



## PONTE ROLANTE COM ELETROÍMÃ ACOPLADO E CONTROLADA POR JOYSTICKS

Pedro Arthur Bessa Leão\*<sup>1</sup>, Willian Félix Souza e Silva<sup>1</sup>, Carlos Renato Borges dos Santos<sup>2</sup>, Daniel Rodrigues de Araújo Júnior<sup>1</sup>, Lucas Frazão Bispo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFMG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, *Campus Formiga*

<sup>2</sup>IFTM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, *Campus Paracatu*

**Resumo** - Este artigo tem como objetivo apresentar o controle, por meio de *joysticks*, de uma ponte rolante com eletroímã acoplado. Para tal, além de análises e levantamento dos componentes a serem utilizados, foi desenvolvido um algoritmo para o microcontrolador Arduino a fim de permitir que o usuário controle da ponte rolante e seu respectivo eletroímã a partir de entradas de *joysticks*. Foram desenvolvidos, além do algoritmo, alguns componentes como a estrutura, eletroímã e a manete.

**Palavras-Chave** – Arduino, Joysticks, Ponte Rolante.

### OVERHEAD CRANE WITH ELECTROMAGNET AND CONTROLLED BY JOYSTICKS

**Abstract** – This article aims to present the control through *joysticks*, of a crane with an electromagnet attached. To this end, in addition to analyzing and surveying the components used, an algorithm was developed for the Arduino microcontroller to allow the user to control the crane and its respective electromagnet from joystick inputs. In addition to the algorithm, some components such as the electromagnet and the lever were developed.

**Keywords** – Arduino, Joysticks, Overhead crane.

#### I. INTRODUÇÃO

Microcontrolador é um circuito capaz de efetuar processos lógicos com rapidez e precisão [1]. É composto por um ou mais processadores, unidade de memória e periféricos de entrada e saída programáveis. Como o próprio nome sugere, este componente é amplamente empregado em sistemas, produtos e dispositivos, nos quais é almejado controle automático, tais como sistema de controle de motor automobilístico e dispositivos médicos implantáveis, dentre outros sistemas embarcados [2].

Ademais, com o avanço da ciência e da tecnologia e com a

difusão do acesso ao conhecimento, tem sido cada vez mais crescente o uso de microcontroladores na sociedade, tanto em processos industriais e na sofisticação de produtos comerciáveis, quanto em aplicações isoladas, praticadas por autônomos e adeptos da eletrônica, com a finalidade de satisfazer interesses e necessidades individuais e específicos.

Uma das razões para tal é que plataformas eletrônicas de código aberto, como Arduino, se tornaram mais acessíveis ao público em geral e, por possuir como característica o fácil uso de *hardware* e *software*, permitiram o maior contato da sociedade com os microcontroladores e os respectivos sistemas controlados Arduino [2-3].

Dada a crescente implementação deste tipo de tecnologia, aumenta-se conjuntamente a relevância do conhecimento e domínio em torno desses dispositivos e plataformas, especialmente para profissionais das áreas da Elétrica e Eletrônica, principalmente ao se tratar de sistemas que envolvem suspensão de cargas pesadas, como as pontes rolantes [4-5].

Foi proposto, então, tornar uma ponte rolante, com acionamento de eletroímã, um sistema microcontrolado, controlada por *joysticks*, por meio da plataforma Arduino, a fim de desenvolver nos estudantes habilidades e competências nestes tipos de processo e em áreas afins. O eletroímã, importante dispositivo da ponte rolante, é capaz de converter a energia elétrica em um campo magnético. Este dispositivo é normalmente composto por um material ferromagnético com um fio espiralado ao seu redor. Com a existência de corrente elétrica percorrendo o condutor elétrico do eletroímã, gera-se o campo magnético, possibilitando atrair materiais. Utilizou-se o eletroímã neste trabalho porque esse tipo de dispositivo é vastamente utilizado nas indústrias, como por exemplo, para separar o lixo em ferros-velhos ou movimentação de contêineres em navios [6].

