

**CENTRO PAULA SOUZA**

**ETEC PHILADELPHO GOUVÊA NETTO**  
**Curso Técnico em Automação Industrial**

**Marcio Rafael Furlan**  
**Rodrigo Bento dos Santos**  
**Wilian Santos de Freitas**

**RWM – SISTEMA ANTICOLISÃO ENTRE PONTES ROLANTES**

**São José do Rio Preto**  
**2023**

**Marcio Rafael Furlan**  
**Rodrigo Bento dos Santos**  
**Wilian Santos de Freitas**

## **RAWM – SISTEMA ANTICOLISÃO ENTRE PONTES ROLANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Automação industrial da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo Prof. Mario kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Automação Industrial.

**São José do Rio Preto**  
**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Queremos agradecer a todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso, em especial ao nosso orientador prof. Mario Kenji Tamura, suas contribuições foram fundamentais para realização deste.

Gostaríamos de estender nossos agradecimentos aos nossos amigos e familiares, que nos apoiaram durante todo o caminho do curso. Suas palavras de encorajamento e incentivo foram essenciais para nossa perseverança diante dos desafios.

Por fim, expressamos nossa gratidão a todos os participantes da pesquisa, cujas respostas e participação foram essenciais para a coleta de dados. Sem o apoio e colaboração deles, este trabalho não seria possível.

A todos vocês, nosso sincero obrigado!"

O que nos parece ser justo é, na verdade, uma questão de opinião. Nenhum homem é realmente mais sábio que o outro; e é inútil perguntar o que é justo, pois não há uma resposta objetiva. Todos têm sua própria opinião, e o que é justo para um pode ser injusto para o outro. Portanto, devemos seguir nossas próprias convicções e agir de acordo com o que acreditamos ser justo, sem impor nossas opiniões para outros.

-Baruch Spinoza "tratado político"

Dedicamos este trabalho a todos os  
nossos familiares, nossos professores e

colegas de curso da Etec Philadelpho Gouvêa Netto.

## **RESUMO**

O objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema anticolisão entre pontes rolantes que seja mais seguro, de menor custo e com maiores recursos de operações. A solução comumente utilizada para evitar a colisão entre pontes rolantes tem um custo elevado e funcionabilidade limitada, portanto o nosso projeto busca utilizar um microcontrolador e um sensor de distância a laser (sensor analógico), para controlar o movimento de translação da ponte rolante.

Palavras-chaves: ponte rolante, segurança, funcionabilidade e custo.

### **ABSTRACT**

The objective of this work is to develop a lower cost system with greater operations resources. The solution commonly used to avoid collision between cranes has a high cost and limited functionality, so our project seeks to use a microcontroller and a laser distance sensor (analog sensor) to control the movement of translation of the crane.

Keywords: Overhead bridge crane, safety, functionality and cost

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Estrutura da ponte rolante .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2 - Arduino Uno .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3 – Sensor .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4 - Modulo relé serial .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5 - Sinaleiro .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6 - Cabo interligação femea.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7– Cabo interligação macho.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 8 – Caixa PVC .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 9 – Fonte alimentação .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 10 - Display LCD 20x4.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 11 - Potenciômetro.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 12 - Shield para arduino.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 13 - Relé interface.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 14 - Esquema elétrico montagem.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 15 - Caixa PVC e fixação acrílico.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 16 - Abertura para display.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 17 - tampa com display e potenciômetro.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 18 - Montagem sinaleiro.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 19 - Ligação bornes.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 20 - Montagem modulo relé e microcontrolador.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 21 - montagem interna finalizada.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 22 - Indicação da distância instantânea.....</b>	<b>33</b>

<b>Figura 23 - Menu de ajuste distância.....</b>	<b>33</b>
--	-----------

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1- Componentes utilizados.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 2- Valor dos componentes utilizados.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 3- Valor sensor convencional.....</b>	<b>35</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Contextualização .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>12</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
<b>1.3 Justificativa .....</b>	<b>13</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Pontes Rolantes .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Normas e Legislação .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Principais causas de acidentes e prevenção.....</b>	<b>15</b>
<b>3 Materiais .....</b>	<b>16</b>
3.1 Arduino: .....	16
3.2 Sensor.....	18
3.3 Modulo relé serial .....	19
3.4 Bloco Sinaleiro .....	20
3.5 Cabos para interligações .....	21
3.6 Caixa de PVC.....	22
3.7 Fonte alimentação.....	24
3.8 display LCD 20x4 .....	25
3.9 Potenciômetro.....	26

3.10	Shield para arduino .....	27
3.11	Relé interface.....	28
3.12	Processo de Montagem.....	29

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Pontes rolantes são equipamentos que geram muita preocupação em relação à segurança, pois são responsáveis por muitos acidentes de enormes proporções.

