



ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA – FACEG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

KEVEN KEVISTON BOMFIM SILVA
LUIZ DANIEL SILVA PEREIRA

**PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO DE VEÍCULO
REBOCADOR AUTOMATIZADO**

PUBLICAÇÃO N°:

GOIANÉSIA
2022



KEVEN KEVISTON BOMFIM SILVA
LUIZ DANIEL SILVA PEREIRA

**PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO DE VEÍCULO
REBOCADOR AUTOMATIZADO**

PUBLICAÇÃO N°:

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Me. Ivandro José de Freitas Rocha

GOIANÉSIA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

P436p

PEREIRA, Luiz Daniel Silva. SILVA, Keven Keviston Bomfim.

Projeto e construção de um protótipo didático de veículo rebocador automatizado / Keven Keviston B. Silva / Luiz Daniel Silva Pereira – Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2022 – Faceg, 2022.

. Logística Industrial. Protótipo Automatizado

Orientador: Prof. Me. Ivandro José de Freitas Rocha.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia: FACEG, 2022.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA, L.D.S. SILVA, K. K. B. **Projeto e construção de um protótipo didático de veículo rebocador automatizado.** Trabalho de conclusão Curso (Graduação em Engenharia mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2022.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME: Keven Keviston Bomfim Silva

GRAU: BACHAREL

ANO: 2022

NOME: Luiz Daniel Silva Pereira

GRAU: BACHAREL

ANO: 2022

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação, única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Nome: Keven Keviston Bomfim Silva

CPF: 705.589.001-27

Endereço: Rua 43, setor sul / Goianésia-Goiás

Email: Kevenbomfimsilva@icloud.com

Nome: Luiz Daniel Silva Pereira

CPF: 079.450.331-48

Endereço: Rua 48 QD 19 LT 22 SETOR: RIALMA II / Rialma-Goiás

Email: Danieluizz@hotmail.com

KEVEN KEVISTON BOMFIM SILVA
LUIZ DANIEL SILVA PEREIRA

**PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO DE VEÍCULO
REBOCADOR AUTOMATIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Goianésia, 20 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Ivandro José de Freitas Rocha
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof. Me. Ariane Martins Caponi Lima
Faculdade Evangélica de Goianésia

Prof. Dr. Davi Bernhard de Souza
Faculdade Evangélica de Goianésia

AGRADECIMENTOS

Neste momento tão importante, agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e de poder estar realizando mais essa conquista, minha formação acadêmica.

Agradeço também a minha família, por todo suporte que me deram durante o decorrer destes 5 anos de formação, e meus amigos que sempre apoiaram também.

Agradeço profundamente a cada professor(a) que passou pelo meu caminho, agregando conhecimento e me auxiliando no meu processo profissional,

À instituição de ensino Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), que esteve sempre dando suporte necessário durante esses anos de curso, melhorando cada vez mais estruturalmente para melhor acolher todos acadêmicos.

Keven Keviston Bomfim Silva

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos amigos e familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho em nosso processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo nosso processo de aprendizado.

À instituição de ensino Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), essencial em nosso processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendemos no decorrer deste curso.

Luiz Daniel Silva Pereira

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO DE VEÍCULO REBOCADOR AUTOMATIZADO

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC PROTOTYPE OF AUTOMATED TOWING VEHICLE

Keven Keviston Bomfim Silva ⁱⁱⁱⁱ

Luiz Daniel Silva Pereira ^{iv}

Ivandro José de Freitas Rocha ^{vvi}

RESUMO

Neste artigo apresentamos o desenvolvimento de um rebocador automatizado autoguiado por uma faixa preta, com objetivo de aplicar os conhecimentos adquiridos de todas as disciplinas do curso da Engenharia Mecânica. O projeto foi desenvolvido no *software Inventor Professional 2021* que consiste em fabricar um protótipo sendo programado por uma placa Arduino, com três leitores de faixa fixado na parte inferior do protótipo mandando dados constante para o servo motor que gera o direcionamento, a tração e feita por um motor elétrico 12 volts. O veículo rebocador e acoplado em uma ponte H, possibilitando por meio da programação alterar a velocidade e inverter a posição do motor de tração. Foi necessário um regulador de carga para a redução de energia de 12 volts para 5 volts. Na parte frontal há dois sensores de obstáculos infravermelhos que capta qualquer sinal de objetos que estejam na rota de trabalho, funcionando como um sistema de segurança, impossibilitando também acidentes com funcionários do local. O intuito desde projeto e desenvolver uma logística eficaz para o mercado de trabalho que possa executar tarefas reduzindo custos operacionais e obter um tempo reduzido no final do processo, tudo isso com o auxílio da automação presente no protótipo, considerando que a automação atualmente está bastante relacionada com o termo logística, que ambas buscam a melhoria no processo e eficácia no modo de trabalho. Por fim conclui-se que este projeto tem um grande potencial para ser aceito no mercado de trabalho, realizando as alterações necessárias para sua montagem em escala real. Pois seu desenvolvimento no meio operacional e bastante avançado e satisfatório, fazendo com que realize suas atividades na locomoção de cargas com eficácia.

Palavras-Chave: Automação. Logística Industrial. Protótipo Automatizado.

