

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO AUTOMATIZADO PARA O PROCESSO DE SOLDAGEM DE TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE COMBUSTÍVEL

Daniel Osmar Brust¹, Talis Piovesan²

Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi – Panambi-RS, Brasil
e-mail: daniel.481@outlook.com

Resumo - Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação de um dispositivo automatizado para a realização das soldas do bocal e da emenda de topo em tanques de armazenamento de combustíveis fabricados em alumínio. Esses tanques são amplamente utilizados em caminhões e carretas, sendo essenciais para a logística de transporte no Brasil.

Atualmente, o processo de soldagem dessas regiões é feito com dispositivos manuais, o que gera limitações em termos de ergonomia, segurança e produtividade. O projeto propõe a substituição do sistema manual por um dispositivo automatizado, com torres motorizadas, cilindros pneumáticos, sensores e sistemas de segurança como cortinas de luz e botoeiras de emergência. A automação visa atender às exigências da NR-12, melhorar a ergonomia dos operadores, agilizar o setup e garantir maior precisão no processo, aumentando a eficiência da produção.

Palavras-Chave – Automação industrial, Dispositivo de solda, NR-12, Tanques de alumínio, Segurança, Ergonomia.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED DEVICE FOR THE WELDING PROCESS OF FUEL STORAGE TANKS

Abstract - This study presents the development and implementation of an automated device for performing nozzle welding and butt joint welding on aluminum fuel storage tanks. These tanks are widely used in trucks and trailers and play an essential role in Brazil's transportation logistics.

Currently, the welding process for these regions is carried out using manual devices, which results in limitations regarding ergonomics, safety, and productivity. The proposed project replaces the manual system with an automated device incorporating motorized towers, pneumatic cylinders, sensors, and safety systems such as light curtains and emergency stop buttons. The automation is designed to comply with the requirements of NR-12, improve operator ergonomics, reduce setup time, and ensure greater precision in the welding process, thereby increasing production efficiency.

Keywords – Industrial automation, Welding device, NR-12, Aluminum tanks, Safety, Ergonomics, Pneumatics, Mechanics.

NOMENCLATURA

ANTT - Agência Nacional de Transporte Terrestres

NR - Norma Regulamentadora

NBR - Norma Brasileira

IHM - Interface homem máquina

CLP - Controlador Lógico Programável

I. INTRODUÇÃO

Os caminhões e carretas representam o principal meio de transporte terrestre de mercadorias no Brasil e em grande parte do mundo, de acordo com pesquisas da Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT), sendo que cerca de 60% dos transportes no Brasil são realizados por rodovias,” [1]. Eles são responsáveis pela logística de matérias primas, insumos, produtos acabados, alimentos, combustíveis, materiais industriais e agrícolas, conectando vários setores de produção e distribuição. A confiabilidade dos componentes desses veículos, como os tanques de armazenamento de combustíveis de alumínio, são vitais para garantir que a cadeia logística funcione de forma eficiente, segura e sem interrupções. Qualquer falha nesses tanques pode resultar em vazamentos, riscos ambientais, prejuízos operacionais e atrasos na entrega de cargas.

Os tanques de combustíveis de alumínio, utilizados em veículos de transporte de carga, como caminhões, carretas, semi reboques e veículos especiais, desempenham um papel fundamental e indispensável para o funcionamento do sistema de abastecimento, sendo responsáveis pelo depósito seguro de combustíveis e fluidos, devido a aplicação em ambientes severos e a necessidade de alta confiabilidade, é de extrema importância que os tanques de combustível estejam em perfeitas condições estruturais, especialmente nas regiões de solda, para evitar qualquer tipo de avaria.

A integridade das soldas, tanto na junção longitudinal quanto na fixação do bocal, é um fator crítico para garantir a durabilidade e a segurança do conjunto.

Com a crescente demanda por eficiência, qualidade e principalmente segurança nos processos de fabricação, cada vez mais as empresas buscam soluções automatizadas nas etapas industriais para garantir a melhor integração entre a tecnologia e a mão de obra.

Avaliando-se o processo de fabricação de uma indústria do ramo metalmeccânico no estado do Rio Grande do Sul, verifica-se que o processo de soldagem dessas regiões do tanque de armazenamento de combustíveis ainda é realizado com o auxílio de dispositivos manuais, que embora funcionais, apresentam limitações quanto à repetibilidade, ergonomia e segurança operacional.

Desta forma, o objetivo principal do trabalho é desenvolver e implementar um dispositivo automatizado de posicionamento do tanque, com foco em aumentar a segurança, a ergonomia e a repetibilidade do processo.

Na Figura 1, podemos visualizar a solda do bocal que é realizada no dispositivo em questão.

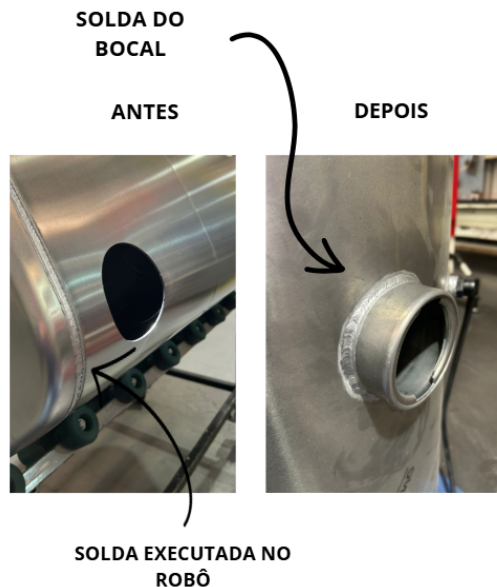


Figura 1 - Solda do bocal.

O dispositivo também contempla a etapa da solda de topo, que representa a junta de solda das tampas com a solda longitudinal da emenda do tanque, visto da Figura 2.

Com avanço de torres automáticas por meio de motor elétrico e redutor, apertos com cilindros pneumáticos e com toda a parte de segurança feita por barreiras e botoeiras de emergência, esse projeto visa a substituição de um dispositivo manual existente, por um dispositivo mais robusto, seguro e ergonômico.

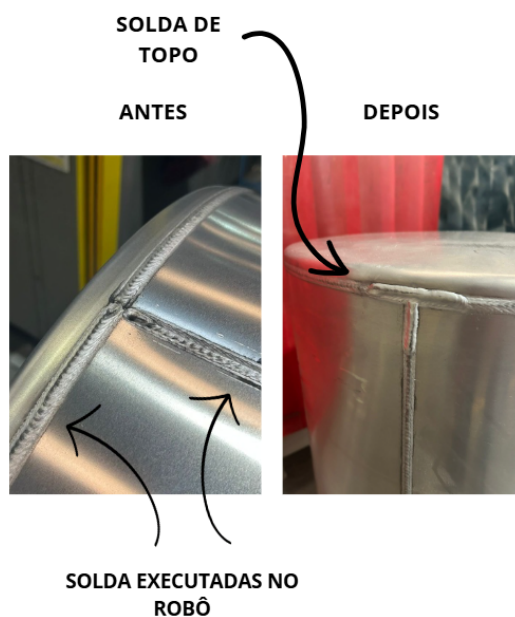


Figura 2 - Solda de topo.

A implementação do novo dispositivo tem em vista atender as normas de segurança e ergonomia, para diminuir os riscos operacionais, facilitar o manuseio do operador com o equipamento e aumentar a produtividade.

A indústria vem passando por um período de transformação significativa impulsionada pela busca constante de maior eficiência, qualidade e segurança nos processos produtivos. Um artigo da VDI Brasil aponta que “a indústria nacional está sendo moldada pela busca constante em tecnologia, digitalização e sustentabilidade. A pressão por reduzir impactos ambientais e aumentar a produtividade são constantes e requerem um movimento ágil” [2]. A implementação de tecnologias automatizadas tem sido uma das principais estratégias adotadas pelas empresas para atender a essas demandas. No setor de fabricação de tanques de alumínio utilizados em veículos de transporte de carga, essa tendência se mostra altamente relevante, considerando a elevada demanda por produtos com qualidade, segurança e padronização.

Nesse cenário, a automação industrial assume papel fundamental na modernização dos processos produtivos. Por meio da utilização de sistemas automatizados, torna-se possível otimizar operações, aumentar a produtividade, melhorar as condições de trabalho e simplificar atividades executadas pelos operadores. Além disso, a automação possibilita o monitoramento e o controle das variáveis do processo, promovendo a integração entre os sistemas de produção e os recursos digitais empregados na indústria [3].