De acordo com um estudo\* realizado nos Estados Unidos pelo *Konecranes Training Institute* (KTI), regulamentado e normalizado pela OSHA, (*Occupational Safety and Health Administration*) que é o instituto (Administração de Saúde e Segurança Ocupacional), analisou os acidentes registrados com pontes rolantes industriais durante um período de dez anos. A maior incidência (37%) foi de esmagamento pela carga durante a operação. Deste montante, 33,8% foram fatais e outros 36,8% resultaram em danos físicos significativos.

De que forma o Sistema anticolisão em pontes rolantes SACPR, poderiam contribuir para melhorar a eficiência e a segurança?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Descrever um sistema eletroeletrônico anticolisão entre pontes rolantes, melhorando a eficiência operacional, a segurança dos trabalhadores, de acordo com as normas vigentes.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Descrever um sistema eletroeletrônico, baseado em sensores e controladora, com a finalidade de anticolisão entre pontes rolantes melhorando a eficiência operacional, adicionando melhorias ao papel crucial desse equipamento na indústria.

Descrever um sistema eletroeletrônico anticolisão entre pontes rolantes, focando a segurança dos trabalhadores, de acordo com as normas NR11 vigentes e contribuindo para a produtividade e organização do local de trabalho.

### 1.3 Justificativa

A prevenção de colisões em ambientes industriais é essencial devido aos riscos significativos associados a esses incidentes. As pontes rolantes são frequentemente utilizadas para mover cargas pesadas em espaços limitados, onde a presença de pessoas, equipamentos ou outras estruturas pode levar a colisões perigosas e potencialmente prejudiciais. Alguns dos motivos pelos quais a prevenção de colisões é fundamental incluem:

**Segurança dos trabalhadores:** Colisões envolvendo pontes rolantes representam uma ameaça direta à segurança dos trabalhadores. Esses acidentes podem resultar em lesões graves ou até mesmo fatais para os operadores da ponte rolante, bem como para outras pessoas presentes no ambiente de trabalho.

**Eficiência operacional:** Colisões em pontes rolantes resultam em tempo de inatividade não planejado, interrompendo a produtividade e afetando negativamente o cronograma de produção. Além disso, o reparo de danos causados por colisões pode exigir tempo adicional e recursos financeiros.

Por tanto, nosso sistema anticolisão pode oferecer benefícios significativos para a segurança, eficiência operacional **E CUSTO** em ambientes industriais. Ele utiliza tecnologias como microcontrolador (Arduino Uno), sensores e código de programação para detectar a presença de outra ponte rolante e evitar as colisões entre elas. Com a detecção precoce de potenciais situações de perigo, o sistema anticolisão pode alertar o operador de forma visual e sonora, diminuir a velocidade e por fim, interromper o movimento da ponte rolante automaticamente.

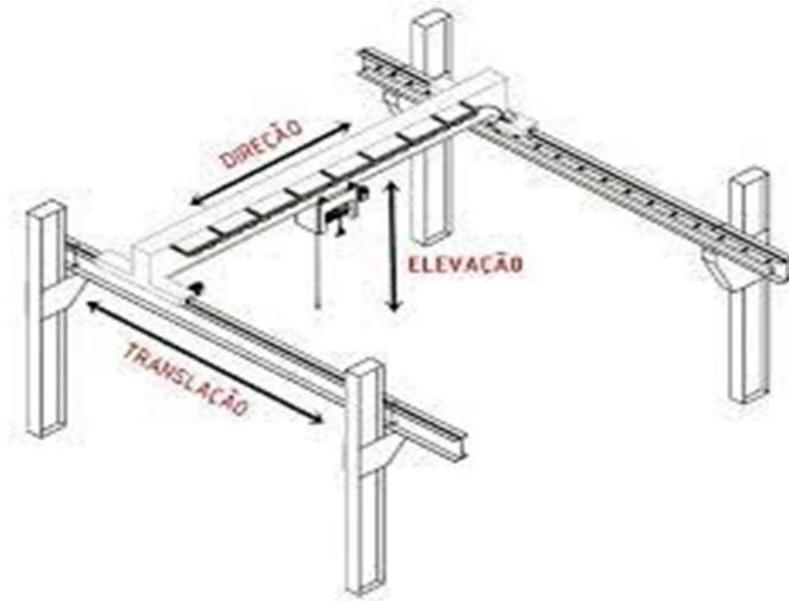
## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Pontes Rolantes

Pontes rolantes são equipamentos de elevação e transporte de cargas que se movem sobre trilhos. Elas são muito utilizadas para içar e movimentar produtos muito pesados ou de grandes dimensões. Por causa dessa atribuição, são equipamentos

indispensáveis no setor naval, portuário, metalúrgico, construção civil e em vários outros.

