



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
AMAZONAS**

**CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE AUTOMAÇÃO E PRODUÇÃO  
TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**EDUARDO NEVES RIBEIRO**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE ROTAÇÃO EM 180°  
PARA POSICIONAMENTO DE MÓDULOS EM LINHA DE PRODUÇÃO**

**MANAUS-AM**

**2025**

**EDUARDO NEVES RIBEIRO**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE ROTAÇÃO EM 180°  
PARA POSICIONAMENTO DE MÓDULOS EM LINHA DE PRODUÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal do Amazonas como requisito para obtenção de grau tecnológico em mecatrônica industrial.

Orientador (a): Esp. Celso Souza Cordeiro

**MANAUS-AM  
2025**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R484d Ribeiro, Eduardo Neves.  
Desenvolvimento de sistema automático de torração em 180°  
para posicionamento de módulos em linha de produção / Eduardo  
Neves Ribeiro. — Manaus, 2025.  
28f.: il. color.

Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito  
Industrial, Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2025.  
Orientador: Prof.º Celso Souza Cordeiro, Esp.

1. Automação. 2. Controle. 3. Otimização. I. Cordeiro, Celso  
Souza. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Amazonas. III. Título.

CDD 629.892

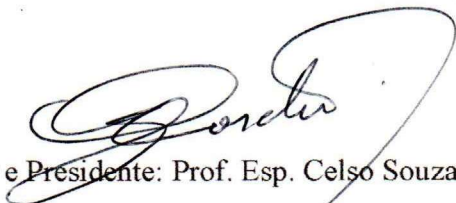
**EDUARDO NEVES RIBEIRO**


**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE ROTACÃO EM  
180° PARA POSICIONAMENTO DE MÓDULO EM LINHA DE PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao curso de Tecnologia em  
Mecatrônica Industrial do Instituto de  
Educação, Ciência e Tecnologia do  
Amazonas como requisito parcial para  
obtenção do Título Tecnólogo em  
Mecatrônica Industrial.

Orientador: Prof. Esp. Celso Souza  
Cordeiro.

Aprovado em 30 de abril de 2025.

  
Orientador e Presidente: Prof. Esp. Celso Souza Cordeiro

  
Avaliador 1: Prof. Esp. Ewerton Andrey Godinho Ribeiro

  
Avaliador 2: Prof. ~~Ma.~~ Jonatas Micael Vieira de Lima.

**MANAUS-AM  
2025**

*Aos meus pais, pelo incentivo; à minha esposa e filhos, pelo apoio e amor e compreensão nos momentos em que necessitei estar ausente.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, pelo apoio constante e por sempre acreditarem em mim. Sem o suporte e incentivo de cada um, a realização deste trabalho não seria possível.

Sou grato aos meus orientadores e professores, pela dedicação, ensinamentos e orientações que foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Agradeço também à equipe da empresa onde realizei o projeto, pela oportunidade de aprender e aplicar meus conhecimentos em um ambiente prático.

Por fim, agradeço aos meus colegas e amigos pelo apoio e incentivo ao longo de toda essa jornada.

## EPÍGRAFE

***"Grandes avanços na ciência  
geralmente surgem de novas  
ferramentas mais do que de  
novas doutrinas."***

***— Freeman Dyson***

**RESUMO:**

Este trabalho apresenta a implementação de um sistema automático de rotação em 180° em uma correia transportadora, com o objetivo de otimizar o posicionamento preciso de módulos de televisores na linha de produção. Anteriormente, essa tarefa era realizada manualmente por dois funcionários, o que tornava o processo repetitivo, lento e sujeito a erros operacionais. A automação do processo foi alcançada por meio da integração de um servo motor e um CLP (Controlador Lógico Programável), resultando em um aumento significativo na eficiência da produção. O sistema desenvolvido integra mecânica, eletrônica e automação, otimizando o fluxo de trabalho, reduzindo o tempo de produção e minimizando a intervenção humana. Com essa implementação, foram obtidos benefícios como a redução de erros, maior precisão no posicionamento e incremento na segurança do ambiente de trabalho.

**Palavras-chave:** Automação. Correia Transportadora. Controle. Otimização.

**ABSTRACT:**

This paper presents the implementation of an automatic 180° rotation system on a conveyor belt, aiming to optimize the precise positioning of television modules on the production line. Previously, this task was performed manually by two employees, which made the process repetitive, slow, and prone to operational errors. The process automation was achieved through the integration of a servo motor and a PLC (Programmable Logic Controller), resulting in a significant increase in production efficiency. The developed system integrates mechanics, electronics, and automation, optimizing workflow, reducing production time, and minimizing human intervention. This implementation brought benefits such as error reduction, greater precision in positioning, and increased workplace safety.

**Keywords:** Automation. Conveyor Belt. Control. Optimization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Motor elétrico vista explodida.....	16
Figura 2 - Controlador Lógico Programável.....	17
Figura 3 - Linguagem Ladder.....	18
Figura 4 - Retificador trifásico.....	19
Figura 5 - Circuito conversor de tensão na saída do inversor.....	20
Figura 6 - Painel de força e comando das esteiras.....	22
Figura 7 - Disposição dos componentes da correia.....	23
Figura 8 - Sistema de controle da correia.....	24
Figura 9 - Projeto em fase de testes.....	25

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise da eficiência do projeto implementado.....	26
Gráfico 2 - Paradas do processo registrada por mês antes e depois da instalação do projeto.....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Contextualização.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Justificativa.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Automação.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Servo motor.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Motor de indução trifásico.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Controlador lógico programável.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Linguagem Ladder.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Inversor de frequência.....</b>	<b>21</b>
<b>3. PROPOSTA DO TRABALHO.....</b>	<b>22</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Montagem do projeto.....</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Ao longo dos anos, as indústrias passaram por uma série de transformações significativas, impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico e a busca constante por maior eficiência e produtividade. O processo de automação, em especial, se tornou um fator crucial na otimização de operações, permitindo reduzir o tempo de execução, melhorar a qualidade e reduzir o risco de falhas humanas. Esse movimento de evolução tecnológica teve início com a Revolução Industrial no século XVIII, que trouxe consigo a mecanização e a introdução de máquinas a vapor. O foco era aumentar a produção e minimizar os erros operacionais, marcando o começo de um novo ciclo de inovação no setor industrial. Um dos marcos dessa evolução foi a invenção da correia transportadora, um equipamento que revolucionou o transporte de materiais, especialmente no setor de mineração. As correias transportadoras, também conhecidas como fitas transportadoras, são projetadas para mover produtos ao longo de uma linha de produção ou entre diferentes áreas de um processo industrial, de forma contínua e eficiente (SILVA, D., 2020).