Nesse contexto, a substituição de dispositivos manuais por sistemas automatizados representa uma mudança significativa, permitindo maior repetibilidade dos processos, redução da variabilidade causada por fatores humanos, melhoria das condições ergonômicas e aumento da produtividade. Além disso, a automação industrial contribui para a melhoria da qualidade dos produtos, redução de perdas e aumento da competitividade das empresas [7].

Essa modernização está diretamente alinhada com os requisitos da Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12), que estabelece diretrizes técnicas e medidas de proteção voltadas à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores que operam máquinas e equipamentos industriais. A norma define princípios fundamentais e requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, abrangendo desde as etapas de projeto e construção até a utilização dos equipamentos [6].

A abrangência da NR-12 em relação à segurança estende-se desde o projeto e fabricação até a operação, manutenção e descarte dos equipamentos. No que diz respeito à segurança operacional, a norma determina que as máquinas sejam equipadas com dispositivos de parada de emergência capazes de evitar ou minimizar situações de risco. Dessa forma, a presença de um ou mais dispositivos de parada de emergência é um requisito essencial para garantir a segurança dos operadores durante a utilização dos equipamentos [6].

Além disso, os sistemas de segurança devem incluir proteções fixas, móveis e dispositivos interligados que assegurem a proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores [6].

Portanto, a implementação do dispositivo automatizado para a solda de topo e do bocal em tanques de alumínio não apenas melhora a eficiência e a qualidade do processo, mas também contribui para a conformidade com os requisitos da NR-12, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro, ergonômico e produtivo.

II. O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TANQUES DE ARMAZENAMENTO DE COMBUSTÍVEIS DE ALUMÍNIO E OS SEUS DESAFIOS

O processo de soldagem do alumínio apresenta desafios técnicos que exigem atenção especial. Um dos principais fatores é sua elevada condutividade térmica, que, quando comparada à do aço, promove uma rápida dissipação de calor durante a soldagem. Como consequência, podem ocorrer dificuldades na formação da poça de fusão no início do arco elétrico, além da necessidade de empregar maiores velocidades de soldagem para garantir a qualidade do processo [4].

Além disso, seu ponto de fusão é relativamente baixo, o que exige controle preciso da temperatura para evitar perfurações ou deformações. O alumínio apresenta ponto de fusão de aproximadamente 660 °C. Essa menor temperatura exige uma maior velocidade na soldagem de chapas finas e pequenos tubos, evitando o risco de vazamentos e deformações [4].

Outro fator importante em relação à soldagem do alumínio é a alta sensibilidade à contaminação, especialmente por óleos, graxas e umidade, que podem comprometer a qualidade da solda e gerar defeitos como porosidade e trincas. Dessa forma, antes de iniciar o processo de soldagem, a superfície deve ser limpa para remover materiais orgânicos, resíduos, umidade e óxidos. Para isso, podem ser utilizados produtos químicos ou solventes, como desengraxantes, álcool isopropílico e soluções específicas de limpeza, garantindo a correta descontaminação da peça.

Tendo em vista que, na etapa de estamparia, processo anterior à soldagem, utiliza-se óleo lubrificante sobre as chapas para facilitar o deslizamento sob a matriz e o punção, torna-se necessária uma limpeza detalhada antes dos processos de soldagem, a fim de garantir que as peças manipuladas não apresentem imperfeições que possam comprometer a qualidade da junta soldada.

Outro aspecto crítico quanto ao processo de soldagem do alumínio é a dificuldade de inspeção das soldas, já que muitos defeitos são internos e não são visíveis a olho nu. Dessa forma, torna-se necessário o emprego de técnicas de inspeção, como o teste de estanqueidade. Conforme estabelece a NBR 7505, todos os tanques devem ser submetidos a ensaios que comprovem a inexistência de vazamentos e garantam a integridade do sistema. Para tanques compartimentados, cada compartimento deve ser testado individualmente. A norma prevê a realização do ensaio por meio da aplicação de ar pressurizado, seguida da verificação dos cordões de solda com solução de água e sabão, ou pelo enchimento completo do tanque com água sob pressão controlada para identificação de possíveis vazamentos. Além disso, após a instalação do tanque e de suas tubulações, deve ser realizado um ensaio de

estanqueidade abrangendo todo o sistema de armazenagem, incluindo tanque, tubulações e conexões [5].

Todos os tanques, após a etapa de soldagem, devem passar por esse teste de modo a garantir que não ocorra nenhuma trinca, vazamento ou qualquer outra inconformidade.

Atualmente, os tanques de alumínio passam pelo processo de soldagem automatizada em robô, responsável pela execução das soldas das tampas e da solda longitudinal. Contudo, a partir de análises e testes, definiu-se que a solda do contorno do bocal e a solda de topo devem ser realizadas manualmente no dispositivo em questão. Essa decisão se deve à deformidade existente no recorte do bocal, que gera um *gap* de solda bastante variável.

A iniciativa de automação busca melhorar a qualidade final do produto, substituindo o dispositivo manual atual por um sistema automatizado com sistemas de segurança integrados. Além disso, pretende-se aprimorar a ergonomia e a segurança dos operadores, minimizando esforços físicos e reduzindo os riscos de acidentes. O projeto prevê ainda a integração de sensores e atuadores para monitoramento e controle do posicionamento do tanque no dispositivo, aumentando a eficiência dessa etapa do processo.

A escolha por desenvolver um dispositivo automatizado para a solda da junção longitudinal quanto na fixação do bocal se justifica pela necessidade de modernização dos processos produtivos, visando atender à crescente demanda do setor de transporte de cargas com maior qualidade, segurança e eficiência. O processo atual, como citado anteriormente, realizado com dispositivos manuais, apresenta limitações significativas quanto à repetibilidade, ergonomia e controle de qualidade, especialmente considerando os desafios técnicos da soldagem do alumínio.

Por fim, a adoção de tecnologias automatizadas representa um avanço estratégico para a empresa, promovendo ganhos em produtividade, maior segurança operacional, redução de retrabalhos e maior confiabilidade no produto, o que é essencial para manter a competitividade no mercado e assegurar a integridade dos tanques utilizados em aplicações críticas de transporte.

III. CARACTERÍSTICAS DA MÁQUINA EM ESTUDO

Atualmente, o processo de soldagem da junção “T” e do contorno do bocal em tanques de alumínio realiza-se com o auxílio de um dispositivo manual, visto na Figura 3, considerado difícil de manusear. Esse equipamento, embora tenha cumprido sua função ao longo dos anos, apresenta diversas limitações que impactam diretamente na produtividade, na qualidade final do produto e principalmente na segurança e ergonomia do operador.

O processo de solda de topo e do bocal está na etapa posterior ao robô de solda, onde é feita toda a solda das tampas, como podemos ver no fluxograma da Figura 4.