Figura 1 Figura 1 – Estrutura da ponte rolante



Fonte: Autores, 2023

## 2.2 Normas e Legislação

No Brasil, a norma regulamentadora N<sup>o</sup> 11 é responsável por garantir as medidas de segurança no que se refere ao transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. De maneira geral, ela estabelece os requisitos mínimos para a prevenção de acidentes. Dentre os aspectos mínimos exigidos para os equipamentos, estão questões como: inspeção e manutenção, identificação de capacidade de carga, circulação de pessoas nas proximidades, treinamentos e capacitação para operação.

Já a norma americana, de Administração de Saúde e Segurança Ocupacional, OSHA 1910.179, (*Overhead and gantry cranes – Occupational Safety and Health Administration*), descreve de forma detalhada as recomendações de segurança. As pontes rolantes possuem dispositivos de segurança que evitam grandes acidentes e que devem ser mantidos, inspecionados e testados regularmente. Alguns exemplos de dispositivos que podemos citar são:

Chaves fim de curso dos movimentos de elevação;

Translação, limitadores de carga;

Botões de parada de emergência;

Sinaleiros sonoros e visuais;

Freios;

Batentes;

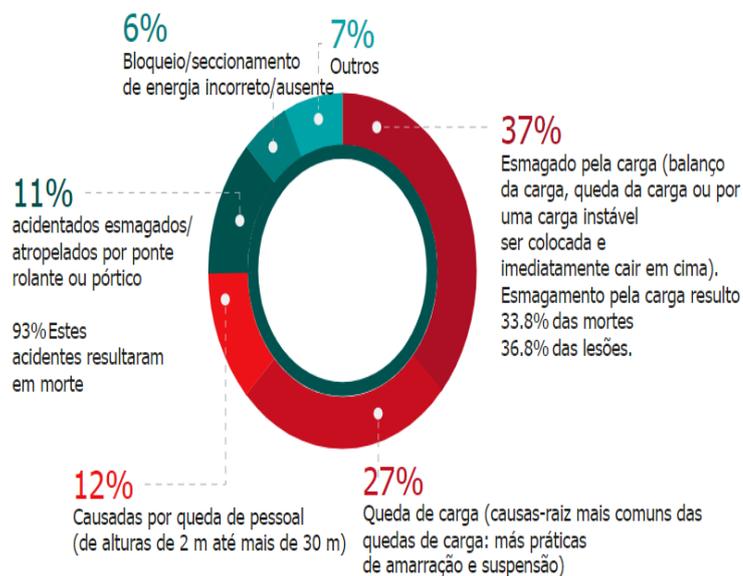
Amortecedores de impacto.

### 2.3 Principais causas de acidentes e prevenção

Existem diversos fatores que podem acarretar acidentes, por isso, nutrir a mentalidade de prevenção é essencial. As causas mais comuns de acidentes nesse sentido são, quedas de cargas, quedas de componentes, colisões entre equipamentos ou objetos;

De acordo com a empresa *kroner* (2019), observa-se a seguir os tipos de acidentes e suas ocorrências e porcentagens. O esmagamento por cargas é um dos maiores índices de acidentes.

Gráfico: 1- índice acidentes pontes rolantes



Fonte: <https://www.konecranes.com/pt-br/equipamento/pontes-rolantes/primeiro-seguranca>

Para prevenção de acidentes devido à queda de cargas, além de uma inspeção e manutenção eficiente, devem-se estabelecer regras quanto à proibição de circulação de pessoas durante movimentação de cargas. É comum adotar como medida de segurança uma área com distância igual a 1,5 metro de altura da parte superior da carga suspensa. Outra medida importante na prevenção de acidentes é a realização do checklist pré-operacional.