A introdução da correia transportadora ocorreu durante a primeira Revolução Industrial, inicialmente voltada para o transporte de minérios. Esse equipamento mostrou-se tão eficiente que, durante a segunda Revolução Industrial, que trouxe consigo a eletrificação e a formação das linhas de produção, as correias foram adaptadas para outros setores, como o alimentício, criando a chamada esteira elétrica (ARAOLI, 2023). Desde então, as correias transportadoras se tornaram componentes fundamentais em vários segmentos industriais, como metal mecânico, mineração, construção civil, indústria automobilística, farmacêutica e alimentícia, sendo projetadas de diversas formas para atender às necessidades específicas de cada aplicação (CARDOSO, 2020).

A crescente competitividade entre as indústrias exige a implementação de sistemas produtivos cada vez mais eficientes. Para isso, a automação tornou-se um fator indispensável, pois ela permite melhorar a qualidade, a velocidade e a precisão do processo produtivo, além de reduzir a intervenção humana, o que, conseqüentemente, minimiza erros e aumenta a segurança operacional. A integração

de sistemas automatizados é um dos pilares que permite a otimização das operações e a conseqüente redução dos custos de produção. A automação não apenas melhora a eficiência, mas também contribui para a melhoria das condições de trabalho e segurança, além de possibilitar a execução de tarefas complexas e repetitivas com maior precisão.

Dentro desse contexto, a escolha correta e racional do tipo de equipamento de transporte, como a correia transportadora, é de extrema importância. Além disso, a definição de parâmetros cruciais. Dessa forma, é fundamental contar com um sistema de controle eficiente para garantir que as operações da correia transportadora ocorram com precisão e sem falhas, minimizando a necessidade de ajustes manuais e evitando o desgaste prematuro dos componentes do sistema (PERREIRA, 2022).

Este trabalho propõe a implementação de um sistema de automação para uma correia transportadora com o objetivo específico de rotacionar os módulos de televisores em 180° e posicioná-los de forma precisa na linha de produção para a próxima etapa do processo produtivo. Esse sistema automatizado substituirá a atividade manual, anteriormente realizada por dois funcionários, o que tornava o processo lento, repetitivo e sujeito a erros. A automação, por meio de um sistema de controle baseado em um controlador lógico programável (CLP) e um servo motor, visa garantir maior precisão, agilidade e segurança no processo de posicionamento dos módulos. Com a implementação dessa tecnologia, espera-se uma melhoria significativa na eficiência da linha de produção, otimizando o tempo de ciclo e minimizando os erros que poderiam ser causados por fatores humanos.

O sistema de automação a ser desenvolvido será responsável por garantir a rotação de 180° dos módulos de televisores, sendo que será aproveitada a movimentação de giro da correia responsável por coloca-la na posição inicial, com a finalidade de posicionar um segundo módulo. O controle será realizado de forma automática, com o CLP responsável pela coordenação do servo motor e pela gestão das operações da correia transportadora, assegurando que a movimentação dos módulos de televisores ocorra de maneira eficiente e sem interrupções (CONCEIÇÃO, 2022).

Este projeto visa contribuir para essa tendência, ao integrar a automação no processo de movimentação e rotação dos módulos de televisores, garantindo um fluxo

contínuo e eficiente de produção. A implementação desse sistema representará uma melhoria substancial no desempenho da linha de produção, consolidando a importância da automação no ambiente industrial contemporâneo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Elaborar um projeto de automação capaz de realizar a rotação de 180° de módulos de televisores em uma correia transportadora.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Projetar a estrutura mecânica da correia transportadora, adaptada para integrar o sistema de rotação de 180° dos módulos de televisores;
- Desenvolver o sistema de acionamento, utilizando servo motor e demais componentes necessários para realizar a rotação com precisão;
- Implementar o sistema de controle lógico programável (CLP), responsável por coordenar e executar as operações automáticas do projeto;
- Realizar testes e ajustes no protótipo, assegurando o funcionamento adequado do sistema antes da aplicação final;

## **1.3 Justificativa**

A crescente demanda por eficiência e precisão nos processos industriais impulsiona a busca por soluções automatizadas que reduzam erros, aumentem a produtividade e melhorem a segurança no ambiente de trabalho. O projeto proposto visa substituir o método manual de rotação de módulos de televisores em uma correia transportadora, anteriormente realizado por dois operadores, por um sistema automatizado que elimina a repetitividade, reduz a intervenção humana e otimiza o fluxo produtivo.

Essa automação não apenas melhora a precisão no posicionamento dos módulos na linha de produção, mas também minimiza o desgaste físico dos operadores e os riscos associados a falhas humanas. Além disso, o uso de sistemas automatizados contribui para a padronização das operações, garantindo maior confiabilidade e qualidade no produto final.

A implementação deste projeto reflete a importância da modernização tecnológica no setor industrial, destacando-se como uma solução viável e necessária para atender às exigências do mercado e às práticas de segurança no trabalho, além de proporcionar um retorno significativo em termos de eficiência operacional e competitividade.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Automação**

A automação abrange uma variedade de métodos destinados a criar sistemas dinâmicos que operam eficientemente, utilizando dados do ambiente em que estão inseridos. Estes sistemas processam informações para determinar a melhor ação corretiva, em uma analogia ao comportamento humano, baseando-se em dados sensoriais para tomar decisões e adaptar-se às circunstâncias conforme necessário.

Em sua essência, a automação envolve a substituição do trabalho humano ou animal por máquinas. Trata-se da capacidade de operar máquinas ou sistemas automaticamente, com intervenção humana mínima. Isso implica o controle de processos automáticos, onde a palavra "automático" indica a presença de um mecanismo que executa uma ação necessária em um tempo determinado ou em resposta a condições específicas.