ABSTRACT

In this article we present the development of an automated tugboat self-guided by a black belt, with the aim of applying the knowledge acquired from all disciplines of the Mechanical Engineering course. The project was developed in Inventor Professional 2021 software, which consists of manufacturing a prototype being programmed by an Arduino board, with three track readers fixed to the bottom of the prototype sending constant data to the servo motor that generates the direction, traction and is done by a 12 volt electric motor. The towing vehicle is coupled to an H bridge, making it possible through programming to change the speed and reverse the position of the traction motor. A charge regulator was needed to reduce power from 12 volts to 5 volts. On the front, there are two infrared obstacle sensors that capture any signal from objects that are on the work route, functioning as a safety system, also preventing accidents with local employees. The aim of this project is to develop an effective logistics for the labor market that can perform tasks reducing operating costs and obtaining a reduced time at the end of the process, all this with the help of the automation present in the prototype, considering that automation is currently closely related with the term logistics, which both seek to improve the process and work efficiency. Finally, it is concluded that this project has great potential to be accepted in the labor market, making the necessary changes for its full-scale assembly. Because its development in the operational environment is quite advanced and satisfactory, making it carry out its activities in the locomotion of loads effectively.

Keywords: Automation. Industrial Logistics. Automated prototype.

INTRODUÇÃO

No período contemporâneo, há uma busca por processos de produção industrial com menores custos e mais eficientes. A automação é conveniente para reduzir os custos como forma de desenvolver o processo de industrialização nascido da revolução industrial (CAMPOS, 2018). A revolução tecnológica que se acentua desde o período de 1960, com as modelagens do fordismo, criam linhas de produção e ações logísticas cada vez mais eficientes e focadas em custos mínimos com o máximo ganho. Na atualidade se visam processos produtivos cada vez mais tecnológicos e competitivos, com isso nascendo os processos de automação e revolução mecânica que buscam conciliar tecnologia e o elemento humano (LAMB, 2017).

A Logística é uma forma eficiente de desenvolver a execução de transportes ou armazenamento, sendo peça fundamental na indústria da atualidade e bem como se valendo da automação em diversos casos para aprimorar transportes ou armazenamentos (CARVALHO, CARDOSO, 2002). Os processos logísticos são de grande importância em produções industriais, a logística é uma questão essencial e modifica toda forma de produção de uma instituição, seja privada ou pública. As empresas procuram sempre produzir mais com menos custo. Nesse sentido a automação parece ser o caminho para desenvolver uma produção com a melhor eficiência possível (CAMPOS, 2018).

O projeto consiste no desenvolvimento e implementação de um veículo elétrico capaz de percorrer um ambiente fabril de uma empresa, fazendo a locomoção de materiais para os processos. O desenvolvimento vem ao encontro da necessidade de aprimorar os sistemas e tecnologias já existentes no mercado industrial para locomoção de materiais, passando para uma tecnologia mais flexível a que a utilizada atualmente. Os veículos autônomos nas indústrias utilizam principalmente seguidores de linha. A criação de um veículo elétrico autônomo que irá se deslocar dentro do ambiente fabril através de sistemas de locomoção por seguidor de linha e GPS nas áreas externas da empresa. Com essa possibilidade o veículo poderá se deslocar nas ruas e caminhos dentro do parque fabril, independente o tipo de piso e ambiente submetido (ZARO, SOUZA, 2020).

As indústrias brasileiras têm buscado possíveis soluções na automação para ajudar a resolver problemas como o da transição de carregamento de material ou

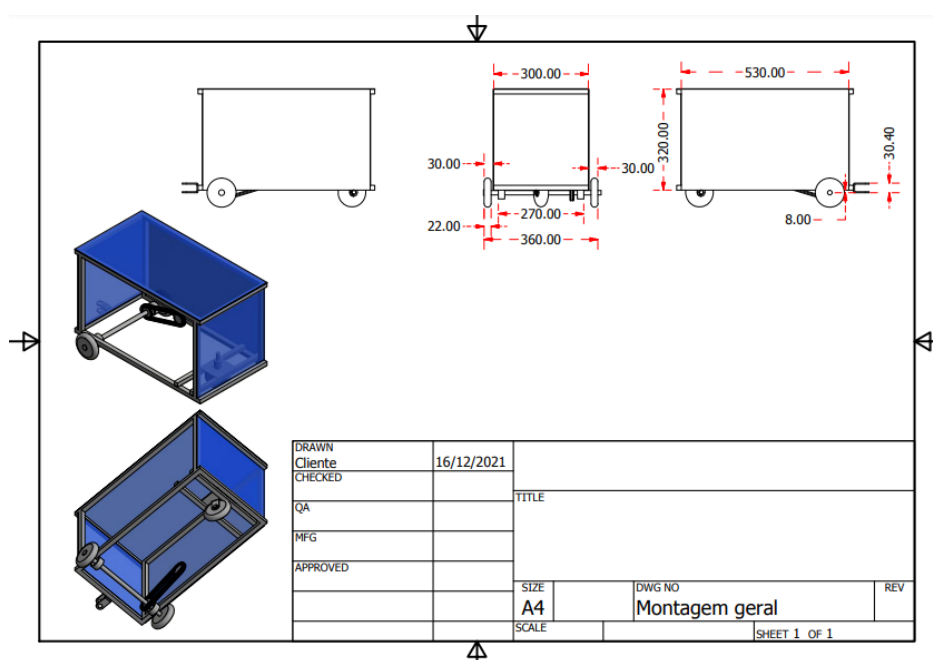
ferramental dentro da empresa. Indústrias americanas têm investido em soluções de logística desde a década de 50, uma das soluções criadas e que vem sendo aperfeiçoada no decorrer dos anos é a utilização de Veículos Autoguiados (do inglês *Automated Guided Vehicle* - AGV), se trata de um veículo completamente automatizado que transporta material através de um percurso. A implementação de um veículo autônomo capaz de percorrer um percurso guiado por uma linha pela fábrica ou almoxarifado, carregando materiais, ferramentais, reduzindo tempo nas transições de pessoas e aumentando a produtividade da fábrica seria uma solução de logística para as indústrias brasileiras (ALMEIDA, FONSECA, 2022).