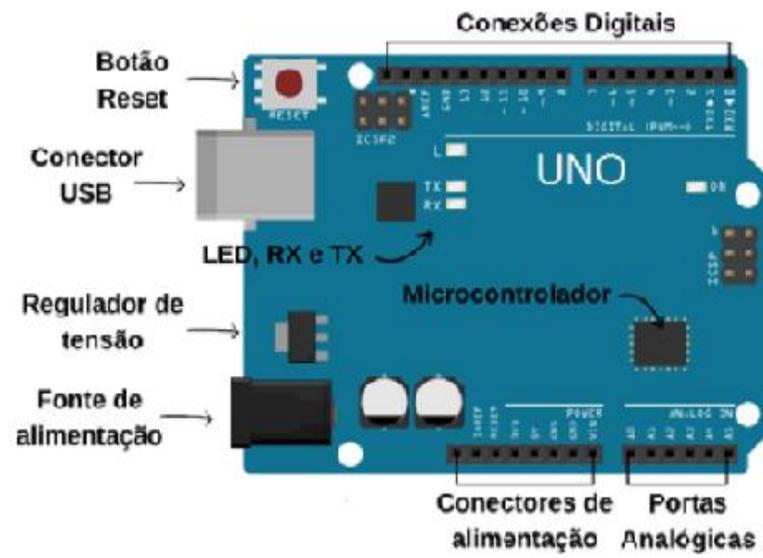
### **3 Materiais**

#### **3.1 Arduino:**

É uma plataforma física de computação de código aberto baseado numa simples placa microcontrolador, e um ambiente de desenvolvimento para escrever o código para a placa. O Arduino pode ser usado para desenvolver objetos interativos, admitindo entradas de uma série de sensores ou chaves, e controlando uma variedade de luzes, motores ou outras saídas físicas. Projetos do Arduino podem ser independentes, ou podem se comunicar com software rodando em seu computador (como Flash, Processing, MaxMSP.). Os circuitos podem ser montados à mão ou comprados pré-montados; o software de programação de código-livre pode ser baixado de graça.

A linguagem de programação do Arduino é uma implementação do Wiring, uma plataforma computacional física semelhante, que é baseada no ambiente multimídia de programação Processing, é meramente um conjunto de funções C/C++ que podem ser chamadas em seu código. Seu esboço sofre pequenas mudanças (como geração automática de protótipos de funções) e então é passado diretamente para um compilador C/C++ (avr-g++). Todas as construções padrão C e C++ suportadas pelo avr-g++ devem funcionar no Arduino.

Figura 2 Arduino Uno



Fonte: Blog da robótica

### 3.2 Sensor

Basicamente é um dispositivo que tem a função de detectar e responder com eficiência algum estímulo, existem vários tipos de sensores, o que será utilizado é o sensor com a tecnologia TOF (Time of Flight ), a qual é utilizada para medir a distância entre um emissor de luz e um objeto com base no tempo que a luz leva para percorrer essa distância.

Ele trabalha com um ranger que pode variar de 30cm a 12 metros de distância, seu tamanho é de 42x15x16mm e pode ser alimentado com apenas 5v.

Figura 3 Sensor



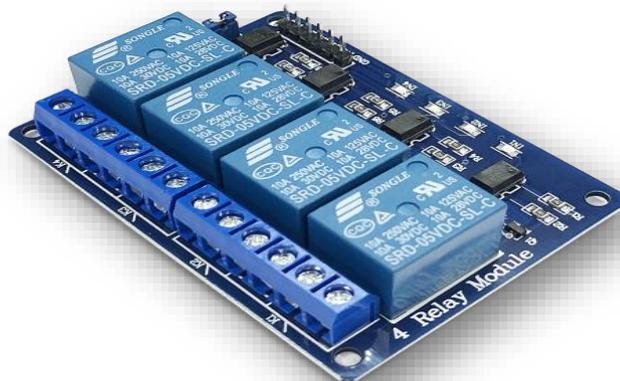
Fonte: AliExpress

### 3.3 Modulo relé serial

É um dispositivo eletrônico que permite o controle de dispositivos de alta potência (como lâmpadas, motores, eletrodomésticos, entre outros) utilizando sinais de baixa potência, como os provenientes de um microcontrolador como o Arduino.

O módulo relé consiste em um relé e uma placa de circuito impresso que contém componentes adicionais para facilitar sua operação. Ele possui uma bobina que quando acionada comuta um contato auxiliar que energiza uma carga alimentada por uma fonte externa.

Figura 4 Modulo relé serial



Fonte: robocore

### 3.4 Bloco Sinaleiro

É uma linha modular que apresenta um sistema de montagens rápida e fácil apenas um clique, dispensando a utilização de ferramentas e é muito utilizado em painéis de comando e acionamentos de motores e bombas e serve para indicar uma falha e até mesmo informando que há algo ligado, o bloco sinaleiro pode ter a tensão de alimentação de 12V, 24V, 110V ou 220V.

Figura 5: Sinaleiro



Fonte: view tech



Figura: 7 cabos interligação macho



Fonte: magalu empresa

### 3.6 Caixa de PVC

São usadas para proteger e abrigar conexões elétricas, fiações, dispositivos eletrônicos ou outros componentes em ambientes internos ou externos. São preferidas por sua resistência ao impacto, isolamento elétrico, baixa condutividade térmica e resistência à corrosão. Além disso, o PVC é um material leve e fácil de trabalhar, o que torna a instalação e o manuseio das caixas mais simples.

Essas caixas costumam ter tampa removível para permitir o acesso fácil aos componentes internos. Além disso, podem possuir entradas ou saídas para cabos e dutos, proporcionando uma organização eficiente dos fios e cabos.