Essa transição para a automação tem sido impulsionada pelo desejo de aumentar a eficiência, reduzir erros e custos, e melhorar a segurança em uma variedade de setores industriais e de serviços. Desde a Revolução Industrial, a automação tem desempenhado um papel fundamental na transformação da maneira como o trabalho é realizado. Inicialmente, as máquinas substituíram tarefas físicas

repetitivas e árduas, mas com o avanço da tecnologia, essa substituição se estendeu a uma variedade de funções cognitivas.

A automação está presente em uma ampla gama de campos, desde linhas de produção em fábricas até sistemas de gerenciamento de estoque em armazéns, passando por processamento de dados em empresas de serviços financeiros e até mesmo em tecnologias emergentes, como veículos autônomos e inteligência artificial. Essa abordagem visa não apenas aumentar a produtividade e a eficiência, mas também proporcionar maior precisão e consistência nas operações.

No entanto, apesar dos benefícios significativos que a automação pode oferecer, também existem preocupações relacionadas ao impacto no mercado de trabalho e na sociedade como um todo. A substituição de trabalhadores por máquinas pode levar ao desemprego em certos setores e criar disparidades socioeconômicas se não for adequadamente gerenciada. Além disso, questões éticas e de segurança surgem à medida que a automação se torna mais complexa e integrada em nossas vidas diárias (BELLAVÉR, 2022).

Enquanto a automação continua a avançar e transformar diversos aspectos de nossa sociedade, é essencial encontrar um equilíbrio entre os benefícios econômicos e a responsabilidade social. Isso requer uma abordagem cuidadosa para garantir que a automação seja implementada de forma ética, sustentável e inclusiva, com o objetivo final de melhorar a qualidade de vida e promover o progresso humano.

## **2.2 Servo motor**

Os servomotores são máquinas síncronas caracterizadas por um estator composto por seis polos e alimentados por um sistema trifásico. Seu rotor possui ímãs permanentes de terras-raras dispostos de forma linear, enquanto um sensor analógico, conhecido como feedback, é utilizado para fornecer informações precisas sobre o posicionamento e a velocidade do motor.

Embora sejam alimentados por um sistema trifásico, esses motores não podem ser diretamente conectados à rede elétrica convencional. Isso ocorre porque o bobinamento interno é projetado de maneira especial para garantir uma alta capacidade dinâmica, gerando um fluxo eletromagnético distinto daquele produzido

pela rede elétrica tradicional. Para que esse fluxo específico seja alcançado, é necessário o uso de um equipamento chamado servoconversor, que é responsável por fornecer a alimentação elétrica adequada.

Outro aspecto importante a ser considerado é a sequência de fases aplicada ao servomotor. Caso essa sequência esteja incorreta, o sistema apresentará falhas, pois o funcionamento do motor está integrado a um sistema de controle em malha fechada. Quando ocorre uma incompatibilidade entre os sinais do campo girante do motor e os sinais captados pelo sensor de feedback, o controlador detecta o erro e interrompe o funcionamento para evitar danos ao sistema (ARUN et al., 2022).

Esse funcionamento integrado e altamente específico é o que garante aos servomotores a precisão e a eficiência necessárias para aplicações exigentes em automação e controle de movimento.

### **2.3 Motor de indução trifásico**

Os motores de indução trifásicos são uma maravilha da engenharia elétrica, apresentando uma eficiência notável na conversão de energia elétrica em energia mecânica. Seu funcionamento é profundamente enraizado no princípio da indução eletromagnética, um conceito pioneiro que tem suas raízes nos trabalhos fundamentais de Michael Faraday e outros grandes cientistas do século XIX.

No coração desses motores está a habilidade de gerar um campo magnético rotativo através da corrente que flui pelos enrolamentos ou bobinas do estator. Esse campo magnético, por sua vez, interage com os condutores do rotor, induzindo corrente neles. É um ballet magnético, onde forças invisíveis movem peças metálicas, transformando eletricidade em movimento.

A relação entre a intensidade do campo magnético e a corrente elétrica nas bobinas é fundamental para compreender o funcionamento dos motores de indução. Quando a corrente atinge seu máximo, o campo magnético também está em seu pico, enquanto que quando a corrente é mínima ou nula, o campo também é reduzido ao mínimo. É essa variação na intensidade do campo magnético que desencadeia a indução de corrente no rotor e, conseqüentemente, a geração de movimento.

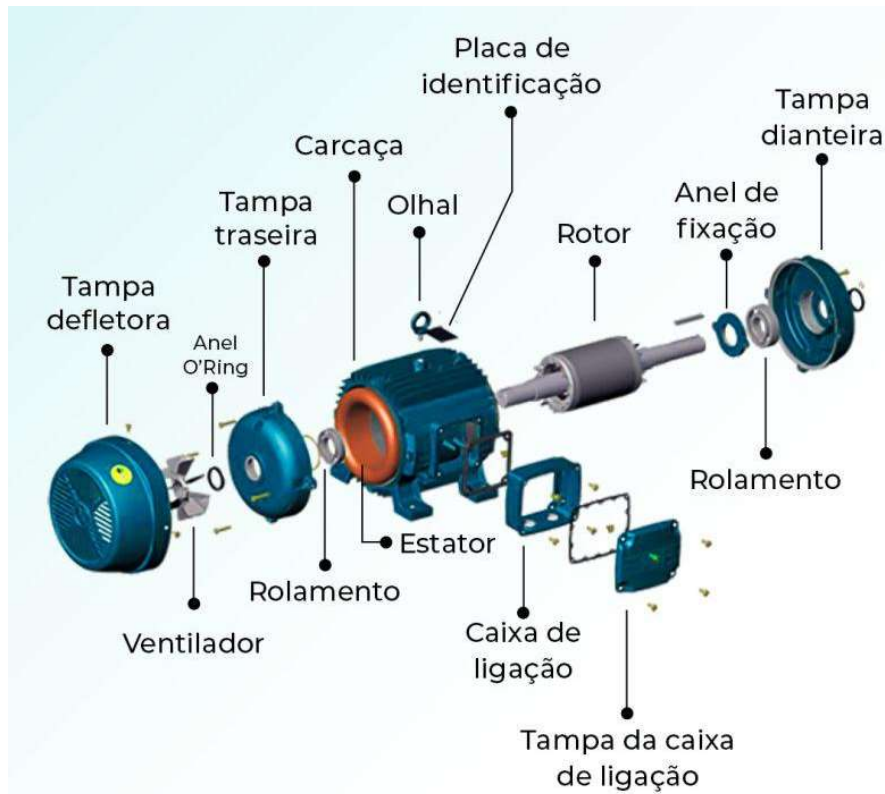
Entretanto, a interação entre o campo magnético rotativo do estator e o rotor não é tão simples quanto parece. O rotor, por mais que tente acompanhar a rotação do campo do estator, sempre fica um passo atrás. É como tentar seguir o ritmo de uma dança complexa sem nunca estar completamente em sintonia. Esse descompasso resulta em uma velocidade de rotação do rotor que é sempre menor do que a velocidade síncrona, que é a velocidade do campo magnético rotativo.