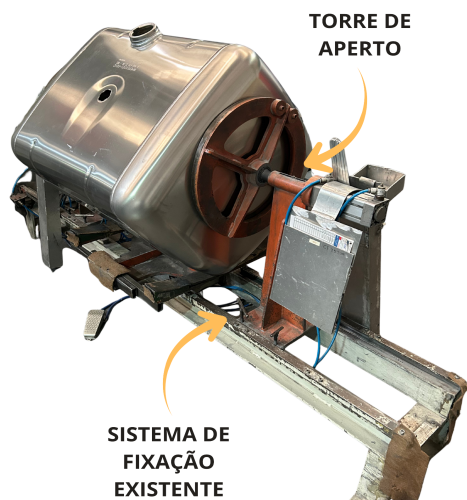


Figura 3 - Dispositivo existente

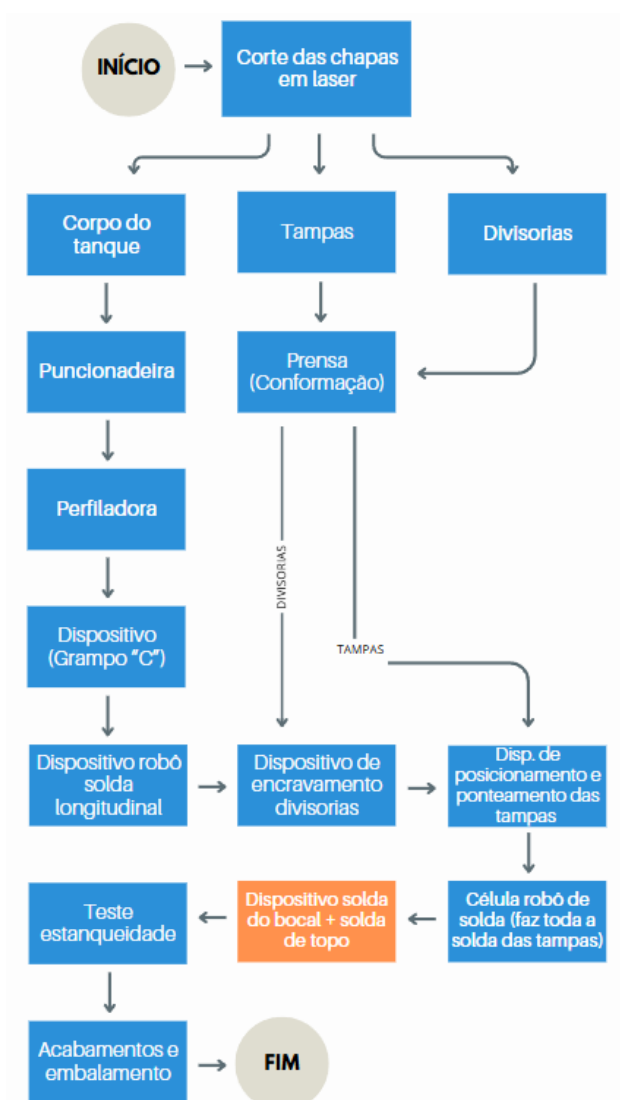


Figura 4 - Fluxo do processo atual

O dispositivo atual consiste em uma estrutura com a movimentação manual, onde o tanque é posicionado manualmente em cima dos berços de apoio com auxílio de

talha elétrica pelos operadores. Assim, para cada tanque de alumínio necessita-se de um ajuste de distância das torres de aperto. Então, após o posicionamento do tanque em cima dos berços de apoio, o operador solta os parafusos de travamento da torre (destacados em amarelo na Figura 5) e movimenta a torre para próximo ao tanque para realizar o aperto do cilindro pneumático que é acionado por uma pedaleira.

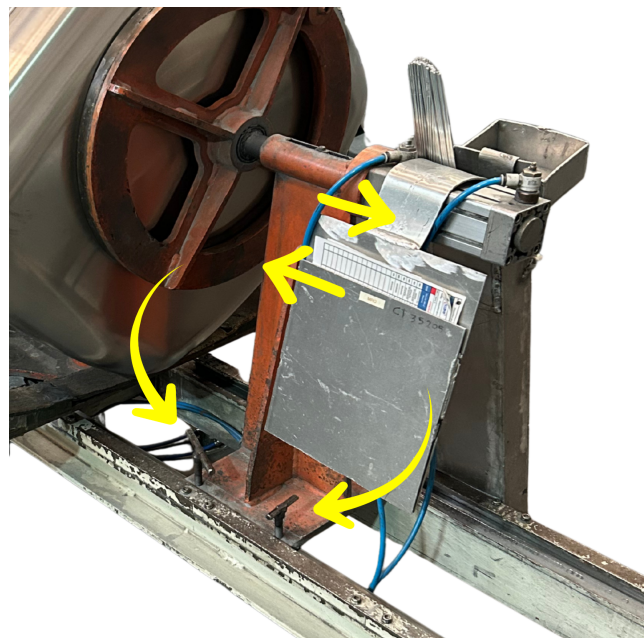


Figura 5 - Torres móveis

Quando feito o alinhamento e aperto do tanque, o operador posiciona e ponteia o bocal no tanque com auxílio de uma máscara de montagem semelhante à da Figura 6. Assim, após a fixação ele realiza a solda em todo o contorno do bocal, realizando um giro no tanque para ajudar no acesso de solda. Além do mais, após a solda do bocal ele faz novamente um giro para deixar o tanque em posição para finalizar fazendo a solda de topo.

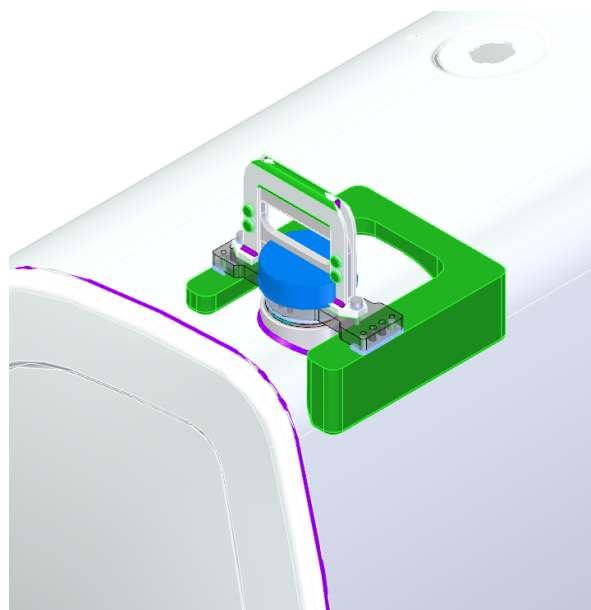


Figura 6 - Máscara para pontejamento do bocal

Essa operação é essencial no processo produtivo do tanque, porém como mencionado anteriormente apresenta limitações ergonômicas. O operador precisa realizar movimentações físicas, como ajustar as torres de aperto e erguer o tanque para não pegar nos berços quando fazer o giro, tudo isso em uma postura muitas vezes inadequada. A ausência de sistemas automatizados de movimentação e posicionamento exigem esforço físico constante, o que pode levar à fadiga, desconforto e até lesões por esforço repetitivo ao longo do tempo.

Além disso, o acesso às áreas de solda nem sempre é facilitado, obrigando o operador a trabalhar em posições desfavoráveis por longos períodos. Essa condição compromete não apenas a saúde do trabalhador, mas também a qualidade da solda, já que a precisão e o controle são diretamente afetados pela postura e pelo conforto durante a execução.

Do ponto de vista produtivo, o processo atual é altamente dependente da habilidade individual do operador. Assim, o tempo necessário para ajustar o dispositivo, posicionar o tanque, realizar os pontesamentos e executar a solda é elevado, impactando diretamente na cadência de produção.

Outro fator limitante é a ausência de integração com sistemas de monitoramento e controle. O dispositivo não possui sensores ou atuadores que permitam verificar o posicionamento correto do tanque ou a posição de aperto das torres, o que dificulta o controle do processo.

Diante dessas limitações, fica evidente que o dispositivo atual não atende mais às exigências modernas de segurança e ergonomia, que demandam a redução da exposição dos operadores a riscos mecânicos, a minimização dos esforços físicos, a adequação às normas regulamentadoras vigentes, especialmente a NR-12, e a adoção de soluções automatizadas que proporcionem maior eficiência, precisão e confiabilidade ao processo. Portanto, a substituição por um sistema automatizado é uma medida necessária para garantir a integridade física dos operadores, aumentar a eficiência do processo e melhorar as condições gerais de trabalho.

IV. PROJETO MECÂNICO DO SISTEMA AUTOMATIZADO

O projeto mecânico do sistema foi desenvolvido a partir das limitações dimensionais, estruturais, funcionais e normativas impostas pelo próprio equipamento e pelo processo produtivo ao qual se destina. Essas limitações incluem principalmente o comprimento e o peso do maior tanque em questão, mas também o peso do conjunto, os esforços mecânicos gerados durante o aperto, as condições de acesso do operador e os requisitos de segurança estabelecidos pela NR-12.

Dessa forma, o projeto mecânico teve como objetivo garantir a correta acomodação, movimentação e fixação do tanque, assegurando estabilidade, repetibilidade e segurança durante toda a operação, além de possibilitar integração com os sistemas elétrico, pneumático e de automação.

A. Estrutura base do dispositivo

O dimensionamento da base do dispositivo foi definido considerando, primeiramente, as dimensões máximas do tanque modelo G (grande), com 1660 mm de comprimento e 41 kg, vistos na Figura 7. A partir destes dados, projetou-se uma base capaz de suportar não apenas a carga estática do tanque, mas também os esforços dinâmicos gerados pelos sistemas de movimentação e aperto durante o ciclo operacional.