Este estudo tem objetivo de desenvolver e apresentar um protótipo de veículo automatizado que possa desempenhar funções em um processo produtivo. Um veículo rebocador autônomo que por meio de marcações no chão e sensores de proximidade possa auxiliar a logística de uma empresa ou em um processo produtivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

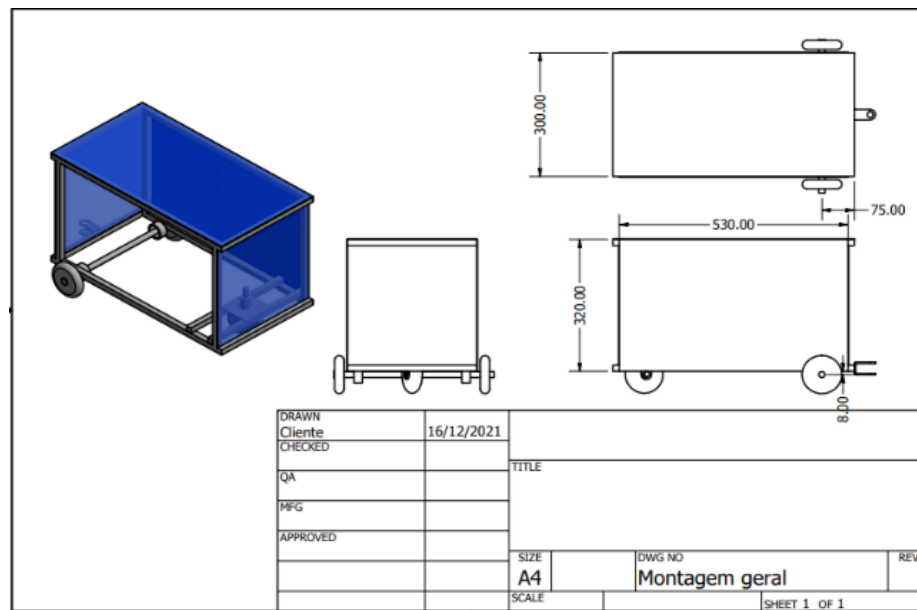
A criação e desenvolvimento do protótipo do rebocador autônomo se deu no Centro Tecnológico da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), situada no município de Goianésia-GO. Na primeira fase de criação do protótipo foi elaborado o projeto no *software Inventor Professional 2021*, na Figura 1 e na Figura 2 são apresentados o esqueleto e o diagrama de montagem do rebocador.

Figura 1 – Esqueleto do protótipo



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 2 – Diagrama de montagem geral.

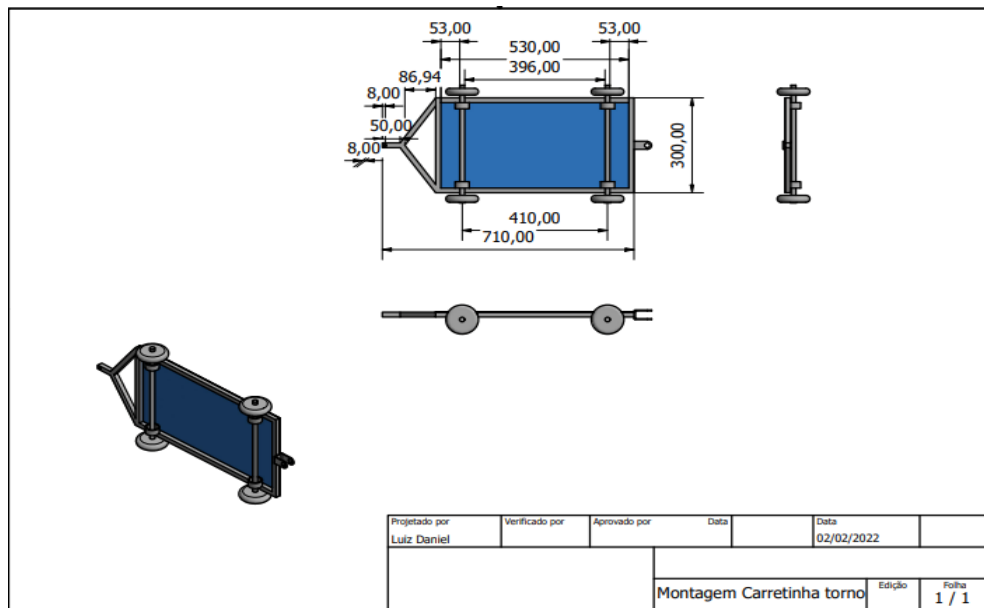


Fonte: autoria própria (2022).

Na Figura 1 o rebocador ficou com comprimento de 50 cm, largura 35 cm e altura 35 cm. A Figura 2 mostra o projeto do protótipo com o revestimento, que foi feito com chapa 14 (2,0 mm) de aço carbono. O eixo de tração foi torneado para uma barra maciça em aço A350 com um comprimento de 340 mm, espessura de 7/16 polegadas com uma engrenagem acoplada no eixo que é tracionado pelo motor. Os mancais são de rolamentos e as rodas de tecnil. A direção foi feita com um eixo centralizado na parte dianteira, com uma roda de tecnil sendo movimentado pelo um motor de passo.

Na Figura 3 são apresentadas as dimensões e a estrutura utilizada na construção do reboque, para execução do projeto, foi utilizado na base metalon 15 x 15 mm, unidos com solda elétrica utilizando eletros revestidos 6013, sendo de dois eixos e quatro rodas, tendo a função de transportar cargas mantendo as estabilizadas.