Essa discrepância de velocidade é essencial para o funcionamento do motor de indução, pois é ela que gera o torque necessário para movimentar a carga. Se o rotor conseguisse acompanhar exatamente a velocidade do campo do estator, não haveria movimento, e o motor não cumpriria sua função.

Um aspecto crucial na operação desses motores é a alimentação das bobinas do estator por tensões trifásicas balanceadas, que são defasadas entre si em  $120^\circ$ . Essa defasagem é o que gera os três campos magnéticos que, quando combinados, formam um único campo que atua sobre o rotor. É como uma coreografia complexa, onde três forças se unem em perfeita harmonia para movimentar o motor na direção desejada.

Nos motores de indução trifásica, existem duas partes extremamente fundamentais para seu funcionamento: o estator e o rotor. O estator é a parte fixa do motor, presente em diversas máquinas, onde se encontram os enrolamentos das bobinas. O rotor é a parte girante do motor, que possui uma superfície com ranhuras e é construído com material ferromagnético de forma cilíndrica. Existem dois tipos de rotores: os bobinados e os de gaiola de esquilo.

O rotor tipo bobinado possui anéis coletores montados sobre o eixo do motor, nos quais se encontram os enrolamentos que não estão conectados a nenhuma fonte de alimentação. Já o rotor tipo gaiola é construído com lâmina de aço (ou outros materiais como alumínio, latão ou cobre), com os condutores paralelos ao eixo e entranhados nas fendas ao redor do perímetro do núcleo (JÚNIO, 2021).



Fonte: XAVIER, 2024.

O rotor é constituído pelo eixo, núcleo de chapas, barras e anéis de curto-circuito. O eixo transmite a energia mecânica gerada pelo motor, o núcleo de chapas é composto por chapas magnéticas fixadas ao eixo, enquanto as barras e anéis de curto-circuito são feitos de alumínio injetado sob pressão. (REGO, 2022)

## 2.4 Controlador lógico programável

Um Controlador Lógico é um componente eletrônico ajustável, empregado para gerenciar procedimentos industriais e automatizar máquinas e dispositivos. Foi concebido para substituir sistemas de controle mecânico e elétrico prévios, proporcionando maior versatilidade e simplicidade na programação.

Os CLPs consistem em um núcleo de processamento, memória destinada ao armazenamento do programa, portas de entrada e saída, e podem ser ampliados com módulos opcionais para aumentar sua capacidade. Sua operação é fundamentada em

um software desenvolvido em linguagens de programação específicas, como Ladder, Grafcet, Blocos de Funções, Lista de Instruções e Texto Estruturado.

Figura 2- Controlador Lógico Programável



Fonte: OTOMASYON, 2016.

Uma das vantagens primordiais desse controlador é sua simplicidade na manutenção e na substituição de peças, pois são concebidos com modularidade e substitutibilidade em mente. Além disso, proporcionam um controle de processos mais preciso e rápido, o que se traduz em maior eficácia e excelência na produção. (ARIOLI, 2023)

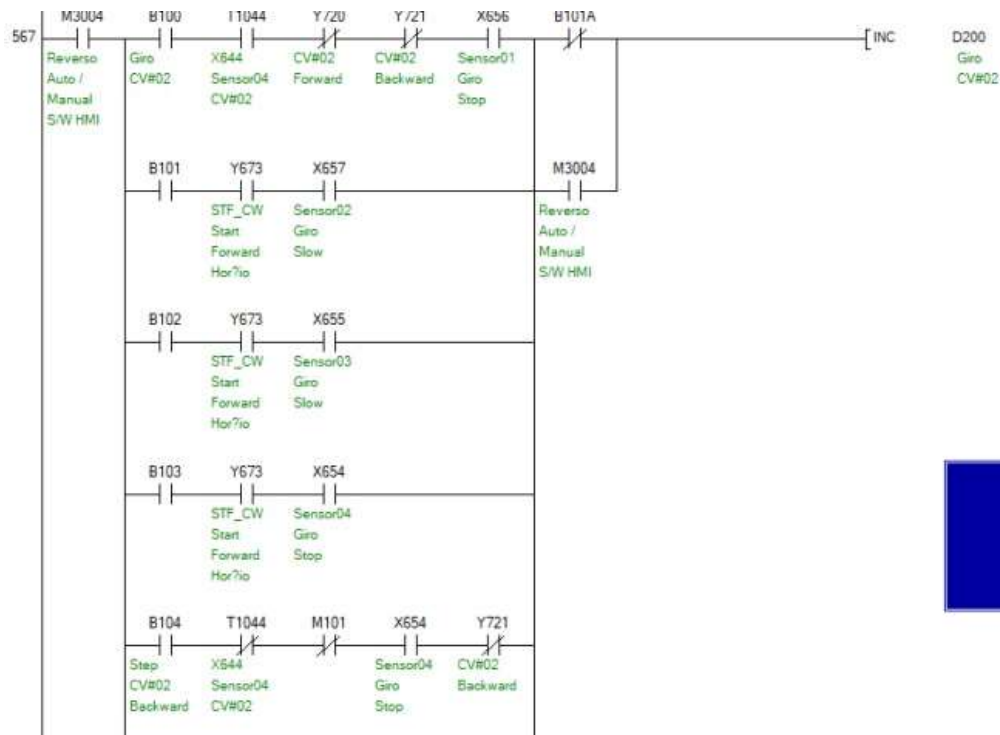
## 2.5 Linguagem de programação LADDER

A Linguagem Ladder é uma linguagem de programação comum e tradicionalmente usada para programar Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), amplamente empregados na automação industrial.

