário para controlar o sentido e intensidade da corrente elétrica, sendo que os motores DC são compatíveis com as denominadas Ponte H, os motores DC com o dispositivo reconhecido como ESC, e os motores servos possuem a propriedades de gerenciar esse controle sem nenhum dispositivo adicional, e sua principal característica é obter deslocamento angulares precisos.

A equação (5) mostra a dependência teórica da velocidade de rotação (V<sub>r</sub>) do motor de corrente contínua em relação a tensão elétrica (U) aplicada aos polos do motor, onde constante que depende do tamanho do rotor, do número de polos do rotor, e como essas polos são interconectados, e M fluxo no entreferro.

$$(5) v_r = k * UM$$

#### 4. Coleta e Processamento de Dados

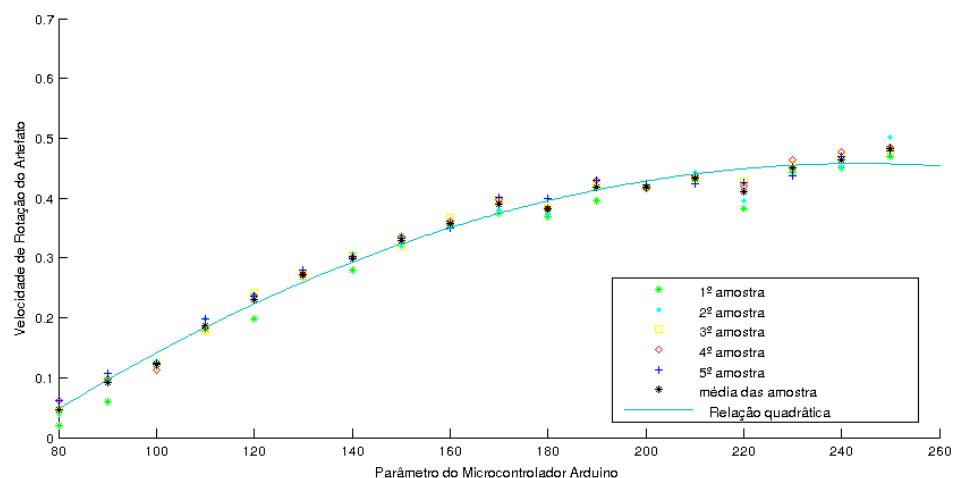
Foi construído um algoritmo com o intuito de coletar o ângulo instantâneo a cada loop do microcontrolador, durante 10 segundos é aplicado 18 valores de tensões elétricas em 2 motores de corrente contínua localizados do mesmo lado do artefato. Após mensurado os ângulos instantâneos com um Giroscópio associado ao artefato, para 18 diferentes valores do parâmetro aplicado ao microcontrolador (Responsável pelas respectivas tensões

elétricas aos motores de corrente contínua), sendo que os valores do parâmetro foram distribuídos uniformemente entre 80 e 250.

Os dados foram salvos em um micro Sd, esse procedimento foi repetido 5 vezes, sendo duas vezes para os dois motores do lado direito e duas vezes para os motores localizados do lado esquerdo, e uma amostra aleatória, por fim foi realizado o cálculo da média aritmética entre os cinco valores obtido para cada parâmetro. Em seguida, utilizando o Software Scilab calcula-se a  $\varpi_r$ , velocidade real de rotação do artefato após derivar as medidas dos ângulos instantâneos contidas no cartão SD. Recorre-se a uma equação do segundo grau para aproximar a dependência entre as velocidades reais do artefato e os respectivos parâmetros aplicados ao microcontrolador.

## 5. Resultados e Discussões

A Figura 3 abaixo mostra a relação empírica entre a dependência do parâmetro aplicado ao microcontrolador Arduino, e a velocidade de rotação real  $\varpi_r$  adquirida pelo artefato. Cada uma das quatro amostras são representados por diferentes símbolos, que estão identificadas na legenda da figura, a linha continua gerada pelo software Scilab representa a equação do segundo grau com seguintes coeficientes,  $a = -0,0017$ ,  $b= 0,0081$ ,  $c=-0,51$ .



**Figura 3. Velocidade Angular obtida com as medidas de ângulos instantâneos obtidas para cada amostra, quando aplicado aos motores do artefato cada parâmetro proporcional a tensão elétrica**

A Figura 3 acima mostra que não ouve diferenças significativas entre as 5 amostras obtidas na parametrização do microcontrolador, e mostra uma peculiaridade quando é configurado o o valor de 220, pois era esperado que a rotação aumentasse proporcionalmente a tensão elétrica aplicado ao motor (diretamente proporcional ao parâmetro configurado no microcontrolador), como prediz a equação 5, e que não ocorre para 5 das amostras mensuradas.

$$(6) \varpi_r = -0,0017 * p^2 + 0,0081 * P - 0,51$$

Este resultado sugere que a porta utilizada pelo microcontrolador não está correspondendo com o esperado, e que a função obtida com a parametrização devem conter ajustes para o parâmetro de 220.

Os resultados mostram que a velocidade angular  $\varpi$  fornecida pela equação 4 pode ser obtida com a equação 6, que prediz velocidade real de rotação  $\varpi$  função do parâmetro aplicado a porta do Arduino.

Esta pesquisa mostrou que um artefato lúdico pode despertar o interesse de alunos em desenvolver trabalhos de cunho científico. Pois mostrou-se uma forma de deduzir grandezas significativas de equações teóricas, como a velocidade angular presente na equação da cinemática. Demostra-se também algumas discrepâncias entre a predição da teórica e os resultados práticos, como no caso das discrepâncias encontradas para o parâmetro 220.

## 6. Trabalhos Futuros

Na continuidade deste trabalho pretende-se realizar testes para obter deslocamentos e velocidades desejadas, realizando uma regressão linear entre as medidas esperadas e obtidas para avaliar a eficiência da função matemática obtida com a parametrização.

Pretende-se integrar os conceitos de Inteligência Artificial recorrendo a uma rede neural de forma alternativa para obter a curva de parametrização, bem como, utilizar essas funções para conduzir o veículo junto a um algoritmo de navegação robótica.

Deduzir as constantes da equação através de uma correlação entre o valor da tensão elétrica e velocidade de rotação obtida com um experimento de mesma natureza.

## Referências

- COUTINHO, C. V. R. (2014). Robotica movel - sistema de conducao autonoma. Master's thesis, INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA Departamento de Engenharia Eletrotecnica e Automacao. page.33
- de Melo Machado, M. (2016). Hardware integrado de baixo custo para automacao veicular. page.22
- Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. (2009). *FUNDAMENTOS DE FISICA*. EDITORA LTC. page.55
- HEBERLE, K. (2011). Importancia e utilizacao das atividades ludicas na educacao de jovens e adultos. page.11
- HONDA, F. (2006). Motores de corrente continua - guia rapido para uma especificacao precisa. Technical report, SIEMENS. page.55

INDUSTRIAS, W. Caracteristicas e especificacoes de motores de corrente continua e conversores ca/cc. page.55

Russell, S. and Norving, P. (2013). *Inteligencia Artificial*. Elsevier Editora Ltda. page.33

Secchi, H. A. (2008). Una introduccion a los robots moviles. *INAUT Universidade Nacional de San Juan*. page.33, page.44

Soares, R. F. and Borges, M. A. F. (2011). Robotica: aprendizado em informatica de forma ludica. *Faculdade de Tecnologia - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)*. page.11