Figura 3 – Base do reboque.



Fonte: autoria própria (2022).

No interior do chassi do rebocador (Figura 4) foi fixado um motor de tração de 12 volts (Figura 5A), dando tração ao eixo. Para controlar o motor de tração foi utilizado um driver motor ponte H BTS7960B (Figura 5B) para motor DC de alta corrente, que tem a função de controle do ajuste de velocidade e direção. O controle da velocidade é fundamental para evitar a partida brusca, o que poderia ocasionar no deslocamento da carga presente no reboque, a partida e a freada suave é essencial para garantir a segurança da carga.

Figura 4 – Base com o motor fixado.



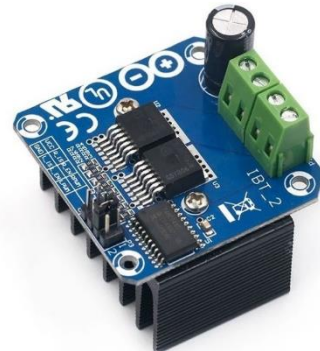
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 5 – Motor de tração e driver motor ponte H BTS7960B.



A

Fonte: Mercado livre (2022).



B

Fonte: Usinainfo (2022).

Para o controle da direção foi utilizado o Servo Motor MG996r Tower pro 180° (Figura 6A), que controla a rotação do eixo vertical, responsável por direcionar o protótipo. Devido as especificações do fabricante sobre a voltagem de execução do servo motor, foi instalado um relê de 12V (Figura 6B) na fonte de alimentação, o relê só energiza o servo motor depois que o interruptor geral é acionado.

Figura 6 – Servo Motor MG996r e relê.



A

Fonte: Usinainfo (2022).



B

Fonte: Usinainfo (2022).

Na parte inferior do rebocador foram instalados três sensores de Linha Infravermelho TCRT5000 (Figura 7A) que emite infravermelhos continuamente e quando estes raios não são refletidos, ou não em quantidade suficiente, a foto transistor se mantém em estado off. Quando há suficiente reflexão o resultado é o inverso. Os sensores de linha que controlam o motor de passo da direção, mantendo

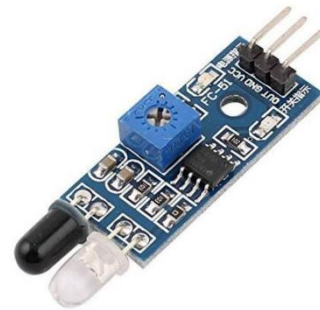
o rebocador sempre em cima da faixa. Foram instalados dois sensores de obstáculos (Figura 7B) na parte dianteira do rebocador, quando algum objeto é colocado em frente ao sensor, o sinal infravermelho é refletido para o receptor; indicando que algum objeto foi detectado, gerando sinal de parada (Figura 8). Funciona como sistema de segurança, qualquer objeto na sua via de movimentação os sensores captam o sinal e interrompe o funcionamento por alguns segundos, enquanto o objeto permanecer o protótipo não finaliza o trabalho que foi programado.

Figura 07 – Sensor de Linha Infravermelho TCRT5000 e o sensor de obstáculo.



A

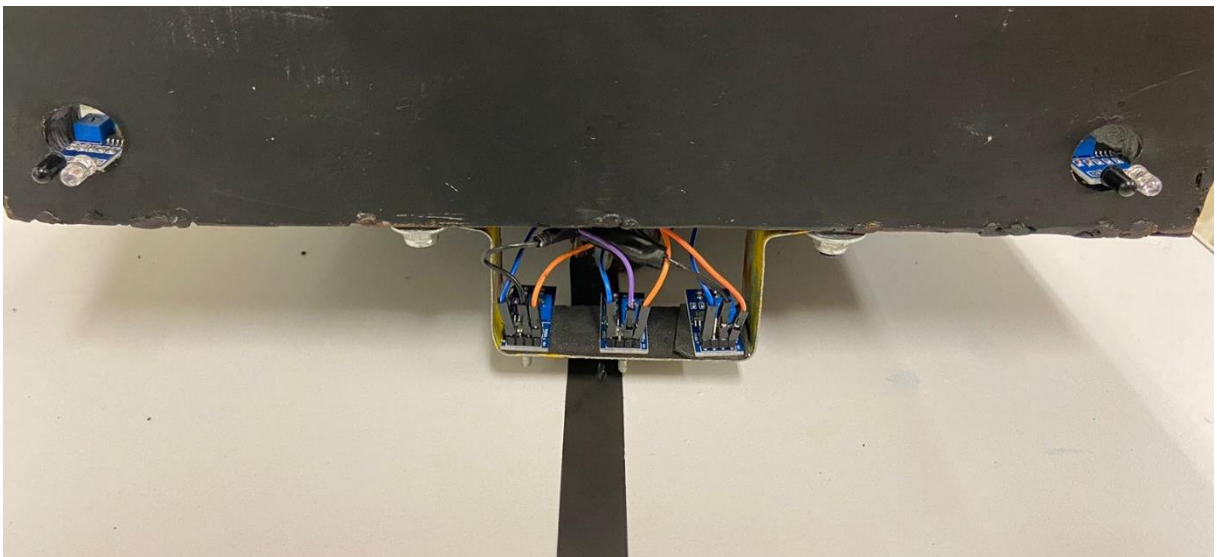
Fonte: Usinainfo (2022).



B

Fonte: Usinainfo (2022).