Sua estrutura é baseada em diagramas de contatos elétricos, com linhas horizontais representando alimentação de energia e linhas verticais representando contatos normalmente abertos ou normalmente fechados. Os elementos principais

incluem bobinas, que representam saídas do CLP, e contatos, que representam condições de entrada.

Figura 3- Linguagem Ladder



Fonte: Autor 2025.

Na programação em Linguagem Ladder, as operações lógicas são aplicadas de acordo com a condição dos contatos, seguindo uma abordagem de linha de execução. Os programas são compilados em código binário compreensível pelo CLP, permitindo que ele execute as instruções para controlar o processo industrial.

Vantagens incluem sua facilidade de entendimento devido à estrutura gráfica, flexibilidade e compatibilidade com diversos CLPs. No entanto, a complexidade limitada pode dificultar a expressão de lógicas complexas, e problemas de depuração podem ser desafiadores devido à natureza gráfica da linguagem. Além disso, a reutilização de programas pode ser menos prática em comparação com outras linguagens de programação.

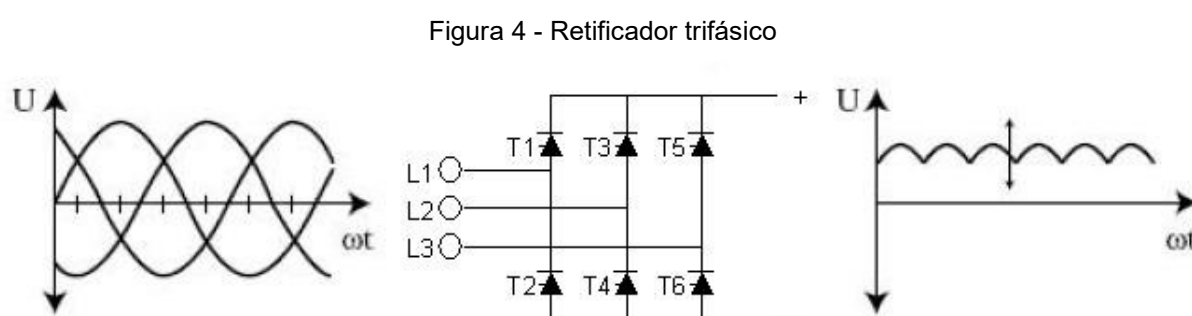
Apesar das limitações, a Linguagem Ladder permanece uma ferramenta essencial na automação industrial, devido à sua simplicidade e familiaridade para engenheiros e técnicos. Seu uso generalizado destaca sua eficácia e importância contínua no controle de processos industriais.

## 2.6 Inversor de frequência

Dispositivo capaz de regular a velocidade e o torque de motores ao modificar a frequência de saída. Esses inversores são subdivididos em três etapas, com o primeiro estágio destinado à retificação do sinal de entrada, o segundo para o controle do circuito intermediário e o terceiro para acionar os transistores de saída.

A etapa do retificador desempenha a função de converter o sinal de entrada alternado, proveniente da rede elétrica com uma tensão constante e frequência de 60Hz, em um sinal retificado. Isso é realizado através do uso de diodos, dispositivos semicondutores que permitem o fluxo de corrente em apenas uma direção conforme a Figura 6.

Após a retificação, o sinal passa por um circuito intermediário que regula a tensão retificada e armazena energia por meio de um banco de capacitores. Esse circuito, conforme descrito, cria uma fonte DC simétrica, onde um ponto de terra é utilizado como referência.

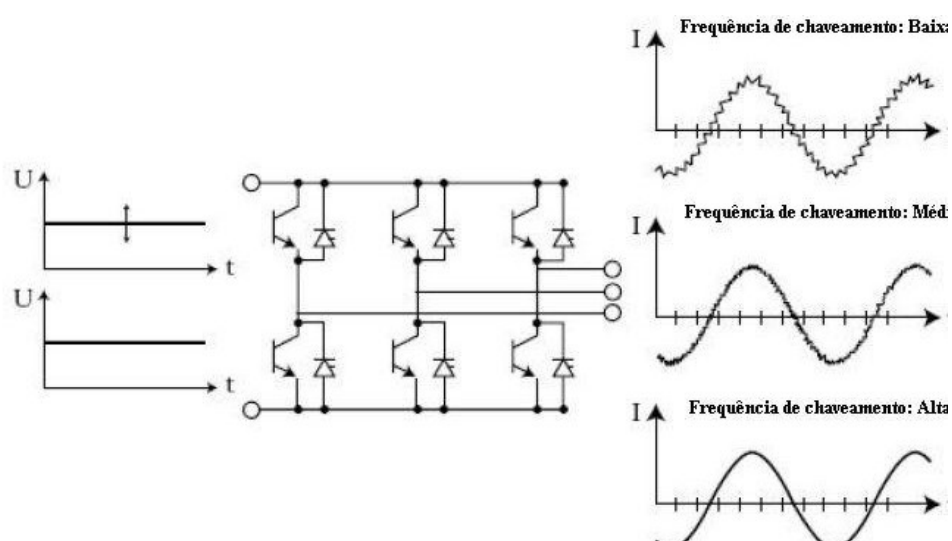


Fonte: TOMAZZI, 2018.

O controle da tensão de saída AC é geralmente realizado por meio de técnicas de modulação de largura de pulso (PWM). Isso envolve o controle da largura dos

pulsos de tensão para simular uma forma de onda senoidal. O circuito de controle determina a largura dos pulsos de acordo com o sinal de referência de velocidade e outros parâmetros de controle.

Figura 5- Circuito conversor de tensão na saída do inversor



Fonte: TOMAZZI, 2018

Em seguida, há o estágio do inversor, que consiste em seis transistores IGBTs. Esses transistores são responsáveis por converter a tensão contínua do barramento DC em um sinal alternado, cuja tensão e frequência podem variar. (LENHART, 2023).

### 3 PROPOSTA DO TRABALHO

Este trabalho propõe o desenvolvimento e implementação de um sistema automatizado para realizar a rotação de 180° de módulos de televisores em uma correia transportadora, com o objetivo de otimizar o posicionamento preciso dos módulos na linha de produção. Atualmente, essa tarefa é realizada manualmente, o que torna o processo lento e suscetível a erros. A automação do processo será realizada por meio da integração de um servo motor, que realizará a rotação do módulo junto à correia transportadora, e um CLP (Controlador Lógico Programável), responsável pelo controle de todo o sistema.