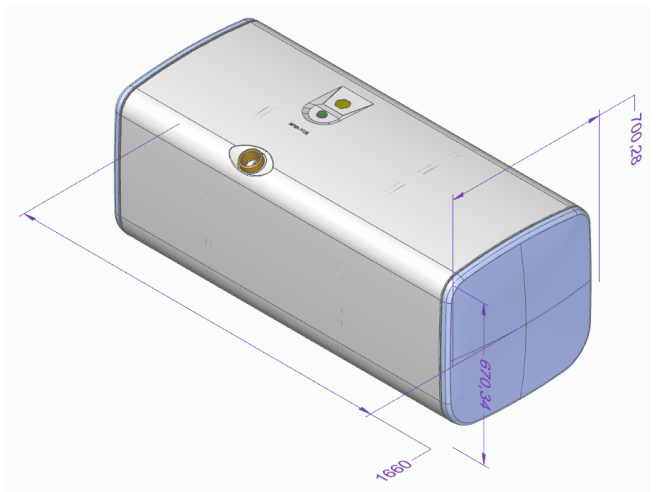


Figura 7 - Tanque de combustível tamanho "G"

Optou-se pela construção da base por meio de um conjunto soldado devido à necessidade de elevada rigidez estrutural e estabilidade dimensional. Uma base de menores dimensões não atenderia aos requisitos de estabilidade e distribuição de cargas, podendo resultar em flexões excessivas e perda de alinhamento dos sistemas móveis. Por outro lado, uma base superdimensionada implicaria aumento de peso, custo de fabricação e dificuldades de movimentação e manutenção do equipamento, sem benefícios significativos ao processo.

As dimensões finais da base foram, portanto, definidas de forma a acomodar o maior tanque previsto, o curso necessário das torres de movimentação e os componentes auxiliares, garantindo espaço adequado para instalação, manutenção e atendimento aos requisitos ergonômicos e de segurança.

B. Torres de movimentação e sistema de aperto do tanque

As torres de movimentação foram projetadas em função da necessidade de realizar o aperto do tanque de forma uniforme e alinhada, respeitando o comprimento máximo do produto e os pontos estruturalmente adequados para aplicação da força de fixação. Assim, optou-se pelo uso de duas torres dispostas simetricamente sobre a base para garantir a distribuição equilibrada dos esforços mecânicos durante o aperto. Ainda, ressalta-se que a utilização de apenas uma torre não permitiria assegurar o paralelismo e o alinhamento do tanque durante o aperto.

Desta forma, as torres foram concebidas como conjuntos soldados, garantindo a resistência mecânica suficiente para

suportar os esforços resultantes do aperto sem deformações. No topo de cada torre, definiu-se a utilização de placas de aperto acionadas por cilindros pneumáticos.

C. Mecanismo de conversão de movimento das torres

O mecanismo de movimentação das torres foi definido considerando a necessidade de deslocamento linear sincronizado, controle preciso da posição e capacidade de ajustar o posicionamento conforme diferentes modelos de tanque.

Optou-se por um sistema acionado por motor elétrico, com transmissão de movimento realizada por engrenagens e correias até um eixo principal roscado, com as torres deslizando sobre guias lineares e patins. Essa solução permite converter o movimento rotativo do motor em movimento linear das torres por meio de buchas roscadas fixadas às estruturas móveis.

Essa configuração foi escolhida em função de suas limitações e vantagens técnicas: sistemas alternativos, como acionamentos pneumáticos, não oferecem precisão suficiente de posicionamento nem controle contínuo do deslocamento; já sistemas hidráulicos, embora robustos, seriam desnecessariamente complexos e encareceriam o dispositivo.

Desta forma, o sistema adotado permite controle fino do deslocamento, sincronismo entre as torres e facilidade de manutenção, atendendo aos requisitos funcionais do equipamento.

D. Sistema de berços de apoio

O sistema de berços de apoio foi projetado considerando o peso do tanque, sua geometria e a necessidade de garantir alinhamento adequado durante o carregamento e o processo de fixação. Os berços foram dimensionados para suportar o peso máximo do produto sem deformações, distribuindo as cargas de maneira uniforme sobre a base.

Optou-se pelo acionamento pneumático dos berços em função da necessidade de movimentos rápidos, repetitivos e confiáveis, além da facilidade de integração com o sistema de automação. O curso dos cilindros foi definido a partir da altura necessária para posicionar corretamente o tanque entre os pontos de fixação das torres.

E. Adequações do projeto mecânico à NR-12

O projeto mecânico incorporou medidas de segurança conforme os requisitos da NR-12, considerando as zonas de risco geradas pelas partes móveis do equipamento. Foram previstas proteções físicas fixadas para limitar o acesso às áreas de movimentação. Além das proteções físicas fixas, foi especificada uma cortina de luz de segurança, com altura de proteção de 1200 mm, destinada ao monitoramento da área de acesso do operador.

Os problemas encontrados no equipamento obsoleto e as principais áreas de risco são avaliadas na Figura 8.



Figura 8 - Dispositivo antigo

V. PROJETO ELÉTRICO DO SISTEMA

O projeto elétrico do sistema foi desenvolvido a partir das necessidades de alimentação, acionamento, controle e proteção dos componentes do equipamento, considerando as cargas elétricas envolvidas, os níveis de tensão adequados e os requisitos normativos aplicáveis às máquinas industriais.

A- Alimentação elétrica e acionamento do motor elétrico

Inicialmente, foi realizado o levantamento das cargas elétricas do sistema, contemplando os circuitos de potência e de comando, conforme apresentado na Tabela 1. A partir desses valores, e tendo em vista a tensão de entrada de 380V foram definidos os dispositivos de proteção e os condutores elétricos, considerando as correntes nominais e as características de operação dos equipamentos.

TABELA 1

ESTIMATIVA DE CARGAS ELÉTRICAS DO SISTEMA	
EQUIPAMENTO	POTÊNCIA
COMANDO	
Fonte de alimentação	120 W
CLP + expansão	15 W
Sensores	5 W
Torre de sinalização	5 W
Relés + bobinas	20 W
Subtotal Comando	165 W
POTÊNCIA	
Motor trifásico	400 W (0,5 CV)
Perdas do inversor de frequência	50 W
Subtotal Potência	± 450 W

Optou-se pela utilização de alimentação trifásica para suprir as demandas de potência do motor, garantindo rendimento adequado e compatibilidade com o ambiente industrial. Dessa forma, o acionamento das torres é realizado por um motor trifásico de 400W (0,5 CV) e controlado por um inversor de frequência de modelo Delta MS300, com capacidade máxima de alimentação de motores de 7,5 CV. Embora a potência nominal do inversor seja superior à potência requerida pelo motor, sua utilização foi definida por critérios de padronização e disponibilidade de componentes, proporcionando ampla margem de segurança para operação, proteção e controle de velocidade do sistema.

Para os circuitos de comando e automação, optou-se pela fonte de alimentação da marca Omron, modelo 24V/5A/S8Vkc-C12024, responsável por fornecer uma tensão contínua de 24V para alimentar o CLP, os sensores, os dispositivos de sinalização e os circuitos de controle. Essa separação entre circuitos de potência e comando contribui para maior confiabilidade e redução de interferências elétricas no sistema.

B - Dispositivos de comando e sinalização

Os dispositivos de comando foram definidos considerando a necessidade de operação simples, segura e intuitiva. Assim, os botões de comando, parada e emergência foram posicionados conforme critérios ergonômicos. Ainda, a sinalização luminosa foi prevista para indicar estados operacionais, falhas e condições de segurança, permitindo rápida identificação da condição do equipamento pelo operador e pela equipe de manutenção.

C - Sistema de controle e segurança

Optou-se pela utilização de um CLP dedicado ao controle do processo (modelo XP 340) e um CLP específico para a segurança (modelo G9SP-N20S Omron), em função da necessidade de confiabilidade, redundância e atendimento aos requisitos da NR-12. Desta forma, essa separação assegura que as funções de segurança permaneçam ativas independentemente do estado do controle convencional do processo.