#### II. METODOLOGIA

Para a efetivação do objetivo proposto, este trabalho pode ser dividido em 5 etapas principais. A primeira etapa pode ser definida pela construção da estrutura de sustentação da ponte rolante. A segunda etapa é caracterizada pela construção do eletroímã. Na terceira etapa, destaca-se a elaboração de um

\*pedrobessaleao@gmail.com

algoritmo que permita o controle da ponte rolante. Na quarta etapa do trabalho é definida pela criação de um suporte (manete) para os *joysticks*. Por fim, na quinta etapa deste trabalho são apresentados os materiais necessários para o controle da estrutura, com seus respectivos preços. De forma geral, nesta seção serão apresentados detalhes mecânicos e elétricos para elaboração do trabalho proposto.

### A. Estrutura de Sustentação

Para a construção da estrutura da ponte rolante, foram cortados 8 pedaços de madeira de comprimento 50 cm cada. Os pedaços foram montados na configuração de “mesa”, em que, 4 pedaços na vertical fizeram os pés do suporte e os outros 4 pedaços dispostos horizontalmente fizeram as conexões entre os pés de sustentação por meio de parafusos auto atarraxantes. Com a base de sustentação da ponte rolante pronta, foram extraídos de impressoras dois carrinhos juntamente com os motores acoplados, que na impressora faziam a função de movimentar o cartucho de tinta ao longo de um eixo. Os dois carrinhos foram dispostos na base da estrutura da ponte rolante de forma perpendicular. Um suporte de acrílico foi acoplado na parte frontal da estrutura, com a função de armazenar o circuito de controle da ponte rolante.

Os motores DC 12v associados aos carrinhos de impressora, foram mantidos acoplados. Foram utilizados 3 motores, com cada motor responsável pela movimentação do eletroímã em um eixo, ou seja, um motor movimentando para frente e para trás, um segundo para esquerda e direita, o terceiro motor foi utilizado para subir e descer o eletroímã. O motor responsável pela movimentação do eletroímã foi acoplado em um dos carrinhos da impressora. No terceiro motor foi acoplada uma engrenagem, que por sua vez, teve uma linha de nylon (aproximadamente 40 cm) com uma extremidade amarrada no seu eixo e a outra extremidade amarrada no eletroímã, a fim de realizar a suspensão do mesmo.

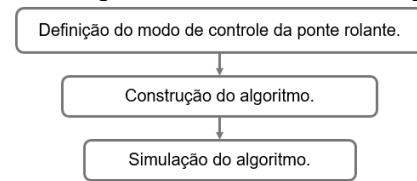
### B. Eletroímã

Para a construção do eletroímã utilizou-se um parafuso com porca de 1 cm de diâmetro por 8 cm de comprimento e 180 gramas de fio de cobre esmaltado. Também foram utilizados dois discos côncavos de metal colocados nas extremidades do parafuso. O parafuso teve os dois discos acoplados nas extremidades e devidamente fixados. Foi utilizada fita isolante em torno do parafuso para receber o enrolamento do fio esmaltado. A fim de otimizar o processo de enrolamento do fio esmaltado, o parafuso foi acoplado ao mandril de uma furadeira de bancada. O fio de cobre esmaltado foi devidamente fixado próximo à extremidade superior do parafuso deixando sobrar aproximadamente 5 cm de fio para futura energização do eletroímã. Posteriormente, foi coberto por fita isolante com a finalidade de proteção. A ponta do parafuso foi furada utilizando a furadeira para acoplar o fio de nylon, conectando o eletroímã ao terceiro motor.

### C. Algoritmo Proposto

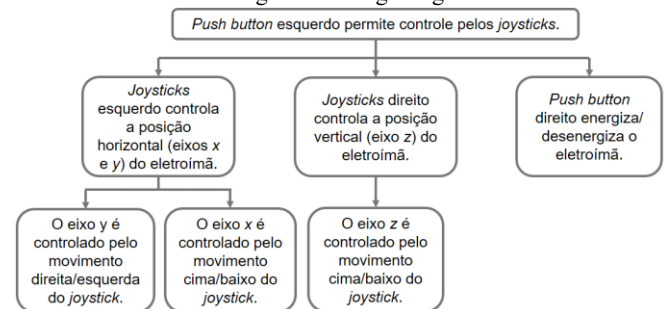
Com a estrutura da ponte rolante e o eletroímã confeccionados, elaborou-se o fluxograma apresentado na Figura 1, indicando os passos adotados nesta etapa do projeto.

Figura 1: Fluxograma do desenvolvimento do algoritmo.