Além disso, o sistema contará com sensores de luz para detectar a presença ou ausência dos módulos sobre a correia, garantindo que a rotação seja acionada apenas quando o módulo estiver devidamente posicionado. O motor trifásico de indução será responsável por movimentar a correia transportadora, acionando tanto a rotação dos módulos quanto o seu deslocamento até o ponto de rotação. A sincronização entre o servo motor, o CLP e os sensores de luz permitirá que a correia gire junto com o módulo de maneira eficiente e precisa, evitando falhas operacionais e melhorando o fluxo de trabalho na produção. Com a implementação desse sistema automatizado, espera-se aumentar a produtividade, reduzir a intervenção humana e melhorar a precisão e a segurança na linha de produção.

## **4 METODOLOGIA**

A metodologia deste trabalho segue um processo estruturado e sequencial, começando com o levantamento de requisitos para entender as necessidades do processo produtivo e as especificações técnicas para o desenvolvimento do sistema de automação. A primeira etapa consiste na análise do ambiente de produção, do espaço disponível e das características dos módulos de televisores a serem manipulados. Após essa análise, passa-se para o dimensionamento do sistema, que envolve a seleção dos componentes mecânicos e eletrônicos necessários, como a correia transportadora, servo motor e CLP, garantindo a compatibilidade de todos os itens com os requisitos do projeto. Em seguida, o protótipo do sistema é desenvolvido, incluindo o projeto da estrutura da correia transportadora e a programação do CLP, utilizando linguagem ladder para controlar a rotação dos módulos. Após a construção, são realizados testes iniciais em ambiente controlado para validar o funcionamento do sistema, ajustando parâmetros como tempo de rotação e sincronização com a linha de produção.

### **4.1 Montagem do projeto**

Após realizar o levantamento detalhado das características da atividade a ser desenvolvida pela correia transportadora, como as dimensões e a massa dos módulos de televisores a serem posicionados, foi realizado o dimensionamento cuidadoso dos componentes principais. A seleção incluiu motor de indução, servo motor, rolos, correia transportadora, inversor de frequência e o CLP (Controlador Lógico Programável), priorizando o equilíbrio entre desempenho e custo. Para evitar gastos desnecessários, foram aproveitados diversos equipamentos já disponíveis na empresa, como cabos, quadro elétrico para organização dos componentes, disjuntores e trilhos, garantindo a otimização dos recursos.

Figura 6- Painel de força e comando das esteiras



Fonte: Autor, 2025.

Com os materiais definidos, a etapa de construção foi iniciada pela equipe de mecânica, que ficou responsável por montar a estrutura da correia transportadora. Esse processo envolveu a fabricação do chassi metálico, alinhamento preciso dos rolos para garantir o funcionamento uniforme da correia, a instalação do motor de indução acoplado à estrutura e a fixação de suportes para o servo motor e os sensores necessários. A estrutura foi projetada para suportar o peso dos módulos e os esforços mecânicos durante a operação. Foram utilizados sensores de posição estrategicamente posicionados para detectar a entrada e a saída dos módulos na

esteira, garantindo que cada módulo fosse processado corretamente dentro do fluxo automatizado.

Figura 7- Disposição dos componentes da correia



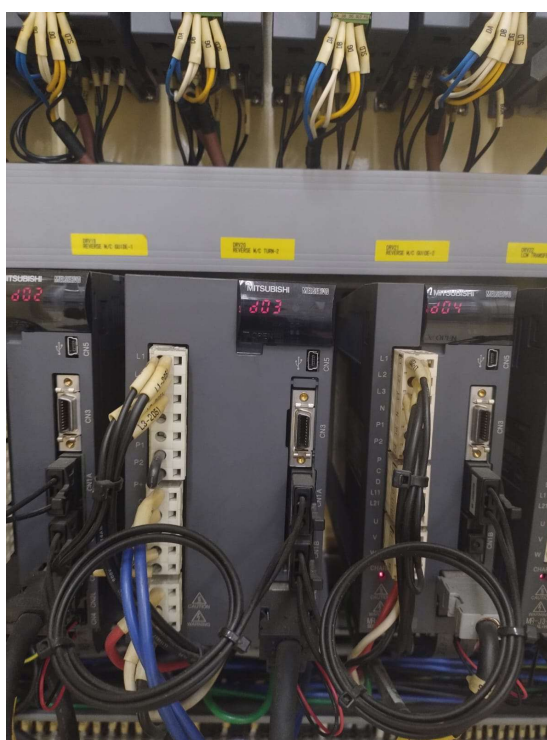
Fonte: Autor, 2025.

Simultaneamente, a equipe de elétrica iniciou a montagem do cabeamento de força e comando. Eles instalaram os cabos de alimentação do motor de indução e do servo motor, conectaram os disjuntores, organizaram todos os componentes no quadro elétrico e integraram o inversor de frequência ao sistema. O inversor foi configurado para ajustar a velocidade da correia transportadora de acordo com a necessidade, permitindo maior flexibilidade no controle do fluxo de módulos. Os sensores de entrada e saída dos módulos foram conectados ao CLP para garantir que cada etapa do processo fosse executada com precisão. A programação do CLP permitiu a sincronização entre os sensores e os motores, garantindo que a esteira transportadora realizasse os movimentos necessários com precisão.

A equipe de automação desenvolveu a programação do CLP em linguagem ladder, criando um código capaz de controlar tanto o motor de indução quanto o servo motor, garantindo a sincronização entre o movimento contínuo da correia transportadora e a rotação de 180° dos módulos. O programa foi estruturado para

executar diferentes etapas de funcionamento da esteira. Inicialmente, a esteira se movimenta no sentido horário até que o sensor de entrada detecte a chegada do módulo. Quando o módulo atinge a posição correta, a esteira para, e o servo motor é acionado para realizar a rotação de 180° do módulo.

Figura 8- Sistema de controle da correia



Fonte: Autor, 2025.

Após a rotação, a esteira começa a se movimentar no sentido anti-horário, transportando o módulo para a saída. Assim que o sensor de saída detecta que o módulo foi completamente retirado da esteira, o sistema se prepara para receber um novo módulo e reiniciar o ciclo.