Como dispositivo de proteção da área de acesso do operador, foi especificada uma cortina de luz de segurança Keyence, modelo GL-VM119FP, com altura de proteção de 1200 mm. O equipamento realiza o monitoramento contínuo da zona protegida e, quando qualquer feixe luminoso é interrompido, envia um sinal ao CLP de segurança, que promove a parada imediata dos movimentos do equipamento. Essa integração garante a proteção do operador durante as operações de carga, descarga e soldagem, atendendo aos requisitos da NR-12 para sistemas de segurança em máquinas.

D - Painel Elétrico

O painel elétrico de comando constitui o núcleo de integração entre os subsistemas mecânico, pneumático e de automação do dispositivo. Cada componente desempenha uma função específica, mas todos se articulam de forma

complementar para assegurar o funcionamento contínuo, seguro e eficiente da máquina.

Os disjuntores garantem a proteção contra sobrecorrentes e curtos-circuitos, isolando falhas e preservando a integridade dos demais dispositivos. A fonte de 24Vcc alimenta os circuitos de comando, fornecendo energia estável para os CLPs, sensores, relés e sinalizadores. Os bornes de passagem organizam e distribuem as conexões elétricas, permitindo a interligação ordenada entre os módulos e facilitando manutenções futuras.

O inversor de frequência é responsável pelo acionamento do motor trifásico, regulando velocidade e torque conforme as exigências do processo de movimentação das torres. A comunicação entre os controladores e a IHM é viabilizada pelo switch de rede, que assegura troca de dados em tempo real e integração com os demais dispositivos de automação.

O CLP de controle, juntamente com módulos de expansão, executa a lógica sequencial do processo, coordenando os movimentos das torres, cilindros pneumáticos e berços de apoio. Em paralelo, o CLP de segurança atua de forma independente, monitorando cortinas de luz, botoeiras de emergência e demais dispositivos de proteção, em conformidade com a NR-12. Os relés funcionam como interfaces de acionamento, isolando sinais de comando e garantindo a operação segura dos atuadores.

Por fim, a IHM disponibiliza ao operador uma interface intuitiva para monitoramento do processo, ajuste de parâmetros e identificação de falhas, consolidando a integração entre homem e máquina. Dessa forma, o painel elétrico não apenas alimenta e protege os circuitos, mas também coordena e supervisiona toda a automação, assegurando repetibilidade, segurança e eficiência operacional. Por fim, podemos visualizar a lógica de comunicação entre os equipamentos do painel elétrico na Figura 9.

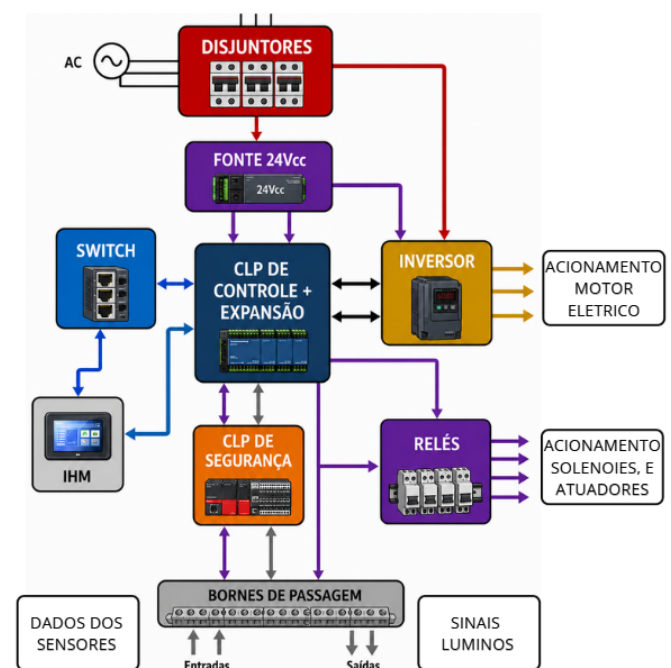


Figura 9 - Articulação entre os elementos do quadro elétrico desenvolvido no projeto.

VI. PROJETO DE AUTOMAÇÃO

O projeto de automação do sistema foi desenvolvido considerando as características mecânicas do equipamento, a sequência necessária de movimentações e as condições de segurança impostas pelo processo. Assim o projeto do dispositivo teve como objetivo garantir o controle lógico e sequencial de todas as etapas, integrando os sistemas mecânico, elétrico e pneumático de forma automática, segura e confiável. A automação foi desenvolvida para reduzir a intervenção manual do operador, aumentar a repetibilidade do processo e assegurar o correto funcionamento do equipamento conforme os requisitos definidos no TCC I.

O sistema de automação projetado é responsável pelo gerenciamento dos movimentos das torres de aperto, acionamento dos cilindros pneumáticos, monitoramento dos sensores de posição e execução das rotinas de segurança, garantindo que o dispositivo opere apenas em condições seguras.

A - Lógica de funcionamento

A lógica de funcionamento do dispositivo foi estruturada de forma sequencial e implementada no CLP, garantindo que todas as etapas do processo sejam executadas de maneira ordenada, segura e repetitiva. A lógica foi desenvolvida considerando a interação do operador com o painel de comando, o controle automático dos acionamentos eletromecânicos e pneumáticos, bem como o monitoramento contínuo das condições de segurança do sistema.

O ciclo de operação do dispositivo inicia quando o operador identifica o tanque no painel e seleciona o modelo correspondente, acionando o comando de START. A partir dessa ação, o sistema entra em modo automático e passa a executar as etapas subsequentes de forma controlada pelo CLP.

Inicialmente, as torres de movimentação realizam o ajuste automático de posição, adequando-se à configuração selecionada. Em seguida, o operador posiciona o tanque sobre os berços de apoio e aciona o comando de fixação. Com esse comando, os cilindros das torres são avançados e os cilindros pneumáticos dos berços são recuados, promovendo a fixação do tanque e garantindo seu correto posicionamento para a operação, na sequência, o operador realiza o posicionamento do bocal, utilizando uma máscara manual de montagem.

Com o tanque corretamente posicionado, o operador executa as soldas do bocal e a solda do "T", e durante essa etapa, o dispositivo permite o destravamento e o giro controlado do tanque, possibilitando seu reposicionamento conforme a necessidade para a realização das soldas.

Concluída a operação principal, o operador efetua um comando de finalização no painel, onde o sistema realiza o retorno automático dos atuadores, promovendo o recuo dos cilindros de fixação, e avanços nos cilindros do berço. Após essa etapa, o operador finaliza o ciclo pressionando o comando de STOP no painel de controle.

Por fim, o operador remove o tanque do dispositivo e o direciona ao local destinado, encerrando o ciclo de operação. Caso exista a necessidade de operação com um novo tanque,

o sistema retorna ao estado inicial, ficando disponível para a execução de um novo ciclo.

B- Fluxograma da lógica de controle

O fluxograma do processo, no qual descreve as principais decisões e ações do sistema automatizado, bem como a interação entre o operador e o equipamento ao longo do ciclo de operação, é visualizado na Figura 10. Esse fluxograma serviu como base para o desenvolvimento da lógica implementada no CLP, facilitando a validação do processo e a manutenção futura do sistema.