Figura 08 – Parte frontal protótipo, com sensores instalados.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para alimentação de energia do sistema foi utilizada uma bateria de 12 volts HTZ5L da Heliar (Figura 9A), devido aos módulos, sensores e o servo motor operarem

com 5 volts foi necessário a utilização de um regulador de tensão ajustável (Figura 9B).

Figura 09 – Bateria de 12 volts HTZ5L da Heliar e regulador de tensão ajustável



A

Fonte: Heliar (2022).

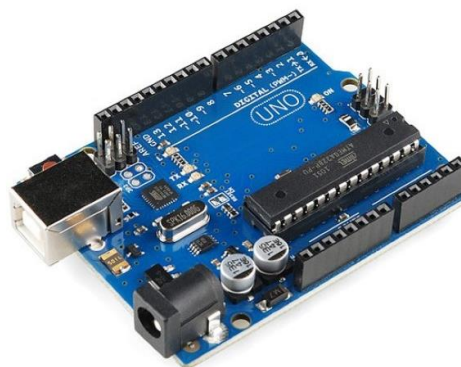


B

Fonte: Usinainfo (2022).

O microcontrolador gerencia todas as funções do protótipo, responsável por receber todos os dados dos sensores descritos anteriormente e a partir desses dados controlar o percurso e velocidade do protótipo enquanto percorre um circuito pré-definido. O microcontrolador utilizado foi o Arduino UNO (Figura 10), que permite ao usuário o controle de todas as funções do protótipo através de sensores, dispositivos e periféricos.

Figura 10 – Arduino

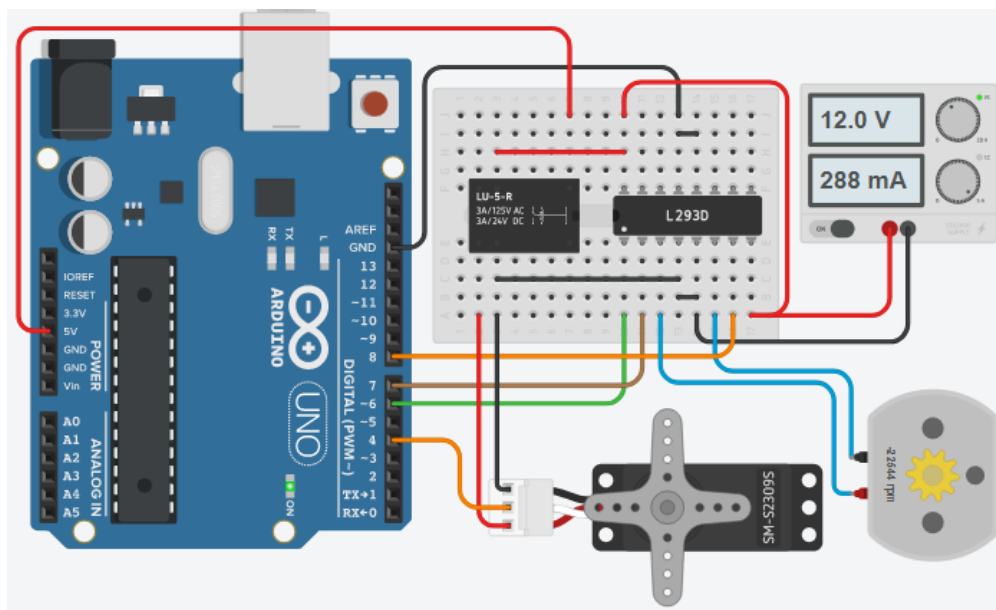


Fonte: Usinainfo (2022)

A plataforma Arduino conta com uma interface programável por computador, que permite a configuração de ações que serão realizadas por diversos dispositivos conectados no Arduino. Outra grande vantagem é a disponibilidade de simuladores online para a plataforma Arduino, o planejamento e teste do circuito elétrico foi na

plataforma *Tinkercad* (Tinkercad, 2022), mostrado na Figura 11, que possibilitou a criação básica do código fonte do protótipo. Após os testes na plataforma, o código fonte foi transferido para a IDE do Arduino, onde foi necessário acrescentar o código de alguns sensores específicos que não tinham na plataforma do *Tinkercad*, concluído o código fonte, este foi transferido para a placa do Arduino, no qual é responsável pelo controle do protótipo.

Figura 11 – Montagem circuito direção



Fonte: Flip flop (2022).

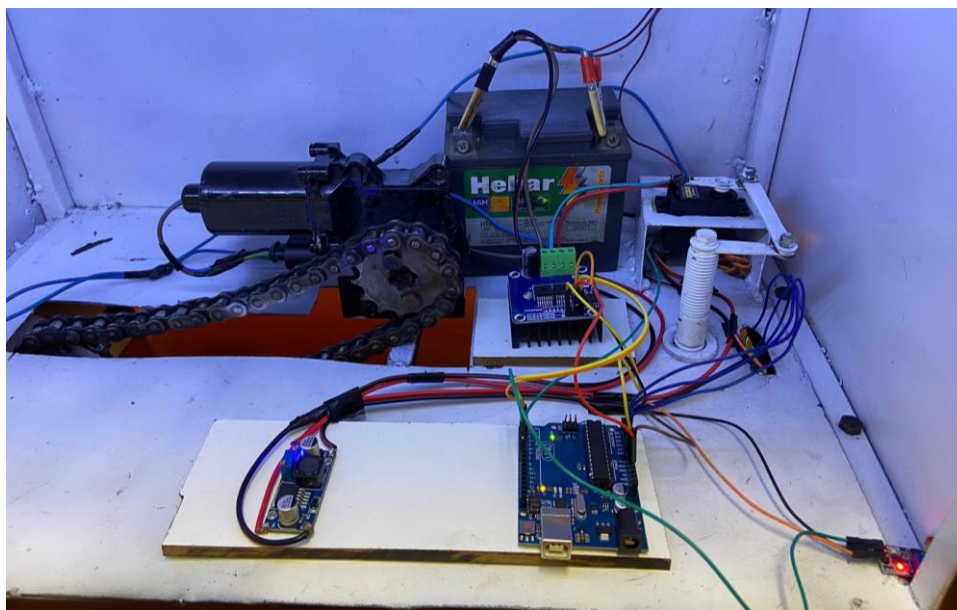
O funcionamento do protótipo ocorre após o sistema ser energizado por um interruptor, o microcontrolador está programado para aguardar um comando de início da execução da programação existente nele. O comando ocorre pressionado uma chave tátil situada na parte superior do protótipo, a programação do sistema faz com que o motor inicie em baixa rotação, para não derrubar possíveis cargas, durante 5 segundos o motor aumenta a rotação chegando na velocidade máxima, percorre um percurso de 20 segundos, valor programado, depois inicia a desaceleração do motor, mantendo uma baixa rotação até a parada total, que está programada para durar 5 segundos.