Além dessas funções principais, a programação do CLP incorporou rotinas de segurança para evitar falhas e garantir a confiabilidade do processo. Foram implementadas paradas de emergência para situações onde o sistema detecta obstruções ou falhas mecânicas, além de alarmes que alertam os operadores sobre qualquer anormalidade durante a operação. A integração dos sensores, motores e do CLP permitiu um controle automatizado eficiente, otimizando a produção e reduzindo

a necessidade de intervenção manual. Dessa forma, a esteira transportadora foi desenvolvida para operar de maneira contínua e segura, garantindo a eficiência do processo produtivo e a integridade dos módulos de televisores movimentados.

Figura 9- Projeto em fase de testes



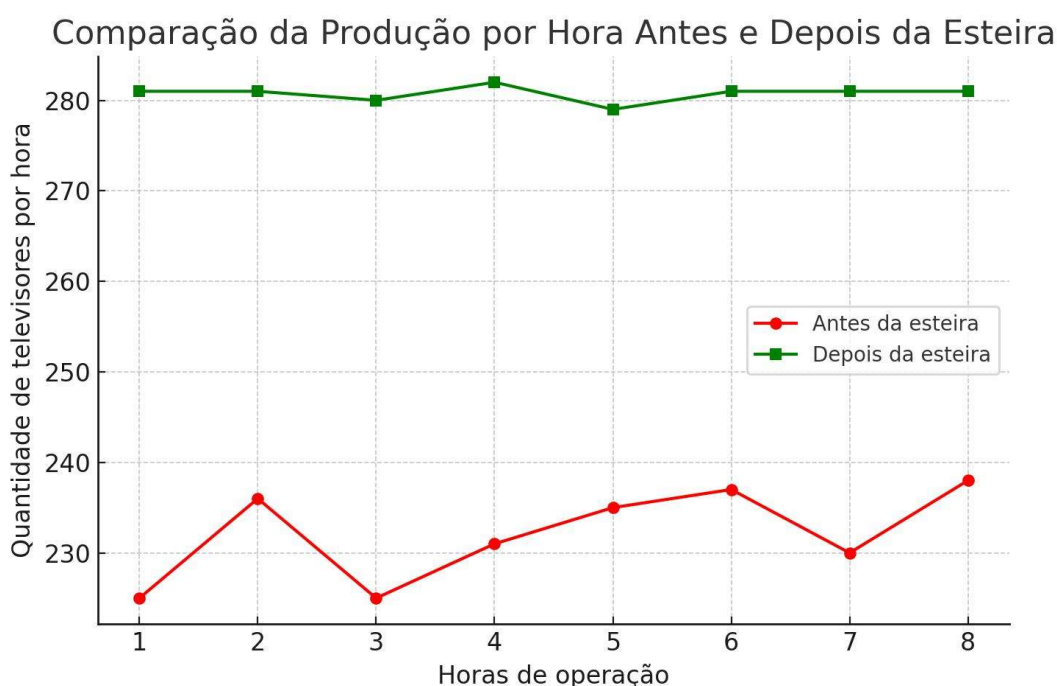
Fonte: Autor, 2025.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Gráfico 1, observa-se a variação na quantidade de televisores produzidos por hora antes e depois da implementação da esteira que realiza o posicionamento automático dos módulos. Antes da automatização, a produção apresentava oscilações mais significativas, com momentos de queda devido à dependência da ação humana, variações no ritmo de trabalho e a necessidade de pausas para descanso, o que comprometia a continuidade e consistência do processo. Essas falhas humanas, associadas a um fluxo de trabalho menos otimizado, resultavam em ineficiências e redução da capacidade produtiva. Com a introdução da esteira automatizada, a produção tornou-se mais estável e eficiente, reduzindo drasticamente a variabilidade e garantindo um fluxo contínuo. O sistema

automatizado eliminou as falhas humanas no posicionamento dos módulos, permitindo um aumento médio na quantidade de televisores produzidos por hora. Além disso, a otimização da linha de produção e a melhoria no ritmo de trabalho possibilitaram um ganho de produtividade substancial, refletindo diretamente na qualidade e no desempenho da operação.

Gráfico 1- Análise da eficiência do projeto implementado

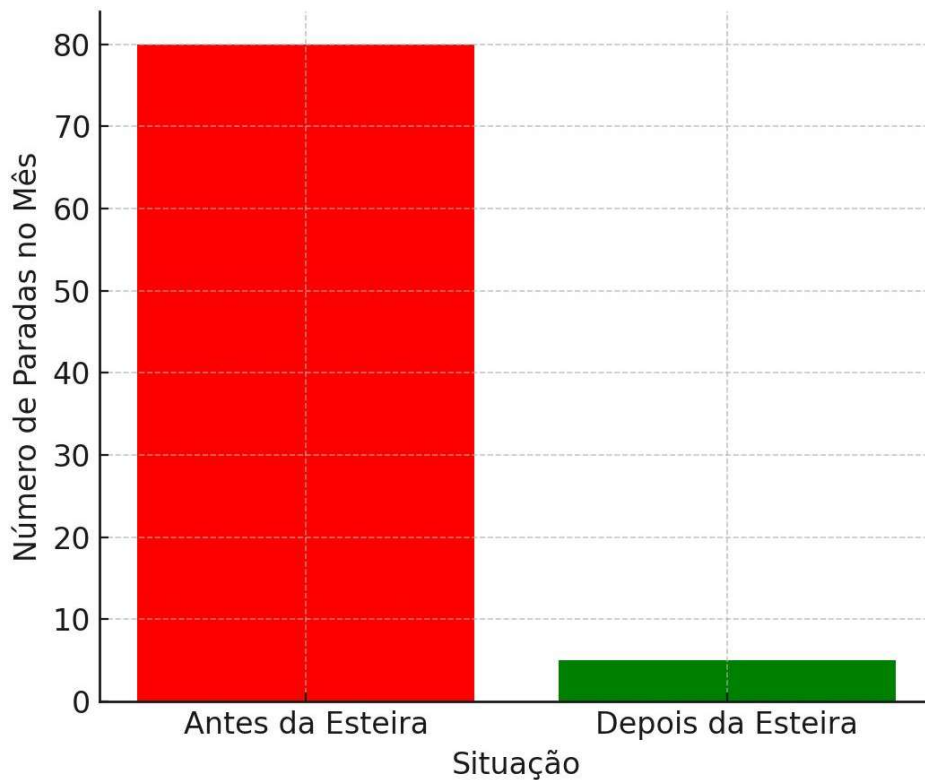


Fonte: Autor, 2025.