Em resumo, uma caixa em PVC é um recipiente feito de plástico PVC utilizado para proteger e abrigar conexões elétricas e outros componentes em instalações industriais e elétricas.

Figura 8: Caixa PVC



Fonte: portal elétrico

### 3.7 Fonte alimentação

É um dispositivo eletrônico que converte a tensão alternada de 100 a 240 Vac da rede elétrica em uma tensão contínua, 5,12 ou 24 v (DC) adequada para alimentar componentes eletrônicos.

Figura 9



Fonte: magazine Luiza

### 3.8 display LCD 20x4

Um display LCD 20x4 é um tipo de dispositivo de exibição que utiliza tecnologia de cristal líquido (LCD - Liquid Crystal Display) para mostrar informações alfanuméricas. A especificação "20x4" refere-se ao tamanho físico do display e à sua capacidade de exibir caracteres.

O "20" indica que o display possui 20 colunas, ou seja, pode exibir 20 caracteres em uma única linha. O "4" indica que o display possui 4 linhas, permitindo a exibição de até 4 linhas de texto.

Esses displays são compostos por uma matriz de pontos formados por cristais líquidos controlados eletronicamente. Cada ponto, também conhecido como caractere, pode exibir letras, números, símbolos ou outros caracteres alfanuméricos.

Os displays LCD 20x4 são comumente utilizados em projetos eletrônicos, como em sistemas embarcados, microcontroladores, Arduino e dispositivos de interface do usuário, onde é necessário exibir informações de maneira clara e legível. Eles podem ser programados para exibir mensagens, dados ou qualquer outra informação relevante para o sistema em questão.

Figura 10



Fonte: Arduino & Cia

### 3.9 Potenciômetro

Composto por um elemento resistivo e um contato móvel, geralmente acionado manualmente por meio de um eixo ou botão. O elemento resistivo consiste em um material condutor, como carbono, com uma trilha em forma de hélice ou linha reta. O contato móvel, chamado de cursor, está em contato direto com essa trilha e pode ser movido ao longo dela. Ao girar o eixo ou mover o cursor do potenciômetro, a resistência elétrica entre o terminal do cursor e os terminais fixos do potenciômetro varia. Isso significa que a quantidade de corrente elétrica que passa pelo potenciômetro pode ser ajustada, o que permite controlar, por exemplo, o brilho de uma lâmpada, o volume de um alto-falante ou a velocidade de um motor.

Figura: 11



Fonte: Amazon

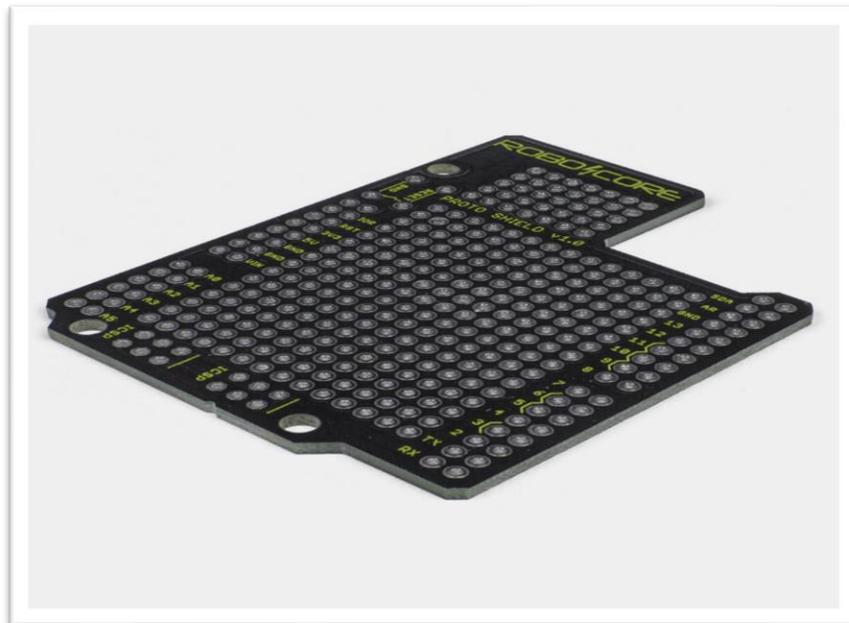
### 3.10 Shield para arduino

Um "shield" para Arduino é uma placa de expansão projetada para ser conectada a um Arduino, oferecendo funcionalidades adicionais e facilitando a prototipagem de projetos. Essas placas são chamadas de "shields" porque se encaixam no topo do Arduino, criando uma pilha de placas.