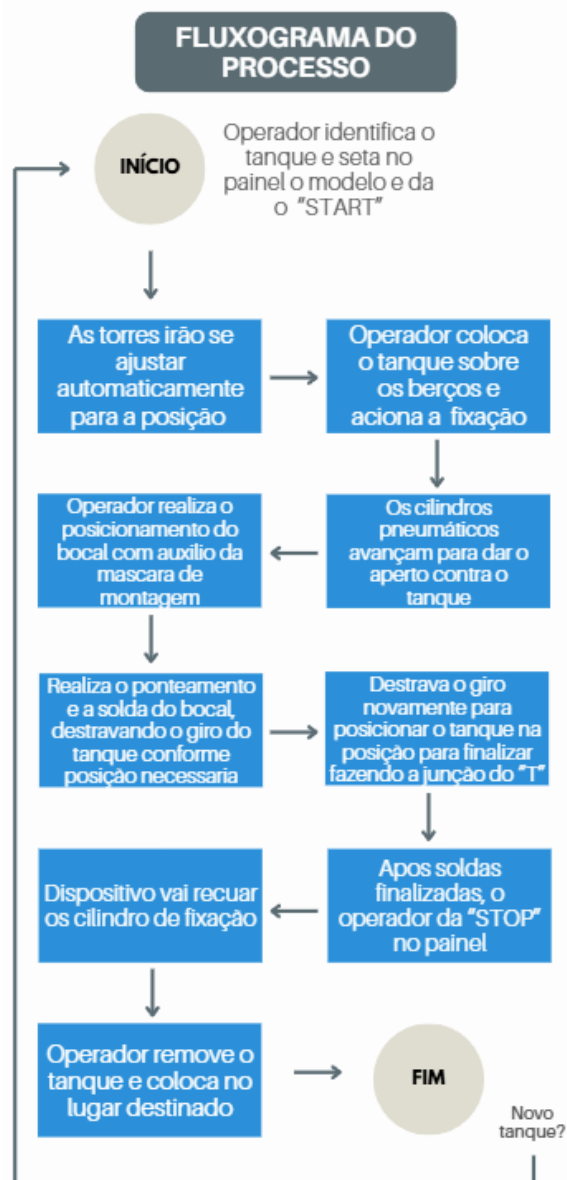


Figura 10 - Fluxograma dispositivo novo

Cada etapa representada no fluxograma corresponde a uma rotina lógica implementada no CLP, utilizando intertravamentos, temporizações e sensores de confirmação. A transição entre as etapas ocorre somente quando as condições previamente definidas são atendidas, garantindo segurança, confiabilidade e repetibilidade do processo.

Além disso, a lógica foi programada de modo que qualquer atuação dos dispositivos de segurança, como botões de emergência ou cortina de luz, interrompa imediatamente o ciclo, retornando o sistema a uma condição segura, independentemente da etapa em execução.

C - Implementação do sistema de controle

O controle do equipamento é realizado por meio de um CLP, de modelo XP 340 da família Nexto Xpress, responsável pelo processamento das entradas e saídas digitais e analógicas do sistema. Assim o CLP centraliza as informações provenientes dos sensores e dispositivos de comando, executando a lógica de controle conforme o programa desenvolvido.

A comunicação entre o CLP e a IHM é realizada por meio de rede Ethernet, permitindo troca rápida e confiável de informações, como estados do sistema, comandos do operador e sinalização de falhas.

Além do CLP principal, o sistema conta com um CLP dedicado à segurança, responsável pelo monitoramento dos dispositivos de segurança, garantindo o atendimento aos requisitos da NR-12.

D - Entradas e saídas do sistema de controle

As entradas do sistema de controle são compostas por sensores responsáveis por monitorar o estado do processo, e sinais provenientes dos dispositivos de segurança. Esses sinais vistos na Tabela 2, permitem que o CLP identifique as condições reais do sistema antes de executar qualquer comando, juntamente com as memórias descritas na Tabela 3, que são utilizadas para guardar dados durante o funcionamento.

TABELA 2

ENTRADAS DO CLP			
Nº	Código	Sinal	Tipo (NA/NF)
1	I1	I_SENSOR_PRESENCA	NA
2	I2	I_FC_BERCO_RET	NF
3	I3	I_FC_BERCO_AV	NF
4	I4	I_FC_TORRE_RET	NF
5	I5	I_FC_TORRE_AV	NF
6	I6	I_CLP_SEG_OK	NA
7	I7	I_START	NA
8	I8	I_STOP	NF
9	I9	I_FIXACAO	NA
10	IA	I_FIN_SOLDA	NA
13	ID	AI_MEDICAO_LASER	Analógica

TABELA 3

MEMÓRIAS DO CLP			
Nº	Código	Sinal	Tipo (NA/NF)
1	M1	M_CICLO_ATIVO	NA
2	M2	M_TORRE_POSICIONADA	NA
3	M3	M_MODELO_SETADO	NA
4	M4	M_DISTANCIA_ATUAL	NA

As saídas do CLP, que são utilizadas para o acionamento de atuadores, incluindo válvulas solenóides pneumáticas responsáveis pelo avanço e recuo dos cilindros, comandos de acionamento do inversor de frequência do motor elétrico e dispositivos de sinalização luminosa são visualizadas na Tabela 4.

TABELA 4

SAÍDAS DO CLP			
Nº	Código	Sinal	Tipo (NA/NF)
1	Q1	Q_ST_MOTOR_AV	NA
2	Q2	Q_ST_MOTOR_RET	NA
3	Q3	Q_SOLENOIDE_BERCO_RET	NA
4	Q4	Q_SOLENOIDE_BERCO_AV	NA
5	Q5	Q_SOLENOIDE_TORRE_AV	NA
6	Q6	Q_SOLENOIDE_TORRE_RET	NA
7	Q7	Q_TRAVA_GIRO	NA
8	Q8	Q_LED_PROCESSO	NA

O movimento das torres de aperto é efetuado por uma saída do CLP (Q1) por meio do inversor de frequência. O CLP recebe do sensor a laser (ID) dados de medida que é comparado em relação com o que foi predefinido no painel e envia comandos ao inversor, permitindo o controle do sentido de rotação e da velocidade do eixo responsável pelo deslocamento das torres. Assim, na Figura 11, podemos visualizar a lógica em *ladder*, dos movimentos das torres.

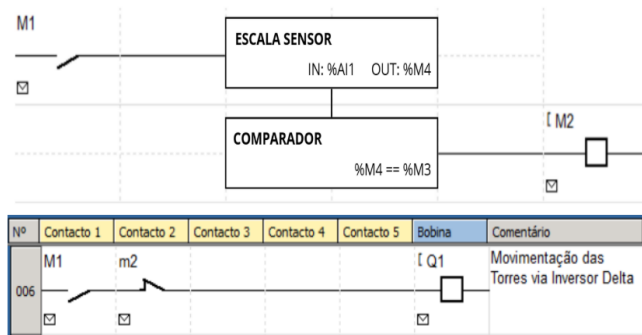


Figura 11 - Lógica *ladder* de avanço das torres

Esse controle possibilita uma movimentação precisa e segura, garantindo o correto aperto e a liberação do tanque conforme a etapa do processo. O uso do inversor de frequência contribui para movimentos suaves, reduzindo impactos mecânicos e aumentando a vida útil do sistema.

O sistema pneumático do dispositivo é totalmente integrado ao CLP, sendo responsável pelo acionamento automático dos cilindros dos berços de apoio e das torres de aperto por meio das válvulas solenóides. As saídas Q3 e Q5, apresentadas na Figura 16, são utilizadas para o avanço dos cilindros pneumáticos, enquanto as saídas Q4 e Q6 realizam os movimentos de retorno.

Para garantir a execução segura da sequência operacional, o sistema utiliza sensores de posição instalados nos cilindros pneumáticos, responsáveis por enviar sinais de confirmação ao CLP após cada movimentação executada. Dessa forma, a lógica *ladder* apresentada na Figura 12, representa a parte do código que realiza o acionamento automático dos cilindros somente quando todas as condições de início do ciclo forem atendidas, incluindo as permissões do sistema de segurança.

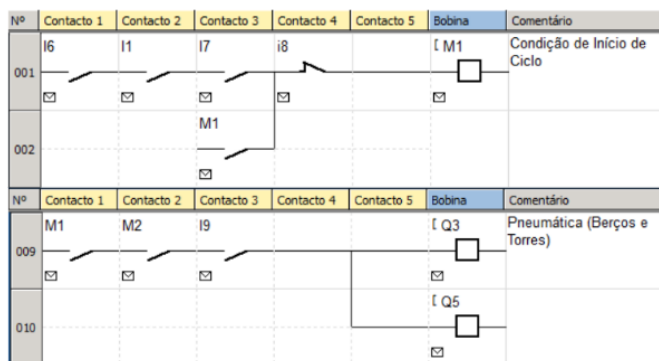


Figura 12 - Lógica *ladder* realizada para o acionamento automático dos cilindros

Essa integração garante que a sequência operacional seja executada de forma ordenada, evitando choques mecânicos, falhas de posicionamento e operações fora de condição segura. Para viabilizar esse monitoramento contínuo, o sistema utiliza sensores indutivos modelo SMC D-M9P, apresentados na Figura 13, que foram acoplados aos cilindros pneumáticos. Dessa forma, esses sensores são responsáveis por fornecer feedback ao CLP sobre as posições de avanço e recuo dos cilindros. Além disso, os sinais gerados por esses dispositivos foram cadastrados como as entradas digitais I2, I3, I4 e I5,

I3, I4 e I5, permitindo a validação de cada etapa do ciclo antes da execução dos próximos comandos.