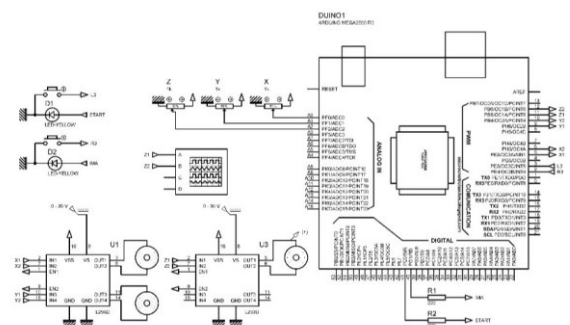
Iniciou-se a etapa de construção do algoritmo a ser compilado. Inicialmente, o *push button* esquerdo permite o controle da ponte rolante pelos *joysticks*. Com o controle ativado, o *joystick* direito é responsável pelo controle da posição horizontal (eixos *x* e *y*) do eletroímã e o *joystick* esquerdo é utilizado para controle da posição vertical do eletroímã. Já o *push button* direito é utilizado para energizar e desenergizar o eletroímã. O controle de velocidade do eletroímã é proporcional ao deslocamento do *joystick* em relação ao ponto central. É válido destacar que para a energização do eletroímã utilizou-se o módulo relé. O código lógico final pode ser visto na Figura 2. Para ter acesso ao algoritmo utilizado e aos demais conteúdos presentes neste artigo, acesse: <https://bit.ly/2Q20PYJ>.

Figura 2: Código Lógico.



Para validação da funcionalidade do algoritmo elaborado e da correspondência dos dispositivos periféricos ao Arduino, iniciou-se a etapa de simulação do algoritmo, na qual tratou-se também as dificuldades encontradas. Além de, como primeiro teste, compilar o algoritmo na própria plataforma do Arduino, foram feitos diversos testes concomitantemente a simulação no *software* Proteus. Ressalta-se que a licença requerida para a utilização deste foi a disponibilizada pela instituição de ensino IFMG. A Figura 3 ilustra a simulação final.

Figura 3: Simulação Final no Proteus.



Com a etapa de simulação concluída, e de posse dos *datasheets* dos componentes [7-8], fez-se a montagem dos componentes eletrônicos expressa na Figura 4, por meio do programa Fritzing, que, segundo a instituição, é uma plataforma de código aberto para inicialização de *hardwares* Fritzing. Visando a construção do protótipo, foi gerada placa de circuito impresso para a Ponte H (L293D), Figura 5.

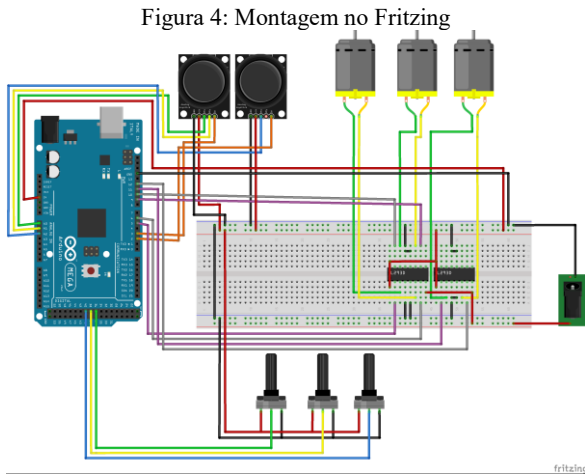


Figura 4: Montagem no Fritzing

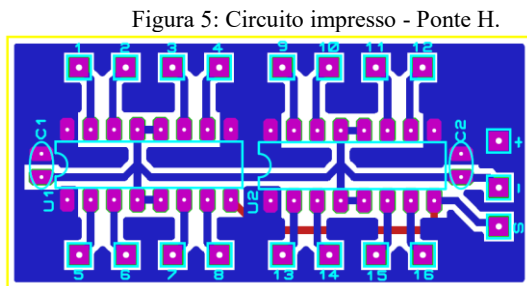


Figura 5: Circuito impresso - Ponte H.

#### D. Manete MDF

Na quarta etapa do trabalho proposto, foi desenvolvida uma manete de MDF, objetivando dar suporte para os *joysticks*. Esta estrutura foi projetada utilizando o AUTOCAD. A Figura 6 apresenta a manete sem os *joysticks*.