No contexto do "Proto PCB RC shield" para Arduino, esse é um tipo específico de shield utilizado para prototipagem e controle remoto. "Proto PCB" refere-se a uma placa de circuito impresso (PCB) que possui áreas de prototipagem com trilhas e pads para soldagem de componentes eletrônicos. Isso permite que você crie seus próprios circuitos e conexões personalizadas.

Esses shields oferecem conectores, componentes e funcionalidades específicas para facilitar a prototipagem e implementação de projetos específicos, como controle remoto, automação residencial, robótica, entre outros. Eles são projetados para se encaixarem diretamente nos pinos do Arduino, proporcionando uma interface conveniente para expandir as capacidades do microcontrolador. próprios circuitos e conexões personalizadas.

Figura: 12



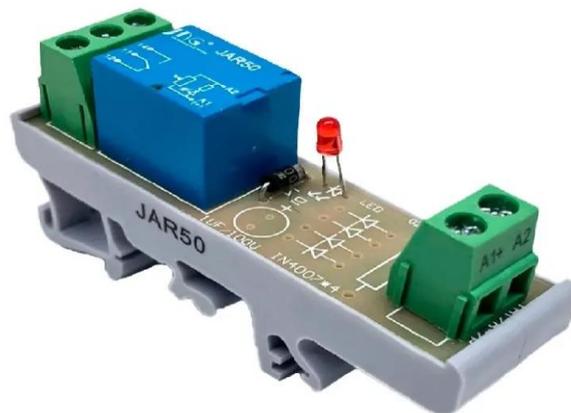
Fonte: robocore

### 3.11 Relé interface

O relé de interface é composto por um relé e circuitos de acionamento, proteção e isolamento. Ele atua como um interruptor controlado eletricamente, permitindo que uma pequena corrente ou tensão do sistema de controle acione o relé, que por sua vez controla uma carga de maior potência, como um motor, uma lâmpada, uma válvula ou qualquer outro dispositivo elétrico.

A principal função do relé de interface é isolar eletricamente o circuito de controle de baixa potência do circuito de potência, garantindo a segurança e a integridade do sistema. Isso permite que o sistema de controle opere de forma segura com níveis de tensão ou corrente diferentes do circuito de potência.

Figura: 13

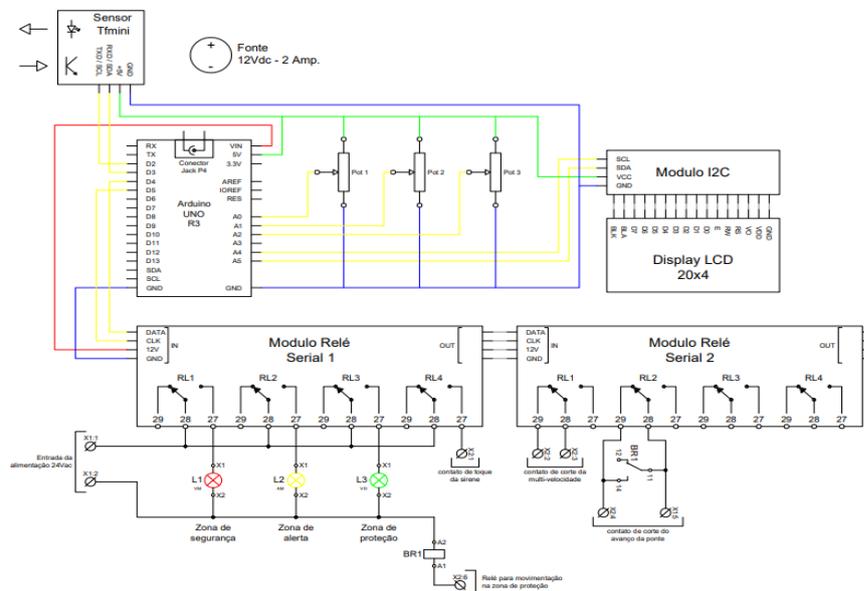


Fonte: JBV- equipamentos industriais

### 3.12 Processo de Montagem

Para a montagem do projeto a vários tipos de dispositivos programáveis. O que será utilizado e o microcontrolador (Arduino Uno), juntamente com um sensor de distância, bloco sinaleiros, sirene, modulo relé, fontes alimentação 12v, fios para interligações (de acordo com o esquema elétrico apresentado na figura 14), sendo montado em uma caixa em PVC.

Figura 14 - esquema elétrico da montagem



Fonte: Autores (2023)

Conforme o esquema elétrico, representado na figura 14 o microcontrolador Arduino Uno terá um papel principal, no qual ao receber a referência de distância enviada pelo sensor aos seus pinos de entradas D2 e D3 será processado e atuará de acordo com o código de programação. Logo, o sistema pode apresentar a seguinte situação: Se a distância entre a ponte com o sistema proposto e uma outra ponte nos mesmos trilhos for igual ou menor que 12 metros, o relé do led verde acende e permanece aceso até aproximação de 7 metros entre as pontes que nesse caso o led verde será desligado e os relés RL2 e RL4 serão acionados ligando o led amarelo e tocando a sirene por 2 segundos, respectivamente.