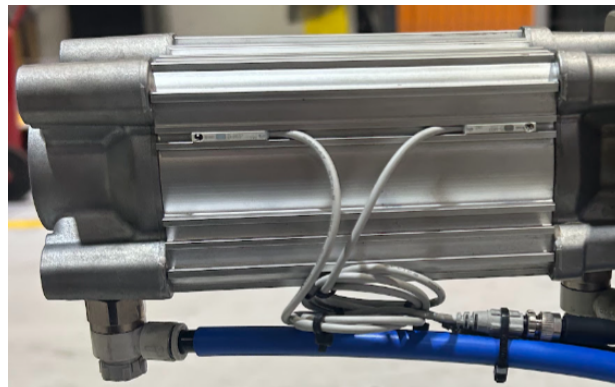


Figura 13 - Sensores indutivos acoplados aos cilindros pneumáticos, que foram definidas como as entradas digitais I2, I3, I4 e I5

O sensor a *laser*, de modelo LR-TB5000C da fabricante Keyence, representado na Figura 14, foi fixado na base do dispositivo, e direcionado em uma das torres. Desta forma, ele é responsável por enviar os dados de medição para o CLP, onde os dados são convertidos e comparados com os pré definidos, para realizar todas as movimentações de forma precisa, cadastrado como ID, entrada do tipo analógica.



Figura 14 - Sensor de medição a laser

O sensor a *laser* modelo LR-ZH490CB, da fabricante Keyence, ilustrado na Figura 15, é responsável pela detecção da presença da peça no dispositivo. Assim, o sensor libera a lógica de controle para as etapas posteriores do processo, sendo cadastrado no sistema como a entrada digital I1 do CLP.



Figura 15 - Sensor a laser de presença

E - Interface Homem-Máquina (IHM)

A Interface Homem-Máquina foi desenvolvida com o intuito de facilitar a interação do operador com o equipamento. A IHM permite visualizar o estado do sistema, acompanhar o ciclo de operação, identificar falhas, escolher o modelo do tanque e executar comandos básicos, como iniciar e interromper o funcionamento do dispositivo.

As telas da IHM foram organizadas de forma intuitiva, respeitando princípios de usabilidade e segurança, permitindo ao operador compreender rapidamente a situação do equipamento. Informações como estados dos sensores, atuadores e mensagens de alarme auxiliam na operação e manutenção do sistema.

Para a supervisão e operação do equipamento foi utilizada uma IHM Altus X2-BASE-7-V2, um terminal gráfico touchscreen industrial com *display* colorido de 7 polegadas. O equipamento possui processador de 600MHz, memória de aplicação de 2GB e 512MB de RAM, proporcionando desempenho adequado para aplicações de automação industrial.

A comunicação com os dispositivos de controle é realizada por meio de uma interface Ethernet, permitindo integração com CLPs e demais equipamentos de automação.

VII. RESULTADOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da implementação do sistema automatizado desenvolvido neste trabalho. São abordados os aspectos relacionados à montagem final do dispositivo, à validação do funcionamento dos sistemas mecânico, elétrico e de automação, bem como à verificação do atendimento aos requisitos funcionais e de segurança definidos nas etapas de projeto.

A análise dos resultados foi realizada considerando o desempenho integrado do equipamento, a interação entre os diferentes sistemas e o comportamento do dispositivo durante os testes operacionais.

A - Implementação e montagem do sistema mecânico

Após a conclusão do projeto mecânico, procedeu-se à fabricação e montagem da estrutura do dispositivo, conforme os critérios e limitações definidos no Capítulo IV. A montagem permitiu verificar a adequação das dimensões

projetadas, e a correta integração entre base, torres de movimentação e sistema de berços de apoio.

A Figura 16, apresenta o projeto mecânico do dispositivo, no qual é possível identificar a configuração geral da estrutura, o posicionamento das torres de movimentação e o sistema de apoio do tanque. Observa-se que o projeto atende às dimensões máximas previstas para os tanques, bem como ao espaço necessário para movimentação dos componentes e acesso para operação e manutenção.

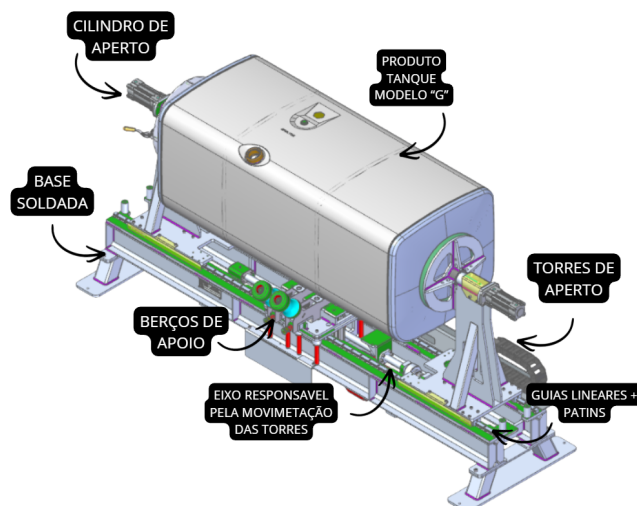


Figura 16 - Projeto mecânico do dispositivo

Na montagem, apresentada na Figura 17, verificou-se que a base soldada apresentou adequada rigidez, não sendo observadas deformações durante os testes operacionais. As torres de movimentação mostraram-se alinhadas e estáveis ao longo de todo o curso, validando as decisões de dimensionamento e escolha do processo construtivo.



Figura 17 - Montagem da estrutura mecânica do dispositivo

B - Funcionamento do sistema de movimentação e fixação do tanque

Durante os testes funcionais, o sistema de movimentação das torres e o mecanismo de aperto do tanque apresentaram comportamento conforme o previsto no projeto. O deslocamento das torres ocorreu de forma sincronizada,

garantindo alinhamento adequado do tanque durante o aperto.

A Figura 18, evidencia o funcionamento do sistema de aperto, no qual é possível observar o posicionamento correto entre as torres e as placas de fixação acionadas pneumaticamente. O sistema demonstrou capacidade de adaptação aos diferentes modelos de tanque previstos, confirmando a flexibilidade do projeto.

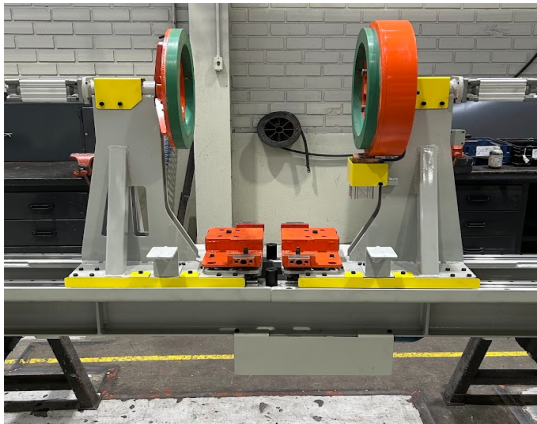


Figura 18 - Sistema de torres e mecanismo de aperto

C - Implementação do sistema elétrico e montagem do painel de comando

Com a estrutura mecânica concluída, realizou-se a montagem do sistema elétrico, incluindo a instalação dos componentes de potência, comando, automação e segurança no painel elétrico. A organização interna do painel seguiu critérios de padronização industrial, separação entre circuitos de potência e controle, visando a facilidade de manutenção.

Na Figura 19, é apresentado o painel elétrico montado, no qual se observam os dispositivos de proteção, fonte de alimentação, inversor de frequência, CLP de controle e CLP de segurança. A disposição dos componentes facilitou a identificação dos circuitos e contribuiu para a confiabilidade do sistema durante os testes.

Os condutores de potência e de alimentação do motor e inversor de frequência foram especificados em cabos flexíveis de 4 mm², levando em consideração a corrente nominal do inversor de 13 A. Esses condutores garantem a transmissão de energia com segurança e suportam correntes mais elevadas. Já os condutores de comando e controle com corrente máxima de 5 A, foram implementados cabos flexíveis de 0,75 mm² em diversas cores (azul, marrom, preto, branco, verde/amarelo), facilitando a identificação dos sinais de comando, interligação de CLP, IHM, sensores e botoeiras, assegurando confiabilidade na comunicação entre os dispositivos de automação.