No Gráfico 2, é possível visualizar a drástica redução das paradas de linha ocasionadas por erros no posicionamento dos módulos. Antes da implementação da esteira automatizada, o posicionamento manual gerava uma média de 80 interrupções mensais, causadas por uma série de fatores como erros de alinhamento, necessidade constante de ajustes manuais e até mesmo a troca de operadores durante o turno. Essas interrupções não apenas prejudicavam a fluidez da produção, mas também aumentavam a carga de trabalho da equipe, que se via obrigada a realizar correções constantes, o que resultava em perda de tempo e produtividade. Com a automação, esse número caiu para apenas 5 ocorrências mensais, o que demonstra claramente o impacto positivo da tecnologia na

continuidade da operação. A redução drástica das paradas não só contribui para uma maior eficiência na linha de produção, mas também ajuda a minimizar desperdícios, que antes eram comuns devido aos erros humanos, e diminui a necessidade de retrabalho, já que o processo se tornou mais preciso e controlado. Como resultado, a produção se tornou mais confiável e consistente, permitindo que a fábrica opere de maneira mais fluida e com menos imprevistos. Esse ganho de continuidade no processo fortalece a capacidade de atender à demanda de forma mais rápida e com maior qualidade, refletindo diretamente na competitividade e sustentabilidade do processo produtivo.

Gráfico 2- Paradas do processo registradas por mês antes e depois da instalação do projeto



Fonte: Autor, 2025.

## 7 CONCLUSÃO

A implementação da esteira automatizada para o posicionamento dos módulos de televisores trouxe melhorias significativas para a linha de produção. Os dados apresentados evidenciam um aumento na eficiência operacional, refletido no crescimento da quantidade de televisores produzidos por hora e na redução das oscilações na produtividade. A automação permitiu um fluxo contínuo e preciso, eliminando erros decorrentes da operação manual e garantindo maior previsibilidade no desempenho da linha.

Além disso, a drástica diminuição das paradas de linha causadas por falhas no posicionamento dos módulos demonstra o impacto positivo da esteira no processo produtivo. A substituição do trabalho manual por um sistema automatizado reduziu a interferência de fatores humanos, como erros de alinhamento e pausas para substituição de operadores, resultando em maior estabilidade e confiabilidade no funcionamento da produção.

Portanto, a adoção da automação não apenas otimizou o rendimento da linha, como também trouxe benefícios adicionais, como menor necessidade de retrabalho, redução de desperdícios e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Dessa forma, o investimento na modernização do processo produtivo se mostrou essencial para aumentar a competitividade e a eficiência da empresa, garantindo um sistema mais robusto e sustentável a longo prazo.

## REFERENCIAIS

ARIOLI, Gabriel E. Abud. **Desenvolvimento de uma esteira transportadora**

**automatizada por controlador lógico programável.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2023. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/33174/1/desenvolvimentoesteiraautomatizada.pdf>>. Acesso em: 10 Jan. 2025

ARUN, P.; PRAJITH, N.; MELVIN, C.; SREEJITH, S. N.; SANDESH, S. **Design and development of an IoT based intelligent multi parameter screening system.** 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322012986>. Acesso em: 17 jan. 2025.

BELLAVER, Diego. **Automação de uma Prensa Hidráulica, Especificação e Programação dos Componentes.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica – Centro Universitário da Serra Gaúcha. Caxias do Sul, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.cruzeirosul.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4742/1/TCC%20-%20DIEGO%20BELLAVER.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2025.

CARDOSO, Fernanda Vieira et al. **Projeto de uma esteira transportadora aplicado na indústria de panificação.** Anais do Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias (SINACEN), v. 5, n. 1, p. 37-49, 2020.

CONCEIÇÃO, J. M. **Dimensionamento de uma esteira transportadora compacta e ajustável para transporte de Mercadoria.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal do Pará. Tucuruí, 2022. Disponível em: <[https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/3943/1/TCC\\_DimensionamentoEsteiraTransportadora.pdf](https://bdm.ufpa.br/bitstream/prefix/3943/1/TCC_DimensionamentoEsteiraTransportadora.pdf)>. Acesso em: 07 Jan. 2025.

KNUPPER, L. L; SEFRIN, H. S. **Campo girante trifásico:** 2013. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Campo\\_magn%C3%A9tico\\_rotativo&oldid=55888749](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Campo_magn%C3%A9tico_rotativo&oldid=55888749)>. Acesso em: 16 jan. 2025.

LENHART, Ismael. **Projeto de Retrofit de Automação para uma Máquina de Embutir Salsicha.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Controle e Automação – Universidade do Vale do Taquari - Lajeado, 2023. Disponível em: <<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/12657a92-867f-445f-b7f6-f1762349d5a6/content>>. Acesso em: 26 fev. 2024. Acesso em: 09 jan. 2025.

OTOMASYON. **Controlador Lógico Programável,** 2016. Aula. Disponível em: <https://czpomari.wordpress.com/2016/01/20/aula-4-clp/>. Acesso em: 15, jan. 2025.

PEREIRA, D. R. **Projeto mecânico de esteira transportadora com ênfase na ergonomia.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica – Centro Universitário da Serra Gaúcha. Caxias do Sul, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.fsg.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4987/1/TCC%20-%20DANIEL%20RAFAEL%20PEREIRA.pdf>>. Acesso em: 09 Jan. 2025.

REGO, Paulo A. Freire. **Acionamento da Correia Transportadora com Inversor de Frequência.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica – Faculdade Marta Falcão. Manaus, 2022.

SILVA, D. R. **Cosumo de energia de uma correia transpotadora utilizada em unidade de armazenamento de grãos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campos de cascavel, 2020. Disponível em:<[https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4976/5/Dayani\\_Silva2020.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4976/5/Dayani_Silva2020.pdf)>. Acesso em: 08 Jan. 2025.

TOMAZZI, José. **O que é Inversor de Frequência**, 2018. Disponível em:<<https://www.asterroeletricidade.com.br/blog/eletrica/o-que-faz-o-inversor-de-frequencia-e-como-especificar/>>. Acesso em: 20 jan. 2025.