Figura 15: Caixa PVC e fixação acrílica



Fonte: autor, 2023

Figura 16: Abertura para display



Fonte: Autor, 2023

Figura 17: Tampa com display e potenciômetros



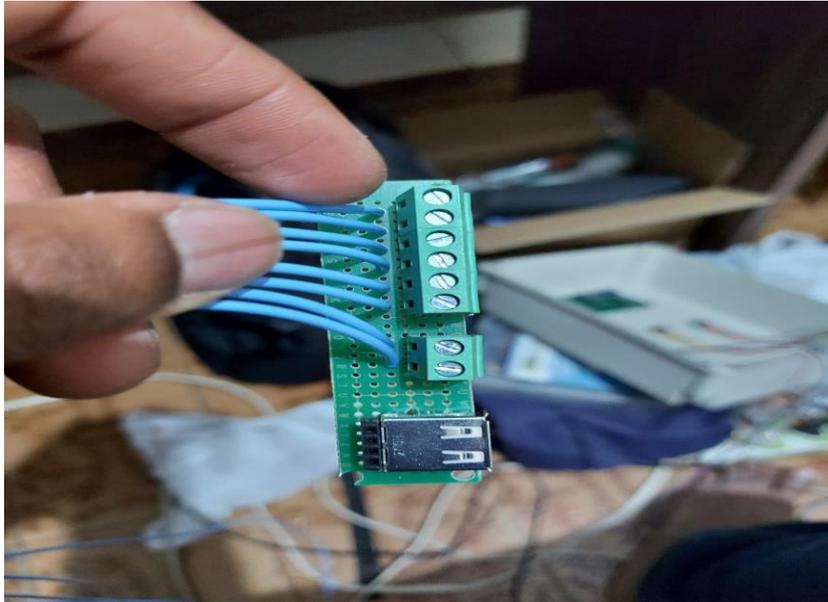
Fonte: Autor, 2022

Figura: 18 Montagem sinaleiros



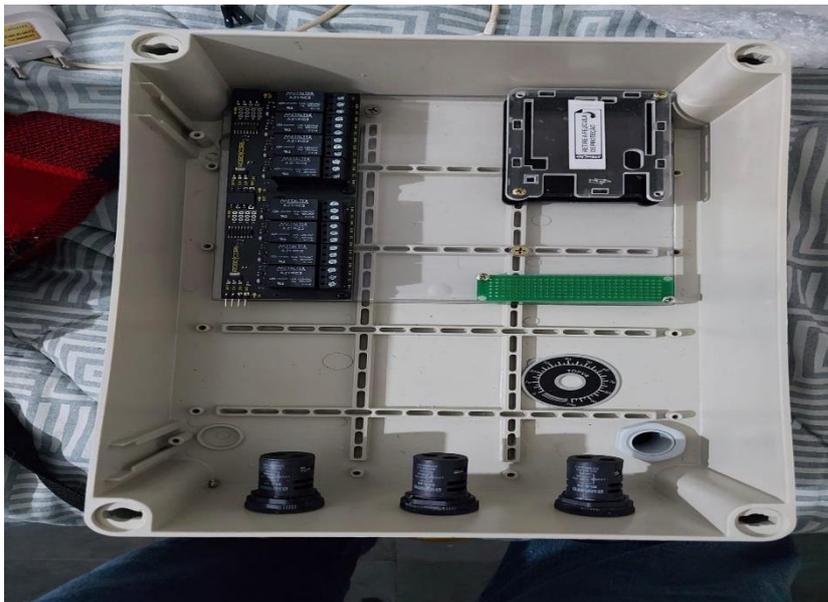
Fonte: Autor, 202

Figura 19: Ligação bornes



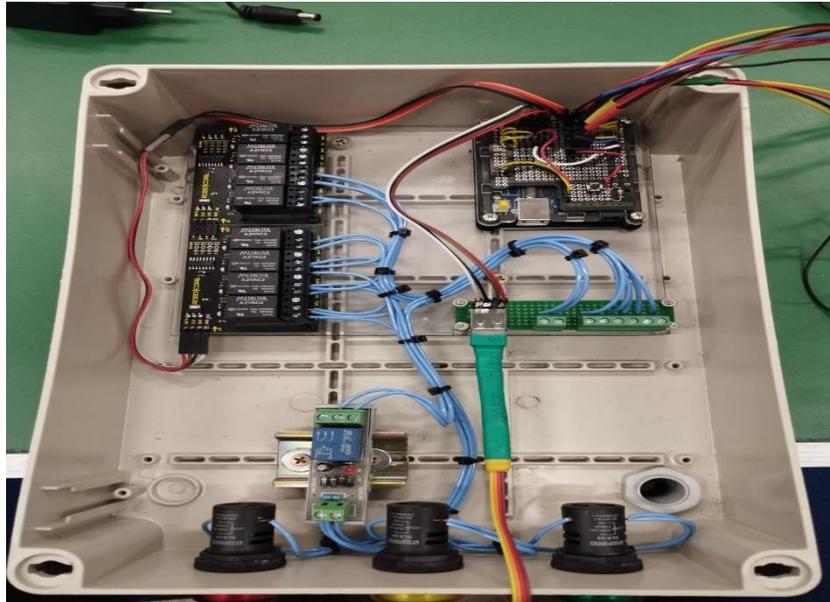
Fonte: Autor, 2023

Figura 20: Montagem modulo relé e microcontrolador



Fonte: Autor, 2023

Figura 21: Montagem interna finalizada



Fonte: Autor, 2023

Figura 22: Indicação da distância instantânea



Fonte: Autor, 2023

Figura 23: Menu de ajuste distâncias



Fonte: Autor, 2023

Tabela 1: Componentes utilizados

componente	Quantidade	Modelo
Arduino	1	Uno r3
Sensor	1	TFmini
display	1	LCD 20x4
Cabo jumper	12 metros	22 AWG
Fonte alimentação	1	Flex 5v/2A
Caixa PVC	1	Steck
Shield PCB	1	Robocore
Bloco sinaleiro	3	Soprano
Potenciômetro	1	Yanmao
Relé interface	1	JNG
Modulo relé serial	2	Robocore

Tabela 2: Valores componentes utilizados

componente	Quantidade	Valor
Arduino	1	R\$ 45,90
Sensor	1	R\$ 246,00
display	1	R\$ 64,90
Cabo jumper	12 metros	R\$12.50
Fonte alimentação	1	R\$ 59.99
Caixa PVC	1	R\$ 95,90
Shield PCB	1	R\$ 20,00
Bloco sinaleiro	3	R\$ 38.01
Potenciômetro	1	R\$ 19,90
Relé interface	1	R\$ 33,00
Modulo relé	2	R\$ 99,80
Total	12	R\$ 735.90

Tabela 3: Valor sensor convencional

Dispositivo	Quantidade	Valor
Sensor laser difuso S.E	1	R\$ 3.229,00

SENSOR FOTOELET LASER DIFUSO BGS SN=5M 1 SAIDA PNP/NPN E ANALOG 4...20MA CONEC M12 XUK8TAE2MM12

## 4 Resultados e discussões

### 4.1 Resultados

### 4.2 Discussões

O sensor laser difuso BGS (figura xxx) é um dos mais utilizados. Embora ele proporcione a parada da ponte rolante a uma distância segura e pré-determinada, contudo seu preço é de valor significativo e não traz uma solução mais ampla que