Figura 6: Desenvolvimento da Manete.

#### E. Materiais Utilizados

Estabelecidas as orientações, escolhido o Arduino MEGA 2560 como plataforma a ser utilizada, listou-se os componentes relacionados ao comando da ponte rolante (Tabela 1) a serem utilizados, com seus respectivos valores no

mercado. Vale destacar que os materiais utilizados para a construção da estrutura da ponte rolante e do eletroímã, foram reutilizados de equipamentos sucateados, não sendo contabilizados na tabela de custos desse artigo.

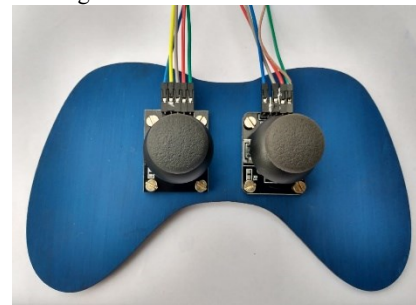
Tabela 1: Lista de Componentes para controle da Ponte Rolante

Componentes	Quantidade	Preço	Total
Arduino Mega	1	142,00	142,00
Joystick	2	8,90	17,80
Resistor	3	0,15	0,45
Resistor	3	0,15	0,45
Manete de MDF	1	5,00	5,00
CI L293D	2	9,90	19,80
Módulo Relé	1	9,90	9,90
Cabo de Rede	3m	1,00	3,00
<b>Total</b>			<b>198,40</b>

### III. RESULTADOS

Concluídas as etapas apresentadas na Seção de Metodologia, e com os materiais necessários para construção do protótipo mecânico adquiridos, pode-se iniciar a integração entre o algoritmo desenvolvido para controle da ponte rolante por *joysticks* e a estrutura mecânica. A manete utilizada neste trabalho está apresentada na Figura 7. Pode-se perceber que os *joysticks* foram fixados na manete.

Figura 7: Manete confeccionada.



O protótipo concluído pode ser visto na Figura 8. Depois dos testes, em que o protótipo correspondeu conforme o esperado, constatou-se que o objetivo proposto foi alcançado e deu-se como concluído o projeto.

Figura 8: Protótipo Finalizado.



Pode-se destacar que a ponte é capaz de movimentar materiais com propriedades ferromagnéticas de dimensões até 15cm x 15cm x 3cm com massa limite de 500 g.

#### IV. CONCLUSÕES

Como mostrado na seção de Resultados, o objetivo do projeto foi alcançado, uma vez que a ponte rolante se tornou microcontrolada e comandada por entradas nos *joysticks*, evidenciando também a comodidade, facilidade e eficiência. Como recomendação para projetos futuros sugere-se um ajuste fino no comando dos *joysticks*, os quais variam de valor rapidamente, e a inserção de *encoders* nos eixos, o que possibilitaria o controle mais preciso da ponte e a automatização completa do sistema.

#### REFERÊNCIAS

- [1] E. C. C. Penido R. S. Trindade, Microcontroladores, Ouro Preto – MG, 2013.
- [2] M. Banzí. Primeiros Passos com Arduino. São Paulo: Novatec, 2012.
- [3] M. Y. Kamogawa; J. C. Miranda. Uso de Hardware de Código Fonte Aberto “Arduino” para Acionamento de Dispositivo Solenoide em Sistemas de Análises em Fluxo Quím. Nova, vol. 36, 2013.
- [4] R. B. Santos, R. S. Araujo, Desenvolvimento de um protótipo para demonstrar o funcionamento de uma ponte rolante automatizada. Trabalho de Conclusão de Curso, 2014.
- [5] C. A. LANGUI. Pontes rolantes – a importância do equipamento nas áreas de produção industrial. São Paulo, 2001.
- [6] Deisy P. Munhoz Lopes Alzira C. M. Stein-Barana Leandro Xavier Moreno. Construção de um guindaste eletromagnético para fins didáticos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), 2009.
- [7] LM2903 / LM2903I, LM393 / LM393A, LM293 / LM293A, [https://img.filipeflop.com/files/download/Data sheet\\_LM393.pdf](https://img.filipeflop.com/files/download/Data_sheet_LM393.pdf)
- [8] Datasheet L293D L293DD, Disponível em: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/L293D.pdf>.