Os sensores leitores de faixas e obstáculos fazem o papel de olhos do microcontrolador, através das leituras dos sensores enviados para o Arduino por meio das portas digitais, o microcontrolador direciona o motor de passo, possibilitando movimentações direcionais, aciona o motor principal de acordo com a necessidade:

inicia a movimentação, altera a velocidade e pode solicitar que o protótipo para ao fim do circuito ou quando houver obstáculos.

Após a montagem do protótipo do rebocador autônomo, na Figura 12, iniciou a etapa de teste e adaptações tanto da parte do projeto estrutural quando do código fonte que controla o rebocador.

Figura 12 – Montagem Final



Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 01 - Lista de materiais utilizados e custo aproximado

Material	Quantidade	Valor aproximado (R\$)
Metalon 15x15	2 barras de 6 metros	86,00
Chapa 14 aço carbono	1,5 m ²	150,00
Eixo de tração aço A350 comprimento de 340 mm, espessura de 7/16 polegadas	1	38,00
Engrenagem	2	40,00
Motor voltagem: 12V	1	70,00
Arduino	1	69,00
Cabos ATX	22	35,00
Sensor de leitura de faixas	3	33,00
Sensor de Obstáculos	2	22,00
Rodas	7	160,00
Bateria	1	100,00
Corrente de tração	1	15,00

Fonte: autoria própria (2022).

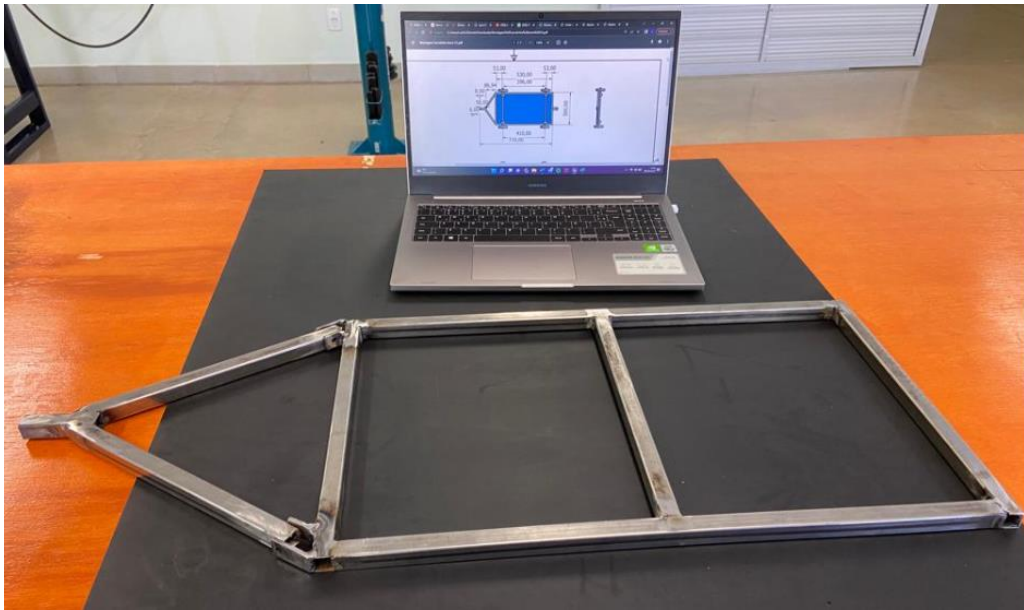
Os materiais descritos e seus valores foram utilizados para finalizar a produção do protótipo, utilizando os materiais para se obter inicialmente o chassi do protótipo conforme a Figura 13. No decorrer da montagem do protótipo, algumas peças precisaram ser torneadas, por isso o desenvolvimento do protótipo não pode ser feito inteiramente nas dependências da FACEG. Após a construção do chassi seguiu para o acabamento, montagem dos componentes internos do rebocador e posteriormente a montagem da base do reboque conforme Figura 14.

Figura 13 – Chassi do protótipo



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 14 – Chassi do reboque



Fonte: Autoria própria (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A parte estrutural do protótipo foi construída, os componentes instalados e o código fonte inserido no sistema. Foram necessários vários testes e ajustes para atender o objetivo do estudo. Os testes consistiam em circuitos marcados por uma fita preta mostrado, na Figura 15, onde o protótipo deveria percorrer completamente o circuito sem nenhuma intervenção humana, os sensores de proximidade instalados na parte dianteira, tem como objetivo evitar impactos frontais com possíveis objetos que possam estar em cima ou próximos da faixa guia do circuito durante a execução.