conceda mais funcionabilidade a operação da ponte rolante sem que ache a perda com o fator segurança.

Desta forma há necessidade de implementação que complemente o sensor anterior, considerando o projeto desenvolvido para melhorar mais o nível de segurança e funcionalidade.

## 5 Conclusões

Analisando os problemas e a solução proposta é possível realizar modificações no projeto atual da ponte rolante sem a necessidade de uma reforma geral. A implantação do projeto se torna viável devido ao custo de reparo de uma ponte rolante para modernizá-la. Espera-se com a implantação deste projeto uma maior **disponibilidade do equipamento**, uma redução no número de ocorrência de acidentes, maior confiabilidade na operação do equipamento e aumento de **produtividade da empresa**.

## REFERÊNCIAS

Dados retirados do artigo de Jorge Silva, publicado no LinkedIn, sales manager da Kone Crane <http://www.konecranesusa.com/safety-first/>

[Desenvolvido com sua segurança em mente | Konecranes Brasil](#)

<https://www.robocore.net/atuador-rele/modulo-rele-serial>

<https://www.blogdarobotica.com/2022/05/02/como-utilizar-o-display-lcd-16x02-com-modulo-i2c-no-arduino/>



#### **4- REFERÊNCIAS**

Dados retirados do artigo de Jorge Silva, publicado no LinkedIn, sales manager da Kone Crane <http://www.konecranesusa.com/safety-first/>

Desenvolvido com sua segurança em mente | Konecranes Brasil

<https://www.robocore.net/atuador-rele/modulo-rele-serial>

<https://www.blogdarobotica.com/2022/05/02/como-utilizar-o-display-lcd-16x02-com-modulo-i2c-no-arduino/>