Para a proteção elétrica do sistema, foram instalados disjuntores Siemens de diferentes calibres. A proteção do inversor de frequência foi realizada por meio de um disjuntor-motor tripolar Siemens, modelo 3RV2021-4BA10, com faixa de ajuste entre 13 A e 20 A, configurado em seu valor mínimo de atuação. A escolha desse dispositivo foi baseada na corrente nominal do inversor de frequência, especificada em 13 A pelo fabricante.

Por sua vez, a proteção do motor elétrico de 0,5 CV é executada pelo próprio inversor de frequência, por meio da função eletrônica de proteção térmica integrada. Para isso, foi parametrizada a corrente nominal do motor nos ajustes do inversor, permitindo o monitoramento contínuo da carga e a atuação automática em situações de sobrecarga, contribuindo para a segurança e a confiabilidade do sistema de acionamento.

Para a proteção da fonte de alimentação de 24Vcc/5A foi utilizado um disjuntor de 4 A, com curva de acionamento tipo “C”. Além disso, foi utilizada uma chave seccionadora Schneider de 40 A na entrada geral do painel, com a finalidade de permitir o seccionamento seguro da alimentação elétrica durante manutenções e intervenções no equipamento.



LEGENDA

- 1 - DISJUNTORES
- 2 - FONTE 24Vcc
- 3 - BORNES DE PASSAGEM
- 4 - INVERSOR
- 5 - SWITCH
- 6 - CLP DE CONTROLE + EXPANSÃO
- 7 - CLP DE SEGURANÇA
- 8 - RELÉS

Figura 19 - Montagem do painel elétrico de comando

D - Integração dos sistemas de automação e segurança

Após a montagem dos sistemas mecânico e elétrico, procedeu-se à integração do sistema de automação, incluindo a programação do CLP, a configuração da IHM e a validação dos dispositivos de segurança. Na Figura 20, podemos visualizar algumas das telas da IHM utilizada no equipamento. Assim, a IHM permitiu ao operador acompanhar o estado do sistema, selecionar modelos de tanque, iniciar e finalizar o ciclo de operação, além de visualizar mensagens de falha e condições de segurança.

TELAS IHM



Figura 20 - Telas da IHM

O sistema de segurança foi validado por meio de testes funcionais com atuação dos botões de emergência e da cortina de luz, verificando-se a parada imediata do equipamento sempre que uma condição insegura era detectada. Assim, na Figura 21, podemos verificar os sistemas de segurança instalados, na parte inferior os gradis fixos e nas áreas de circulação as barreiras de luz.

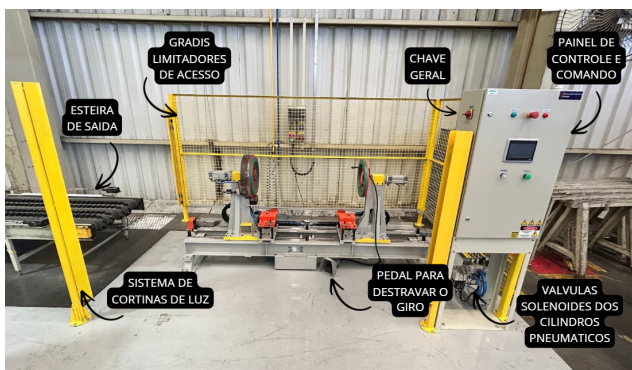


Figura 21 - Célula de produção completa

E - Validação da lógica de controle

A lógica de controle implementada no CLP apresentou funcionamento conforme o fluxograma e a sequência operacional definidos no Capítulo VI. Durante os testes realizados, verificou-se que o ciclo é iniciado somente após a liberação de todas as condições de segurança estabelecidas, garantindo que nenhuma operação seja executada de forma inadequada. Também foi constatado que os acionamentos pneumáticos ocorrem apenas após a confirmação da posição correta do tanque, evitando movimentos indevidos durante o processo. Da mesma forma, o motor responsável pela movimentação das torres é acionado exclusivamente quando o sistema se encontra em condição segura de operação. Ao término do ciclo, o sistema retorna automaticamente ao estado inicial, preparando-se para uma nova execução. Esses

resultados demonstram que a lógica de automação desenvolvida é confiável, robusta e adequada para garantir a segurança e a eficiência do processo.

F - Resultados relacionados à segurança operacional

Um dos principais resultados do projeto foi o elevado nível de segurança operacional alcançado. As barreiras físicas instaladas e a cortina de luz integrada ao sistema de automação e ao CLP de segurança atuaram de forma correta durante os testes realizados.

A atuação da cortina de luz resultou na parada imediata do sistema sempre que o acesso à área de risco foi detectado, impedindo a continuidade do ciclo. Da mesma forma, o acionamento dos botões de emergência bloqueou instantaneamente os movimentos do equipamento, mantendo-o em condição segura. Assim, esses resultados demonstram que o sistema atende aos princípios da NR-12, garantindo proteção ao operador e confiabilidade ao processo.

VIII. CONCLUSÕES

A implementação do dispositivo automatizado proporcionou diversos benefícios técnicos e operacionais, dentre os quais pode-se destacar o aumento da segurança do operador, padronização do processo de fixação e operação do tanque, a redução de esforços manuais e riscos ergonômicos, maior repetibilidade e confiabilidade do processo, facilidade de operação e manutenção e a integração eficiente entre sistemas mecânico, elétrico e de automação.

Esses benefícios evidenciam a relevância do projeto desenvolvido e sua aplicabilidade em ambientes industriais. A análise dos resultados obtidos demonstra que a automação do processo foi fundamental para o alcance dos objetivos do projeto. Ainda, a utilização de recursos como inversor de frequência, sensores, CLP, IHM e sistemas de segurança permitiu a criação de um dispositivo robusto, seguro e eficiente.

O projeto comprova que a aplicação correta de conceitos de automação industrial, aliada à integração entre diferentes áreas da engenharia, resulta em soluções técnicas viáveis e alinhadas às necessidades do ambiente produtivo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todas as bênçãos e oportunidades, a família por me apoiar nessa jornada, ao orientador Talis Piovesan pelo tempo investido, aos colegas de trabalho que foram essenciais em cada uma das etapas do projeto, e todos os demais professores e colegas do Instituto Federal Farroupilha.

REFERÊNCIAS

- [1] Amanda Scofano. TODA MATÉRIA. Transportes no Brasil. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/TRANSPORTES-NO-BRASIL/>>. Acesso em: Maio, 2026.

[2] VDI Brasil. De olho nas tendências para o setor industrial brasileiro. Disponível em <<https://www.vdibrasil.com/de-olho-nas-tendencias-para-o-setor-industrial-brasileiro-em-2025/> VDI Brasil>. Acesso em: Maio, 2026.

[3] ASELLUS/SEBRAE. Vantagens e desvantagens da automação industrial. Disponível em <https://www.asellus.com.br/blog/conheca-as-vantagens-e-desvantagens-da-automacao-industrial/64/?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: Maio, 2026.

[4] Henrique Berno Rott. BALMER. Soldagem em alumínio: principais cuidados. Disponível em: <<https://blog.balmer.com.br/soldagem-em-aluminio/>>. Acesso em: Maio, 2026.

[5] NBR 7505. Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis. Disponível em: <<https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-7505-00-Armazenagem-de-L%C3%ADquidos-Inflam%C3%A1veis-e-Combustiveis-Parte-1.pdf>>. Acesso em: Maio, 2026.

[6] NR-12. SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Disponível em: <www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-12-atualizada-2025.pdf>. Acesso em: Maio, 2026.

[7] Antonio, Christiano, Raphaela. ANÁLISE SOBRE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. Disponível em: <<https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17829/material/ARTIGO05.pdf>>. Acesso em: Maio, 2026.

DADOS BIOGRÁFICOS

Daniel Osmar Brust, nascido em 24/04/1999 em Panambi-RS, é Técnico em Mecânica (2020), pelo ETE 25 de Julho.

Atualmente é Técnico em Engenharia em empresa do setor metalmeccânico. Suas áreas de interesse são: Projetos mecânicos, automação industrial e materiais.