Figura 15 – Testando sensores de faixa



Fonte: Autoria própria (2022).

Devido a limitações de projeto, não foi possível instalar um velocímetro no protótipo, mas a velocidade linear foi calculada seguindo a Equação 1.

$$V = \omega * R = \left(80 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1rev}\right) * (0,055 m)$$
$$V = 27,63 m/min = 0,46 m/s \quad (01)$$

Os principais dados coletados do protótipo durante a fase de testes esta mostrada na Tabela 1. Dentre as especificações do protótipo destacam-se a capacidade de carga de 40 kg; o torque do motor em 8 N.m, a autonomia do rebocador: 3 horas estando ele transportando carga e 8 horas sem carga.

Tabela 2 – Ficha Técnica do Protótipo.

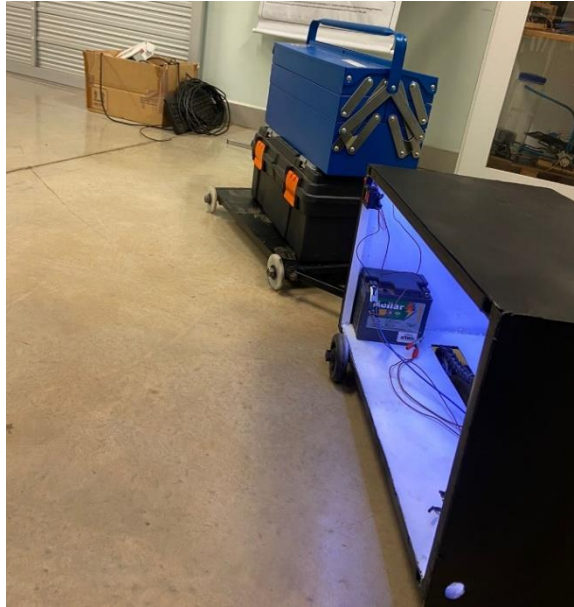
Característica	Desempenho
Autonomia de funcionamento com carga	3 horas
Autonomia de funcionamento sem carga	9 horas
Capacidade de carga nominal	40kg
Torque	8 N.m
Capacidade da bateria	7 mAh
Tempo de recarga da bateria	20 minutos

Fonte: autoria própria (2022).

Foram utilizados diversos materiais para a construção base do projeto, seu acabamento, usos diversos dos itens para automação e até mesmo os itens gerais de suporte do projeto.

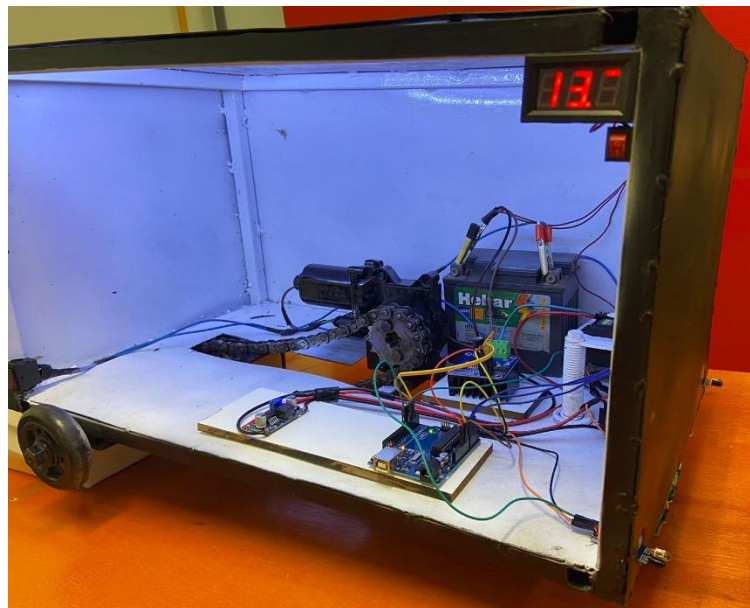
O protótipo em funcionamento pode ser visto nas Figuras 16 e 17, demonstrando como o veículo ficou robusto e com peças intercambiáveis que permitem a melhora do veículo para projetos futuros.

Figura 16: Veículo em funcionamento



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 17: Veículo em trânsito



Fonte: Autoria própria (2022).

Após o desenvolvimento do protótipo ficou evidente que o uso de um rebocador para processos logísticos foi benéfico e pode ser implementado em uma indústria com certa facilidade. O rebocador foi desenvolvido e construído de acordo com os diagramas apresentados nas Figura 01, 02 e 03, utilizando dos materiais descritos na Tabela 02, assim possibilitando o uso de tal veículo para os testes e produzindo relatórios dos experimentos.

Nota-se que o modelo experimental deverá analisar como a produção custou e se limitou, quais as possibilidades máximas de uso, testes de estresse do veículo e especialmente foco na possibilidade de automação, considerando que erros ou itens externos podem interferir no trabalho autônomo do veículo.

A construção de veículo rebocador automatizado necessita de compreensão sobre a automação, usos corretos de materiais e um projeto detalhado que esteja de acordo com as necessidades dos objetivos do veículo. No caso do protótipo apresentado em escala reduzida e para testagem, nota-se que os objetivos foram alcançados, angariando conhecimento sobre os processos industriais e sobre a automação em projetos de engenharia.

O rebocador detém atuação e movimento em todo o local da empresa, especialmente tendo prioridade das faixas de indicação de locomoção. Sua autonomia de 8 horas (sem carga) permite que transite por todo o período de trabalho na empresa. O veículo tendo carga máxima pode operar por 3 horas, garantindo apoio na empresa, uso para logística e outros diversos fins. Vale ressaltar que o uso da bateria pode ser facilmente substituído e permitindo que seu período de trabalho seja prolongado.

Grandes evoluções poderão ser feitas nesse projeto, o protótipo aceitaria com facilidade uma placa solar para recarga da bateria, aumentando sua durabilidade de trabalho. Um motor para automatizar o engate do reboque será viável, sendo assim poderá acoplar diversos reboque automaticamente.

CONCLUSÕES

Após todo o estudo desenvolvido e especialmente a construção do protótipo, fica evidente em como a automação em um projeto industrial é viável e benéfica.

Os objetivos do estudo foram alcançados, mostrando a possibilidade de automação de certa parte de logística industrial e bem como todo o processo necessário para a construção de um veículo.

É evidente que o projeto apresentado, bem como o protótipo em escala reduzida, detém uma série de limitações que o impedem em atingir níveis satisfatórios aplicados ao campo empresarial da indústria na atualidade.

Para trabalhos futuros será necessário calcular fadiga do eixo de tração, cálculo de estrutura, cálculo de tração e calcular a resistência de uma solda. O veículo

rebocador é notavelmente informativo e presta dados para compreender os erros e necessidades de adequações.

Todo o estudo demonstra como o processo de automação demanda uma série de conhecimentos aplicados em conjunto e bem como sendo necessários múltiplos profissionais para ter níveis logísticos e industriais satisfatórios para um projeto real.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Antonio Carlos; NOVAES, Antônio Galvão N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3ª Ed. Editora Blucher, São Paulo. SP, 2000. Acesso em 20 de setembro 2022

ALMEIDA, Geovane Mendes de; FONSECA, Abner da Silva; RODRIGUES, Bruno Birce; SANTOS, Gabriel Fernandes dos. Carrinho autoguiado (CAG): **Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS**. Etec Paulino Botelho, São Carlos, 2022. Acesso em 09 de outubro 2022

ARAUJO, Marlon Gomes de. Fabricação e montagem de tubos de aço carbono em processos industriais. **REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS — UNIVERSO CAMPOS DOS GOYTACAZES**. Número 4 – Volume 2/2015. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180505085304id_/http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=1CAMPOSDOSGOYTACAZES2&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=2250&path%5B%5D=1388. Acesso em 19 jun. 2022. Acesso em 28 de novembro 2022

CAMPOS, Magna. **Tecnologia Automação Industrial: ensino e prática** / Magna Campos (org.). 3ª edição. Mariana: Edição do Autor, Salvador, 2018. Acesso em 10 de setembro 2022

CARVALHO, José Mexia Crespo; CARDOSO, Eduardo Gomes. **Logística**. Sílabo, Rio de Janeiro, 2002. Acesso em 04 de novembro 2022

COSTA, João Paulo; DIAS, Joana Matos; GODINHO, Pedro. **Logística**. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. Acesso em 05 de setembro 2022

FANTIM, Lucas Angelice; ERENO, Gustavo. **Coletores de dados em operações de logísticas**: Pesquisa qualitativa para aplicação de coletores de dados nas operações de logística. Artigo Científico, Faculdade FGP, São Paulo. 2015. Disponível em: <http://www.fgp.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/P%C3%93S-Coletores-de-Dados-em-Opera%C3%A7%C3%B5es-de-Log%C3%ADsticas-Lucas-Fantim.pdf>. Acesso em 13 abril 2022.

GBL, Distribuidora Automotiva. **Catálogo de motores da distribuidora** - Recurso eletrônico, 2022. Disponível em: <https://www.gbldistribuidora.com.br/produto/motor-p-vidro-eletrico-universal-8-dentes-12v-lado-direito-fio-preto>. Acesso em 18 junho 2022.

LAMB, Frank. **Automação industrial na prática-série Tekne**. 2ª ed. AMGH Editora, PORTO ALEGRE – RS. 2017. Acesso em 01 de setembro 2022

NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial-Série Brasileira de Tecnologia**. Saraiva Educação SA, São Paulo, 2018. Acesso em 15 de outubro 2022

ROGGIA, Leandro. **Automação industrial** / Leandro Roggia, Rodrigo Cardozo Fuentes. – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Rede e-Tec Brasil, 2016. Acesso em 24 de outubro 2022

ROMANO, Bruno Henrique et al. **Aplicação de um método de programação dinâmica para gestão de estoques utilizando um algoritmo em linguagem C++**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Joinville. Engenharia de Transportes e Logística. 2022. Disponível: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/232466>. Acesso em 20 julho 2022.

ROSARIO, Joao Mauricio. **Automação industrial**. 2ª ed. Editora Baraúna, São Paulo, SP, 2009. Acesso em 28 de setembro 2022

ROSSETI, Ferro e Aço, **Catálogo de Produtos Rosseti** – Arcelor Mittal. Recurso Eletrônico. 2022. Disponível em: <https://www.ferroeacorossetti.com.br/ferro/industria/barra-redonda-sae-1020/>. Acesso em 28 de setembro 2022

THOMSEN, Adilson. Como conectar o Arduino a uma rede Wi-Fi. **FELIPEFLOP**, São Paulo, SP, 20 de outubro de 2014. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/arduino-wifi-shield-cc3000/>. Acesso em 19 Abr. 2022.] Acesso em 15 de outubro 2022

ZARO, Eduardo; SOUZA, João Olegário O. de; FIGUEIREDO, Rodrigo Marques de. **Veículo Elétrico Autônomo Guiado por GPS para Ambiente Industrial, 2020**. Acesso em 04 de janeiro 2023.
